

**C.F.: MNT MSO 69C17 G843K**  
**P.I.: 01488740505**

**Mosè Montagnani**  
**GEOLOGO**

**COMUNE DI PONSACCO - PROVINCIA DI PISA**



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA**

**Geol. Mosè Montagnani**



**Committente: Amm. Comunale di Ponsacco**

**Giugno 2017**

**Codice CIG Z4D1E5C104**

Via Volterrana, 427 - 56030 Terricciola (PI) - cell. 347.3243120  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

## **Lavori di realizzazione di nuovo impianto sportivo coperto in Loc. I Poggini - RELAZIONE GEOLOGICA**

### **Premessa**

È stata redatta la presente relazione atta a definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche e geotecniche dei terreni interessati dal progetto per la "Lavori di realizzazione di nuovo impianto sportivo coperto in Loc. I Poggini", per conto dell'Amministrazione Comunale di Ponsacco.

Di seguito vengono illustrati i risultati dell'indagine svolta in ottemperanza alle D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le Costruzioni" e la relativa Circolare applicativa (Circolare n. 617 del 02.02.2009 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), relativamente all'area ove è previsto l'intervento edilizio in progetto.

Inoltre, sono stati considerati gli studi geologici di supporto alla pianificazione territoriale (Piano Strutturale, Regolamento Urbanistico vigenti), nonché le disposizioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno nel "Piano di gestione del Rischio Alluvioni – PGRA".

Per la campagna geognostica si è fatto riferimento alle indicazioni del DPGR 36/R del 9 luglio 2009, quindi, considerando che l'intervento in progetto ha un volume lordo complessivo di circa 10.000 mc ed un'altezza max paria +13,5 m dal piano di calpestio, secondo quanto previsto all'art. 7 del DPGR 36/R, rientra tra quelli classificati in classe 4: *opere di volume lordo superiore a seimila metri cubi o, in ogni caso, se l'altezza di gronda è superiore a venti metri*. L'intervento può esser considerato rilevante ai sensi dell'allegato A del DPGR 36/R, lettera B, punto 1C.

Per lo studio delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal manufatto in progetto sono state eseguite le seguenti indagini: n° 1 sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno indisturbato; n° 4 prove penetrometriche statiche; una prova sismica in foro "Down Hole"; analisi di laboratorio geotecnico.

Attraverso le indagini effettuate è stato possibile valutare le caratteristiche litologiche e litotecniche dei terreni interessati dalle strutture di fondazione del manufatto in progetto, nonché acquisire il valore della "Vs30", parametro necessario per determinare la categoria del suolo di fondazione per il calcolo delle azioni sismiche e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico.

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nell'allegata planimetria; attraverso le indagini eseguite è stato possibile verificare sia la consistenza che la variabilità litologica laterale e verticale dei depositi presenti nell'area di intervento, ovvero dei terreni appartenenti ai "Depositi alluvionali recenti", qui caratterizzati dalla presenza del Fiume Cascina.

### **Ubicazione dell'intervento e sue caratteristiche**

L'area di intervento si colloca a sud del Capoluogo, nei pressi del centro sportivo I Poggini posto in Via Bruno Buozzi (planimetrie allegate); è compresa nella Sezione 273.160 della CTR scala 1:10.000 e nel Foglio 17G561 della CTR 1:2.000.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto sportivo polivalente nell'ambito della cittadella sportiva in località I Poggini a Ponsacco. La struttura è destinata ad ospitare varie attività sportive al coperto ed in modo particolare la ginnastica artistica e ritmica, per le quali sono previste specifiche attrezzature fisse. Saranno inoltre praticabili altre attività sportive quali pallavolo, pallacanestro e pallamano con opportuni tracciamenti dei campi di gioco e installazione delle necessarie attrezzature tecniche smontabili.

Si tratta di una struttura con copertura a membrana sorretta da travi ad arco in legno lamellare. L'impianto in progetto ha una pianta con misure esterne di 26,5x40,0 m ed altezza massima di 13,50 m da pavimento interno finito. In adiacenza al blocco che ospita gli spazi per attività sportiva è prevista la realizzazione di un secondo corpo per gli spogliatoi ed i servizi. Esso si

colloca lungo il lato ovest del precedente con misure in pianta di 26,5 x 7,55 m ed altezza di circa 4,00 m. La facciata del corpo servizi va ad attestarsi a filo del marciapiede del nuovo vialetto di ingresso ai campi sportivi previsto nel progetto dell'Arch. Alfredo Signorini. La sistemazione esterna dell'area avrà al momento carattere provvisorio in attesa delle opere di urbanizzazione relative alla Cittadella dello Sport che prevede la realizzazione della viabilità locale e dei parcheggi pubblici.

Vista la tipologia e le dimensioni dell'intervento in progetto sono state considerate strutture di fondazioni superficiali continue come concordato con l'Ing. Cristiano Remorini incaricato dall'Amministrazione Comunale di Ponsacco di seguire gli aspetti strutturali; di fatto si tratta di travi allineate lungo la massima dimensione del manufatto unite con cordoli collegamento per rendere la struttura di fondazione omogenea.

### **Quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico della zona**

L'area di indagine di inserisce nel tratto di pianura alluvionale posta alla confluenza delle valli dei Fiumi Era e Cascina delimitate dai promontori collinari ove affiorano depositi Plio-pleistocenici.

I rilievi collinari suddetti sono prevalentemente costituiti da sedimenti sabbioso-argillosi del ciclo marino pliocenico, da sedimenti argillo-sabbiosi pleistocenici di facies prevalentemente marina (Pleistocene inferiore) e depositi sabbioso conglomeratici di facies prevalentemente fluvio-lacustre (Pleistocene med.). I depositi Pliocenici e Pleistocenici costituiscono il substrato della successione dei depositi alluvionali, attuali e recenti, della pianura dei fiumi Era e Cascina.

I terreni alluvionali più superficiali, quelli direttamente interessati dalle strutture di fondazione, sono generalmente costituiti da litotipi limo-sabbiosi, limo-argillosi e argilloso-organici con intercalati orizzonti permeabili di prettamente sabbiosa riconducibili a paleoalvei. I depositi alluvionali presentano variazioni litologiche laterali e verticali tipiche del sistema deposizionale a cui sono legati (deposizione fluviale e lacustre). I terreni più profondi sono costituiti dall'alternanza di depositi argillosi e sabbiosi, con intercalati orizzonti ghiaiosi.

Dal punto di vista morfologico l'intervento si colloca in un area pianeggiante con la quota del terreno a circa +23,8 m slm, che può variare in positivo in ragione delle attività antropiche di riporto e stendimento di materiale che vi sono state effettuate nel tempo.

Dal punto di vista idrogeologico la zona è caratterizzata dalla presenza di un sistema acquifero composto da una falda superficiale (freatica) di tipo discontinuo ed un sistema acquifero profondo (confinato); quest'ultimo ha sede nei livelli permeabili profondi composti da ghiaie e ghiaie sabbiose e per la loro natura e bassa vulnerabilità stati captati per l'emungimento di acque ad uso diverso. La quota del livello piezometrico, individuata a -1,7 m dal p.c. nel mese di maggio 2017, può oscillare stagionalmente raggiungendo anche valori più alti come evidenziato nella carta idrogeologica allegata (+22,5 m slm).

L'idrografia che caratterizza il territorio pianeggiante di Ponsacco è costituita da corsi d'acqua principali (Fiumi Arno, Era e Cascina), e dai canali fossi e fognature che formano il reticolo idrografico minore. L'area di intervento è caratterizzata dalla vicinanza del Fiume Cascina e dalla Fossa Nuova, che unitamente ai fossetti campestri costituiscono il reticolo idrografico locale.

### **Pericolosità geologica, geomorfologica ed idraulica**

Dalla Carta della Pericolosità Geomorfologia redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/R del Comune di Ponsacco si osserva che l'area di intervento ricade in classe di "G.2 - Pericolosità Geomorfologica Media"; ciò indica che ricade in "*Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto*"

Dalla Carta della Pericolosità Sismica Locale redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/R del Comune di Ponsacco si osserva che l'area di intervento ricade in classe di "S.3 - Pericolosità Sismica Elevata", visto che l'area di intervento ricade in "*Zone con presenza di depositi alluvionali e di*

*depositi del ciclo stratigrafico plio-pleistocenico” che potrebbero dare origine a fenomeni di “Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura”*

Dalla Carta della Pericolosità Idraulica in prima stesura redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/R del Comune di Ponsacco si osserva che l'area di intervento ricade in classe di “I.2 - Pericolosità Idraulica media”; ciò indica che l'area di intervento ricade in “Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200 < Tr < 500 anni”

La Carta della Pericolosità Idraulica suddetta era stata realizzata successivamente alla realizzazione delle opere di difesa idraulica lungo i corsi del Fiume Cascina, della Fossa Nuova, del Rio Cannoncino e del Rio Galletta.

Nella carta dei battenti idraulici elaborata per un TR >200 elaborazioni si può osservare come solo una piccola porzione del manufatto in progetto venga interessato da questo fenomeno. Il progetto prevede comunque il rispetto di una distanza di oltre 10 m dal reticolo idrico e un rialzamento del piano di calpestio coperto di circa 50 cm sopra il p.c. medio, in modo da collocarsi ad una quota appena superiore all'attuale pista di atletica. Pertanto, il piano di calpestio finale si colloca ad una quota ben al di sopra di quella del battente idraulico atteso per TR > 200 anni.

Nella *“Carta della Pericolosità Idraulica”* del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), l'area di intervento rientra tra i terreni individuati dalla *“Classe di Pericolosità Idraulica P.1 – media”*, in scala 1:10.000 del PGRA stralcio n°493; mentre nella *“Carta del Rischio Idraulico”* l'area di intervento viene classificata come *“R2”* in virtù della sua destinazione d'uso complessiva.

Dalla Carta della Fattibilità Geologica redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/R del Comune di Ponsacco si osserva che l'area di intervento ricade in “Classe F.2 – Fattibilità con normali vincoli”.

### **Valutazione sul rischio idraulico**

L'area di intervento si trova nella pianura alluvionale a sud dell'abitato di Ponsacco, più precisamente in Via Bruno Buozzi; dall'analisi morfologica della cartografia ufficiale della Regione Toscana (CTR 1:2.000 e CTR 1:10.000) si può osservare che l'attuale piano di campagna si attesta a 23,8 m slm (piano originario); la rete di drenaggio delle acque superficiali nei pressi dell'area di intervento è caratterizzata da fossette campestri che indirizzano le acque superficiali verso la Fossa Nuova che scorre in direzione Nord come si evince dalla tavola allegata.

È opportuno precisare che l'intervento in progetto prevede sia aumento di superficie coperta che di volume complessivo: il manufatto finale avrà una superficie coperta di circa 1.060 mq, un volume lordo di circa 10.000 mc ed una quota del piano finito a +24,3 m slm (23,8 m slm + 0,50 m).

Il piano di calpestio finito posto alla quota suddetta elimina il rischio idraulico relativamente al manufatto per inondazioni con TR > 200 anni che prevedevano, per una porzione dell'area interessata dalla nuova palestra, un battente compreso tra 10 e 20 cm; i volumi da compensare in ragione del rialzamento del piano finito sono quelli relativi alla porzione di manufatto che interessa alcune celle idrauliche come evidenziato nella cartografia tematica. Per evitare che tale volume crei danno a terzi dovrà essere recuperato nelle vicinanze della palestra: il volume da compensare è dell'ordine dei 100 mc.

Questo potrà essere recuperato in zona ad esempio lungo la Fossa Nuova, ovvero risagomando la sezione idraulica di questo fosso per il tratto necessario a recuperare il volume suddetto; diversamente andrà individuato un altro sito del complesso sportivo ove recuperare tale volume.

Considerata la tipologia e le dimensioni dell'intervento in oggetto, nonché la quota della soglia del piano di calpestio finito, riteniamo che, seppur l'intervento si trovi in condizioni di sicurezza idraulica, una gestione del rischio idraulico possa comunque essere effettuata anche attraverso interventi non strutturali quali un *“Piano di Gestione del Rischio”* che di fatto non elimina la causa potenziale ma ne riduce sicuramente gli effetti sulle persone, sulle proprietà, sui beni, sui materiali, etc..



Per la situazione in oggetto il "*Piano di Gestione del Rischio*" si attua adottando delle specifiche prescrizioni che intervengono sia sulle strutture che sui comportamenti di chi le usa (persone). Di gli interventi di *messa in sicurezza idraulica non strutturale* comprendono quelle opere ed operazioni di mitigazione degli effetti negativi che potrebbero aversi in caso di esondazione idraulica.

Vista la tipologia di intervento è plausibile affermare che lo stesso non può modificare negativamente il rischio idraulico nei confronti dei manufatti limitrofi in virtù del fatto che il volume di piena occupato dal manufatto stesso verrà recuperato in altro sito limitrofo.

Per migliorare il funzionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque "*bianche*" derivanti dalle nuove coperture e dalle aree impermeabilizzate sarà opportuno seguire criteri che permettano l'aumento del periodo di ritenzione (tubi con grande diametro e bassa pendenza), ed eventualmente prevedere la realizzazione di cisterne interrato per la raccolta, anche temporanea, delle acque meteoriche. L'effetto volano può essere raggiunto anche con l'allargamento della sezione utile della Fossa Nuova, creando di fatto delle aree di laminazione all'interno della fascia di rispetto del corso d'acqua. In questo modo le acque verranno rilasciate verso il corpo idrico recettore in ritardo rispetto al momento di massimo deflusso di piena.

In merito alle condizioni di pericolosità idraulica il piano di calpestio dell'opera finita sarà comunque posto ad una quota superiore a quella della resede circostante e delle viabilità limitrofa, di fatto si collocherà ad una quota di + 24,3 m slm quindi anche maggiore rispetto alla viabilità esterna all'area di intervento. Questo sarà sufficiente a migliorare le condizioni di sicurezza idraulica delle opere in progetto.

### ***Caratterizzazione geologica e geotecnica***

Per determinare lo stato di consistenza dei terreni interessati dalle strutture di fondazione dell'edificio in progetto, viste le sue dimensioni e la sua tipologia (*Classe 4 - DPGR n°36/R*), è stata eseguita una campagna geognostica nel mese di maggio 2017.

Sono state eseguite:

- n°4 prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità max di 14,8 m dal p.c.;
- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 15,0 m dal p.c., nel quale sono stati prelevati n° 2 campioni indisturbati con l'infissione della fustella a pareti sottili tipo "*Shelby*";
- analisi di laboratorio geotecnico sui due campioni di terreno prelevati in avanzamento: peso di volume, umidità naturale, prova di taglio CD, prova ad espansione laterale libera, prova edometrica;
- una indagine sismica "*Down Hole*" nel foro di sondaggio opportunamente approfondito e completato fino a 32,0 m con tubo di PVC cieco e cementazione dell'intercapedine.

### **Prove penetrometriche statiche.**

Per la verifica strumentale della consistenza dei terreni di fondazione è stato utilizzato il penetrometro statico/dinamico, Pagani TG63 da 200 KN equipaggiato con punta Begeman, in grado di fornire i valori della resistenza alla punta (qc), della resistenza laterale (fs) e del rapporto Begeman (qc/fs) ogni 20 cm di penetrazione nel terreno.

L'analisi dei dati ci ha consentito di ricostruire con un buon grado di accuratezza l'assetto geologico-stratigrafico locale, ovvero quello dei depositi presenti nell'area di intervento.

Per la schematizzazione del modello geologico dell'area di studio e più precisamente dell'area di intervento, sono stati realizzati quattro profili litostratigrafici:

Prova penetrometrica CPT1<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 2,4 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 10-17 \text{ Kg/cm}^2$ );  
2,4 ÷ 8,2 m Argilla, argilla limosa ed argilla organica, soffice ( $Q_c = 4,0-6,0 \text{ kg/cm}^2$ ), con intercalati livelli di sabbia limosa, sciolta ( $Q_c = 13-16 \text{ kg/cm}^2$ );  
8,2 ÷ 10,6 m Sabbia e sabbia limosa, mediamente addensata ( $Q_c = 40-50 \text{ kg/cm}^2$ );  
10,6 ÷ 12,0 m Argilla ed argilla limosa, plastica ( $Q_c = 9-13 \text{ kg/cm}^2$ ), con alla base un livello di sabbia limosa, mediamente addensata ( $Q_c = 52-54 \text{ kg/cm}^2$ );  
12,0 ÷ 14,8 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 11-22 \text{ kg/cm}^2$ ).

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,70 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova penetrometrica CPT2<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 1,8 m Argilla, argilla limosa ed argilla organica, consistente ( $Q_c = 22-28 \text{ Kg/cm}^2$ );  
1,8 ÷ 6,6 m Argilla, argilla limosa ed organica, da soffice a plastica ( $Q_c = 6,0-11,0 \text{ kg/cm}^2$ );  
6,6 ÷ 8,6 m Sabbia e ghiaia, mediamente addensata ( $Q_c = 34-58 \text{ kg/cm}^2$ );  
8,6 ÷ 10,6 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-14 \text{ kg/cm}^2$ );

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,70 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova penetrometrica CPT3<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 1,4 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );  
1,4 ÷ 5,2 m Argilla e argilla limosa, consistente  $Q_c = 22-30 \text{ kg/cm}^2$ ;  
5,2 ÷ 6,8 m Argilla e argilla limo-sabbiosa, consistente  $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ ;  
6,8 ÷ 9,0 m Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata  $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ ;  
9,0 ÷ 9,6 m Argilla limosa, plastica  $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ ;  
9,6 ÷ 10,6 m Sabbia limosa, da sciolta a mediamente addensata  $Q_c = 25-35 \text{ kg/cm}^2$ ;

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,68 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova penetrometrica CPT3<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 1,4 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );  
1,4 ÷ 6,8 m Argilla, argilla limosa ed argilla limo-sabbiosa, consistente ( $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ );  
6,8 ÷ 9,0 m Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata ( $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ );  
9,0 ÷ 10,6 m Argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-15 \text{ kg/cm}^2$ );

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,68 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova penetrometrica CPT4<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;

0,4 ÷ 2,0 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 12-15 \text{ Kg/cm}^2$ );  
2,0 ÷ 6,2 m Argilla e argilla limosa, plastica ( $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ );  
6,2 ÷ 7,0 m Argilla limoso-sabbiosa, plastica ( $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ );  
7,0 ÷ 11,2 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 10-16 \text{ kg/cm}^2$ );  
11,2 ÷ 14,8 m Argilla e argilla limosa, consistente ( $Q_c = 15-20 \text{ kg/cm}^2$ );

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,50 m dal p.c. (10/05/2017); il piano di campagna è inferiore di circa 20 cm rispetto alle altre verticali.

### **Schematizzazione litotecnica delle prove penetrometriche**

Di seguito vengono schematizzati dal punto di vista litotecnico i terreni di fondazione indagati con le prove penetrometriche: *parametri geotecnici nominali*.

#### Prova CPT1<sub>mag17</sub>

| Profondità | Qc     | $\gamma$  | Cu    | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr    | OCR         | E <sub>25</sub> | M         | Cc          | v             |
|------------|--------|-----------|-------|----------|-------------|-----|---------|-------|-------------|-----------------|-----------|-------------|---------------|
| m dal p.c. | Kg/cmq | kN/mc     | kPa   | °        | °           | KPa | °       | %     | -           | MPa             | MPa       | -           | -             |
| 0,0 - 2,4  | 10-17  | 17,5-17,6 | 65-70 | -        | -           | 10  | 25      | -     | $\approx 1$ | -               | 8,0-9,0   | 0,148-0,160 | 0,45          |
| 2,4 - 8,2  | 4-6    | 17,2-17,6 | 20-30 | -        | -           | 5   | 24      | -     | $\approx 1$ | -               | 2,4-2,6   | 0,111-0,136 | 0,45          |
| 8,2-10,6   | 40-50  | 18,3-18,6 | -     | 35-37    | 32,0-32,4   | -   | 35      | 37-46 | -           | 14,0-17,0       | 18,0-20,0 | -           | 0,2065-0,2095 |
| 10,6-12,0  | 9-13   | 18,2-18,5 | 35-40 | -        | -           | 10  | 24      | -     | $\approx 1$ | -               | 5,0-5,7   | 0,185-0,237 | 0,45          |
| 12,0-14,8  | 11-22  | 17,8-18,2 | 30-40 | -        | -           | 10  | 24      | -     | $\approx 1$ | -               | 4,0-5,0   | 0,155-0,214 | 0,45          |

#### Prova CPT2<sub>mag17</sub>

| Profondità | Qc     | $\gamma$  | Cu     | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr    | OCR         | E <sub>25</sub> | M         | Cc          | v           |
|------------|--------|-----------|--------|----------|-------------|-----|---------|-------|-------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| m dal p.c. | Kg/cmq | kN/mc     | kPa    | °        | °           | KPa | °       | %     | -           | MPa             | MPa       | -           | -           |
| 0,0 - 1,8  | 22-28  | 18,3-18,5 | 80-120 | -        | -           | 10  | 26      | -     | $\approx 1$ | -               | 17,9-20,0 | 0,172-0,180 | 0,45        |
| 1,8 - 6,6  | 6-11   | 17,2-17,6 | 35-40  | -        | -           | 5   | 24      | -     | $\approx 1$ | -               | 3,2-4,5   | 0,133-0,140 | 0,45        |
| 6,6 - 8,6  | 34-58  | 18,2-18,5 | -      | 36-38    | 33,0-33,4   | -   | 35      | 40-45 | -           | 11,9-12,0       | 16,1-17,0 | -           | 0,220-0,230 |
| 8,6- 10,6  | 9-14   | 18,6-18,7 | 40-45  | -        | -           | 5   | 24      | -     | $\approx 1$ | -               | 4,5-5,0   | 0,130-0,140 | 0,45        |

#### Prova CPT3<sub>mag17</sub>

| Profondità | Qc     | $\gamma$  | Cu      | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr    | OCR         | E <sub>25</sub> | M         | Cc          | v           |
|------------|--------|-----------|---------|----------|-------------|-----|---------|-------|-------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| m dal p.c. | Kg/cmq | kN/mc     | kPa     | °        | °           | KPa | °       | %     | -           | MPa             | MPa       | -           | -           |
| 0,0 - 1,4  | 13-22  | 17,4-17,6 | 70-80   | -        | -           | 10  | 25      | -     | $\approx 1$ | -               | 10,0-11,0 | 0,190-0,200 | 0,45        |
| 1,4 - 6,8  | 20-26  | 18,4-18,6 | 100-120 | -        | -           | 10  | 27      | -     | $\approx 1$ | -               | 15,0-18,0 | 0,133-0,147 | 0,45        |
| 6,8 - 9,0  | 30-42  | 18,6-18,8 | -       | 35-37    | 32,6-33,0   | -   | 35      | 45-50 | -           | 15,0-16,0       | 19,7-20,0 | -           | 0,217-0,220 |
| 9,0- 10,6  | 9-15   | 18,4-18,6 | 35-40   | -        | -           | 10  | 24      | -     | $\approx 1$ | -               | 5,2-6,0   | 0,155-0,200 | 0,45        |

#### Prova CPT<sub>mag17</sub>

| Profondità | Qc                 | $\gamma$  | Cu    | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr | OCR | E <sub>25</sub> | M         | Cc          | v    |
|------------|--------------------|-----------|-------|----------|-------------|-----|---------|----|-----|-----------------|-----------|-------------|------|
| m dal p.c. | Kg/cm <sup>2</sup> | kN/mc     | kPa   | °        | °           | KPa | °       | %  | -   | MPa             | MPa       | -           | -    |
| 0,0 – 2,0  | 12-15              | 17,6-17,8 | 65-70 | -        | -           | 10  | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 9,6-10,0  | 0,126-0,148 | 0,45 |
| 2,0 – 6,2  | 9-12               | 17,2-17,5 | 45-55 | -        | -           | 10  | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 6,0-7,0   | 0,122-0,135 | 0,45 |
| 6,2 – 7,0  | 9-12               | 17,8-18,0 | 55-60 | -        | -           | 5   | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 8,0-8,4   | 0,107-0,110 | 0,45 |
| 7,0 – 11,2 | 10-16              | 18,7-19,0 | 50-60 | -        | -           | 5   | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 7,5-8,5   | 0,132-0,135 | 0,45 |
| 11,2-14,8  | 15-20              | 18,8-19,0 | 70-80 | -        | -           | 10  | 26      | -  | ≈ 1 | -               | 10,0-11,0 | 0,126-0,130 | 0,45 |

Qc ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume; Cu ⇒ coesione non drenata;  $\phi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante; Dr ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovra-consolidazione; E<sub>25</sub> ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato; Cc ⇒ indice di compressibilità; v ⇒ coefficiente di Poisson; c' \* ⇒ coesione drenata;  $\phi'$  \* ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

#### Sondaggio a carotaggio continuo

Sondaggio a carotaggio continuo (diam. 101/127 mm): è stato ubicato come evidenziato nella planimetria allegata ed ha raggiunto la profondità di -15,0 m dal p.c.; le carote di terreno del sondaggio sono state disposte nelle cassette catalogatrici, qui fotografate e descritte per redigere la relativa colonna litostratigrafia, oltre all'acquisizione dei parametri geotecnici di cantiere (*pocket penetrometer*). Sono stati prelevati n° 2 campioni di terreno indisturbato utilizzando il campionatore a pareti sottili tipo "Shelby". In avanzamento non sono state effettuate prove penetrometriche S.P.T. vista la bassa consistenza dei depositi attraversati e la possibilità di poter correlare i dati litologici con le CPT eseguite a poca distanza.

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato effettuato dalla Ditta Gaia Servizi snc di San Giuliano Terme (PI), con una perforatrice cingolata compatta "CMV 420"; per l'avanzamento sono stati utilizzati il carotiere semplice con i rivestimenti (101/127mm) e le carote di terreno venivano disposte su apposite cassette catalogatrici in PVC, qui fotografate e descritte per redigerne la colonna lito-stratigrafica (vd. foto); i campioni sono stati prelevati con fustella a pareti sottile tipo "Shelby". Il sondaggio è stato eseguito sotto la D.L. del Geol. Mosè Montagnani in qualità di responsabile della campagna geognostica.

Il sondaggio geognostico ci ha permesso di ricostruire le caratteristiche litostratigrafiche, litologiche e litotecniche dei terreni dell'area di intervento che sono state correlate con i risultati delle prove penetrometriche eseguite. Il perforo è stato approfondito e completato fino a -32,0 m dal p.c. per effettuare la prova simica in foro "Down Hole".

#### Sondaggio S1-mag'17

| Profondità  | Descrizione del litotipo   | Strati |
|-------------|--|--------|
| 0,0 – 0,4   | Materiale di riporto recente   |        |
| 0,4 – 1,8   | Argilla limosa debolmente sabbiosa, di colore marrone-ocra, da consistente a molto consistente   | A      |
| 1,8 – 7,1   | Argilla ed argilla limosa, marrone ocra, da soffice a plastica, con pochi livelli centimetrici di sabbie limose sciolte. Campione S1-C1 (2,4-2,9 m p.c.) – Campione S1-C2 (6,0-6,5 m p.c.) | B      |
| 7,1 – 8,6   | Sabbia fine limosa, grigio-azzurra, con pochi livelli centimetrici di ghiaietto  | C      |
| 8,6 – 12,0  | Argilla ed argilla limosa debolmente sabbiosa, grigio-azzurra, mediamente consistente  | D      |
| 12,0 – 15,0 | Argilla ed argilla limosa, grigio-azzurra, da consistente a molto consistente  | E      |

#### **Analisi geotecniche di laboratorio.**

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati due campioni indisturbati di terreno che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico.



Per caratterizzare i terreni presenti nel sito di studio dal punto di vista geomeccanico sui due campioni sono state eseguite le seguenti analisi geotecniche di laboratorio:

- Determinazione del contenuto d'acqua;
- Prova di taglio diretto CD;
- Determinazione del peso di volume;
- Prova edometrica;
- Determinazione del peso specifico;
- Prova ad espansione laterale libera.

I metodi analitici utilizzati sono riportati nei certificati emessi dal laboratorio geotecnico autorizzato *Laboter snc* di Pistoia.

Tabella riassuntiva dei campioni prelevati:

| Sondaggio | Campione | Prof.<br>(m p.c.) | Tipologia<br>campione | Litologia  |
|-----------|----------|-------------------|-----------------------|--|
| S1        | C1       | 2,4 - 2,9         | Indisturbato          | Argilla limosa con rare concrezioni calcaree, plastica |
| S1        | C2       | 6,0 - 6,5         | Indisturbato          | Limo argilloso con livelli sabbiosi, molle             |

I risultati delle analisi di laboratorio geotecnico sono riportati nei certificati allegati, mentre di seguito ne vengono sintetizzati i risultati e le relative interpretazioni.

|                  |                                  |                   | S1C1      | S1C2      |
|------------------|----------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
|                  |                                  |                   | 2,4 - 2,9 | 6,0 - 6,5 |
| Apertura         | Descrizione                      |                   |           |           |
| Proprietà Indici | Contenuto d'acqua                | %                 | 22,4      | 27,0      |
|                  | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup> | 26,5      | 26,5      |
|                  | Indice dei vuoti                 | -                 | 0,633     | 0,730     |
|                  | Porosità                         | %                 | 38,8      | 42,2      |
|                  | Grado di saturazione             | %                 | 95,5      | 99,7      |
|                  | Peso di volume naturale          | kN/m <sup>3</sup> | 19,8      | 19,4      |
|                  | Peso di volume del terreno secco | kN/m <sup>3</sup> | 16,2      | 15,3      |
|                  | Peso di volume saturo            | kN/m <sup>3</sup> | 20,0      | 19,4      |
| Taglio diretto   | c'                               | kPa               | 8,0       | 9,8       |
|                  | Φ'                               | (°)               | 23,2      | 27,8      |
| ELL              | Cu                               | KPa               | -         | 18,0      |

Risultati della prova edometrica sul campione S1-C1.

|                           |     |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pressione                 | kPa | 24,6  | 49,5  | 98,4  | 196,8 | 393,6 |
| Modulo di compressibilità | kPa | 6.114 | 2.281 | 2.940 | 3.880 | 6.609 |

I risultati delle analisi di laboratorio confermano i dati acquisiti con le altre indagini.

Di seguito vengono schematizzati dal punto di vista geotecnico i terreni del sondaggio a carotaggio continuo attraverso i dati acquisiti in avanzamento, con le prove di laboratorio geotecnico e correlati con le prove CPT. Di fatto vengono indicati i "parametri geotecnici nominali" dei terreni attraversati nel sondaggio.

Schematizzazione litotecnica del sondaggio S1<sub>mag'17</sub> (parametri geotecnici nominali)

| Prof.     | $\gamma$  | $\phi_p$  | $\phi_{vc}$ | Cu     | Dr    | M         | E <sub>25</sub> | $\nu$       | Cc          | c'  | $\phi'$ |
|-----------|-----------|-----------|-------------|--------|-------|-----------|-----------------|-------------|-------------|-----|---------|
| m p.c.    | kPa       | (°)       | (°)         | kPa    | %     | MPa       |                 | -           |             | kPa | (°)     |
| 0,0 – 1,8 | 18,5-18,7 | -         | -           | 80-100 | -     | 8,0-9,0   | -               | 0,45        | 0,148-0,150 | 10  | 25      |
| 1,8 – 7,1 | 19,4-19,8 | -         | -           | 18-25  | -     | 2,8-3,8   | -               | 0,45        | 0,100-0,141 | 8   | 24      |
| 7,1 – 8,6 | 18,3-18,6 | 36,0-37,0 | 32,3-32,4   | -      | 38-40 | 18,0-20,0 | 14,0-17,0       | 0,200-0,210 | -           | -   | 35      |
| 8,6-12,0  | 18,1-18,6 | -         | -           | 30-40  | -     | 5,0-5,6   | -               | 0,45        | 0,185-0,190 | 10  | 24      |
| 12,0-15,0 | 18,1-18,2 | -         | -           | 40-50  | -     | 4,5-6,0   | -               | 0,45        | 0,150-0,160 | 10  | 24      |

$\gamma$   $\Rightarrow$  peso di volume; Cu  $\Rightarrow$  coesione non drenata;  $\phi_p$   $\Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$   $\Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante; Dr  $\Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione; E<sub>25</sub>  $\Rightarrow$  modulo di elasticità operativo (Young); M  $\Rightarrow$  modulo di deformabilità;  $\nu$   $\Rightarrow$  coefficiente di Poisson; c' = coesione drenata;  $\phi'$  = angolo di resistenza al taglio drenato.

Analizzando il contesto locale ed i risultati acquisiti con il sondaggio a carotaggio continuo e le prove CPT è stato possibile formulare le seguenti considerazioni:

- Le cinque verticali di indagine hanno attraversato depositi alluvionali recenti, da plastici a consistenti, composti prevalentemente da argille, argille limose ed argille organiche; a queste si intercalano livelli centimetrici di sabbie e sabbie limose;
- In superficie è presente uno strato di materiale argilloso ed argillo-limoso consistente che ha uno spessore compreso tra 1,6 e 2,0 m indicato come "orizzonte A", seguito da argille ed argille limose da soffici a plastiche con intercalati pochi livelli centimetrici di sabbia limosa ("orizzonte B");
- L'orizzonte C è composto da Sabbia media con Ghiaia, mediamente addensato e stratigraficamente abbastanza continuo;
- Seguono argille ed argille limose da plastiche a consistenti fino alla massima profondità raggiunta (15,0 m dal p.c.), che completano la successione indagata ("orizzonti D ed E");
- Con le indagini non sono stati raggiunti i depositi plio-pleistocenici, ovvero quelli affioranti sui rilievi collinari limitrofi; il contatto tra depositi alluvionali recenti e del substrato plio-pleistocenico è stato individuato alla profondità di circa 23 m dal p.c. (prova Down Hole);
- Le caratteristiche lito-stratigrafiche della successione indagata evidenzia la sua natura alluvionale in un contesto morfologico nel quale i due corsi d'acqua principali, il F. Era ed il F. Cascina, hanno avuto un ruolo importante sia per quanto riguarda l'assortimento granulometrico (deposizione dei materiali trasportati a valle dalle colline sovrastanti) che geomorfologico in s.l. (incisione dei depositi, aree palustri, paleo-alvei, etc.);
- Nelle cinque verticali di indagine non sono stati raggiunti di terreni appartenenti alla successione plio-pleistocenica che costituiscono il substrato dei depositi alluvionali;
- I risultati ottenuti confermano l'assetto geologico-stratigrafico esposto nei paragrafi precedenti, che nell'insieme giustificano le variazioni litologiche laterali e verticali generalmente presenti in un contesto geologico-stratigrafico fluvio-lacustre;
- Le strutture di fondazione del manufatto in progetto devono interessare gli orizzonti consistenti onde evitare problematiche di stabilità a breve e lungo termine, ovvero la scelta del piano di fondazione dovrà garantire la stabilità dell'opera in progetto sia a breve che a lungo termine, in modo da potersi ritenere verificata agli Stati Limite di Utilizzo (SLV) ed agli Stati Limite di Esercizio (SLD);
- In virtù dei carichi del manufatto in progetto (struttura in legno lamellare con copertura leggera composta da teli plastici) e del tipo di fondazione prevista (superficiale)

riteniamo altrettanto importante realizzare delle strutture di fondazione che contrastino le forze indotte dagli agenti atmosferici quali il vento;

- il piano di campagna indicato si riferisce al piano di calpestio presente al momento delle indagini (09 ed 10 maggio 2017).

