

## **COMUNE DI PONSACCO**

(Pisa)

### **PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA**

### **UTOE 3 - Comparto 6 - Viale Italia**

---

Relazione di fattibilità geologica

(L.R. 41/18 – N.T.A. DEL. C.I. 185/04 - D.P.G.R. 53/R- D.P.G.R. 5/R)

COMMITTENZA:       IN GIARDINO S.R.L.

PROGETTISTI:       Arch. Fabrizio Macchi – Geom. Marco Iannarone

GEOLOGO :           Dott. PAOLO GIANI

**OTTOBRE 2021**

### *PREMESSA*

La presente relazione di fattibilità geologica supporta il Piano Attuativo di iniziativa privata individuato dalla scheda norma dell'area 6 del vigente regolamento Urbanistico del Comune di Ponsacco ed è riferito alla costruzione di un fabbricato per attività artigianale-commerciale sul sub comparto 6a.

Il piano attuativo di iniziativa privata per la redistribuzione degli standards urbanistici riguarda l'intero comparto 6 ma la sua attuazione sarà sempre per subcomparti, così come prevede la scheda norma dell'area 6, in comparto 6a e comparto 6b; nello specifico il presente piano attuativo approfondisce la realizzazione e convenzione del subcomparto 6a, fermo restando che la redistribuzione degli standards sull'intero comparto 6 sono richiesti da tutti i proprietari.

In questa sede si valutano le condizioni di fattibilità dell'intervento alla luce dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base di eventuali dati esistenti e/o sull'incrocio delle informazioni disponibili con i criteri definiti dalla disciplina del D.P.G.R. n. 5/R del 30/01/2020.

Per definire la fattibilità del Piano attuativo ne è stata inoltre verificata la compatibilità rispetto alle salvaguardie ed ai vincoli sovraordinati alla disciplina del P.R.G., introdotti dalle normative nazionali e regionali sul rischio idraulico (N.T.A. Del. 185/2004 dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e L.R. 41/2018).

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica dei terreni si fa riferimento in questa fase ad un'indagine effettuata in loco consistita in nr 2 CPT, integrata con una campagna geognostica effettuata su un lotto adiacente, mentre dal punto di vista sismico sono state eseguite indagini di sismica passiva a stazione singola HVSR.

Si rimanda alla fase esecutiva l'esecuzione di una campagna geognostica e sismica di dettaglio conforme a quanto previsto dal D.P.G.R. 36/R, essendo l'intervento edilizio in progetto in classe di indagine 4.

## **1.DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'area interessata dal Comparto 6a, è posta a sud-Ovest dell'edificato artigianale/commerciale PIP 2 ricadente (nell'UTOE 3 zona industriale), regolato dalla **Scheda Norma dell'area 6**, comparto ineditato con fronte principale su viale Italia, confinante con via di previsione comparto 12 del R.U. a ovest, comparto 6b a sud, edificio esistente a nord. Il piano attuativo è finalizzato alla realizzazione di un nuovo edificio per attività artigianale-commerciale. L'attuazione dell'intervento prevede la realizzazione di standard funzionali quali parcheggi, verde pubblico attrezzato e una pista ciclo/pedonale che attraversa il verde pubblico e corre sul fronte ovest del comparto 6. Il verde pubblico in parte è individuato come superfice per la compensazione idraulica, rifinito con caratteristiche di un'area agricola pur mantenendo le previsioni di standard pubblico.

Per quanto riguarda la pista ciclabile, si rende noto che questa subisce una leggera modifica al tracciato rispetto alla previsione del comparto 6.

Il progetto prevede la realizzazione di un'area a parcheggio di mq. 765,13 con n. 30 posti auto e n. 1 per disabili. L'area a verde pubblico comprende la vasca di compensazione idraulica, la pista ciclabile e la cabina Enel, ed è così composto:

- La superfice per la compensazione idraulica, che sviluppa un volume pari mc 112 con una profondità media pari a cm. 33 senza mai scendere a cm. -40 di profondità e rifinita come area agricola.

- La pista ciclabile della larghezza di mt. 2,5, complanare con viale Italia

Nello spazio a verde sarà prevista, una piantumazione lungo la ciclabile di alberi essenza "Leccio", arbusti di Oleandro, Eleagnus Ebbingei. e semina di prato "Festuca

### **- Parametri Urbanistici ed edilizi sub-comparto 6a:**

Superficie territoriale: 4.346,63 mq

Superficie strade: pista ciclabile: 135,50 ml

Superficie standard funzionali: Parcheggio mq 764 - Verde mq 900

Superficie fondiaria: 2.682,63 mq

Superficie utile lorda massima ammessa: a) 1.610 mq b) 1.340

Altezza massima consentita: H 10 mt

Rapporto di copertura 38,47% - 1.032 -mq

Distanza dai confini: 5 mt

Distanza dalle strade 7,5 mt

## **2. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DEL SITO**

Il fabbricato in progetto andrà a collocarsi nella vasta pianura alluvionale posta sulla sinistra orografica del fiume Arno, in un'area pertanto caratterizzata da una conformazione morfologica pressochè pianeggiante, a leggera pendenza verso ONO (2.5-3‰), caratterizzata da quote medie di poco superiori ai 18,0m s.l.m..

Tracciando un breve quadro dell'assetto idrografico e idraulico del sito di intervento e della zona circostante si rileva che in origine il deflusso delle acque piovane era garantito da alcune fosse campestri parallele dirette prevalentemente SSO-NNE le quali confluivano le acque basse nel Rio di Pozzale corrente lungo la strada comunale di Gello.

La geologia di superficie è costituita da sedimenti alluvionali olocenici (vedi Corografia Generale scala 1:10000 all.), di prevalente composizione silico-clastica, caratterizzati dall'alternanza di limi sabbiosi sciolti o poco addensati ed argille limose di media plasticità e consistenza. Tali depositi olocenici sono legati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella Pianura di Pisa durante la deglaciazione postwurmiana che ha prodotto la risalita del livello del mare.

In generale in questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua attuale (e a quelli antichi), sabbie accumulate durante le esondazioni del passato; nelle zone più lontane dai fiumi, invece, che sono rimaste leggermente depresse e quindi soggette ad impaludamenti, sono più diffuse le argille e le torbe dato che le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini. I suoli superficiali, nelle zone dove prevalgono sedimenti sabbioso-limosi e limo-sabbiosi garantiscono un apprezzabile drenaggio verticale. Nei siti dove invece prevalgono sedimenti fini limo-argillosi l'infiltrazione verticale risulta difficoltosa per cui la

circolazione delle acque piovane si concentra nel primo metro provocando nei periodi molto umidi saturazioni e ristagni temporanei.

Nel tempo si sono verificate ampie modifiche del tracciato del fiume principale; da immagini da satellite sono stati infatti rilevati numerosi tratti di alvei fluviali abbandonati per naturale evoluzione del corso fluviale, nonchè paleoalvei sepolti che testimoniano una significativa variazione del regime di deposizione e quindi una notevole eteropia laterale dei sedimenti alluvionali.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, nell'area esiste una attiva circolazione idrica sotterranea spiegabile con la presenza di una falda freatica regionale direttamente alimentata dalle piogge e dalla filtrazione laterale delle acque dell'Arno e dei canali principali; da essa attingono i pozzi a sterro localizzati presso molti dei fabbricati rurali e non dispersi nella pianura a sud dell'Arno.

La circolazione sotterranea, pur modesta, interessa esclusivamente gli strati sabbiosi e limo-sabbiosi a maggiore permeabilità, per cui, data la notevole vicinanza dei medesimi, origina modeste falde sospese separate da livelli argillosi, saturi ma improduttivi. Nell'area in esame, alla luce dei numerosi sondaggi effettuati, oltre i nove-dieci metri di profondità si riscontrano frequenti livelli di sabbie limose interessate da circolazione di falda costante, probabilmente caratterizzata da una leggera pressione.

Entro il foro di ispezione della prova CPT1 è stato misurato (20 Marzo 2021) un livello d'acqua stabilizzato a 1,50mt di profondità dal p.c., indicativo verosimilmente di una circolazione freatica entro i limi sabbiosi subsuperficiali, ma potrebbe derivare anche da livelli acquiferi in pressione presenti più in profondità. Alla luce di quanto sopra evidenziato si consiglia di realizzare lo scavo preliminare alla realizzazione delle fondazioni in periodo secco ovvero di prendere in considerazione la possibilità di dotare il cantiere di pompa idrovora per consentire il getto delle strutture, qualora vi fossero venute d'acqua di un certo rilievo entro lo sbancamento.

### **3. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO**

Le prove CPT effettuate in loco consentono in questa fase una prima caratterizzazione del sottosuolo di intervento, differenziandolo nei livelli a diverso grado di addensamento. Sulla base delle correlazioni empiriche e semiempiriche proposte dalla letteratura specializzata ed in ragione della diversa resistenza geomeccanica dei terreni rilevati, si sono quindi attribuiti i parametri geotecnici ai vari litotipi differenziati nel sottosuolo.

L'interpretazione sotto riportata risente della naturale approssimazione caratteristica delle prove indirette, per cui la definizione litologica, derivando da correlazioni empiriche, può talvolta non rispondere alla realtà; i dati indiretti sono stati "tarati" e correlati con la stratigrafia dedotta da un sondaggio geognostico a carotaggio continuo effettuato grossomodo al centro del lotto adiacente in oggetto.

Il sondaggio geognostico effettuato ha consentito di affinare il modello litostratigrafico del sottosuolo confermando una situazione litostratigrafica piuttosto complessa con variazioni frequenti di litologie sia in senso orizzontale che verticale, per cui non è possibile individuare una sequenza stratigrafica univoca, come evidenziano peraltro le numerose prove penetrometriche e sondaggi effettuati nei terreni limitrofi all'area di intervento.

Gli orizzonti litologici con differenti caratteristiche geotecniche sono pertanto i seguenti:

**LITOTIPO A:** TERRENO DI RIPORTO. Presenta uno spessore stimabile in circa 50-60cm dal p.c. attuale.

**LITOTIPO B:** TERRENO PEDOLOGICO ORIGINARIO. Rappresenta il suolo pedologico arativo maggiormente sensibile alle variazioni di umidità stagionali di spessore stimabile in circa 40-50cm

**LITOTIPO C:** ARGILLE SABBIOSE/SABBIE ARGILLOSE COMPATTE  
( $21 < Q_c < 43 \text{ Kg/cm}^2$ )

In relazione ai parametri meccanico-fisici possono essere derivati i seguenti valori:

- Coesione non drenata	$C_u = 0,8-1,4 \text{ kg / cmq}$
- Peso di volume secco	$\gamma = 1.85 \text{ kg/dmc}$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 27-30^\circ$
- Modulo di deformazione edometrico	$M_o = 63-130 \text{ Kg/cmq}$

**LITOTIPO D: LIMI ARGILLOSI DI MEDIA CONSISTENZA ( $10 < Q_c < 20 \text{ Kg/cmq}$ )**

In relazione ai parametri meccanico-fisici possono essere derivati i seguenti valori dalle prove penetrometriche:

- Coesione non drenata	$C_u = 0,50-0,80 \text{ kg / cm}^2$
- Peso di volume	$\gamma = 1.85 \text{ kg/dm}^3$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 0^\circ$
- Modulo di deformazione edometrico	$50 < M_o < 60 \text{ Kg/cmq}$

Nel corso della perforazione a carotaggio continuo (S1) è stati prelevati n. 2 campioni, uno indisturbato alla profondità di 2,0m e l'altro intorno ai 4,0m dal p.c. sul quale è stata effettuata un'analisi granulometrica per la verifica a liquefazione dei limi sabbiosi saturi nonché una prova SPT. Sul campione indisturbato sono state fatte le seguenti determinazioni di laboratorio certificato (Laboratorio Sigma s.r.l., vedi Tabulati all.):

- Peso di volume
- Umidità naturale
- Prove di compressione ELL

La stratigrafia ricostruita con il sondaggio è la seguente:

0-0,6 RIPORTO

0,6-2,5 ARGILLA LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA

2,5-3,0 CAMPIONE C1

3,0-4,4 LIMO ARGILLOSO

4,4-7,0 LIMI SABBIOSI DEBOLMENTE ARGILLOSI

7,0-7,5 ARGILLA TORBOSA

7,5-9,5 LIMI SABBIOSI DEB. ARGILLOSI

9,5-10 ARGILLA TORBOSA

#### **4.POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

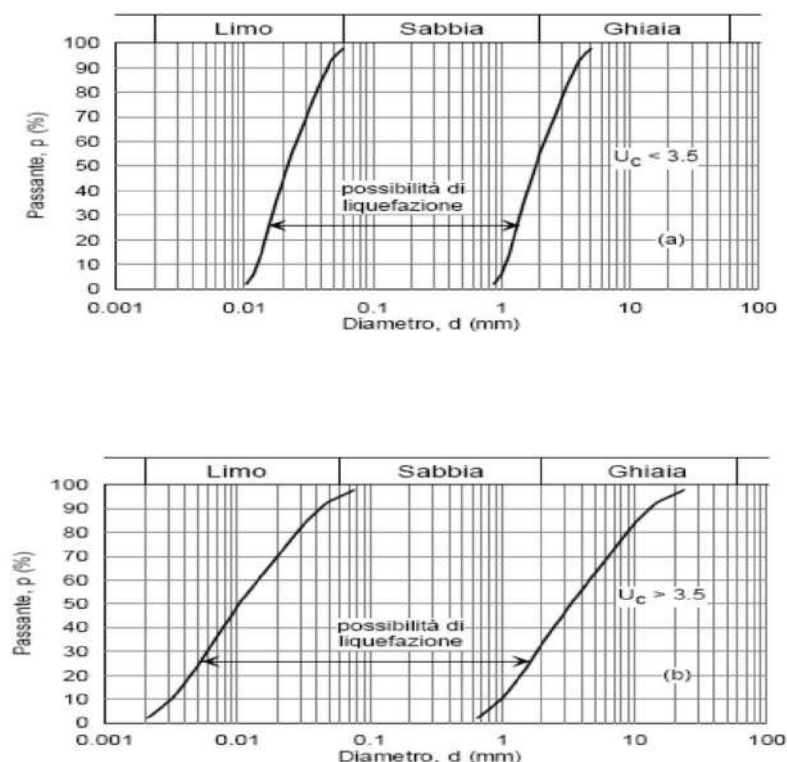
Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare.

Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio. La probabilità che in terreni sabbiosi si verifichi tale fenomeno è bassa o nulla e la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque 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\*  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  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  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ , con  $U_c$  rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa.



**Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.**

In riferimento al punto 5 nel caso esaminato le litologie presentano un coefficiente di uniformità maggiore di 3,5, e loro composizione granulometrica risulta esterna al fuso granulometrico, come riportato nei certificati allegati, per cui è possibile omettere ulteriori verifiche in base alla normativa vigente.

## **5. INQUADRAMENTO URBANISTICO: NORMATIVE SOVRAORDINATE AL P.R.G.**

### **5.1 Piano di bacino del fiume Arno: ammissibilità della richiesta ai sensi delle N.T.A. Del. C.I. n° 185/2004**

Nella cartografia adottata con Del. C.I. n° 185/2004 dall'Autorità di Bacino del fiume Arno (ed approvata con D.P.C.M. del 06/05/2005) risulta che il sito in oggetto è escluso dalle zone P.F.3, P.F.4 a rischio geomorfologico elevato e molto elevato. *Gli interventi previsti dallo Strumento Urbanistico sono ammissibili ai sensi dell' art. 8 N.T.A. Del. C.I. 185/2004.*

### **5.2 L.R. 41/2018**

In relazione alle misure di salvaguardia adottate dalla Regione Toscana in materia di rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua si rileva che l'area in esame è esterna alle fasce della larghezza di 10 metri dai cigli di sponda o dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua censiti nel comune di Ponsacco, per cui non è soggetta al vincolo di inedificabilità di cui all' art. 1.

## **6. CLASSI DI PERICOLOSITA'**

### **6.1 D.P.G.R. n. 53/R**

Seguendo le direttive del D.P.G.R. n. 53/R, l'area in esame è stata classificata come segue:

#### ***PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (CLASSE G1 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA)***

*Ricadono in questa classe “.....aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi”*

#### **➤ PERICOLOSITA' IDRAULICA**

L'area in esame risulta classificata in parte a pericolosità idraulica media (**P.I. 2**, ovvero “Aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra 200 e 500 anni”) in parte a pericolosità idraulica elevata (**P.I. 3**, ovvero “Aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni) ed in piccola parte (in sostanza le fossette campestri e il tracciato originario della pista ciclabile) a pericolosità idraulica molto elevata (**P.I.**

4, ovvero “Aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno inferiori o uguali ai 30 anni) per effetto del ristagno dovuto alla pioggia oraria massima attesa con TR=200 anni (da nuovo studio per Variante).

➤ **PERICOLOSITA' SISMICA (CLASSE S2 – PERICOLOSITA' SISMICA MEDIA)**

Per valutare la pericolosità sismica locale ai sensi del DPGR 53/R (punto C.5 allegato A) si sono considerate:

- le caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche dell'area;
- le caratteristiche litostratigrafiche rilevate mediante la campagna geognostica effettuata in adiacenza all'area in esame;
- le risultanze delle specifiche indagini geo-sismiche, effettuate in prospettiva di una MS di I livello, le quali hanno consentito di rilevare un profilo delle Vs da cui si evince una categoria “C” di suolo di fondazione e di indagini in sismica passiva che hanno escluso l'esistenza di frequenze di risonanza associabili a contatti tra litotipi a caratteristiche di velocità sismica (e quindi fisico-meccaniche) significativamente differenti.

Gli studi disponibili hanno consentito di rilevare che non esiste una suscettibilità di amplificazione locale in quanto non si rileva la presenza di significativi contrasti di impedenza sismica al di sotto della copertura alluvionale.

Per questo è stata definita una **Pericolosità sismica locale media (S.2)**: *ricadono in questa classe “...zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)*

**6. D. P. G. R. n. 5/R**

**Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.**

Alla luce delle cartografie di base disponibili, preso atto delle risultanze delle indagini geognostiche e sismiche effettuate in loco, nello specifico per l'area in oggetto si ha:

**PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

**BASSA G1:** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi

**PERICOLOSITA' IDRAULICA**

**P1**

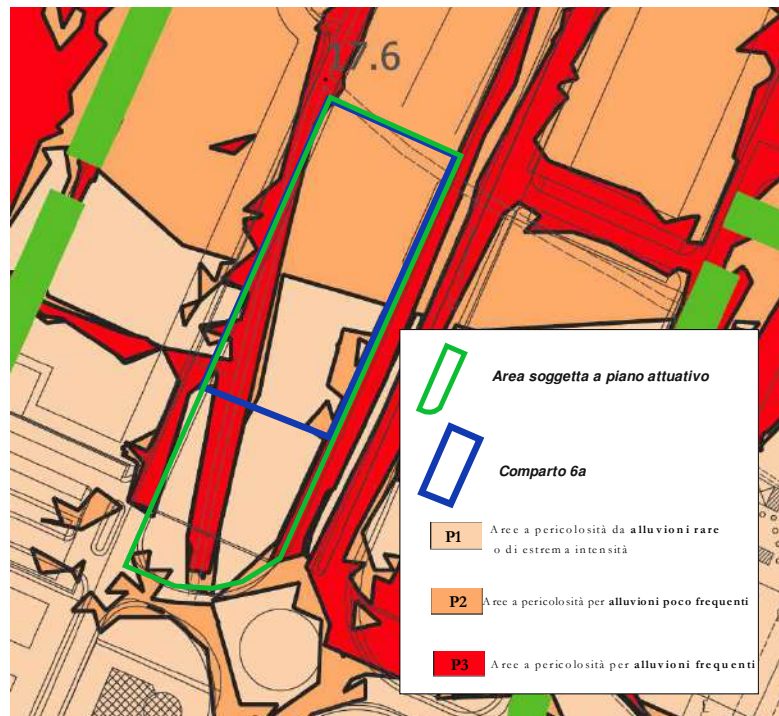
Aree a pericolosità da **alluvioni rare** o di estrema intensità (**P1**), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

**P2**

Aree a pericolosità per **alluvioni poco frequenti** (**P2**), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018

**P3**

Aree a pericolosità per **alluvioni frequenti** (**P3**), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018



**PERICOLOSITA' SISMICA**

**MEDIA S2:**

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $< 1.4$ ;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

**7.FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO EDILIZIO**

Di seguito si rivalutano pertanto le condizioni di fattibilità specifiche per l'area in esame alla luce della destinazione d'uso e dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base dei criteri definiti dalla nuova disciplina.

- La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici è **F2**.

In fase esecutiva, dal punto di vista geologico-geotecnico, sarà necessario basare la progettazione considerando i disposti del D.M. 14/01/18 e del D.P.G.R. 9 luglio 2009 n. 36/R (*"Regolamento di attuazione dell'art.117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1 -Norme per il governo del territorio"*) anche in relazione alle classi di indagine degli interventi edilizi ai sensi del D.P.G.R. 9 luglio 2009 n. 36/R.

Non sussistono invece condizioni di fattibilità legate direttamente all'assetto geomorfologico dell'area.

-La fattibilità in relazione agli aspetti idraulici è **F4**

### **COMPARTO 6a**

Dalla scheda norma risulta come il battente medio di esondazione per eventi Tr=200 anni tratto da P.G.R.A. (da Studio Ing. Croce) è pari a 10cm, ovvero l'area non risulta inondabile per eventi alluvionali con tempo di ritorno inferiore ai 200anni, mentre il battente medio dovuto al ristagno è stato stimato per l'area pari a 7 cm (da nuovo studio a supporto della Variante).

Il volume da compensare, considerato come il volume massimo tra “volume da compensare per esondazione P.G.R.A con TR200”, “volume da compensare per ristagno TR200 durata 1h” e “carico idraulico di progetto” (relativo all'invarianza idraulica TR50 durata 1h), risulta pari a 101mc (vedi tabella sotto riportata), per una superficie minima di compensazione di 284mq, in modo da non avere una profondità di scavo superiore ai 40cm.

	<i>Superficie territoriale</i>	4126	mq	
	<i>Superficie strade</i>	0	mq	
	<i>Superficie parcheggi</i>	765	mq	
	<i>Superficie verde pubblico</i>	900	mq	(595 mq +305 mq, compreso area compensazione e pista ciclabile)
	<i>Superficie fondiaria</i>	2461	mq	
		40%	%	
	<i>Rapporto di copertura</i>	984.4	mq	= max sup. coperta di progetto
<b><u>Pericolosità idraulica da esondazione e ristagno TR200 durata 1 h</u></b>				
<b>1</b>	<i>battente medio esondazione TR200 PGR.A</i>	0.1	m	da studio Ing. Croce (solo sovrapposizione parziale sul lotto)
	<i>sup. considerata per compensazione da esondazione TR200 PGR.A</i>	772	mq	= sup. sovrapposizione effettiva su sup. fondiaria
	<i>volume da compensare per esondazione TR200 PGR.A</i>	77	mc	
<b>2</b>	<i>battente medio ristagno TR200</i>	0.07	m	da nuovo studio per Variante, durata di pioggia 1 ora
	<i>sup. considerata per ristagno TR200</i>	984.4	mq	= max sup. coperta di progetto
	<i>volume da compensare per ristagno TR200</i>	69	mc	
<b><u>Invarianza idraulica TR50 durata 1 h</u></b>				
<i>stato attuale</i>				
	<i>superfici impermeabili</i>	0	mq	
	<i>superfici semipermeabili</i>	0	mq	
	<i>superfici permeabili - verde</i>	4126	mq	= sup. territoriale
	<i>superfici permeabili - agricole</i>	0	mq	
	<i>volume prodotto allo stato attuale</i>	53	mc	
<i>stato di progetto</i>				
	<i>superfici impermeabili</i>	984.4	mq	= max sup. coperta di progetto
	<i>superfici semipermeabili</i>	2241.6	mq	= sup. territoriale - altre voci
	<i>superfici permeabili a verde</i>	900	mq	= sup. verde pubblico compresa area di compensazione
	<i>volume prodotto allo stato di progetto</i>	154	mc	
<b>3</b>	<i>Carico idraulico di progetto</i>	101	mc	= vol. prodotto stato di progetto - vol. prodotto stato attuale
•	<b>VOLUME TOTALE DA COMPENSARE</b>	101	mc	= vol. max di 1 -2 -3
•	<b>SUPERFICIE MINIMA DI COMPENSAZIONE</b>	284	mq	(profondità massima scavo 40 cm)



Le prescrizioni per gli aspetti idraulici, così come riportato nella scheda norma dell'area 6 comparto 6a sono essenzialmente le seguenti:

-per il comparto in oggetto prevale l'esigenza di compensare la volumetria finalizzata a garantire l'invarianza idraulica della trasformazione del comparto piuttosto che le volumetrie derivanti dalle esondazioni di P.G.R.A. o quelle derivanti dalla modellazione bidimensionale sui ristagni. Si sottolinea a tal proposito come negli studi idraulici di supporto al P.S. vigente tutta l'area soggetta a Piano Attuativo risulta praticamente non compresa nelle aree inondabili per eventi con TR=200 anni (vedasi Planimetria altezze di esondazione TR200 anni - Fosso Rotina e Rio Pozzale) eccezion fatta per le sole due ex strade vicinali che attraversano il comparto, pertanto i volumi di compensazione anche in tal caso sono nettamente inferiori rispetto a quelli derivanti dal "carico idraulico di progetto" relativo all'invarianza idraulica TR50 durata 1h, che rimane pertanto di riferimento come volume da compensare in entrambi i comparti



- gli interventi di rialzamento del piano di calpestio dei fabbricati rispetto alla quota del battente TR200 dovranno essere realizzati **considerando un franco di sicurezza pari ad almeno il 10%**; a tal fine il progettista ha previsto il livellamento del piano di calpestio del fabbricato a +0,28m rispetto allo zero del rilievo posto sul marciapiede adiacente al lotto lungo viale Italia
- anche le aree di compensazione dovranno garantire un franco di sicurezza minimo del 10% rispetto alla volumetria suindicata;
- la compensazione dei volumi dovrà essere realizzata a cielo aperto all'interno dell'area appositamente individuata nella cartografia oppure potrà essere realizzata tramite volumi di accumulo interrati all'interno del lotto;
- l'area di compensazione a cielo aperto dovrà essere modellata in modo tale da garantire l'accumulo dei volumi indicati, senza superare la profondità massima di scavo di 40 cm dal piano campagna;
- l'area di compensazione a cielo aperto ed i volumi di accumulo interrati dovranno essere collegati al reticolo idraulico minore salvo casi di impedimento tecnico o di assenza di reticolo idraulico sul confine del lotto;
- lo svuotamento degli accumuli dovrà funzionare ad apertura manuale e/o comandata; la restituzione delle acque al reticolo idraulico dovrà essere successiva al passaggio della piena nel corpo idrico ricettore ed in ogni caso successiva all'evento meteorico critico (avente una durata stimata pari ad 1 ora); le aree destinate alla compensazione dovranno essere sempre disponibili e libere per l'accumulo dei volumi indicati;
- tutte le acque meteoriche insistenti sul comparto dovranno essere convogliate all'interno delle aree di compensazione;
- per le nuove pavimentazioni (viabilità, piazzali e parcheggi) dovranno essere privilegiate soluzioni di tipo semi-permeabile;
- per quanto riguarda la disciplina di PGRA è previsto il rispetto dell' Art.10 e dell' Art.11.
- anche in caso di realizzazione di compenso mediante volume interrato le acque dovranno essere restituite al reticolo superficiale lungo l'adiacente aree agricola;



- lo svuotamento delle aree di compensazione (a cielo aperto o interrate) potrà essere effettuato anche mediante sistemi di pompaggio, purché a comando manuale;
- lo svuotamento dell'area di compensazione a seguito delle precipitazioni dovrà essere effettuato ogniqualvolta sia superato il 10% di riempimento dell'area medesima;
- l'area di compensazione dovrà comunque essere dotata di un'adeguata pendenza per garantirne lo svuotamento a gravità, se a cielo aperto, o comunque l'accumulo nelle sole zone più depresse in caso di riempimento parziale;

**Il progettista ha apportato una lieve modifica alle aree individuate dalla cartografia per la compensazione tuttavia non vi è alcuna modifica alle volumetrie da compensare in quanto, prevalendo per il comparto in oggetto l'esigenza di compensare la volumetria finalizzata a garantire l'invarianza idraulica della trasformazione del comparto stesso, le "superfici di progetto" (impermeabili, semi-permeabili e permeabili a verde) non hanno subito alcuna variazione (essendo altresì ovviamente immutata sull'interno comparto la pioggia oraria massima attesa con ricorrenza TR50 anni).**

#### **COMPARTO 6b**

Le prescrizioni per gli aspetti idraulici, così come riportato nella scheda norma dell'area 6 comparto 6b sono essenzialmente le seguenti:

- dovranno essere verificate tramite esecuzione di un piano quotato riferito alla base cartografica di PGRA le altezze del piano di campagna dei lotti edificatori e conseguentemente verificare sulla base dei battenti Tr200 la necessità di misure di mitigazione del rischio idraulico tramite interventi di compensazione dei volumi di acqua sottratti;
- non si deve determinare aggravii di pericolosità in altre aree e di conseguenza non si deve incrementare il carico idraulico sui corsi d'acqua adiacenti ai sub comparti, rispettando anche i distanziamenti ed i franchi di sicurezza;
- dalle verifiche idrologico-idrauliche appena descritte il volume massimo da compensare risulta pari a **38 mc**;

- per il comparto in oggetto prevale l'esigenza di compensare la volumetria finalizzata a garantire l'invarianza idraulica della trasformazione del comparto piuttosto che le volumetrie derivanti dalle esondazioni di P.G.R.A. o quelle derivanti dalla modellazione bidimensionale sui ristagni;
- gli interventi di rialzamento del piano di calpestio dei fabbricati rispetto alla quota del battente TR200 (da esondazione o ristagno) dovranno essere realizzati considerando un franco di sicurezza pari ad almeno il 10%;
- anche le aree di compensazione dovranno garantire un franco di sicurezza minimo del 10% rispetto alla volumetria suindicata;
- la compensazione dei volumi dovrà essere realizzata a cielo aperto all'interno dell'area appositamente individuata nella cartografia oppure potrà essere realizzata tramite volumi di accumulo interrati all'interno del lotto;
- l'area di compensazione a cielo aperto dovrà essere modellata in modo tale da garantire l'accumulo dei volumi indicati, senza superare la profondità massima di scavo di 40 cm dal piano campagna;
- l'area di compensazione a cielo aperto ed i volumi di accumulo interrati dovranno essere collegati al reticolo idraulico minore salvo casi di impedimento tecnico o di assenza di reticolo idraulico sul confine del lotto;
- lo svuotamento degli accumuli dovrà funzionare ad apertura manuale e/o comandata; la restituzione delle acque al reticolo idraulico dovrà essere successiva al passaggio della piena nel corpo idrico ricettore ed in ogni caso successiva all'evento meteorico critico (avente una durata stimata pari ad 1 ora); le aree destinate alla compensazione dovranno essere sempre disponibili e libere per l'accumulo dei volumi indicati;
- tutte le acque meteoriche insistenti sul comparto dovranno essere convogliate all'interno delle aree di compensazione;
- per le nuove pavimentazioni (viabilità, piazzali e parcheggi) dovranno essere privilegiate soluzioni di tipo semipermeabile;

- per quanto riguarda la disciplina del DPGR 53/R/2011 è previsto il rispetto dell' Art.3.2.2.2 dell'Allegato A – Direttive per le indagini geologiche;
- per quanto riguarda la disciplina di PGRA è previsto il rispetto dell' Art.10 e dell' Art.11.
- anche in caso di realizzazione di compenso mediante volume interrato le acque dovranno essere restituite al reticolo superficiale lungo l'adiacente aree agricola;
- lo svuotamento delle aree di compensazione (a cielo aperto o interrate) potrà essere effettuato anche mediante sistemi di pompaggio, purché a comando manuale;
- lo svuotamento dell'area di compensazione a seguito delle precipitazioni dovrà essere effettuato ogniqualvolta sia superato il 10% di riempimento dell'area medesima;
- l'area di compensazione dovrà comunque essere dotata di un'adeguata pendenza per garantirne lo svuotamento a gravità, se a cielo aperto, o comunque l'accumulo nelle sole zone più depresse in caso di riempimento parziale;
- il progettista potrà proporre soluzioni alternative a quelle finora indicate limitatamente alle modalità di funzionamento (accumulo e restituzione) dell'area di compensazione, nel rispetto dei principi generali di cui sopra, senza apportare alcuna modifica alle volumetrie da compensare e alle aree individuate dalla cartografia, salvo i casi di esclusione previsti dalle schede di fattibilità.

Comparto	46	Destinazione: produttivo - artigianale - commerciale - dilettantile
<i>Superficie territoriale</i>	2436	mq
<i>Superficie strade</i>	81	mq
<i>Superficie parcheggi</i>	0	mq
<i>Superficie verde pubblico</i>	1071	mq (compreso area compensazione e pista ciclabile)
<i>Superficie fondaria</i>	1276	mq
<i>Rapporto di copertura</i>	40%	%
	510,4	mq = max sup. coperta di progetto
<b>Pericolosità idraulica da condizione s. ristagno TR200 durata 1 h</b>		
<i>Intensità media condizione TR200 PGRA</i>	0	mq da studio Ing. Croci
<i>sup. considerata per compensazione da condizione TR200 PGRA</i>	510,4	mq = max sup. coperta di progetto
<i>volume da compensare per condizione TR200 PGRA</i>	0	mc
<i>Intensità media ristagno TR200</i>	0,08	mq da nuovo studio per Variante, durata di pioggia 1 ora
<i>sup. considerata per ristagno TR200</i>	510,4	mq = max sup. coperta di progetto
<i>volume da compensare per ristagno TR200</i>	41	mc
<b>Insersione idraulica TR30 durata 1 h</b>		
<i>stato attuale</i>		
<i>superfici impermeabili</i>	0	mq
<i>superfici semipermeabili</i>	0	mq
<i>superfici permeabili - verde</i>	2436	mq = sup. territoriale
<i>superfici permeabili - agricole</i>	0	mq
<i>volume prodotto allo stato attuale</i>	31	mc
<i>stato di progetto</i>		
<i>superfici impermeabili</i>	591,4	mq = max sup. coperta di progetto + sup. strade
<i>superfici semipermeabili</i>	765,6	mq = sup. territoriale - altre voci
<i>superfici permeabili a verde</i>	1071	mq = sup. verde pubblico compresa area di compensazione
<i>volume prodotto allo stato di progetto</i>	77	mc
<i>Carico idraulico di progetto</i>	46	mc = vol. prodotto stato di progetto - vol. prodotto stato attuale
<b>VOLUME TOTALE DA COMPENSARE</b>	46	mc = vol. max di 1 - 2 - 3
<b>SUPERFICIE MINIMA DI COMPENSAZIONE</b>	129	mq (profondità massima scavo 40 cm)

E' stata altresì calcolata per l'area in esame la velocità di allagamento per eventi con TR=200 anni ed è risultata inferiore a 1m/s; questo dato, unitamente al dato di battente sopra indicato, consente di attribuire all'area una “**Magnitudo idraulica moderata**” (art. 2 lettera h1 L.R. 41/2018): valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s).

Essendo pertanto già in una condizione di Magnitudo idraulica moderata, recepite le indicazioni di cui sopra l'intervento risulta fattibile ai sensi della L.R. 41/2018 in base all'Art. 11 comma 1, rientrando il caso in esame nell'eccezione di cui all'art. 8 comma 1 lettera b della stessa.

La fattibilità in relazione agli aspetti sismici è **F2**

Non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase esecutiva, eccezion fatta per la definizione della categoria di suolo di fondazione che dovrà essere ottenuta mediante indagini geofisiche in relazione alla classe di indagine degli interventi edilizi ai sensi del D.P.G.R. 9 luglio 2009 n. 36/R.

***Alla luce di quanto sopra evidenziato si conclude che il Piano Attuativo è fattibile dal punto di vista geologico.***

Castel del Bosco, 26/10/2021

*Il Geologo*

---

## **APPENDICI**

- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (tratta da PGRA - Bacino del fiume Arno)
- Carta Geologica scala 1:10.000
- Carta Litotecnica scala 1:10.000
- Stralcio Carta di Pericolosità Geomorfologica (53/R.)
- Stralcio Carta di Pericolosità Idraulica (53/R.)
- Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (53/R.)
- Planimetria altezze esondazione TR=200 Fosso Rotina e Rio Pozzale
- Planimetria velocità esondazione TR=200 Fosso Rotina e Rio Pozzale
- Planimetria Magnitudo idraulica
- Carta delle M.O.P.S.
- Carta della Fattibilità scala 1:5000
- Planimetria generale con ubicazione indagini
- Elaborati prove penetrometriche statiche CPT1 e CPT2
- Certificato prove di laboratorio
- Indagine geofisica in sismica passiva