Per rendere chiaro l'assetto geologico-stratigrafico dei terreni presenti nell'area di intervento è stata realizzata una sezione geologica con indicazioni litotecniche (*modello geologico*) attraverso la quale passare al "*modello geotecnico di esercizio*" quale elemento indispensabile nelle verifiche "*opera/terreno*" ai sensi delle NTC.

### **Modello geotecnico dei terreni di fondazione**

Per consentire lo svolgimento delle verifiche agli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE), di seguito verranno schematizzati, partendo dai parametri geotecnici nominali, i *parametri geotecnici caratteristici* (*k*) necessari per giungere alla definizione dei parametri di progetto (*d*).

Di seguito vengono schematizzati dal punto di vista geotecnico i terreni di fondazione relativamente all'intervento in oggetto, considerando l'uso di una struttura di fondazione superficiale isolata (plinti): *parametri caratteristici (k)*

Per la scelta dei parametri caratteristici si è fatto riferimento alle indicazioni delle NTC'08, considerando il tipo di fondazione scelta (plinto), il numero di indagini eseguite, l'assetto lito-stratigrafico locale e le caratteristiche litotecniche dei terreni presenti: in virtù di ciò sono stati scelti i valori minimi di quelli nominali.

#### *Schematizzazione litotecnica del sondaggio S1<sub>mag'17</sub>*

| Prof.     | orizzonte | $\gamma$ | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | Cu  | Dr | M    | E <sub>25</sub> | v     | Cc    | c'  | $\phi'$ |
|-----------|-----------|----------|----------|-------------|-----|----|------|-----------------|-------|-------|-----|---------|
| m p.c.    |           | kPa      | (°)      | (°)         | kPa | %  | MPa  |                 | -     |       | kPa | (°)     |
| 0,0 – 1,8 | A         | 18,5     | -        | -           | 80  | -  | 8,0  | -               | 0,45  | 0,150 | 10  | 25      |
| 1,8 – 7,1 | B         | 19,4     | -        | -           | 18  | -  | 2,8  | -               | 0,45  | 0,141 | 8   | 24      |
| 7,1 – 8,6 | C         | 18,3     | 36,0-    | 32,3        | -   | 38 | 18,0 | 14,0            | 0,200 | -     | -   | 35      |
| 8,6-12,0  | D         | 18,1     | -        | -           | 30  | -  | 5,0  | -               | 0,45  | 0,190 | 10  | 24      |
| 12,0-15,0 | E         | 18,1     | -        | -           | 40  | -  | 4,5  | -               | 0,45  | 0,160 | 10  | 24      |

#### **Prova CPT1<sub>mag17</sub>**

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | Cu  | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr | OCR | E <sub>25</sub> | M    | Cc     | v      |
|------------|-----------|----------|-----|----------|-------------|-----|---------|----|-----|-----------------|------|--------|--------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa | °        | °           | KPa | °       | %  | -   | MPa             | MPa  | -      | -      |
| 0,0 – 2,4  | A         | 17,5     | 65  | -        | -           | 10  | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 8,0  | -0,160 | 0,45   |
| 2,4 – 8,2  | B         | 17,2     | 20  | -        | -           | 5   | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 2,4  | 0,136  | 0,45   |
| 8,2-10,6   | C         | 18,3     | -   | 35       | 32,0        | -   | 35      | 37 | -   | 14,0            | 18,0 | -      | 0,2065 |
| 10,6-12,0  | D         | 18,2     | 35  | -        | -           | 10  | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 5,0  | 0,237  | 0,45   |
| 12,0-14,8  | E         | 17,8     | 30  | -        | -           | 10  | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 4,0  | 0,214  | 0,45   |

#### **Prova CPT2<sub>mag17</sub>**

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | Cu  | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr | OCR | E <sub>25</sub> | M    | Cc    | v     |
|------------|-----------|----------|-----|----------|-------------|-----|---------|----|-----|-----------------|------|-------|-------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa | °        | °           | KPa | °       | %  | -   | MPa             | MPa  | -     | -     |
| 0,0 – 1,8  | A         | 18,3     | 80  | -        | -           | 10  | 26      | -  | ≈ 1 | -               | 17,9 | 0,180 | 0,45  |
| 1,8 – 6,6  | B         | 17,2     | 35  | -        | -           | 5   | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 3,2  | 0,140 | 0,45  |
| 6,6 – 8,6  | C         | 18,2     | -   | 36       | 33,0        | -   | 35      | 40 | -   | 11,9            | 16,1 | -     | 0,220 |
| 8,6- 10,6  | D         | 18,6     | 40  | -        | -           | 5   | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 4,5  | 0,140 | 0,45  |

$\gamma \Rightarrow$  peso di volume; Cu  $\Rightarrow$  coesione non drenata;  $\phi_p \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc} \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante; Dr  $\Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione; E<sub>25</sub>  $\Rightarrow$  modulo elastico operativo; M  $\Rightarrow$  modulo confinato; Cc  $\Rightarrow$  indice di compressibilità; v  $\Rightarrow$  coefficiente di Poisson; c' \*  $\Rightarrow$  coesione drenata;  $\phi'$  \*  $\Rightarrow$  angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

**Prova CPT3<sub>mag17</sub>**

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | Cu  | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr | OCR | E <sub>25</sub> | M    | Cc    | v     |
|------------|-----------|----------|-----|----------|-------------|-----|---------|----|-----|-----------------|------|-------|-------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa | °        | °           | KPa | °       | %  | -   | MPa             | MPa  | -     | -     |
| 0,0 – 1,4  | A         | 17,4     | 70  | -        | -           | 10  | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 10,0 | 0,200 | 0,45  |
| 1,4 – 6,8  | B         | 18,4     | 100 | -        | -           | 10  | 27      | -  | ≈ 1 | -               | 15,0 | 0,147 | 0,45  |
| 6,8 – 9,0  | C         | 18,6     | -   | 35       | 32,6        | -   | 35      | 45 | -   | 15,0            | 19,7 | -     | 0,217 |
| 9,0 – 10,6 | D         | 18,4     | 35  | -        | -           | 10  | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 5,2  | 0,200 | 0,45  |

**Prova CPT4<sub>mag17</sub>**

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | Cu  | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | C'  | $\phi'$ | Dr | OCR | E <sub>25</sub> | M    | Cc    | v    |
|------------|-----------|----------|-----|----------|-------------|-----|---------|----|-----|-----------------|------|-------|------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa | °        | °           | KPa | °       | %  | -   | MPa             | MPa  | -     | -    |
| 0,0 – 2,0  | A         | 17,6     | 65  | -        | -           | 10  | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 9,6  | 0,148 | 0,45 |
| 2,0 – 6,2  | B         | 17,2     | 45  | -        | -           | 10  | 24      | -  | ≈ 1 | -               | 6,0  | 0,135 | 0,45 |
| 6,2 – 7,0  | C         | 17,8     | 55  | -        | -           | 5   | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 8,0  | 0,110 | 0,45 |
| 7,0 – 11,2 | D         | 18,7     | 50  | -        | -           | 5   | 25      | -  | ≈ 1 | -               | 7,5  | 0,135 | 0,45 |
| 11,2-14,8  | E         | 18,8     | 70  | -        | -           | 10  | 26      | -  | ≈ 1 | -               | 10,0 | 0,130 | 0,45 |

$\gamma \Rightarrow$  peso di volume; Cu  $\Rightarrow$  coesione non drenata;  $\phi_p \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc} \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante; Dr  $\Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione; E<sub>25</sub>  $\Rightarrow$  modulo elastico operativo; M  $\Rightarrow$  modulo confinato; Cc  $\Rightarrow$  indice di compressibilità; v  $\Rightarrow$  coefficiente di Poisson; c' \*  $\Rightarrow$  coesione drenata;  $\phi'$  \*  $\Rightarrow$  angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

**Aspetti sismici ed azioni sismiche**

Con l'Ordinanza del P.C.M. N° 3.519 del 28/04/06 e la Delibera di G.R.T. n° 431 del 19/06/06 sono stati approvati i "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". A livello di mappatura macrosismica, l'intero territorio nazionale viene considerato sismico e suddiviso in quattro zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco "ag" su terreno a comportamento litoide (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità), derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale.

Il territorio comunale di Ponsacco (PI) è inserito tra i 168 che rientrano nella classe "3" della zona sismica di riferimento, con accelerazione compresa tra 0,125g e 0,150g.

In attuazione ai disposti delle "Norme Tecniche per le costruzioni" (D.M. 14.01.2008), la stima della pericolosità sismica viene effettuata con l'approccio "sito-dipendente"; l'azione sismica di progetto viene definita in funzione della pericolosità di base del sito.

L'azione sismica di progetto in base, alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione, viene definita partendo dalla pericolosità di base del sito di intervento, quale elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

I caratteri del moto sismico, su sito di riferimento rigido orizzontale, sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento (P<sub>VR</sub>): "ag"  $\Rightarrow$  accelerazione massima di sito; "Fo"  $\Rightarrow$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; "TC\*"  $\Rightarrow$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di "ag" è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, mentre "Fo" e "TC\*" sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo del sito ove è previsto l'intervento e della morfologia dell'area ove lo stesso ricade. Per far questo vengono determinati la



"categoria di sottosuolo di fondazione" e "coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica".

### **Categoria di sottosuolo**

Per determinare la categoria di sottosuolo ai fini delle azioni sismiche è stata effettuata una prova sismica "Down Hole" nel foro opportunamente attrezzato fino alla profondità di 32,0 m. Questa ci ha consentito di determinare il valore del parametro  $V_{s30}$  necessario al fine della classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto; in allegato si riporta la relazione tecnica.

L'indagine sismica è stata realizzata dalla società Gaia Servizi snc dalla cui relazione tecnica allegata si evidenzia un valore della  $V_{s30}$  è pari a 216,56 m/sec con piano di fondazione a - 1,0 dal piano di campagna.

Visto il valore attribuito alla  $V_{s30}$ , i terreni di fondazione vengono identificati con la "Categoria C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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/sec e 360 m/sec (ovvero  $15 < N_{spt30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fine); tabella 3.2.II "Categorie di sottosuolo". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica " $S_s$ " legato alla "Categoria C" è pari a  $S_s = 1,50$  (tabella 3.2.V).

### **Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica**

Visto l'assetto morfologico e topografico nel quale è previsto l'intervento in progetto "superficie sub-pianeggiante", ai sensi delle NTC la categoria topografica è la "T1" (Tabella 3.2.IV) dal quale deriva un coefficiente di amplificazione topografica  **$S_T$  pari a 1,0** (Tabella 3.2.VI).

Nel caso specifico per la verifica sismica si dovrà considerare per i terreni di fondazione una categoria di sottosuolo "C" da cui un coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s = 1,5$  e per l'assetto morfologico una categoria topografica "T1", dalla quale deriva il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$ .

Da qui si ottiene il coefficiente " **$S$** " che tiene conto dell'amplificazione stratigrafica e topografica mediante la seguente relazione " **$S = S_s \times S_T = 1,5$** ", dove " $S_s$ " il coefficiente di amplificazione stratigrafica e " $S_T$ " il coefficiente di amplificazione topografica.

### **Azioni sismiche**

Alle azioni sismiche contribuiscono i *parametri statici*, che dipendono essenzialmente dalla sorgente del terremoto (accelerazione di picco orizzontale al suolo " $a_0$ ", intensità sismica " $I$ ") ed i *parametri dinamici*, che dipendono dalla posizione e dalle caratteristiche geologiche del sito (fattori di amplificazione " $S$ " e " $F_0$ ") e dal periodo dello spettro di risposta (periodi di oscillazione massima del suolo). Questi parametri definiscono la pericolosità sismica dell'area di intervento.

La pericolosità sismica dell'area di intervento è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa " $a_g$ " in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, quindi a prescindere dalle caratteristiche litologiche e litotecniche dell'area, con superficie topografia orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente " $S_e(T)$ ", con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza " $P_{VR}$ ", come definite, nel "periodo di riferimento -  $V_R$ ".

La *vita di riferimento* " $V_R$ ", che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la *vita nominale* " $V_N$ " stabilita per questo ultima (tabella 2.4.I), per il proprio *coefficiente d'uso* " $C_u$ " (tabella 2.4.II).

Nel caso specifico sono stati considerati indicativamente i seguenti dati:

**a) vita nominale  $V_N \geq 50$  anni; b) classe d'uso III; c) coefficiente d'suo  $C_u = 1,5$ .**

Pertanto, si giunge ad un valore del periodo di riferimento  $V_R=50*1,5=75$  anni

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni delle costruzioni nel suo complesso. I dati suddetti potranno comunque essere confermati o variati dal progettista; nel secondo caso i parametri sismici di progetto saranno riportati corretti nella Relazione Geotecnica redatta ai sensi delle NTC.

Gli Stati Limite di Esercizio (SLE) sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile per nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;

Gli Stati Limite Ultimi (SLU) sono:

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella 3.2.I.

I parametri sismici *sito specifici* sono stati acquisiti attraverso programmi di calcolo che utilizzano i quattro nodi del reticolo di riferimento prossimi al sito di intervento.

Gli spettri di risposta elastici orizzontali e verticali sono stati calcolati attraverso l'utilizzo del programma *Spettri di Risposta NTC* - ver. 1.0.3; alla presente vengono allegati i dati relativi alla localizzazione dell'area di indagine nell'ambito del reticolo di riferimento, nonché i dati ed i grafici relativi agli spettri di risposta agli stati limite SLV e SLD per le componenti orizzontali e verticali.

### **Parametri sismici**

Tipo di elaborazione: Strutture di fondazione Ubicazione del sito in esame.

latitudine: 43,609595      longitudine: 10,630209  
Classe: 3      Vita nominale: 50

Siti di riferimento

|                  |              |              |                    |
|------------------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 ID: 20715 | Lat: 43,5989 | Lon: 10,5903 | Distanza: 3422,604 |
| Sito 2 ID: 20716 | Lat: 43,6006 | Lon: 10,6593 | Distanza: 2549,033 |
| Sito 3 ID: 20494 | Lat: 43,6506 | Lon: 10,6571 | Distanza: 5044,413 |
| Sito 4 ID: 20493 | Lat: 43,6489 | Lon: 10,5880 | Distanza: 5538,901 |

### **Parametri sismici**

|                         |         |                        |     |
|-------------------------|---------|------------------------|-----|
| Categoria sottosuolo:   | C       | Categoria topografica: | T1  |
| Periodo di riferimento: | 75 anni | Coefficiente cu:       | 1,5 |

| <b>Operatività</b>             | <b>SLO</b> | <b>SLD</b> | <b>SLV</b> | <b>SLC</b> |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Probabilità di superamento (%) | 81         | 63         | 10         | 5          |
| Tr (anni)                      | 45         | 75         | 712        | 1462       |
| Ag                             | 0,053 g    | 0,066 g    | 0,155 g    | 0,192 g    |
| Fo                             | 2,508      | 2,487      | 2,496      | 2,535      |
| Tc* (s)                        | 0,243      | 0,254      | 0,278      | 0,286      |

### **Coefficienti Sismici (da Geostru)**

| Operatività      | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Ss               | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,410 |
| Cc               | 1,680 | 1,650 | 1,600 | 1,590 |
| St               | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Kh               | 0,016 | 0,020 | 0,055 | 0,065 |
| Kv               | 0,008 | 0,010 | 0,027 | 0,032 |
| A <sub>max</sub> | 0,775 | 0,978 | 2,240 | 2,652 |
| Beta             | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,240 |

Dove: A<sub>max</sub> (accelerazione massima attesa al sito)  $A_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_t$

$K_h = \beta \cdot A_{max} / g$        $K_v = 0,5 \cdot K_h$

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 - Geostru software

Le coordinate WGS84 Lat. 43,608628; Lon. 10,629215

### **Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione**

Le NTC propongono una griglia di casi per i quali il sito non presenta possibilità di liquefazione dei terreni. Le NTC recitano che *"La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze"*:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> > 30 oppure qc<sub>1N</sub> > 180 dove (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc<sub>1N</sub> è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità U<sub>c</sub> < 3,5 ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità U<sub>c</sub> > 3,5.

Quando nessuna delle condizioni precedenti risulti soddisfatta ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda (in genere vanno considerati livelli con spessore superiore a 3 m), occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto.

La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adequatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista."

E' inoltre importante, al di là dei risultati della verifica, valutare le conseguenze della eventuale liquefazione degli strati sabbiosi, tenendo sempre presente che:

- lo strato liquefacibile deve avere uno spessore maggiore di 3 m oppure due contorni impermeabili;
- la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni superficiali solo se lo strato superficiale non soggetto a liquefazione è più sottile di 3 m.

La valutazione della Magnitudo attesa è stata effettuata secondo quanto proposto dagli *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Gruppo di lavoro MS 2008"* dove viene indicato il metodo che si basa, a partire sempre dalla zonazione sismogenetica (ZS 9), sulle coppie di valori *"Magnitudo media - distanza M-R"* caratteristici di ogni sito desunti dai dati

di disaggregazione della pericolosità sismica (vedi dati Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Gruppo di lavoro, 2004 e INGV Spallarossa e Barani, 2007), i quali ci permettono di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito per determinati tempi di ritorno. L'uso di tale metodica ci viene indicato anche dal Responsabile P.O. – Valutazione effetti locali in zona sismica - Settore Prevenzione Sismica della Regione Toscana, di cui alleghiamo un estratto della e-mail inviataci.

I risultati di tale operazione, esposti nelle tavole allegate, evidenziano che il valore della magnitudo media del sito di studio è sempre minore di 5,0.

Ai sensi delle NTC'08 la verifica può essere omessa in quando si manifestano almeno una delle cinque circostanze di cui all'art. 7.11.3.4.2 (esclusione della verifica a liquefazione).

Comunque, volendo procedere alla verifica liquefazione dei terreni di fondazione è stato utilizzato il metodo di *Robertson e Wride* a partire dalle prove in situ (CPT1 e CPT4); per queste sono state assunte ipotetiche le seguenti caratteristiche:

- magnitudo attesa  $M_{max}$  5,91-6,14 (ZS9 – n° 921);
- livello piezometrico della falda: a -1,7 m dal p.c. (misurato);
- profilo stratigrafico: come indicato nel modello geologico.

Adottando il metodo della "*Stima del rischio di liquefazione con il metodo di Robertson e Wride (1997)*" è stato possibile verificare che i terreni di fondazione risultano non liquefacibili (N.L.) come evidenziato dalla tabella di analisi dei dati per lo spessore considerato (14,8 metri).

Pertanto, il deposito sul quale insisteranno le strutture di fondazione dei manufatti in progetto non è suscettibile a liquefazione, in quanto il parametro CRR è sempre maggiore del parametro CSR, con un valore di Magnitudo pari a 6,14 ("zona 921" dalle ZS9).

### ***Procedura per la gestione delle terre da scavo prodotte nel cantiere in oggetto***

Per la gestione del materiale di scavo si è fatto riferimento alla recente normativa inserita nel "*Decreto del fare*" all'art. 41-bis; in base a questo articolo i materiali da scavo sono sottoposti al regime di cui all'art. 184-bis del Dlgs 152/2006 (quindi al regime di sottoprodotti e non di rifiuti), per qualunque quantitativo, proveniente da cantieri, le cui opere non sono soggette ad AIA e VIA, per quantità inferiori o uguali a 6.000 m<sup>3</sup> anche per cantieri sottoposti ad AIA o VIA.

Nel caso specifico oltre art.184-bis del Dlgs 152/2006 (*Definizione di sottoprodotto*), si attua il comma 1 lettera c) dell'art. 185 del Dlgs 152/2006 (*Campo di applicazione*) ovvero "*il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato*". Questo ci consente di poter riutilizzare integralmente il materiale di scavo prodotto in sito che ovviamente dovrà rispondere ai requisiti di *sottoprodotto* rispettando quanto previsto all'art. 184-bis del Dlgs 152/2006 e smi.

Di fatto, analizzando il progetto nel suo insieme si può osservare che nel cantiere in oggetto avremo due tipologie di materiale: del terreno naturale vergine incontaminato e del materiale proveniente dalla demolizione delle opere edilizie della porzione di area sportiva esistente (recinzione, cordoli, materiali di riporto, etc.).

I materiali prodotti verranno trattati distintamente; per la gestione del terreno di scavo naturale ed incontaminato applicheremo l'art. 185 del Dlgs 152/2006 considerandolo *sotto prodotto* ricollocabile in sito, mentre il materiale prodotto in seguito alla demolizione delle opere antropiche verrà considerato *rifiuto* e come tale verrà smaltito secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia.

I dettagli di carattere geologico, geomorfologico e geologico tecnico sono riportati nella presente.



### **Caratteristiche dell'area di intervento e descrizione delle attività passate.**

L'area di intervento rientra nelle "Aree destinate ad attività sportive esistenti" del territorio comunale di Ponsacco.

L'area ove sono previsti gli scavi per la realizzazione delle fondazioni del manufatto in oggetto si presenta pianeggiante. È plausibile ipotizzare che nell'area di intervento le uniche attività eseguite siano esclusivamente riconducibili in parte all'uso sportivo (porzione interna al perimetro del campo di calcio esistente) ed in parte incolta. Pertanto, è possibile considerare che nell'area di produzione e di riutilizzo dei terreni di scavo non siano state realizzate attività anche minimamente contaminanti.

È possibile ipotizzare che i terreni interessati dagli scavi di fondazione siano "naturali ed incontaminati" proprio in virtù della cronistoria che ha interessato il sito a livello antropico; i terreni naturali interessati dagli scavi sono di composizione argillosa ed argillo-limosa (deposito alluvionale recente).

Considerata la tipologia di fondazione prevista (plinti con cordoli di collegamento e travi) si prevede una produzione complessiva di circa 80 mc di terreno proveniente dagli scavi di fondazione (plinti, cordoli e travi in CA da realizzare in scavo a sezione ristretta).

Questi terreni, che verranno momentaneamente stoccati nell'area limitrofa a quella di produzione, verranno riutilizzati direttamente nell'area di intervento per livellare il piano di calpestio delle aree pertinenziali; l'area di cantiere sarà definita attraverso la posa in opera di una recinzione.

Se al termine dei lavori vi fosse un esubero di materiale proveniente dagli scavi di fondazione, questo verrà opportunamente smaltito come *rifiuto* verso una piattaforma di riciclaggio autorizzata a riceverli. Ovviamente, prima di tale operazione verrà attivata la procedura necessaria per il regolare smaltimento del materiale (analisi, classificazione e formulario di smaltimento). Il materiale prodotto in seguito alla demolizione delle opere antropiche verrà considerato sicuramente *rifiuto* e come tale verrà smaltito secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia.

Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche dei terreni scavati sono le stesse dell'area ove i terreni prodotti verranno posizionati, visto che le operazioni di scavo, di stoccaggio provvisorio e di riutilizzo si realizzano in un'area ristretta coincidente con i limiti di proprietà.

Di seguito vengono indicati gli elementi salienti per la gestione della terra da scavo secondo la normativa vigente:

P.to 1 – Il sito di produzione del materiale da scavo è ubicato in Loc. I Poggini, nel Comune di Ponsacco (PI); materialmente il perimetro del cantiere verrà identificato con una recinzione metallica opportunamente segnalata con rete plastica arancione o sistema simile; dall'analisi del progetto previsto sono stati valutati circa 80 m<sup>3</sup> di terreno naturale in banco da scavare; il terreno da scavare può essere considerato geologicamente omogeneo su tutta l'area di scavo, ovvero argilla ed argilla limosa e limo sabbiosa;

P.to 2 – Il sito di riutilizzo del materiale scavato è unico e compreso nell'area dove vengono effettuate le operazioni di scavo; scavo e riutilizzo sono all'interno del perimetro dello stesso cantiere che viene identificato con la recinzione opportunamente segnalata;

P.to 3 - Il materiale naturale scavato verrà ricollocato *tal quale* senza che lo stesso subisca alcuna pratica industriale consentita come previsto dall'allegato 3 del DM 161/2012 e smi; si prevede una fase prima fase di stoccaggio cui seguirà quella del riutilizzo;

P.to 4 – Dall'indagine conoscitiva è emerso che l'area di produzione così come quella di utilizzo del materiale di scavo fanno parte della stessa matrice ambientale, che da sempre ha avuto una vocazione esclusivamente agricola prima e sportiva adesso. Viste le dimensioni dell'opera in progetto, dei volumi in gioco nonché l'utilizzo di mezzi efficienti ed a norma dal punto di vista ambientale, riteniamo che non siano necessari ulteriori approfondimenti in corso d'opera anche perché non verrà fatto ricorso a metodologie di scavo in grado di creare una potenziale contaminazione dei terreni scavati.

P.to 5 – Visto quanto indicato ai p.ti 2 e 3, il sito di stoccaggio provvisorio è previsto sempre all'interno del cantiere di produzione (produzione-stoccaggio-riutilizzo integrale);

P.to 6 - Ai sensi del punto 6 dell'allegato 5 al D.M. 10 agosto 2012 n. 161 e smi si segnala che non è previsto il trasporto fuori sito visto che il materiale di scavo prodotto verrà riutilizzato *tal quale* in sito, ovvero all'interno dell'area di cantiere che di fatto viene identificata con la recinzione opportunamente segnalata. Pertanto, prevedendo il riutilizzo del materiale scavato in sito, non è previsto alcun trasporto su strada del materiale proveniente dagli scavi come indicato al D.M. 10 agosto 2012 n. 161 e smi. Il trasporto dei materiali da scavo sarà effettuato soltanto all'interno del cantiere che identifica un'unica matrice ambientale utilizzando autocarri idonei allo scopo. Non ci sarà la necessità di emettere alcun documento di trasporto visto che i materiali da scavo non contaminati, ai sensi della normativa vigente in materia, non sono da considerarsi rifiuti, bensì sottoprodotti, né tanto meno il documento di trasporto di cui all'allegato 6, avvalendoci dell'art. 185 comma 1, lettera c) del D.Lgs 152/06;

p.to 7 - In virtù della particolare situazione locale (area sportiva), avvalendoci dell'art. 185 D.Lgs 152/06 nel quale i siti di scavo e utilizzo appartengono alla stessa matrice ambientale, visto che le operazioni di produzione e riutilizzo delle terre da scavo avvengono all'interno dello stesso cantiere (si prevede non che venga effettuato alcun trasporto al di fuori dell'area di cantiere), per confermare quanto indicato ai punti precedenti, non è stata attuata alcuna procedura di campionamento ed analisi del materiale in sito, ma verrà acquisita una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà da parte del proponente nel quale si attesta la qualità dei materiali oggetto degli scavi.

Eventuali materiali di scavo non riutilizzabili in loco verranno trattati come *rifiuti* e come tali smaltiti in una piattaforma di riciclaggio di materiali inerti oppure in discarica autorizzata a riceverli. Ovviamente, prima di tale operazione verrà attivata la procedura necessaria per il regolare smaltimento del materiale (analisi, classificazione e formulario di smaltimento).

### **Considerazioni tecniche sulla realizzazione del manufatto in progetto**

La realizzazione del manufatto è prevista in una zona pianeggiante ove è presente un primo orizzonte di materiale argilloso ed argillo-limoso che raggiunge una profondità compresa tra 1,6 e 2,0 m dal p.c.; al di sotto si trova prima un orizzonte argilloso da soffice a plastico che raggiunge una profondità media di circa 6,8 m dal p.c.. La successione litostratigrafica locale viene ben evidenziata dal modello geologico realizzato attraverso la campagna geognostica eseguita.

È importante sottolineare che l'assetto litostratigrafico e geotecnico presente nell'area di intervento è tale da condizionare la scelta della tipologia e delle dimensioni delle strutture di fondazione previste in virtù della necessità di verificare i calcoli di resistenza agli SLU (portanza) e di efficienza agli SLE (cedimenti), secondo un criterio prestazionale (NTC'08).

Vista la tipologia e le dimensioni del manufatto in progetto, in accordo con il progettista strutturale delle fondazioni, si ritiene valido l'uso di fondazioni superficiali sia isolate che continue, ovvero "plinti e travi"; i plinti verranno collegati tra loro mediante cordoli in CA per rendere la struttura di fondazione geometricamente compatta.

In ragione della successione litostratigrafica locale e dei modesti carichi attesi, si prevede l'uso di plinti a base quadrata per sostenere gli archi in legno lamellare, e delle travi per sostenere le pareti divisorie previste lungo i lati più corti della struttura in progetto.

Le strutture di fondazione dovranno attestarsi ad una quota di -0,8 m dal p.c., ovvero nell'orizzonte A.

L'area è pianeggiante e gli unici scavi previsti sono quelli relativi alla realizzazione delle strutture di fondazioni: plinti e travi.

È prevista la realizzazione di una massicciata interna sulla quale verrà poi realizzata la soletta per la pavimentazione coperta e del marciapiede; per realizzare la massicciata dovranno essere osservate tutte le precauzioni necessarie a rendere l'intervento compatibile con la situazione morfologica, litologica e idrogeologica presente.

La massicciata sarà realizzata sul terreno di appoggio detto sottofondo qui costituito da un orizzonte argilloso, argillo-limoso consistente abbastanza omogeneo in tutta l'area indagata. Questo dovrà essere sottoposto ad un idoneo processo di compattazione meccanica

attraverso la costipazione con rullo compattatore. La superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della sovrastruttura.

Per rendere stabile la soletta di pavimentazione all'intero del manufatto si propongono le seguenti operazioni:

- asportazione di almeno 20-30 cm terreno esistente (scotico) per tutta l'area di intervento;
- compattazione del fondo dello scavo con rullo compattatore di opportuna dimensione, meglio se con *tamburo a piedi di montone* che forniscono risultati affidabili e omogenei nella compattazione di materiali semi-coesivi e coesivi;
- posa in opera per tutta la superficie scavata di telo geosintetico, meglio se strutturale (es. geotessuto, tessuto-non tessuto, griglia di rinforzo, etc.) che sarà utile a migliorare la capacità portante del terreno, oltre a garantire una migliore distribuzione dei carichi e l'uniformità degli stessi;
- sul telo geosintetico si dovrà realizzare il sottofondo composto da materiale misto granulare (massicciata), che dovrà essere steso a strati di alcuni centimetri e costipato con rullo compattatore o macchinario equivalente;
- sul sottofondo verrà posta in opera per tutta la superficie dell'area di intervento del materiale misto granulare, più fine del precedente, che andrà a costituire l'orizzonte di appoggio della soletta di pavimentazione; anche questo dovrà essere costipato adeguatamente così da formare il piano compattato;
- su questo sarà realizzata la pavimentazione interna.

Lo stesso criterio dovrà essere adottato per la realizzazione delle aree carrabili e di sosta dei veicoli.

In corso d'opera potranno essere effettuate prove di controllo per accertare il livello prestazionale degli strati posti in opera; questo può essere accertato in relazione alla granulometrica del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalla prova Proctor e/o attraverso il controllo della capacità portante (prove su piastra).

L'analisi dei dati acquisiti evidenzia una certa stabilità dei fronti di scavo in virtù del fatto che la profondità da raggiungere è molto bassa (0,8 m dal p.c.); comunque, è opportuno procedere con estrema cautela in modo da non alterare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, soprattutto nell'ottica di preservare i manufatti da realizzare.

Comunque, si consiglia di effettuare gli scavi secondo le seguenti indicazioni:

- ⇒ nelle condizioni ove il fronte dovesse superare una profondità di 1,1 m con parete a sezione verticale, sarà opportuno prevedere la messa in opera di strutture di contenimento provvisorie/definitive per rendere sicuro l'ambiente di lavoro ed i manufatti esistenti; diversamente, gli scavi potranno essere eseguiti senza strutture di contenimento se con fronti di scavo aventi un'inclinazione  $\leq 60^\circ$  sull'orizzontale.
- ⇒ evitare l'alterazione e/o il rimaneggiamento dei terreni sul fondo dello scavo (terreni di fondazione);
- ⇒ evitare l'infiltrazione, anche temporanea, di acqua meteorica all'interno dello scavo;
- ⇒ mantenere gli scavi aperti lo stretto tempo necessario alla realizzazione delle opere, così da evitare sia la perdita che aumento di umidità naturale delle terre, causa della variazione dei parametri geotecnici inficiando i calcoli effettuati, oltre al possibile rigonfiamento delle argille;
- ⇒ prevedere la posa in opera di un sistema per allontanare le acque in caso di pioggia o se venissero intercettati livelli permeabili con gli scavi;

Sulla base dei risultati ottenuti il progettista strutturale potrà scegliere le modalità ed i tempi per effettuare le operazioni di scavo e realizzazione delle opere di fondazione.

La realizzazione del manufatto andrà ad aumentare la pressione nei terreni di fondazione ma ciò, in virtù delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti e delle dimensioni del

fabbricato in progetto, non produrrà alcuna variazione negativa nell'assetto geologico-stratigrafico e litotecnico, ne tanto meno in quello geomorfologico.

È comunque opportuno prendere in considerazione il fatto che i terreni oggi consistenti potrebbero perdere/modificare le proprie caratteristiche geomeccaniche nel caso di infiltrazioni e/o perdite degli impianti per il trasporto e lo stoccaggio di fluidi (acque potabili, scarichi civili, acque meteoriche, deposito di compensazione, etc.) o anche accidentali, inficiando le valutazioni effettuate sui parametri geotecnici dei terreni di fondazione e di conseguenza sui calcoli e sulle valutazioni effettuate in termini di stabilità fronte di scavo/opera e capacità portante.

Vista la presenza della falda acquifera a -1,7 m dal p.c. (maggio 2017), sarà opportuno considerarne gli effetti su quanto verrà realizzato in termini di risalita capillare e/o immersione di alcune strutture previste nel progetto (fossa per ginnastica artistica).