## PGRA Pericolosità costiera

- 1
- 2
- 3

## PGRA Pericolosità fluviale

- 1
- 2
- 3

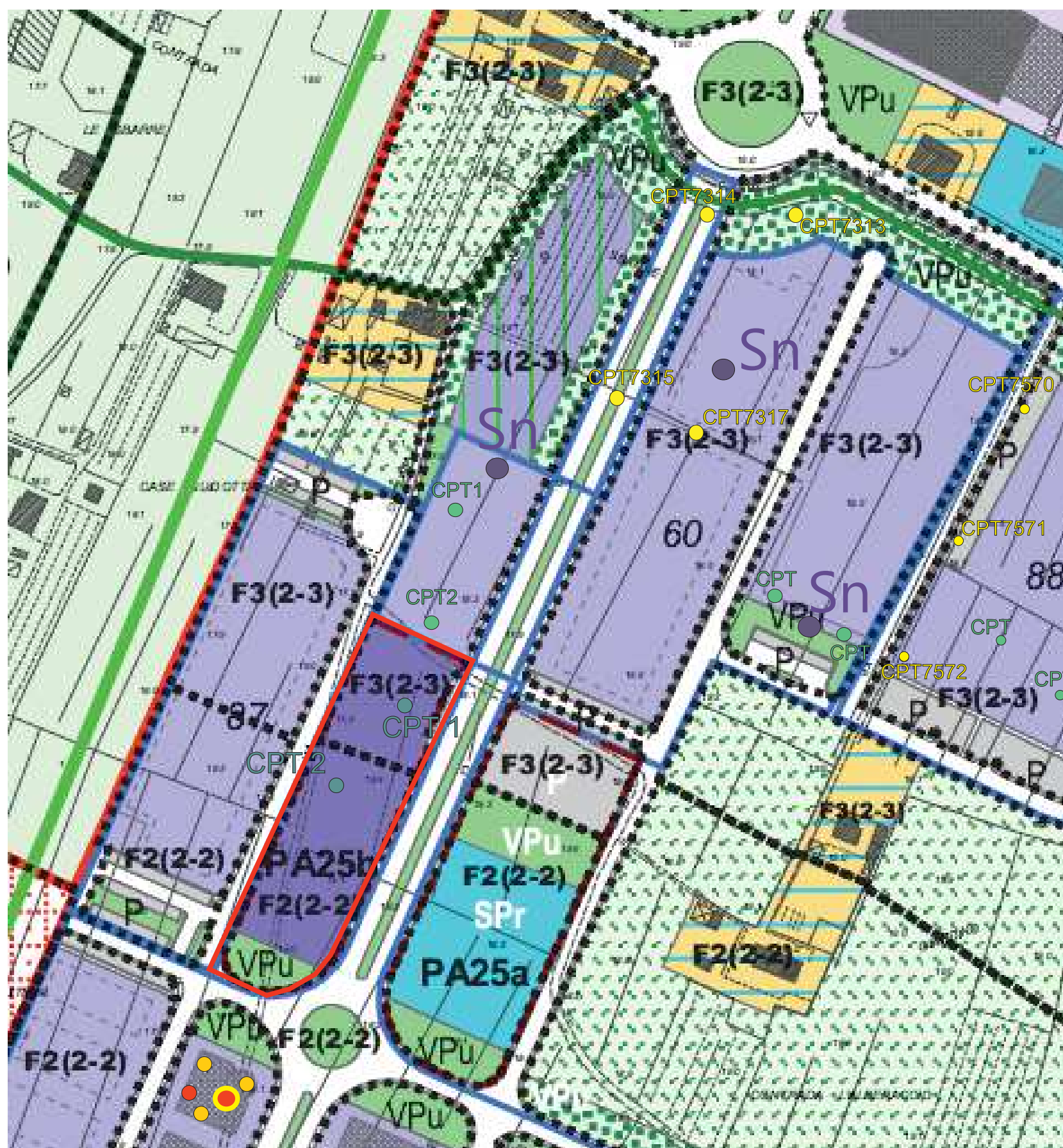
## Reticolo idrografico principale



## Limite Distretto Appennino Settentrionale








UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE  
DI RIFERIMENTO (IN FASE DI PUC)  
SCALA 1:2000

LEGENDA

- CPT ● Prove penetrometriche statiche (acquisite da database provincia di pisa)
- CPT ● Prove penetrometriche statiche effettuate in precedenti indagini
- Sn ● Sondaggi geognostici effettuati in precedenti indagini
- Sondaggio geognostico “certificato”
- Prova penetrometrica statica “certificata”
- Prove penetrometriche statiche effettuate in loco
-  Area soggetta a piano attuativo

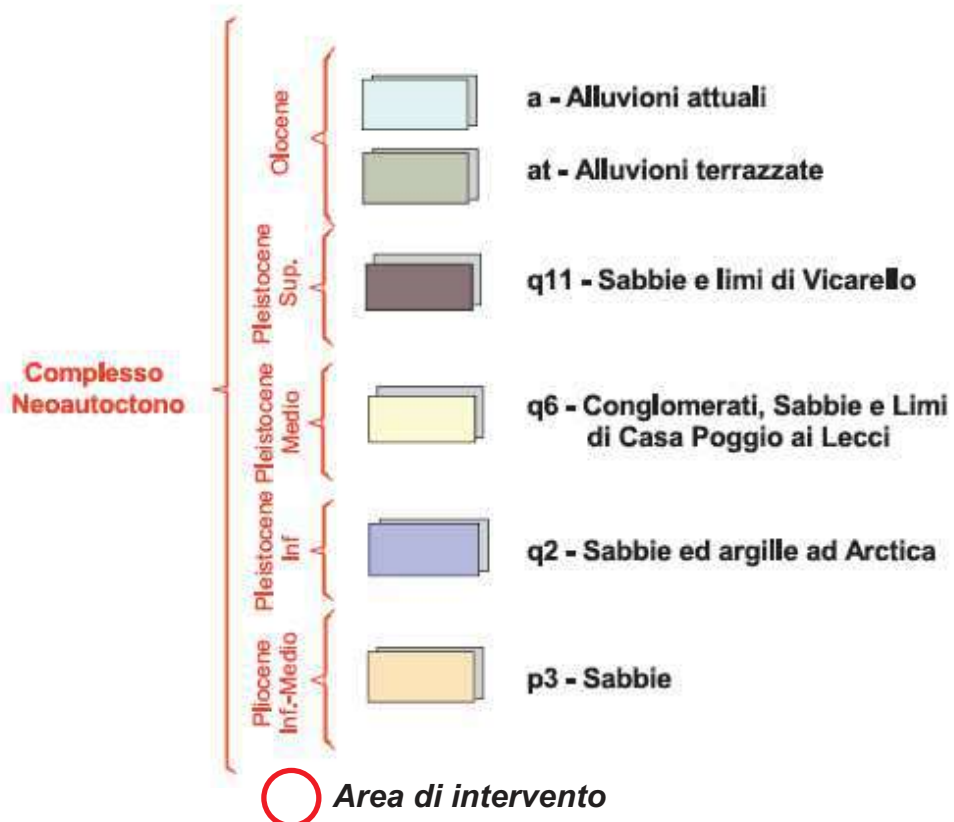
# CARTA GEOLOGICA

Scala 1:10.000

tratta da

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE

DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE





# CARTA LITOTECNICA

Scala 1:10.000









tratta da  
INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE  
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n°26/r-2007



 AREA IN ESAME

## Classi litotecniche

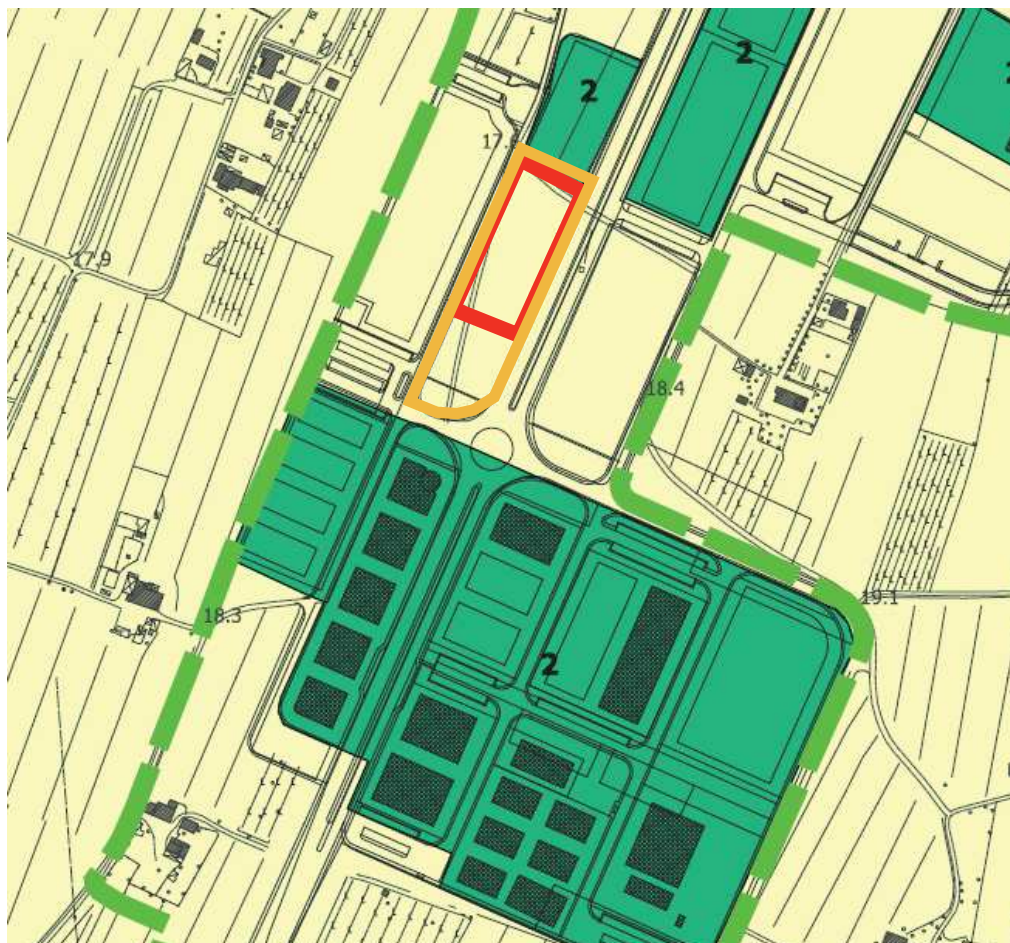
-  **Unità 1:** Formazioni di media resistenza  
(non rappresentata)
-  **Unità 2:** Formazioni semicoerenti conglomeratiche  
(q6 - q11)
-  **Unità 3:** Formazioni incoerenti sabbiose  
(at - p3)
-  **Unità 4:** Formazioni coerenti di scarsa resistenza  
(non rappresentata)
-  **Unità 5:** Formazioni pseudocoerenti argilloso-sabbiose  
(a)
-  **Unità 6:** Formazioni pseudocoerenti prevalentemente  
argillose (q2)
-  **Unità 7:** Accumulo di materiale rimaneggiato  
(discariche, detrito di versante, frane, ex cavi) - laghi
-  **Corsi d'acqua principali**

## Ubicazione Prove in sito





-  **Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche leggere**
-  **Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche pesanti**
-  **Ubicazione Prove Penetrometriche Statiche**
-  **Ubicazione Sondaggi**
-  **Ubicazione Saggi**

# G.06.a

## Carta della pericolosità geologica



### CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N.53R

-  **Pericolosità geologica bassa (G.1):**  
aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.
-  **Pericolosità geologica media (G.2):**  
aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 15%.
-  **Pericolosità geologica elevata (G.3)**  
aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, 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; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 15%.
-  **Pericolosità geologica molto elevata (G.4)**  
aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.



Area soggetta a piano attuativo



Comparto 6a



# G.08.a

1:5.000

## Carta della pericolosità idraulica



Area soggetta a piano attuativo



Comparto 6a

### CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N.53R



#### Pericolosità idraulica bassa (I.1)

aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazioni favorevoli 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.



#### Pericolosità idraulica media (I.2)

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < TR \leq 500$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.



#### Pericolosità idraulica elevata (I.3)

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < TR \leq 200$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.



#### Pericolosità idraulica molto elevata (I.4)

aree interessate da allagamenti per eventi con  $TR \leq 30$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni: a)vi sono notizie storiche di inondazioni; b)sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

— Corso d'acqua principale (F.Cascina e F.Era)

**Reticolo idrografico ai sensi del L.R.79/2012**

— Corso d'acqua appartenente al reticolo

— Corso d'acqua appartenente ad altro reticolo

— Corso d'acqua tombato



Territorio Urbanizzato



Limite comunale



# G.13.a

## Carta della pericolosità sismica locale



Area soggetta a piano attuativo



Comparto 6a

### CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



#### Pericolosità sismica locale bassa (S.1)

zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.



#### Pericolosità sismica locale media (S.2)

zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).



#### Pericolosità sismica locale elevata (S.3)

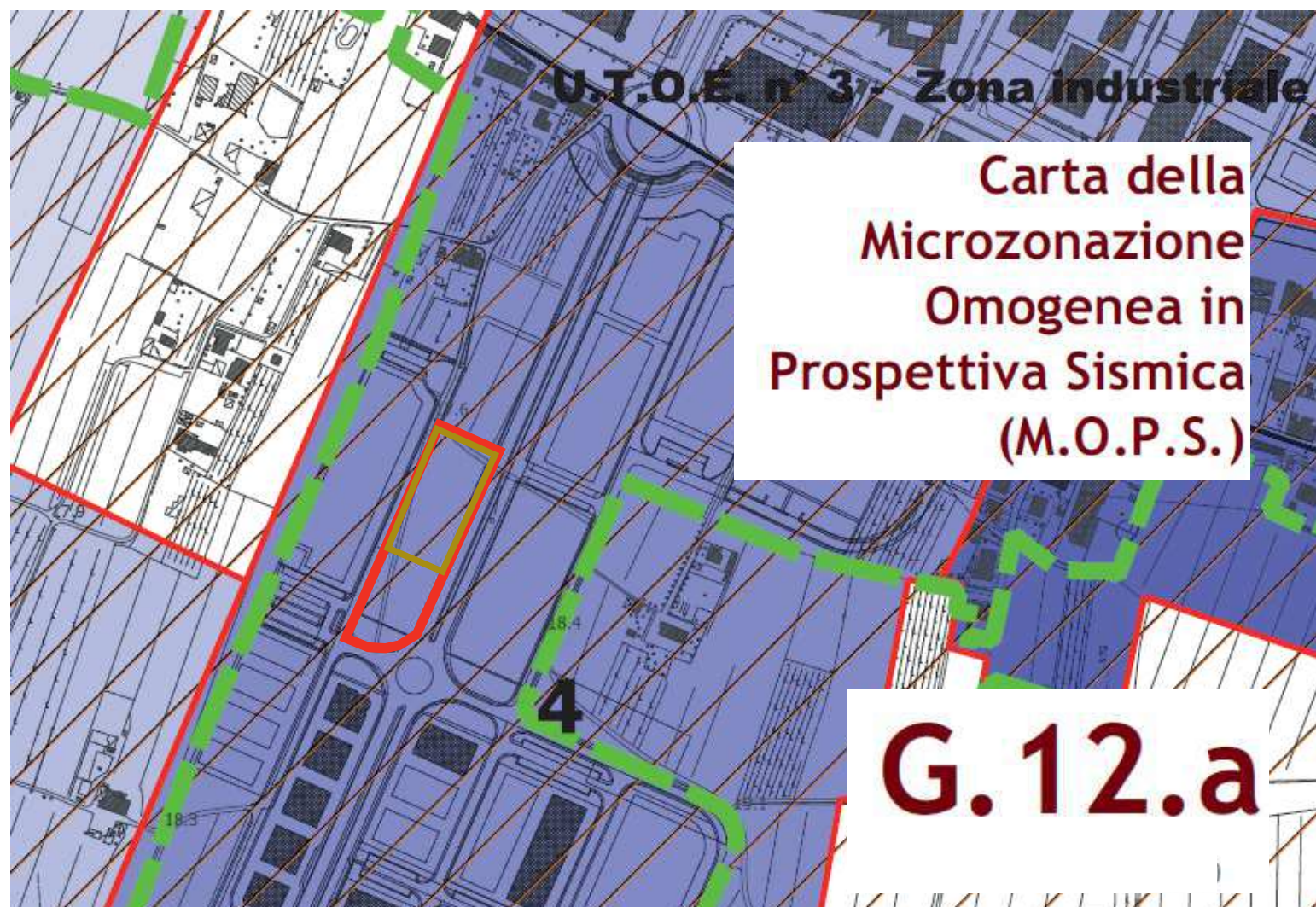
zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.







#### Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)

zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2.








#### AREE DI INTERESSE

-  Limiti comunali
-  U.T.O.E. vigenti (Aree di analisi della carta MOPS)
-  Perimetro territorio urbanizzato
-  U.T.O.E. di progetto

#### ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

-  Corpo di frana attivo
-  Corpo di frana quiescente
-  Area interessata da soliflusso









*Area soggetta a piano attuativo*

*Comparto 6a*

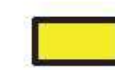
#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (con un alto contrasto di impedenza sismica)

-  **Zona 7** FONDOVALLE FIUME CASCINA - CAPOLUOGO  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente limosi da poca a media consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi da poca a media consistenza
-  **Zona 8** FONDOVALLE FIUME ERA-CASCINA - CAPOLUOGO EST  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi da poca a media consistenza
-  **Zona 10** FONDOVALLE FIUME ERA - ZONA VAL DI CAVA  
Depositi alluvionali argillo-limosi prevalentemente poco consistenti

#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (prive di un alto contrasto di impedenza sismica)

-  **Zona 1** FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA LE MELORIE NORD  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di media consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di media consistenza.
-  **Zona 2** FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA LE MELORIE SUD  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di media consistenza.
-  **Zona 3** FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA PRODUTTIVA NORD  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di medio/alta consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di medio/alta consistenza.
-  **Zona 4** FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA PRODUTTIVA SUD  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di media consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di medio/alta consistenza
-  **Zona 5** FONDOVALLE FIUME CASCINA - CAPOLUOGO NORD  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente limoso-argillosi di media consistenza
-  **Zona 6** FONDOVALLE FIUME CASCINA - CAPOLUOGO SUD  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di bassa/media consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di media consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di media consistenza
-  **Zona 9** FONDOVALLE FIUME ERA-CASCINA - CAPOLUOGO EST  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di media consistenza  
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di bassa/media consistenza
-  **Zona 11** FONDOVALLE FIUME ERA - ZONA VAL DI CAVA  
Depositi alluvionali terrazzati pleistocenici prevalentemente argillo-limosi e sabbiosi di media/alta consistenza  
Depositi alluvionali terrazzati pleistocenici prevalentemente sabbiosi e addensati

#### ZONE STABILI (substrato sismico ipotizzato)



-  **12** RILIEVO COLLINARE I POGGINI - UNITA' DEL PLIOCENE  
Formazione VIa prevalentemente sabbiosa da mediam. addensati a addensati








# Planimetria altezze di esondazione Tr200 anni Fosso Rotina e Rio Pozzale

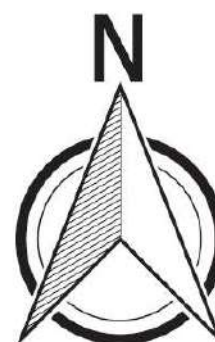


## Legenda

-  Comune di Ponsacco
-  Reticolo idrografico oggetto di studio

Battenti idraulici nelle aree  
di allagamento per Tr 200 anni [m]:

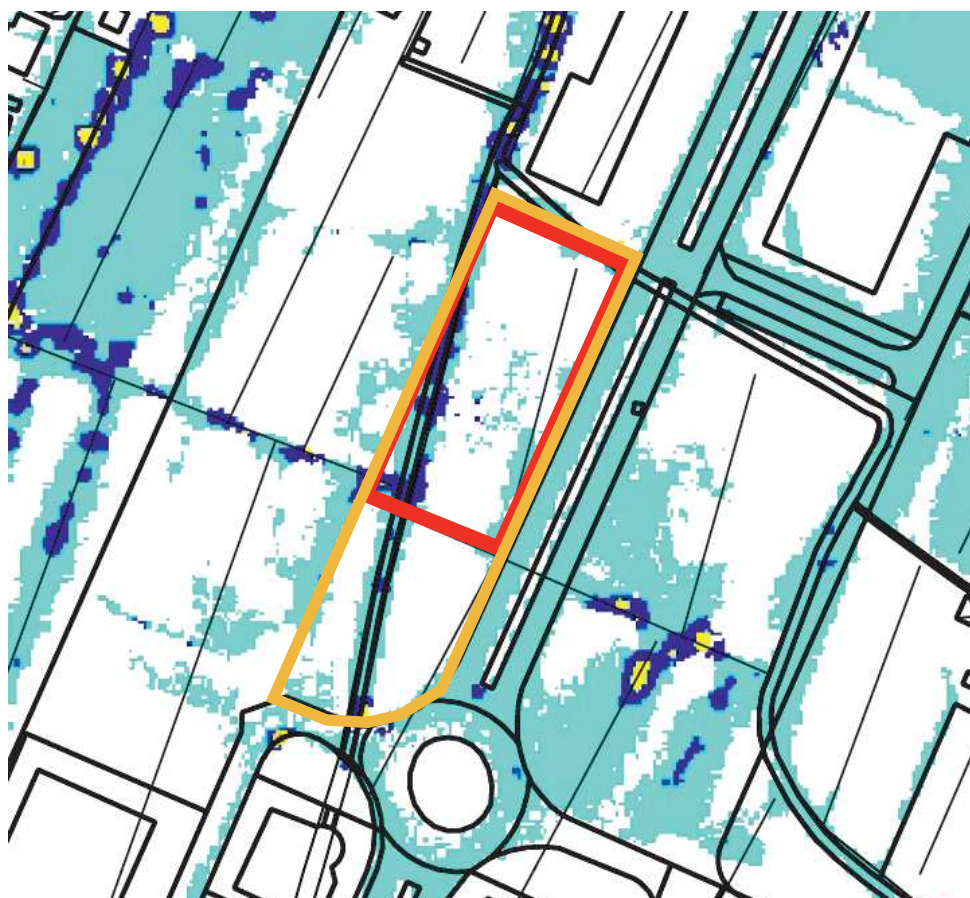
-   $\leq 0.1$
-   $0.10 - 0.250$
-   $0.25 - 0.50$
-   $0.5 - 10$
-   $> 10$



*Area soggetta a piano attuativo*

# 1.04

## Planimetria velocità di esondazione Tr200 anni Fosso Rotina e Rio Pozzale



*Area soggetta a piano attuativo*



*Comparto 6a*

### Legenda



Comune di Ponsacco



Reticolo idrografico oggetto di studio

Velocità nelle aree di allagamento per Tr 200 anni [m/s]:



$\leq 0.25$



0.25 - 0.50



0.50 - 1.00



1.00 - 2.00



$> 2.00$

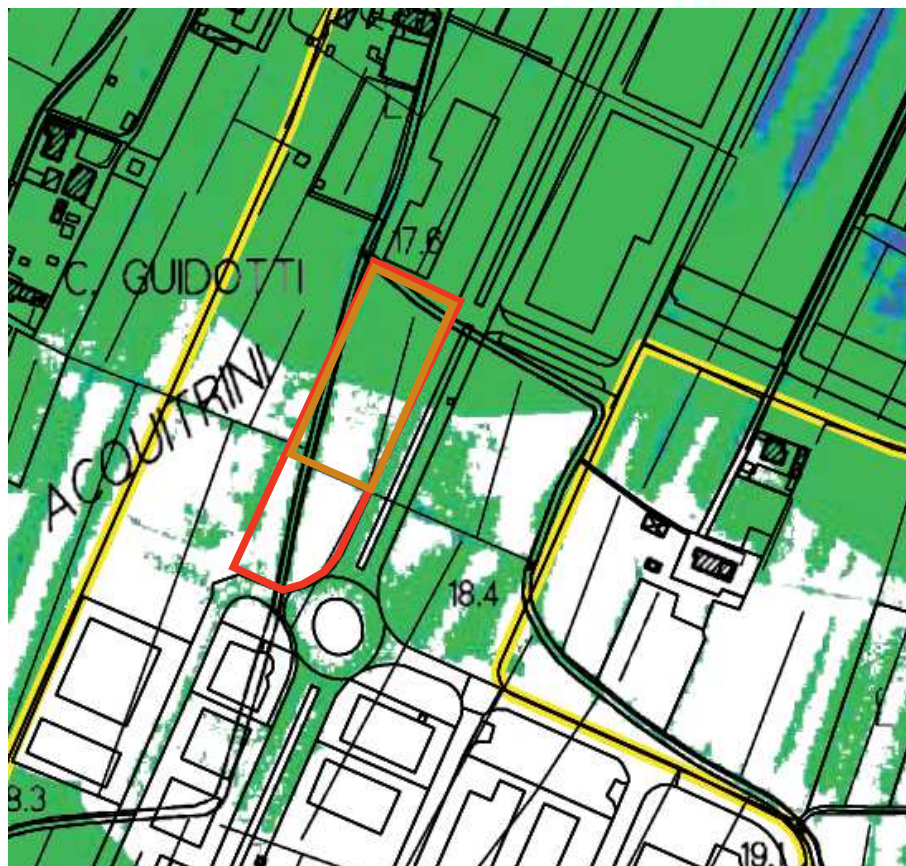


0 100 200 300 400 500 m







## Planimetria magnitudo idraulica



## Legenda

 Comune di Ponsacco

 Aree urbanizzate

Magnitudo idraulica

 1

 2

 3



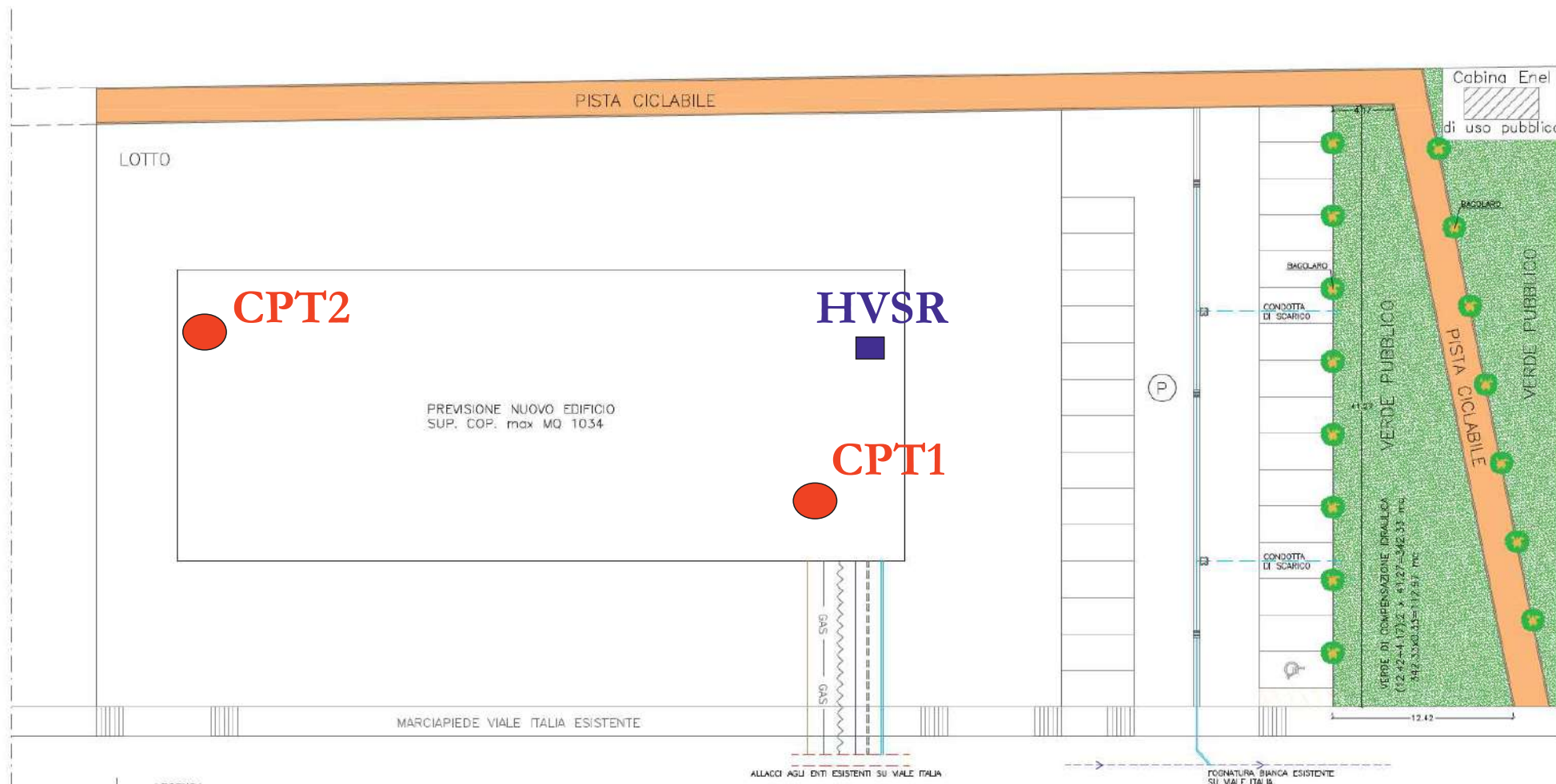
*Area soggetta a piano attuativo*



*Comparto 6a*



# PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE INDAGINI



**HVSr**

■ INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA

**CPT1**

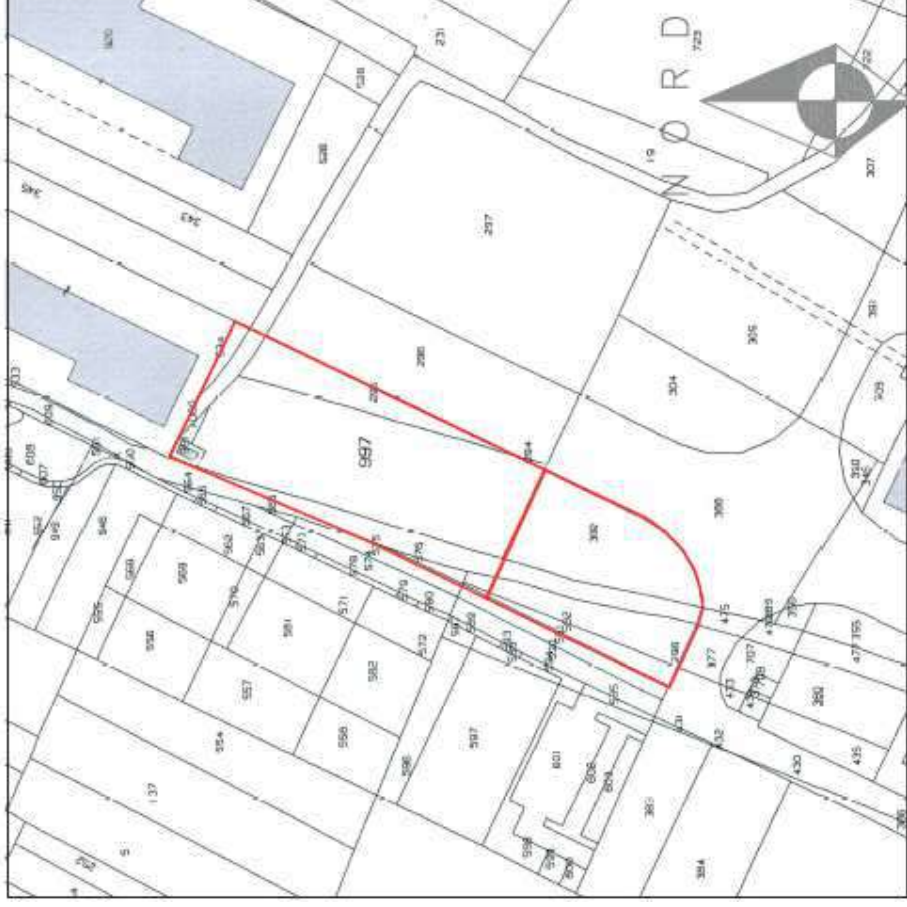
● PROVA PENETROMETRICA STATICA



VISTA AEREA    SCALA 1:2000



ESTRATTO DI MAPPA FOGLIO 3    SCALA 1:2000



ESTRATTO DI REGOLAMENTO URBANISTICO



ESTRATTO R.U. NUOVA DISTRIBUZIONE STANDARDS





## PENETRATIO s.n.c.

Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)

tel.0571-418116

PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif: 76L- 2021

Archivio interno: 76L-2021

### PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

committente:	—	data:	20/03/2021
località:	Viale Italia	Numero di prove:	2
Comune:	Ponsacco (PI)		

### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )

Velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  (  $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$  )

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



CPT1



CPT2

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 1**

2.0105-157

- committente : —  
 - lavoro : —  
 - località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
 - assist. cantiere : —

- data : 20/03/2021  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - falda : 1,50 da quota inizio

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	-	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	1,00	----	7,60	13,0	30,0	13,0	0,67	19,0
0,40	13,0	28,0	13,0	1,60	8,0	7,80	14,0	24,0	14,0	0,67	21,0
0,60	13,0	37,0	13,0	1,33	10,0	<b>8,00</b>	18,0	28,0	18,0	0,87	21,0
0,80	15,0	35,0	15,0	1,53	10,0	8,20	21,0	34,0	21,0	1,20	17,0
<b>1,00</b>	14,0	37,0	14,0	1,47	10,0	8,40	17,0	35,0	17,0	1,07	16,0
1,20	18,0	40,0	18,0	1,20	15,0	8,60	22,0	38,0	22,0	1,13	19,0
1,40	18,0	36,0	18,0	1,33	13,0	8,80	39,0	56,0	39,0	1,67	23,0
1,60	16,0	36,0	16,0	1,27	13,0	<b>9,00</b>	42,0	67,0	42,0	2,33	18,0
1,80	17,0	36,0	17,0	1,13	15,0	9,20	43,0	78,0	43,0	1,80	24,0
<b>2,00</b>	15,0	32,0	15,0	0,87	17,0	9,40	35,0	62,0	35,0	2,20	16,0
2,20	16,0	29,0	16,0	1,07	15,0	9,60	36,0	69,0	36,0	1,87	19,0
2,40	21,0	37,0	21,0	0,87	24,0	9,80	33,0	61,0	33,0	1,67	20,0
2,60	24,0	37,0	24,0	1,60	15,0	<b>10,00</b>	35,0	60,0	35,0	1,40	25,0
2,80	21,0	45,0	21,0	1,80	12,0	10,20	37,0	58,0	37,0	1,27	29,0
<b>3,00</b>	18,0	45,0	18,0	1,67	11,0	10,40	37,0	56,0	37,0	1,20	31,0
3,20	16,0	41,0	16,0	1,40	11,0	10,60	41,0	59,0	41,0	1,47	28,0
3,40	14,0	35,0	14,0	0,87	16,0	10,80	40,0	62,0	40,0	1,93	21,0
3,60	18,0	31,0	18,0	1,07	17,0	<b>11,00</b>	38,0	67,0	38,0	2,20	17,0
3,80	21,0	37,0	21,0	1,33	16,0	11,20	36,0	69,0	36,0	2,40	15,0
<b>4,00</b>	20,0	40,0	20,0	1,20	17,0	11,40	33,0	69,0	33,0	2,60	13,0
4,20	17,0	35,0	17,0	1,00	17,0	11,60	31,0	70,0	31,0	2,47	13,0
4,40	14,0	29,0	14,0	0,80	17,0	11,80	31,0	68,0	31,0	2,33	13,0
4,60	10,0	22,0	10,0	0,60	17,0	<b>12,00</b>	35,0	70,0	35,0	2,53	14,0
4,80	16,0	25,0	16,0	0,73	22,0	12,20	30,0	68,0	30,0	1,87	16,0
<b>5,00</b>	27,0	38,0	27,0	1,47	18,0	12,40	31,0	59,0	31,0	1,73	18,0
5,20	28,0	50,0	28,0	1,47	19,0	12,60	31,0	57,0	31,0	1,60	19,0
5,40	31,0	53,0	31,0	1,73	18,0	12,80	32,0	56,0	32,0	1,33	24,0
5,60	31,0	57,0	31,0	1,80	17,0	<b>13,00</b>	19,0	39,0	19,0	1,60	12,0
5,80	27,0	54,0	27,0	1,67	16,0	13,20	18,0	42,0	18,0	1,60	11,0
<b>6,00</b>	27,0	52,0	27,0	1,53	18,0	13,40	16,0	40,0	16,0	1,47	11,0
6,20	25,0	48,0	25,0	1,47	17,0	13,60	16,0	38,0	16,0	1,07	15,0
6,40	29,0	51,0	29,0	1,60	18,0	13,80	16,0	32,0	16,0	1,00	16,0
6,60	31,0	55,0	31,0	1,67	19,0	<b>14,00</b>	15,0	30,0	15,0	1,13	13,0
6,80	30,0	55,0	30,0	1,47	20,0	14,20	15,0	32,0	15,0	1,00	15,0
<b>7,00</b>	31,0	53,0	31,0	1,47	21,0	14,40	14,0	29,0	14,0	1,07	13,0
7,20	33,0	55,0	33,0	1,67	20,0	14,60	14,0	30,0	14,0	1,13	12,0
7,40	21,0	46,0	21,0	1,13	19,0	14,80	15,0	32,0	15,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 2**

2.0105-157

- committente : —  
 - lavoro :  
 - località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
 - assist. cantiere :

- data : 20/03/2021  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	-	-	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	1,40	----	7,60	29,0	48,0	29,0	0,80	36,0
0,40	15,0	36,0	15,0	1,40	11,0	7,80	18,0	30,0	18,0	1,13	16,0
0,60	14,0	35,0	14,0	1,53	9,0	<b>8,00</b>	17,0	34,0	17,0	1,20	14,0
0,80	13,0	36,0	13,0	1,60	8,0	8,20	17,0	35,0	17,0	0,67	25,0
<b>1,00</b>	17,0	41,0	17,0	1,53	11,0	8,40	19,0	29,0	19,0	1,27	15,0
1,20	19,0	42,0	19,0	1,60	12,0	8,60	21,0	40,0	21,0	1,13	19,0
1,40	16,0	40,0	16,0	1,27	13,0	8,80	28,0	45,0	28,0	1,93	14,0
1,60	17,0	36,0	17,0	1,13	15,0	<b>9,00</b>	41,0	70,0	41,0	2,40	17,0
1,80	16,0	33,0	16,0	1,13	14,0	9,20	43,0	79,0	43,0	1,87	23,0
<b>2,00</b>	21,0	38,0	21,0	1,07	20,0	9,40	40,0	68,0	40,0	2,00	20,0
2,20	20,0	36,0	20,0	1,47	14,0	9,60	39,0	69,0	39,0	1,47	27,0
2,40	21,0	43,0	21,0	1,33	16,0	9,80	38,0	60,0	38,0	1,40	27,0
2,60	18,0	38,0	18,0	1,00	18,0	<b>10,00</b>	38,0	59,0	38,0	1,27	30,0
2,80	20,0	35,0	20,0	0,87	23,0	10,20	38,0	57,0	38,0	1,33	28,0
<b>3,00</b>	27,0	40,0	27,0	0,80	34,0	10,40	37,0	57,0	37,0	1,27	29,0
3,20	26,0	38,0	26,0	1,07	24,0	10,60	37,0	56,0	37,0	1,80	21,0
3,40	29,0	45,0	29,0	1,07	27,0	10,80	38,0	65,0	38,0	1,73	22,0
3,60	22,0	38,0	22,0	1,13	19,0	<b>11,00</b>	38,0	64,0	38,0	2,13	18,0
3,80	18,0	35,0	18,0	1,13	16,0	11,20	37,0	69,0	37,0	2,27	16,0
<b>4,00</b>	17,0	34,0	17,0	0,87	20,0	11,40	35,0	69,0	35,0	1,73	20,0
4,20	15,0	28,0	15,0	0,60	25,0	11,60	34,0	60,0	34,0	1,60	21,0
4,40	16,0	25,0	16,0	1,20	13,0	11,80	34,0	58,0	34,0	1,87	18,0
4,60	17,0	35,0	17,0	0,87	20,0	<b>12,00</b>	31,0	59,0	31,0	2,00	16,0
4,80	14,0	27,0	14,0	1,13	12,0	12,20	32,0	62,0	32,0	1,73	18,0
<b>5,00</b>	20,0	37,0	20,0	1,40	14,0	12,40	31,0	57,0	31,0	1,67	19,0
5,20	28,0	49,0	28,0	1,60	17,0	12,60	31,0	56,0	31,0	1,80	17,0
5,40	26,0	50,0	26,0	1,53	17,0	12,80	30,0	57,0	30,0	1,73	17,0
5,60	26,0	49,0	26,0	1,67	16,0	<b>13,00</b>	32,0	58,0	32,0	1,53	21,0
5,80	27,0	52,0	27,0	1,27	21,0	13,20	17,0	40,0	17,0	1,60	11,0
<b>6,00</b>	25,0	44,0	25,0	1,20	21,0	13,40	17,0	41,0	17,0	1,20	14,0
6,20	25,0	43,0	25,0	1,20	21,0	13,60	18,0	36,0	18,0	0,93	19,0
6,40	32,0	50,0	32,0	1,60	20,0	13,80	16,0	30,0	16,0	1,13	14,0
6,60	33,0	57,0	33,0	1,27	26,0	<b>14,00</b>	15,0	32,0	15,0	0,87	17,0
6,80	32,0	51,0	32,0	1,40	23,0	14,20	15,0	28,0	15,0	1,07	14,0
<b>7,00</b>	32,0	53,0	32,0	1,53	21,0	14,40	14,0	30,0	14,0	1,13	12,0
7,20	32,0	55,0	32,0	1,47	22,0	14,60	15,0	32,0	15,0	-----	----
7,40	31,0	53,0	31,0	1,27	24,0						