**Allegati:**

- Corografia dell'area di studio, 1:10.000;
- Planimetria di dettaglio dell'area di studio da CTR Foglio 17G62, 1:2.000;
- Estratto di mappa catastale e del R.U., 1:2.000;
- Foto satellitare dell'area di studio, 1:1000;
- Planimetria di dettaglio con l'ubicazione delle indagini eseguite nel mese di maggio 2017, 1:500;
- Estratto dalla Carta Geologica di supporto al P.S., 1:10.000;
- Estratto dalla Carta Idrogeologica di supporto al P.S., 1:10.000;
- Estratto dalla Carta del Reticolo idraulico minore di supporto al P.S., 1:10.000;
- Estratto dalla Carta Litotecnica di supporto al P.S., 1:10.000;
- Estratto dalla Carta Pericolosità Geomorfologica ai sensi del DPGR 26/R, 1:10.000;
- Estratto dalla Carta Pericolosità Sismica Locale ai sensi del DPGR 26/R, 1:10.000;
- Estratto dalla Carta dei battenti idraulici per TR 200 anni ai sensi del DPGR 26/R, 1:5.000;
- Estratto dalla Carta Pericolosità Idraulica ai sensi del DPGR 26/R, 1:10.000;
- Estratto dalla Carta della Fattibilità Geologica ai sensi del DPGR 26/R, 1:5.000;
- Estratto dalla Carta della Pericolosità idraulica e del Rischio del PGRA – stralcio n. 493, 1:10.000;
- Mappa di pericolosità sismica – disaggregazione del valore di  $a_g$  (g);
- Valutazione del potenziale di liquefazione (CPT1 e CPT4);
- Planimetria di dettaglio con la traccia delle sezioni geologiche eseguite, 1:500;
- Modello geologico dell'area di studio con parametri geotecnici nominali, 1:150;
- Modello geologico dell'area di studio con parametri geotecnici caratteristici, 1:150;

Indagini eseguite:

- Sondaggio a carotaggio continuo: foto e descrizione geologica e geotecnica;
- Dati e diagrammi delle prove penetrometriche statiche;
- Indagine sismica in foro – Down Hole;
- Certificati di laboratorio geotecnico – Laboter snc.

Terricciola, 05 giugno 2017





**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA**

**Corografia dell'area di studio**

Maggio 2017

Scala 1: 10.000

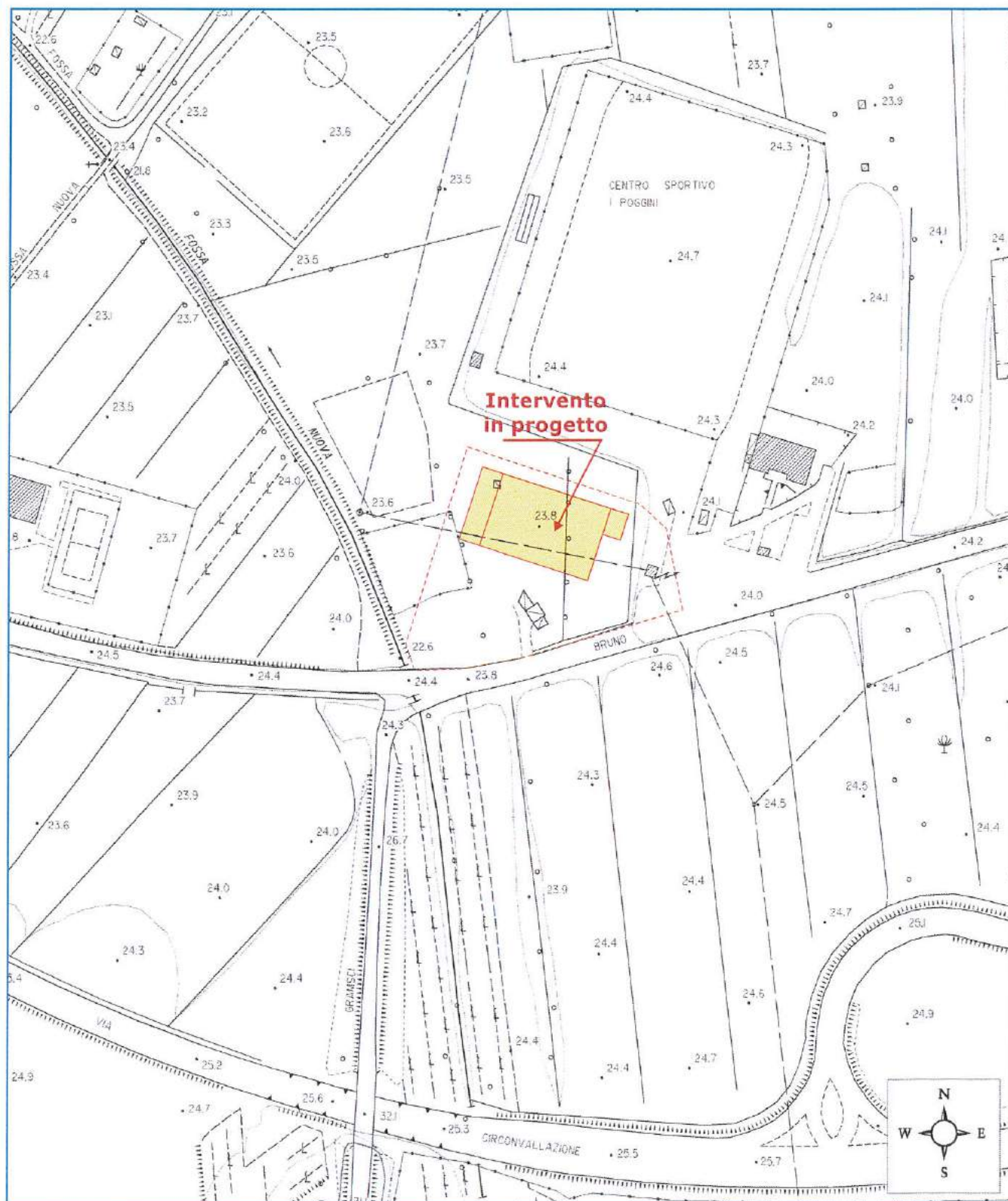




**Planimetria di dettaglio dell'area di studio  
da CRT Foglio 17G62**

Giugno 2017

Scala 1:2.000

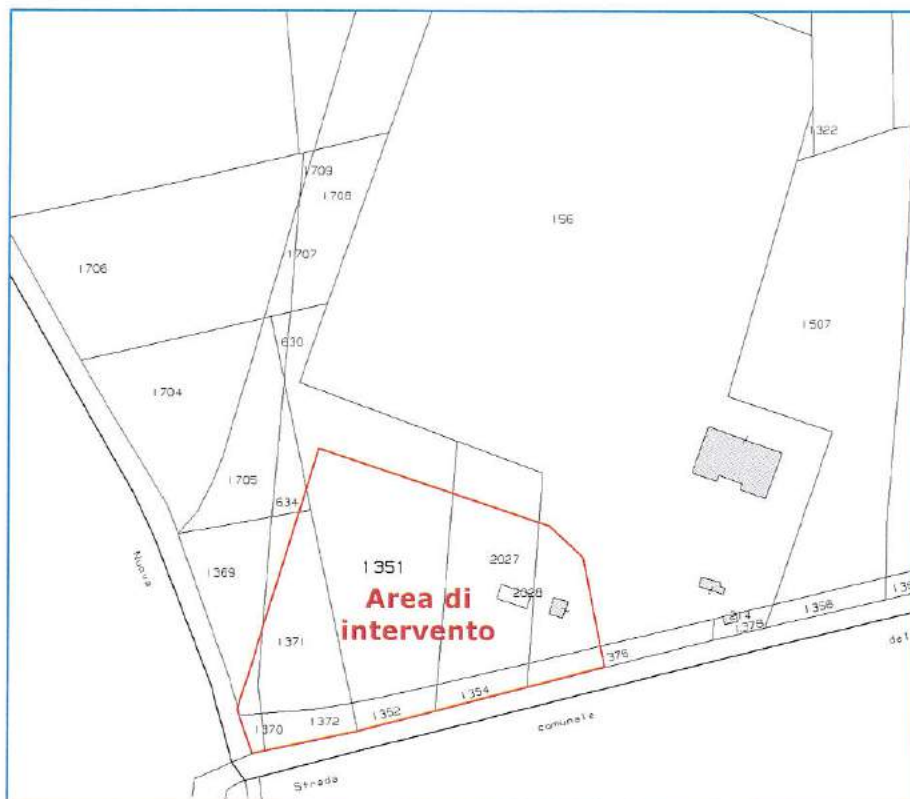




**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA**

Giugno 2017

Scala 1:2.000



Superficie fondiaria oggetto dei lavori complessivi, comprensivi di struttura sportiva, servizi, uffici, viabilità interna e parcheggi pubblici

**Estratto catastale**

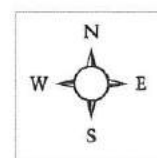
Estratto catastale - Foglio 12  
Particelle 1370-1372-1352-1354  
Porzioni di particelle 1369-1351-  
2027-1371-1376-634-156

**Estratto da R.U.****Servizi ed Attrezzature di Interesse Generale (Art. 28)**

- Area destinata a verde pubblico attrezzato esistente
- Area destinata a verde pubblico attrezzato di progetto
- Area destinata a attività sportive e ricreative esistente
- Area destinata a attività sportive e ricreative di progetto
- Parco Urbano
- Verde privato

**Servizi Puntuali (art. 28)**

- Attività sportive e ricreative
- Casa di riposo
- Centro culturale
- Chiesa
- Centro direzionale e finanziario
- Centro sociale
- Cimitero
- Depuratore
- Farmacia
- Negozi comunali
- Polo socio-sanitario





Comune di Ponsacco

Provincia di Pisa

Giugno 2017

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA

**Mosè Montagnani**  
**GEOLOGO**

Foto satellitare dell'area di studio

Scala 1:1.000

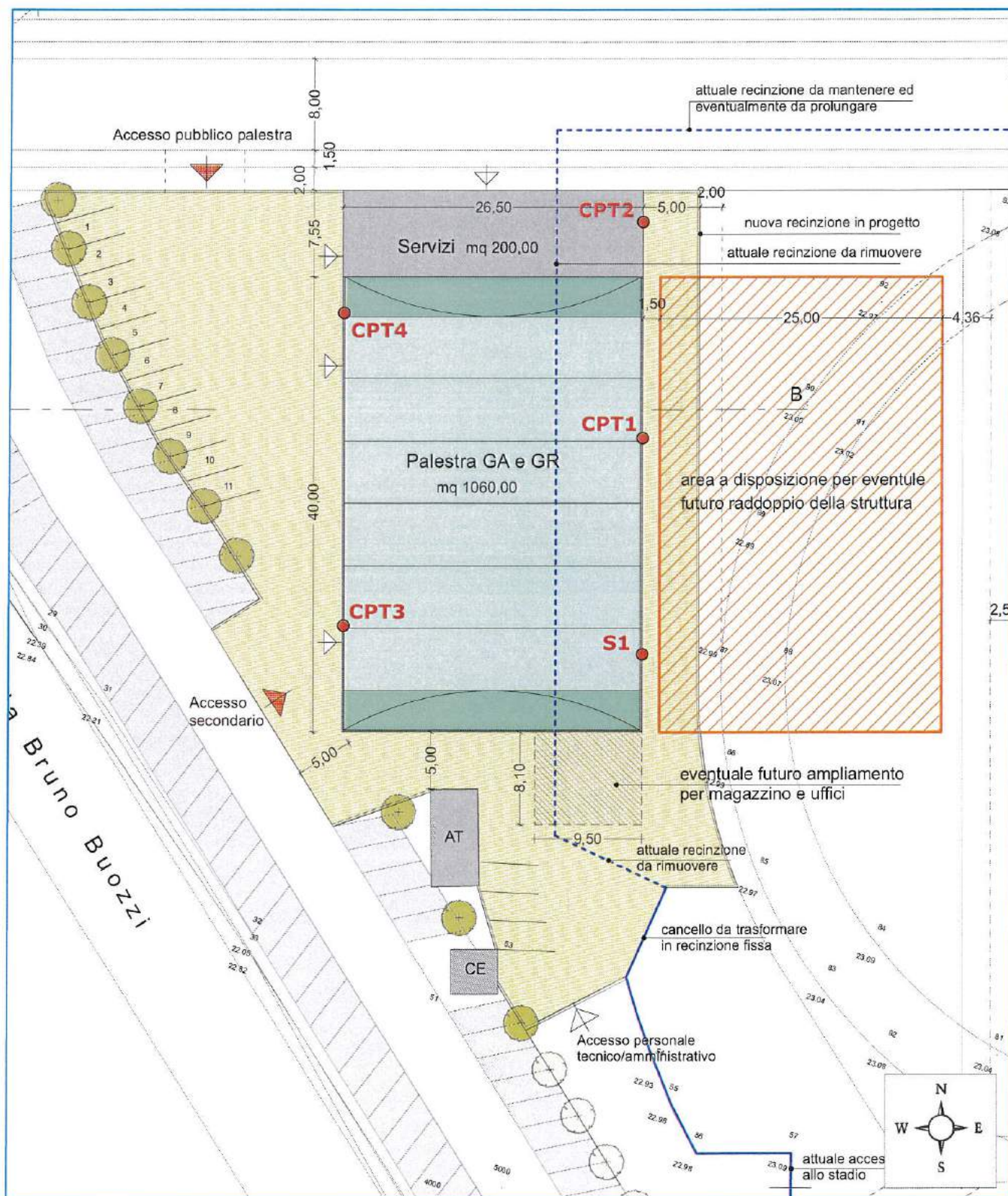




**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Planimetria di dettaglio con l'ubicazione  
delle indagini eseguite nel mese di maggio 2017**

Giugno 2017

Scala 1:500

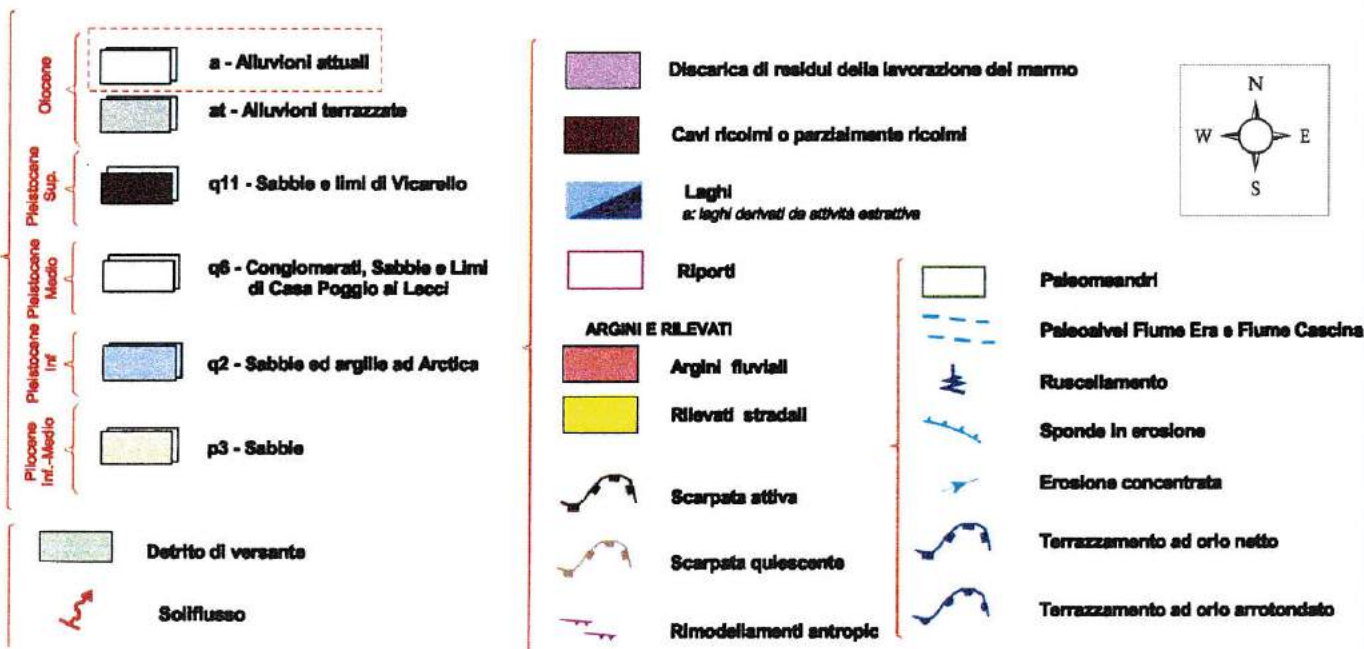
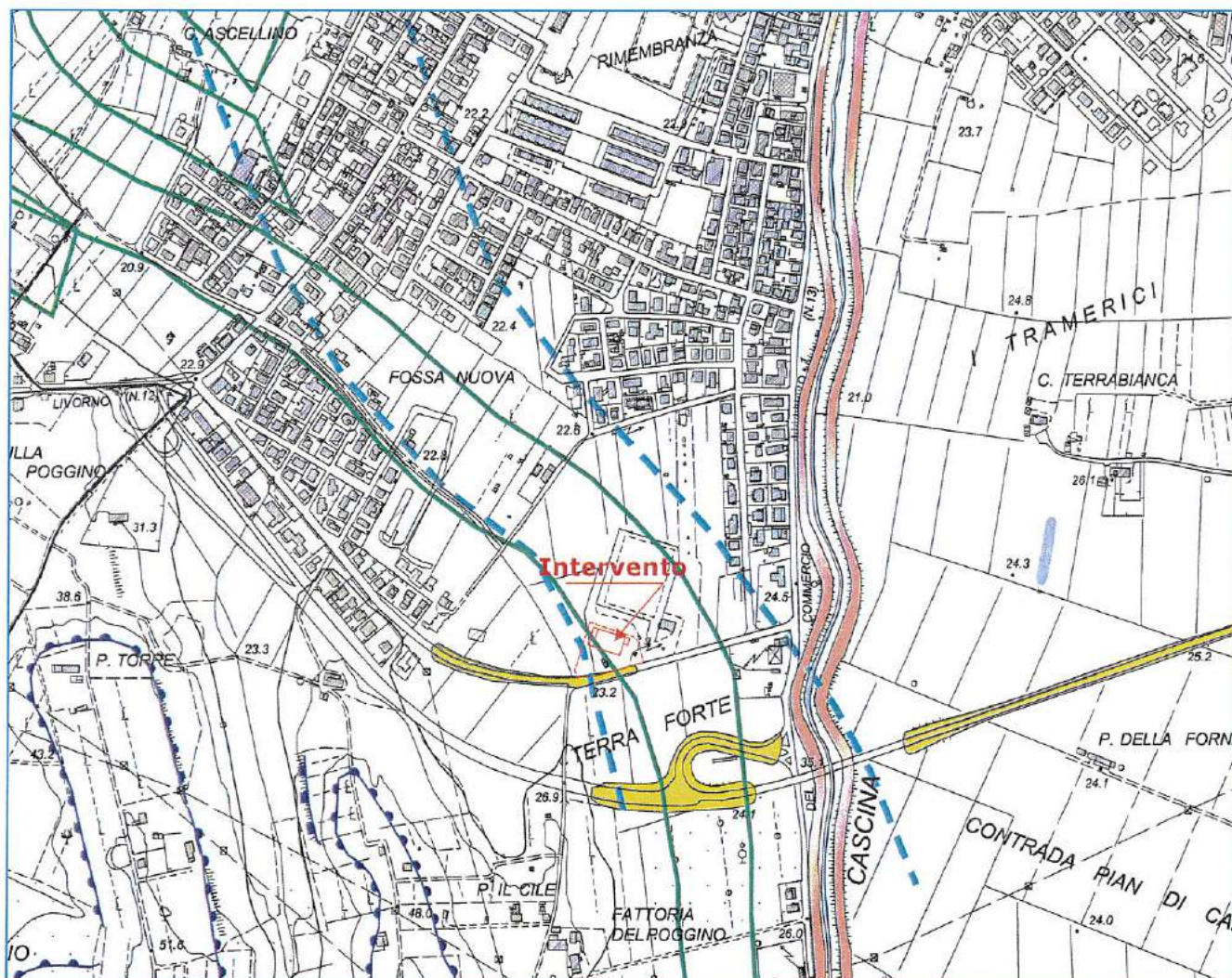




**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta Geologica  
di supporto al P.S.**

Giugno 2017

Scala 1: 10.000



Codice CIG Z4D1E5C104

Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

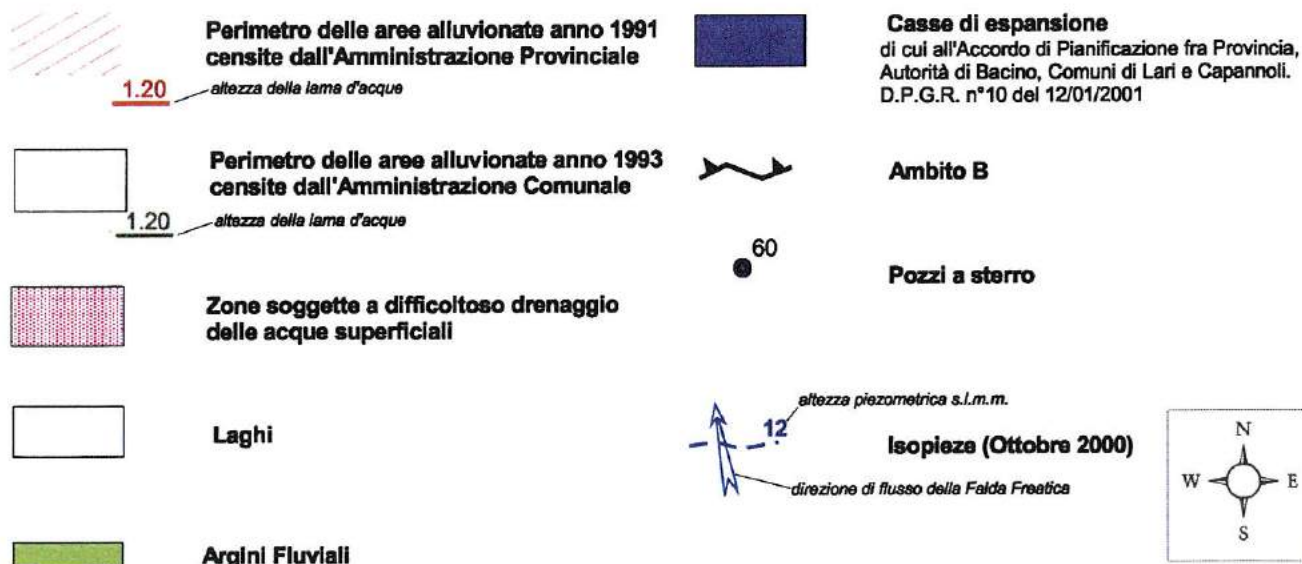
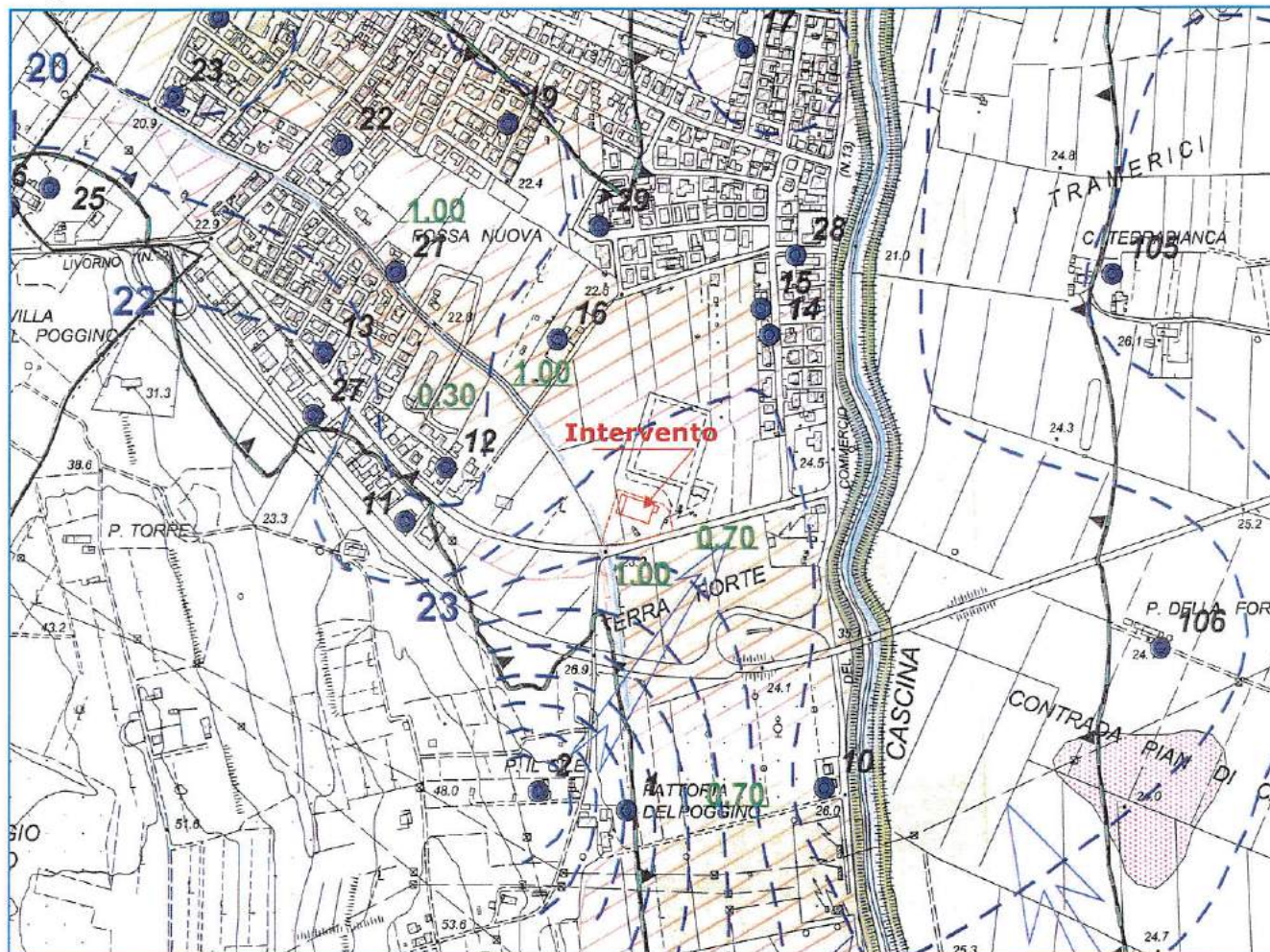
Tav. 6



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta Idrogeologica  
di supporto al Piano Strutturale**

Giugno 2017

Scala 1: 10.000

Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

Codice CIG Z4D1E5C104

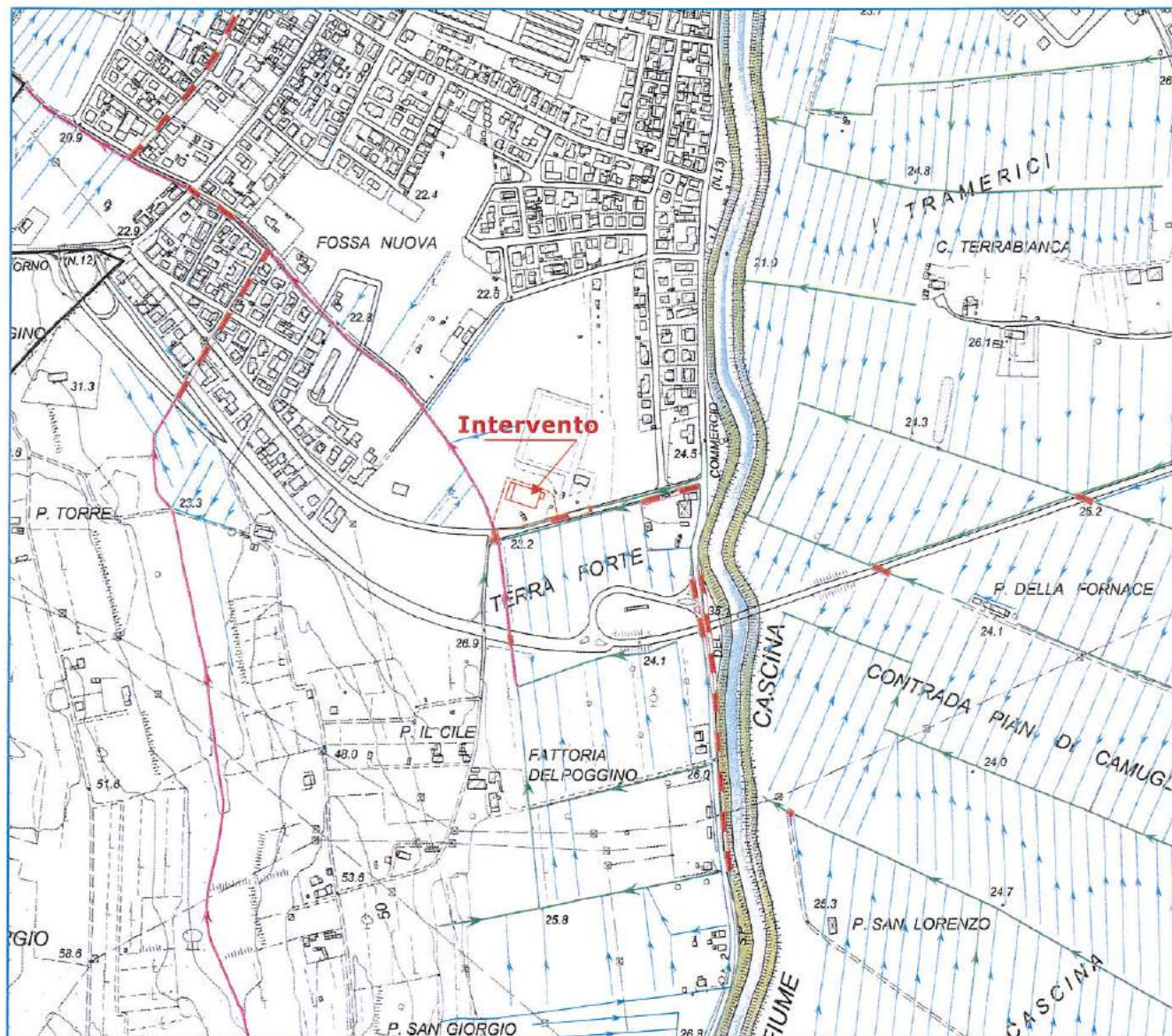
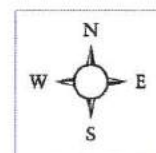
Tav. 7



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta del reticolo  
idraulico minore di supporto  
al Piano Strutturale**

Giugno 2017

Scala 1: 10.000

**Canalette campestri****Capofossi****Corsi d'acqua minori e Fossi principali****Corsi principali****Tratti dismessi****Tratti intubati****Laghi****Argini Fluviali**

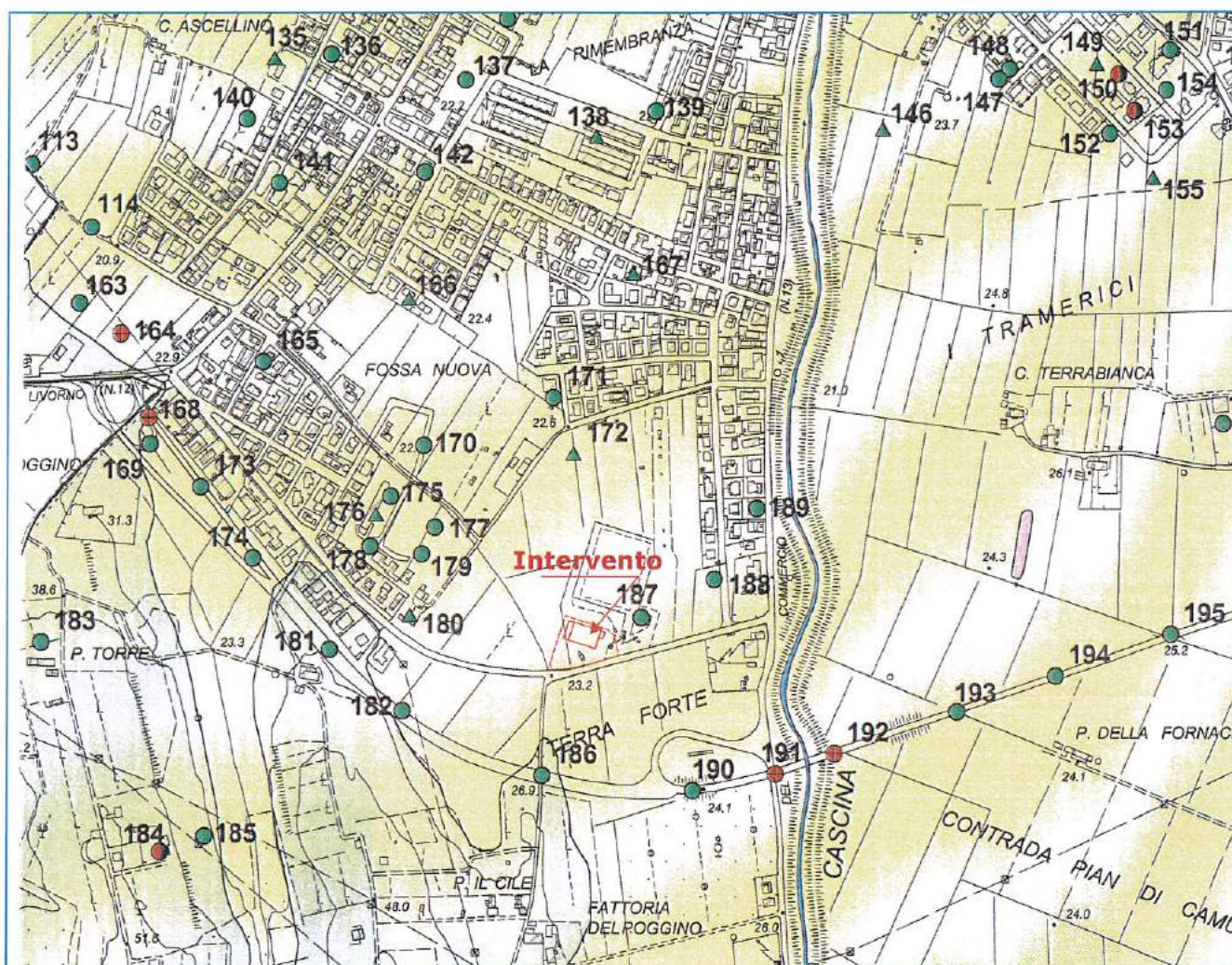









**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA**







Giugno 2017

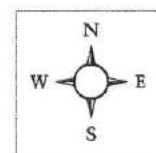
**Estratto dalla Carta Litotecnica di  
supporto al Piano Strutturale**