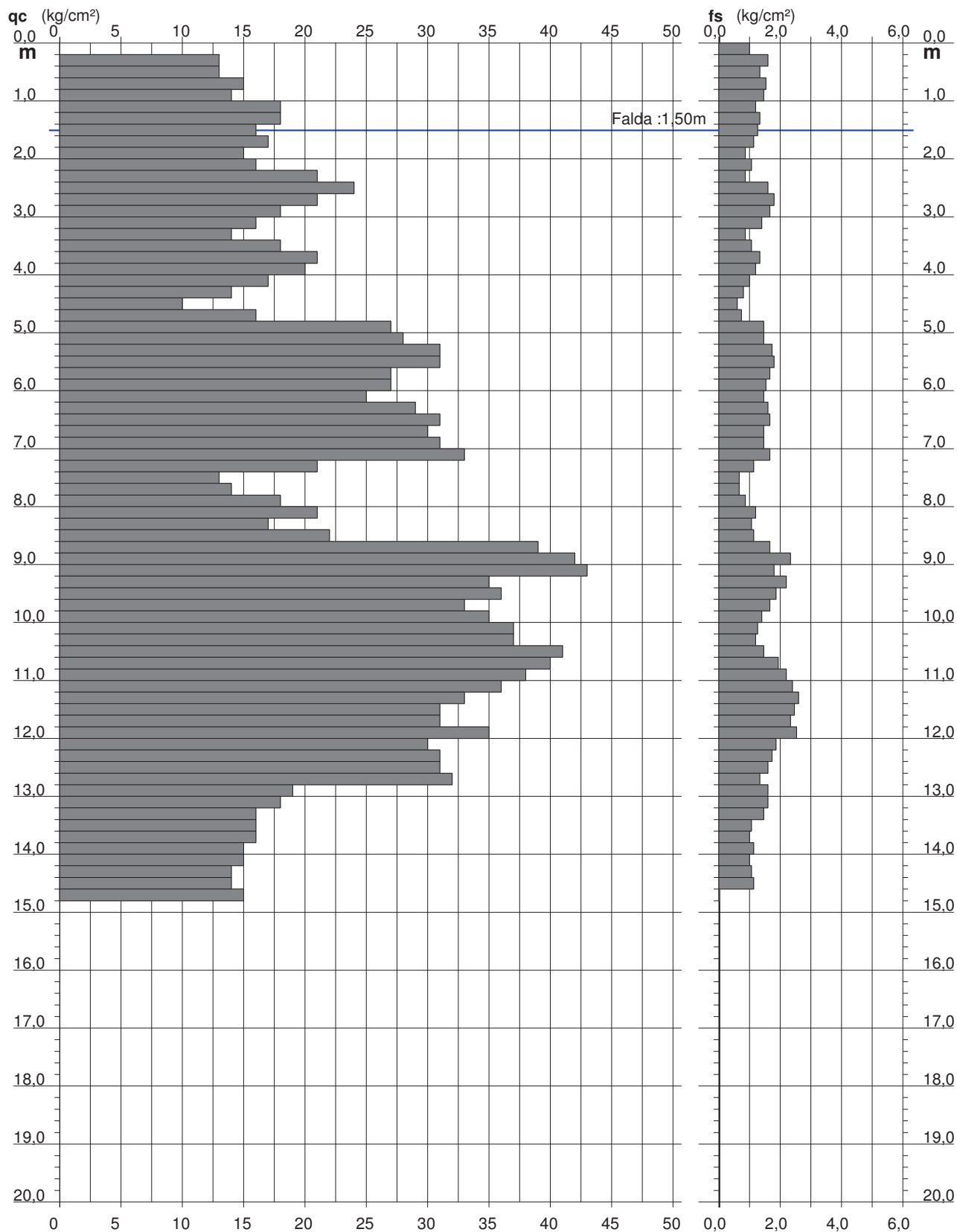
- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA****CPT 1**

2.0105-157

- committente : —  
- lavoro : —  
- località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
- assist. cantiere :

- data : 20/03/2021  
- quota inizio : Piano Campagna  
- falda : 1,50 da quota inizio

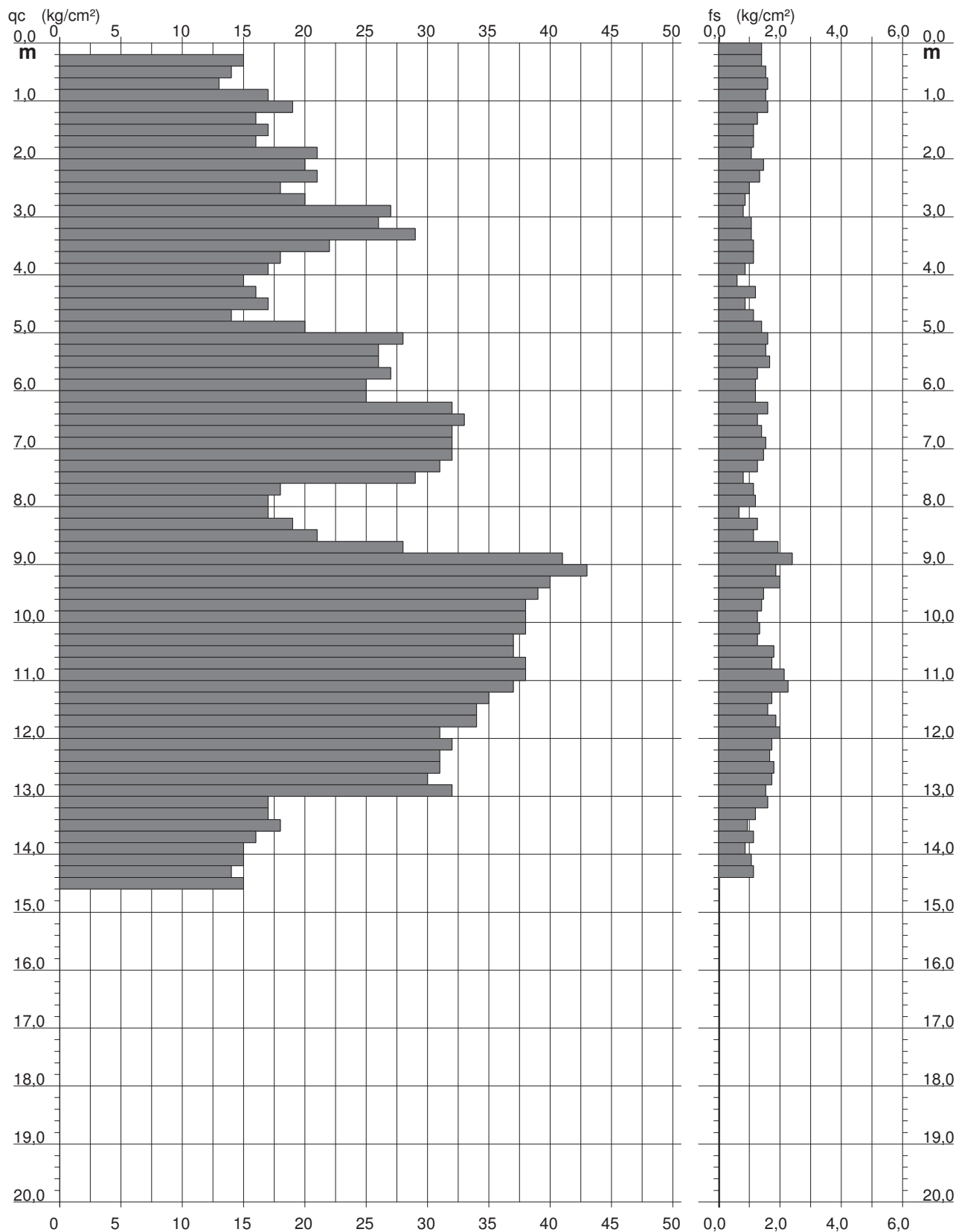


**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA****CPT 2**

2.0105-157

- committente : —  
- lavoro : —  
- località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
- assist. cantiere :

- data : 20/03/2021  
- quota inizio : Piano Campagna  
- falda : Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 1**

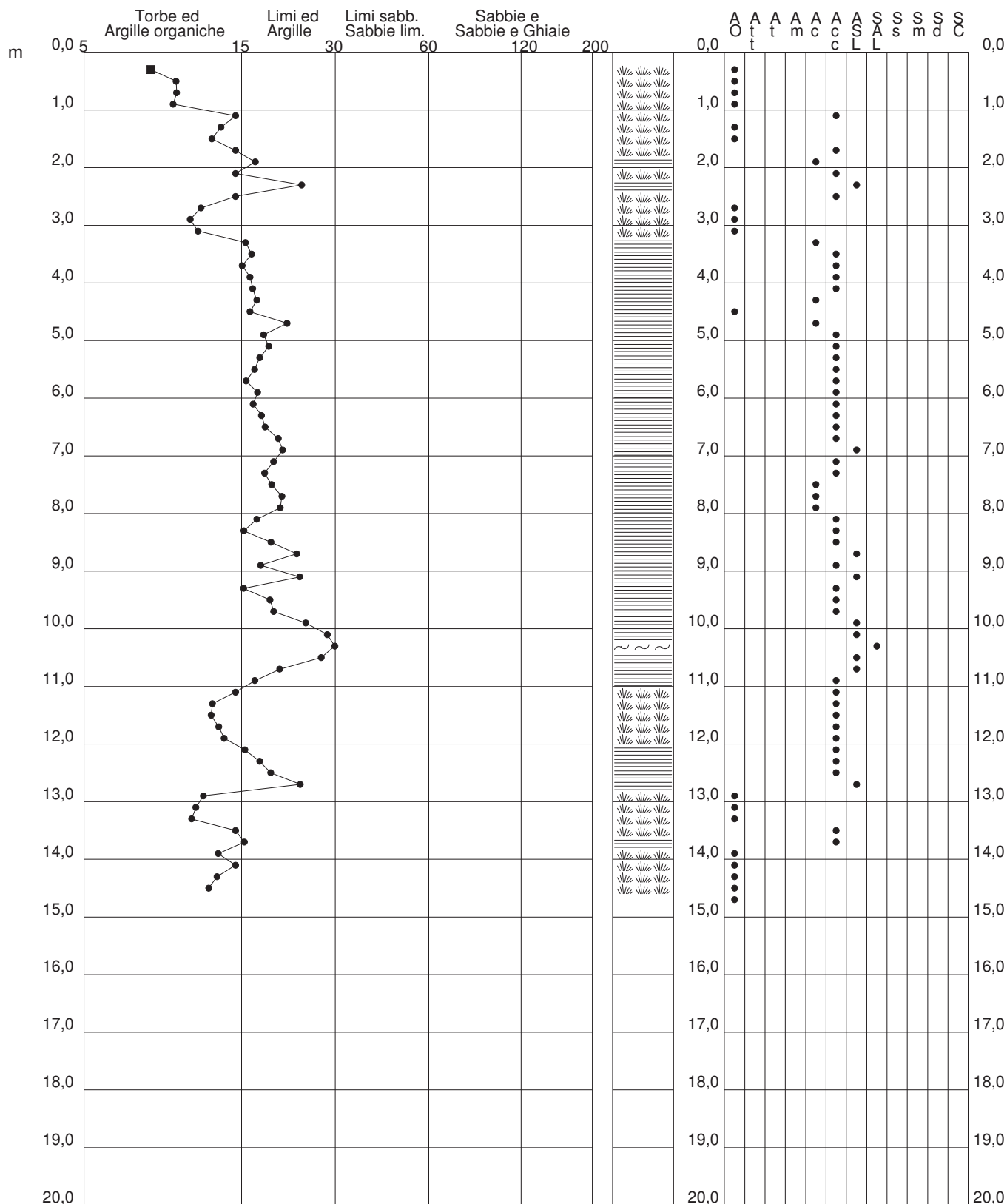
2.0105-157

- committente : —  
 - lavoro : —  
 - località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
 - assist. cantiere :

- data : 20/03/2021  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - falda : 1,50 da quota inizio

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)





# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 2**

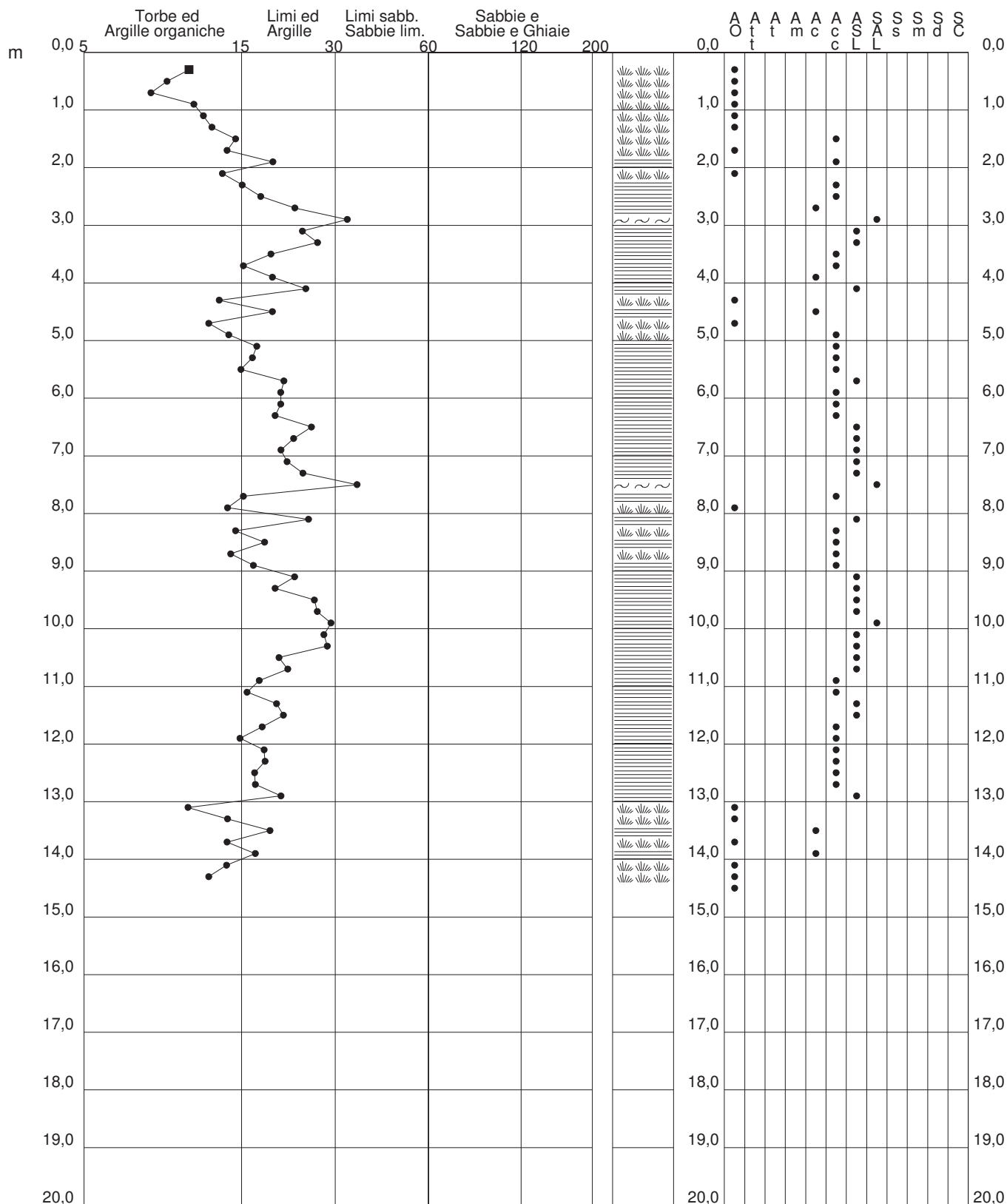
2.0105-157

- committente : —  
 - lavoro : —  
 - località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
 - assist. cantiere :

- data : 20/03/2021  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-157

- committente : —  
 - lavoro : —  
 - località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
 - assist. cantiere : —

- data : 20/03/2021  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - falda : 1,50 da quota inizio

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	13	8	2////	1,85	0,07	0,60	86,7	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,60	13	10	2////	1,85	0,11	0,60	52,2	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	15	10	2////	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	14	10	2////	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	18	15	2////	1,85	0,22	0,75	28,8	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,40	18	13	2////	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,60	16	13	2////	0,96	0,28	0,70	19,7	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,80	17	15	2////	0,97	0,30	0,72	19,1	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,00	15	17	2////	0,95	0,32	0,67	15,9	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,20	16	15	2////	0,96	0,34	0,70	15,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,40	21	24	4/:/	0,93	0,35	0,82	18,0	140	210	63	44	34	36	39	41	34	27	0,088	35	53	63		
2,60	24	15	4/:/	0,94	0,37	0,89	18,6	151	227	72	47	35	37	39	42	35	28	0,096	40	60	72		
2,80	21	12	4/:/	0,93	0,39	0,82	15,9	140	210	63	41	34	36	39	41	33	27	0,083	35	53	63		
3,00	18	11	2////	0,98	0,41	0,75	13,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,20	16	11	2////	0,96	0,43	0,70	11,4	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,40	14	16	2////	0,94	0,45	0,64	9,7	109	163	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,60	18	17	2////	0,98	0,47	0,75	11,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,80	21	16	4/:/	0,93	0,49	0,82	12,1	140	210	63	36	33	36	38	41	32	27	0,070	35	53	63		
4,00	20	17	4/:/	0,93	0,51	0,80	11,1	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,065	33	50	60		
4,20	17	17	2////	0,97	0,53	0,72	9,4	126	188	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,40	14	17	2////	0,94	0,54	0,64	7,6	132	199	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,60	10	17	2////	0,90	0,56	0,50	5,4	153	229	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,80	16	22	2////	0,96	0,58	0,70	7,9	140	210	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	27	18	4/:/	0,95	0,60	0,95	11,1	161	242	81	39	34	36	38	41	33	28	0,078	45	68	81		
5,20	28	19	4/:/	0,96	0,62	0,97	10,9	164	246	84	40	34	36	39	41	33	28	0,080	47	70	84		
5,40	31	18	4/:/	0,97	0,64	1,03	11,5	176	264	93	43	34	36	39	41	33	29	0,086	52	78	93		
5,60	31	17	4/:/	0,97	0,66	1,03	11,0	176	264	93	42	34	36	39	41	33	29	0,084	52	78	93		
5,80	27	16	4/:/	0,95	0,68	0,95	9,6	163	244	81	36	33	36	38	41	32	28	0,072	45	68	81		
6,00	27	18	4/:/	0,95	0,70	0,95	9,2	166	249	81	36	33	36	38	41	32	28	0,070	45	68	81		
6,20	25	17	4/:/	0,94	0,72	0,91	8,5	170	255	75	33	33	35	38	41	31	28	0,063	42	63	75		
6,40	29	18	4/:/	0,96	0,73	0,98	9,0	174	261	87	37	33	36	38	41	32	29	0,073	48	73	87		
6,60	31	19	4/:/	0,97	0,75	1,03	9,3	180	270	93	39	33	36	38	41	32	29	0,077	52	78	93		
6,80	30	20	4/:/	0,96	0,77	1,00	8,7	183	275	90	37	33	36	38	41	32	29	0,073	50	75	90		
7,00	31	21	4/:/	0,97	0,79	1,03	8,8	188	281	93	37	33	36	38	41	32	29	0,074	52	78	93		
7,20	33	20	4/:/	0,97	0,81	1,10	9,2	193	290	99	39	33	36	38	41	32	29	0,077	55	83	99		
7,40	21	19	4/:/	0,93	0,83	0,82	6,2	217	326	63	23	31	34	37	40	29	27	0,043	35	53	63		
7,60	13	19	2////	0,93	0,85	0,60	4,1	237	355	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,80	14	21	2////	0,94	0,87	0,64	4,3	242	364	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,00	18	21	2////	0,98	0,89	0,75	5,1	244	366	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,20	21	17	4/:/	0,93	0,91	0,82	5,6	245	367	63	21	31	34	37	40	29	27	0,039	35	53	63		
8,40	17	16	2////	0,97	0,93	0,72	4,6	258	386	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,60	22	19	4/:/	0,93	0,94	0,85	5,5	256	384	66	21	31	34	37	40	29	28	0,041	37	55	66		
8,80	39	23	4/:/	1,00	0,96	1,30	9,1	229	343	117	41	34	36	39	41	32	30	0,081	65	98	117		
9,00	42	18	4/:/	1,00	0,98	1,40	9,8	239	359	126	43	34	36	39	41	32	30	0,086	70	105	126		
9,20	43	24	4/:/	1,00	1,00	1,43	9,8	245	367	129	43	34	36	39	41	32	30	0,087	72	108	129		
9,40	35	16	4/:/	0,98	1,02	1,17	7,4	252	378	105	35	33	35	38	41	31	29	0,069	58	88	105		
9,60	36	19	4/:/	0,99	1,04	1,20	7,5	256	383	108	36	33	36	38	41	31	30	0,070	60	90	108		
9,80	33	20	4/:/	0,97	1,06	1,10	6,6	273	410	99	32	33	35	38	41	30	29	0,063	55	83	99		
10,00	35	25	4/:/	0,98	1,08	1,17	6,9	273	410	105	34	33	35	38	41	31	29	0,066	58	88	105		
10,20	37	29	4/:/	0,99	1,10	1,23	7,2	273	410	111	35	33	36	38	41	31	30	0,069	62	93	111		
10,40	37	31	3:::	0,89	1,12	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	30	0,069	62	93	111		
10,60	41	28	4/:/	1,00	1,14	1,37	7,9	275	412	123	38	33	36	38	41	31	30	0,076	68	103	123		
10,80	40	21	4/:/	1,00	1,16	1,33	7,5	284	427	120	37	33	36	38	41	31	30	0,073	67	100	120		
11,00	38	17	4/:/	0,99	1,18	1,27	6,9	298	447	114	35	33	35	38	41	31	30	0,068	63	95	114		
11,20	36	15	4/:/	0,99	1,20	1,20	6,3	313	469	108	32	33	35	38	41	30	30	0,063	60	90	108		
11,40	33	13	4/:/	0,97	1,22	1,10	5,5	330	495	99	29	32	35	37	40	30	29	0,056	55	83	99		
11,60	31	13	4/:/	0,97	1,24	1,03	5,0	342	513	93	27	32	34	37	40	29	29	0,051	52	78	93		
11,80	31	13	4/:/	0,97	1,26	1,03	4,9	348	522	93	26	32	34	37	40	29	29	0,050	52	78	93		
12,00	35	14	4/:/	0,98	1,28	1,17	5,6	345	517	105	30	32	35	38	40	30	29	0,058	58	88	105		
12,20	30	16	4/:/	0,96	1,30	1,00	4,5	361	542	90	24	31	34	37	40	29	29	0,046	50	75	90		
12,40	31	18	4/:/	0,97	1,32	1,03	4,6	366	549	93	25	32	34	37	40	29	29	0,048	52	78	93		
12,60	31	19	4/:/	0,97	1,34	1,03	4,6	372	558	93	25	31	34	37	40	29	29	0,047	52	78	93		
12,80	32	24	4/:/	0,97	1,35	1,07	4,7	377	565	96	25	32	34	37	40	29	29	0,048	53	80	96		
13,00	19	12	2////	0,99	1,37	0,78	3,1	378	567														

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-157

- committente : —  
 - lavoro : —  
 - località : Viale Italia, Ponsacco (PI)  
 - assist. cantiere : —

- data : 20/03/2021  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	15	11	2////	1,85	0,07	0,67	98,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,60	14	9	2////	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	13	8	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	17	11	2////	1,85	0,19	0,72	34,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	19	12	2////	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,40	16	13	2////	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,60	17	15	2////	1,85	0,30	0,72	19,2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,80	16	14	2////	1,85	0,33	0,70	15,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,00	21	20	4/::	1,85	0,37	0,82	17,1	140	210	63	43	34	36	39	41	34	27	0,086	35	53	63		
2,20	20	14	4/::	1,85	0,41	0,80	14,6	136	204	60	39	33	36	38	41	33	27	0,077	33	50	60		
2,40	21	16	4/::	1,85	0,44	0,82	13,6	140	210	63	38	33	36	38	41	33	27	0,076	35	53	63		
2,60	18	18	2////	1,85	0,48	0,75	10,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,80	20	23	4/::	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60		
3,00	27	34	3:::	1,85	0,55	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	28	0,083	45	68	81		
3,20	26	24	4/::	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78		
3,40	29	27	4/::	1,85	0,63	0,98	11,0	167	251	87	41	34	36	39	41	33	29	0,082	48	73	87		
3,60	22	19	4/::	1,85	0,67	0,85	8,5	158	237	66	30	32	35	38	40	31	28	0,058	37	55	66		
3,80	18	16	2////	1,85	0,70	0,75	6,8	178	267	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,00	17	20	2////	1,85	0,74	0,72	6,1	195	292	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,20	15	25	2////	1,85	0,78	0,67	5,2	213	320	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,40	16	13	2////	1,85	0,81	0,70	5,2	224	335	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,60	17	20	2////	1,85	0,85	0,72	5,1	234	351	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,80	14	12	2////	1,85	0,89	0,64	4,1	248	372	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	20	14	4/::	1,85	0,93	0,80	5,2	253	380	60	19	31	33	36	39	28	27	0,035	33	50	60		
5,20	28	17	4/::	1,85	0,96	0,97	6,3	251	376	84	29	32	35	37	40	30	28	0,056	47	70	84		
5,40	26	17	4/::	1,85	1,00	0,93	5,7	268	402	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78		
5,60	26	16	4/::	1,85	1,04	0,93	5,5	281	422	78	25	31	34	37	40	29	28	0,047	43	65	78		
5,80	27	21	4/::	1,85	1,07	0,95	5,4	292	438	81	25	32	34	37	40	29	28	0,048	45	68	81		
6,00	25	21	4/::	1,85	1,11	0,91	4,9	307	461	75	22	31	34	37	40	29	28	0,041	42	63	75		
6,20	25	21	4/::	1,85	1,15	0,91	4,7	319	478	75	21	31	34	37	40	28	28	0,040	42	63	75		
6,40	32	20	4/::	1,85	1,18	1,07	5,5	321	481	96	29	32	35	37	40	30	29	0,055	53	80	96		
6,60	33	26	4/::	1,85	1,22	1,10	5,5	331	496	99	29	32	35	37	40	30	29	0,056	55	83	99		
6,80	32	23	4/::	1,85	1,26	1,07	5,1	346	519	96	27	32	35	37	40	29	29	0,052	53	80	96		
7,00	32	21	4/::	1,85	1,30	1,07	4,9	358	537	96	27	32	34	37	40	29	29	0,051	53	80	96		
7,20	32	22	4/::	1,85	1,33	1,07	4,8	370	555	96	26	32	34	37	40	29	29	0,049	53	80	96		
7,40	31	24	4/::	1,85	1,37	1,03	4,4	382	573	93	24	31	34	37	40	29	29	0,046	52	78	93		
7,60	29	36	3:::	1,85	1,41	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	29	0,040	48	73	87		
7,80	18	16	2////	1,85	1,44	0,75	2,8	383	575	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,00	17	14	2////	1,85	1,48	0,72	2,6	380	570	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,20	17	25	2////	1,85	1,52	0,72	2,5	384	576	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,40	19	15	2////	1,85	1,55	0,78	2,6	404	606	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,60	21	19	4/::	1,85	1,59	0,82	2,8	422	633	63	7	29	32	35	39	26	27	0,016	35	53	63		
8,80	28	14	4/::	1,85	1,63	0,97	3,3	455	682	84	16	30	33	36	39	27	28	0,031	47	70	84		
9,00	41	17	4/::	1,85	1,66	1,37	4,9	461	691	123	29	32	35	37	40	29	30	0,056	68	103	123		
9,20	43	23	4/::	1,85	1,70	1,43	5,1	469	703	129	30	32	35	38	40	29	30	0,058	72	108	129		
9,40	40	20	4/::	1,85	1,74	1,33	4,5	485	727	120	27	32	34	37	40	29	30	0,052	67	100	120		
9,60	39	27	4/::	1,85	1,78	1,30	4,3	496	744	117	26	32	34	37	40	29	30	0,049	65	98	117		
9,80	38	27	4/::	1,85	1,81	1,27	4,0	506	759	114	24	31	34	37	40	28	30	0,046	63	95	114		
10,00	38	30	4/::	1,85	1,85	1,27	3,9	519	778	114	24	31	34	37	40	28	30	0,045	63	95	114		
10,20	38	28	4/::	1,85	1,89	1,27	3,8	531	797	114	23	31	34	37	40	28	30	0,044	63	95	114		
10,40	37	29	4/::	1,85	1,92	1,23	3,6	543	815	111	22	31	34	37	40	28	30	0,041	62	93	111		
10,60	37	21	4/::	1,85	1,96	1,23	3,5	553	830	111	21	31	34	37	40	28	30	0,041	62	93	111		
10,80	38	22	4/::	1,85	2,00	1,27	3,6	564	846	114	22	31	34	37	40	28	30	0,041	63	95	114		
11,00	38	18	4/::	1,85	2,03	1,27	3,5	573	860	114	21	31	34	37	40	28	30	0,041	63	95	114		
11,20	37	16	4/::	1,85	2,07	1,23	3,3	579	869	111	20	31	34	37	40	27	30	0,038	62	93	111		
11,40	35	20	4/::	1,85	2,11	1,17	3,0	576	864	105	18	30	33	36	39	27	29	0,034	58	88	105		
11,60	34	21	4/::	1,85	2,15	1,13	2,8	574	862	102	16	30	33	36	39	27	29	0,031	57	85	102		
11,80	34	18	4/::	1,85	2,18	1,13	2,8	579	869	102	16	30	33	36	39	27	29	0,030	57	85	102		
12,00	31	16	4/::	1,85	2,22	1,03	2,4	554	830	93	12	30	33	36	39	26	29	0,024	52	78	93		
12,20	32	18	4/::	1,85	2,26	1,07	2,5	568	852	96	13	30	33	36	39	26	29	0,025	53	80	96		
12,40	31	19	4/::	1,85	2,29	1,03	2,3	560	840	93	11	30	33	36	39	26	29	0,023	52	78	93		
12,60	31	17	4/::	1,85	2,33	1,03	2,3	563	844	93	11	30	33	36	39	26	29	0,022	52	78	93		
12,80	30	17	4/::	1,85	2,37	1,00	2,1	552	829	90	10	29	32	35	39	25	29	0,020	50	75	90		
13,00	32	21	4/::	1,85	2,40	1,07	2,3																

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

### PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  (  $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$  )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{\text{max}}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  spinta )  $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

fase 1 - resistenza alla punta  $q_c \text{ ( Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $f_s \text{ ( Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg )} = (L_t) \times C_t$

$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg )}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton ) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  **$F = (q_c / f_s)$**

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \%$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi



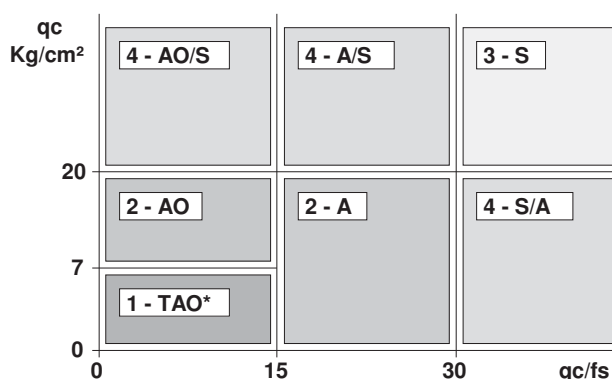
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $q_c / f_s$   
( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI      anche se  $( q_c / f_s ) > 30$

$q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI      anche se  $( q_c / f_s ) < 30$



### NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma$  -  $q_c$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $q_c$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = indice plastico]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $q_c$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $q_c$  - natura]  
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr -  $q_c$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $q_c$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media uniforme/ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata  
 $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniforme
- $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
( g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) - Dr]



# Andrea Casella Geologo

---

Piazza Berlinguer 38, 56017 Metato (San Giuliano Terme - PI)

INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA  
SU UN'AREA POSTA IN PONSACCO (PI)  
VIALE ITALIA

Comm.te: Dr. Geol. Paolo Giani

MARZO 2021



---

**INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA SU UN'AREA POSTA IN LOC. PONSACCO (PI) VIALE ITALIA.**

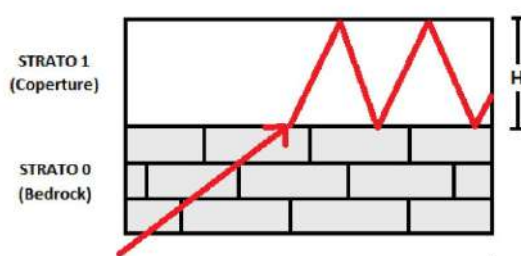

---

**GENERALITÀ**

La sismica passiva studia il microtremore sismico ambientale (rumore sismico), sfruttando il fatto che il “rumore”, pur non recando l'informazione relativa alla sua sorgente, risulta sensibile alla locale struttura presso la stazione di misura. La strumentazione per eseguire misure di sismica passiva può operare in spazi ridotti, non necessita di energizzazioni e permette di indagare profondità molto elevate; i tempi di esecuzione sono relativamente bassi.

Il rumore sismico ambientale deriva dalla composizione di molte sorgenti che agiscono in tempi diversi e in zone diverse. Nel campo del rumore sono rappresentate sia onde di volume (fronte d'onda sferico) sia onde di superficie (fronte d'onda cilindrico), ma le onde di superficie hanno carattere dominante, perché caratterizzate da minore attenuazione.

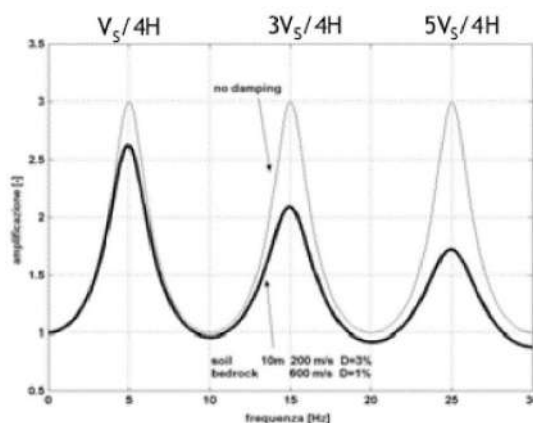
Quando fra 2 superfici esiste una variazione significativa dell'impedenza acustica si ha il fenomeno della *risonanza*, che deriva dall' “intrappolamento” di energia sismica (essenzialmente delle fasi  $S_H$ ) all'interno delle coperture, ovvero fra la superficie e un basamento rigido qui inteso come una formazione “caratterizzata da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $S$  significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti”.



La frequenza fondamentale di risonanza  $f$  del sedimento è funzione dello spessore  $H$  e della velocità media  $V$  delle onde nel sedimento stesso :

$$f = n \frac{V_s}{4H} \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

dove  $n$  indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.),  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio nello strato oggetto di risonanza e  $H$  è lo spessore di detto strato.

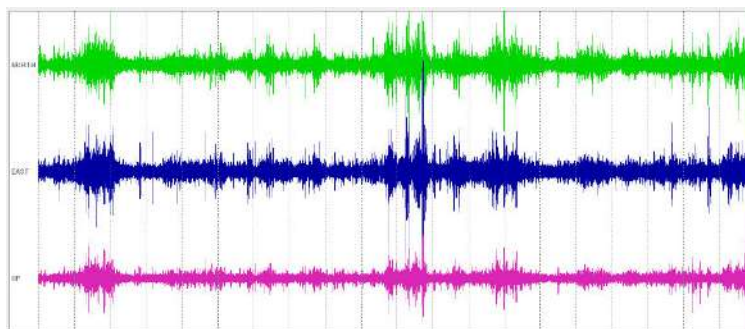


Nella maggior parte dei casi, a causa dell'attenuazione delle coperture, il solo modo visibile è il

fondamentale. Conoscendo lo spessore  $H$  del sedimento è possibile avere informazioni sulla velocità media delle onde  $S$  ; viceversa, conoscendo la velocità media è possibile definire lo spessore  $H$  dello strato.

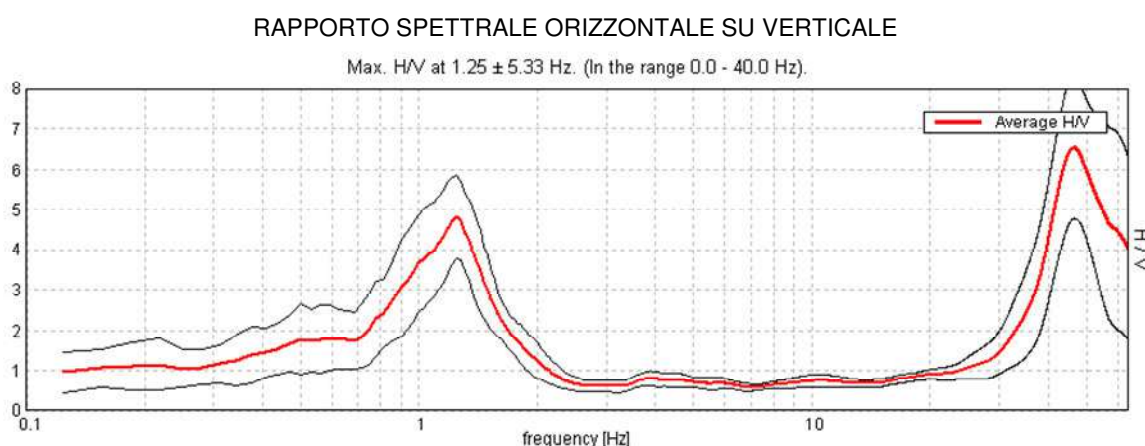
Le registrazioni in campagna vengono effettuate mediante un *tromografo*, che consiste in un'apparecchiatura che riunisce una terna di sensori velocimetrici orientati su tre direzioni ortogonali:

- 2 nella componente orizzontale dello spostamento (tra loro ortogonali) per misure su suoli ordinariamente corrispondenti alle direzioni NS ed EW;
- 1 nella componente verticale (up-down).