Scala 1: 10.000



- |   |  |
|---|--|
|  | <b>Unità 1: Formazioni di media resistenza<br/>(non rappresentata)</b>   |
|  | <b>Unità 2: Formazioni semicoerenti conglomeratiche<br/>(q6 - q11)</b>   |
|  | <b>Unità 3: Formazioni incoerenti sabbiose<br/>(at - p3)</b>   |
|  | <b>Unità 4: Formazioni coerenti di scarsa resistenza<br/>(non rappresentata)</b>                                 |
|  | <b>Unità 5: Formazioni pseudocoerenti argilloso-sabbiose<br/>(a)</b>   |
|  | <b>Unità 6: Formazioni pseudocoerenti prevalentemente<br/>argillose (q2)</b>                                     |
|  | <b>Unità 7: Accumulo di materiale rimaneggiato<br/>(discariche, detrito di versante, frane, ex cavi) - laghi</b> |

- |   |   |
|---|---|
|  | <b>Corsi d'acqua principali</b>                           |
|  | <b>Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche leggere</b> |
|  | <b>Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche pesanti</b> |
|  | <b>Ubicazione Prove Penetrometriche Statiche</b>          |
|  | <b>Ubicazione Sondaggi</b>                                |
|  | <b>Ubicazione Saggi</b>                                   |

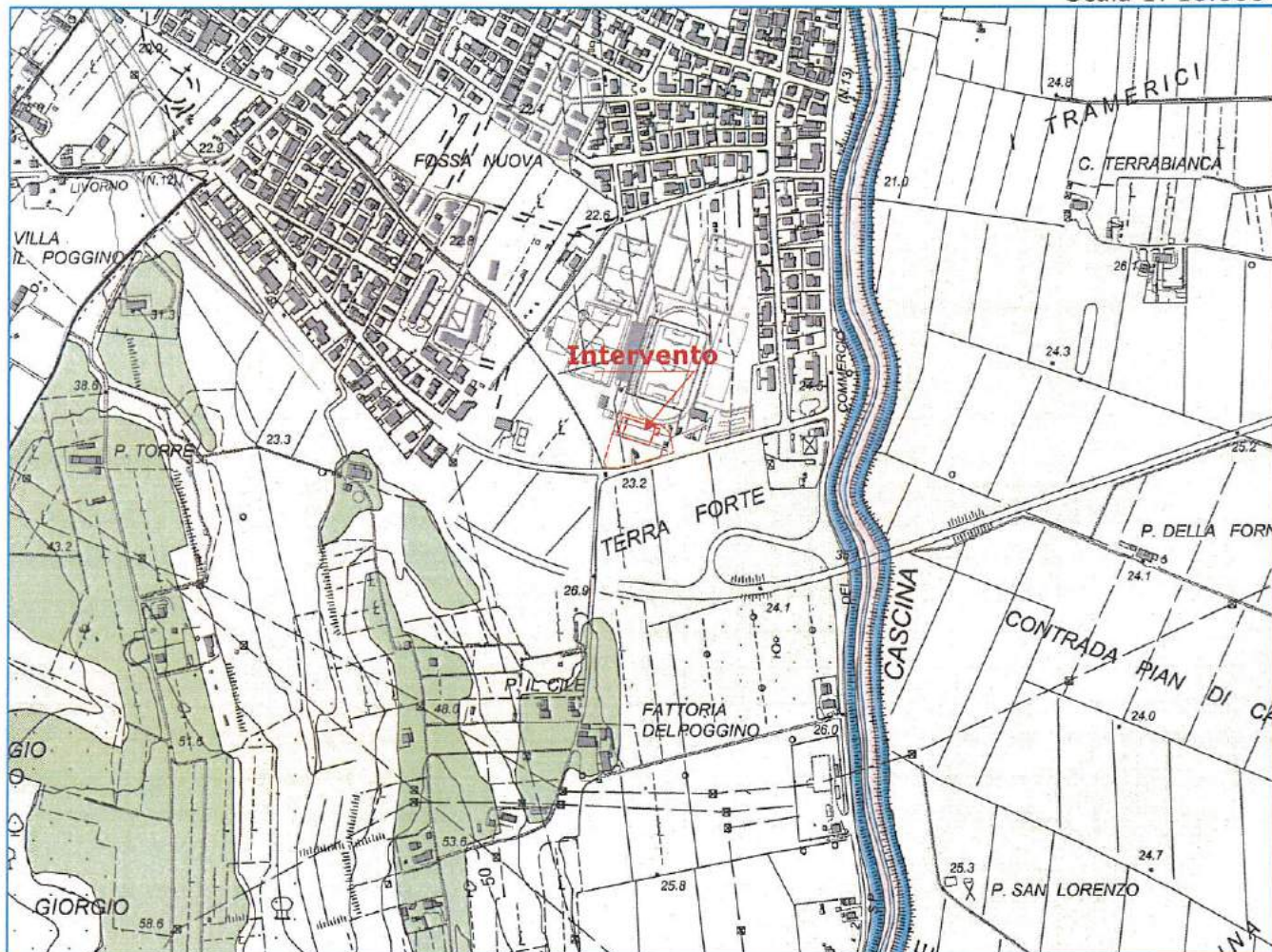




**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta della  
Pericolosità Geomorfologica  
ai sensi del D.P.G.R. 26/R**

Giugno 2017

Scala 1: 10.000

**CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R****G.4 - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata**

Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza

**G.3 - Pericolosità Geomorfologica Elevata**

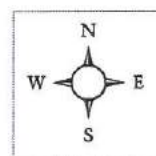
Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

**G.2 - Pericolosità Geomorfologica Media**

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

**G.1 - Pericolosità Geomorfologica Bassa**

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

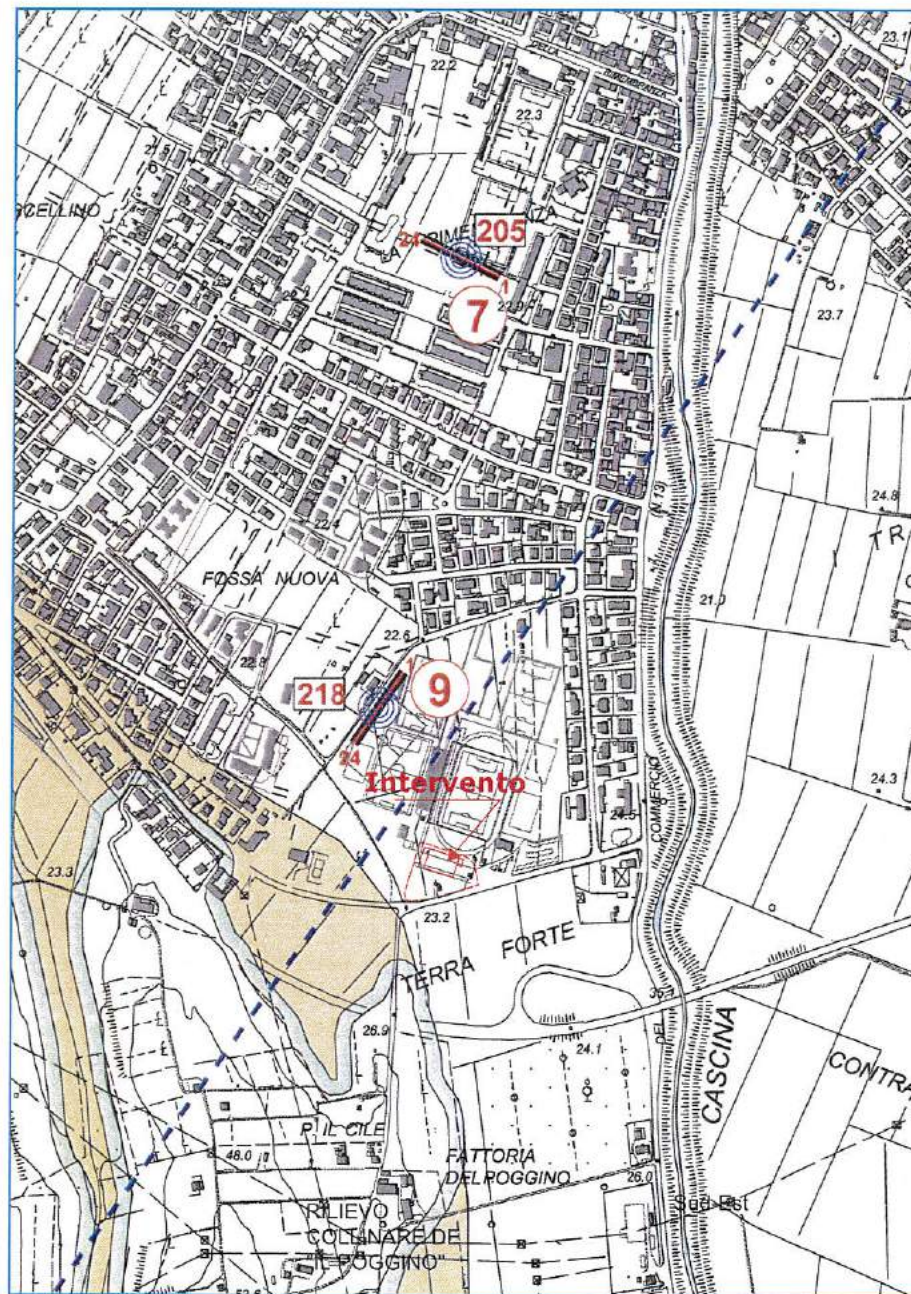


Nella variante al RU del dicembre 2011 sono state considerate le sole aree in variante



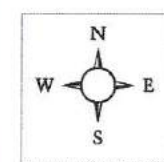
LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICAEstratto dalla Carta  
della Pericolosità Sismica  
Locale ai sensi del D.P.G.R. 26/R

Giugno 2017



| Zona sismica di riferimento del GRT. 431 del 19/06/2006 |   | 3S | GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA |
|---|---|----|--------------------------------|
| SIMBOLOGIA  | TIPOLOGIA DELLE SITUAZIONI  |    |                                |
| (1)   | Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi   |    | S4                             |
| (2A)  | Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti   |    | S3                             |
| (2B)  | Zona potenzialmente franosa (sede di intensi fenomeni di erosione)  |    | S3                             |
| (4)   | Zona con terreni particolarmente scadenti (ex cavi ricolmi)   |    | S3                             |
| (8)   | Zona di bordo della valle e di raccordo con il versante   |    | S3                             |
| (9)   | Zona con presenza di depositi alluvionali e di depositi del ciclo stratigrafico paleo-pleistocenico (complesso neoeotoceno) |    | S3                             |
| (10)  | Zona con presenza di coperture colluviali   |    | S3                             |

| POSSIBILI EFFETTI |  |
|-------------------|--|
| (1)               | ACCENTUAZIONE DEI FENOMENI DI INSTABILITA' IN ATTO E POTENZIALI DOVUTI AD EFFETTI DINAMICI QUALI POSSONO VERIFICARSI IN OCCASIONE DI EVENTI SISMICI        |
| (2A)              |  |
| (2B)              |  |
| (4)               | CEDIMENTI DIFFUSI  |
| (8)               | AMPLIFICAZIONE SISMICA DOVUTA A MORFOLOGIE SEPOLTE   |
| (9)               | AMPLIFICAZIONE DIFFUSA DEL MOTO DEL SUOLO DOVUTA ALLA DIFFERENZA DI RISPOSTA SISMICA TRA SUBSTRATO E COPERTURA DOVUTA A FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA |
| (10)              |  |



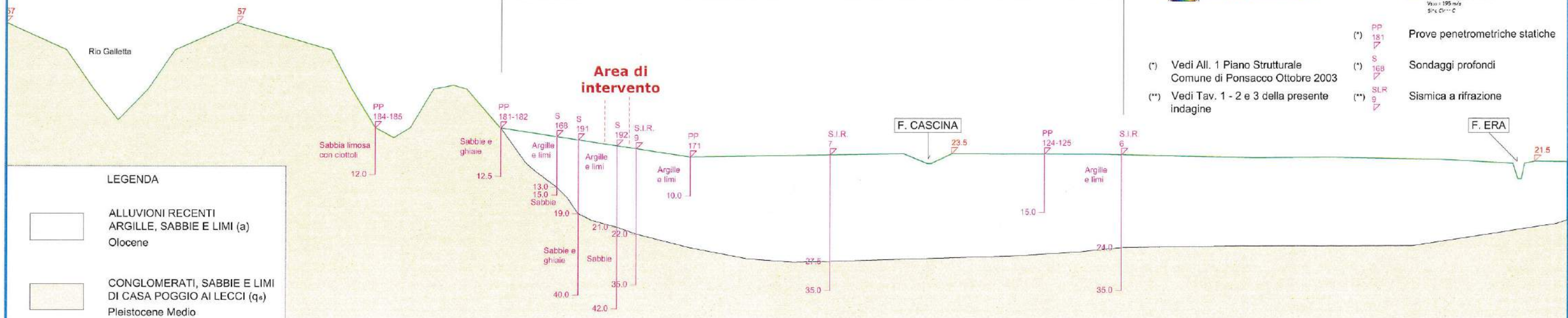
Profilo sismico a rifrazione con sigla identificativa e posizione del primo ed ultimo geofono

Prova Re.Mi. (Refraction Microtremor) con indicazione del valore di  $V_{s30}$  (m/s)

Scala 1: 10.000

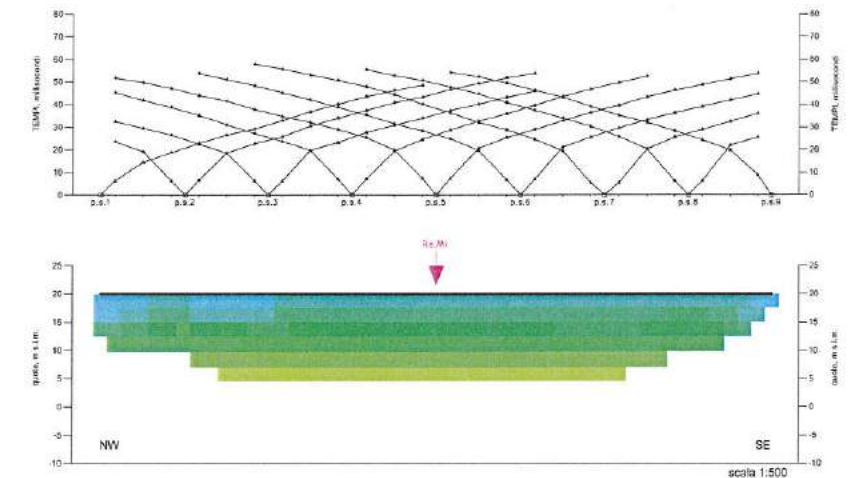
## Sezione Geologica generale: modello geologico dell'area

ABITATO DI PONSACCO

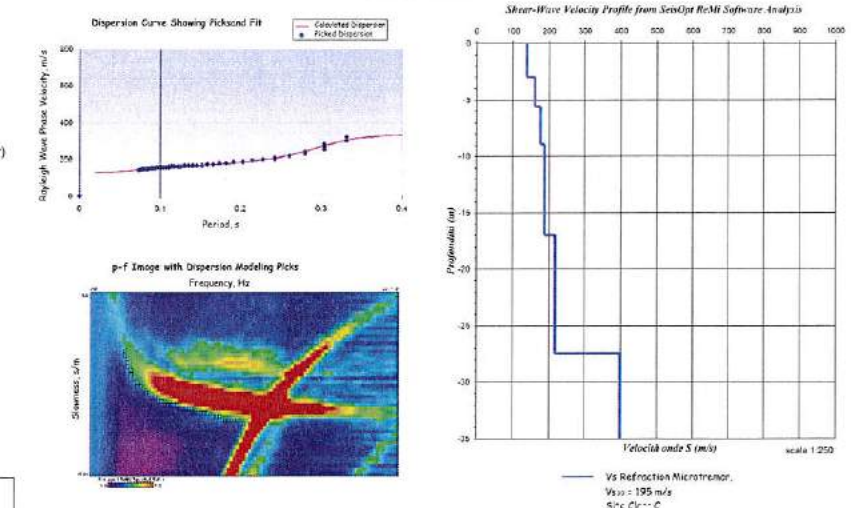


Nella variante al RU del dicembre 2011 sono state considerate le sole aree in variante

Profilo sismico a rifrazione 5



Prova Re.Mi. 5



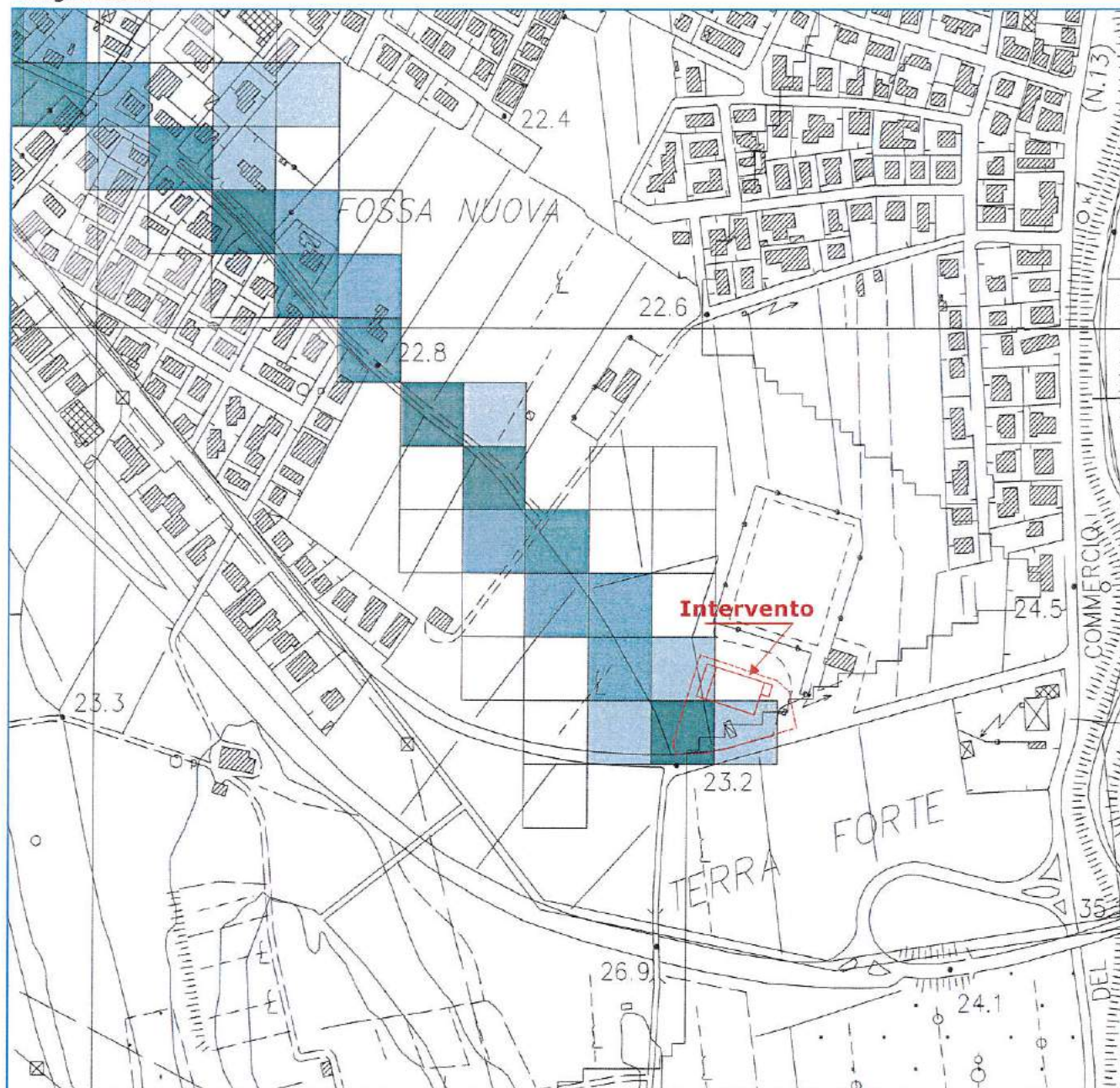
- (\*) PP 181  
Prove penetrometriche statiche
- (\*) S 168  
Sondaggi profondi
- (\*\*) SLR 9  
Sismica a rifrazione
- (\*) Vedi All. 1 Piano Strutturale Comune di Ponsacco Ottobre 2003
- (\*\*) Vedi Tav. 1 - 2 e 3 della presente indagine



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta dei battenti idraulici per  
TR 200 anni ai sensi del D.P.G.R. 26/R**

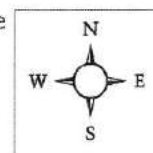
Giugno 2017

Scala 1: 5.000

**Battenti (m) Tr200 SX**

|  |           |
|--|-----------|
|  | 0 - 0.1   |
|  | 0.1 - 0.2 |
|  | 0.2 - 0.3 |
|  | 0.3 - 0.5 |
|  | 0.5 - 1   |
|  | 1 - 1.89  |

Nella variante al RU del dicembre 2011 sono state considerate le sole aree in variante



Codice CIG Z4D1E5C104

**Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)**  
e-mail: [m.montagnani@studigeologici.it](mailto:m.montagnani@studigeologici.it)

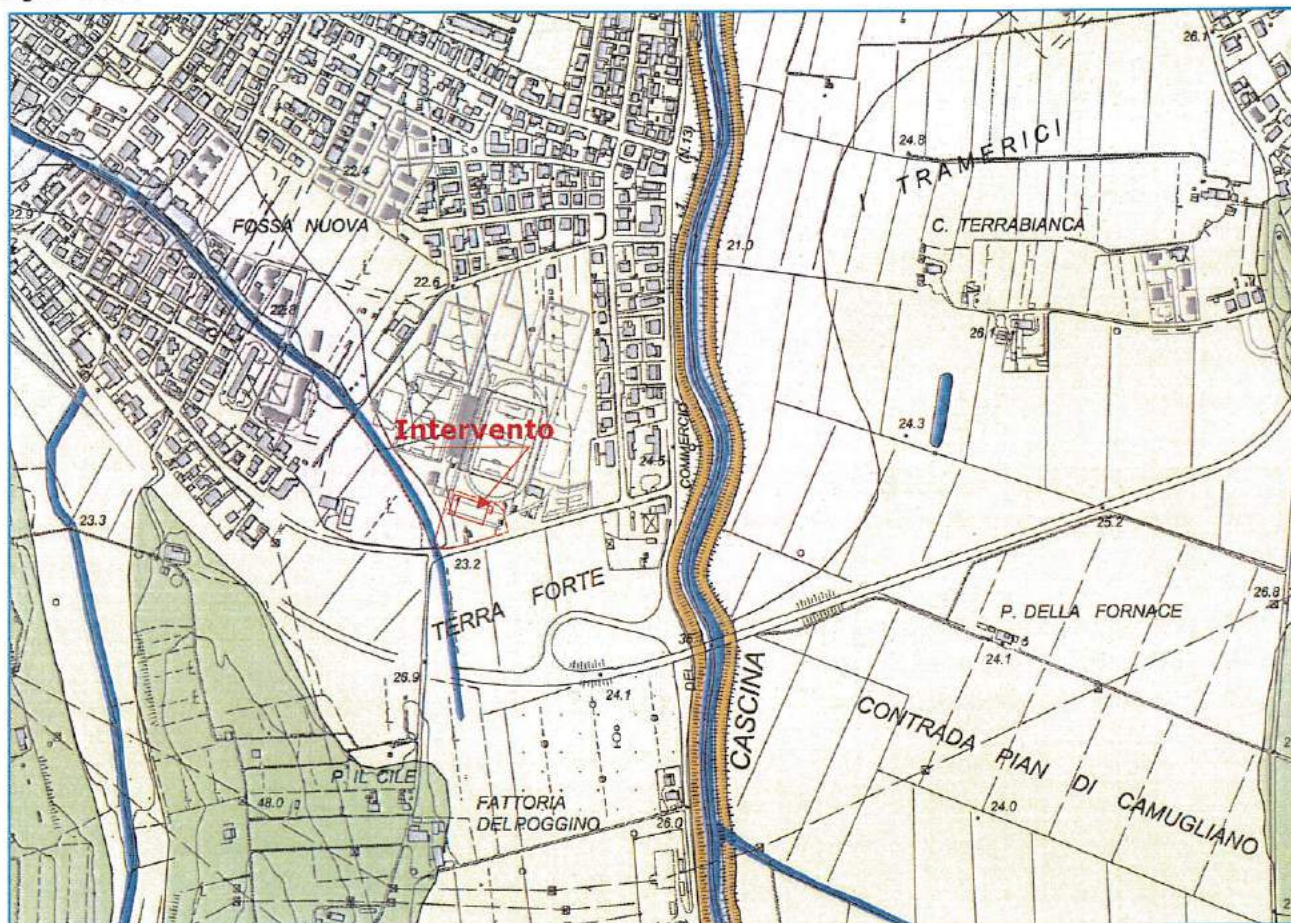
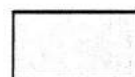
Tav. 13



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta della  
Pericolosità Idraulica ai  
sensi del D.P.G.R. 26/R**

Giugno 2017

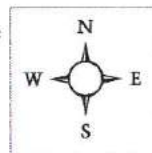
Scala 1: 10.000

**I.4 - Pericolosità Idraulica Molto Elevata**Aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 20$  anniAree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 30$  anni**Casse di espansione**di cui all'Accordo di Pianificazione fra Provincia,  
Autorità di Bacino, Comuni di Lari e Capannoli.  
D.P.G.R. n°10 del 12/01/2001

Corsi d'acqua principali e laghi

**I.3 - Pericolosità Idraulica Elevata**Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni

Argini fluviali

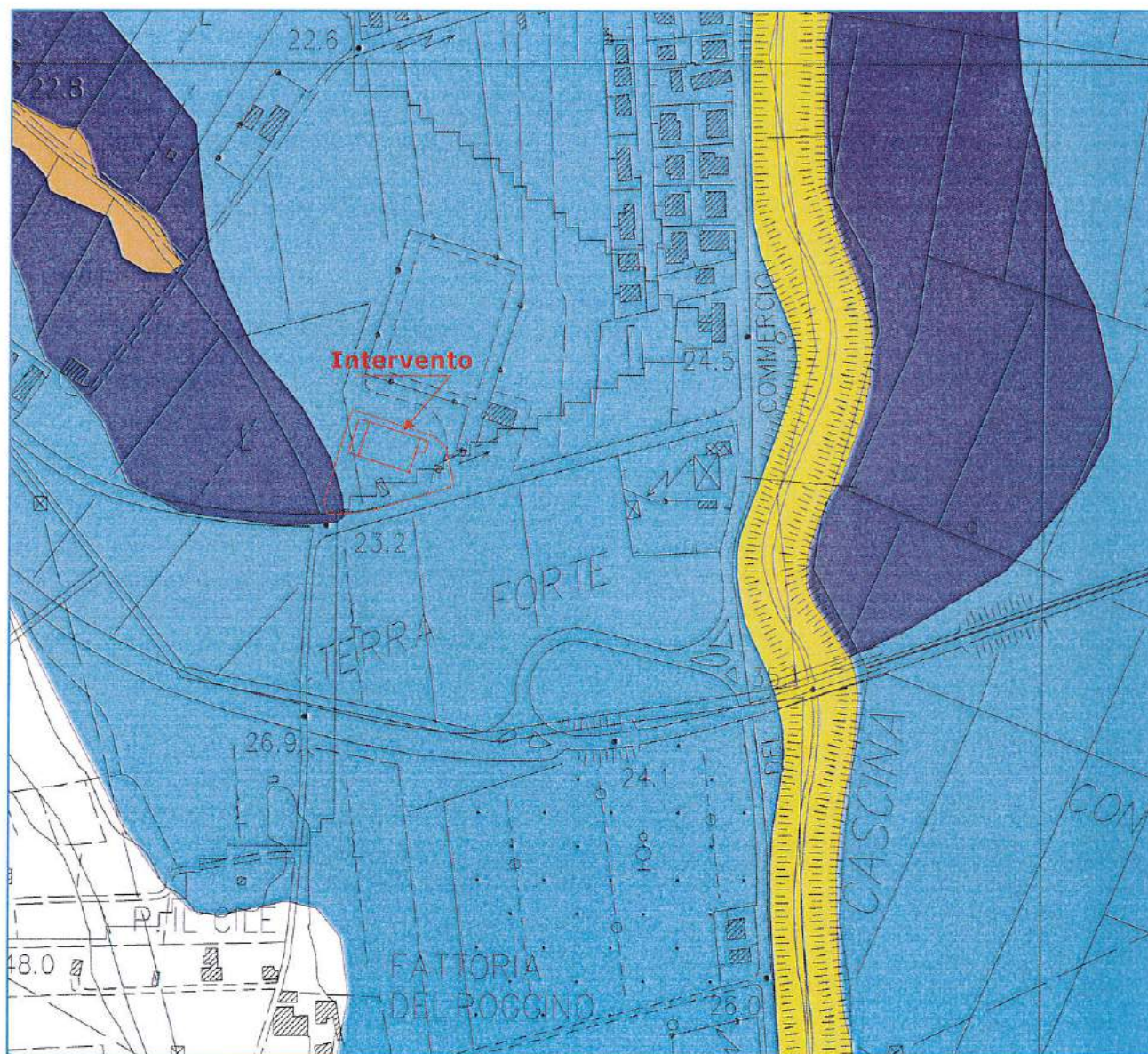
**I.2 - Pericolosità Idraulica Media**Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anniNella variante al RU del dicembre  
2011 sono state considerate le  
sole aree in variante**I.1 - Pericolosità Idraulica Bassa**Aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni  
b) sono in situazione di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a  
metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.**Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)**  
**e-mail: m.montagnani@studigeologici.it****Codice CIG Z4D1E5C104****Tav. 12**







**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta della Pericolosità  
Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 26/R  
Deperimetrazione PAI**

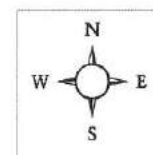
Giugno 2017

Scala 1: 5.000

**Pericolosità Idraulica**

|   |      |
|---|------|
|  | PI_1 |
|  | PI_2 |
|  | PI_3 |
|  | PI_4 |

Nella variante al RU del dicembre  
2011 sono state considerate le  
sole aree in variante

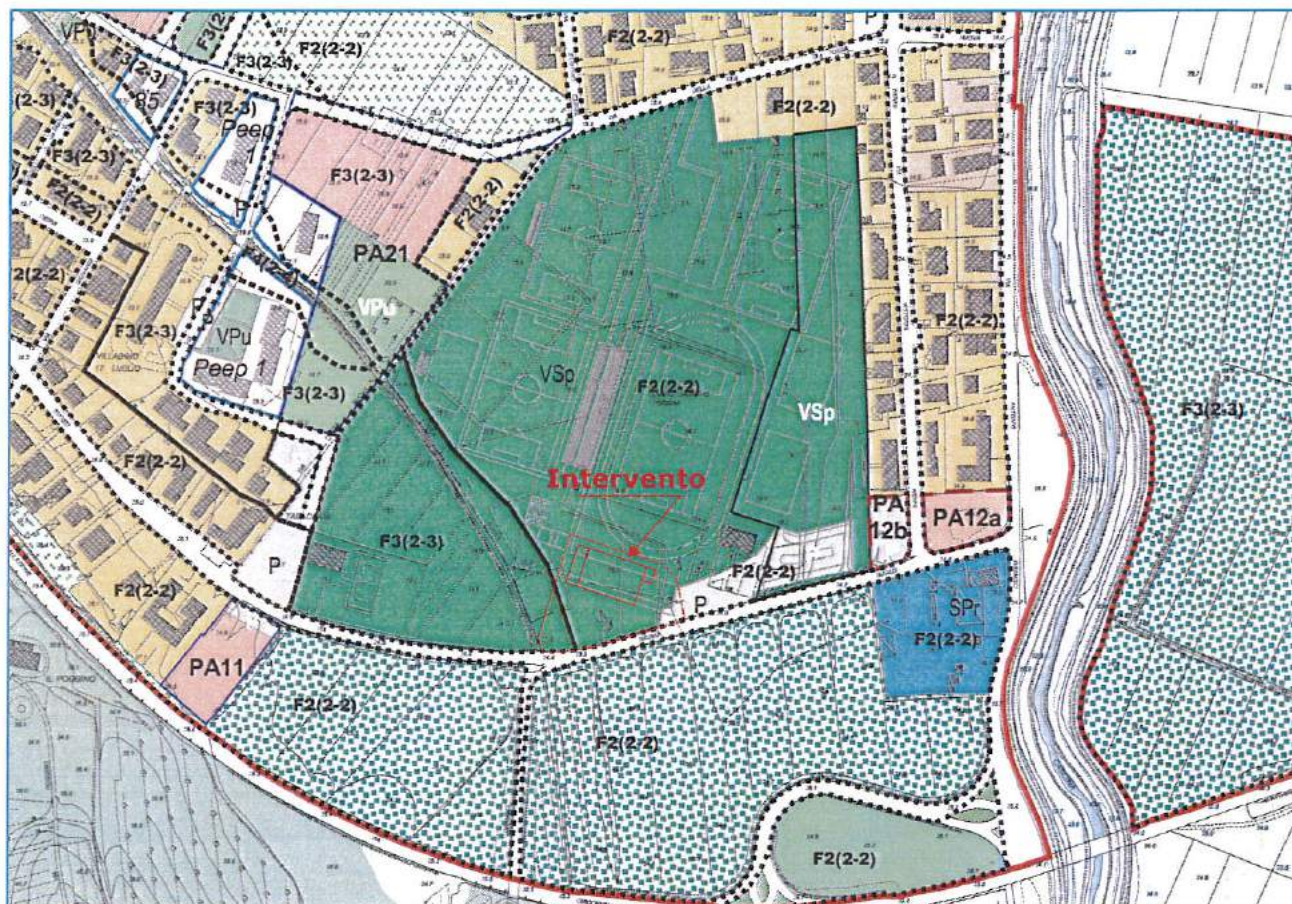




**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Estratto dalla Carta della Fattibilità  
Geologica ai sensi del D.P.G.R. 26/R**

Giugno 2017

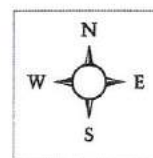
Scala 1: 5.000



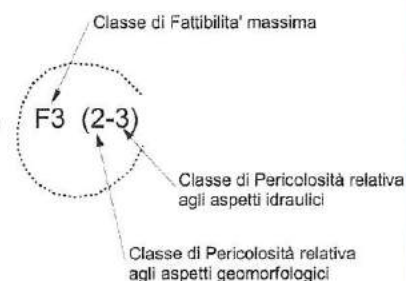
Nella variante al RU del dicembre 2011 sono state considerate le sole aree in variante

**(F2)****Fattibilità con normali vincoli :**

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**(F3)****Fattibilità condizionata :**

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

**Area di intervento:**

Pericolosità Geologica - G.2  
Pericolosità Idraulica - I.2

**Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)**  
**e-mail: m.montagnani@studigeologici.it**

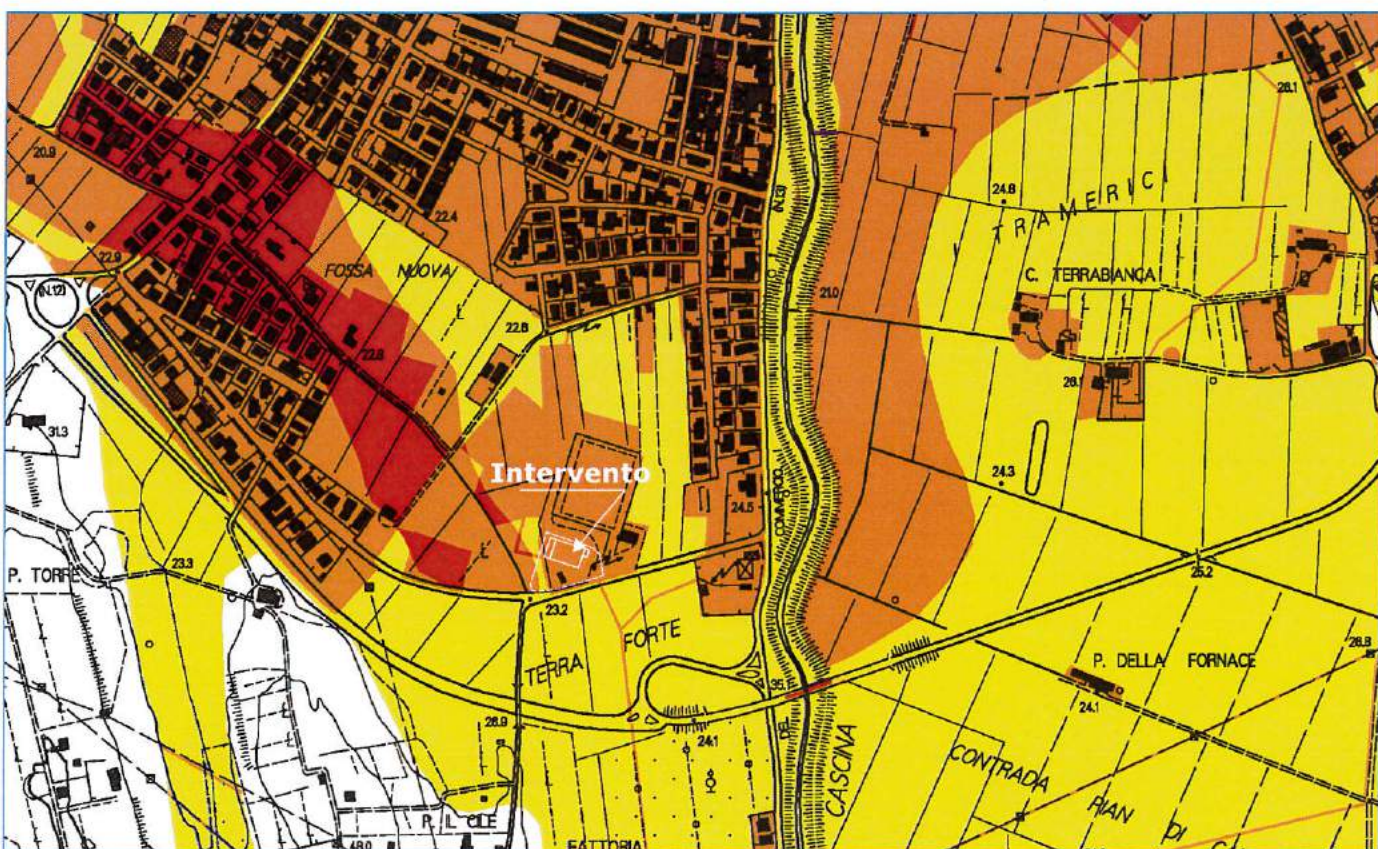
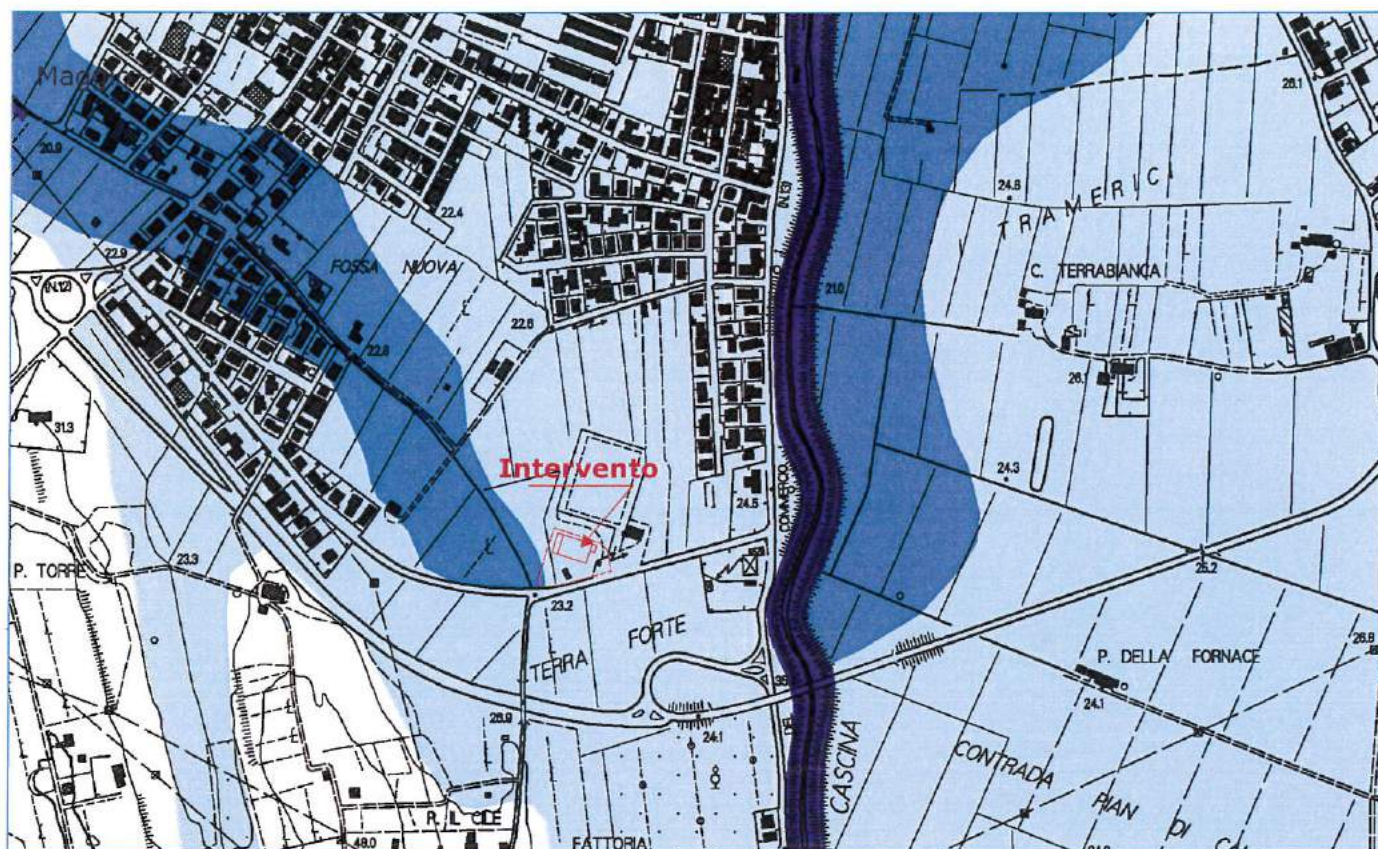
**Codice CIG Z4D1E5C104**



Estratto dalla Carta Pericolosità idraulica e del Rischio  
del PGRA - Stralcio n.493

Giugno 2017

Scala 1:10.000



■ R1 ■ R2 ■ R3 ■ R4

Codice CIG Z4D1E5C104

Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

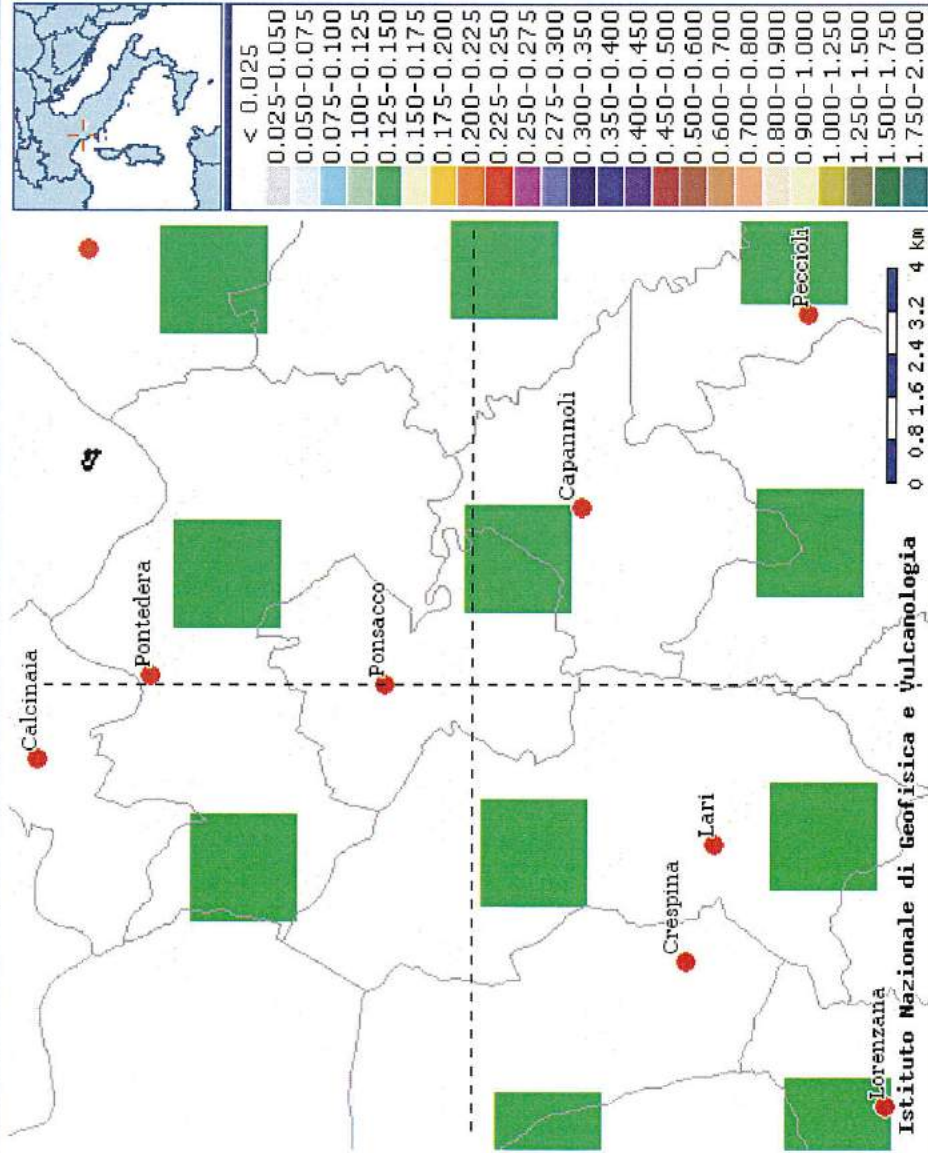
Tavola 16



# Mappe interattive di pericolosità sismica



Mosè Montagnani  
GEOLOGO



## Strumenti

Ritorna alla mappa iniziale

Ridisegna mappa

Zoom In

Zoom Out

Ricentra sul punto

Grafico sul punto griglia

Grafico di disaggregazione

## Navigazione

**Scala:**

(Valori consentiti: 50.000 - 7.905.000)

Scala:

**Coordinate del centro della mappa**

Latitudine:

Longitudine:

## Ricerca Comune

Il nome

contiene:

## Selezione mappa

☒ Visualizza punti della griglia riferiti a:

Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento:

Probabilità in 50 anni:

Periodo spettrale (sec):

Coordinate sito di intervento:  
latitudine: 43,609595  
longitudine: 10,630209  
(coordinate riferite al fuso ED50)

Mappa di pericolosità sismica

Maggio 2017

Comune di Ponsacco

Provincia di Pisa

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI  
NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI -  
RELAZIONE GEOLOGICA

Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

Codice CIG Z4D1E5C104

Tavola 17a



Maggio 2017

Disaggregazione del valore di ag(g) dalle Mappa di pericolosità sismica

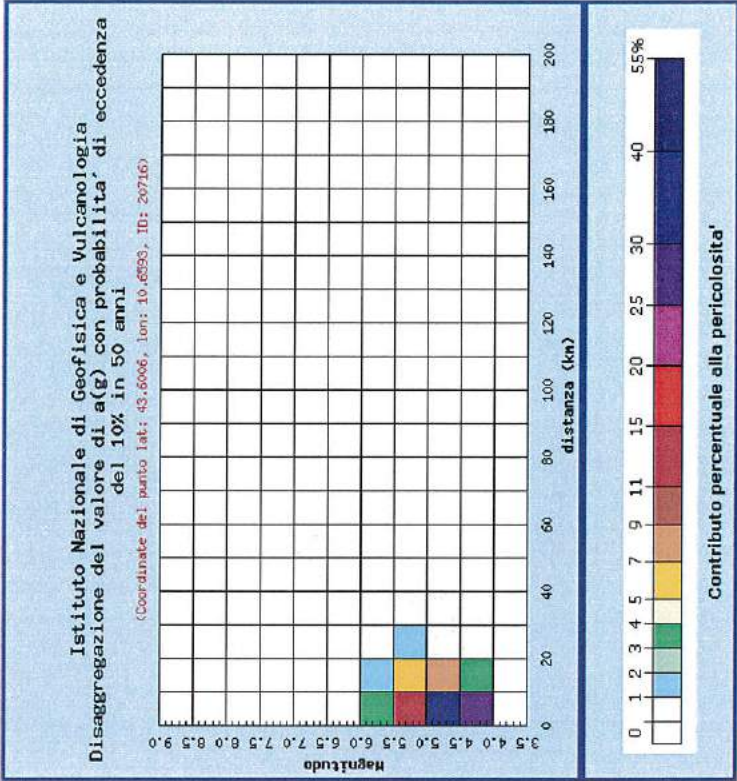
| Distanza in km | Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit  di eccedenza del 10% in 50 anni<br>(Coordinate del punto lat: 43.6006, lon: 10.6593, ID: 20716) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |  |  |
|----------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|
|                | Magnitudo  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |  |  |
|                | 3.5-4.0  | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |  |  |  |
| 0-10           | 0.000  | 26.700  | 36.000  | 12.600  | 3.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 10-20          | 0.000  | 3.850   | 8.270   | 5.080   | 1.670   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 20-30          | 0.000  | 0.000   | 0.037   | 0.700   | 1.110   | 0.523   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 30-40          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.002   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 40-50          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 50-60          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 60-70          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 70-80          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 80-90          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 90-100         | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 100-110        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 110-120        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 120-130        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 130-140        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 140-150        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 150-160        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 160-170        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 170-180        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 180-190        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |
| 190-200        | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |  |  |  |

Codice CIG Z4D1E5C104

Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail:m.montagnani@studigeologici.it

Nodo di riferimento: 20716

Tavola 17b



Coordinate sito di intervento:  
latitudine:43,609595  
longitudine:10,630209  
(coordinate riferite al fuso ED50)

| Valori medi |          |         |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo   | Distanza | Epsilon |
| 4.770       | 7.190    | 0.844   |



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSEK III

H<sub>felda</sub> = 1,7

a<sub>max</sub>/g 0,15

R 20

M = 6,14



TEORIE DI CALCOLO

ROBERTSON E WRIDE (1988)

DATI CPT INSERITI

| n° | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--|--|
| 1  | 0,20               | 0  | 0,00   |
| 2  | 0,40               | 63   | 1,80   |
| 3  | 0,60               | 40   | 3,33   |
| 4  | 0,80               | 17   | 1,60   |
| 5  | 1,00               | 11   | 1,27   |
| 6  | 1,20               | 12   | 0,73   |
| 7  | 1,40               | 18   | 0,80   |
| 8  | 1,60               | 16   | 1,27   |
| 9  | 1,80               | 13   | 1,00   |
| 10 | 2,00               | 10   | 0,67   |
| 11 | 2,20               | 7  | 0,40   |
| 12 | 2,40               | 14   | 0,33   |
| 13 | 2,60               | 17   | 0,33   |
| 14 | 2,80               | 12   | 0,67   |
| 15 | 3,00               | 6  | 0,67   |
| 16 | 3,20               | 5  | 0,40   |
| 17 | 3,40               | 4  | 0,27   |
| 18 | 3,60               | 3  | 0,13   |
| 19 | 3,80               | 5  | 0,20   |
| 20 | 4,00               | 13   | 0,27   |
| 21 | 4,20               | 11   | 0,07   |
| 22 | 4,40               | 6  | 0,13   |
| 23 | 4,60               | 7  | 0,20   |
| 24 | 4,80               | 5  | 0,27   |
| 25 | 5,00               | 4  | 0,40   |

| n° | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--|--|
| 26 | 5,20               | 4  | 0,13   |
| 27 | 5,40               | 4  | 0,13   |
| 28 | 5,60               | 4  | 0,13   |
| 29 | 5,80               | 4  | 0,20   |
| 30 | 6,00               | 4  | 0,20   |
| 31 | 6,20               | 5  | 0,13   |
| 32 | 6,40               | 3  | 0,20   |
| 33 | 6,60               | 3  | 0,13   |
| 34 | 6,80               | 4  | 0,20   |
| 35 | 7,00               | 5  | 0,20   |
| 36 | 7,20               | 18   | 0,27   |
| 37 | 7,40               | 23   | 0,67   |
| 38 | 7,60               | 9  | 0,93   |
| 39 | 7,80               | 4  | 0,33   |
| 40 | 8,00               | 5  | 0,33   |
| 41 | 8,20               | 4  | 0,47   |
| 42 | 8,40               | 49   | 0,33   |
| 43 | 8,60               | 72   | 0,87   |
| 44 | 8,80               | 56   | 0,53   |
| 45 | 9,00               | 75   | 0,80   |
| 46 | 9,20               | 42   | 1,00   |
| 47 | 9,40               | 40   | 0,80   |
| 48 | 9,60               | 37   | 0,60   |
| 49 | 9,80               | 45   | 0,67   |
| 50 | 10,00              | 43   | 0,53   |

| n° | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--|--|
| 51 | 10,20              | 49   | 0,47   |
| 52 | 10,40              | 57   | 0,40   |
| 53 | 10,60              | 40   | 0,67   |
| 54 | 10,80              | 13   | 1,67   |
| 55 | 11,00              | 9  | 0,40   |
| 56 | 11,20              | 40   | 0,20   |
| 57 | 11,40              | 6  | 0,53   |
| 58 | 11,60              | 59   | 0,67   |
| 59 | 11,80              | 54   | 0,67   |
| 60 | 12,00              | 52   | 0,80   |
| 61 | 12,20              | 20   | 1,00   |
| 62 | 12,40              | 9  | 1,00   |
| 63 | 12,60              | 7  | 0,47   |
| 64 | 12,80              | 11   | 0,27   |
| 65 | 13,00              | 7  | 0,33   |
| 66 | 13,20              | 7  | 0,20   |
| 67 | 13,40              | 10   | 0,27   |
| 68 | 13,60              | 18   | 0,93   |
| 69 | 13,80              | 30   | 1,00   |
| 70 | 14,00              | 24   | 1,47   |
| 71 | 14,20              | 22   | 1,33   |
| 72 | 14,40              | 22   | 1,27   |
| 73 | 14,60              | 21   | 1,33   |
| 74 | 14,80              | 18   | 1,33   |
| 75 | 15,00              | 0  | 0,00   |

| Int. | 0,2                | g  | 1,87   |
|------|--------------------|--|--|
| n°   | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 76   | 15,20              | 0  | 0,00   |
| 77   | 15,40              | 0  | 0,00   |
| 78   | 15,60              | 0  | 0,00   |
| 79   | 15,80              | 0  | 0,00   |
| 80   | 16,00              | 0  | 0,00   |
| 81   | 16,20              | 0  | 0,00   |
| 82   | 16,40              | 0  | 0,00   |
| 83   | 16,60              | 0  | 0,00   |
| 84   | 16,80              | 0  | 0,00   |
| 85   | 17,00              | 0  | 0,00   |
| 86   | 17,20              | 0  | 0,00   |
| 87   | 17,40              | 0  | 0,00   |
| 88   | 17,60              | 0  | 0,00   |
| 89   | 17,80              | 0  | 0,00   |
| 90   | 18,00              | 0  | 0,00   |
| 91   | 18,20              | 0  | 0,00   |
| 92   | 18,40              | 0  | 0,00   |
| 93   | 18,60              | 0  | 0,00   |
| 94   | 18,80              | 0  | 0,00   |
| 95   | 19,00              | 0  | 0,00   |
| 96   | 19,20              | 0  | 0,00   |
| 97   | 19,40              | 0  | 0,00   |
| 98   | 19,60              | 0  | 0,00   |
| 99   | 19,80              | 0  | 0,00   |
| 100  | 20,00              | 0  | 0,00   |

Committente: Amm. Comunale di Ponsacco

Riferimento: Campagna indagini geognostiche

Località: I Poggini - Ponsacco

Oggetto: Nuova palestra coperta

Prov. PI

INSERIMENTO DATI CPT

HOME

ANALISI

GRAFICI



LAVORI DI REALIZZAZIONE DI  
NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI -  
RELAZIONE GEOLOGICAVerifica liquefazione sismica  
riferimento prova CPT1

Tavola 17d

Codice CIG Z4D1E5C104

Via Volterrana, 427 - 56030 Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.itComittente: Amm. Comunale di Ponsacco  
Riferimento: Campagna Indagini geognostiche  
Località: I Poggini - Ponsacco  
Oggetto: Nuova palestra coperta

Prov.: PI

## ANALISI

| Metodi che utilizzano Prove |          |                 |        | Fattore di sicurezza |                             |               |      | Magnitudo di riferimento |      |           |          | Indice del Potenziale           |        |            |                 | di Rischio liquefazione Iwasaki et |             |                             |               |    |
|-----------------------------|----------|-----------------|--------|----------------------|-----------------------------|---------------|------|--------------------------|------|-----------|----------|---------------------------------|--------|------------|-----------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------|---------------|----|
| Statistiche (CPT)           |          |                 |        | (Fs)                 |                             |               |      | (M)                      |      |           |          | Liquefazione (IP <sub>L</sub> ) |        |            |                 | al. (1978)                         |             |                             |               |    |
| Robertson e Wride (1998)    |          |                 |        | > 1,0                |                             |               |      | 6,1                      |      |           |          | 0,000                           |        |            |                 | Molto Basso                        |             |                             |               |    |
| Prof.                       | lc (n=1) |                 |        | lc (n=0,5)           | Verificare campione in lab. | lc utilizzato | Fs   | Prof.                    | (m)  | valore    | lc (n=1) | Classificazione                 | valore | lc (n=0,5) | Classificazione | valore                             | lc (n=0,75) | Verificare campione in lab. | lc utilizzato | Fs |
|                             | valore   | Classificazione | valore |                      |                             |               |      |                          |      |           |          |                                 |        |            |                 |                                    |             |                             |               |    |
| 0,20                        | N.C.     | N.C.            | N.C.   | N.C.                 | --                          | N.C.          | N.C. | 10,20                    | 2,19 | Granulare | 2,18     | NPGranulare                     | 2,18   | 2,18       | NPGranulare     | 2,18                               | 2,18        | 1,49                        |               |    |
| 0,40                        | 1,76     | Granulare       | 2,01   | NPGranulare          | 1,87                        | 2,01          | N.C. | 10,40                    | 2,07 | Granulare | 2,05     | NPGranulare                     | 2,06   | 2,05       | NPGranulare     | 2,06                               | 2,05        | 1,47                        |               |    |
| 0,60                        | 2,33     | Granulare       | 2,56   | NPGranulare          | 2,43                        | 2,56          | N.C. | 10,60                    | 2,42 | Granulare | 2,41     | NPGranulare                     | 2,41   | 2,41       | NPGranulare     | 2,41                               | 2,41        | 1,79                        |               |    |
| 0,80                        | 2,62     | Argilloso       | 2,86   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 10,80                    | 3,45 | Argilloso | 3,43     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 1,00                        | 2,86     | Argilloso       | 3,09   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 11,00                    | 3,33 | Argilloso | 3,31     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 1,20                        | 2,67     | Argilloso       | 2,89   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 11,20                    | 2,17 | Granulare | 2,14     | NPGranulare                     | 2,15   | 2,14       | NPGranulare     | 2,15                               | 2,14        | 1,20                        |               |    |
| 1,40                        | 2,49     | Granulare       | 2,69   | Plimoso              | 2,59                        | C.Chinese     | N.C. | 11,40                    | 3,78 | Argilloso | 3,76     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 1,60                        | 2,75     | Argilloso       | 2,93   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 11,60                    | 2,20 | Granulare | 2,17     | NPGranulare                     | 2,19   | 2,17       | NPGranulare     | 2,19                               | 2,17        | 1,77                        |               |    |
| 1,80                        | 2,83     | Argilloso       | 3,00   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 11,80                    | 2,27 | Granulare | 2,23     | NPGranulare                     | 2,25   | 2,23       | NPGranulare     | 2,25                               | 2,23        | 1,75                        |               |    |
| 2,00                        | 2,89     | Argilloso       | 3,05   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 12,00                    | 2,34 | Granulare | 2,31     | NPGranulare                     | 2,33   | 2,31       | NPGranulare     | 2,33                               | 2,31        | 1,95                        |               |    |
| 2,20                        | 2,98     | Argilloso       | 3,15   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 12,20                    | 3,04 | Argilloso | 3,00     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 2,40                        | 2,50     | Granulare       | 2,67   | Plimoso              | 2,59                        | C.Chinese     | 2,68 | 12,40                    | 3,64 | Argilloso | 3,60     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 2,60                        | 2,40     | Granulare       | 2,56   | NPGranulare          | 2,48                        | 2,56          | 2,19 | 12,60                    | 3,68 | Argilloso | 3,62     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 2,80                        | 2,84     | Argilloso       | 2,98   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 12,80                    | 3,15 | Argilloso | 3,10     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 3,00                        | 3,31     | Argilloso       | 3,44   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 13,00                    | 3,59 | Argilloso | 3,54     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 3,20                        | 3,30     | Argilloso       | 3,43   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 13,20                    | 3,48 | Argilloso | 3,43     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 3,40                        | 3,38     | Argilloso       | 3,49   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 13,40                    | 3,25 | Argilloso | 3,19     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 3,60                        | 3,42     | Argilloso       | 3,55   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 13,60                    | 3,13 | Argilloso | 3,08     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 3,80                        | 3,16     | Argilloso       | 3,28   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 13,80                    | 2,81 | Argilloso | 2,76     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 4,00                        | 2,61     | Argilloso       | 2,73   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 14,00                    | 3,07 | Argilloso | 3,02     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 4,20                        | 2,42     | Granulare       | 2,54   | NPGranulare          | 2,48                        | 2,54          | 1,26 | 14,20                    | 3,11 | Argilloso | 3,05     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 4,40                        | 2,98     | Argilloso       | 3,09   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 14,40                    | 3,10 | Argilloso | 3,04     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 4,60                        | 2,99     | Argilloso       | 3,09   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 14,60                    | 3,15 | Argilloso | 3,09     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 4,80                        | 3,32     | Argilloso       | 3,41   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 14,80                    | 3,27 | Argilloso | 3,21     | N.L.                            | --     | N.L.       | N.L.            | --                                 | N.L.        | N.L.                        |               |    |
| 5,00                        | 3,62     | Argilloso       | 3,70   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 15,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 5,20                        | 3,35     | Argilloso       | 3,44   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 15,20                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 5,40                        | 3,37     | Argilloso       | 3,45   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 15,40                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 5,60                        | 3,38     | Argilloso       | 3,46   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 15,60                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 5,80                        | 3,50     | Argilloso       | 3,57   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 15,80                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 6,00                        | 3,52     | Argilloso       | 3,58   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 16,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 6,20                        | 3,25     | Argilloso       | 3,32   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 16,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 6,40                        | 3,82     | Argilloso       | 3,88   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 16,20                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 6,60                        | 3,74     | Argilloso       | 3,79   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 16,40                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 6,80                        | 3,58     | Argilloso       | 3,63   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 16,60                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 7,00                        | 3,41     | Argilloso       | 3,45   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 16,80                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 7,20                        | 2,58     | Granulare       | 2,62   | Plimoso              | 2,60                        | C.Chinese     | 1,41 | 17,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 7,40                        | 2,67     | Argilloso       | 2,70   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 17,20                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 7,60                        | 3,41     | Argilloso       | 3,44   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 17,40                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 7,80                        | 3,80     | Argilloso       | 3,83   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 17,60                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 8,00                        | 3,61     | Argilloso       | 3,63   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 17,80                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 8,20                        | 3,32     | Argilloso       | 3,34   | N.L.                 | --                          | N.L.          | N.L. | 18,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 8,40                        | 2,05     | Granulare       | 2,07   | NPGranulare          | 2,06                        | 2,07          | 1,40 | 18,20                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 8,60                        | 2,06     | Granulare       | 2,07   | NPGranulare          | 2,06                        | 2,07          | 2,39 | 18,40                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 8,80                        | 2,09     | Granulare       | 2,10   | NPGranulare          | 2,10                        | 2,10          | 1,65 | 18,60                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 9,00                        | 2,02     | Granulare       | 2,03   | NPGranulare          | 2,03                        | 2,03          | 2,20 | 18,80                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 9,20                        | 2,46     | Granulare       | 2,46   | NPGranulare          | 2,46                        | 2,46          | 2,45 | 19,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 9,40                        | 2,43     | Granulare       | 2,43   | NPGranulare          | 2,43                        | 2,43          | 2,05 | 19,20                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 9,60                        | 2,41     | Granulare       | 2,41   | NPGranulare          | 2,41                        | 2,41          | 1,71 | 19,40                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 9,80                        | 2,30     | Granulare       | 2,29   | NPGranulare          | 2,32                        | 2,32          | 1,77 | 19,60                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |
| 10,00                       | 2,30     | Granulare       | 2,29   | NPGranulare          | 2,30                        | 2,29          | 1,57 | 20,00                    | N.C. | N.C.      | N.C.     | N.C.                            | --     | N.C.       | N.C.            | --                                 | N.C.        | N.C.                        |               |    |

N.C. = Non Calcolabile  
N.L. = Non LiquefacibilePlimoso = Terreno Limoso e possibilmente Plastico  
NPGranulare = Terreno non Plastico di natura granulareArgilloso = Terreno Argilloso  
C.Chinese = Criteri Chinese  
Granulare = Terreno Granulare  
-- = Nessun Criterio

HOME

DATI CPT

INSERIMENTO DATI CPT

GRAFICI



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA**

riferimento prova CPT1

**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



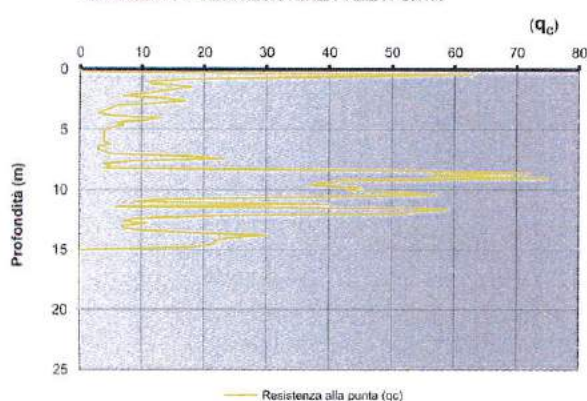
EPC LIBRI

FORMULE:

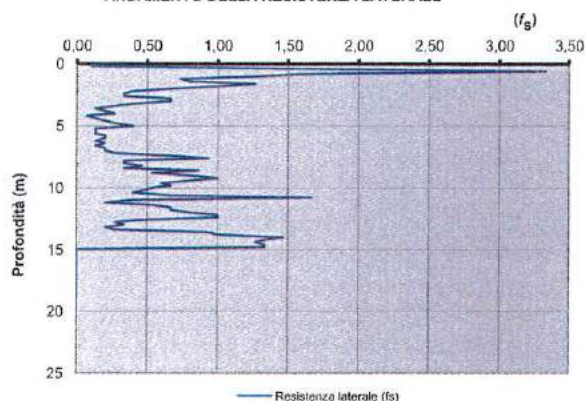
$$CRR = 0,883 \cdot \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^{1/2} + 0,05 \quad \text{Per } 0 < (q_{c1n})_{cs} < 50 \quad \text{Per } 50 < (q_{c1n})_{cs} < 100 \quad CRR = 93 \cdot \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^{1/2} + 0,08$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{av}} = 0,65 \cdot \frac{\sigma_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{av}}{\sigma'_{av}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF} \quad M = 6,14$$

ANDAMENTO DELLA RESISTENZA ALLA PUNTA



ANDAMENTO DELLA RESISTENZA LATERALE



Committente: Amm. Comunale di Ponsacco  
 Riferimento: Campagna Indagini geognostiche  
 Località: I Poggini - Ponsacco  
 Oggetto: nuova palestra coperta

Prov.: PI

DATI CPT

INSERIMENTO DATI CPT

ANALISI

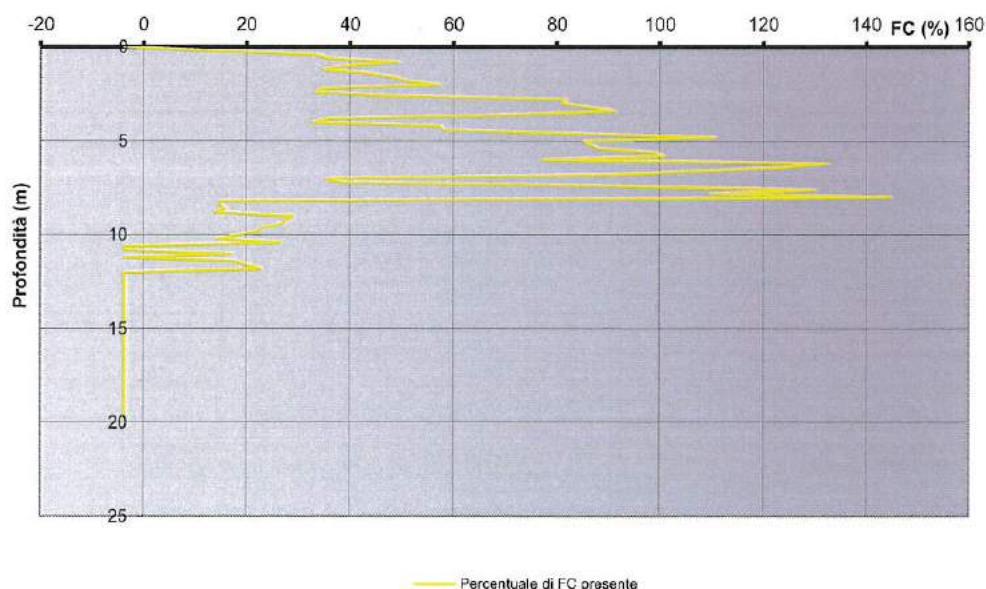
**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



EPC LIBRI

ANDAMENTO DEL CONTENUTO DI FINE FC (%)  
PRESENTE NEL TERRENO



Comune di Ponsacco  
Provincia di Pisa

**LAVORI DI REALIZZAZIONE  
DI NUOVO IMPIANTO  
SPORTIVO COPERTO IN  
LOC. I POGGINI -  
RELAZIONE  
GEOLOGICA**

riferimento prova CPT1

Via Volterrana, 427 - 56030 Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

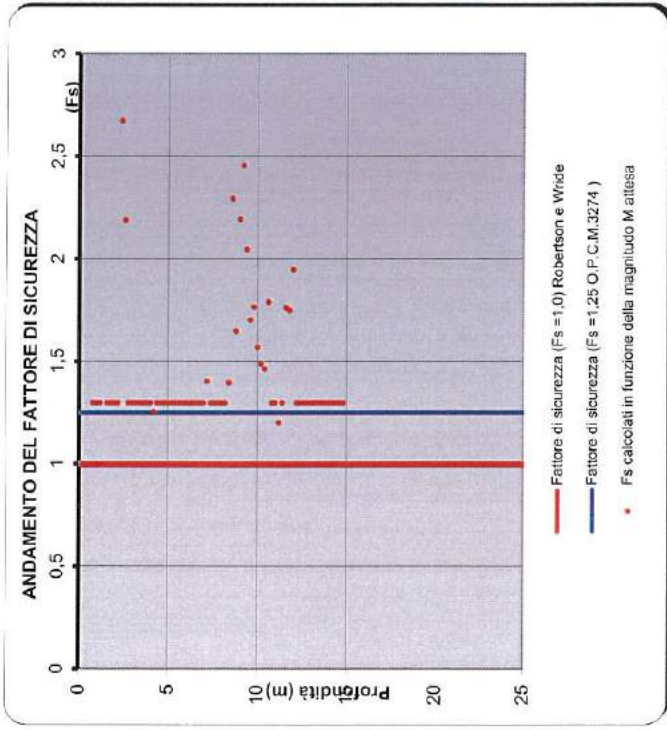
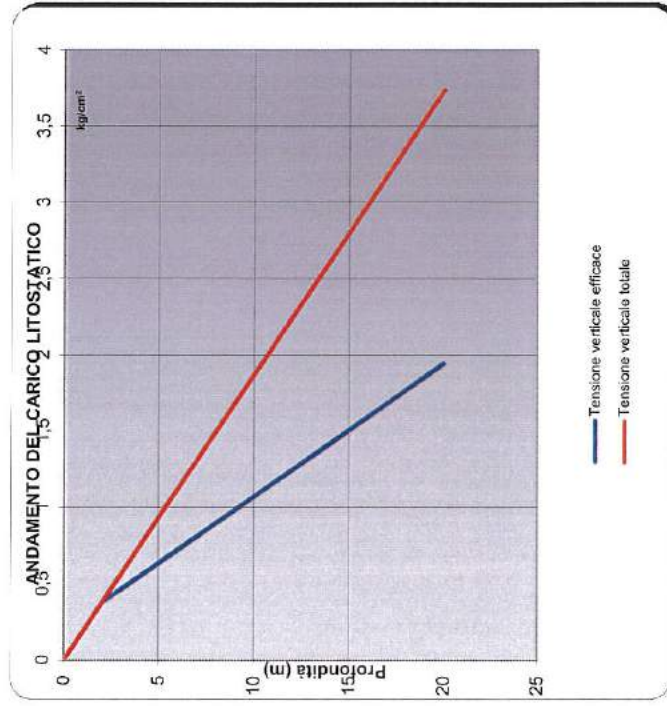
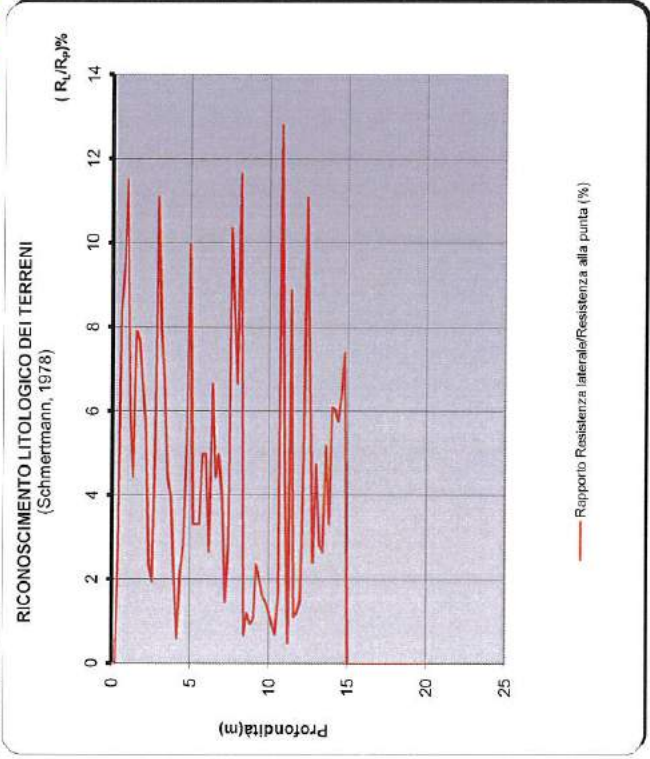
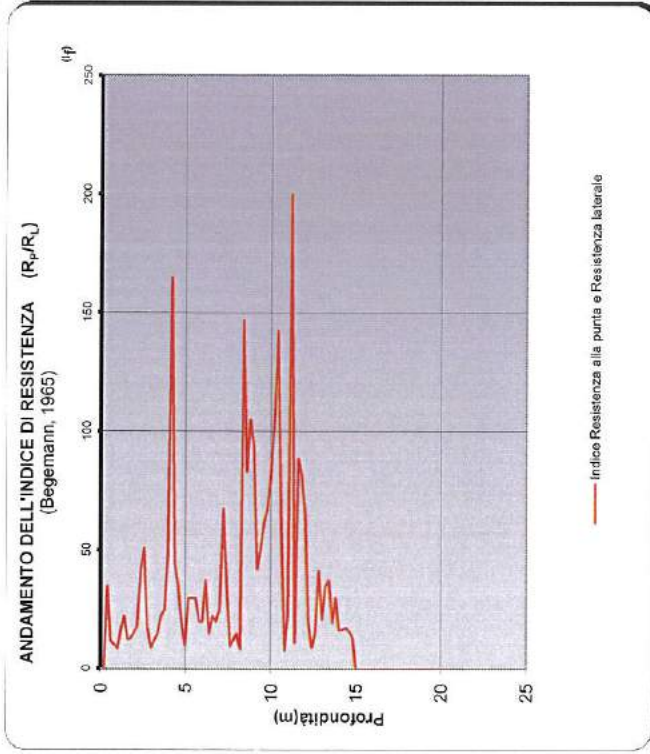


**EPC LIBRI**

**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

**Mosè Montagnani  
GEOLOGO**

**Metodo di Robertson e Wride (1998)**



**Codice CIG Z4D1E5C104**

**Tavola 17f**



## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

## DATI INSERITI

 $H_{falda} = 1,7$  $a_{max}/g$  0,15

R

20

M

6,14



EPC LIBRI

## TEORIE DI CALCOLO

ROBERTSON E WRIEDE (1988)

## DATI CPT INSERITI

| n° | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--|--|
| 1  | 0,20               | 0  | 0,00   |
| 2  | 0,40               | 50   | 0,53   |
| 3  | 0,60               | 33   | 2,87   |
| 4  | 0,80               | 13   | 2,00   |
| 5  | 1,00               | 10   | 0,67   |
| 6  | 1,20               | 12   | 0,40   |
| 7  | 1,40               | 12   | 0,53   |
| 8  | 1,60               | 15   | 0,53   |
| 9  | 1,80               | 13   | 0,80   |
| 10 | 2,00               | 16   | 0,20   |
| 11 | 2,20               | 13   | 0,73   |
| 12 | 2,40               | 9  | 0,73   |
| 13 | 2,60               | 6  | 0,27   |
| 14 | 2,80               | 13   | 0,87   |
| 15 | 3,00               | 14   | 0,40   |
| 16 | 3,20               | 8  | 0,47   |
| 17 | 3,40               | 8  | 0,33   |
| 18 | 3,60               | 7  | 0,33   |
| 19 | 3,80               | 15   | 0,33   |
| 20 | 4,00               | 11   | 0,33   |
| 21 | 4,20               | 11   | 0,33   |
| 22 | 4,40               | 14   | 0,33   |
| 23 | 4,60               | 11   | 0,47   |
| 24 | 4,80               | 9  | 0,40   |
| 25 | 5,00               | 8  | 0,27   |

| n° | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--|--|
| 26 | 5,20               | 9  | 0,33   |
| 27 | 5,40               | 6  | 0,33   |
| 28 | 5,60               | 10   | 0,27   |
| 29 | 5,80               | 9  | 0,47   |
| 30 | 6,00               | 8  | 0,40   |
| 31 | 6,20               | 12   | 0,07   |
| 32 | 6,40               | 16   | 0,20   |
| 33 | 6,60               | 19   | 0,40   |
| 34 | 6,80               | 18   | 0,73   |
| 35 | 7,00               | 9  | 1,40   |
| 36 | 7,20               | 7  | 0,97   |
| 37 | 7,40               | 9  | 0,20   |
| 38 | 7,60               | 10   | 0,20   |
| 39 | 7,80               | 10   | 0,40   |
| 40 | 8,00               | 12   | 0,27   |
| 41 | 8,20               | 11   | 0,40   |
| 42 | 8,40               | 13   | 0,40   |
| 43 | 8,60               | 12   | 0,80   |
| 44 | 8,80               | 16   | 0,40   |
| 45 | 9,00               | 19   | 0,53   |
| 46 | 9,20               | 19   | 0,93   |
| 47 | 9,40               | 17   | 0,93   |
| 48 | 9,60               | 16   | 1,27   |
| 49 | 9,80               | 18   | 0,87   |
| 50 | 10,00              | 19   | 0,87   |

| n° | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--|--|
| 51 | 10,20              | 13   | 1,33   |
| 52 | 10,40              | 11   | 0,80   |
| 53 | 10,60              | 13   | 0,47   |
| 54 | 10,80              | 10   | 0,73   |
| 55 | 11,00              | 11   | 0,60   |
| 56 | 11,20              | 15   | 0,20   |
| 57 | 11,40              | 14   | 0,73   |
| 58 | 11,60              | 15   | 1,00   |
| 59 | 11,80              | 14   | 0,87   |
| 60 | 12,00              | 15   | 0,93   |
| 61 | 12,20              | 18   | 0,60   |
| 62 | 12,40              | 21   | 1,07   |
| 63 | 12,60              | 22   | 1,20   |
| 64 | 12,80              | 21   | 1,13   |
| 65 | 13,00              | 15   | 0,93   |
| 66 | 13,20              | 16   | 0,73   |
| 67 | 13,40              | 16   | 0,73   |
| 68 | 13,60              | 19   | 0,93   |
| 69 | 13,80              | 17   | 0,40   |
| 70 | 14,00              | 13   | 0,67   |
| 71 | 14,20              | 15   | 0,60   |
| 72 | 14,40              | 15   | 0,67   |
| 73 | 14,60              | 21   | 0,53   |
| 74 | 14,80              | 37   | 0,47   |
| 75 | 15,00              | 0  | 0,00   |

| n°  | Profondità<br>z(m) | resistenza alla<br>punta qc<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza<br>laterale fs<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----|--------------------|--|--|
| 76  | 15,20              | 0  | 0,00   |
| 77  | 15,40              | 0  | 0,00   |
| 78  | 15,60              | 0  | 0,00   |
| 79  | 15,80              | 0  | 0,00   |
| 80  | 16,00              | 0  | 0,00   |
| 81  | 16,20              | 0  | 0,00   |
| 82  | 16,40              | 0  | 0,00   |
| 83  | 16,60              | 0  | 0,00   |
| 84  | 16,80              | 0  | 0,00   |
| 85  | 17,00              | 0  | 0,00   |
| 86  | 17,20              | 0  | 0,00   |
| 87  | 17,40              | 0  | 0,00   |
| 88  | 17,60              | 0  | 0,00   |
| 89  | 17,80              | 0  | 0,00   |
| 90  | 18,00              | 0  | 0,00   |
| 91  | 18,20              | 0  | 0,00   |
| 92  | 18,40              | 0  | 0,00   |
| 93  | 18,60              | 0  | 0,00   |
| 94  | 18,80              | 0  | 0,00   |
| 95  | 19,00              | 0  | 0,00   |
| 96  | 19,20              | 0  | 0,00   |
| 97  | 19,40              | 0  | 0,00   |
| 98  | 19,60              | 0  | 0,00   |
| 99  | 19,80              | 0  | 0,00   |
| 100 | 20,00              | 0  | 0,00   |

Committente: **Amm. Comunale di Ponsacco**Riferimento: **Campagna Indagini geognostiche**Località: **I Poggini - Ponsacco**Oggetto: **Nuova palestra coperta**Prov. **PI**

INSERIMENTO DATI CPT

ANALISI

HOME

GRAFICI



LAVORI DI REALIZZAZIONE DI  
NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI -  
RELAZIONE GEOLOGICA

Verifica liquefazione sismica  
riferimento prova CPT4

Tavola 17h

Codice CIG Z4D1E5C104

Via Volterrana, 427 - 56030 Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

Comittente: Amm. Comunale di Ponsacco  
Riferimento: Campagna Indagini geognostiche  
Località: I Poggini - Ponsacco  
Oggetto: Nuova palestra coperta

Prov.: PI

ANALISI

| Metodi che utilizzano Prove Statiche (CPT) |          |                 | Fattore di sicurezza (Fs) |                 | Magnitudo di riferimento (M) |                 | Indice del Potenziale di Liquefazione (IP <sub>L</sub> ) |                 | Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978) |                 | EPC LIBRI   |                 |
|--|----------|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|-------------|-----------------|
| Robertson e Wride (1998)                   |          |                 | > 1,0                     |                 | 6,1                          |                 | 0,000  |                 | Molto Basso                                |                 |             |                 |
| Prof. (m)                                  | Ic (n=1) |                 | Ic (n=0,9)                |                 | Ic (n=0,75)                  |                 | Ic (n=1)   |                 | Ic (n=0,5)                                 |                 | Ic (n=0,75) |                 |
|  | valore   | Classificazione | valore                    | Classificazione | valore                       | Classificazione | valore   | Classificazione | valore                                     | Classificazione | valore      | Classificazione |
| 0,20                                       | N.C.     | N.C.            | N.C.                      | N.C.            | N.C.                         | N.C.            | 3,36   | Argiloso        | 3,35                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 0,40                                       | 1,41     | Granulare       | 1,74                      | NPGranulare     | 1,56                         | N.C.            | 3,33   | Argiloso        | 3,33                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 0,60                                       | 2,38     | Granulare       | 2,92                      | Plimoso         | 2,49                         | N.C.            | 3,07   | Argiloso        | 3,07                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 0,80                                       | 2,86     | Argiloso        | 3,10                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,38   | Argiloso        | 3,38                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 1,00                                       | 2,70     | Argiloso        | 2,95                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,27                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 1,20                                       | 2,48     | Granulare       | 2,71                      | Plimoso         | 2,59                         | N.L.            | 3,18   | Argiloso        | 3,15                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 1,40                                       | 2,61     | Argiloso        | 2,82                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,22   | Argiloso        | 3,19                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 1,60                                       | 2,52     | Granulare       | 2,71                      | Plimoso         | 2,61                         | N.L.            | 3,24   | Argiloso        | 3,21                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 1,80                                       | 2,76     | Argiloso        | 2,93                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,25   | Argiloso        | 3,16                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 2,00                                       | 2,25     | Granulare       | 2,44                      | NPGranulare     | 2,34                         | N.L.            | 3,16   | Argiloso        | 3,09                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 2,20                                       | 2,77     | Argiloso        | 2,93                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,10   | Argiloso        | 3,05                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 2,40                                       | 3,02     | Argiloso        | 3,17                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 2,60                                       | 3,01     | Argiloso        | 3,16                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 2,80                                       | 2,87     | Argiloso        | 3,00                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 3,00                                       | 2,60     | Argiloso        | 2,74                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 3,20                                       | 3,03     | Argiloso        | 3,16                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 3,40                                       | 2,95     | Argiloso        | 3,08                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 3,60                                       | 3,05     | Argiloso        | 3,17                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 3,80                                       | 2,97     | Granulare       | 2,68                      | Plimoso         | 2,62                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 4,00                                       | 2,78     | Argiloso        | 2,89                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 4,20                                       | 2,79     | Argiloso        | 2,90                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 4,40                                       | 2,85     | Argiloso        | 2,75                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 4,60                                       | 2,91     | Argiloso        | 3,01                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 4,80                                       | 3,02     | Argiloso        | 3,11                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 5,00                                       | 3,00     | Argiloso        | 3,09                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 5,20                                       | 2,99     | Argiloso        | 3,07                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 5,40                                       | 3,28     | Argiloso        | 3,37                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 5,60                                       | 2,89     | Argiloso        | 2,96                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 5,80                                       | 3,12     | Argiloso        | 3,18                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 6,00                                       | 3,17     | Argiloso        | 3,23                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 6,20                                       | 2,50     | Granulare       | 2,57                      | NPGranulare     | 2,63                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 6,40                                       | 2,55     | Granulare       | 2,61                      | Plimoso         | 2,58                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 6,60                                       | 2,62     | Argiloso        | 2,67                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 6,80                                       | 2,83     | Argiloso        | 2,87                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 7,00                                       | 3,50     | Argiloso        | 3,54                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 7,20                                       | 3,56     | Argiloso        | 3,59                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 7,40                                       | 2,99     | Argiloso        | 3,03                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 7,60                                       | 2,92     | Argiloso        | 2,96                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 7,80                                       | 3,11     | Argiloso        | 3,14                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 8,00                                       | 2,89     | Argiloso        | 2,91                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 8,20                                       | 3,08     | Argiloso        | 3,08                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 8,40                                       | 2,95     | Argiloso        | 2,97                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 8,60                                       | 3,21     | Argiloso        | 3,22                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 8,80                                       | 2,63     | Argiloso        | 2,64                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 9,00                                       | 2,79     | Argiloso        | 2,80                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 9,20                                       | 2,96     | Argiloso        | 2,96                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 9,40                                       | 3,04     | Argiloso        | 3,04                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 9,60                                       | 3,18     | Argiloso        | 3,18                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 9,80                                       | 2,99     | Argiloso        | 2,99                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |
| 10,00                                      | 2,89     | Argiloso        | 2,88                      | N.L.            | N.L.                         | N.L.            | 3,29   | Argiloso        | 3,24                                       | N.L.            | N.L.        | N.L.            |

N.C. = Non Calcolabile  
N.L. = Non Liquefacibile  
Plimoso = Terreno Limoso e possibilmente Plastico  
NPGranulare = Terreno non Plastico di natura granulare

Argiloso =  
C.Chinese =  
Granulare =  
-- =

Terreno Argiloso  
Criteri Chinese  
Terreno Granulare  
Nessun Criterio

HOME

INSERIMENTO DATI CPT

DATI CPT

GRAFICI



**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA**

riferimento prova CPT4

**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



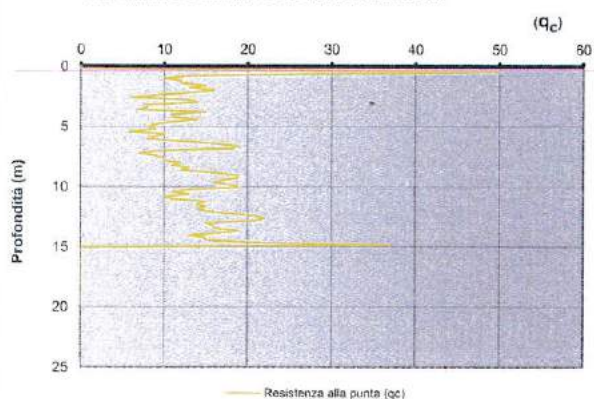
EPC LIBRI

FORMULE:

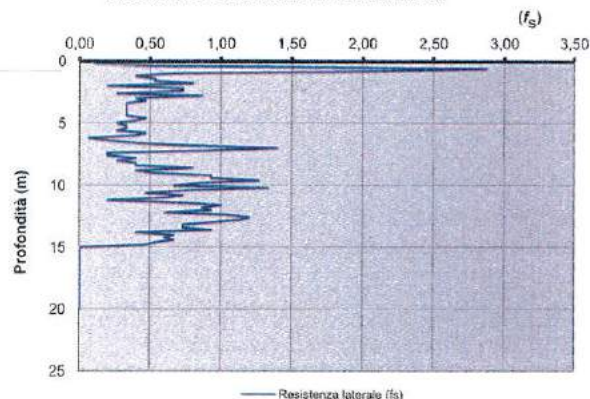
$$CRR = 0,883 \cdot \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad \text{Per } 0 < (q_{c1n})_{cs} < 50 \quad \text{Per } 50 < (q_{c1n})_{cs} < 180 \quad CRR = 93 \cdot \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^{\frac{1}{4}} + 0,08$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{av}} = 0,65 \cdot \frac{a_{msl}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{av}}{\sigma'_{msl}} \cdot F_d \cdot \frac{1}{MSF} \quad M = 6,14$$

ANDAMENTO DELLA RESISTENZA ALLA PUNTA



ANDAMENTO DELLA RESISTENZA LATERALE



Committente: Amm. Comunale di Ponsacco  
 Riferimento: Campagna Indagini geognostiche  
 Località: I Poggini - Ponsacco  
 Oggetto: nuova palestra coperta

Prov.: PI

DATI CPT

INSERIMENTO DATI CPT

ANALISI

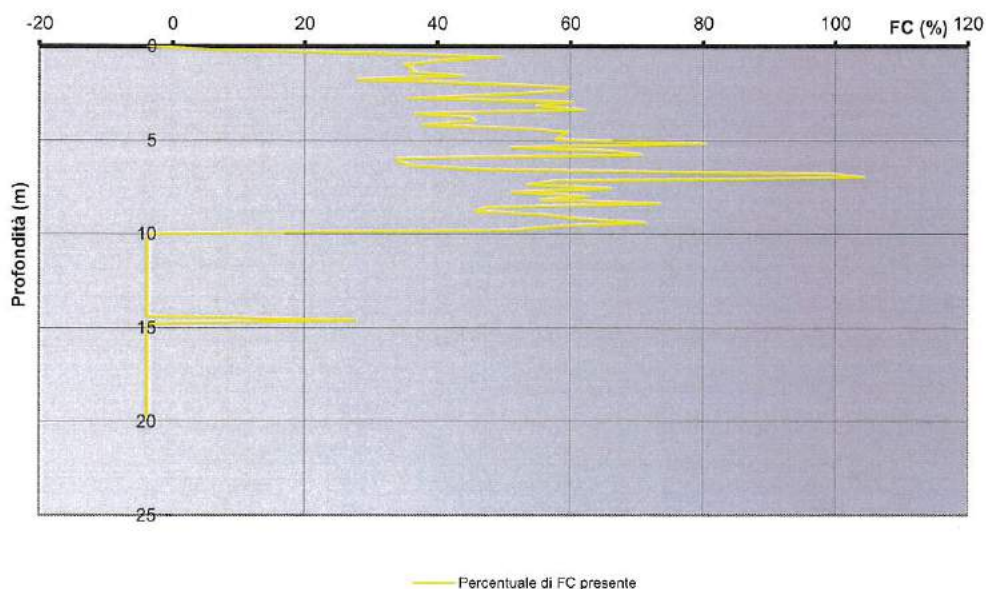
**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



EPC LIBRI

ANDAMENTO DEL CONTENUTO DI FINE FC (%)  
PRESENTE NEL TERRENO



Comune di Ponsacco  
Provincia di Pisa

LAVORI DI REALIZZAZIONE  
DI NUOVO IMPIANTO  
SPORTIVO COPERTO IN  
LOC. I POGGINI -  
RELAZIONE  
GEOLOGICA

riferimento prova CPT4

Via Volterrana, 427 - 56030 Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

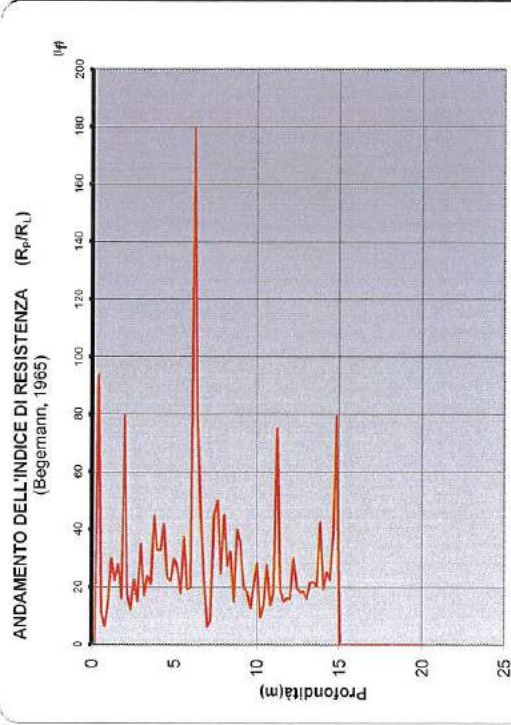


EPC LIBRI

## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

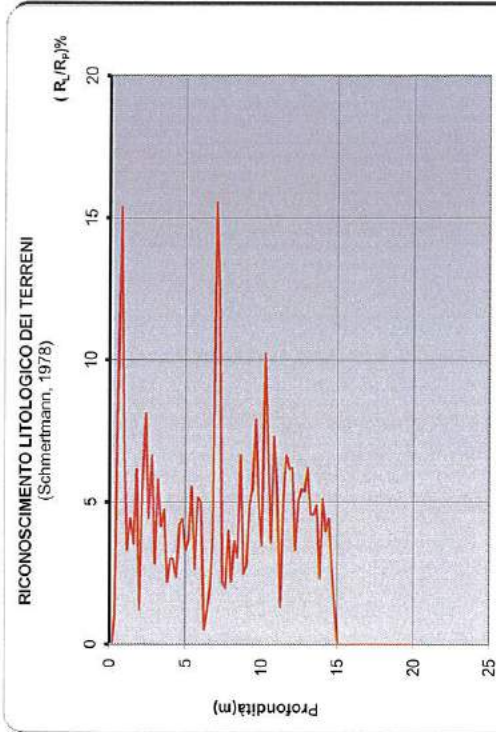
Metodo di Robertson e Wride (1998)

Mosè Montagnani  
GEOLOGO



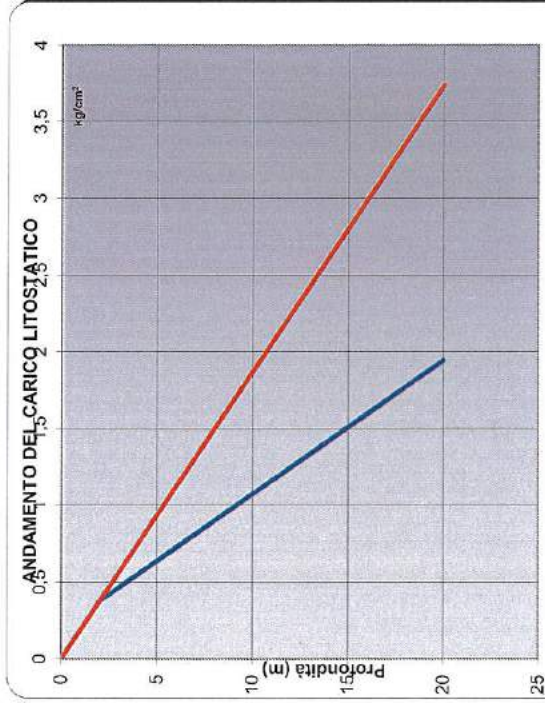
ANDAMENTO DELL'INDICE DI RESISTENZA ( $R_p/R_i$ )  
(Begemann, 1965)

— Indice Resistenza alla punta e Resistenza laterale



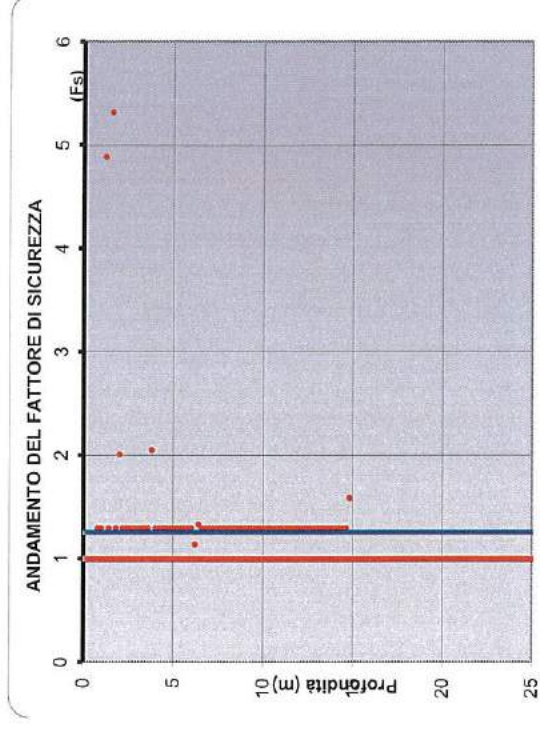
RICONOSCIMENTO LITOLOGICO DEI TERRENI  
(Schmertmann, 1978)

— Rapporto Resistenza laterale/Resistenza alla punta (%)



ANDAMENTO DEL CARICO LITOSIATICO

— Tensione verticale efficace  
— Tensione verticale totale



ANDAMENTO DEL FATTORE DI SICUREZZA

— Fattore di sicurezza ( $F_s = 1.0$ ) Robertson e Wride  
— Fattore di sicurezza ( $F_s = 1.25$  O.P.C.M. 3274 )  
•  $F_s$  calcolati in funzione della magnitudo M attesa

Codice CIG Z4D1E5C104

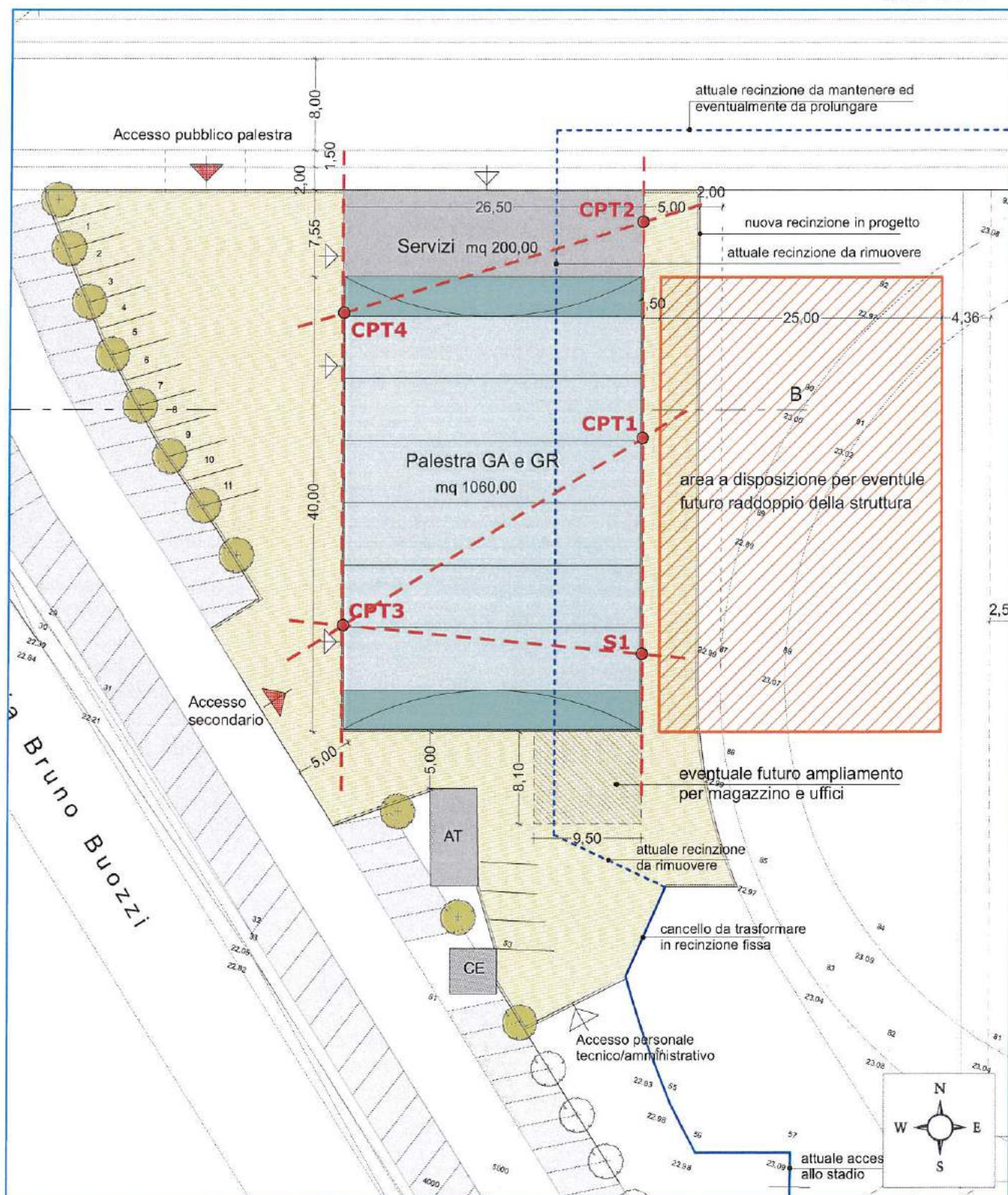
Tavola 17I



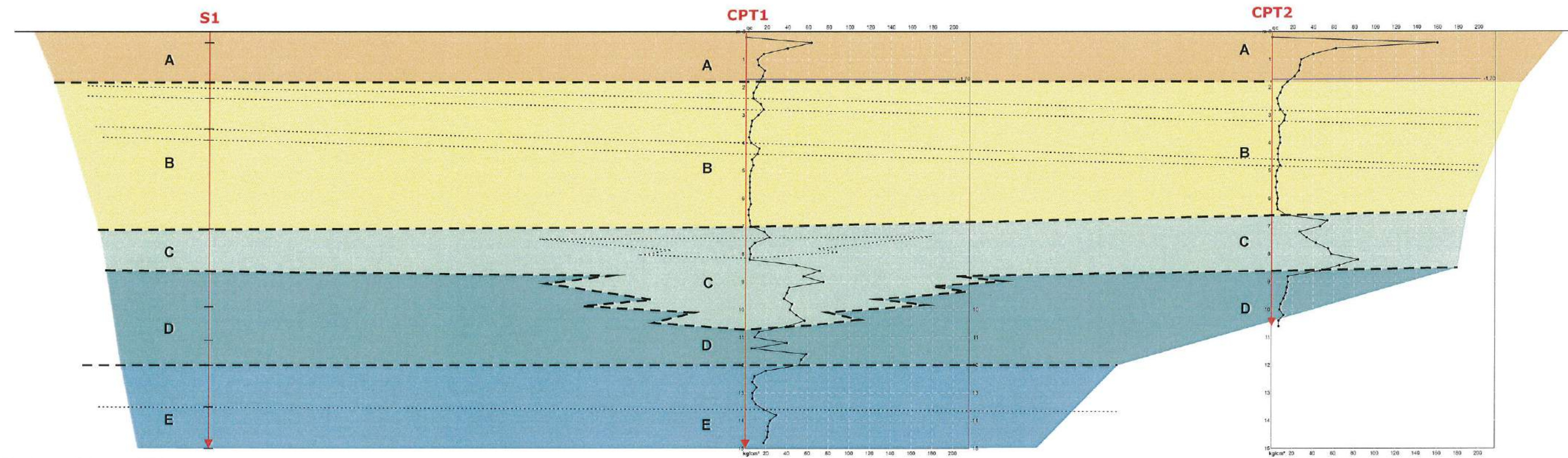
**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA****Planimetria di dettaglio con la traccia delle  
sezioni geologiche eseguite**

Giugno 2017

Scala 1:500







Sondaggio S1-mag'17

| Profondità  | Descrizione del litotipo   | Strati |
|-------------|--|--------|
| 0,0 - 0,4   | Materiale di riporto recente   |        |
| 0,4 - 1,8   | Argilla limosa debolmente sabbiosa, di colore marrone-ocra, da consistente a molto consistente   | A      |
| 1,8 - 7,1   | Argilla ed argilla limosa, marrone ocra, da soffice a plastica, con pochi livelli centimetrici di sabbie limose sciolte. Campione S1-C1 (2,4-2,9 m p.c.) - Campione S1-C2 (6,0-6,5 m p.c.) | B      |
| 7,1 - 8,6   | Sabbia fine limosa, grigio-azzurra, con pochi livelli centimetrici di ghiaietto  | C      |
| 8,6 - 12,0  | Argilla ed argilla limosa debolmente sabbiosa, grigio-azzurra, mediamente consistente  | D      |
| 12,0 - 15,0 | Argilla ed argilla limosa, grigio-azzurra, da consistente a molto consistente  | E      |

Prova penetrometrica CPT1mag'17 (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 2,4 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 10-17 \text{ Kg/cm}^2$ );  
2,4 ÷ 8,2 m Argilla, argilla limosa ed argilla organica, soffice ( $Q_c = 4,0-6,0 \text{ kg/cm}^2$ ), con intercalati livelli di sabbia limosa, sciolta ( $Q_c = 13-16 \text{ kg/cm}^2$ );  
8,2 ÷ 10,6 m Sabbia e sabbia limosa, mediamente addensata ( $Q_c = 40-50 \text{ kg/cm}^2$ );  
10,6 ÷ 12,0 m Argilla ed argilla limosa, plastica ( $Q_c = 9-13 \text{ kg/cm}^2$ ), con alla base un livello di sabbia limosa, mediamente addensata ( $Q_c = 52-54 \text{ kg/cm}^2$ );  
12,0 ÷ 14,8 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 11-22 \text{ kg/cm}^2$ ).  
Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,70 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova penetrometrica CPT2mag'17 (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 1,8 m Argilla, argilla limosa ed argilla organica, consistente ( $Q_c = 22-28 \text{ Kg/cm}^2$ );  
1,8 ÷ 6,6 m Argilla, argilla limosa ed organica, da soffice a plastica ( $Q_c = 6,0-11,0 \text{ kg/cm}^2$ );  
6,6 ÷ 8,6 m Sabbia e ghiaia, mediamente addensata ( $Q_c = 34-58 \text{ kg/cm}^2$ );  
8,6 ÷ 10,6 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-14 \text{ kg/cm}^2$ );  
Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,70 m dal p.c. (10/05/2017).

Schematizzazione litotecnica del sondaggio S1mag'17 (parametri geotecnici nominali)

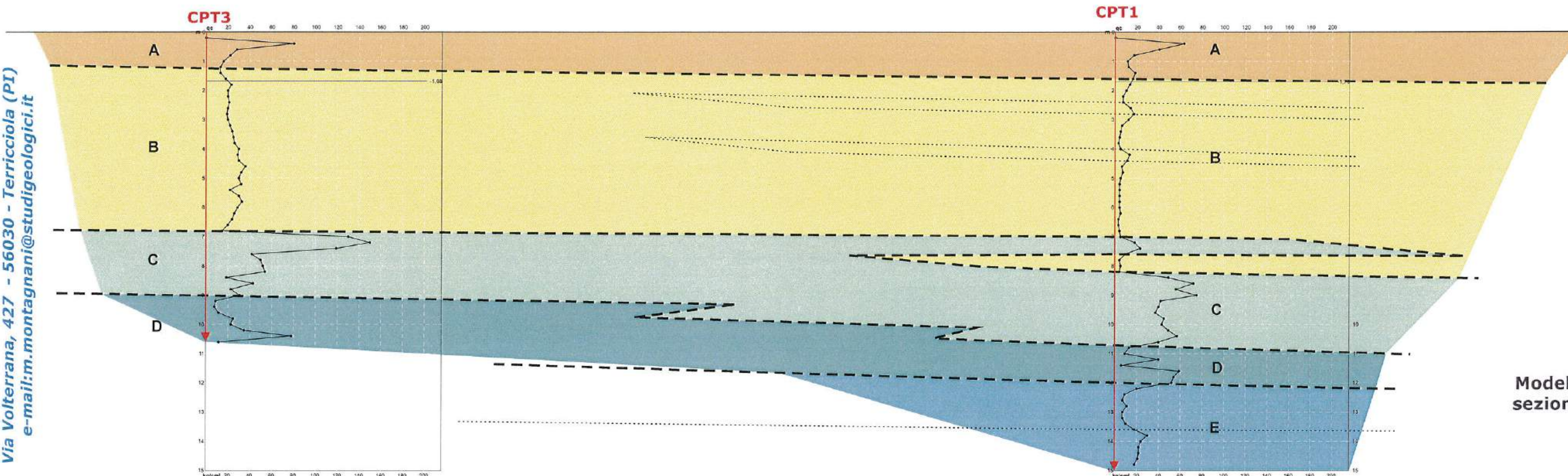
| Prof.     | $\gamma$  | $\varphi_p$ | $\varphi_{vc}$ | $C_u$  | $D_r$ | $M$       | $E_{25}$  | $v$         | $C_c$       | $c'$ | $\Phi'$ |
|-----------|-----------|-------------|----------------|--------|-------|-----------|-----------|-------------|-------------|------|---------|
| m p.c.    | kPa       | (°)         | (°)            | kPa    | %     | MPa       |           | -           |             | kPa  | (°)     |
| 0,0 - 1,8 | 18,5-18,7 | -           | -              | 80-100 | -     | 8,0-9,0   | -         | 0,45        | 0,148-0,150 | 10   | 25      |
| 1,8 - 7,1 | 19,4-19,8 | -           | -              | 18-25  | -     | 2,8-3,8   | -         | 0,45        | 0,100-0,141 | 8    | 24      |
| 7,1 - 8,6 | 18,3-18,6 | 36,0-37,0   | 32,3-32,4      | -      | 38-40 | 18,0-20,0 | 14,0-17,0 | 0,200-0,210 | -           | -    | 35      |
| 8,6-12,0  | 18,1-18,6 | -           | -              | 30-40  | -     | 5,0-5,6   | -         | 0,45        | 0,185-0,190 | 10   | 24      |
| 12,0-15,0 | 18,1-18,2 | -           | -              | 40-50  | -     | 4,5-6,0   | -         | 0,45        | 0,150-0,160 | 10   | 24      |

$\gamma \Rightarrow$  peso di volume;  $C_u \Rightarrow$  coesione non drenata;  $\varphi_p \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\varphi_{vc} \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r \Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione;  $E_{25} \Rightarrow$  modulo di elasticità operativo (Young);  $M \Rightarrow$  modulo di deformabilità;  $v \Rightarrow$  coefficiente di Poisson;  $c' =$  coesione drenata;  $\Phi' =$  angolo di resistenza al taglio drenato.

Modello geologico:  
sezione S1-CPT1-CPT1

Codice CIG Z4D1E5C104  
Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail:m.montagnani@studigeologici.it



Modello geologico:  
sezione CPT1-CPT3Prova penetrometrica CPT3<sub>mag17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 1,4 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );  
1,4 ÷ 5,2 m Argilla e argilla limosa, consistente  $Q_c = 22-30 \text{ kg/cm}^2$ ;  
5,2 ÷ 6,8 m Argilla e argilla limo-sabbiosa, consistente  $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ ;  
6,8 ÷ 9,0 m Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata  $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ ;  
9,0 ÷ 9,6 m Argilla limosa, plastica  $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ ;  
9,6 ÷ 10,6 m Sabbia limosa, da sciolta a mediamente addensata  $Q_c = 25-35 \text{ kg/cm}^2$ ;

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,68 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova CPT3<sub>mag17</sub>

| Profondità | $Q_c$              | $\gamma$  | $C_u$   | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C'$ | $\phi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$  | M         | Cc          | $\nu$       |
|------------|--------------------|-----------|---------|----------|-------------|------|---------|-------|-----|-----------|-----------|-------------|-------------|
| m dal p.c. | Kg/cm <sup>2</sup> | kN/mc     | kPa     | °        | °           | KPa  | °       | %     | -   | MPa       | MPa       | -           | -           |
| 0,0 - 1,4  | 13-22              | 17,4-17,6 | 70-80   | -        | -           | 10   | 25      | -     | ~ 1 | -         | 10,0-11,0 | 0,190-0,200 | 0,45        |
| 1,4 - 6,8  | 20-26              | 18,4-18,6 | 100-120 | -        | -           | 10   | 27      | -     | ~ 1 | -         | 15,0-18,0 | 0,133-0,147 | 0,45        |
| 6,8 - 9,0  | 30-42              | 18,6-18,8 | -       | 35-37    | 32,6-33,0   | -    | 35      | 45-50 | -   | 15,0-16,0 | 19,7-20,0 | -           | 0,217-0,220 |
| 9,0 - 10,6 | 9-15               | 18,4-18,6 | 35-40   | -        | -           | 10   | 24      | -     | ~ 1 | -         | 5,2-6,0   | 0,155-0,200 | 0,45        |

$Q_c$  ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume;  $C_u$  ⇒ coesione non drenata;  $\phi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$  ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovraconsolidazione;  $E_{25}$  ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato; Cc ⇒ indice di compressibilità;  $\nu$  ⇒ coefficiente di Poisson;  $c'$  ⇒ coesione drenata;  $\phi'$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

Prova penetrometrica CPT1<sub>mag17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 2,4 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 10-17 \text{ Kg/cm}^2$ );  
2,4 ÷ 8,2 m Argilla, argilla limosa ed argilla organica, soffice ( $Q_c = 4,0-6,0 \text{ kg/cm}^2$ ), con intercalati livelli di sabbia limosa, sciolta ( $Q_c = 13-16 \text{ kg/cm}^2$ );  
8,2 ÷ 10,6 m Sabbia e sabbia limosa, mediamente addensata ( $Q_c = 40-50 \text{ kg/cm}^2$ );  
10,6 ÷ 12,0 m Argilla ed argilla limosa, plastica ( $Q_c = 9-13 \text{ kg/cm}^2$ ), con alla base un livello di sabbia limosa, mediamente addensata ( $Q_c = 52-54 \text{ kg/cm}^2$ );  
12,0 ÷ 14,8 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 11-22 \text{ kg/cm}^2$ ).

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,70 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova CPT1<sub>mag17</sub>

| Profondità | $Q_c$              | $\gamma$  | $C_u$ | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C'$ | $\phi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$  | M         | Cc          | $\nu$         |
|------------|--------------------|-----------|-------|----------|-------------|------|---------|-------|-----|-----------|-----------|-------------|---------------|
| m dal p.c. | Kg/cm <sup>2</sup> | kN/mc     | kPa   | °        | °           | KPa  | °       | %     | -   | MPa       | MPa       | -           | -             |
| 0,0 - 2,4  | 10-17              | 17,5-17,6 | 65-70 | -        | -           | 10   | 25      | -     | ~ 1 | -         | 8,0-9,0   | 0,148-0,160 | 0,45          |
| 2,4 - 8,2  | 4-6                | 17,2-17,6 | 20-30 | -        | -           | 5    | 24      | -     | ~ 1 | -         | 2,4-2,6   | 0,111-0,136 | 0,45          |
| 8,2-10,6   | 40-50              | 18,3-18,6 | -     | 35-37    | 32,0-32,4   | -    | 35      | 37-46 | -   | 14,0-17,0 | 18,0-20,0 | -           | 0,2065-0,2095 |
| 10,6-12,0  | 9-13               | 18,2-18,5 | 35-40 | -        | -           | 10   | 24      | -     | ~ 1 | -         | 5,0-5,7   | 0,185-0,237 | 0,45          |
| 12,0-14,8  | 11-22              | 17,8-18,2 | 30-40 | -        | -           | 10   | 24      | -     | ~ 1 | -         | 4,0-5,0   | 0,155-0,214 | 0,45          |

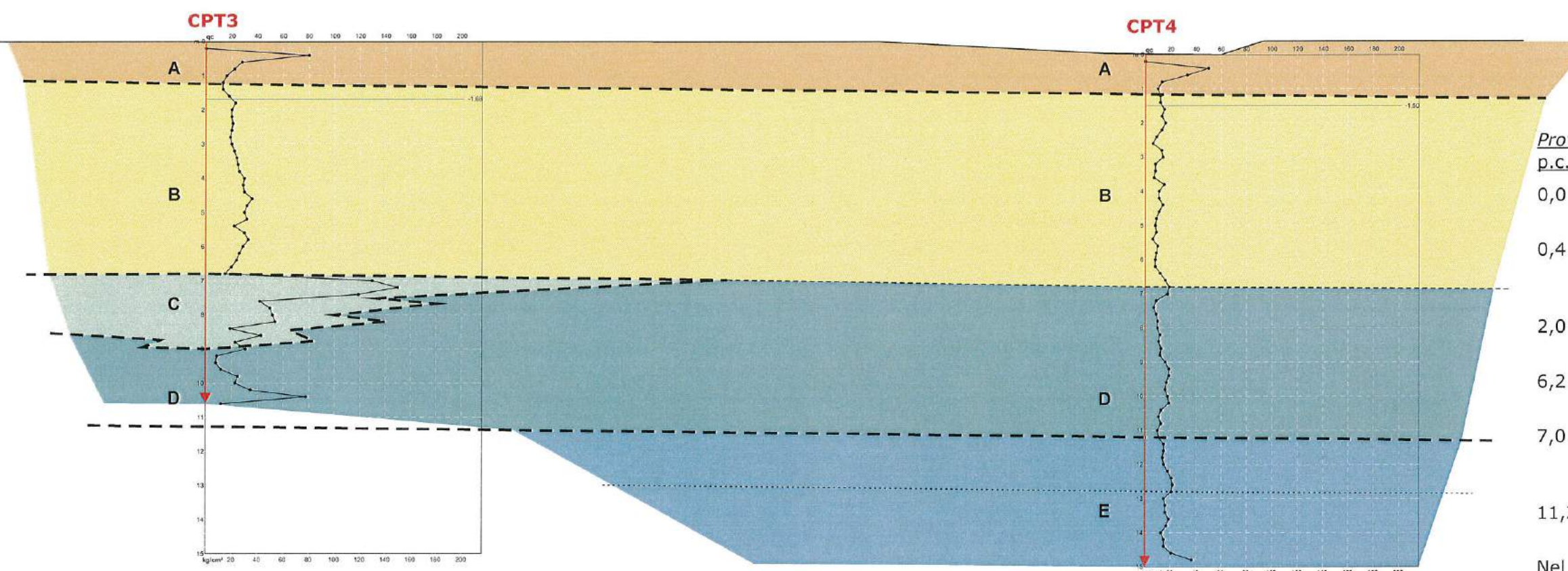
Codice CIG Z4D1E5C104



LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA

Giugno 2017

Scala 1:150

Prova penetrometrica CPT3<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;
- 0,4 ÷ 1,4 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );
- 1,4 ÷ 5,2 m Argilla e argilla limosa, consistente  $Q_c = 22-30 \text{ kg/cm}^2$ ;
- 5,2 ÷ 6,8 m Argilla e argilla limo-sabbiosa, consistente  $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ ;
- 6,8 ÷ 9,0 m Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata  $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ ;
- 9,0 ÷ 9,6 m Argilla limosa, plastica  $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ ;
- 9,6 ÷ 10,6 m Sabbia limosa, da sciolta a mediamente addensata  $Q_c = 25-35 \text{ kg/cm}^2$ ;
- Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,68 m dal p.c. (10/05/2017).

Prova CPT3<sub>mag17</sub>

| Profondità<br>m dal p.c. | $Q_c$<br>Kg/cmq | $\gamma$<br>kN/mc | $C_u$<br>kPa | $\phi_p$<br>° | $\phi_{vc}$<br>° | $C'$<br>KPa | $\phi'$<br>° | $D_r$<br>% | OCR | $E_{25}$<br>MPa | M<br>MPa  | Cc          | $\nu$       |
|--------------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|------------------|-------------|--------------|------------|-----|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| 0,0 - 1,4                | 13-22           | 17,4-17,6         | 70-80        | -             | -                | 10          | 25           | -          | ~ 1 | -               | 10,0-11,0 | 0,190-0,200 | 0,45        |
| 1,4 - 6,8                | 20-26           | 18,4-18,6         | 100-120      | -             | -                | 10          | 27           | -          | ~ 1 | -               | 15,0-18,0 | 0,133-0,147 | 0,45        |
| 6,8 - 9,0                | 30-42           | 18,6-18,8         | -            | 35-37         | 32,6-33,0        | -           | 35           | 45-50      | -   | 15,0-16,0       | 19,7-20,0 | -           | 0,217-0,220 |
| 9,0- 10,6                | 9-15            | 18,4-18,6         | 35-40        | -             | -                | 10          | 24           | -          | ~ 1 | -               | 5,2-6,0   | 0,155-0,200 | 0,45        |

$Q_c$  ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume;  $C_u$  ⇒ coesione non drenata;  $\phi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$  ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovraconsolidazione;  $E_{25}$  ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato; Cc ⇒ indice di compressibilità;  $\nu$  ⇒ coefficiente di Poisson;  $c' *$  ⇒ coesione drenata;  $\phi' *$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

Prova penetrometrica CPT4<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;
- 0,4 ÷ 2,0 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 12-15 \text{ Kg/cm}^2$ );
- 2,0 ÷ 6,2 m Argilla e argilla limosa, plastica ( $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ );
- 6,2 ÷ 7,0 m Argilla limoso-sabbiosa, plastica ( $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ );
- 7,0 ÷ 11,2 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 10-16 \text{ kg/cm}^2$ );
- 11,2 ÷ 14,8 m Argilla e argilla limosa, consistente ( $Q_c = 15-20 \text{ kg/cm}^2$ );

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,50 m dal p.c. (10/05/2017); il piano di campagna è inferiore di circa 20 cm rispetto alle altre verticali.

Prova CPT4<sub>mag17</sub>

| Profondità<br>m dal p.c. | $Q_c$<br>Kg/cmq | $\gamma$<br>kN/mc | $C_u$<br>kPa | $\phi_p$<br>° | $\phi_{vc}$<br>° | $C'$<br>KPa | $\phi'$<br>° | $D_r$<br>% | OCR | $E_{25}$<br>MPa | M<br>MPa  | Cc          | $\nu$ |
|--------------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|------------------|-------------|--------------|------------|-----|-----------------|-----------|-------------|-------|
| 0,0 - 2,0                | 12-15           | 17,6-17,8         | 65-70        | -             | -                | 10          | 25           | -          | ~ 1 | -               | 9,6-10,0  | 0,126-0,148 | 0,45  |
| 2,0 - 6,2                | 9-12            | 17,2-17,5         | 45-55        | -             | -                | 10          | 24           | -          | ~ 1 | -               | 6,0-7,0   | 0,122-0,135 | 0,45  |
| 6,2 - 7,0                | 9-12            | 17,8-18,0         | 55-60        | -             | -                | 5           | 25           | -          | ~ 1 | -               | 8,0-8,4   | 0,107-0,110 | 0,45  |
| 7,0 - 11,2               | 10-16           | 18,7-19,0         | 50-60        | -             | -                | 5           | 25           | -          | ~ 1 | -               | 7,5-8,5   | 0,132-0,135 | 0,45  |
| 11,2-14,8                | 15-20           | 18,8-19,0         | 70-80        | -             | -                | 10          | 26           | -          | ~ 1 | -               | 10,0-11,0 | 0,126-0,130 | 0,45  |

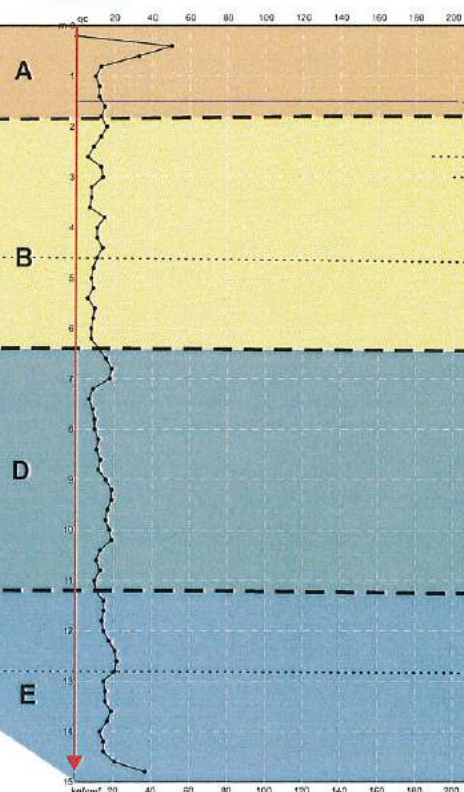
$Q_c$  ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume;  $C_u$  ⇒ coesione non drenata;  $\phi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$  ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovraconsolidazione;  $E_{25}$  ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato; Cc ⇒ indice di compressibilità;  $\nu$  ⇒ coefficiente di Poisson;  $c' *$  ⇒ coesione drenata;  $\phi' *$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

Codice CIG Z4D1E5C104

Modello geologico:  
sezione CPT3-CPT4Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it



CPT4

Prova penetrometrica CPT4<sub>mag17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 2,0 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 12-15 \text{ Kg/cm}^2$ );  
2,0 ÷ 6,2 m Argilla e argilla limosa, plastica ( $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ );  
6,2 ÷ 7,0 m Argilla limoso-sabbiosa, plastica ( $Q_c = 9-12 \text{ kg/cm}^2$ );  
7,0 ÷ 11,2 m Argilla e argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 10-16 \text{ kg/cm}^2$ );  
11,2 ÷ 14,8 m Argilla e argilla limosa, consistente ( $Q_c = 15-20 \text{ kg/cm}^2$ );

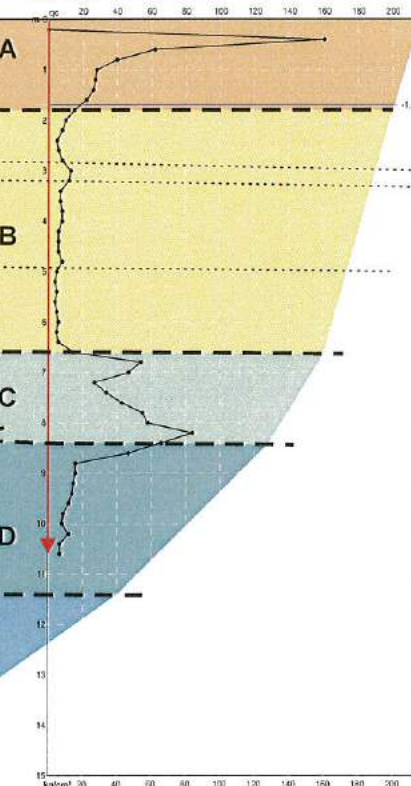
Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,50 m dal p.c. (10/05/2017); il piano di campagna è inferiore di circa 20 cm rispetto alle altre verticali.

Prova CPT4<sub>mag17</sub>

| Profondità | Qc                 | $\gamma$  | Cu    | $\varphi_p$ | $\varphi_{vc}$ | C'  | $\varphi'$ | Dr | OCR | E <sub>25</sub> | M         | Cc          | v    |
|------------|--------------------|-----------|-------|-------------|----------------|-----|------------|----|-----|-----------------|-----------|-------------|------|
| m dal p.c. | Kg/cm <sup>2</sup> | kN/mc     | kPa   | °           | °              | KPa | °          | %  | -   | MPa             | MPa       | -           | -    |
| 0,0 - 2,0  | 12-15              | 17,6-17,8 | 65-70 | -           | -              | 10  | 25         | -  | ~ 1 | -               | 9,6-10,0  | 0,126-0,148 | 0,45 |
| 2,0 - 6,2  | 9-12               | 17,2-17,5 | 45-55 | -           | -              | 10  | 24         | -  | ~ 1 | -               | 6,0-7,0   | 0,122-0,135 | 0,45 |
| 6,2 - 7,0  | 9-12               | 17,8-18,0 | 55-60 | -           | -              | 5   | 25         | -  | ~ 1 | -               | 8,0-8,4   | 0,107-0,110 | 0,45 |
| 7,0 - 11,2 | 10-16              | 18,7-19,0 | 50-60 | -           | -              | 5   | 25         | -  | ~ 1 | -               | 7,5-8,5   | 0,132-0,135 | 0,45 |
| 11,2-14,8  | 15-20              | 18,8-19,0 | 70-80 | -           | -              | 10  | 26         | -  | ~ 1 | -               | 10,0-11,0 | 0,126-0,130 | 0,45 |

Qc ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume; Cu ⇒ coesione non drenata;  $\varphi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\varphi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante; Dr ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovraconsolidazione; E<sub>25</sub> ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato; Cc ⇒ indice di compressibilità; v ⇒ coefficiente di Poisson; c' ⇒ coesione drenata;  $\varphi'$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

CPT2

Prova penetrometrica CPT2<sub>mag17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;  
0,4 ÷ 1,8 m Argilla, argilla limosa ed argilla organica, consistente ( $Q_c = 22-28 \text{ Kg/cm}^2$ );  
1,8 ÷ 6,6 m Argilla, argilla limosa ed organica, da soffice a plastica ( $Q_c = 6,0-11,0 \text{ kg/cm}^2$ );  
6,6 ÷ 8,6 m Sabbia e ghiaia, mediamente addensata ( $Q_c = 34-58 \text{ kg/cm}^2$ );  
8,6 ÷ 10,6 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-14 \text{ kg/cm}^2$ );

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,70 m dal p.c. (10/05/2017).

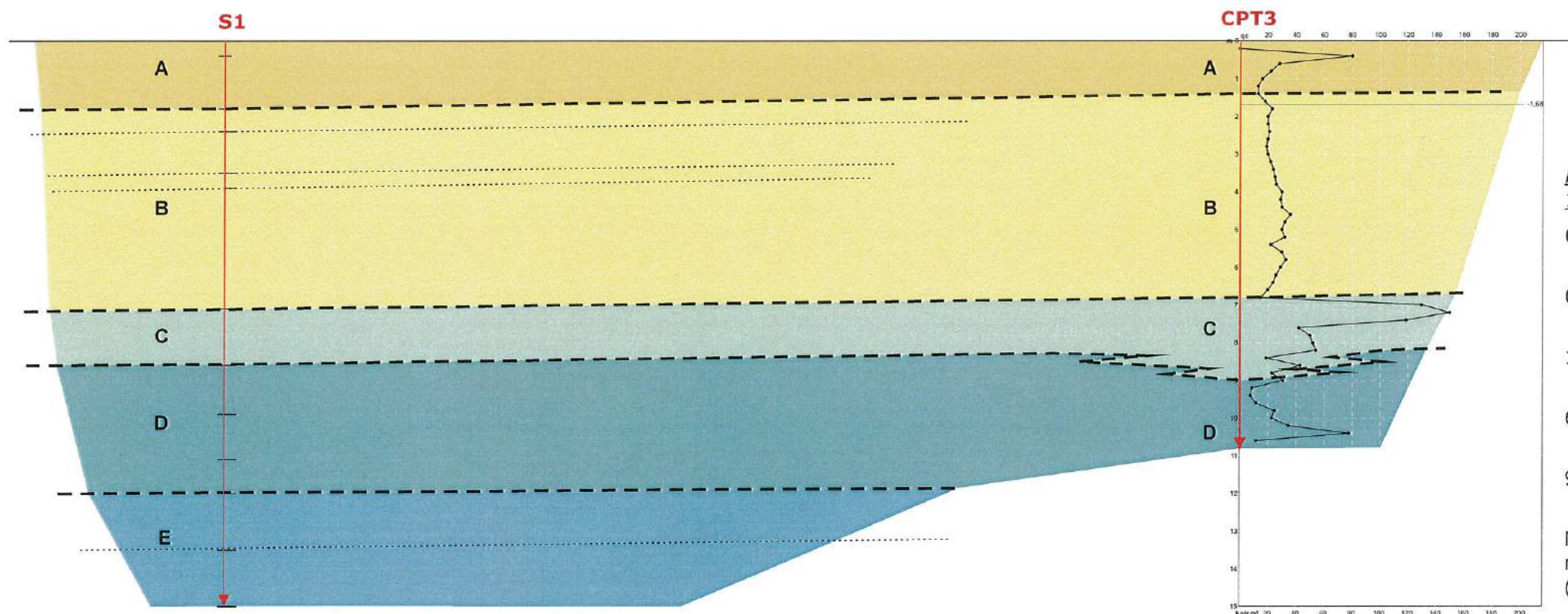
Prova CPT2<sub>mag17</sub>

| Profondità | Qc                 | $\gamma$  | Cu     | $\varphi_p$ | $\varphi_{vc}$ | C'  | $\varphi'$ | Dr    | OCR | E <sub>25</sub> | M         | Cc          | v           |
|------------|--------------------|-----------|--------|-------------|----------------|-----|------------|-------|-----|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| m dal p.c. | Kg/cm <sup>2</sup> | kN/mc     | kPa    | °           | °              | KPa | °          | %     | -   | MPa             | MPa       | -           | -           |
| 0,0 - 1,8  | 22-28              | 18,3-18,5 | 80-120 | -           | -              | 10  | 26         | -     | ~ 1 | -               | 17,9-20,0 | 0,172-0,180 | 0,45        |
| 1,8 - 6,6  | 6-11               | 17,2-17,6 | 35-40  | -           | -              | 5   | 24         | -     | ~ 1 | -               | 3,2-4,5   | 0,133-0,140 | 0,45        |
| 6,6 - 8,6  | 34-58              | 18,2-18,5 | -      | 36-38       | 33,0-33,4      | -   | 35         | 40-45 | -   | 11,9-12,0       | 16,1-17,0 | -           | 0,220-0,230 |
| 8,6 - 10,6 | 9-14               | 18,6-18,7 | 40-45  | -           | -              | 5   | 24         | -     | ~ 1 | -               | 4,5-5,0   | 0,130-0,140 | 0,45        |

Qc ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume; Cu ⇒ coesione non drenata;  $\varphi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\varphi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante; Dr ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovraconsolidazione; E<sub>25</sub> ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato; Cc ⇒ indice di compressibilità; v ⇒ coefficiente di Poisson; c' ⇒ coesione drenata;  $\varphi'$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

**Modello geologico:  
sezione CPT4-CPT2****Codice CIG Z4D1E5C104****Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it**



Prova penetrometrica CPT3<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;
- 0,4 ÷ 1,4 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );
- 1,4 ÷ 6,8 m Argilla, argilla limosa ed argilla limo-sabbiosa, consistente ( $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ );
- 6,8 ÷ 9,0 m Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata ( $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ );
- 9,0 ÷ 10,6 m Argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-15 \text{ kg/cm}^2$ );

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,68 m dal p.c. (10/05/2017).

Sondaggio S1-mag'17

| Profondità  | Descrizione del litotipo   | Strati |
|-------------|--|--------|
| 0,0 - 0,4   | Materiale di riporto recente   |        |
| 0,4 - 1,8   | Argilla limosa debolmente sabbiosa, di colore marrone-ocra, da consistente a molto consistente   | A      |
| 1,8 - 7,1   | Argilla ed argilla limosa, marrone ocra, da soffice a plastica, con pochi livelli centimetrici di sabbie limose sciolte. Campione S1-C1 (2,4-2,9 m p.c.) - Campione S1-C2 (6,0-6,5 m p.c.) | B      |
| 7,1 - 8,6   | Sabbia fine limosa, grigio-azzurra, con pochi livelli centimetrici di ghiaietto  | C      |
| 8,6 - 12,0  | Argilla ed argilla limosa debolmente sabbiosa, grigio-azzurra, mediamente consistente  | D      |
| 12,0 - 15,0 | Argilla ed argilla limosa, grigio-azzurra, da consistente a molto consistente  | E      |

Schematizzazione litotecnica del sondaggio S1<sub>mag'17</sub> (parametri geotecnici nominali)

| Prof.     | $\gamma$  | $\phi_p$  | $\phi_{vc}$ | $C_u$  | $D_r$ | $M$       | $E_{25}$  | $\nu$       | $C_c$       | $c'$ | $\phi'$ |
|-----------|-----------|-----------|-------------|--------|-------|-----------|-----------|-------------|-------------|------|---------|
| m p.c.    | kPa       | (°)       | (°)         | kPa    | %     | MPa       |           | -           |             | kPa  | (°)     |
| 0,0 - 1,8 | 18,5-18,7 | -         | -           | 80-100 | -     | 8,0-9,0   | -         | 0,45        | 0,148-0,150 | 10   | 25      |
| 1,8 - 7,1 | 19,4-19,8 | -         | -           | 18-25  | -     | 2,8-3,8   | -         | 0,45        | 0,100-0,141 | 8    | 24      |
| 7,1 - 8,6 | 18,3-18,6 | 36,0-37,0 | 32,3-32,4   | -      | 38-40 | 18,0-20,0 | 14,0-17,0 | 0,200-0,210 | -           | -    | 35      |
| 8,6-12,0  | 18,1-18,6 | -         | -           | 30-40  | -     | 5,0-5,6   | -         | 0,45        | 0,185-0,190 | 10   | 24      |
| 12,0-15,0 | 18,1-18,2 | -         | -           | 40-50  | -     | 4,5-6,0   | -         | 0,45        | 0,150-0,160 | 10   | 24      |

$\gamma$  ⇒ peso di volume;  $C_u$  ⇒ coesione non drenata;  $\phi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$  ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovra-consolidazione;  $E_{25}$  ⇒ modulo di elasticità operativo (Young);  $M$  ⇒ modulo di deformabilità;  $\nu$  ⇒ coefficiente di Poisson;  $c'$  ⇒ coesione drenata;  $\phi'$  ⇒ angolo di resistenza al taglio drenato.

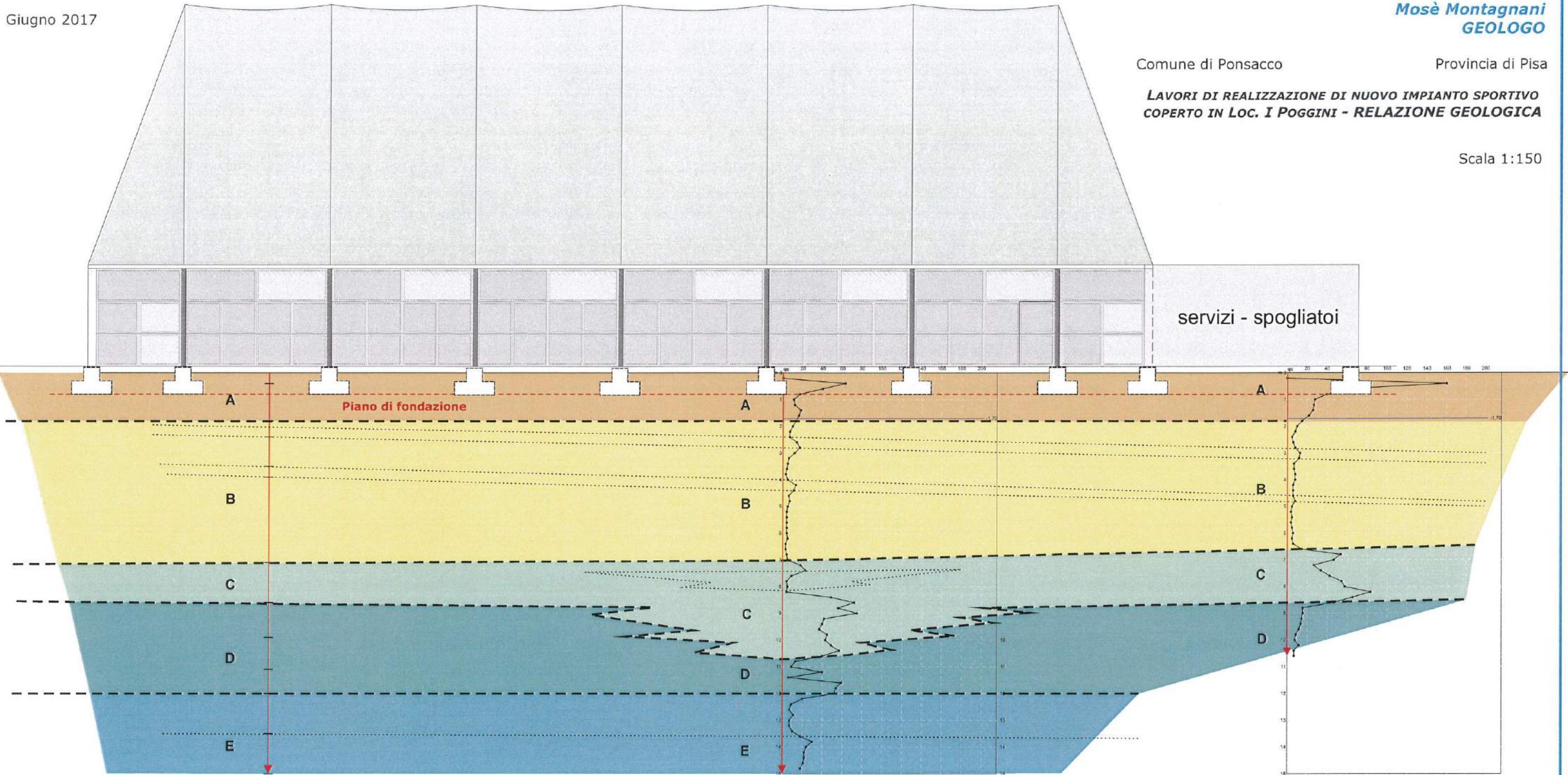
Prova CPT3<sub>mag'17</sub>

| Profondità | $Q_c$  | $\gamma$  | $C_u$   | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C'$ | $\phi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$  | $M$       | $C_c$       | $\nu$       |
|------------|--------|-----------|---------|----------|-------------|------|---------|-------|-----|-----------|-----------|-------------|-------------|
| m dal p.c. | Kg/cm² | kN/mc     | kPa     | °        | °           | KPa  | °       | %     | -   | MPa       | MPa       | -           | -           |
| 0,0 - 1,4  | 13-22  | 17,4-17,6 | 70-80   | -        | -           | 10   | 25      | -     | ~ 1 | -         | 10,0-11,0 | 0,190-0,200 | 0,45        |
| 1,4 - 6,8  | 20-26  | 18,4-18,6 | 100-120 | -        | -           | 10   | 27      | -     | ~ 1 | -         | 15,0-18,0 | 0,133-0,147 | 0,45        |
| 6,8 - 9,0  | 30-42  | 18,6-18,8 | -       | 35-37    | 32,6-33,0   | -    | 35      | 45-50 | -   | 15,0-16,0 | 19,7-20,0 | -           | 0,217-0,220 |
| 9,0- 10,6  | 9-15   | 18,4-18,6 | 35-40   | -        | -           | 10   | 24      | -     | ~ 1 | -         | 5,2-6,0   | 0,155-0,200 | 0,45        |

$Q_c$  ⇒ resistenza alla punta;  $\gamma$  ⇒ peso di volume;  $C_u$  ⇒ coesione non drenata;  $\phi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$  ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovra-consolidazione;  $E_{25}$  ⇒ modulo elastico operativo;  $M$  ⇒ modulo confinato;  $C_c$  ⇒ indice di compressibilità;  $\nu$  ⇒ coefficiente di Poisson;  $c' *$  ⇒ coesione drenata;  $\phi' *$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

**Modello geologico:  
sezione S1- CPT3**





Schematizzazione litotecnica del sondaggio S1<sub>mag17</sub>

| Prof.       | orizzonte | $\gamma$ | $\varphi_p$ | $\varphi_{vc}$ | $C_u$ | $D_r$ | $M$  | $E_{25}$ | $\nu$ | $C_c$ | $c'$ | $\phi'$ |
|-------------|-----------|----------|-------------|----------------|-------|-------|------|----------|-------|-------|------|---------|
| m p.c.      |           | kPa      | (°)         | (°)            | kPa   | %     | MPa  |          | -     |       | kPa  | (°)     |
| 0,0 - 1,8   | A         | 18,5     | -           | -              | 80    | -     | 8,0  | -        | 0,45  | 0,150 | 10   | 25      |
| 1,8 - 7,1   | B         | 19,4     | -           | -              | 18    | -     | 2,8  | -        | 0,45  | 0,141 | 8    | 24      |
| 7,1 - 8,6   | C         | 18,3     | 36,0        | 32,3           | -     | 38    | 18,0 | 14,0     | 0,200 | -     | -    | 35      |
| 8,6 - 12,0  | D         | 18,1     | -           | -              | 30    | -     | 5,0  | -        | 0,45  | 0,190 | 10   | 24      |
| 12,0 - 15,0 | E         | 18,1     | -           | -              | 40    | -     | 4,5  | -        | 0,45  | 0,160 | 10   | 24      |

Prova CPT1<sub>mag17</sub>

| Profondità  | Orizzonte | $\gamma$ | $C_u$ | $\varphi_p$ | $\varphi_{vc}$ | $C'$ | $\varphi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$ | $M$  | $C_c$  | $\nu$  |
|-------------|-----------|----------|-------|-------------|----------------|------|------------|-------|-----|----------|------|--------|--------|
| m dal p.c.  |           | kN/mc    | kPa   | °           | °              | KPa  | °          | %     | -   | MPa      | MPa  | -      | -      |
| 0,0 - 2,4   | A         | 17,5     | 65    | -           | -              | 10   | 25         | -     | ~ 1 | -        | 8,0  | -0,160 | 0,45   |
| 2,4 - 8,2   | B         | 17,2     | 20    | -           | -              | 5    | 24         | -     | ~ 1 | -        | 2,4  | 0,136  | 0,45   |
| 8,2 - 10,6  | C         | 18,3     | -     | 35          | 32,0           | -    | 35         | 37    | -   | 14,0     | 18,0 | -      | 0,2065 |
| 10,6 - 12,0 | D         | 18,2     | 35    | -           | -              | 10   | 24         | -     | ~ 1 | -        | 5,0  | 0,237  | 0,45   |
| 12,0 - 14,8 | E         | 17,8     | 30    | -           | -              | 10   | 24         | -     | ~ 1 | -        | 4,0  | 0,214  | 0,45   |

Prova CPT2<sub>mag17</sub>

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | $C_u$ | $\varphi_p$ | $\varphi_{vc}$ | $C'$ | $\varphi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$ | $M$  | $C_c$ | $\nu$ |
|------------|-----------|----------|-------|-------------|----------------|------|------------|-------|-----|----------|------|-------|-------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa   | °           | °              | KPa  | °          | %     | -   | MPa      | MPa  | -     | -     |
| 0,0 - 1,8  | A         | 18,3     | 80    | -           | -              | 10   | 26         | -     | ~ 1 | -        | 17,9 | 0,180 | 0,45  |
| 1,8 - 6,6  | B         | 17,2     | 35    | -           | -              | 5    | 24         | -     | ~ 1 | -        | 3,2  | 0,140 | 0,45  |
| 6,6 - 8,6  | C         | 18,2     | -     | 36          | 33,0           | -    | 35         | 40    | -   | 11,9     | 16,1 | -     | 0,220 |
| 8,6 - 10,6 | D         | 18,6     | 40    | -           | -              | 5    | 24         | -     | ~ 1 | -        | 4,5  | 0,140 | 0,45  |

$\gamma \Rightarrow$  peso di volume;  $C_u \Rightarrow$  coesione non drenata;  $\varphi_p \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\varphi_{vc} \Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r \Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione;  $E_{25} \Rightarrow$  modulo elastico operativo;  $M \Rightarrow$  modulo confinato;  $C_c \Rightarrow$  indice di compressibilità;  $\nu \Rightarrow$  coefficiente di Poisson;  $c' \Rightarrow$  coesione drenata;  $\varphi' \Rightarrow$  angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

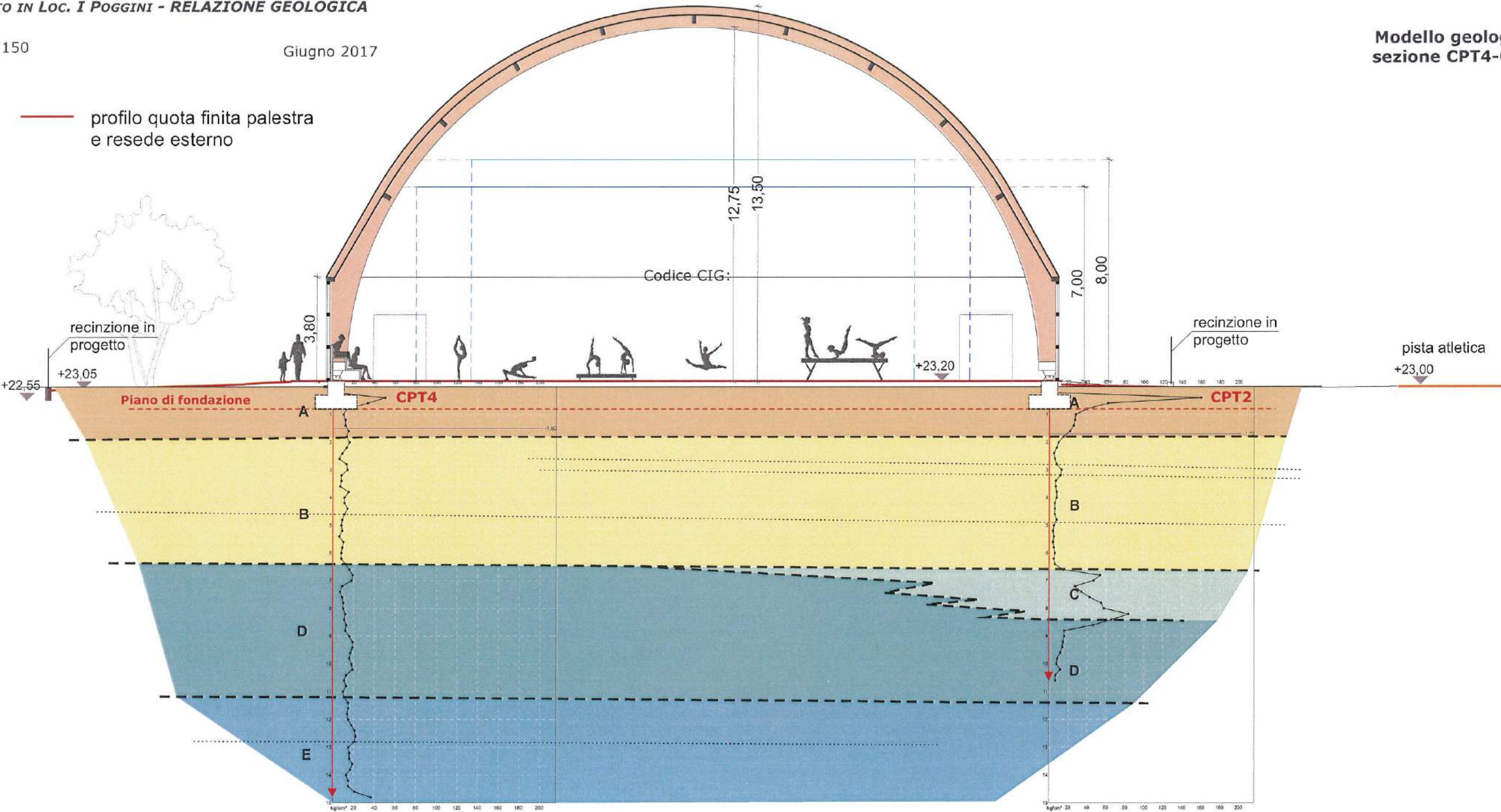


LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO  
COPERTO IN LOC. I POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA

Scala 1:150

Giugno 2017

Modello geologico:  
sezione CPT4-CPT2



Prova CPT4<sub>mag17</sub>

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | $C_u$ | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C'$ | $\phi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$ | M    | Cc    | v    |
|------------|-----------|----------|-------|----------|-------------|------|---------|-------|-----|----------|------|-------|------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa   | °        | °           | KPa  | °       | %     | -   | MPa      | MPa  | -     | -    |
| 0,0 - 2,0  | A         | 17,6     | 65    | -        | -           | 10   | 25      | -     | ~ 1 | -        | 9,6  | 0,148 | 0,45 |
| 2,0 - 6,2  | B         | 17,2     | 45    | -        | -           | 10   | 24      | -     | ~ 1 | -        | 6,0  | 0,135 | 0,45 |
| 6,2 - 7,0  | C         | 17,8     | 55    | -        | -           | 5    | 25      | -     | ~ 1 | -        | 8,0  | 0,110 | 0,45 |
| 7,0 - 11,2 | D         | 18,7     | 50    | -        | -           | 5    | 25      | -     | ~ 1 | -        | 7,5  | 0,135 | 0,45 |
| 11,2-14,8  | E         | 18,8     | 70    | -        | -           | 10   | 26      | -     | ~ 1 | -        | 10,0 | 0,130 | 0,45 |

$\gamma$   $\Rightarrow$  peso di volume;  $C_u$   $\Rightarrow$  coesione non drenata;  $\phi_p$   $\Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$   $\Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$   $\Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione;  $E_{25}$   $\Rightarrow$  modulo elastico operativo; M  $\Rightarrow$  modulo confinato; Cc  $\Rightarrow$  indice di compressibilità; v  $\Rightarrow$  coefficiente di Poisson;  $c' *$   $\Rightarrow$  coesione drenata;  $\phi' *$   $\Rightarrow$  angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

Prova CPT2<sub>mag17</sub>

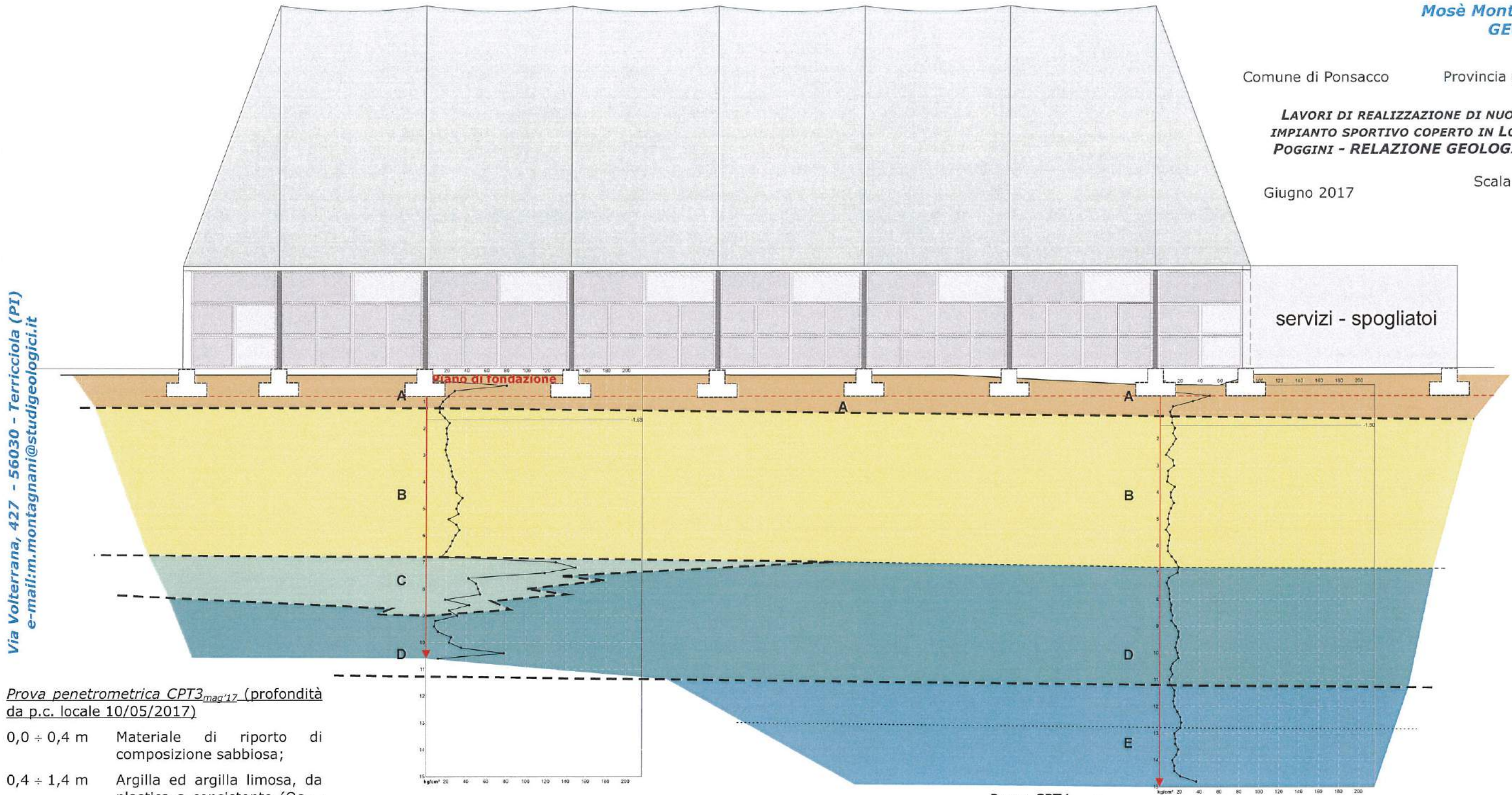
| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | $C_u$ | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C'$ | $\phi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$ | M    | Cc    | v     |
|------------|-----------|----------|-------|----------|-------------|------|---------|-------|-----|----------|------|-------|-------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa   | °        | °           | KPa  | °       | %     | -   | MPa      | MPa  | -     | -     |
| 0,0 - 1,8  | A         | 18,3     | 80    | -        | -           | 10   | 26      | -     | ~ 1 | -        | 17,9 | 0,180 | 0,45  |
| 1,8 - 6,6  | B         | 17,2     | 35    | -        | -           | 5    | 24      | -     | ~ 1 | -        | 3,2  | 0,140 | 0,45  |
| 6,6 - 8,6  | C         | 18,2     | -     | 36       | 33,0        | -    | 35      | 40    | -   | 11,9     | 16,1 | -     | 0,220 |
| 8,6- 10,6  | D         | 18,6     | 40    | -        | -           | 5    | 24      | -     | ~ 1 | -        | 4,5  | 0,140 | 0,45  |



LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVO  
IMPIANTO SPORTIVO COPERTO IN LOC. I  
POGGINI - RELAZIONE GEOLOGICA

Giugno 2017

Scala 1:150

Via Volterrana, 427 - 56030 - Terricciola (PI)  
e-mail: m.montagnani@studigeologici.it

Prova penetrometrica CPT3<sub>mag17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

- 0,0 ÷ 0,4 m Materiale di riporto di composizione sabbiosa;
- 0,4 ÷ 1,4 m Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );
- 1,4 ÷ 6,8 m Argilla, argilla limosa ed argilla limo-sabbiosa, consistente ( $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ );
- 6,8 ÷ 9,0 m Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata ( $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ );
- 9,0 ÷ 10,6 m Argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-15 \text{ kg/cm}^2$ );

Prova CPT3<sub>mag17</sub>

| Profondità<br>m dal p.c. | Orizzonte | $\gamma$<br>kN/mc | $C_u$<br>kPa | $\varphi_p$<br>° | $\varphi_{vc}$<br>° | $C'$<br>kPa | $\varphi'$<br>° | $D_r$<br>% | OCR<br>- | $E_{25}$<br>MPa | M<br>MPa | $C_c$<br>- | $\nu$<br>- |
|--------------------------|-----------|-------------------|--------------|------------------|---------------------|-------------|-----------------|------------|----------|-----------------|----------|------------|------------|
| 0,0 - 1,4                | A         | 17,4              | 70           | -                | -                   | 10          | 25              | -          | ~ 1      | -               | 10,0     | 0,200      | 0,45       |
| 1,4 - 6,8                | B         | 18,4              | 100          | -                | -                   | 10          | 27              | -          | ~ 1      | -               | 15,0     | 0,147      | 0,45       |
| 6,8 - 9,0                | C         | 18,6              | -            | 35               | 32,6                | -           | 35              | 45         | -        | 15,0            | 19,7     | -          | 0,217      |
| 9,0 - 10,6               | D         | 18,4              | 35           | -                | -                   | 10          | 24              | -          | ~ 1      | -               | 5,2      | 0,200      | 0,45       |

$\gamma$  ⇒ peso di volume;  $C_u$  ⇒ coesione non drenata;  $\varphi_p$  ⇒ angolo di resistenza al taglio di picco;  $\varphi_{vc}$  ⇒ angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$  ⇒ densità relativa; OCR ⇒ grado di sovra-consolidazione;  $E_{25}$  ⇒ modulo elastico operativo; M ⇒ modulo confinato;  $C_c$  ⇒ indice di compressibilità;  $\nu$  ⇒ coefficiente di Poisson;  $c' *$  ⇒ coesione drenata;  $\varphi' *$  ⇒ angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

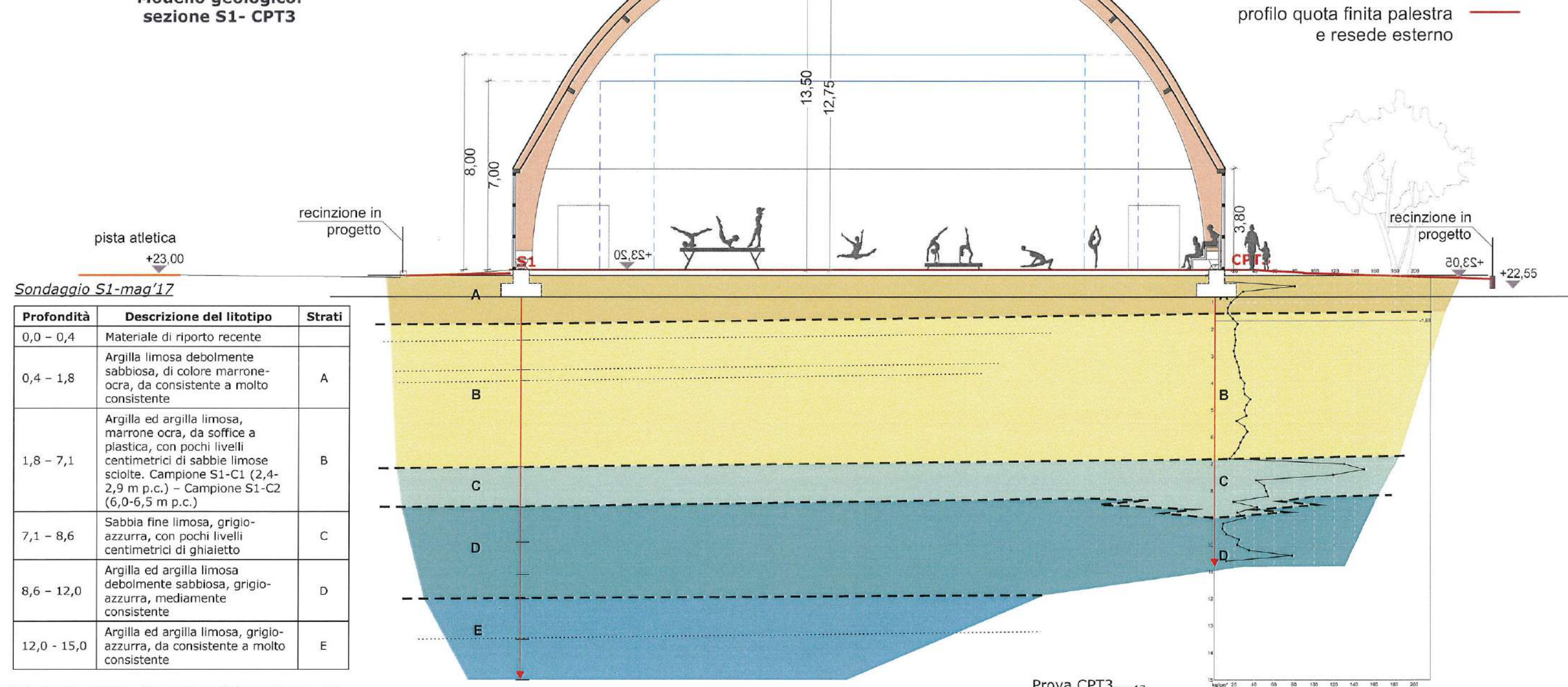
Prova CPT4<sub>mag17</sub>

| Profondità<br>m dal p.c. | Orizzonte | $\gamma$<br>kN/mc | $C_u$<br>kPa | $\varphi_p$<br>° | $\varphi_{vc}$<br>° | $C'$<br>kPa | $\varphi'$<br>° | $D_r$<br>% | OCR<br>- | $E_{25}$<br>MPa | M<br>MPa | $C_c$<br>- | $\nu$<br>- |
|--------------------------|-----------|-------------------|--------------|------------------|---------------------|-------------|-----------------|------------|----------|-----------------|----------|------------|------------|
| 0,0 - 2,0                | A         | 17,6              | 65           | -                | -                   | 10          | 25              | -          | ~ 1      | -               | 9,6      | 0,148      | 0,45       |
| 2,0 - 6,2                | B         | 17,2              | 45           | -                | -                   | 10          | 24              | -          | ~ 1      | -               | 6,0      | 0,135      | 0,45       |
| 6,2 - 7,0                | C         | 17,8              | 55           | -                | -                   | 5           | 25              | -          | ~ 1      | -               | 8,0      | 0,110      | 0,45       |
| 7,0 - 11,2               | D         | 18,7              | 50           | -                | -                   | 5           | 25              | -          | ~ 1      | -               | 7,5      | 0,135      | 0,45       |
| 11,2 - 14,8              | E         | 18,8              | 70           | -                | -                   | 10          | 26              | -          | ~ 1      | -               | 10,0     | 0,130      | 0,45       |

Codice CIG Z4D1E5C104

Modello geologico:  
sezione CPT3-CPT4



Modello geologico:  
sezione S1- CPT3

Sondaggio S1-mag'17

| Profondità  | Descrizione del litotipo   | Strati |
|-------------|--|--------|
| 0,0 - 0,4   | Materiale di riporto recente   |        |
| 0,4 - 1,8   | Argilla limosa debolmente sabbiosa, di colore marrone-ocra, da consistente a molto consistente   | A      |
| 1,8 - 7,1   | Argilla ed argilla limosa, marrone ocra, da soffice a plastica, con pochi livelli centimetrici di sabbie limose sciolte. Campione S1-C1 (2,4-2,9 m p.c.) - Campione S1-C2 (6,0-6,5 m p.c.) | B      |
| 7,1 - 8,6   | Sabbia fine limosa, grigio-azzurra, con pochi livelli centimetrici di ghiaietto  | C      |
| 8,6 - 12,0  | Argilla ed argilla limosa debolmente sabbiosa, grigio-azzurra, mediamente consistente  | D      |
| 12,0 - 15,0 | Argilla ed argilla limosa, grigio-azzurra, da consistente a molto consistente  | E      |

Schematizzazione litotecnica del sondaggio S1<sub>mag'17</sub>

| Prof.       | orizzonte | $\gamma$ | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C_u$ | $D_r$ | $M$  | $E_{25}$ | $\nu$ | $C_c$ | $c'$ | $\phi'$ |
|-------------|-----------|----------|----------|-------------|-------|-------|------|----------|-------|-------|------|---------|
| m p.c.      |           | kPa      | (°)      | (°)         | kPa   | %     | MPa  |          | -     |       | kPa  | (°)     |
| 0,0 - 1,8   | A         | 18,5     | -        | -           | 80    | -     | 8,0  | -        | 0,45  | 0,150 | 10   | 25      |
| 1,8 - 7,1   | B         | 19,4     | -        | -           | 18    | -     | 2,8  | -        | 0,45  | 0,141 | 8    | 24      |
| 7,1 - 8,6   | C         | 18,3     | 36,0     | 32,3        | -     | 38    | 18,0 | 14,0     | 0,200 | -     | -    | 35      |
| 8,6 - 12,0  | D         | 18,1     | -        | -           | 30    | -     | 5,0  | -        | 0,45  | 0,190 | 10   | 24      |
| 12,0 - 15,0 | E         | 18,1     | -        | -           | 40    | -     | 4,5  | -        | 0,45  | 0,160 | 10   | 24      |

$\gamma$   $\Rightarrow$  peso di volume;  $C_u$   $\Rightarrow$  coesione non drenata;  $\phi_p$   $\Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio di picco;  $\phi_{vc}$   $\Rightarrow$  angolo di resistenza al taglio a volume costante;  $D_r$   $\Rightarrow$  densità relativa; OCR  $\Rightarrow$  grado di sovra-consolidazione;  $E_{25}$   $\Rightarrow$  modulo elastico operativo;  $M$   $\Rightarrow$  modulo confinato;  $C_c$   $\Rightarrow$  indice di compressibilità;  $\nu$   $\Rightarrow$  coefficiente di Poisson;  $c'$   $\Rightarrow$  coesione drenata;  $\phi'$   $\Rightarrow$  angolo di attrito efficace (\* - parametri stimanti).

Codice CIG Z4D1E5C104

Prova penetrometrica CPT3<sub>mag'17</sub> (profondità da p.c. locale 10/05/2017)

|              |  |
|--------------|--|
| 0,0 ÷ 0,4 m  | Materiale di riporto di composizione sabbiosa;   |
| 0,4 ÷ 1,4 m  | Argilla ed argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 13-22 \text{ Kg/cm}^2$ );          |
| 1,4 ÷ 6,8 m  | Argilla, argilla limosa ed argilla limo-sabbiosa, consistente ( $Q_c = 20-26 \text{ kg/cm}^2$ ); |
| 6,8 ÷ 9,0 m  | Sabbia e ghiaia, da sciolta a mediamente addensata ( $Q_c = 30-42 \text{ kg/cm}^2$ );            |
| 9,0 ÷ 10,6 m | Argilla limosa, da plastica a consistente ( $Q_c = 9-15 \text{ kg/cm}^2$ );                      |

Prova CPT3<sub>mag'17</sub>

| Profondità | Orizzonte | $\gamma$ | $C_u$ | $\phi_p$ | $\phi_{vc}$ | $C'$ | $\phi'$ | $D_r$ | OCR | $E_{25}$ | $M$  | $C_c$ | $\nu$ |
|------------|-----------|----------|-------|----------|-------------|------|---------|-------|-----|----------|------|-------|-------|
| m dal p.c. |           | kN/mc    | kPa   | °        | °           | KPa  | °       | %     | -   | MPa      | MPa  | -     | -     |
| 0,0 - 1,4  | A         | 17,4     | 70    | -        | -           | 10   | 25      | -     | ~ 1 | -        | 10,0 | 0,200 | 0,45  |
| 1,4 - 6,8  | B         | 18,4     | 100   | -        | -           | 10   | 27      | -     | ~ 1 | -        | 15,0 | 0,147 | 0,45  |
| 6,8 - 9,0  | C         | 18,6     | -     | 35       | 32,6        | -    | 35      | 45    | -   | 15,0     | 19,7 | -     | 0,217 |
| 9,0 - 10,6 | D         | 18,4     | 35    | -        | -           | 10   | 24      | -     | ~ 1 | -        | 5,2  | 0,200 | 0,45  |

Nel foro lasciato dalla prova penetrometrica è stato misurato un livello piezometrico a - 1,68 m dal p.c. (10/05/2017).