I diagrammi relativi a tali registrazioni vengono elaborati attraverso la determinazione dell'intensità del segnale in sottofinestre di determinata durata, e trasformati in spettri  $H/V$ .

Nella pratica si utilizza il rapporto  $H/V$  perché è un buon normalizzatore e un buon estimatore delle frequenze di risonanza dei terreni; i valori assoluti degli spettri orizzontali e verticali variano infatti con il livello assoluto del rumore ambientale, mentre la forma dello spettro e in particolare il rapporto tra le ampiezze orizzontale e verticale si mantiene più stabile, e per il suo carattere stocastico mostra caratteristiche correlabili con la struttura locale del suolo. Alle frequenze caratteristiche di vibrazione dei suoli corrisponde infatti un decremento del segnale della componente verticale, che determina un picco nel rapporto spettrale rappresentato dal grafico seguente.

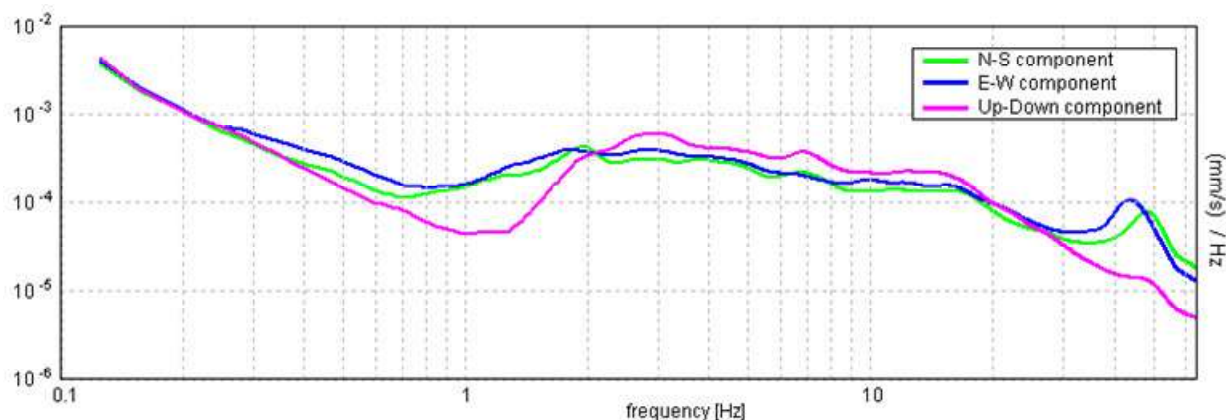


In un mezzo senza contrasti di impedenza (es. un ammasso roccioso sano) la curva  $H/V$  risulta teoricamente piatta e con valore medio tra 0,7 e 1,0 (in funzione del modulo  $\mu$ ).

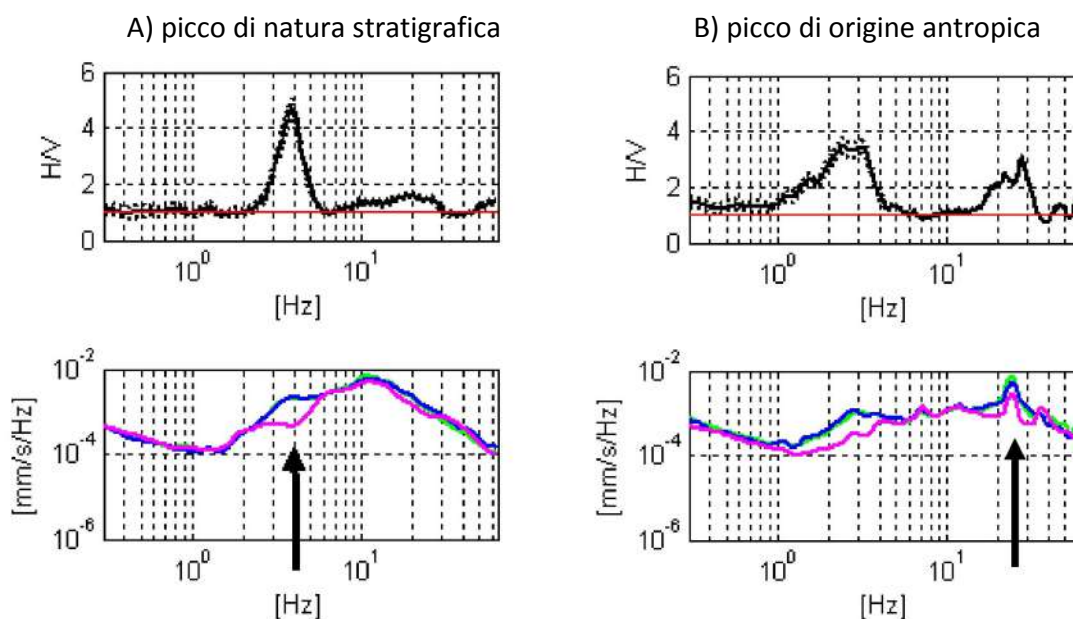
La presenza di un picco nella curva  $H/V$  può essere data da un fenomeno di *risonanza*, causato da una variazione di velocità delle onde sismiche nel terreno, e quindi da passaggi stratigrafici caratterizzati da un notevole contrasto tra le velocità sismiche stesse.

Dato che tali picchi su H/V possono essere dovuti anche ad artefatti e transienti, H/V deve essere sempre analizzato alla luce degli spettri delle singole componenti.

#### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



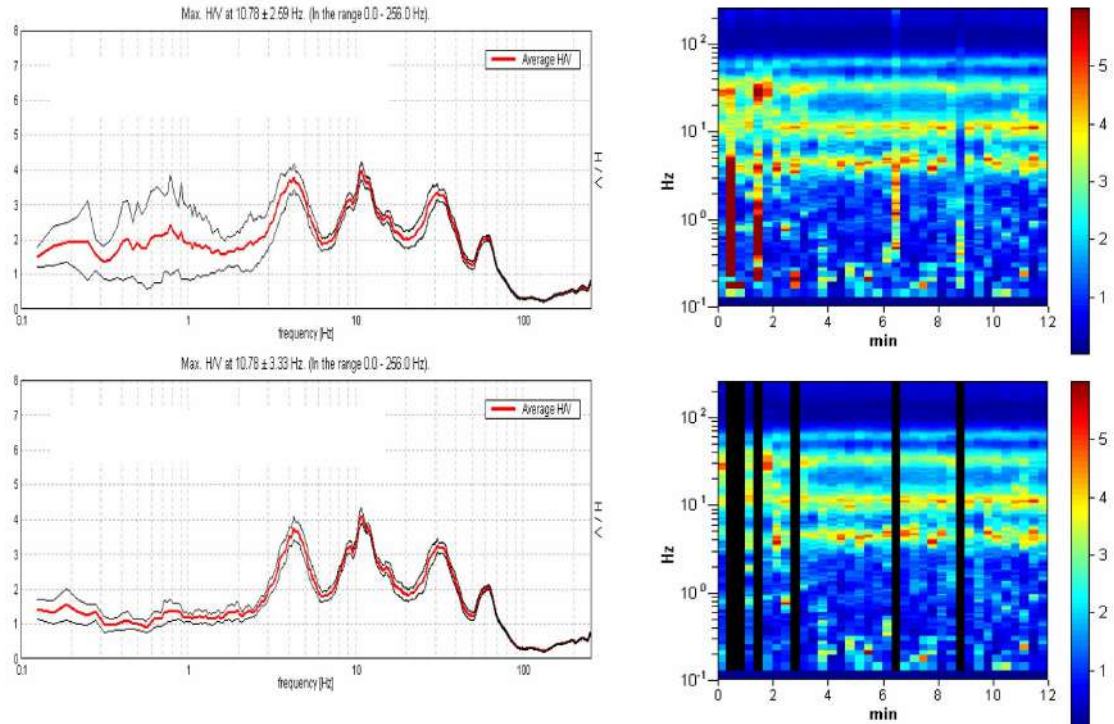
Un picco di natura stratigrafica (e non artefattuale) presenta un minimo locale della componente spettrale verticale, mentre i picchi H/V di origine antropica sono caratterizzati da picchi stretti di diversa ampiezza e analoga frequenza su tutte e 3 le componenti.



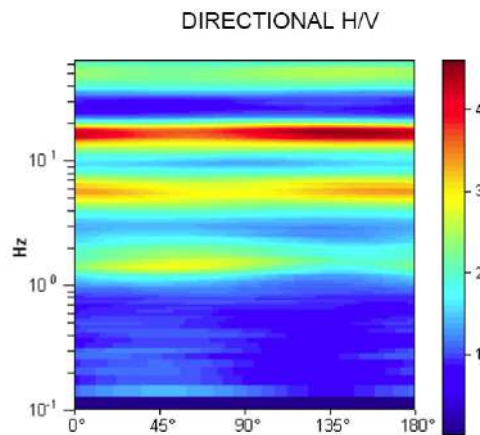
L'elaborazione degli spettri H/V comporta quindi un'analisi ragionata dei vari picchi, uno *smoothing* e una valutazione sugli spettri nelle varie "finestre" di tempo in cui è stata suddivisa l'acquisizione, in modo da poter eventualmente rimuovere gli intervalli di misura caratterizzati da disturbi.

Di solito è consigliabile effettuare le correzioni nel dominio delle frequenze, e non operare nel dominio del tempo, in quanto in tale contesto non è agevole identificare quali perturbazioni siano relative ad artefatti e transienti.





Altro aspetto importante da considerare è la *stabilità direzionale* del segnale, elemento a favore della valenza stratigrafica del picco analizzato.



## PROSPEZIONE IN OGGETTO

La prospezione è stata effettuata mediante l'utilizzo di uno strumento TROMINO® della *Micromed Geophysics*, espressamente progettato per misure di microtremore.



*TROMINO*<sup>®</sup> è uno strumento efficiente per la misura del rumore sismico; presenta ridotte dimensioni e peso, e bassissimo consumo di energia. L'alta risoluzione dell'elettronica digitale impiegata consente di ottimizzare la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso fra 0.1 e 200 Hz; i sensori sono costituiti da una terna di velocimetri smorzati criticamente che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 23 bit. Le caratteristiche progettuali consentono una accuratezza relativa maggiore di  $10^{-4}$  sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz; l'assenza di cavi esterni consente inoltre di lasciare virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente.

Lo strumento dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali. Il moto del terreno viene amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash.

I dati registrati da *TROMINO*<sup>®</sup> possono essere scaricati, organizzati, archiviati, visualizzati e analizzati tramite il programma *Grilla* fornito assieme allo strumento. Esso include inoltre procedure per l'analisi spettrale di base e per l'analisi *HVSR* anche secondo le direttive fornite dal progetto di ricerca europeo *SESAME*.

\* \* \*

L'area di indagine, attualmente a prato e vegetazione spontanea, è posta in un'area pianeggiante al margine di una zona industriale/artigianale, sul fronte W di Viale Italia.

La prospezione in oggetto si è articolata su 1 postazione di misura (vedere scheda relativa), nella quale è stata effettuata una rilevazione del microtremore sismico ambientale con le seguenti modalità:

- durata dell'acquisizione pari a 30' ;
- suddivisione dell'acquisizione stessa in "finestre" temporali di 20" ;
- frequenza di campionamento pari a 128 Hz.

Lo strumento è stato posizionato il più possibile distante dalle viabilità, risultando sufficientemente lontano da fonti di rumore intense/continue tali da ostacolare e/o obliterare una corretta acquisizione dei segnali, ed accoppiato correttamente con il suolo. La scheda illustra la posizione di dettaglio dei punti di misura, da fotosat e da documentazione fotografica, con le caratteristiche descrittive del sito di indagine.

#### **CRITERI DI ANALISI DELLE MISURE**

Il dato di campagna è stato trattato con una procedura di analisi consistente in:

- lisciamento "finestra triangolare" all' 8% ;
- analisi temporale nell'intervallo 0-64 Hz ;
- analisi direzionale con step di 5° .

Una volta effettuata una prima elaborazione del dato è stata eseguita una selezione per eliminazione delle sottofinestre temporali contenenti sollecitazioni transienti.

#### **CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE**

Le misure sono soggette alle valutazioni sulla "robustezza" statistica del dato secondo i criteri del protocollo *SESAME*, automaticamente inserito nel report.

*Nell' interpretare la tabella SESAME di significatività dei picchi H/V bisogna considerare che ogni sito può generare più di una risonanza, e che non esiste una risonanza fondamentale in assoluto.*

- *I primi 3 criteri della tabella dicono se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata. E' opportuno che questi 3 criteri siano tutti soddisfatti; se così non fosse, tipicamente è necessario rianalizzare la registrazione aumentando il parametro WINDOW SIZE.*

- I secondi 6 criteri della tabella dicono se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile (preferibilmente almeno 5 su 6) ma si ricordi che eventuali NO su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male ma implicano che non ci sono picchi significativi. Ad esempio una registrazione su roccia "sana" darebbe NO su tutti questi criteri.

Un'ulteriore classificazione dei risultati può essere effettuata tenendo conto dei criteri adottati nello studio di "Microzonazione Sismica per la ricostruzione dell'area Aquilana" a cura del Dipartimento della Protezione Civile, e finalizzati a una valutazione più generale, e più restrittiva, della qualità del dato acquisito, secondo i seguenti parametri:

- stazionarietà del segnale nel campo dello sviluppo temporale dello spettro
- isotropia del segnale nel campo dello sviluppo direzionale dello spettro
- presenza di rumore elettromagnetico, con particolare riferimento al campo di frequenza di eventuali picchi
- plausibilità fisica del picco
- robustezza statistica del picco (comprensiva dei primi 3 criteri SESAME)
- durata della misura.

Le misure sono classificabili:

- in CLASSE A di qualità quando soddisfano tutti i criteri, fatta eccezione per gli spettri piatti che ovviamente disattendono i criteri SESAME per assenza di picchi significativi;
- in CLASSE B quando ne disattendono almeno uno ma mantengono buona leggibilità;
- in CLASSE C quando contengono elementi di disturbo invalidanti ai fini della corretta interpretazione.

Nel primo caso le misure sono utilizzabili anche da sole, nel secondo caso sono utilizzabili con cautela e unitamente ad altre misure effettuate nell'ambito della lunghezza d'onda di interesse, nel terzo caso vanno scartate. Limitatamente ai primi due casi sono poi definite le sottoclassi 1 e 2 in base alla presenza o meno di un picco chiaro.

\* \* \*

Come si osserva nel report allegato, nella rilevazione in oggetto non si hanno "picchi" H/V di forte entità. L'unica salienza, stazionaria e non direzionale, di origine stratigrafica, è posta a 1,94 Hz, ma con entità di H/V di ca. 2,4.

L'entità di H/V è tale da far presupporre che non siano presenti contrasti di velocità sismiche particolarmente severi nell'ambito dei sedimenti nei quali è impostata la zona in esame.

#### **ALLEGATI:**

- scheda postazione
- report elaborazione dati

San Giuliano T.me, 23.03.2021

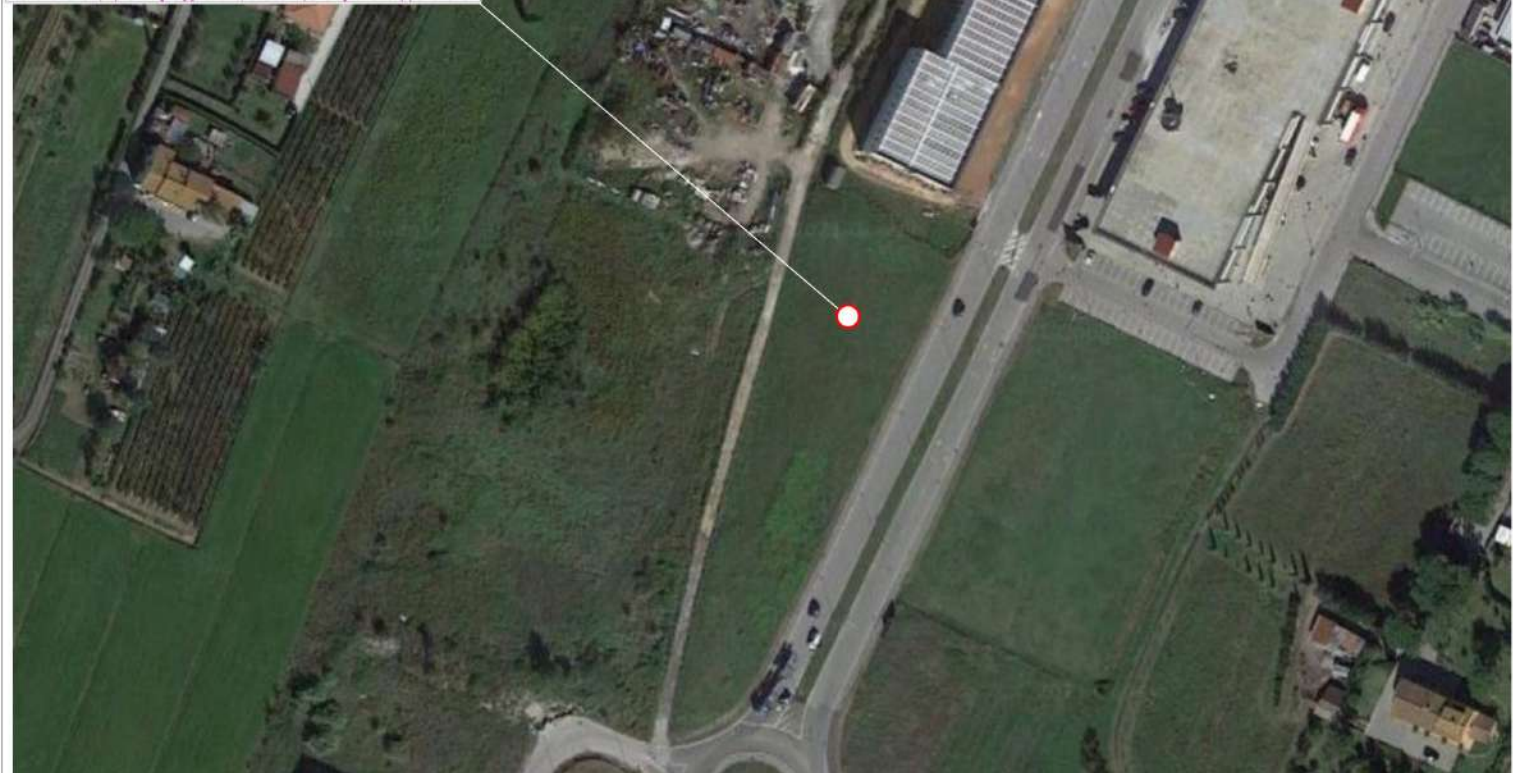
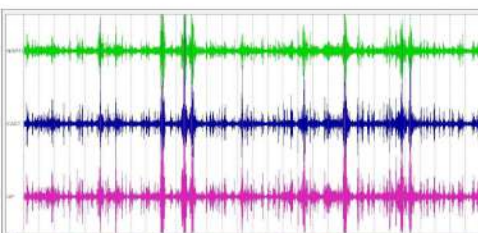




## INDAGINE HVSR PONSACCO (PI) - VIALE ITALIA



documentazione fotografica



ubicazione su fotosat scala 1:2.000

coordinate	43° 37' 28.9" N : 10° 36' 54.6" E
contesto globale	zona pianeggiante, bordo area industriale
contesto locale	prato, vegetazione spontanea
condizioni climatiche	sereno, leggermente ventoso
rumori/disturbi	traffico sostenuto della viabilità ad Est

## REPORT INDAGINE HVSR - PONSACCO, VIALE ITALIA

Instrument: TRZ-0158/01-11

Start recording: 23/03/21 12:49:23 End recording: 23/03/21 13:19:22

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

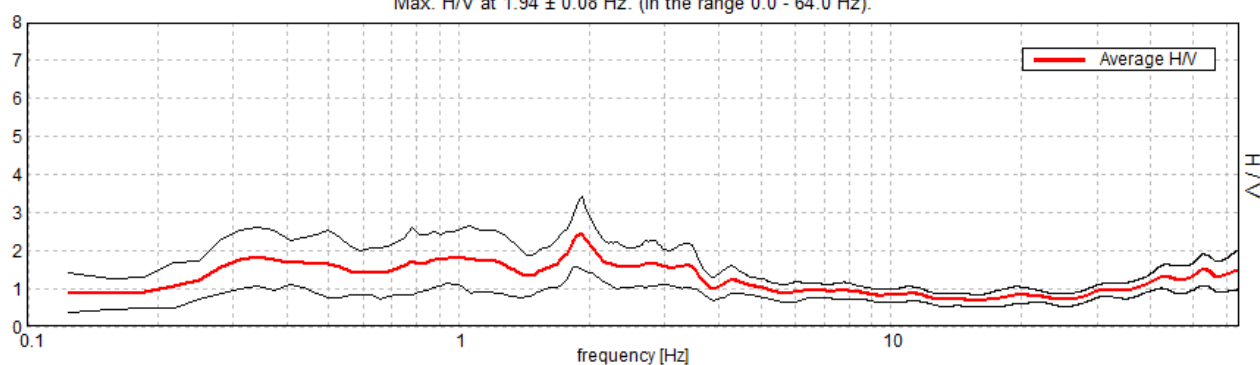
Trace length: 0h30'00". Analyzed 78% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz Window size: 20 s

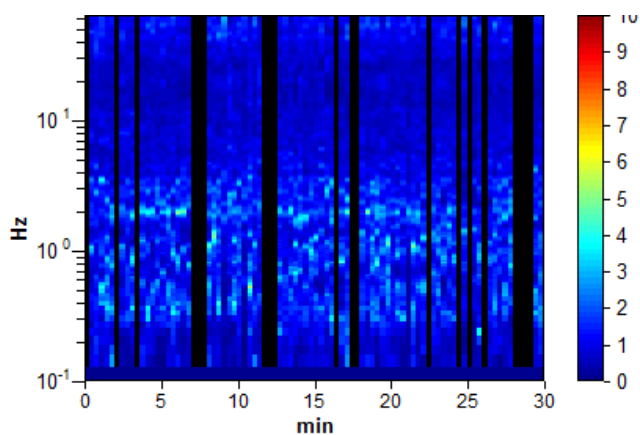
Smoothing type: Triangular window Smoothing: 8%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

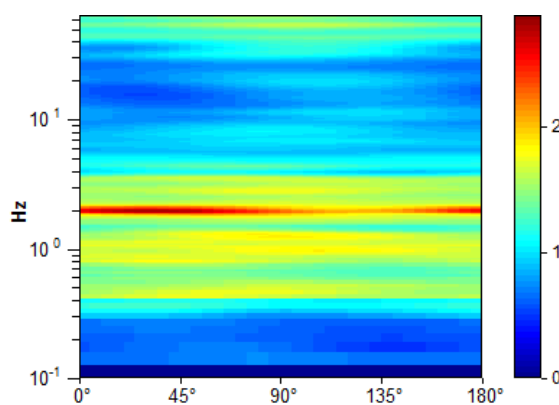
Max. H/V at  $1.94 \pm 0.08$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



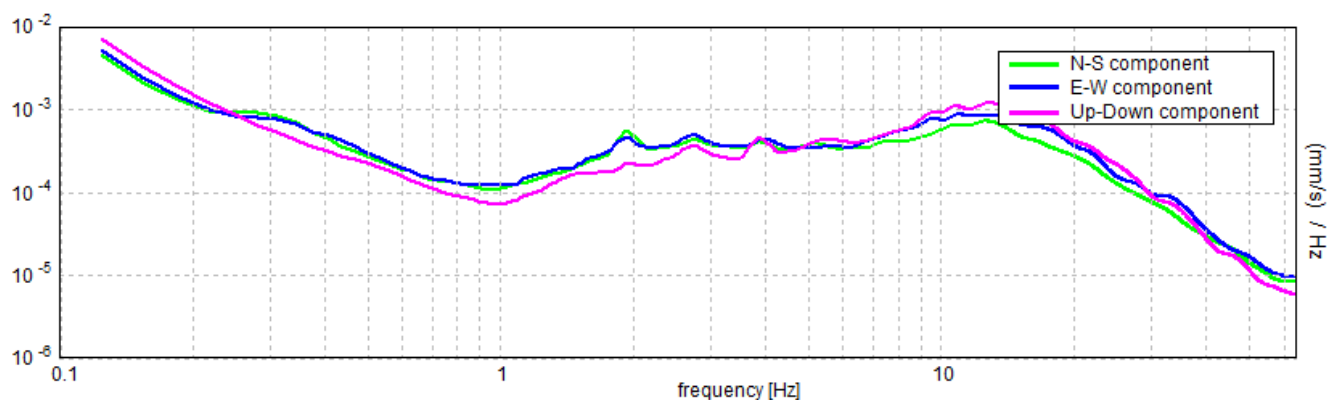
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA





[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $1.94 \pm 0.08$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.94 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2712.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 94 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	3.656 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.46 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02142  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04149 < 0.19375$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4849 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.**  
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)  
Tel. 0583 20799 - 335 7215712  
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it  
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e  
certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

**Int. Certificati:**

**BEMAK di Beccani Giuseppe & C.**

Cantiere: Via Oslo Località: Ponsacco Data inizio: 09/03/2012 Data fine: 09/03/2012  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo. Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 3 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 0069/2012 Del. 09/03/2012

Certificato di prova n. 0091/2012 del. 20/03/2012

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

Diametro rivestimento  $\phi$ : 126

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo



Distruzione di nucleo





**MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.**  
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)  
Tel. 0583 20799 - 335 7215712  
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it  
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare  
prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

**Committente:**

**BEMAK di Beccani Giuseppe & C.**

Cantiere: Via Oslo Località: Ponsacco Data inizio: 09/03/2012 Data fine: 09/03/2012  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: A rotazione con carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126  
Liv. falda (m da p.c.):  Quota p.c. (m s.l.m.):  Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

Ø mm	R V	A r	Pz	metri bati	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
														Riporto.
				1									0.6	Argilla limosa debolmente sabbiosa.
				2		1) She < 2.00 2.50								
				3									3.0	
				4										Limo argilloso.
				5						2-3-3	6		4.4	Limi sabbiosi debolmente argillosi.
				6										
				7									7.0	
				8									7.5	Argilla torbosa.
				9										Limi sabbiosi debolmente argillosi.
				10									9.5	
													10.0	Argilla torbosa.

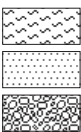
(\*) 1,2,3, ... s = Shelby d = Denison  
O = Osterberg a = altro  
A, B, C, ... camp. rimanegg.  
P.P. = Penetrometro tascabile  
Tor. = Scissometro tascabile  
S.P.T. = Standard Penetration Test  
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo  
R.Q.D. = Rock Quality Designation



**Riporto**

**Terreno vegetale**

**Argilla**



**Limo**

**Sabbia**

**Ghiaia, ciottoli**

**NOTE:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Cantiere: Via Oslo

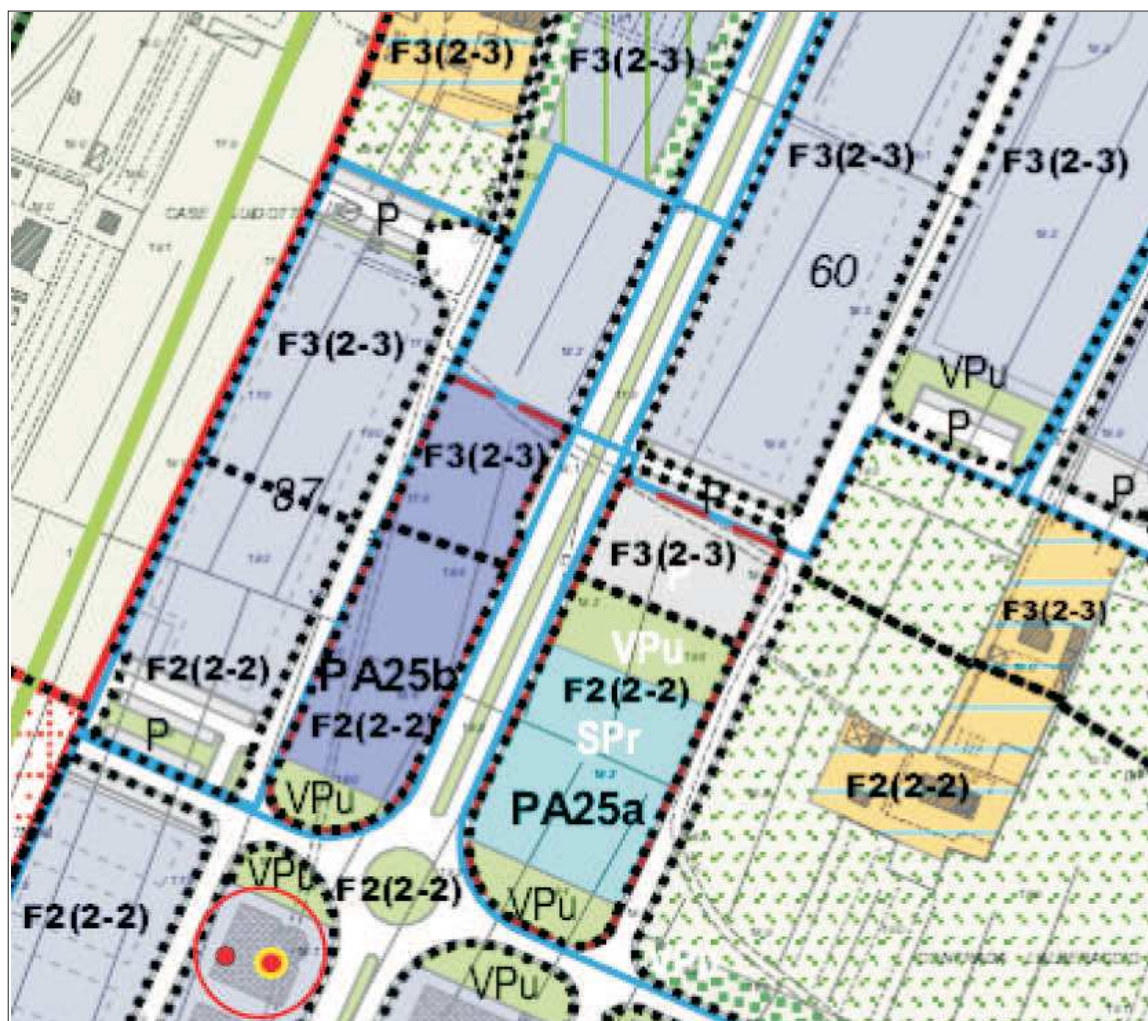
Località: Ponsacco

Data inizio: 09/03/2012 Data fine: 09/03/2012

Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo.

Diamm. (mm): 101/126

## UBICAZIONE INDAGINE



- Sondaggio geognostico
- Prova penetrometrica statica
- Area di intervento





**Laboratorio SIGMA s.r.l.** – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

**Rapporto di prova n. 00210 del 16/03/2012**

**V.A. 77/702 del 12/03/2012**

COMMITTENTE: BEMAK  
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl.  
CANTIERE: Via Oslo – Ponsacco (PI).  
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra  
Il presente rapporto di prova è costituito da n. una pagina.

### RELAZIONE

Il giorno 12/03/2012 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contrassegnati nel modo seguente:

Campione S1C1: Campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.5m dal piano campagna.

Campione S1C2R: Campione 2R prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2) sul campione S1C1.
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1) sul campione S1C1.
3. Analisi granulometrica completa per via umida e per sedimentazione (Raccomandazioni AGI 1994) sul campione S1C2R.
4. Prova di compressione ELL (UNI CEN ISO/TS 17892-7) sul campione S1C1.

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri 401/G e 402/G.

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manelli



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 401/G del 16/03/12

COMMITTENTE: BEMAK

IMPRESA: Mappo Geognostica Srl

CANTIERE: Via Oslo - Ponsacco (PI)

Verbale di accettazione: 77/702

SOND.: 1 CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

## PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

### CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

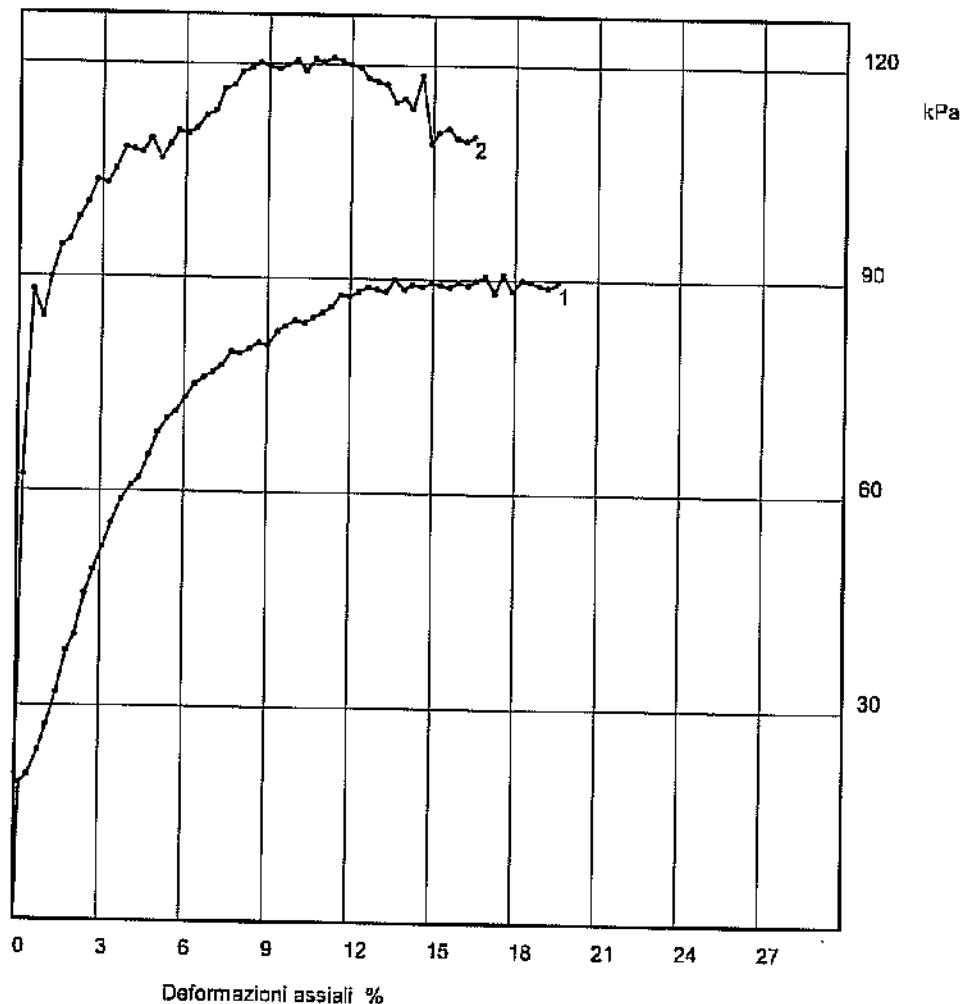
Diametro: 3.80 cm

Altezza: 7.50 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 21.91 %

Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 19.90 kN/m<sup>3</sup>

Deformazione assiale %-pressione kPa



Pressione a rottura kPa=  
Deformazione a rottura %=

Provino n. = 1  
90.74  
17.56

Provino n. = 2  
120.94  
11.33

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5

Angolo di rottura (°)= 30

Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 14/03/12-16/03/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Mandelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 402/G del 16/03/12

COMMITTENTE: BEMAK

IMPRESA: Mappo Geognostica Srl

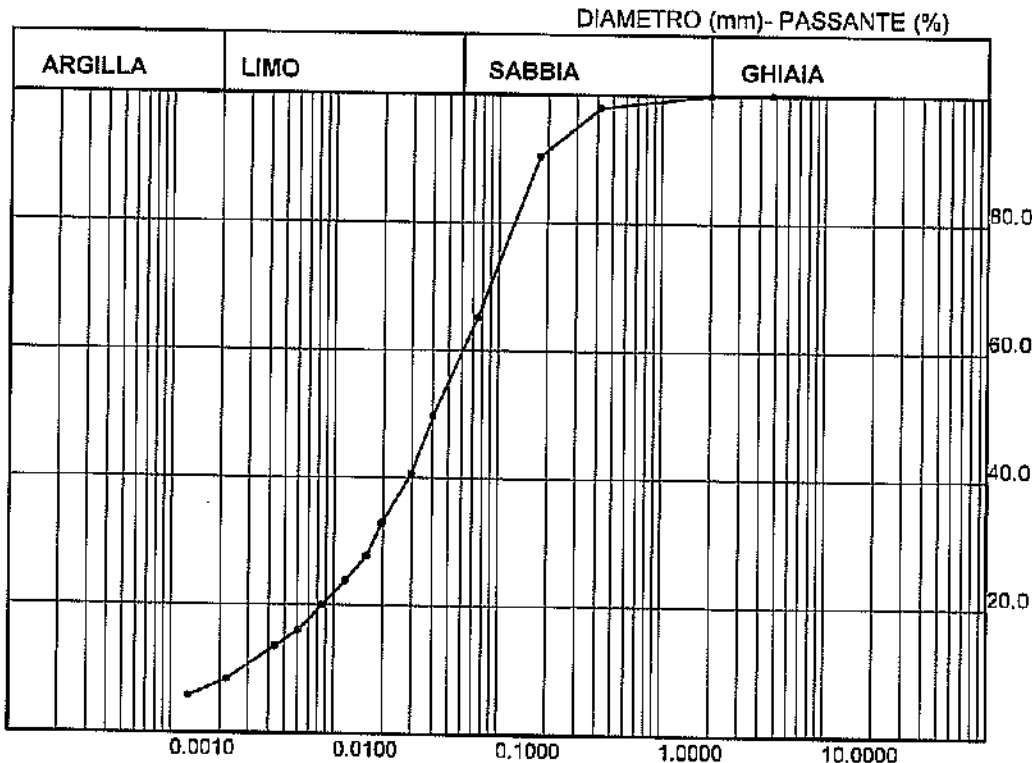
CANTIERE: Via Oslo - Ponsacco (PI)

Verbale di accettazione: 77/702

SOND.: 1 CAMP.: 2R

PROFONDITA', m: 4.0 - 4.5

## ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



### ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 200.00

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
4.750	0.00	100.00
2.000	0.11	99.94
0.420	3.95	97.97
0.180	15.35	90.30
0.075	50.32	65.13

### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0404	1.022	49.65
0.0299	1.019	40.60
0.0196	1.016	32.84
0.0159	1.014	27.67
0.0118	1.012	23.79
0.0085	1.011	19.91
0.0061	1.010	16.03
0.0044	1.008	13.45
0.0022	1.006	8.28
0.0013	1.006	5.69

GHIAIA, %= 0.06  
SABBIA, %= 41.52  
LIMO, %= 50.74  
ARGILLA, %= 7.69

Tipo di campione: Q4

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L.:

Pagina: 1/1

Lc Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 13/03/12-15/03/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli