Studio Geologico Dr. Cinzia Armand

RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA INERENTE AL PROGETTO DI COSTRUZIONE DI FABBRICATI INDUSTRIALI VIA DI MAIANO – CAPALLE (CAMPI BISENZIO)

GIUGNO 2015

IL GEOLOGO

[redacted]

Via Siena, 7 - 50013 Campi Bisenzio (FI)
Tel/Fax 055 - 89.00.10 Cell. 320 - 048.48.21
cinzia.armand@email.it cinzia.armand@geolithos.com

1 - INTRODUZIONE

Su incarico dello Studio Tecnico Perini è stato effettuato uno studio geologico e geologico-tecnico inerente ad un terreno sul quale è prevista la realizzazione di edifici ad uso produttivo (Fig. 1 - pianta).

2 - RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo studio è stato effettuato in ottemperanza della vigente normativa:

- D.M. 11/03/88 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione)
- D.M. 14/01/08 - Norme tecniche per le costruzioni concernenti i principi per il progetto, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni nei riguardi delle prestazioni richieste in termini di resistenza, stabilità e durabilità.
- D.P.G.R. n. 36/R del 09/07/2009 - Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.
- PS - Piano Strutturale del Comune
- RUC - Regolamento Urbanistico Comunale vigente

3 - LOCALIZZAZIONE

L'area in oggetto si trova lungo la Via di Maiano, in località Centola nel Comune di Campi Bisenzio.
Per una migliore localizzazione vedere la Fig. 2.

4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio di Campi Bisenzio si trova nel Bacino di Firenze-Prato-Pistoia, antica depressione lacustre Villafranchiana.

L'apporto sedimentario dei fiumi ed alcuni sollevamenti differenziali del substrato, causarono il riempimento e la conseguente estinzione del lago e, con l'evolversi dell'idrografia superficiale, portarono all'attuale configurazione morfologica.

I depositi lacustri e quelli fluviali ricoprono, con giacitura suborizzontale, le formazioni prelacustri costituite, dal basso verso l'alto, dalla seguente successione:

- MACIGNO (Oligocene-Miocene) - Flysch arenaceo costituito da arenarie, siltiti e argilloscisti.
- COMPLESSO DI CANETOLO (Eocene-Miocene) - Argilloscisti di Canetolo, calcari del Groppo del Vescovo (marne calcaree, calcari marnosi e arenarie calcaree) e Arenarie di Monte Senario.
- COMPLESSO OFIOLITICO (Giura sup.-Eocene) - Diabasi, Gabbri e Serpentiniti, Diaspri, Calcari a Calpionelle e Argille a Palombini.
- SUPERGRUPPO DELLA CALVANA (Creta sup.-Eocene) - Comprende la Formazione di Sillano (argilliti, calcari marnosi, arenarie, siltiti e marne) e la Formazione di M.Morello

(calcari, marne arenacee e calcarenitiche, argilloscisti).

Il riempimento lacustre, di età Villafranchiana, risulta costituito essenzialmente da argille e limi, con intercalate sabbie e ghiaie, in spessori variabili da qualche decina a qualche centinaia di metri e presenza, localmente, di livelli di lignite e torba.

Al di sopra dei sedimenti lacustri si trovano i depositi di tipo alluvionale, dovuti alle divagazione del F.Arno e, soprattutto, a quelle del F. Bisenzio, costituiti da argille e limi argillosi, talora sabbiosi (nella zona di Campi Bisenzio lo spessore della coltre fluvio lacustre supera i 600 metri) (Fig. 3 - sezione geologica).

Dal punto di vista morfologico l'area in oggetto si presenta pianeggiante, ad una quota media di ca. 41 m s.l.m.

5 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area dell'abitato di Campi Bisenzio è il risultato dei fenomeni alluvionali del F. Bisenzio il quale ha costruito un'ampia conoide che, dal suo sbocco nella pianura all'altezza di Prato, raggiunge il lato opposto della piana.

Nell'area di Campi B. l'acquifero è libero ed è costituito da materiale alluvionale con granulometria prevalente da medio-fine a fine mentre, localmente, possono essere presenti livelli più grossolani, con estensione areale limitata, costituiti da sabbie e ghiaie.

La superficie della falda superficiale si trova entro 15 m dal p.c., con livello statico relativo quasi al livello del piano campagna, con quota assoluta di ca. 40 m s.l.m. (Fig. 4 - carta idrogeologica).

6 - FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Nel Comune di Campi B., nelle norme tecniche è indicata una fattibilità 3 (Fig. 5 – carta della fattibilità) per qualsiasi intervento, valutata sulla base delle condizioni di pericolosità presenti nel territorio.

SCHEDA n°: 4.4 TAVOLA n°: 3	LOCALITA': Z.I. Confini-Centola
TIPOLOGIA: Nuova zona industriale, viabilità, parcheggi e verde di rispetto	
GEOLOGIA E LITOLOGIA: Depositi alluvionali	
GEOMORFOLOGIA: Nessuna notazione di rilievo	
EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA: Depositi alluvionali potenzialmente cedevoli	
AMBITI FLUVIALI: Ambito B del Fosso Vingone-Lupo	
FENOMENI DI ESONDAZIONE: No	
VINCOLI IDRAULICI DIVERSI: No	
PROBLEMATICHE IDRAULICHE ATTUALI: L'analisi idraulica del Bisenzio non individua, allo stato attuale, fenomeni di esondazione che interessano l'area. Il Vingone-Lupo non risulta in sicurezza idraulica per piene con tempo di ritorno duecentennale	
PERICOLOSITA' IDRAULICA: L'area ricade in pericolosità 3a	
PERICOLOSITA' GEOLOGICA: Classe 3a	
FATTIBILITA': Classe 3	
NOTE: È necessario realizzare l'opera di laminazione CE VL (tav. 10-15 del P.S.- vd. intervento 4.25) e conseguire la messa in sicurezza nei confronti delle piene duecentennali del T. Vingone. Uno studio affronterà le problematiche idrauliche specifiche dell'area, in particolare da un punto di vista del reticolo minore e del sistema fognario, assumendo nel caso i necessari accorgimenti. Per quanto riguarda le problematiche derivanti dalle acque basse si terrà conto dell'incremento di impermeabilizzazione. L'autocontenimento verrà effettuato invasando il volume nella zona AC4 (tav. 10-15 del P.S.)e nel fosso di guardia del "ring". L'agibilità degli edifici è legata al collaudo delle opere idrauliche sul T. Vingone-Lupo ed al completamento delle opere di autocontenimento. È necessaria una campagna geognostica mirata all'individuazione di livelli di terreno potenzialmente cedevoli, in particolare in caso di sisma. Si ricorda infine che a norma dell'art. 78 comma b) del PIT "nuovi spazi pubblici e privati destinati a piazzali, parcheggi e viabilità pedonale o meccanizzata, devono essere realizzati con modalità costruttive che consentano l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque."	

§.6.A - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

L'area, come la maggior parte del territorio di Campi B. è stata inclusa nella classe di pericolosità geologica medio-bassa (3a g-i).
Le problematiche inerenti al territorio di Campi B. sono determinate dalla presenza di instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali dovuta a depositi alluvionali a granulometria eterogenea, potenzialmente suscettibili di densificazione.
Per tali situazioni deve essere effettuata un'adeguata campagna geognostica per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche del terreno (Vd. Relazione 10-0 del PS).

§.6.B - PERICOLOSITÀ IDRAULICA

In relazione al rischio idraulico l'area in oggetto si trova nelle seguenti condizioni:

Aree inondate - L'area non è stata interessata dall'evento eccezionale del novembre '66 né da quelli verificatisi nel corso del triennio 91/93

Pericolosità idraulica (Fig. 6 - carta della pericolosità idraulica – PAI)

La zona è stata inserita in classe di pericolosità idraulica moderata :

Aree a pericolosità PI1	*pericolosità moderata comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno 200 <TR 500 anni.*

§.6.C - PERICOLOSITÀ SISMICA

Il Comune di Campi B. è stato inserito in classe sismica 3, all'interno della fascia di pericolosità sismica B - 0.125g < ag = 0.150g - percentuale di controllo pari al 10% dei preavvisi (Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Toscana - Supplemento al Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 43 del 24.10.2012).

La normativa antisismica (NTC - Decreto del 14/01/2008) prevede l'individuazione di categorie di sottosuolo per la definizione dell'azione sismica, valutate sulla base della velocità delle onde sismiche "s" (onde di taglio) nei primi 30 m (Vs_{30}); in alternativa si può fare riferimento alla resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$, per i terreni granulari, e alla coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ per i terreni coesivi.

La normativa della Regione Toscana (DPGR 36R/2009 - Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico) individua, all'art. 7, 4 classi di indagini da effettuare sulla base delle volumetrie previste.

Nel caso specifico l'opera ricade in classe 4 in quanto è previsto un intervento per una volumetria complessiva > 6000 mc:

Classe di indagine 4	*opere di volume lordo > 6000 mc o con altezza in gronda > 20 m*
la categoria di suolo di fondazione deve essere determinata mediante prove sismiche in foro e la definizione dei parametri geotecnici deve essere basata su sondaggi geognostici.	

Per la definizione della categoria di suolo è stata effettuata una prova sismica in foro (down hole), effettuata in prossimità dell'area in esame, che ha permesso di determinare la velocità delle onde s nei primi 30 m (Vs_{30}).
La scelta della posizione del sondaggio è stata determinata dalla presenza di un campo coltivato a mais che sarebbe stato, per buona parte, distrutto dal mezzo utilizzato per la prova.

Data la modesta distanza e le caratteristiche omogenee del territorio la prova, così dislocata, è da ritenersi perfettamente valida.

Dall'elaborazione dei risultati dell'indagine, visibile in allegato, è stata ottenuta una velocità Vs_{30} pari a 283 m/sec (onde Sx) e285 m/sec (onde Sy), corrispondente alla categoria di suolo C:

a. La categoria di suolo C è definita in normativa come *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30}[1] compresi fra a 180 m/s e 360 m/s, (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine)*.

La stima dei parametri spettrali per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tab. 1 All. B D.M. 14/01/08)[2].

Ta. 1 - Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine:	longitudine	Classe:	Vita nominale
43,843945	11,1206	2	50

Siti di riferimento

	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	19612	43,8598	11,0634	4913,468
Sito 2	19613	43,8612	11,1327	2152,116
Sito 3	19835	43,8112	11,1346	3807,043
Sito 4	19834	43,8098	11,0654	5830,817

Parametri sismici

Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Periodo di riferimento	Coefficiente cu
C	T1	50 anni	1

	Operatività			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento	81 %	63 %	10 %	5 %
Tr	30 [anni]	50 [anni]	475 [anni]	975 [anni]
ag	0,048 g	0,057 g	0,133 g	0,171 g
Fo	2,540	2,576	2,433	2,388
Tc*	0,251 [s]	0,266 [s]	0,300 [s]	0,310 [s]

1 Vs_{30} = velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità dal piano di posa della fondazione

2 Direzione Generale Politiche Territoriali ed Ambientali - Settore Servizio Sismico Regionale (Regione Toscana)

Coefficienti Sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,500	1,500	1,500	1,460
Cc	1,660	1,630	1,560	1,550
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh	0,014	0,017	0,048	0,060
Kv	0,007	0,009	0,024	0,030
Amax	0,701	0,843	1,956	2,448
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 Geostru software - www.geostru.com
Coordinate WGS84 latitudine: 43.842988 longitudine: 11.119613

7 – CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

Il terreno su cui è previsto l'intervento di progetto appartiene ai depositi alluvionali recenti (q) costituiti, genericamente, da due tipi litologici prevalenti, quali limi e argille, i cui passaggi laterali e verticali sono spesso graduali e sfumati.

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dal progetto sono state effettuate due prove penetrometriche statiche condotte fino a rifiuto (rispettivamente a profondità di 12,80 m e 12,40 m).
In corrispondenza della seconda prova è stato prelevato un campione, alla profondità di 2,5 m, sul quale sono state effettuate prove di laboratorio (Fig. 7 - ubicazione delle prove).
Un secondo campione è stato prelevato nel corso del sondaggio, alla profondità di 8,0 m ma, data la litologia incontrata, costituita prevalentemente da ciottoli in matrice limoso argillosa e da sabbia limosa con abbondanti ciottoletti, non è stato possibile effettuare le analisi sul campione indisturbato ma su un campione ricostruito.

In fig. 8, 8a e 9 sono riportate le colonne stratigrafiche elaborate dai risultati delle prove.

Sono stati, inoltre, collocati due piezometri (v. Fig. 8 per l'ubicazione) per il controllo della profondità del livello dell'acqua (vd. Tabella):

Tab. 2

Data	Piezometro 1	Piezometro 2	Pozzo
01/06/15	- 1,14 m	- 0,9 m	- 7,04 m
03/06/15	-1,2 m	- 0,97 m	
08/06/15	-1,27 m	- 1,11 m	

I dati rilevati convalidano quanto riportato nella cartografia idrogeologica, confermando il livello piezometrico della falda a profondità molto modesta.

Le prove penetrometriche hanno evidenziata la presenza, prevalente, di limi argillosi e argille limose con livelli, occasionali, di argille molli generalmente al tetto dei livelli più sabbiosi dove è più frequente avere un accumulo di acqua.
Sono presenti, inoltre, modesti livelli, più frequenti, di limi sabbiosi e sabbie limose.

Dall'elaborazione delle prove si ottengono i seguenti risultati, rispetto ai principali parametri derivabili:
La coesione presenta un andamento simile nelle due prove almeno fino a 2 metri di profondità.

Nella CPT1 si ha una riduzione a 3,6 m (37,1 ms.l.m.) mentre, la stessa riduzione, nella CPT2 si verifica a 2,4 m (38,6 ms.l.m.).
Intorno ai 4 m e fino a ca. 8 m, i valori tornano ad essere omogenei nelle due prove.
Nella CPT2, a 7,8 m (33,2 ms.l.m.) si ha un rapido aumento a cui segue, a 8,6 m (32,4 ms.l.m.) una riduzione che si mantiene fino al termine della prova.
Nella CPT1 tale aumento si verifica intorno ai 10 m, a cui segue, analogamente,, una rapida riduzione fino a 10,6 seguita da un nuovo aumento dei valori.

Tale andamento è compatibile con le caratteristiche litologiche dei terreni, la coesione, infatti, è molto ridotta in corrispondenza dei materiali granulari, quali limi sabbiosi, sabbie, ghiaie etc. ed elevata dove si riscontra la presenza di terreni più argillosi.

L'andamento del modulo edometrico appare più omogeneo nelle due prove, ad eccezione di un netto aumento dei valori a 10 m nella CPT1 e a 8 m nella CPT2.
Dalle analisi di laboratorio si sono ottenuti i seguenti parametri:

	CAMPIONE 1 - CPT2	CAMPIONE 2 - S1
	- 2,5 m	- 8,0 m
Peso di volume	20 KN/mc	19,9 KN/mc
Peso di volume secco	16,4 KN/mc	17,0 KN/mc
Peso di volume saturo	20,1 KN/mc	20,5 KN/mc
Contenuto in acqua	22,1 %	16,5
Indice dei vuoti	0,62	0,55
Porosità	38,2	35,6
Saturazione	96,8 %	80,8 %
Limite liquido	40,5 %	20,8 %
Limite plastico	23,3 %	20,5 %
Indice di plasticità	17 %	0,3 %
Indice di consistenza	1,08 %	14,17 %
Angolo di attrito	22,1 °	24,5 °
Coesione	11 KPa	10 kpA
Ghiaia	/	25,4 %
Sabbia	11,5 %	40,2 %
Limo	48,8 %	18,3 %
Argilla	39,7 %	16,1 %

8 – STABILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione comporta il quasi totale annullamento della resistenza al taglio con conseguente comportamento meccanico dei terreni assimilabile a quello di un fluido.
Generalmente il fenomeno interessa i depositi sabbiosi saturi in relazione alla storia del deposito e alle proprietà geotecniche, alle vibrazioni sismiche e loro durata.
Ad un minor grado si addensamento del materiale (indice dei vuoti elevato e densità relativa bassa) corrisponde una maggiore probabilità che possa verificarsi il fenomeno della liquefazione.
La valutazione del fenomeno è stata effettuata sulla base del sondaggio ed in particolare sui risultati delle analisi di laboratorio svolte sul campione prelevato a 8.0 m

Nel caso specifico, pur rientrando i valori di granulometria del secondo campione (- 8,0 m) all'interno della fascia a rischio liquefazione, lo spessore dello strato risulta modesto (1 m).
Il fenomeno, infatti, interessa strati estesi o lenti in spessori di almeno 3 m sotto falda e può interagire con la fondazione nel caso in cui lo strato superficiale non soggetto al liquefazione abbia spessore inferiore a 3 m.
Un parametro importante è dato dal coefficiente di uniformità che, nel nostro caso (secondo campione), pari a 381,9 (vedere valutazione della granulometria nelle analisi di laboratorio in allegato) è risultato piuttosto elevato denotando un'elevata eterogeneità del materiale.

Le notizie storiche riportano, per l'area di Campi Bisenzio, il verificarsi di terremoti provenienti soprattutto dall'area del Mugello e della Garfagnana; in particolare sono riportati i seguenti eventi (*):

Storia sismica di Campi Bisenzio

Effetti	Data	Ax	Np	Io	Mw
I (MCS)					
4-5	1887 11 14 05:48	Fiorentino	101	6	4,54 ± 0,13
6	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8	5,43 ± 0,08
5	1899 06 26 23:17	Valle del Bisenzio	138	7	5,06 ± 0,15
NF	1903 07 27 03:46	Lunigiana	79	7 – 8	5,25 ± 0,17
5	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5,15 ± 0,14
NF	1906 04 21 06:35	Val d'Elsa	50	5 – 6	4,50 ± 0,39
NF	1907 12 20 10:29	Radda in Chianti	35	6	4,63 ± 0,54
4	1909 01 13 00:45	Bassa padana	799	6 – 7	5,53 ± 0,09
NF	1909 08 25 00:22	Murlo	283	7 – 8	5,37 ± 0,10
NF	1913 02 13 16:39	Appennino tosco emiliano	27	5	4,54 ± 0,29
5	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7	5,76 ± 0,09
6	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10	6,29 ± 0,09
5	1920 09 07 05:55	Garfagnana	756	10	6,48 ± 0,09
3	1939 02 11 11:16	Marradi	31	7	5,01 ± 0,23
2 – 3	1995 10 10 06:54	Lunigiana	341	7	4,85 ± 0,09

I (MCS) Intensità macrosismica
Ax Area dei maggiori effetti
NF Non avvertito
Np Numero di osservazioni macrosismiche
Io Intensità epicentrale (espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg)
Mw Magnitudo momento

Da quanto emerge dalle su riportate valutazioni si ritiene che, trattandosi nel complesso di terreni prevalentemente argillosi, la possibilità che si inneschino fenomeni di liquefazione, in caso di evento sismico, è piuttosto ridotta poiché il comportamento coesivo di tali sedimenti, anche in caso di diminuzione della pressione effettiva, conferisce un'elevata resistenza al taglio.

*) Dati INGV (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)

9 - VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI PROGETTO - CEDIMENTI

La sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza deve essere effettuata con il metodo dei coefficienti parziali di sicurezza, verificando la seguente espressione:

$$R_d \geqslant E_d$$

dove R_d rappresenta la resistenza di progetto e E_d il valore di progetto dell'effetto delle azioni

$$E_d = G1*\gamma_{g1} + G2*\gamma_{g1} + G2*\gamma_{q1}$$

Il carico limite che le fondazioni possono trasmettere al terreno, senza che esso subisca deformazioni plastiche, è stato determinato con la seguente formula:

$$Rd = c/\gamma_c N_c s_c + \gamma/\gamma_\gamma D N_q s_q + 0.5B\gamma/\gamma_\gamma N_\gamma s_\gamma$$

dove:
c = coesione (KN/mq)
γ = peso di volume (KN/mc)
B = larghezza della fondazione (m)
D = profondità del piano di posa delle fondazioni (m)
N_c, N_q, N_γ fattori adimensionali che dipendono dal valore dell'angolo di attrito
s_c, s_q, s_γ fattori adimensionali che dipendono dalla forma della fondazione

Attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove sono stati ricavati i dati necessari per la definizione della capacità portante dei terreni interessati e dei cedimenti conseguenti all'applicazione di tale carico.

La verifica di stabilità globale è stata effettuata applicando tutti e tre gli approcci previsti dalla normativa:
Approccio 1 - Combinazione 1 (STR) A1+M1+R1
Combinazione 2 (GEO) A2+M2+R2
Approccio 2 - Combinazione 1 (GEO) A1+M1+R3

dove:
A azioni
M parametri geotecnici
R resistenze

Si riassumono brevemente i risultati ottenuti, visibili integralmente in allegato:

Fondazione a plinti (D = 1 m – Largh. = 1,50 m – Lungh = 1, 50 m)

CPT1				
Approccio	Combinazione	γ_R	Resistenza di progetto (KN/mq)	Costante di Winkler (KN/mq)
N. 1	A1+M1+R1	1.0	651,54	
	A2+M2+R2	1.8	114,68	13761,59
N. 2	A1+M1+R3	2.3	283,28	26061,4

Carico di esercizio (KN/mq)	Cedimento ammissibile (cm)
114,68	2,38

CPT2				
Approccio	Combinazione	γ_R	Resistenza di progetto (KN/mq)	Costante di Winkler (KN/mq)
N. 1	A1+M1+R1	1.0	826,17	
	A2+M2+R2	1.8	313,09	22542,2
N. 2	A1+M1+R3	2.3	339,39	31223,08

Carico di esercizio (KN/mq)	Cedimento ammissibile (cm)
187,85	4,83

SONDAGGIO				
Approccio	Combinazione	γ_R	Resistenza di progetto (KN/mq)	Costante di Winkler (KN/mq)
N. 1	A1+M1+R1	1.0	1609,63	
	A2+M2+R2	1.8	401,39	28900,15
N. 2	A1+M1+R3	2.3	699,48	64385

Carico di esercizio (KN/mq)	Cedimento ammissibile (cm)
240,83	4,68

Si consiglia, perciò, di utilizzare un carico di esercizio non superiore a 106 KN/mq per il quale si hanno cedimenti molto contenuti ovviando, in tal modo, anche agli eventuali cedimenti differenziali:

	Rd KN/mq	Cedimento in cm
CPT1	106	2,15
CPT2		2,49
SONDAGGIO		1,68

10 - CONCLUSIONI

La presente relazione ha riguardato un'indagine geologica e geologico-tecnica inerente ad un progetto per la costruzione di fabbricati ad uso produttivo, situati in Via di Maiano (Loc. Centola), nel Comune di Campi B.

Dallo studio effettuato è emerso quanto segue:

- L'area in oggetto si trova sui terreni alluvionali legati, prevalentemente, alle esondazioni del F. Bisenzio alla quota media di 41 m s.l.m.
- L'area è in classe di Pericolosità Geologica 3a, per problemi connessi a cedimenti e cedimenti differenziali
- L'intervento ricade in classe di fattibilità 3 per rischio geologico
- Area a pericolosità idraulica PI1 (pericolosità moderata)
- La valutazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere di progetto è stata effettuata mediante la realizzazione di 2 prove penetrometriche statiche, di un sondaggio a carotaggio continuo ed una prova downhole
- Il sedime di fondazione è costituito, prevalentemente, da un'alternanza di limi argillosi e argille limose
- Categoria di sottosuolo C
- Categoria topografica T1
- Classe di indagine 4
- Per le valutazioni geotecniche è stata ipotizzata una fondazione a plinti
- Cedimenti ammissibili, compresi tra 1,68 cm e 2,49 cm per un carico di 106 KN/mq
- Le misure effettuate nei piezometri e nel pozzo presente nell'area mostrano la presenza di acqua a profondità molto modesta per cui, nel corso dei lavori per le fondazioni, dovranno essere prese le opportune precauzioni per allontanare l'acqua dagli scavi.

In conclusione, per quanto di competenza, si ritiene che non vi siano obiezioni alla realizzazione dell'opera di progetto.

GIUGNO 2015

IL GEOLOGO

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
DOTT. GEOL. CINZIA CARMIGNANI
N° 293

[redacted]

eolithos

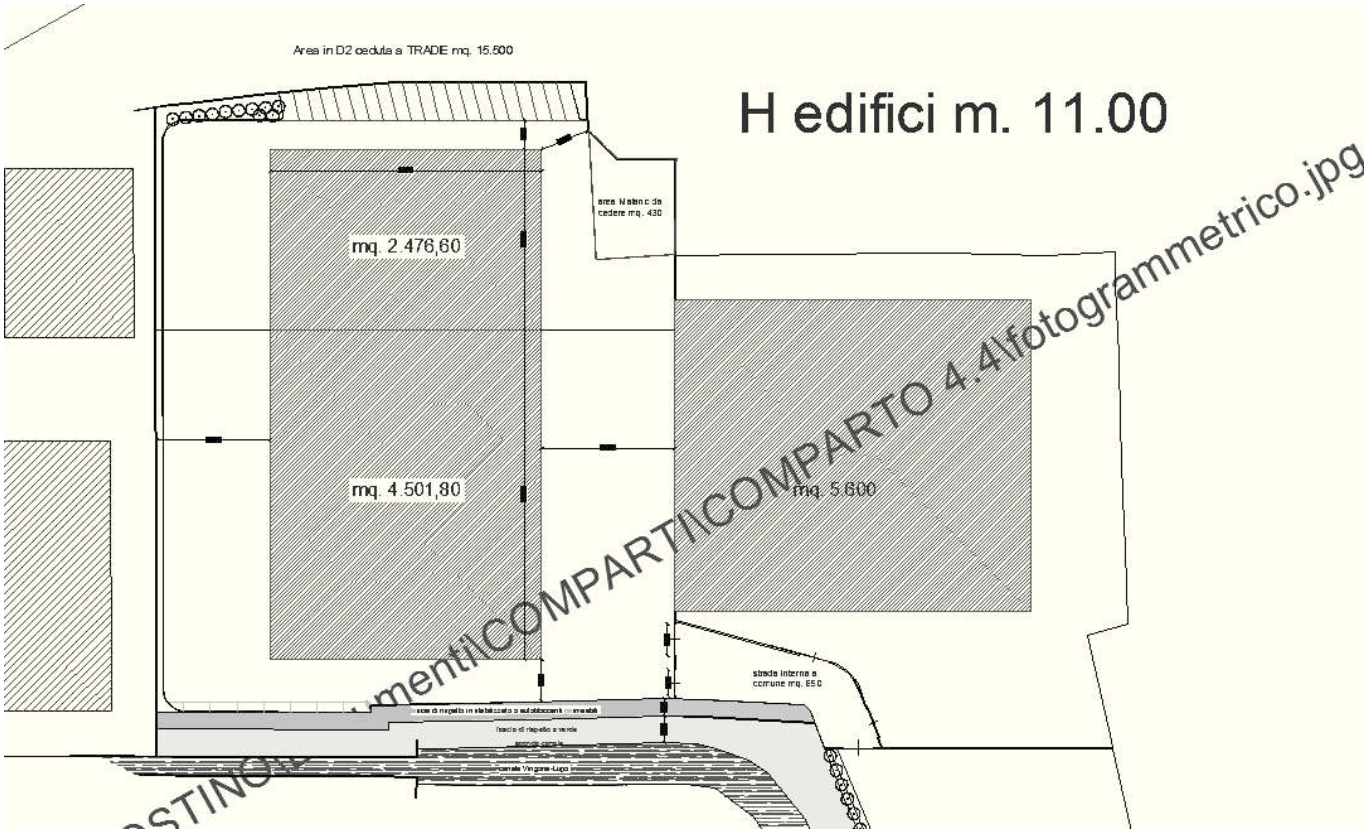
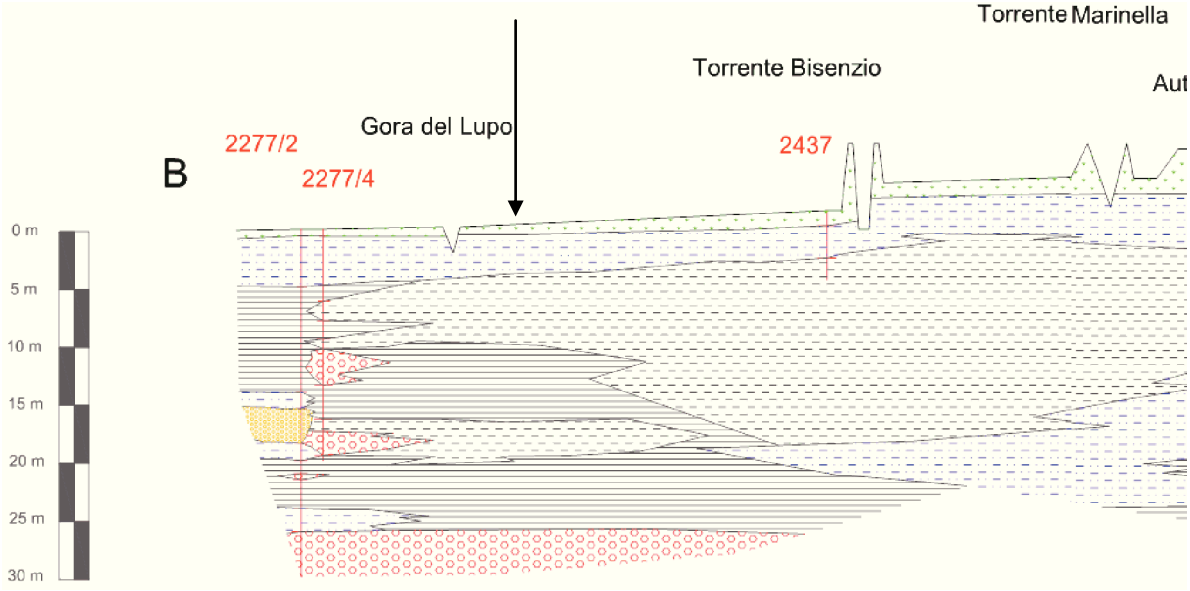
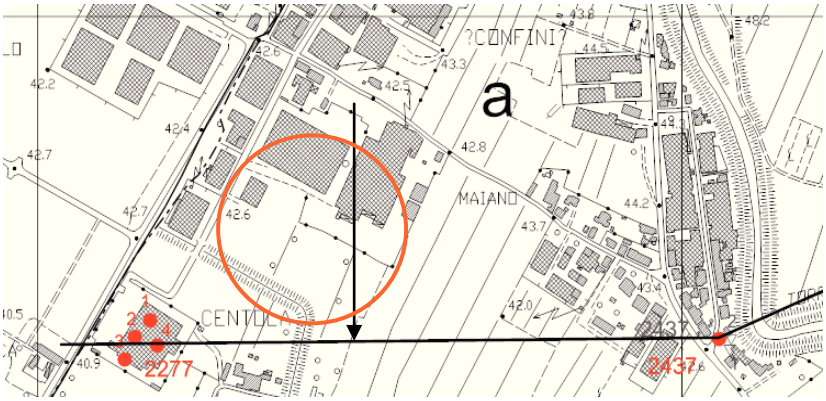


Fig. 1 - Distribuzione dei fabbricati sul lotto

Fig. 2 - Estratto della Carta Topografica della Regione Toscana - scala originale 1:2.000

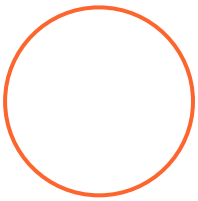
Ubicazione dell'area





Sezione B-B’

Fig. 3 - Sezione geologica



Ubicazione dell’area

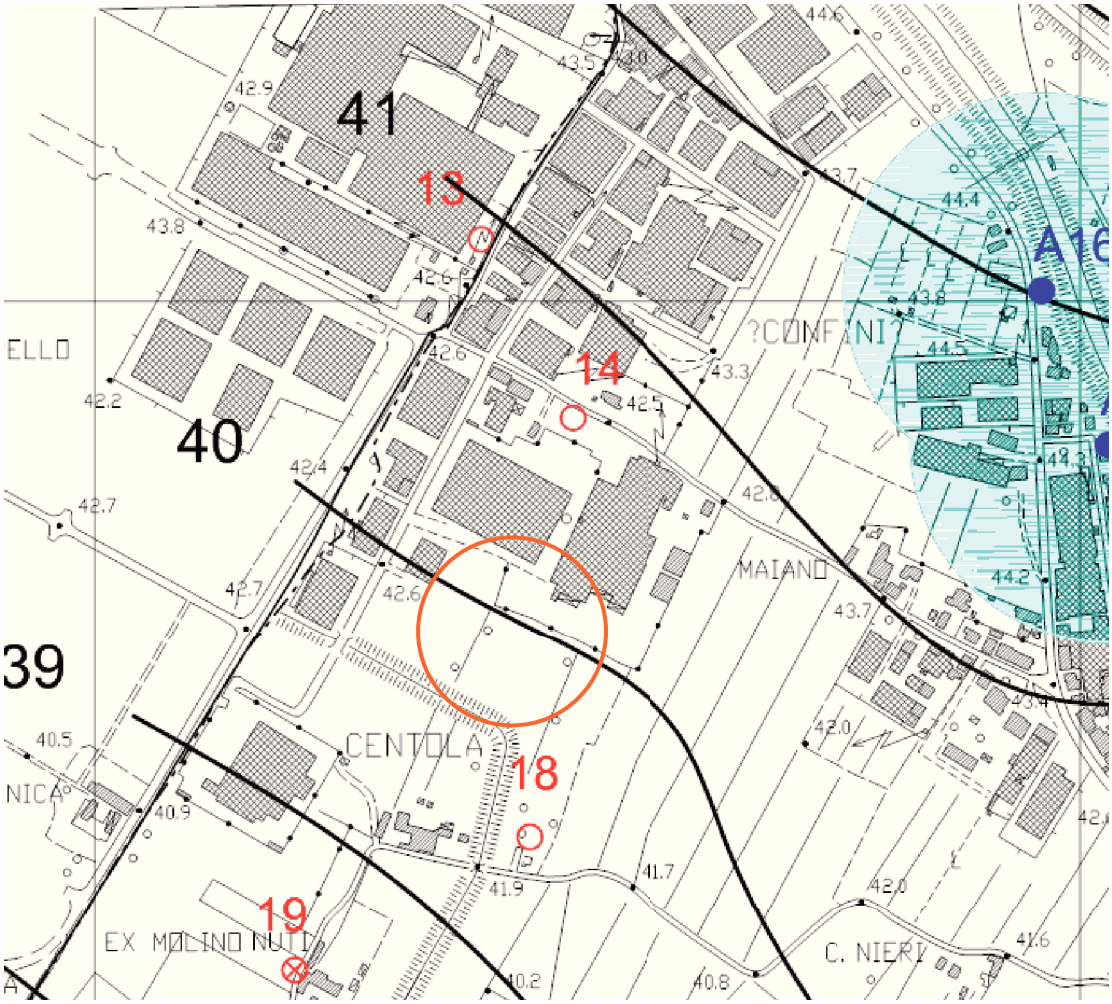


Fig. 4 - Stralcio della carta idrogeologica del Comune di Campi B. Foglio 10-4

A1	pozzo uso acquedottistico
7	pozzo superficiale
50	pozzo profondo
*	documentazione stratigrafica
50	pozzo di attività produttiva che attinge oltre 5000 mc annui
48	linee isofreatiche (maggio 2000) con quota in metri slm

Ubicazione dell'area

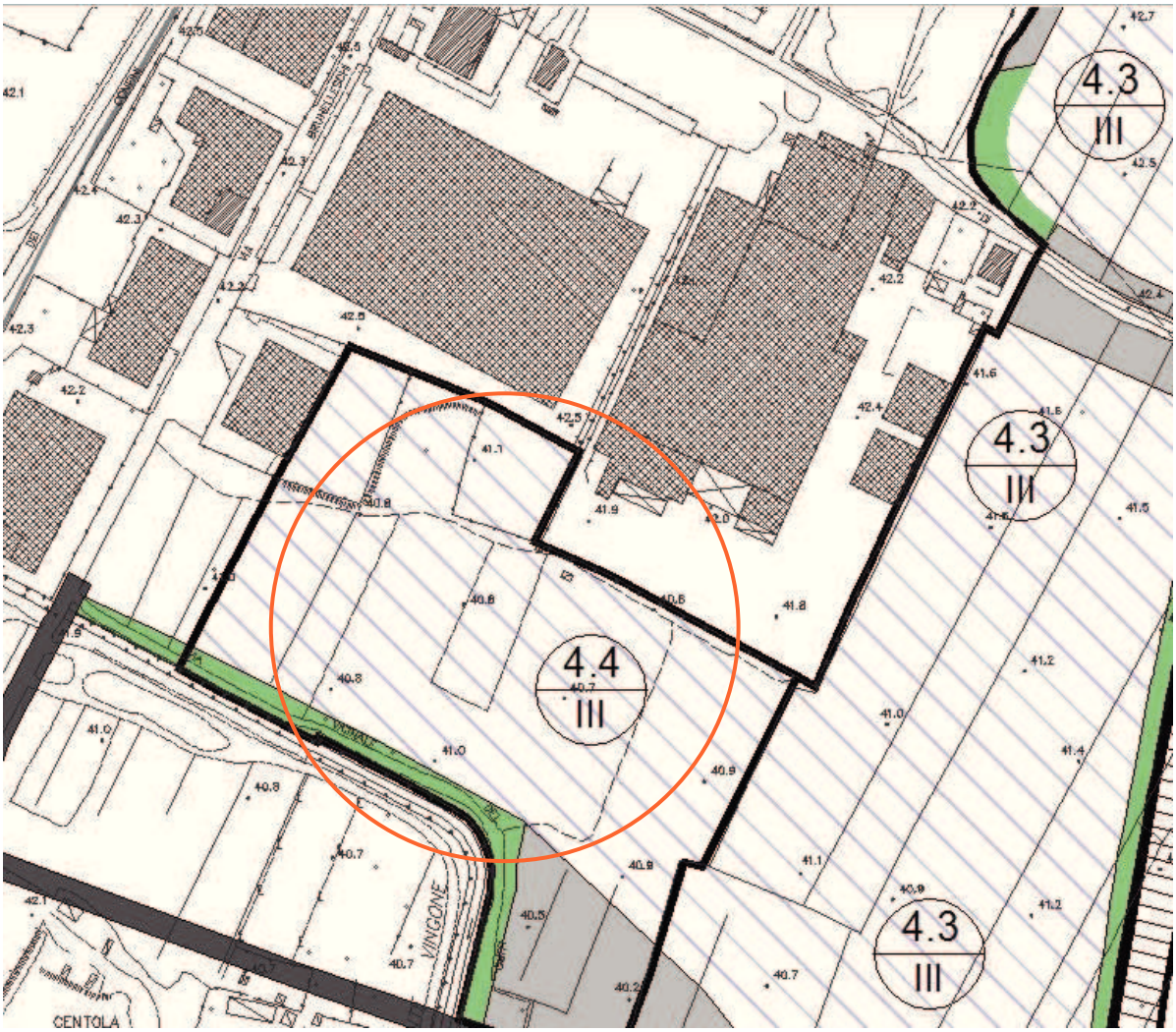
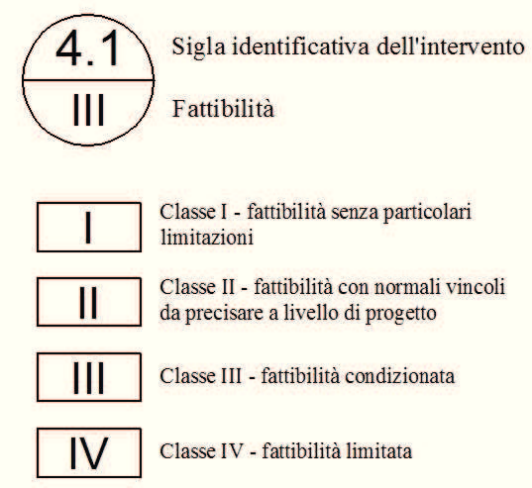
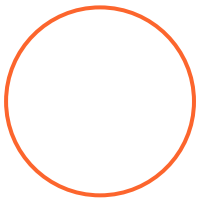


Fig. 5 - Stralcio della carta della fattibilità del Comune di Campi B. Tav. C3





Ubicazione dell'area

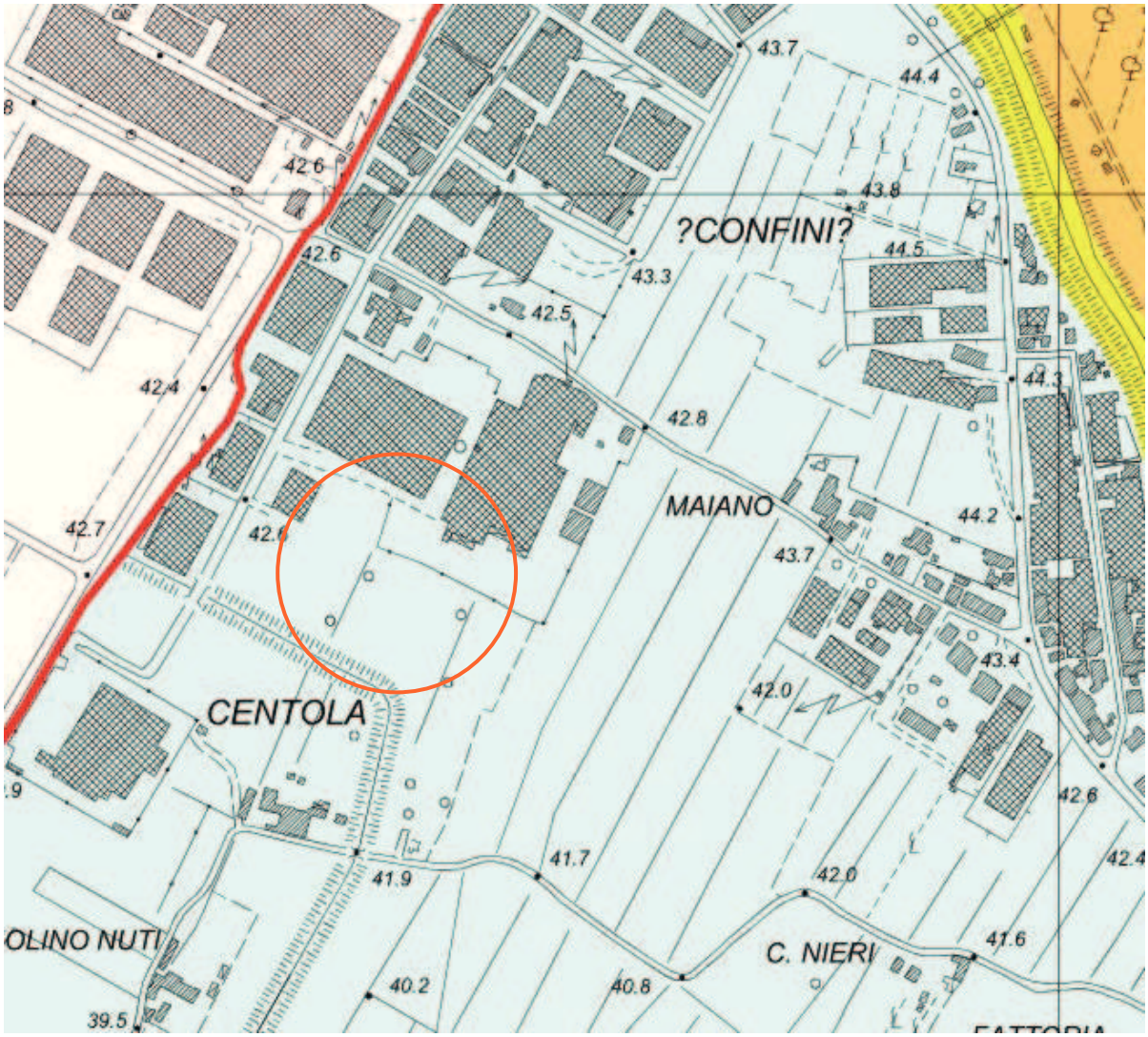


Fig. 6 - Stralcio della carta della pericolosità idraulica del Comune di Campi B. - PAI) Foglio 07

P.I.4 Aree a pericolosità molto elevata

P.I.3 Aree a pericolosità elevata

P.I.1 Aree a pericolosità moderata

Ubicazione dell'area

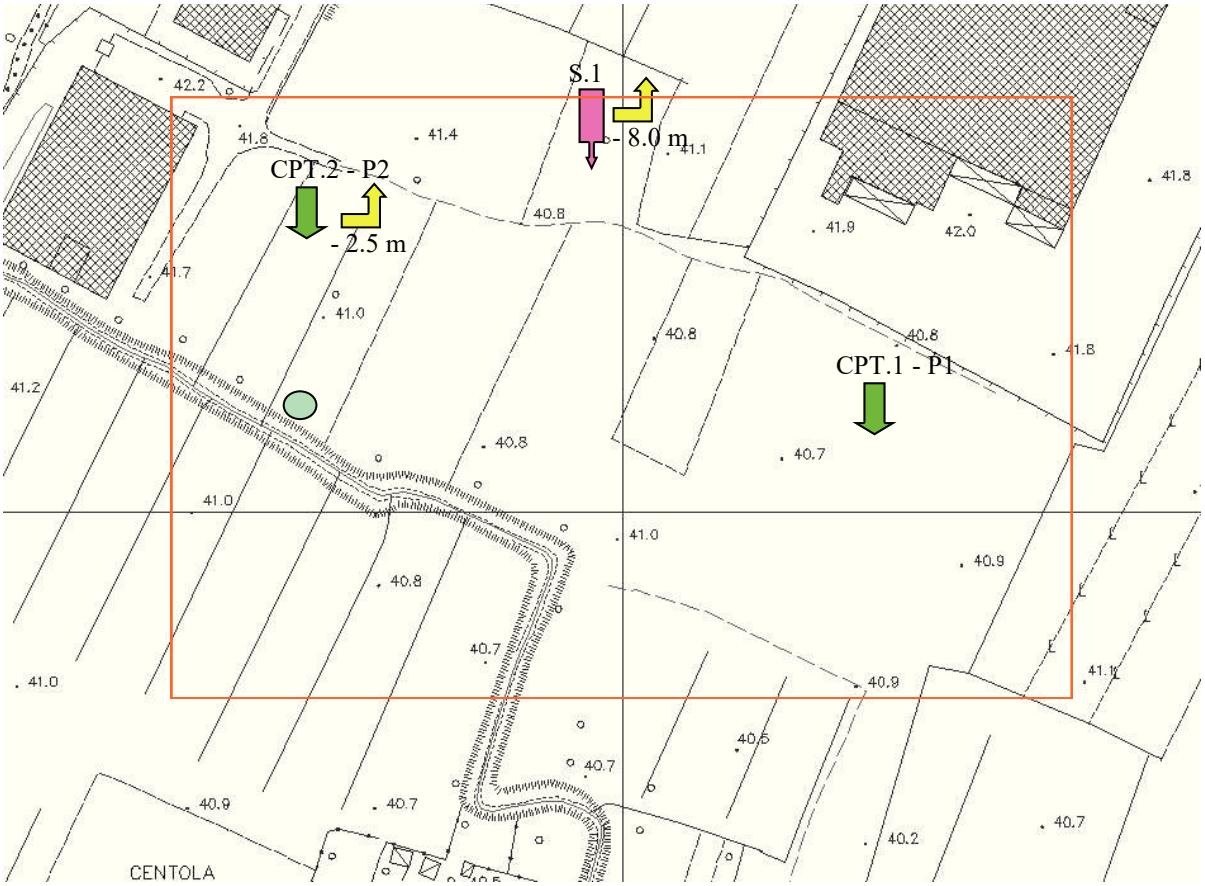


Fig. 7 - Ubicazione delle prove

CPT.1 - P1 — Prova penetrometrica statica - Piezometro

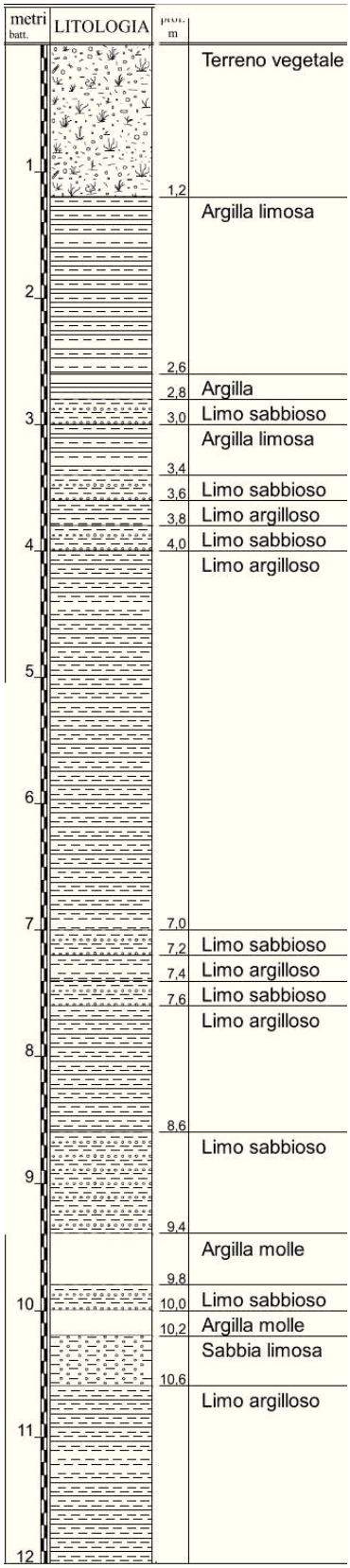
S.1 — Sondaggio a carotaggio continuo. Downhole

Campionamento

Pozzo - N. captazione 41596

Area edificabile

CPT1 - 40.7 m s.l.m.



CPT2 - 41.0 m s.l.m.

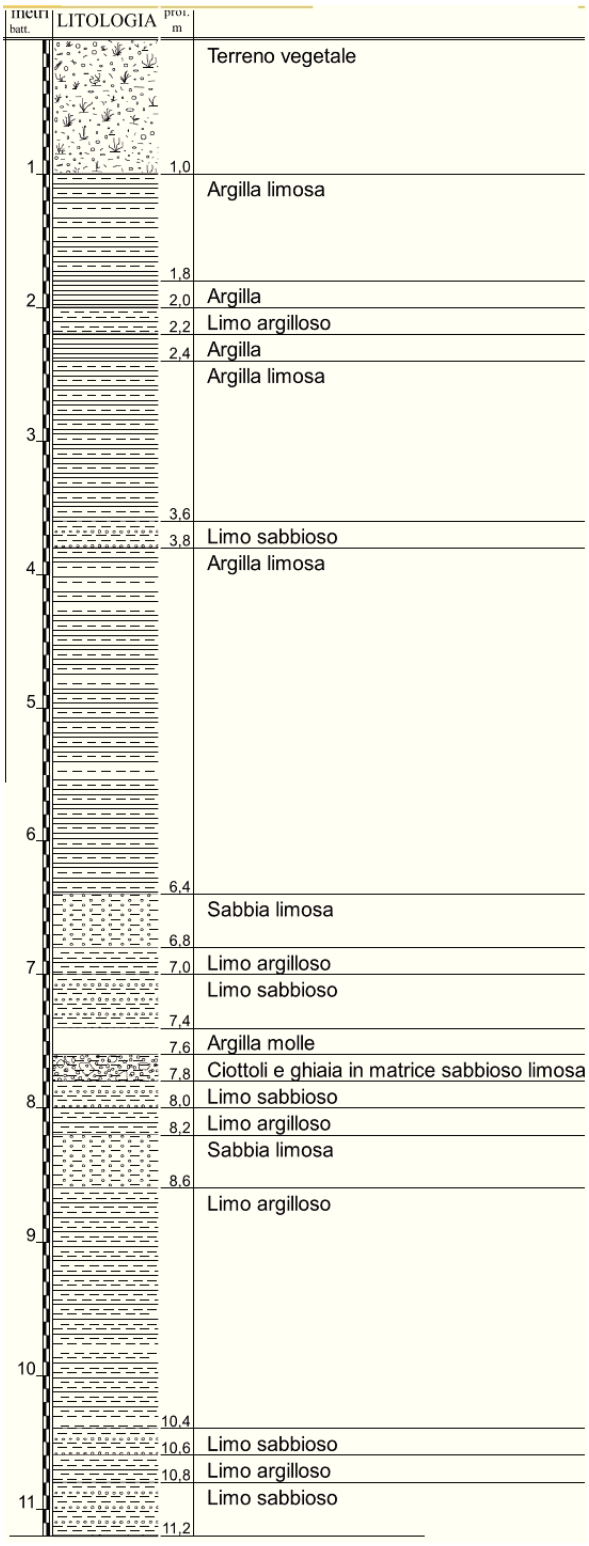
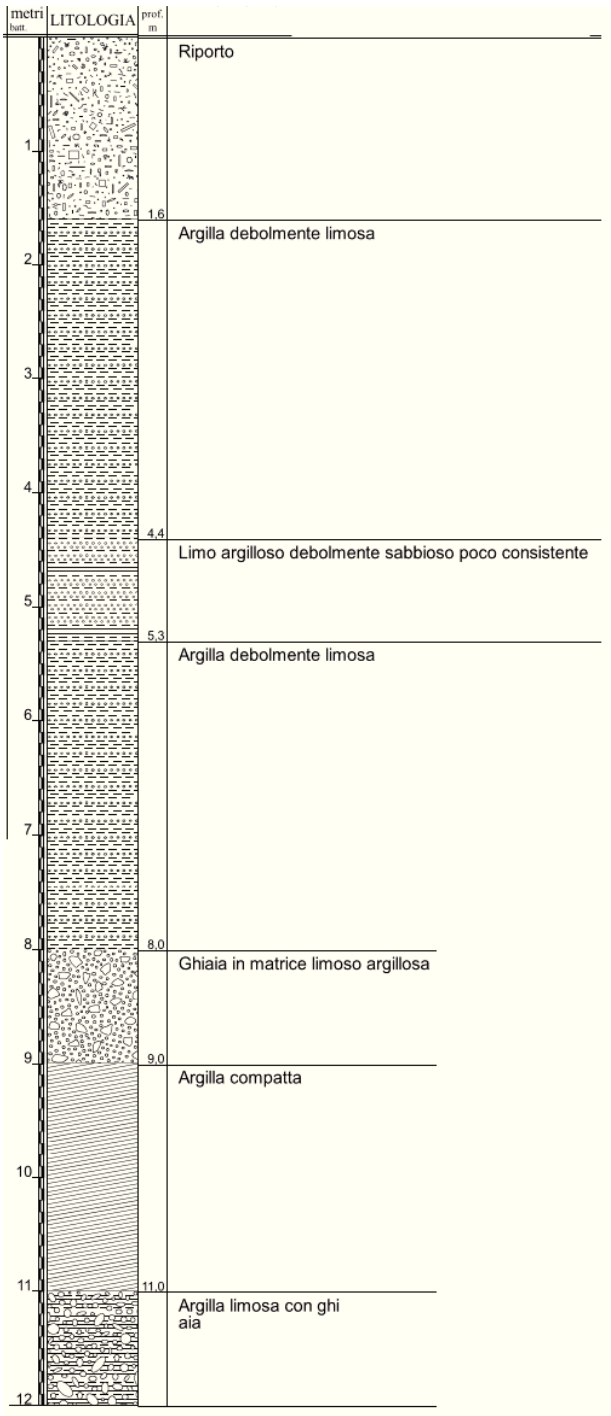


Fig. 8 - Colonne stratigrafiche dalle prove penetrometriche

S1 - 41.4 m s.l.m.

0 - 12 m



12 - 30 m

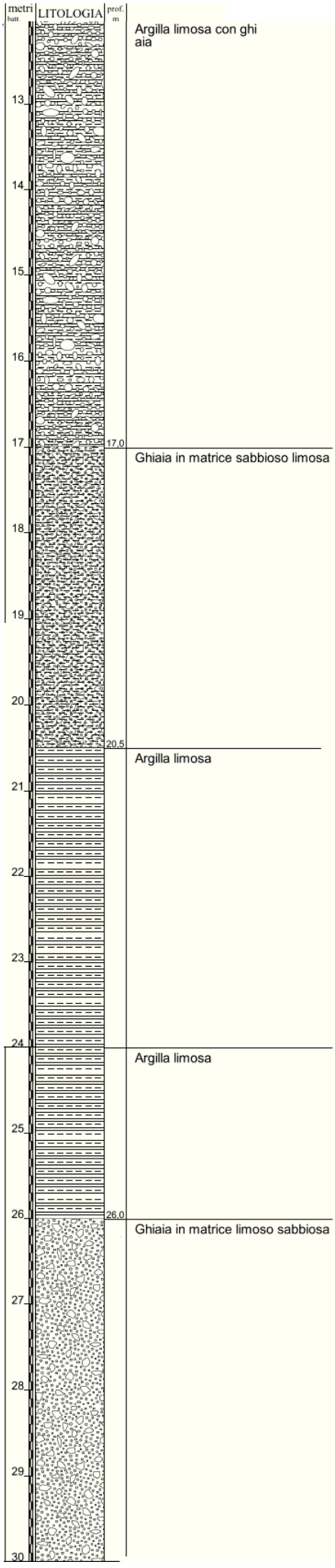
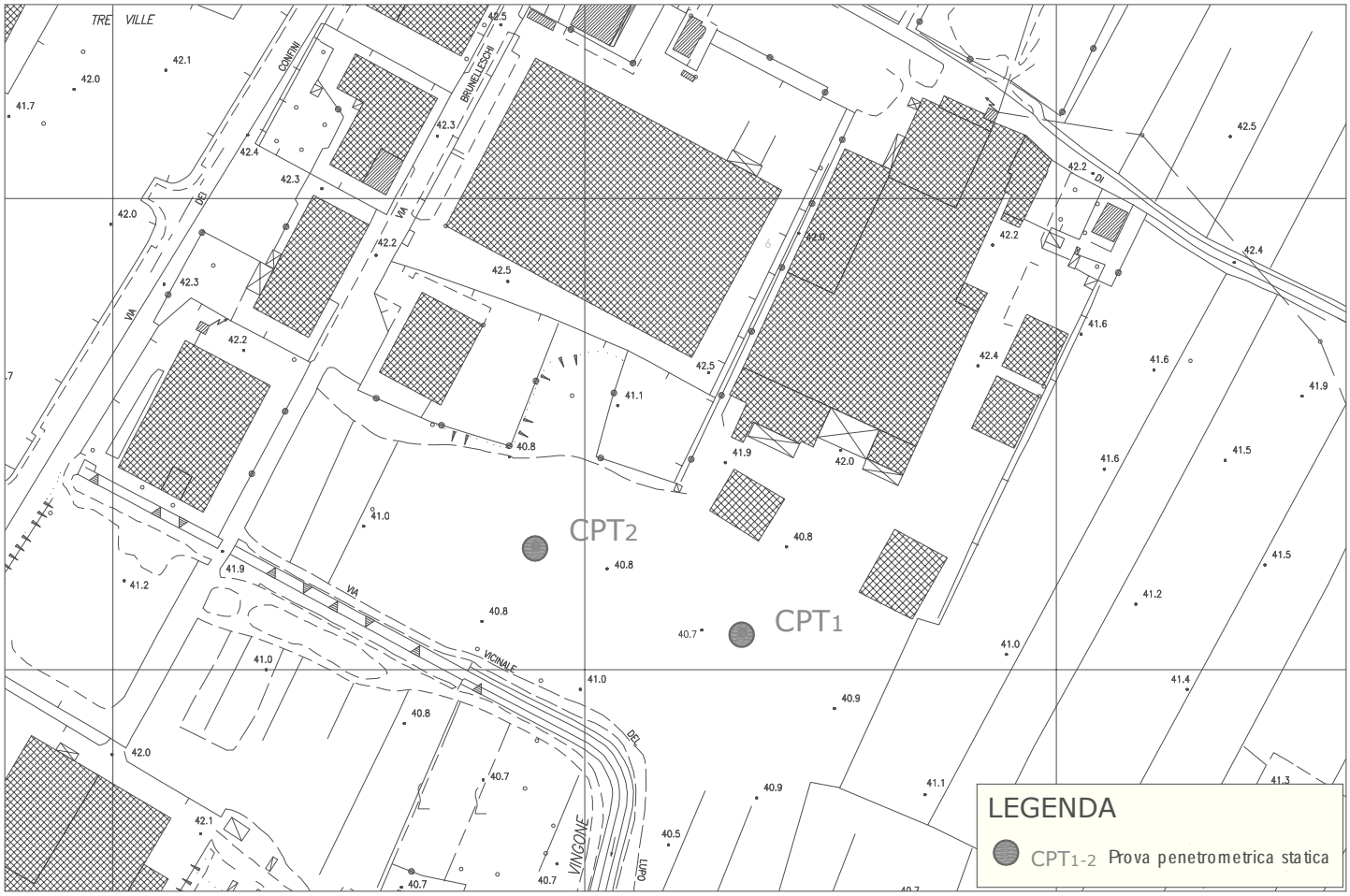


Fig. 8a - Colonna stratigrafica dal sondaggio

UBICAZIONE INDAGINI PENETROMETRICHE

Scala 1:3.000



Studio Associato: Via Novelli, 5 - 56124 Pisa
Tel./Fax: 050/3869727 - cell.: 338/6218809 - 347/6177484 e-mail: P.VA: 01961590500

UBICAZIONE INDAGINI PENETROMETRICHE

Scala 1:1.000

LEGENDA

CPT1-2 Prova penetrometrica statica

Prova penetrometrica statica CPT1

Prova penetrometrica statica CPT2

Studio Associato: Via Novelli, 5 - 56124 Pisa
Tel./Fax: 050/3869727 - cell.: 338/6218809 - 347/6177484 e-mail: P.VA: 01961590500

Prova Penetrometrica Statica

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: **SISMA Geo Studio Ass.** Indagine: **VA-72-15** Certificato: **162-15** Prova n° **1**
Località: **Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)** in data: **26/05/15**
Note sulla committenza: ==
Note relative alla prova: ==
Falda rilevata alla profondità di cm: == Spinta del penetrometro (tonnellate): 10

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	13	0,40	3,08	I	31,2	26,3	0,00	0,00	0,02564	Sabbia limosa
60	12	0,80	6,67	C	0,0	0,0	0,54	5,41	0,04167	Argilla limosa
80	16	0,60	3,75	I	38,8	25,2	0,00	0,00	0,02083	Limo sabbioso
100	18	0,73	4,07	I	42,5	24,8	0,00	0,00	0,01852	Limo sabbioso
120	15	0,73	4,89	C	0,0	0,0	0,50	2,51	0,03333	Limo argilloso
140	15	1,13	7,56	C	0,0	0,0	0,77	3,29	0,03333	Argilla limosa
160	18	1,40	7,78	C	0,0	0,0	0,95	3,52	0,02778	Argilla limosa
180	21	1,53	7,30	C	0,0	0,0	1,04	3,39	0,01587	Argilla limosa
200	23	1,80	7,83	C	0,0	0,0	1,22	3,55	0,01449	Argilla limosa
220	21	1,40	6,67	C	0,0	0,0	0,95	2,49	0,01587	Argilla limosa
240	23	1,80	7,83	C	0,0	0,0	1,22	2,92	0,01449	Argilla limosa
260	21	1,87	8,89	C	0,0	0,0	1,27	2,78	0,01587	Argilla
280	21	0,93	4,44	I	47,0	24,4	0,00	0,00	0,01587	Limo sabbioso
300	25	1,87	7,47	C	0,0	0,0	1,27	2,41	0,01333	Argilla limosa
320	25	1,67	6,67	C	0,0	0,0	1,13	2,00	0,01333	Argilla limosa
340	27	1,07	3,95	I	49,5	25,4	0,00	0,00	0,01235	Limo sabbioso
360	19	1,13	5,96	C	0,0	0,0	0,77	1,21	0,02632	Limo argilloso
380	19	0,80	4,21	I	44,2	24,7	0,00	0,00	0,01754	Limo sabbioso
400	16	0,80	5,00	C	0,0	0,0	0,54	0,78	0,03125	Limo argilloso
420	23	1,27	5,51	C	0,0	0,0	0,86	1,17	0,01449	Limo argilloso
440	28	1,87	6,67	C	0,0	0,0	1,27	1,64	0,01190	Argilla limosa
460	38	2,27	5,96	C	0,0	0,0	1,54	1,90	0,00877	Limo argilloso
480	34	2,07	6,08	C	0,0	0,0	1,41	1,65	0,00980	Limo argilloso
500	40	2,60	6,50	C	0,0	0,0	1,77	1,99	0,00833	Argilla limosa
520	40	2,40	6,00	C	0,0	0,0	1,63	1,76	0,00833	Limo argilloso
540	37	2,60	7,03	C	0,0	0,0	1,77	1,83	0,00901	Argilla limosa
560	40	2,27	5,67	C	0,0	0,0	1,54	1,53	0,00833	Limo argilloso
580	44	2,80	6,36	C	0,0	0,0	1,90	1,82	0,00758	Argilla limosa
600	36	2,13	5,93	C	0,0	0,0	1,45	1,34	0,00926	Limo argilloso
620	37	2,07	5,59	C	0,0	0,0	1,41	1,25	0,00901	Limo argilloso
640	35	1,73	4,95	C	0,0	0,0	1,18	1,02	0,00952	Limo argilloso
660	28	1,67	5,95	C	0,0	0,0	1,13	0,95	0,01190	Limo argilloso
680	31	1,73	5,59	C	0,0	0,0	1,18	0,96	0,01075	Limo argilloso
700	33	1,33	4,04	I	53,7	25,4	0,00	0,00	0,01010	Limo sabbioso
720	24	1,27	5,28	C	0,0	0,0	0,86	0,66	0,01389	Limo argilloso
740	30	1,07	3,56	I	49,5	26,2	0,00	0,00	0,01111	Limo sabbioso
760	34	1,53	4,51	C	0,0	0,0	1,04	0,76	0,00980	Limo argilloso
780	29	1,47	5,06	C	0,0	0,0	1,00	0,71	0,01149	Limo argilloso
800	31	1,60	5,16	C	0,0	0,0	1,09	0,75	0,01075	Limo argilloso
820	25	1,47	5,87	C	0,0	0,0	1,00	0,67	0,01333	Limo argilloso
840	20	1,00	5,00	C	0,0	0,0	0,68	0,45	0,01667	Limo argilloso
860	18	0,80	4,44	I	44,2	24,3	0,00	0,00	0,01852	Limo sabbioso
880	19	0,67	3,51	I	40,8	25,8	0,00	0,00	0,01754	Limo sabbioso
900	15	0,53	3,56	I	36,6	25,5	0,00	0,00	0,02222	Limo sabbioso
920	14	0,53	3,81	I	36,6	25,0	0,00	0,00	0,02381	Limo sabbioso

Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).
Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.
Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: **SISMA Geo Studio Ass.** Indagine: **VA-72-15** Certificato: **162-15** Prova n° **1**
Località: **Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)** in data: **26/05/15**
Note sulla committenza: ==
Note relative alla prova: ==
Falda rilevata alla profondità di cm: == Spinta del penetrometro (tonnellate): 10

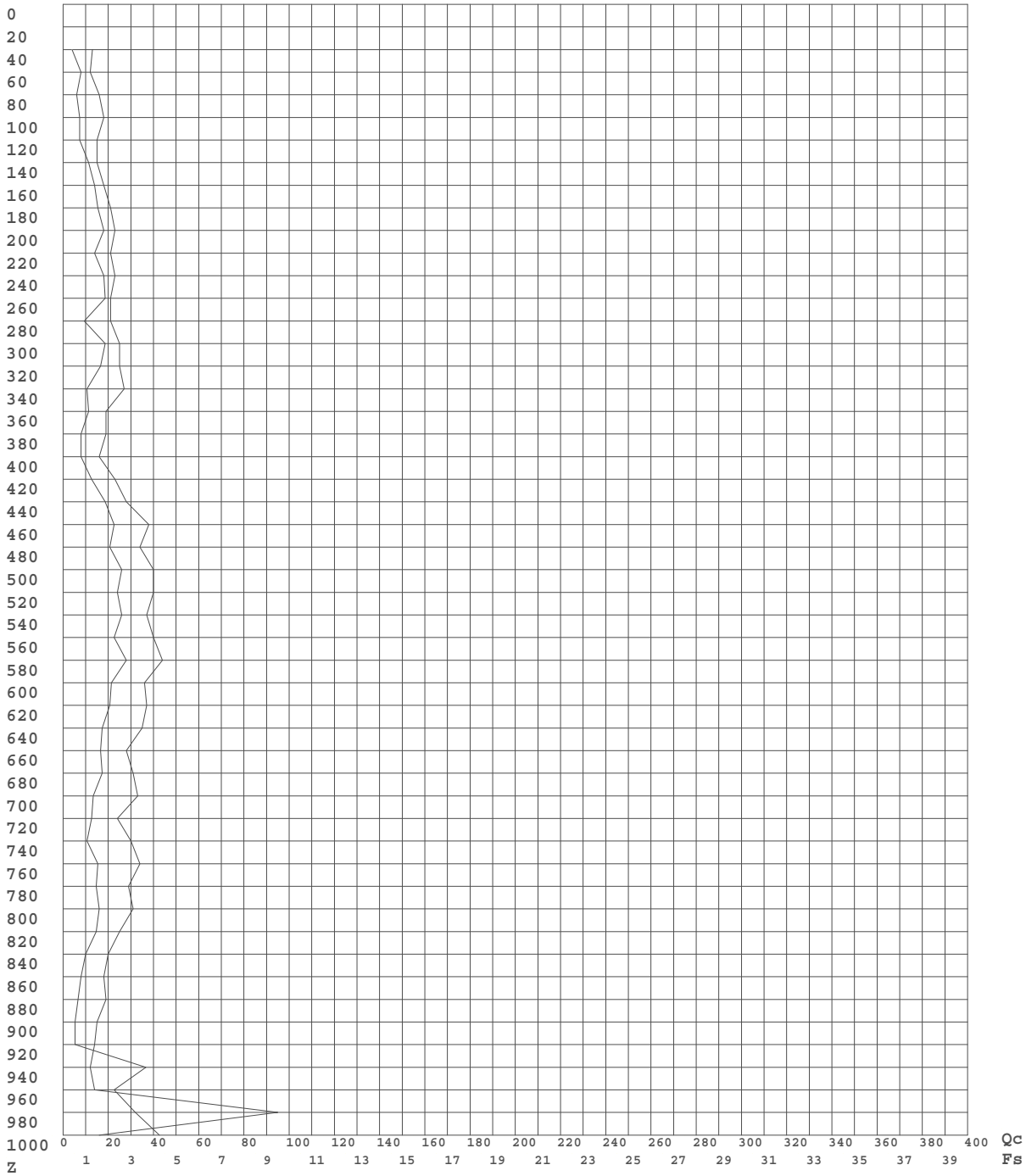
Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
940	12	3,67	30,56	C	0,0	0,0	2,49	1,48	0,04167	Argilla molle
960	14	2,27	16,19	C	0,0	0,0	1,54	0,90	0,03571	Argilla molle
980	95	3,20	3,37	I	70,0	28,2	0,00	0,00	0,00351	Limo sabbioso
1000	16	4,27	26,67	C	0,0	0,0	2,90	1,62	0,03125	Argilla molle
1020	11	0,33	3,03	I	27,8	26,2	0,00	0,00	0,03030	Sabbia limosa
1040	9	0,40	4,44	I	31,2	23,8	0,00	0,00	0,03704	Limo sabbioso
1060	9	0,47	5,19	C	0,0	0,0	0,32	0,17	0,05556	Limo argilloso
1080	9	0,53	5,93	C	0,0	0,0	0,36	0,19	0,05556	Limo argilloso
1100	10	0,47	4,67	C	0,0	0,0	0,32	0,16	0,05000	Limo argilloso
1120	9	0,47	5,19	C	0,0	0,0	0,32	0,16	0,05556	Limo argilloso
1140	9	0,53	5,93	C	0,0	0,0	0,36	0,18	0,05556	Limo argilloso
1160	15	0,87	5,78	C	0,0	0,0	0,59	0,29	0,03333	Limo argilloso
1180	20	1,20	6,00	C	0,0	0,0	0,82	0,39	0,01667	Limo argilloso
1200	21	1,53	7,30	C	0,0	0,0	1,04	0,49	0,01587	Argilla limosa
1220	27	3,13	11,60	C	0,0	0,0	2,13	0,98	0,01235	Argilla
1240	48	2,00	4,17	I	61,3	25,6	0,00	0,00	0,00694	Limo sabbioso
1260	75	5,00	6,67	C	0,0	0,0	3,40	1,52	0,00444	Argilla limosa
1280	74	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).
Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.
Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

Diagramma di resistenza alla punta

Committente	***:SISMA Geo Studio Ass.***
Note	*:==*
Indagine	***:VA-72-15 - Certificato di prova : 162-15***
Località	***:Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)***
Numero prova	***:1***
Data prova	***:26/05/15***
Note operative	*:==*
Profondità falda	*:== (cm)*
Spinta penetr.	*:10 (tonn.)*



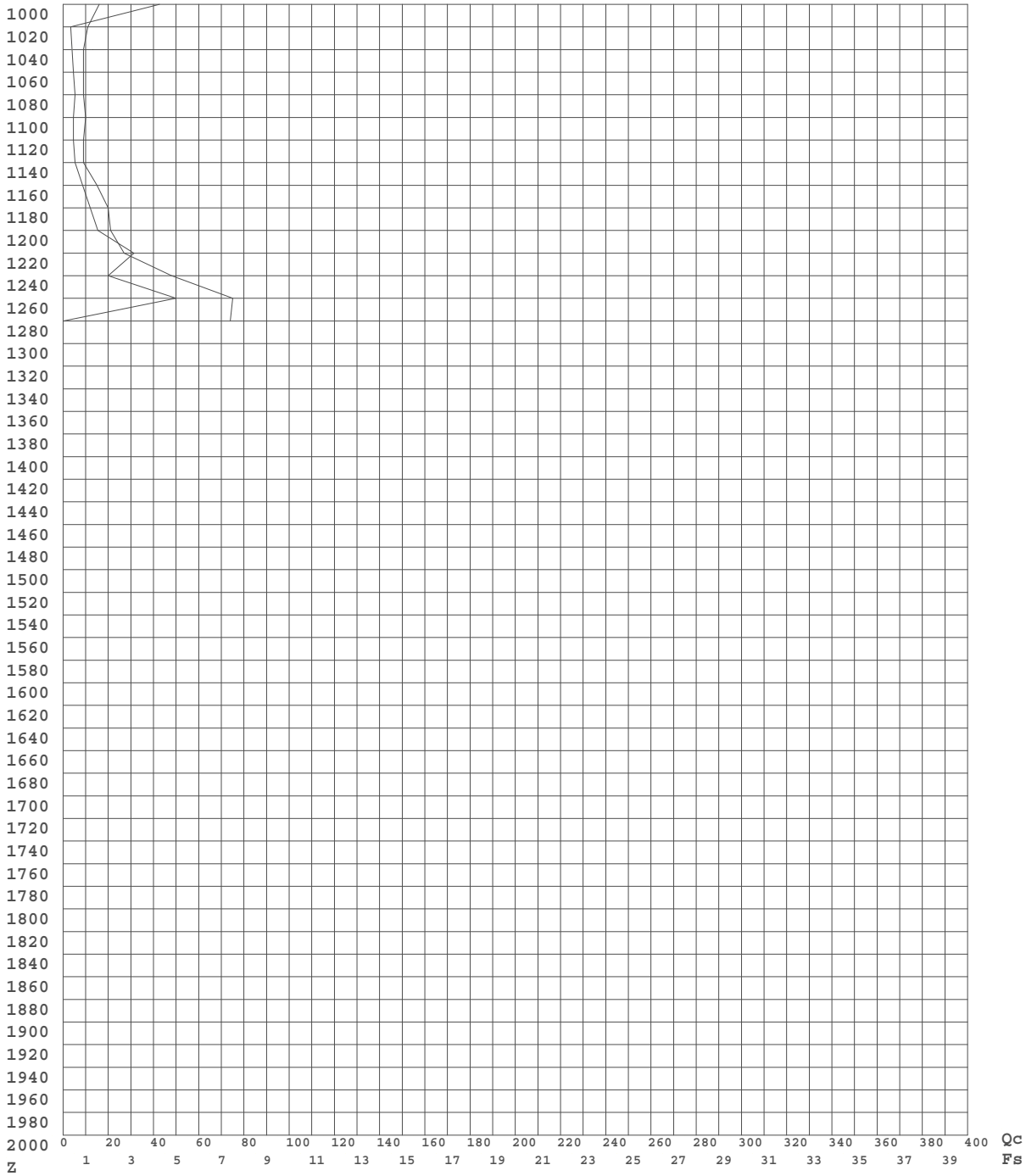
Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Diagramma di resistenza alla punta

Committente ***:SISMA Geo Studio Ass.***
Note *:==*
Indagine ***:VA-72-15 - Certificato di prova : 162-15***
Località ***:Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)***
Numero prova ***:1***
Data prova ***:26/05/15***
Note operative *:==*
Profondità falda *:== (cm)*
Spinta penetr. *:10 (tonn.)*



Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Prova Penetrometrica Statica

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: **SISMA Geo Studio Ass.** Indagine: **VA-72-15** Certificato: **163-15** Prova n° **2**
Località: **Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)** in data: **26/05/15**
Note sulla committenza: ==
Note relative alla prova: ==
Falda rilevata alla profondità di cm: == Spinta del penetrometro (tonnellate): 10

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	9	0,33	3,70	I	27,8	24,8	0,00	0,00	0,03704	Limo sabbioso
60	9	0,80	8,89	C	0,0	0,0	0,54	5,44	0,05556	Argilla
80	18	0,87	4,81	C	0,0	0,0	0,59	4,39	0,02778	Limo argilloso
100	18	1,47	8,15	C	0,0	0,0	1,00	5,85	0,02778	Argilla limosa
120	18	1,33	7,41	C	0,0	0,0	0,91	4,38	0,02778	Argilla limosa
140	22	1,87	8,48	C	0,0	0,0	1,27	5,20	0,01515	Argilla limosa
160	23	1,87	8,12	C	0,0	0,0	1,27	4,51	0,01449	Argilla limosa
180	21	1,60	7,62	C	0,0	0,0	1,09	3,41	0,01587	Argilla limosa
200	21	1,80	8,57	C	0,0	0,0	1,22	3,44	0,01587	Argilla
220	21	1,20	5,71	C	0,0	0,0	0,82	2,09	0,01587	Limo argilloso
240	21	1,80	8,57	C	0,0	0,0	1,22	2,86	0,01587	Argilla
260	25	1,93	7,73	C	0,0	0,0	1,31	2,82	0,01333	Argilla limosa
280	26	2,00	7,69	C	0,0	0,0	1,36	2,70	0,01282	Argilla limosa
300	24	1,60	6,67	C	0,0	0,0	1,09	2,01	0,01389	Argilla limosa
320	27	1,87	6,91	C	0,0	0,0	1,27	2,19	0,01235	Argilla limosa
340	27	1,33	4,94	C	0,0	0,0	0,91	1,47	0,01235	Limo argilloso
360	26	1,47	5,64	C	0,0	0,0	1,00	1,53	0,01282	Limo argilloso
380	25	0,93	3,73	I	47,0	25,7	0,00	0,00	0,01333	Limo sabbioso
400	22	1,40	6,36	C	0,0	0,0	0,95	1,31	0,01515	Argilla limosa
420	25	1,73	6,93	C	0,0	0,0	1,18	1,55	0,01333	Argilla limosa
440	25	1,47	5,87	C	0,0	0,0	1,00	1,25	0,01333	Limo argilloso
460	22	1,60	7,27	C	0,0	0,0	1,09	1,30	0,01515	Argilla limosa
480	20	1,27	6,33	C	0,0	0,0	0,86	0,99	0,01667	Argilla limosa
500	15	0,87	5,78	C	0,0	0,0	0,59	0,65	0,03333	Limo argilloso
520	14	0,87	6,19	C	0,0	0,0	0,59	0,63	0,03571	Argilla limosa
540	18	1,40	7,78	C	0,0	0,0	0,95	0,97	0,02778	Argilla limosa
560	23	1,33	5,80	C	0,0	0,0	0,91	0,89	0,01449	Limo argilloso
580	29	1,87	6,44	C	0,0	0,0	1,27	1,21	0,01149	Argilla limosa
600	33	1,93	5,86	C	0,0	0,0	1,31	1,21	0,01010	Limo argilloso
620	30	1,60	5,33	C	0,0	0,0	1,09	0,97	0,01111	Limo argilloso
640	32	1,73	5,42	C	0,0	0,0	1,18	1,01	0,01042	Limo argilloso
660	26	0,67	2,56	I	40,8	28,3	0,00	0,00	0,01282	Sabbia limosa
680	23	0,87	3,77	I	45,7	25,6	0,00	0,00	0,01449	Limo sabbioso
700	20	0,93	4,67	C	0,0	0,0	0,63	0,50	0,01667	Limo argilloso
720	21	0,93	4,44	I	47,0	24,4	0,00	0,00	0,01587	Limo sabbioso
740	22	0,67	3,03	I	40,8	27,0	0,00	0,00	0,01515	Sabbia limosa
760	19	3,33	17,54	C	0,0	0,0	2,27	1,66	0,02632	Argilla molle
780	75	0,53	0,71	I	36,6	38,9	0,00	0,00	0,00444	Ghiaia sabbiosa
800	48	2,13	4,44	I	62,5	25,2	0,00	0,00	0,00694	Limo sabbioso
820	15	0,80	5,33	C	0,0	0,0	0,54	0,37	0,03333	Limo argilloso
840	14	0,40	2,86	I	31,2	26,8	0,00	0,00	0,02381	Sabbia limosa
860	16	0,33	2,08	I	27,8	29,0	0,00	0,00	0,02083	Sabbia limosa
880	10	0,53	5,33	C	0,0	0,0	0,36	0,23	0,05000	Limo argilloso
900	12	0,73	6,11	C	0,0	0,0	0,50	0,31	0,04167	Argilla limosa
920	12	1,00	8,33	C	0,0	0,0	0,68	0,42	0,04167	Argilla limosa

Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).
Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.
Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: **SISMA Geo Studio Ass.** Indagine: **VA-72-15** Certificato: **163-15** Prova n° **2**
Località: **Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)** in data: **26/05/15**
Note sulla committenza: ==
Note relative alla prova: ==
Falda rilevata alla profondità di cm: == Spinta del penetrometro (tonnellate): 10

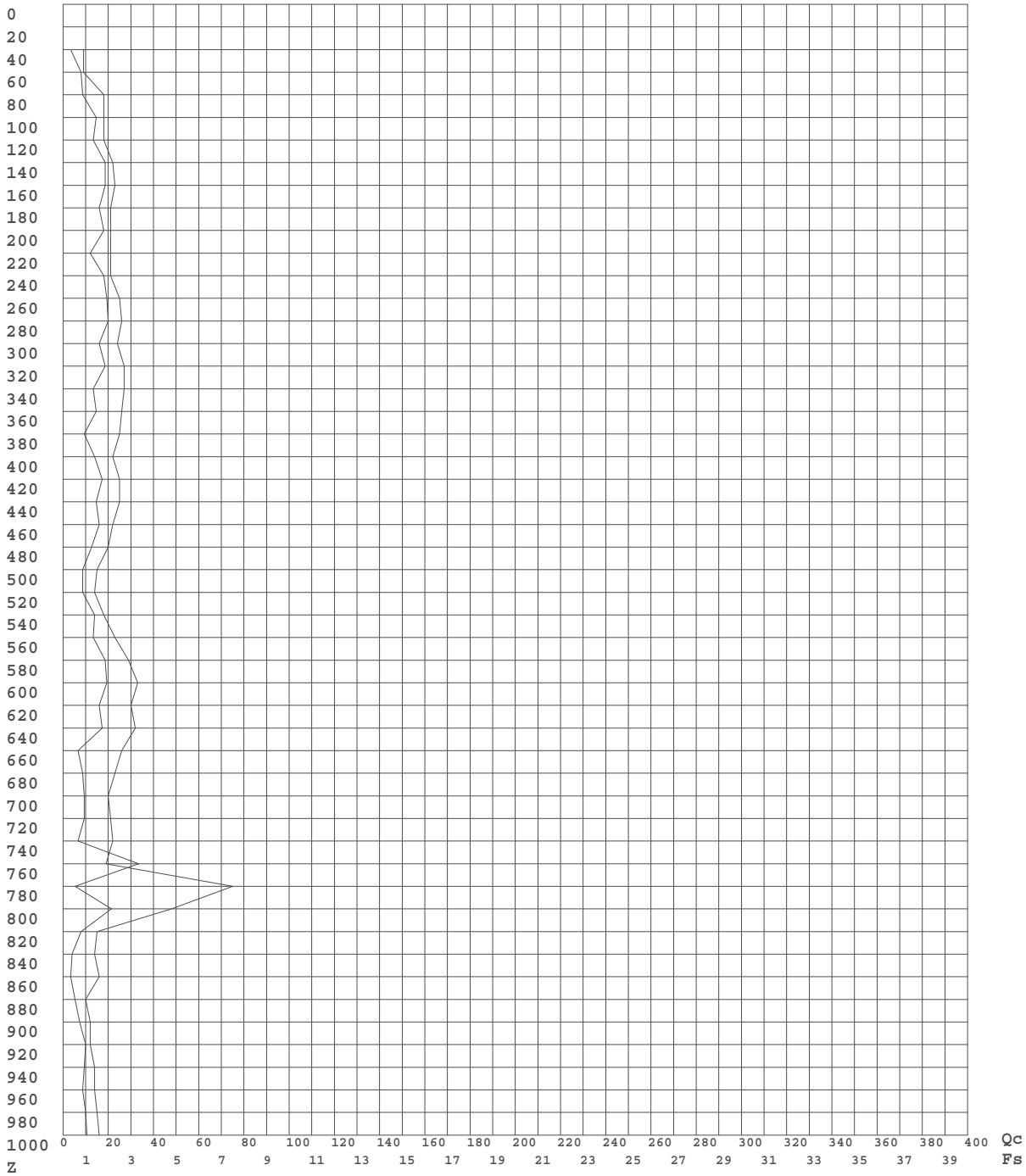
Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
940	14	0,93	6,67	C	0,0	0,0	0,63	0,38	0,03571	Argilla limosa
960	14	0,87	6,19	C	0,0	0,0	0,59	0,35	0,03571	Argilla limosa
980	15	1,00	6,67	C	0,0	0,0	0,68	0,39	0,03333	Argilla limosa
1000	16	1,07	6,67	C	0,0	0,0	0,73	0,41	0,03125	Argilla limosa
1020	14	1,00	7,14	C	0,0	0,0	0,68	0,38	0,03571	Argilla limosa
1040	14	0,80	5,71	C	0,0	0,0	0,54	0,29	0,03571	Limo argilloso
1060	13	0,53	4,10	I	36,6	24,5	0,00	0,00	0,02564	Limo sabbioso
1080	11	0,67	6,06	C	0,0	0,0	0,45	0,24	0,04545	Limo argilloso
1100	35	1,47	4,19	I	55,5	25,3	0,00	0,00	0,00952	Limo sabbioso
1120	26	1,13	4,36	I	50,7	24,7	0,00	0,00	0,01282	Limo sabbioso
1140	26	1,33	5,13	C	0,0	0,0	0,91	0,45	0,01282	Limo argilloso
1160	29	1,80	6,21	C	0,0	0,0	1,22	0,60	0,01149	Argilla limosa
1180	35	1,93	5,52	C	0,0	0,0	1,31	0,63	0,00952	Limo argilloso
1200	42	2,80	6,67	C	0,0	0,0	1,90	0,89	0,00794	Argilla limosa
1220	41	2,67	6,50	C	0,0	0,0	1,81	0,83	0,00813	Argilla limosa
1240	49	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).
Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.
Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

Diagramma di resistenza alla punta

Committente ***:SISMA Geo Studio Ass.***
Note *:==*
Indagine ***:VA-72-15 - Certificato di prova : 163-15***
Località ***:Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)***
Numero prova ***:2***
Data prova ***:26/05/15***
Note operative *:==*
Profondità falda *:== (cm)*
Spinta penetr. *:10 (tonn.)*



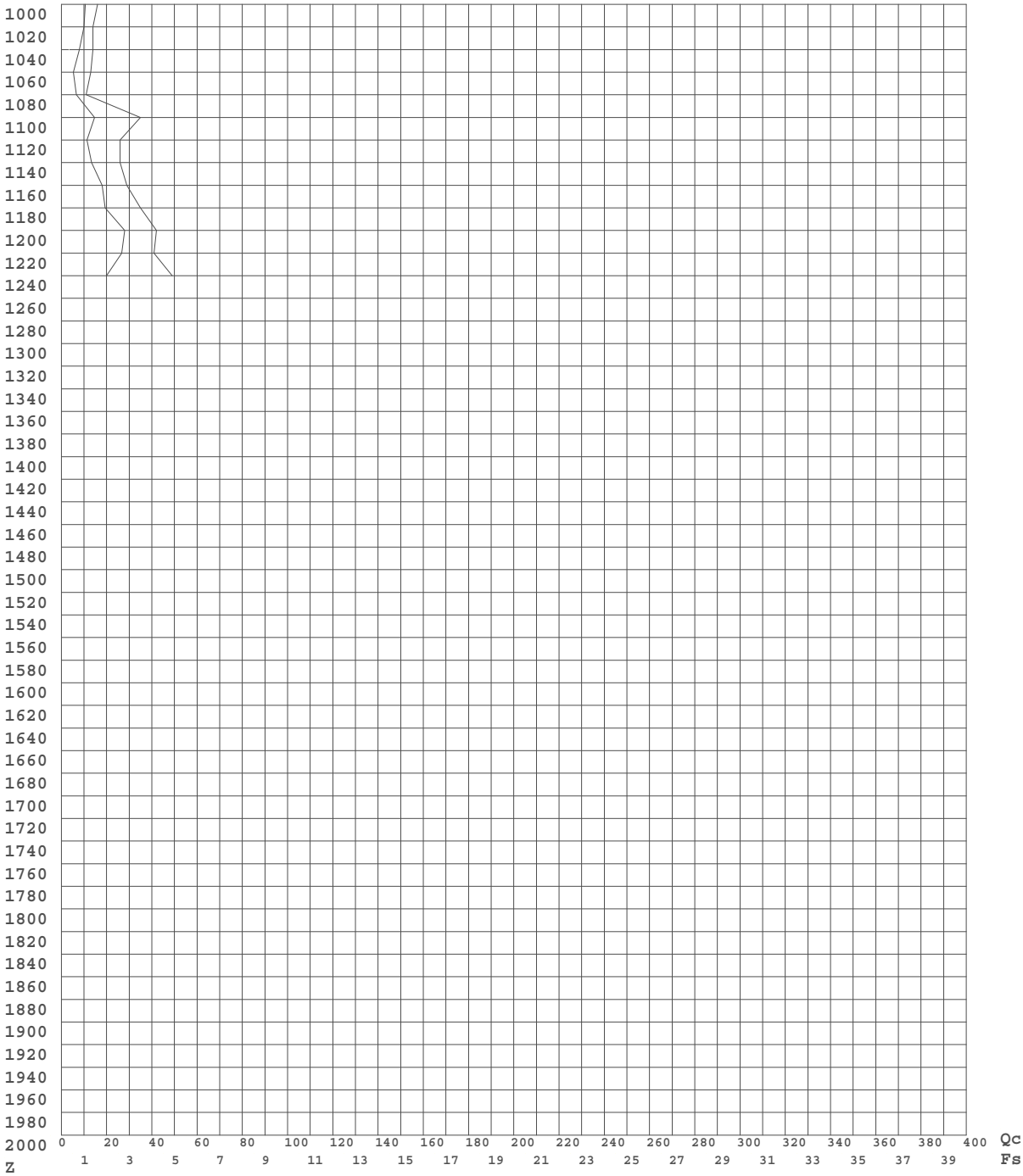
Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Diagramma di resistenza alla punta

Committente	**:SISMA Geo Studio Ass.**
Note	:==
Indagine	**:VA-72-15 - Certificato di prova : 163-15**
Località	**:Via di Maiano, Campi Bisenzio (FI)**
Numero prova	**:2**
Data prova	**:26/05/15**
Note operative	:==
Profondità falda	:== (cm)
Spinta penetr.	:10 (tonn.)



Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

INDAGINE SISMICA ATTIVA IN FORO CON METODOLOGIA DOWN-HOLE

Via Maiano – Campi Bisenzio (FI)

Committente: Manifattura Maiano S.p.a.

RELAZIONE TECNICA

Giugno 2015

S.I.S.M.A. geo
PROSPEZIONI SISMICHE
Studio Associato: via Novelli, 5 - 56124 Pisa
P. IVA: 01961590500

Dott. S. Buttiglieri [redacted]

Dott. L. Guido [redacted]

Indice

1 – PREMESSA 3

2 - STRUMETAZIONE E METODOLOGIA DELLA PROSPEZIONE SISMICA IN FORO 4

4 - ELABORAZIONE DEI DATI 8

5 - INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI 10

6 - CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 14/01/2008) 11

1 – PREMESSA

In data 08/06/2015, per conto della Manifattura Maiano S.p.a., è stata eseguita un indagine geofisica di sismica in foro con metodologia Down-Hole (DH) in via Maiano nel Comune di Campi Bisenzio (Fi) (Figg. 1a e 1b).

Scopo dell'indagine è quello di definire il parametro Vs30, così come previsto dal O.P.C.M. 3274 e s.m.i, D.M. 14.09.2005 e D.M. 14.01.2008, determinando lo spessore e le velocità sismiche longitudinali (Vp) e trasversali (Vs) dei vari sismostrati incontrati sulla base delle loro proprietà meccaniche elastiche e i relativi parametri (E,G, K e ν) dei terreni presenti.

Il modello sismico monodimensionale (successione stratigrafica delle unità geofisiche) costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sitospecifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.09.2005; D.M. 14.01.2008).

Nei capitoli successivi verranno descritte le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse.

Nelle figg. 1a e 1b si riporta l'ubicazione della prospezione sismica eseguita.

Fig. 1a

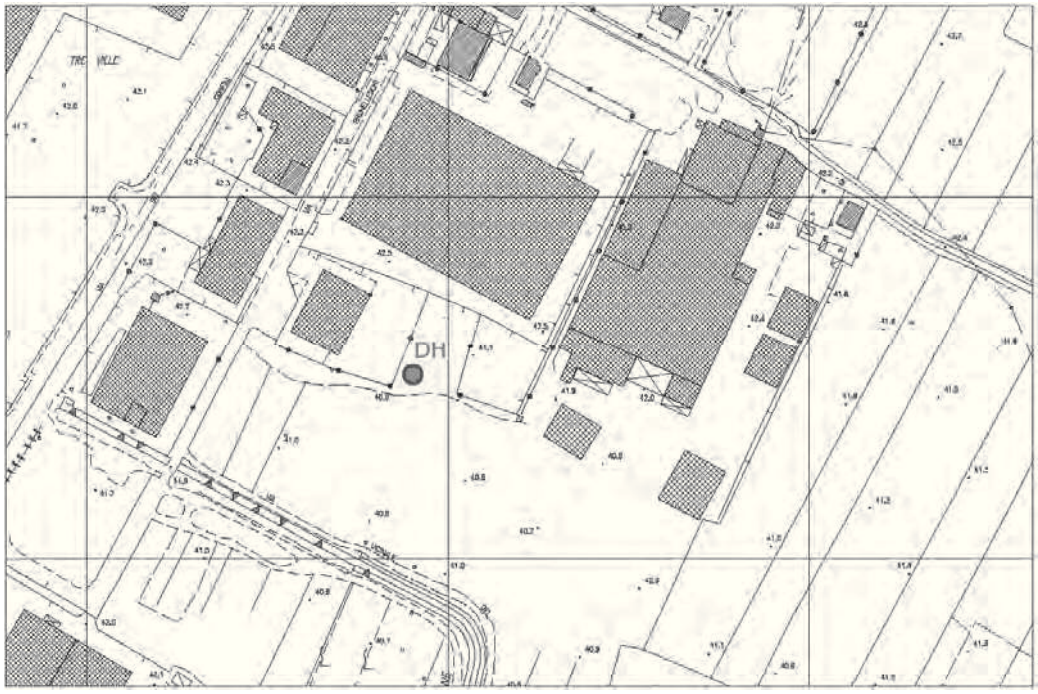


Fig. 1b

2 - STRUMETAZIONE E METODOLOGIA DELLA PROSPEZIONE SISMICA IN FORO

Lo scopo della prova consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di compressione (onde P), di taglio (onde S) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisiti (VP, VS), fare una stima di massima di alcune proprietà meccaniche delle litologie investigate. Le indagini sismiche che utilizzano i sondaggi sono utili per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. Si applicano vari metodi di indagine in foro: Up Hole , Down Hole e Cross Hole.

Sistema di acquisizione

Il metodo Down-Hole prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro. La sonda, contenente il geofono a 5 componenti (una verticale e 4 orizzontali disposte a 90°/45° tra di loro), si fissa pneumaticamente alle pareti del tubo in PVC all'interno del foro di sondaggio (Fig. 2). Tale tubo in PVC viene preventivamente reso solidale con le pareti del foro a mezzo di cementazione con opportune malte introdotte nell'intercapedine tra le pareti del foro e il tubo stesso.

Le principali caratteristiche tecniche del geofono da foro e del sismografo sono le seguenti.

Caratteristiche tecniche geofono da foro

- Geofoni con frequenza di 4,5 Hz - Componente verticale n.1 (S3) - Componente orizzontale n.4 (S5) - Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi (S3)	- Sfasamento delle componenti orizzontali: 45 gradi (S5) - Bloccaggio ad aria compressa 1,5 bar - Lunghezza: 300 mm - Cavo in dotazione: 60 mt

Caratteristiche tecniche sismografo

- Risoluzione: 24 bit - Numero canali: 24 - Campioni per canale : 20.000 - Campionamento : da 80 a 13.500 c/s - Analisi del rumore ambientale pre-acquisizione - Test geofoni automatico - Funzioni Trigger e Pre-Trigger - Filtri settabili da software	- Alimentazione: power box esterno 12V - Valigia in copolimeri di polypropylene - Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C - Interfaccia USB su pannello interno - Connettore per cavo sismico 1-12 - Connettore per cavo sismico 13-24 - Dimensioni: 30 x 22,5 x 13,2 cm.

Il geofono da foro a cinque componenti è collegato tramite cavo al sismografo M.A.E., modello SYSMATRACK (Fig. 3), sistema multicanale (24 canali) in grado, insieme ad un pc portatile ed al software di acquisizione, di scaricare, visualizzare ed intervenire sul segnale ricevuto e sul sismogramma risultante dall'energizzazione provocata in superficie.

Sul pannello frontale trovano posto i due connettori 24 poli per i cavi sismici da 12 canali ciascuno, il connettore per lo starter, l'alimentazione esterna 12V e l'interfaccia USB per collegare il notebook necessario alla gestione della strumentazione. Esso è collegato a ciascuno dei trasduttori di velocità al trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger per il quale è stato utilizzato un geofono verticale a 14Hz posto in prossimità della piastra di energizzazione.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con appositi programmi per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Sistema di energizzazione

Il sistema consiste in due parti principali: la parte *energizzante* ed il *trigger*.

Per la parte *energizzante*, a seconda della tipologia di onde da generare, si utilizza una mazza battente da 8Kg impattante verticalmente su una piastra metallica di 20 cm di diametro poggiata a terra, per generare onde compressionali (tipo P) ed impattante orizzontalmente su una traversina in legno, per generare onde ti taglio.

La traversina viene sovraccaricata da una massa statica e disposta ortogonalmente alla distanza della stessa con il foro superficiale attrezzato (congiungente shot-boccaforo); essa viene percossa alle due estremità al fine di generare onde di taglio (tipo Sh) polarizzate orizzontalmente (destra DX e

sinistra SX). I sismogrammi delle onde trasversali generate, in fase di elaborazione, vengono quindi sommate, DX+(-SX), consentendo l'amplificazione del segnale utile.

Il *trigger* consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la sorgente viene attivata, consentendo a un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato al sensore collegato al sistema di acquisizione dati; questo consente di individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica (Fig. 4).

Fig. 2 – Geofono da foro a 5 componenti

Fig. 3 - Sismografo: modello Sysmatrack

Metodologia di esecuzione dell'indagine

Definita come profondità da indagare quella della lunghezza complessiva del tubo in PVC, è stato calato il geofono a fondo foro, eseguendo l'indagine dal basso verso l'alto.

I profili sismici delle Vp, Vsx e Vsy sono stati eseguiti energizzando artificialmente il terreno e rilevando la vibrazione prodotta mediante il geofono tridimensionale da foro collegato al sismografo attraverso un cavo multipolare. Questo geofono è stato posto inizialmente alla profondità di 30 metri, fatto aderire alla parete attraverso un sistema pneumatico e dopo le tre registrazioni necessarie (scoppio verticale Vp, scoppio orizzontale destro Vsx e scoppio orizzontale sinistro Vsy: la posizione destra o sinistra è valutata guardando il lato anteriore della nostra autovettura) è spostato di 1 metro verso il piano campagna e ripetuta la procedura fino a coprire tutti i 30 metri.

L'offset di scoppio (distanza tra gli scoppi e il centro del foro di misura) è stato scelto di 2,00 metri corrispondente alla somma della larghezza delle ruote posteriori dell'autoveicolo in nostro possesso, con l'aggiunta di 40 cm d'ingombro della traversina in legno per gli scoppi orizzontali (Figg. 4 e 5).

Per ogni registrazione si è intervenuti sulla sensibilità dei geofoni in acquisizione, variando il guadagno degli stessi (generalmente crescente con la profondità), cercando di ottenere il giusto compromesso fra il segnale chiaro e il disturbo dovuto al rumore ambientale.

Fig. 4 – Sistema di energizzazione: mazza battente, piastra metallica e traversina in legno

L'acquisizione è stata effettuata utilizzando come durata del sismogramma un tempo di 512 millisecondi e come tempo di campionamento 250 microsecondi per un totale di 2.048 campioni per ogni traccia. Attraverso lo studio dei tempi di percorso delle onde di compressione e di taglio e quindi delle velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Le onde di volume P ed S, che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_p e V_s che vengono ottenute tramite misure dirette, possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali il *modulo di Young* o *modulo elastico* E, il *modulo di taglio G* o *modulo di rigidità* μ, il *coefficiente di Poisson* ν, la *densità* ρ e il *modulo di incompressibilità* o bulk *k*.

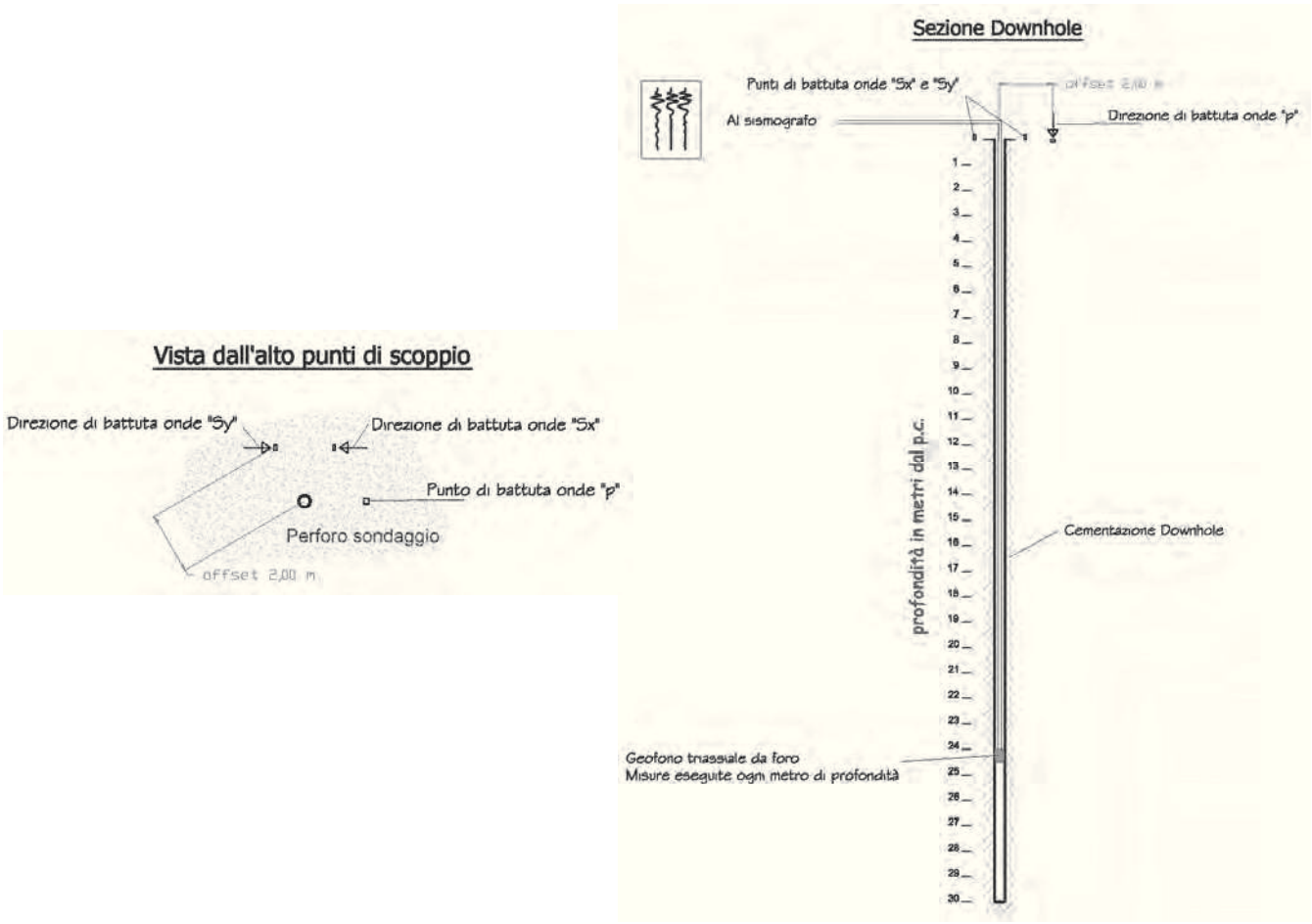


Fig. 5 - Geometria schematica della strumentazione necessaria all'indagine *Down-Hole*

4 - ELABORAZIONE DEI DATI

Una volta visualizzate le tracce abbiamo effettuato, con l'ausilio del software "*Intersism v. 2.1*" della *Geo&Soft International,* il picking dei primi arrivi delle onde P, delle onde Sx e delle onde Sy per ciascuna postazione effettuata (Allegato A - Figg. 6a, 6b e 6c).

I dati relativi ai tempi dei primi arrivi sono stati utilizzati per tracciare le dromocrone su grafici profondità/tempo (Allegato B - Fig. 7a).

Tracciate le dromocrone è stato individuato il numero dei possibili rifrattori (nel nostro caso 3) e quindi il numero di strati (nel nostro caso 4) caratterizzati da una differente velocità di propagazione delle onde sismiche (Allegato B - Fig. 7b). Infine attraverso la valutazione dello spazio intercorrente tra i punti di scoppio e di rilevazione, ed il tempo impiegato dall'onda a percorrerlo, sono state valutate le

velocità sismiche delle onde P e delle onde S (sia dello scoppio destro che sinistro). Le velocità così ricavate sono state utilizzate per calcolare alcuni moduli elastici e il parametro Vs30 della successione sismica in esame (Tab. 1).

TABELLA 1

PROFONDITÀ DEI VARI RIFRATTORI INDIVIDUATI E LE RELATIVE VELOCITÀ SISMICHE
DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	3.00	5.30	4.80	1.34	2.37	2.15
2	2.00	4.00	9.60	8.60	2.83	6.79	6.08
3	3.00	5.20	13.40	11.90	4.33	11.15	9.90
4	4.00	6.50	16.90	15.30	5.81	15.12	13.68
5	5.00	7.50	21.20	19.20	6.96	19.68	17.83
6	6.00	7.90	23.40	22.80	7.49	22.20	21.63
7	7.00	9.30	27.90	27.20	8.94	26.83	26.15
8	8.00	10.00	31.40	30.60	9.70	30.46	29.69
9	9.00	11.40	35.20	35.30	11.13	34.36	34.46
10	10.00	12.70	39.50	39.50	12.45	38.73	38.73
11	11.00	14.60	43.50	44.10	14.36	42.80	43.39
12	12.00	16.20	47.40	49.60	15.98	46.76	48.93
13	13.00	18.40	51.10	54.70	18.19	50.51	54.06
14	14.00	20.30	54.90	59.10	20.10	54.35	58.51
15	15.00	22.50	59.20	62.60	22.30	58.68	62.05
16	16.00	25.00	65.00	67.70	24.81	64.50	67.18
17	17.00	26.90	69.30	72.80	26.72	68.83	72.30
18	18.00	29.20	72.50	75.20	29.02	72.06	74.74
19	19.00	30.80	76.10	78.40	30.63	75.68	77.97
20	20.00	32.50	80.10	81.20	32.34	79.70	80.80
21	21.00	33.60	83.30	84.30	33.45	82.92	83.92
22	22.00	34.60	86.80	87.50	34.46	86.44	87.14
23	23.00	36.00	89.20	89.90	35.86	88.86	89.56
24	24.00	37.20	92.20	92.70	37.07	91.88	92.38
25	25.00	38.00	94.40	95.70	37.88	94.10	95.40
26	26.00	38.90	97.40	98.40	38.79	97.11	98.11
27	27.00	39.70	100.50	100.10	39.59	100.23	99.83
28	28.00	40.70	101.90	102.00	40.60	101.64	101.74
29	29.00	41.50	103.90	103.50	41.40	103.65	103.25
30	30.00	42.10	105.50	105.10	42.01	105.27	104.87

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	16	698
2	20	407
3	26	985
4	30	1220

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	16	254	0.39	129032	358708	543496
2	20	232	0.20	107648	258355	143530
3	26	347	0.40	240818	674290	1123816
4	30	490	0.36	480200	1306144	1554933

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	16	245	0.40	120050	336140	560233
2	20	247	0.16	122018	283081	138765
3	26	362	0.39	262088	728604	1103945
4	30	580	0.30	672800	1749280	1457733

VELOCITA' MEDIE VS30

Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	283.9
orizzontale Sy	285.8

5 - INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Sono stati individuati quattro sismostrati caratterizzati da velocità di propagazione delle onde sismiche (P ed S) diverse (Tab. 1). La visualizzazione dei sismogrammi in onde P e onde S fornisce un trend dei sismostrati sostanzialmente in accordo con i risultati della stratigrafia restituita dal sondaggio.

L'interpretazione sismostratigrafica effettuata con le dromocrone delle onde P denota un primo strato di circa 16 metri di spessore, con velocità di 2166 m/sec, seguito da un secondo strato con velocità di 1745 m/sec fino alla profondità di circa 20 metri, un terzo con velocità di 2045 m/sec fino alla profondità di 26 metri e un quarto con velocità di 2792 m/sec fino alla profondità indagata di 30 metri dal p.c. attuale.

L'analisi delle dromocrone delle onde Sx è in linea con quella delle onde P mettendo in evidenza un primo strato di circa 16 metri di spessore con Vsx di 254m/sec, un secondo strato con Vsx di 232 m/sec fino alla profondità di 20 metri, un terzo strato con Vsx di 347 m/sec fino alla profondità di 26 metri ed infine un quarto strato con Vsx di 490 m/sec fino a 30 metri dal p.c. attuale. Anche le velocità delle onde Sy sono simili alle velocità delle onde Sx con valori che si attestano intorno a 245 m/sec per il primo strato, 247 m/sec per il secondo, 362 m/sec per il terzo e 580 m/sec per il quarto.

Questo riscontro è molto importante poiché mette in luce l'omogenea risposta del terreno alle onde di taglio S, la buona esecuzione delle misure di campagna e del foro di sondaggio.

6 - CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 14/01/2008)

A partire dal modello sismico riportato nel capitolo precedente, è possibile calcolare il valore delle Vs30, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio. Le Norme Tecniche per le Costruzioni (*D.M. 14/01/2008*), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del sottosuolo, mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E più altri due speciali: S1 e S2), da individuare attraverso la stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio mediate, ovvero sul numero di colpi *Nspt* ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, ovvero sulla coesione non drenata media *Cu*.

Dal punto di vista strettamente normativo si fa riferimento al *punto 3.2.2 del D.M. 14/01/2008* (*Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*).

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti Categorie di Sottosuolo:

categoria	descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs_{30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $Nspt_{,30}>50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15<Nspt_{,30}<50$ nei terreni a grana grossa e $70\ kPa<Cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30} inferiori a 180 m/s (ovvero $Nspt_{,30}<15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine)
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con $Vs_{30}>800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs_{30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10\ kPa< Cu_{,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3.2.II (NTC) – Categorie di sottosuolo

In base ai risultati dell'indagine sismica eseguita è stato calcolato il parametro Vs30 utilizzando la seguente formula (*D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"*).

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Sulla base delle indicazioni fornite del progettista, il valore di Vs30 è stato calcolato a partire dal p.c. fino alla profondità di 30 m.

La Vs30 è risultata essere pari a **283 m/s** e a **285 m/s** rispettivamente per le onde Sx e per le onde Sy.

Il parametro Vs30 deve essere accuratamente definito, oltre che sulla base dei dati contenuti nel presente rapporto, anche sulla scorta di ulteriori informazioni quali, in particolare, le caratteristiche geometriche delle opere di fondazione in progetto così da potere determinare l'effettiva categoria di suolo.

Concludendo si ribadisce che i modelli ottenuti dai risultati geofisici non invasivi, in generale, sono utilizzabili ai fini di valutazioni semiquantitative della risposta sismica locale e devono essere accertati mediante indagini dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico; infatti, le indagini geofisiche non invasive devono considerarsi conoscitive e non esaustive per la definizione della reale situazione litostratigrafica del sottosuolo. In ragione di ciò, la S.I.S.M.A. geo declina ogni responsabilità relativamente alle attività che si basano esclusivamente sui risultati geofisici e poste in essere dal committente o da terzi incaricati sui luoghi oggetto dell'indagine.

Pisa, Giugno 2015

S.I.S.M.A. geo
PROSPEZIONI SISMICHE
Studio Associato: via Novelli, 5 - 56124 Pisa
P. IVA: 01961590500

Dott. S. Buttiglieri [redacted]

Dott. L. Guido [redacted]

ALLEGATO A

PICKING DEI PRIMI ARRIVI DELLE ONDE P, Sx e Sy

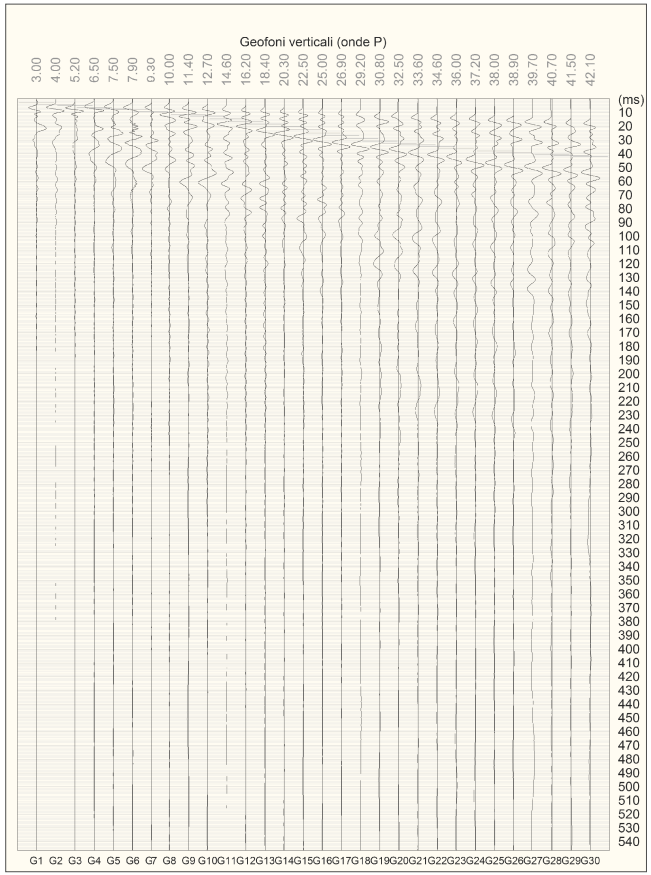


Fig. 6a - Ricerca dei primi arrivi delle onde P

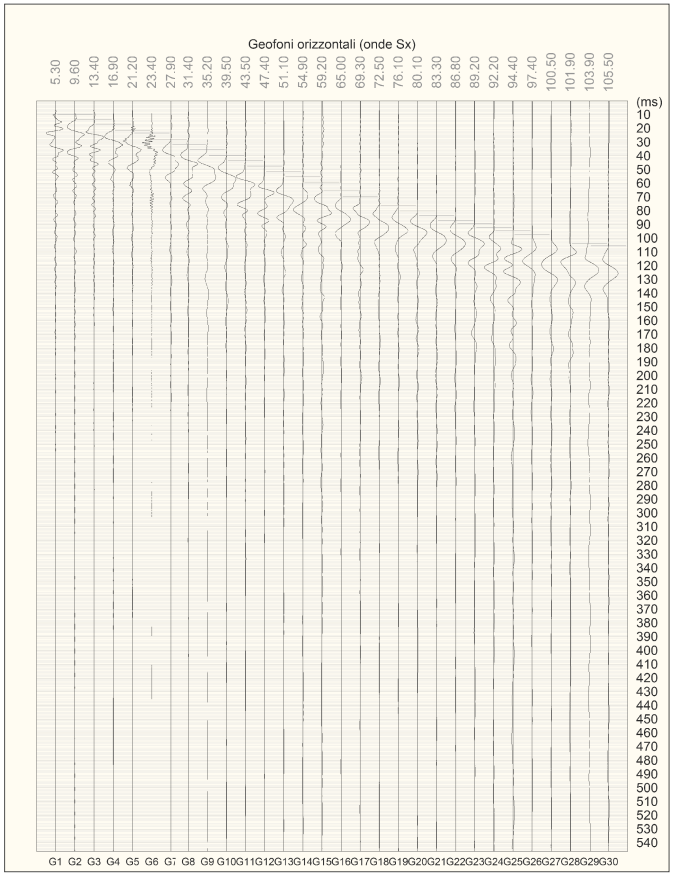


Fig. 6b - Ricerca dei primi arrivi delle onde Sx

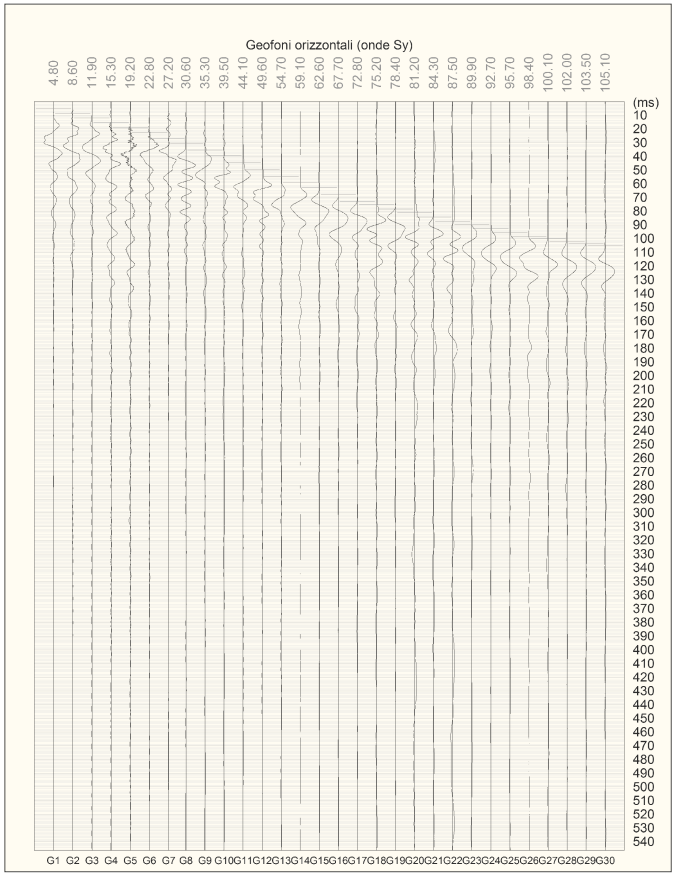


Fig. 6c - Ricerca dei primi arrivi delle onde Sy

ALLEGATO B

Dromocrone (grafici profondità/tempo) delle onde P, Sx e Sy

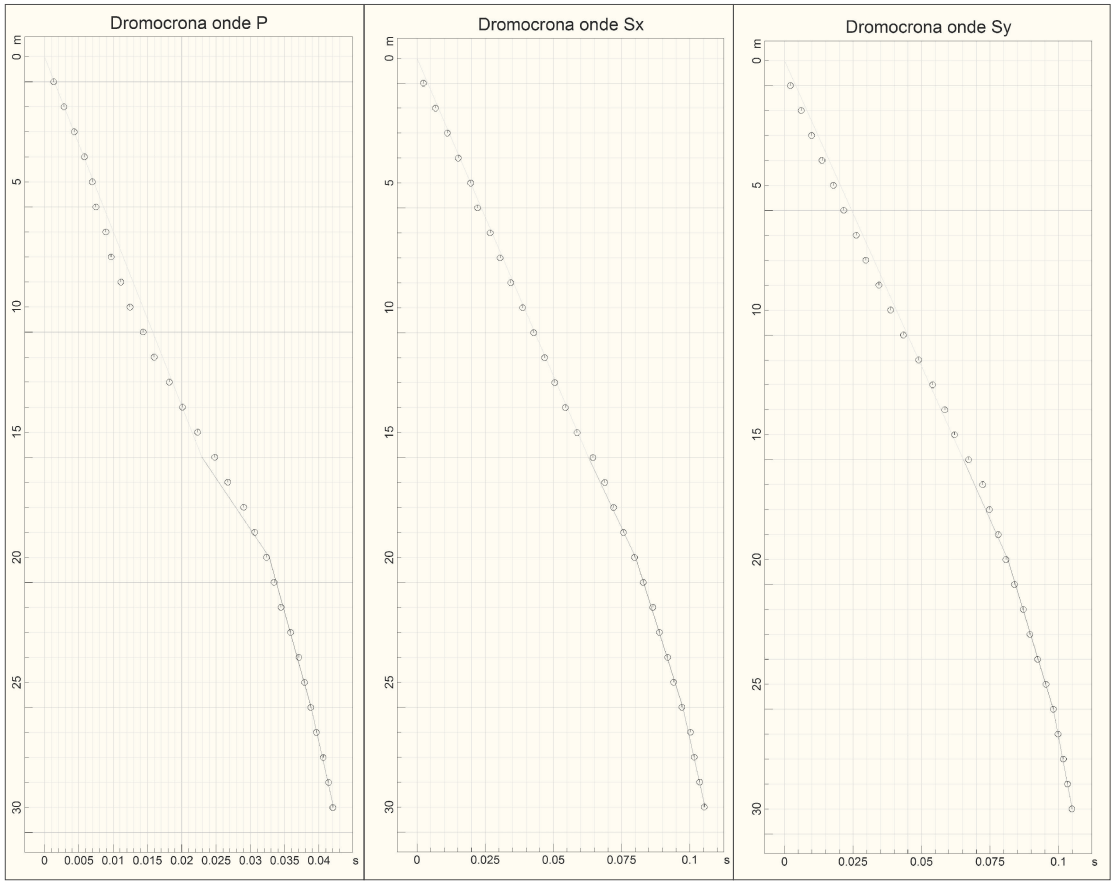
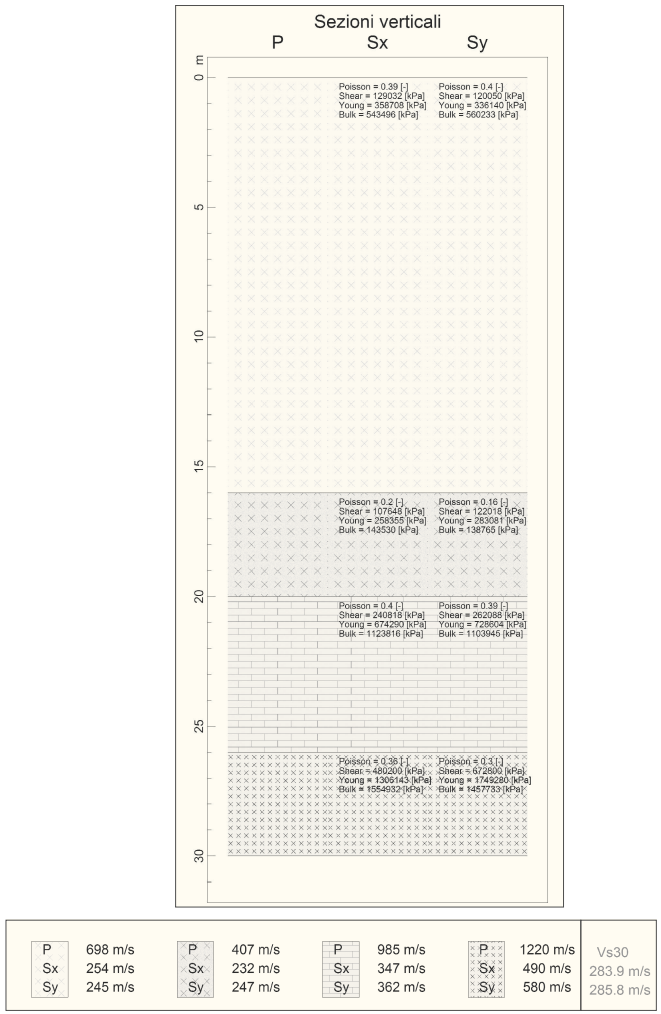


Fig. 7a - Dromocrone delle onde P, delle onde Sx e delle onde Sy

Rifrattori
caratterizzati da una differente
velocità di propagazione delle onde sismiche



P	698 m/s	P	407 m/s	P	985 m/s	P	1220 m/s	Vs30
Sx	254 m/s	Sx	232 m/s	Sx	347 m/s	Sx	490 m/s	283.9 m/s
Sy	245 m/s	Sy	247 m/s	Sy	362 m/s	Sy	580 m/s	285.8 m/s

Fig. 7b - Sezioni verticali delle onde P, Sx e Sy

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C.
Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

Committente :	**Dott.ssa Cinzia Armand**
Cantiere :	**Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)**
Verbale Accettazione n° :	**166 del 05/06/2015**
Data Certificazione :	**19/06/2015**
Campioni n°:	**2**
Certificati da n° a n° :	**02212 a 02223**

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

Riferimento			Caratteristiche fisiche							Limiti di consistenza				Granulometria				Compr.	Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m³	γ_{sec} kN/m³	γ_{sat} kN/m³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	σ kPa	ϕ °	c kPa	50,0 kPa	100,0 kPa	200,0 kPa	400,0 kPa	800,0 kPa
1	1	2.5	22,1	20,0	16,4	20,1	0,62	38,2	96,8	40,5	23,5	17,0	1,08		11,5	48,8	39,7	150	22,1	11	4673	5128	5831	7782	13356
1	2		16,5	19,9	17,0	20,5	0,55	35,6	80,8	20,8	20,5	0,3	14,17	25,4	40,2	18,3	16,1		24,5	10					

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	22,1	%
Peso di volume	20,0	kN/m³
Peso di volume secco	16,4	kN/m³
Peso di volume saturo	20,1	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,618	
Porosità	38,2	%
Grado di saturazione	96,8	%
Limite di liquidità	40,5	%
Limite di plasticità	23,5	%
Indice di plasticità	17,0	%
Indice di consistenza	1,08	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI	A7-6 I.G. = 11	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	11,5	%
Limo	48,8	%
Argilla	39,7	%
D 10		mm
D 50	0,008372	mm
D 60	0,013808	mm
D 90	0,101748	mm
Passante set. 10	99,1	%
Passante set. 40	93,7	%
Passante set. 200	88,5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	150	kPa
σ_{Rim}		kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c	10,8	kPa
ϕ	22,1	°
c_{Res}		kPa
ϕ_{Res}		°

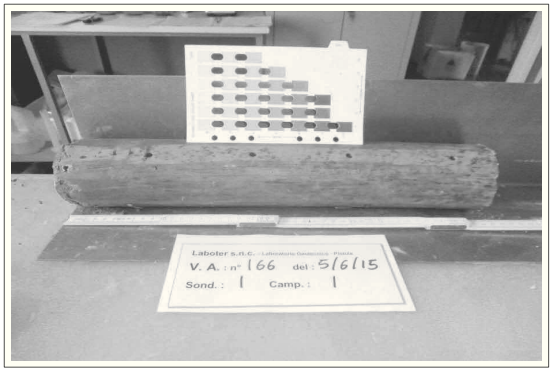
COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,5 ÷ 25,0	10622	0,000231	2,13E-09
25,0 ÷ 50,0	4673	0,000999	2,10E-08
50,0 ÷ 100,0	5128	0,000509	9,74E-09
100,0 ÷ 200,0	5831	0,000688	1,16E-08
200,0 ÷ 400,0	7782	0,000872	1,10E-08
400,0 ÷ 800,0	13356	0,000815	5,98E-09
800,0 ÷ 1600,0	24206	0,000907	3,67E-09

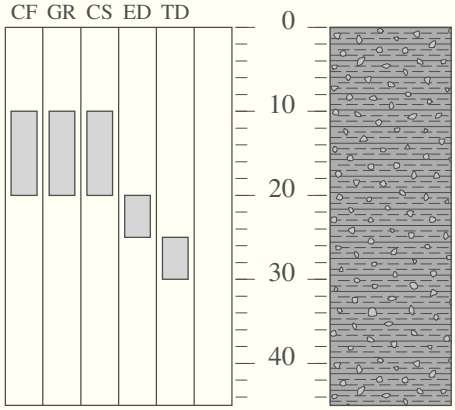
FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove
CF GR CS ED TD



Rp kPa
220
220
230
170

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

45

Limo argilloso con tracce torbose e rare concrezioni calcaree, compatto
Munsell Soil Color Charts : 2.5Y 5/4 marrone oliva chiaro

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02215**	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 15/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 18/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: HRB

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,1	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,7	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	88,5	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	40,5	%
Limite di plasticità	23,5	%
Indice di plasticità	17,0	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 11

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02212**	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 06/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 22,1 %

Struttura del materiale:
- ◉ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02213 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi:	05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15	Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi:	05/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,0 kN/m³

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02214**	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 15/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 16/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

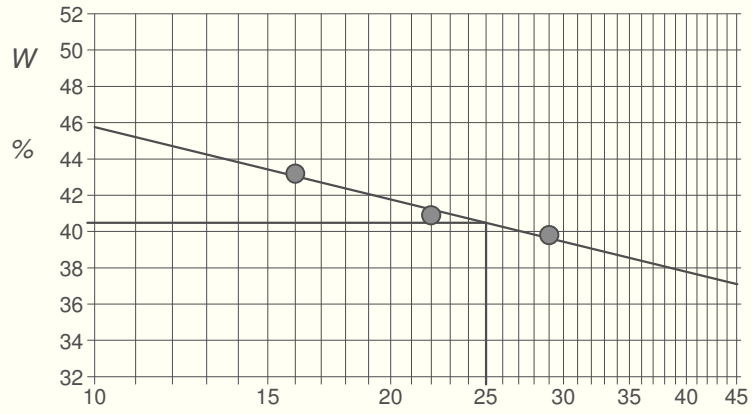
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-84

Limite di liquidità	40,5	%
Limite di plasticità	23,5	%
Indice di plasticità	17,0	%
Indice di consistenza	1,08	
Passante al set. n° 40	SI	

Determinazione del Limite di liquidità



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	**I - Media compressibilità**
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

I.P. = 0.73 · (L.L. - 20)

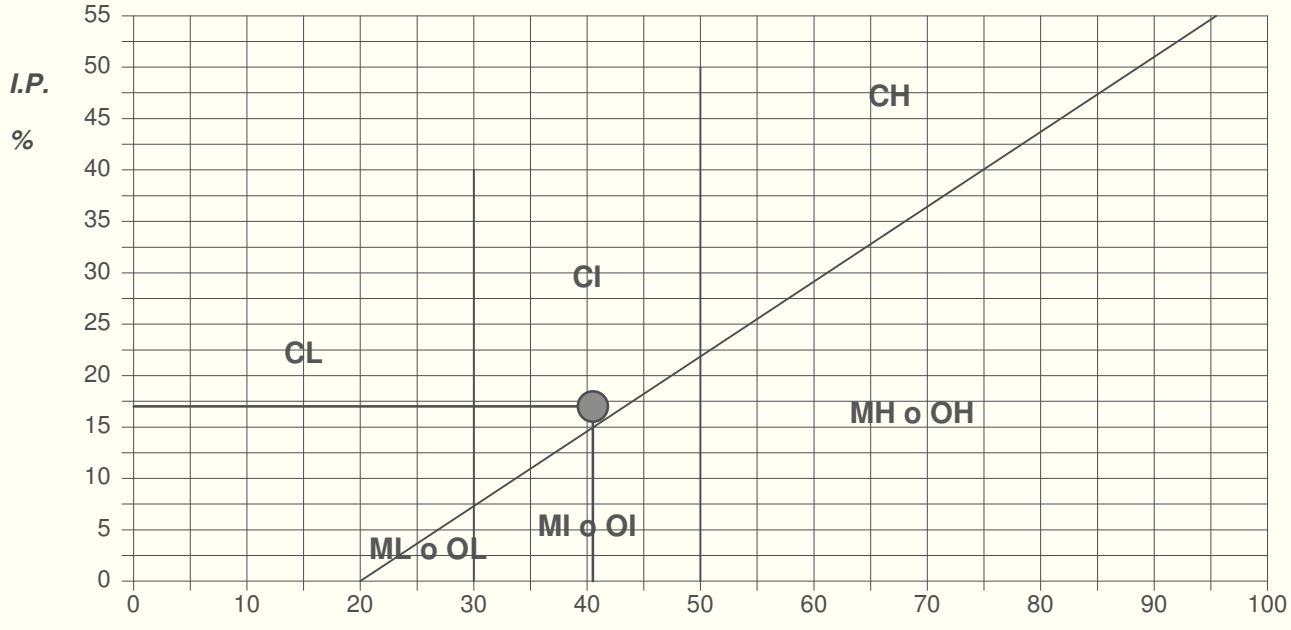


Diagramma Indice plastico - Limite liquido

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02215	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi: 15/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15		Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi: 18/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

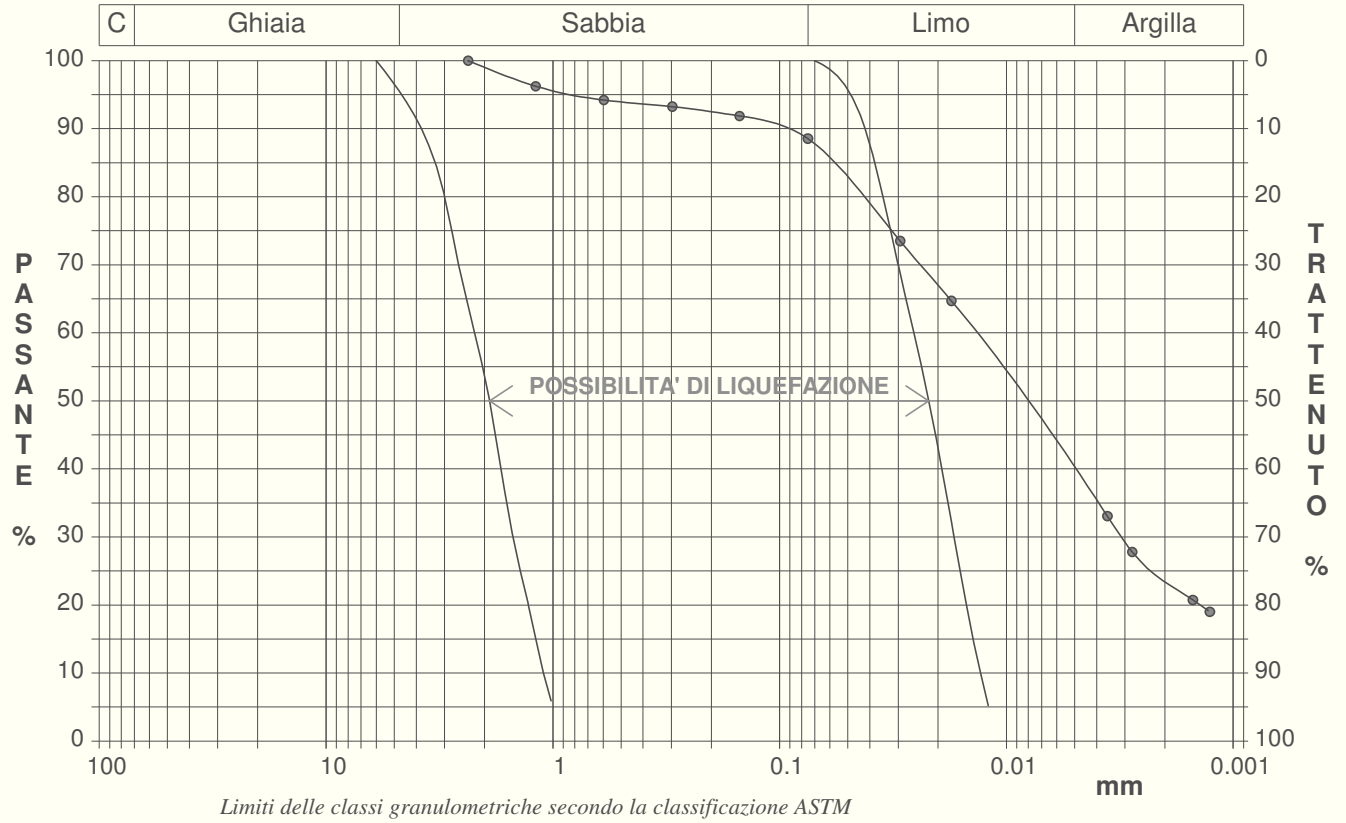
RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,1 %	D_{10}	--- mm
Sabbia	11,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,7 %	D_{30}	0,00310 mm
Limo	48,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	88,5 %	D_{50}	0,00837 mm
Argilla	39,7 %			D_{60}	0,01381 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,10175 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,3600	100,00	0,0750	88,53	0,0015	20,74				
1,1900	96,24	0,0294	73,48	0,0013	18,99				
0,5950	94,21	0,0175	64,69						
0,2970	93,24	0,0036	33,05						
0,1500	91,87	0,0028	27,78						

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02216 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi:	05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15	Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi:	16/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	19,23
Umidità (%)	22,4
Peso specifico (kN/m³)	26,47
Altezza provino cm	2,00
Diametro provino cm	5,00
Sezione provino (cm²)	19,63
Volume provino (cm³)	39,27
Volume dei vuoti (cm³)	15,96
Indice dei vuoti	0,68
Porosità (%)	40,63
Saturazione (%)	88,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

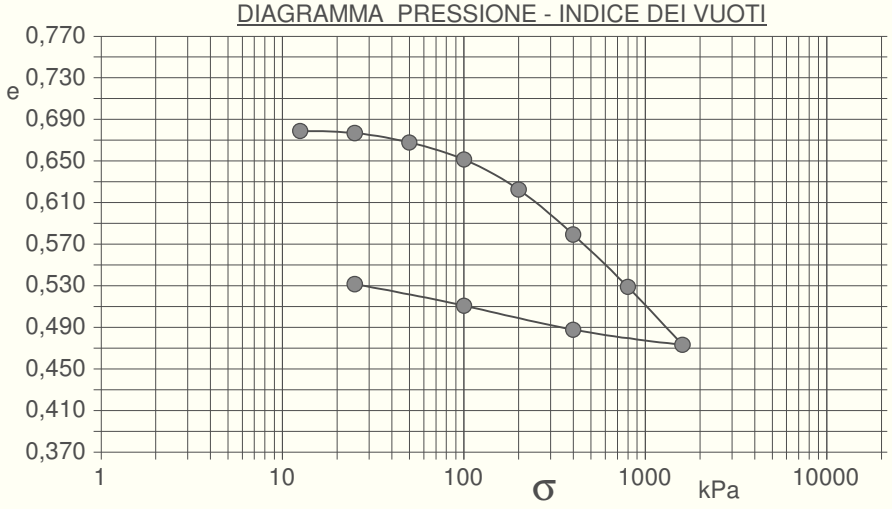
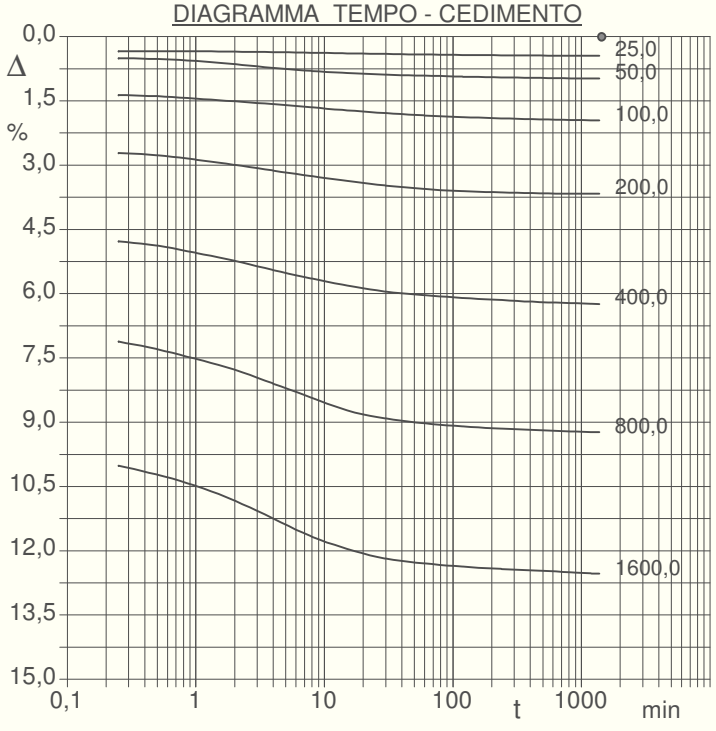


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12,5	6,5	0,679	
25,0	8,9	0,677	0,007
50,0	19,6	0,668	0,030
100,0	39,1	0,651	0,055
200,0	73,4	0,623	0,096
400,0	124,8	0,579	0,144
800,0	184,7	0,529	0,168
1600,0	250,8	0,473	0,185
400,0	233,5	0,488	
100,0	206,1	0,511	
25,0	181,4	0,532	

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02216	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi: 05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15		Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi: 16/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 25,0 kPa		Pressione 50,0 kPa		Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	0,1	0,02	8,9	0,02	19,6	0,02	39,1
0,25	6,8	0,25	10,1	0,25	27,3	0,25	54,4
0,50	6,8	0,50	10,5	0,50	27,8	0,50	55,3
1,00	6,9	1,00	11,4	1,00	28,9	1,00	57,4
2,00	7,0	2,00	12,9	2,00	30,2	2,00	59,9
4,00	7,2	4,00	14,6	4,00	31,5	4,00	62,5
8,00	7,5	8,00	16,0	8,00	33,1	8,00	65,2
15,00	7,8	15,00	17,0	15,00	34,4	15,00	67,3
30,00	8,1	30,00	17,8	30,00	35,7	30,00	69,5
60,00	8,3	60,00	18,2	60,00	36,8	60,00	71,2
120,00	8,5	120,00	18,7	120,00	37,6	120,00	72,2
240,00	8,7	240,00	19,0	240,00	38,2	240,00	72,7
480,00	8,8	480,00	19,3	480,00	38,6	480,00	73,1
900,00	8,9	900,00	19,5	900,00	38,9	900,02	73,3
1200,00	8,9	1200,00	19,5	1200,00	39,0	1200,02	73,3
1440,00	8,9	1440,00	19,6	1431,47	39,1	1440,02	73,4

Pressione 400,0 kPa		Pressione 800,0 kPa		Pressione 1600,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	73,4	0,02	124,8	0,02	184,7		
0,25	95,6	0,25	142,4	0,25	200,3		
0,50	97,6	0,50	145,9	0,50	204,5		
1,00	100,9	1,00	150,4	1,00	209,7		
2,00	104,6	2,00	155,5	2,00	216,6		
4,00	109,0	4,00	162,0	4,00	225,0		
8,00	112,9	8,00	168,6	8,00	233,4		
15,00	116,2	15,00	174,5	15,00	239,1		
30,00	119,0	30,00	178,3	30,00	243,7		
60,00	120,7	60,00	180,5	60,00	245,9		
120,00	122,0	120,00	182,0	120,00	247,4		
240,00	123,0	240,00	183,0	240,00	248,5		
480,00	123,9	480,00	183,7	480,00	249,3		
900,00	124,4	900,00	184,4	900,00	250,2		
1200,00	124,7	1200,00	184,6	1200,00	250,6		
1418,57	124,8	1424,30	184,7	1440,00	250,8		

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02217**	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 05/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	-----	-----
Altezza (cm):	7,62	-----	-----
Sezione (cm²):	11,58	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	19,4	-----	-----
Umidità naturale (%):	22,2	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	11,50	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	149,8	-----	-----

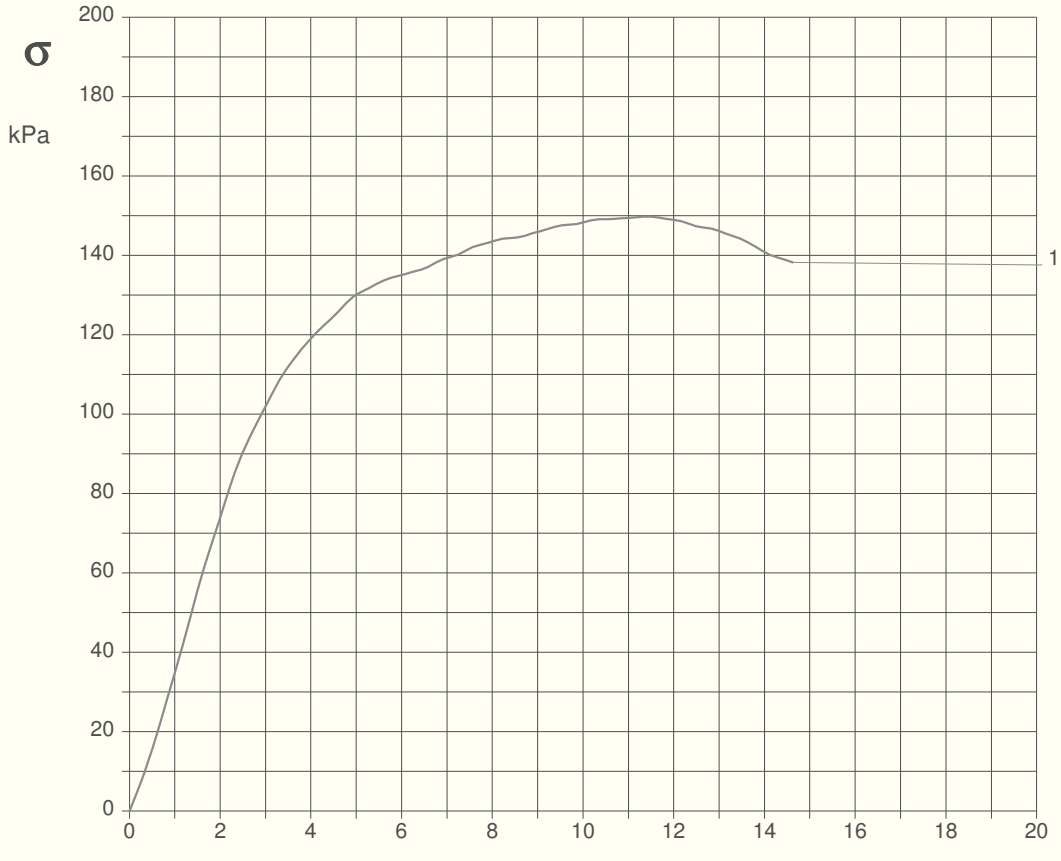
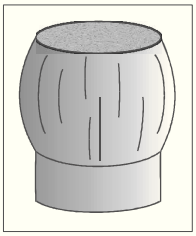


DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE



Provino 1

Provino 2

Provino 3

Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1:	2950	Provino 2: ---	Provino 3:	---
	Secante	Provino 1:	---	Provino 2: ---	Provino 3:	---
	A rottura	Provino 1:	---	Provino 2: ---	Provino 3:	---

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02217 Pagina 0/1		DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi: 05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15		Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi: 05/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	10,3	12,82	146,8								
0,68	22,3	13,15	145,5								
1,01	35,0	13,47	144,2								
1,33	48,6	13,80	142,2								
1,66	62,0	14,13	140,1								
1,99	73,6	14,46	138,9								
2,32	85,2	14,79	137,6								
2,65	94,1										
2,97	101,4										
3,30	108,5										
3,63	114,0										
3,96	118,6										
4,29	122,3										
4,62	126,0										
4,94	129,7										
5,27	131,7										
5,60	133,7										
5,93	134,8										
6,26	135,9										
6,58	137,1										
6,91	139,1										
7,24	140,2										
7,57	142,1										
7,90	143,2										
8,22	144,2										
8,55	144,5										
8,88	145,6										
9,21	146,6										
9,54	147,6										
9,86	147,9										
10,19	148,9										
10,52	149,1										
10,85	149,3										
11,18	149,6										
11,50	149,8										
11,83	149,2										
12,16	148,7										
12,49	147,3										

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02218 Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi:	09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15	Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi:	12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

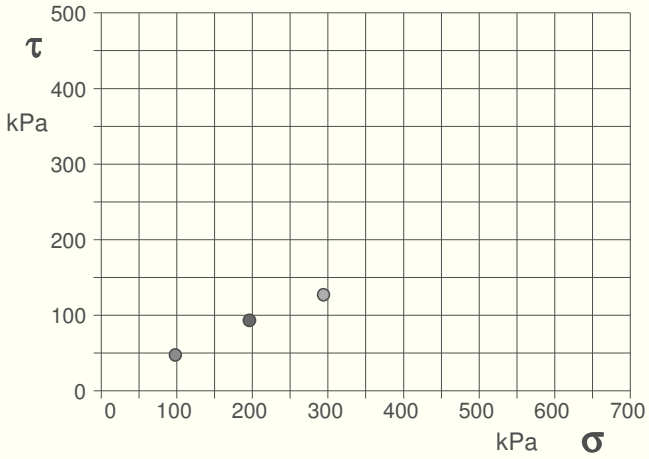
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	48	93	127
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,47	2,84	2,52
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,13	0,28
Umidità iniziale e umidità finale (%):	- - - 27,1	- - - 25,8	- - - 22,9
Peso di volume (kN/m³):	19,7	19,9	20,3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale



Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

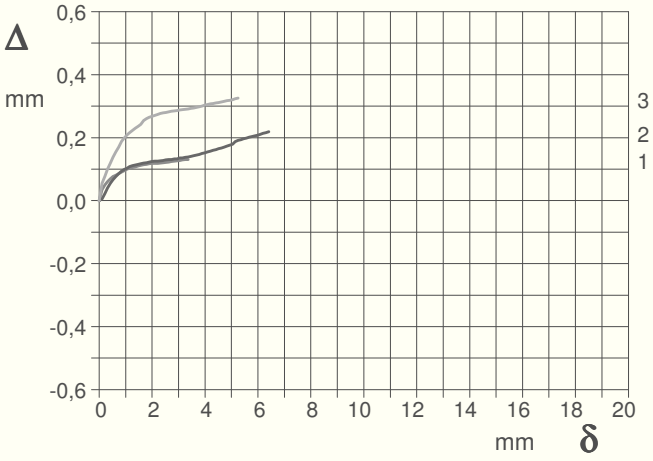


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

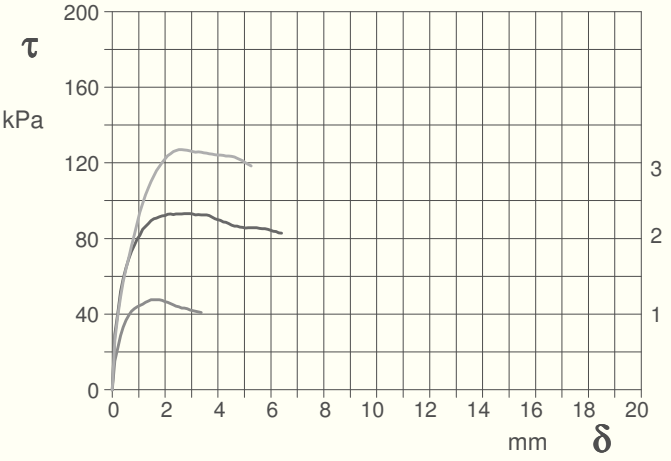


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02218**	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,105	15	0,04	0,105	29	0,01	0,105	26	0,06
0,210	22	0,05	0,315	52	0,04	0,315	49	0,10
0,315	29	0,06	0,525	65	0,07	0,525	64	0,14
0,420	33	0,07	0,735	73	0,09	0,735	76	0,17
0,525	37	0,08	0,945	80	0,10	0,945	88	0,20
0,630	39	0,08	1,155	85	0,11	1,155	99	0,22
0,735	42	0,09	1,365	88	0,11	1,365	107	0,23
0,840	43	0,09	1,575	90	0,12	1,575	113	0,24
0,945	44	0,10	1,785	91	0,12	1,785	118	0,26
1,050	45	0,10	1,995	92	0,12	1,995	122	0,27
1,155	45	0,10	2,205	93	0,13	2,205	125	0,27
1,260	46	0,11	2,415	93	0,13	2,415	127	0,28
1,365	47	0,11	2,625	93	0,13	2,625	127	0,28
1,470	48	0,11	2,835	93	0,13	2,835	127	0,29
1,575	48	0,11	3,045	93	0,14	3,045	126	0,29
1,680	48	0,11	3,255	93	0,14	3,255	126	0,29
1,785	48	0,12	3,465	92	0,14	3,465	125	0,29
1,890	47	0,12	3,675	92	0,15	3,675	125	0,30
1,995	47	0,12	3,885	91	0,15	3,885	124	0,30
2,100	46	0,12	4,095	90	0,16	4,095	124	0,31
2,205	46	0,12	4,305	88	0,16	4,305	124	0,31
2,310	45	0,12	4,515	87	0,17	4,515	124	0,31
2,415	44	0,12	4,725	87	0,17	4,725	122	0,32
2,520	44	0,12	4,935	86	0,18	4,935	121	0,32
2,625	43	0,12	5,145	86	0,19	5,145	119	0,32
2,730	43	0,12	5,355	86	0,19			
2,835	43	0,13	5,565	85	0,20			
2,940	42	0,13	5,775	85	0,20			
3,045	42	0,13	5,985	84	0,21			
3,150	42	0,13	6,195	84	0,21			
3,255	41	0,13	6,405	83	0,22			
3,360	41	0,13						

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02218 Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi:	09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15	Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi:	12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	1,96
Altezza finale (cm)	1,90
Sezione (cm²)	36,00
T_{50} (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

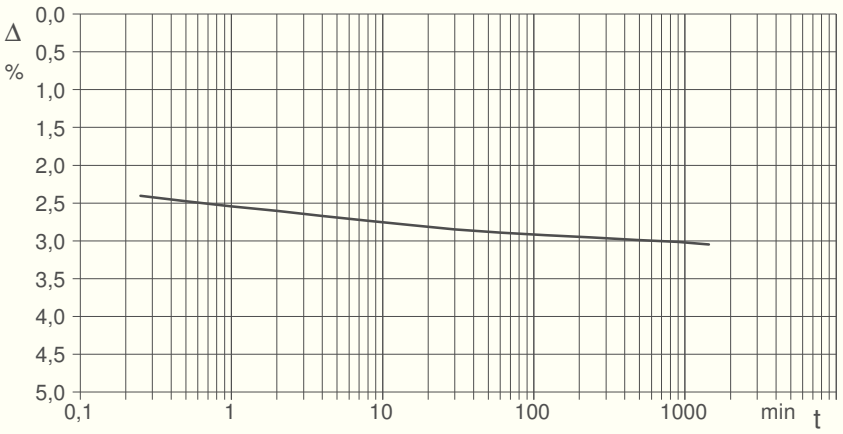


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	1,97
Altezza finale (cm)	1,87
Sezione (cm²)	36,24
T_{50} (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

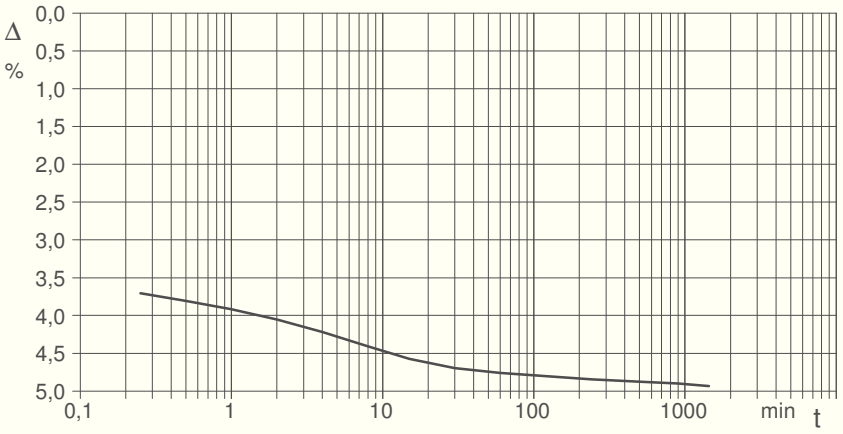
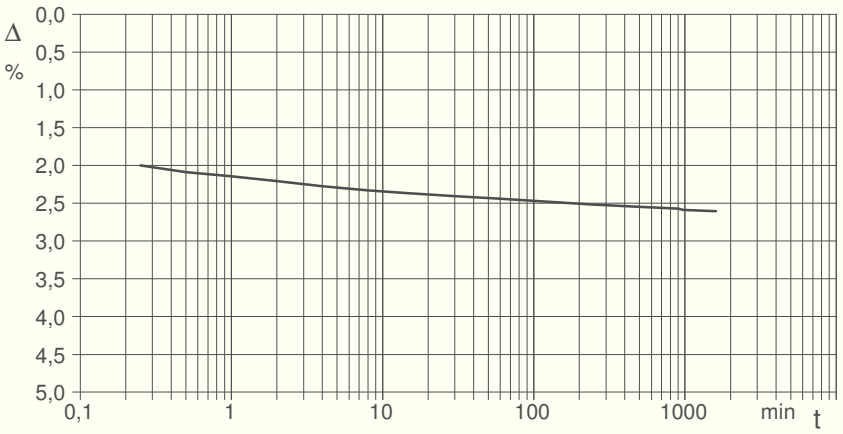


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	1,92
Altezza finale (cm)	1,87
Sezione (cm²)	36,00
T_{50} (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata tf = 50 x T_{50} Vs = Df / tf

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02218**	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	47,10	2,40	0,25	73,00	3,71	0,25	38,40	2,00
0,50	48,50	2,47	0,50	75,00	3,81	0,50	40,10	2,09
1,00	49,90	2,55	1,00	77,20	3,92	1,00	41,20	2,15
2,00	51,00	2,60	2,00	79,80	4,05	2,00	42,40	2,21
4,00	52,40	2,67	4,00	83,10	4,22	4,00	43,70	2,28
8,00	53,60	2,73	8,00	86,80	4,41	8,00	44,80	2,33
15,00	54,70	2,79	15,00	90,10	4,57	15,00	45,50	2,37
30,00	55,80	2,85	30,00	92,50	4,70	30,00	46,20	2,41
60,00	56,70	2,89	60,00	93,80	4,76	60,00	46,90	2,44
120,00	57,30	2,92	120,00	94,60	4,80	120,00	47,60	2,48
240,00	57,90	2,95	240,00	95,40	4,84	240,00	48,30	2,52
480,00	58,60	2,99	480,00	96,00	4,87	480,00	48,90	2,55
900,00	59,10	3,02	900,00	96,50	4,90	900,00	49,40	2,57
1200,00	59,50	3,04	1200,00	96,90	4,92	937,28	49,57	2,58
1440,00	59,70	3,05	1440,00	97,20	4,93	937,42	49,53	2,58
						968,53	49,75	2,59
						1602,63	50,07	2,61

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

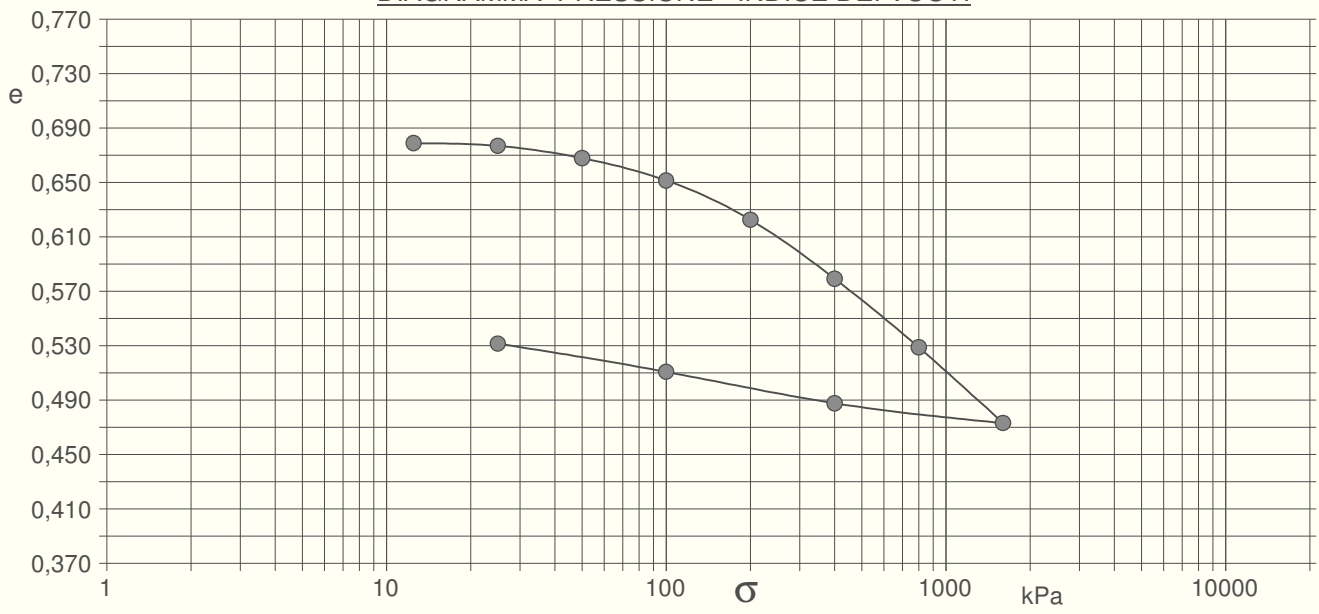
COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand		
RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

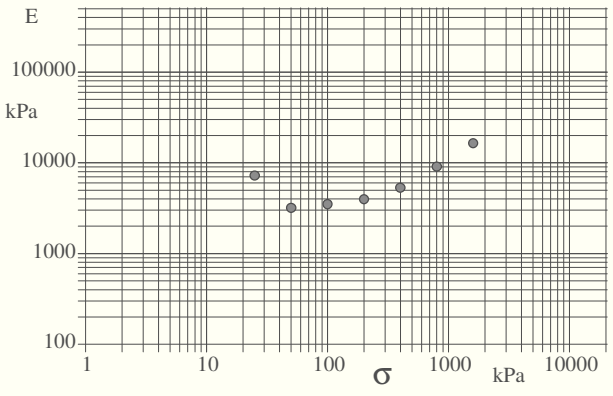
Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m³)	19,23	Altezza provino cm	2,00	Indice dei vuoti	0,68
Umidità (%)	22,4	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	40,63
Peso specifico (kN/m³)	26,47	Volume dei vuoti (cm³)	15,96	Saturazione (%)	88,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12,5	6,5	0,679		
25,0	8,9	0,677	0,007	10622
50,0	19,6	0,668	0,030	4673
100,0	39,1	0,651	0,055	5128
200,0	73,4	0,623	0,096	5831
400,0	124,8	0,579	0,144	7782
800,0	184,7	0,529	0,168	13356
1600,0	250,8	0,473	0,185	24206
400,0	233,5	0,488		
100,0	206,1	0,511		
25,0	181,4	0,532		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

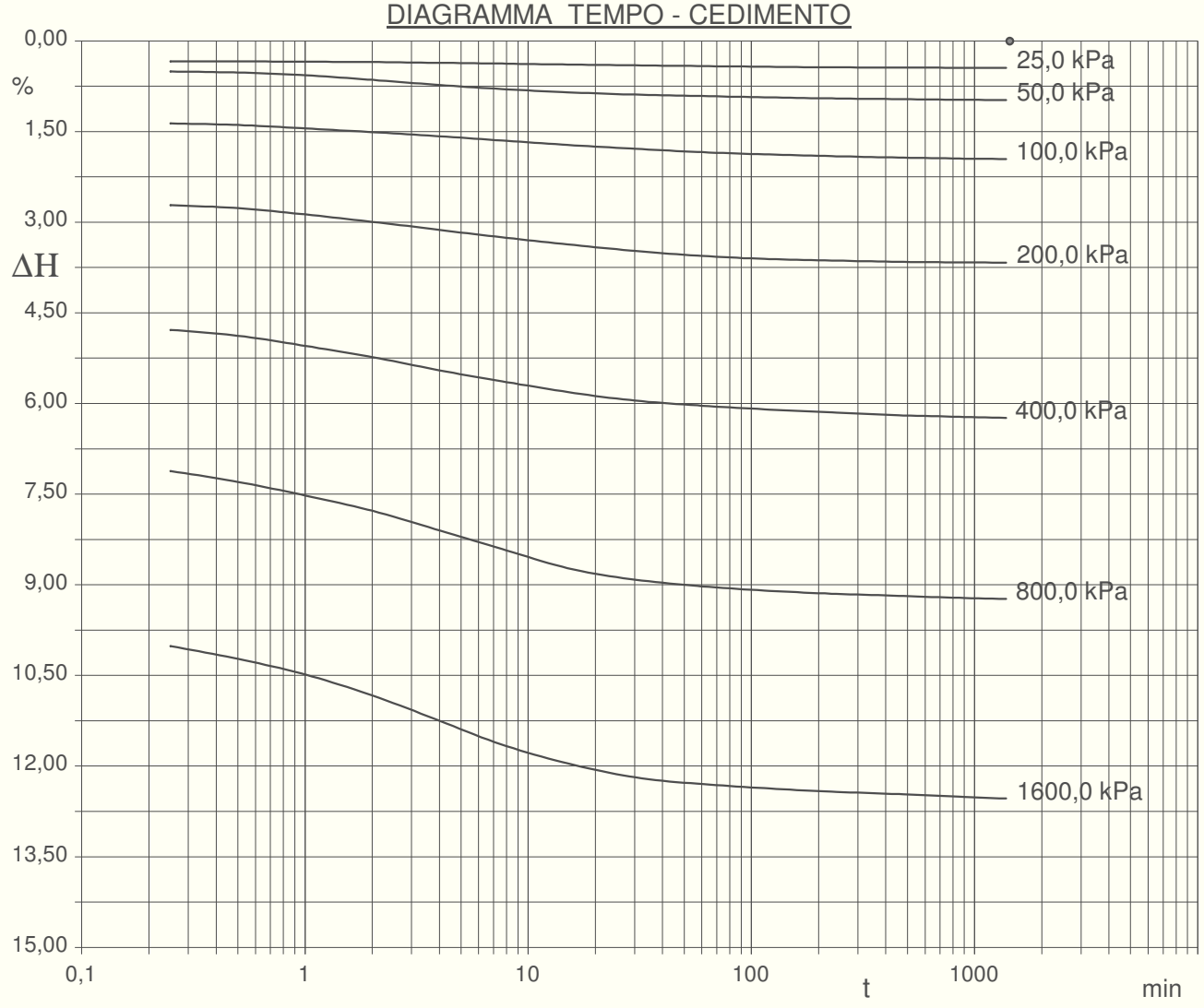


COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand		
RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione:	25,0 kPa	Cv = 0,000231 cm²/sec
Pressione:	50,0 kPa	Cv = 0,000999 cm²/sec
Pressione:	100,0 kPa	Cv = 0,000509 cm²/sec
Pressione:	200,0 kPa	Cv = 0,000688 cm²/sec
Pressione:	400,0 kPa	Cv = 0,000872 cm²/sec
Pressione:	800,0 kPa	Cv = 0,000815 cm²/sec
Pressione:	1600,0 kPa	Cv = 0,000907 cm²/sec

COMMITTENTE:	Dott.ssa Cinzia Armand	
RIFERIMENTO:	Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)	
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

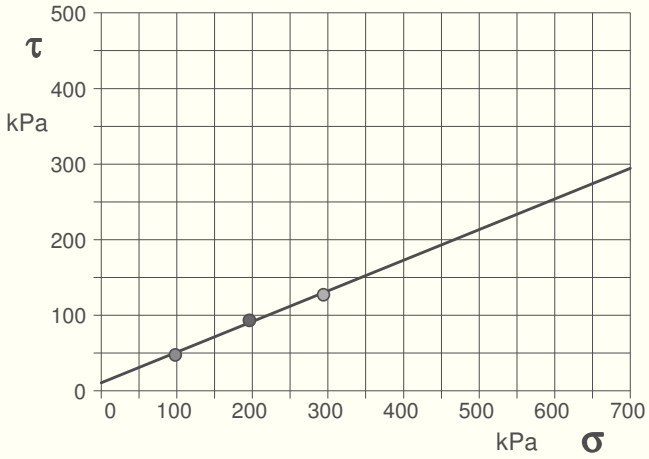
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	48	93	127
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,47	2,84	2,52
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,13	0,28
Umidità iniziale e umidità finale (%):	- - - 27,1	- - - 25,8	- - - 22,9
Peso di volume (kN/m³):	19,7	19,9	20,3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	10,8 kPa
Angolo di attrito interno:	22,1 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24



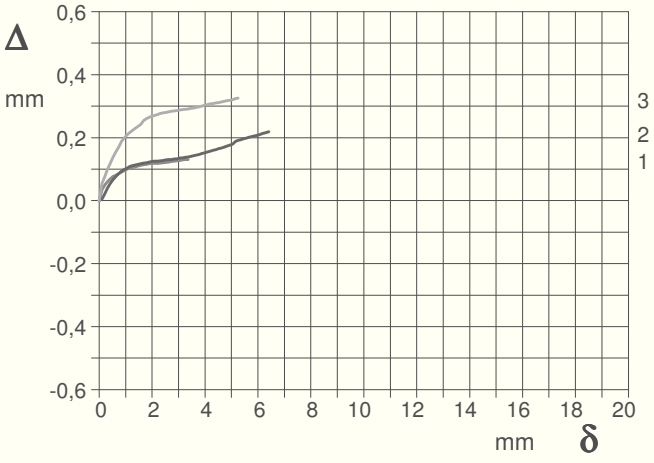


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

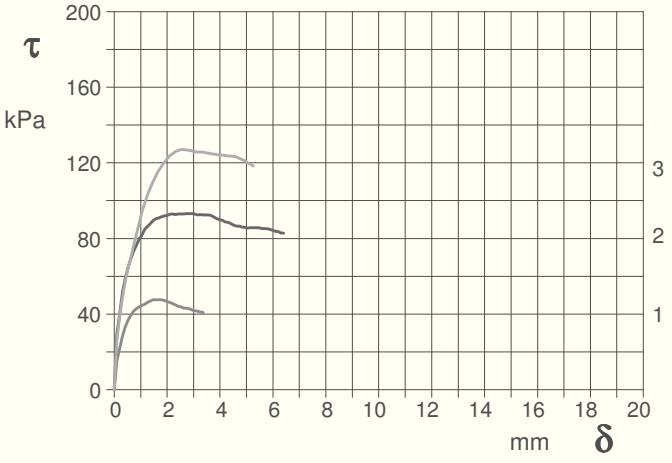


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16,5	%
Peso di volume	19,9	kN/m³
Peso di volume secco	17,0	kN/m³
Peso di volume saturo	20,5	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,552	
Porosità	35,6	%
Grado di saturazione	80,8	%
Limite di liquidità	20,8	%
Limite di plasticità	20,5	%
Indice di plasticità	0,3	%
Indice di consistenza	14,17	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI	A2-4	I.G. = 0

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	25,4	%
Sabbia	40,2	%
Limo	18,3	%
Argilla	16,1	%
D 10	0,001871	mm
D 50	0,237860	mm
D 60	0,714605	mm
D 90	10,925390	mm
Passante set. 10	64,9	%
Passante set. 40	55,4	%
Passante set. 200	34,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c	10,4	kPa
ϕ	24,5	°
c_{Res}		kPa
ϕ_{Res}		°

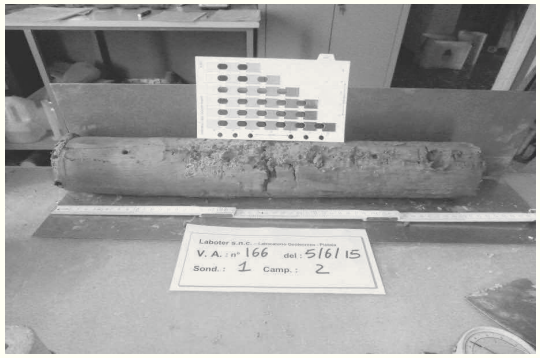
COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

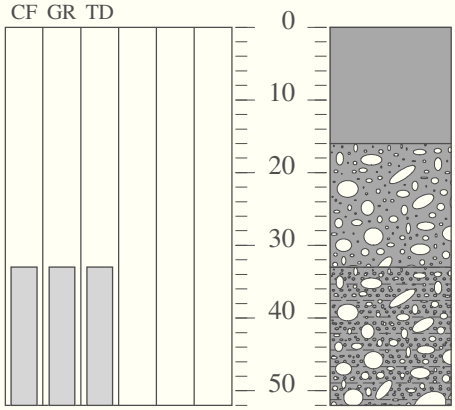
FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove
CF GR TD



Rp kPa

70

190

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

16	Rimaneggiato Limo argillo-sabbioso mediamente consistente
33	Ciottoletti in matrice limosa
52	Sabbia limosa con abbondanti ciottoletti, addensata Munsell Soil Color Charts : 2.5Y 5/4 marrone oliva chiaro

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02222**	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 15/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 18/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: HRB

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	64,9	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	55,4	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	34,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	20,8	%
Limite di plasticità	20,5	%
Indice di plasticità	0,3	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A2-4 INDICE DI GRUPPO: 0

Tipi usuali dei materiali principali:
Ghiaia limosa o argillosa e sabbia

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02219**	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 06/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 16,5 %

Struttura del materiale:
- ◉ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02220 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi:	05/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15	Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi:	05/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,9 kN/m³

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02221**	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 15/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 16/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

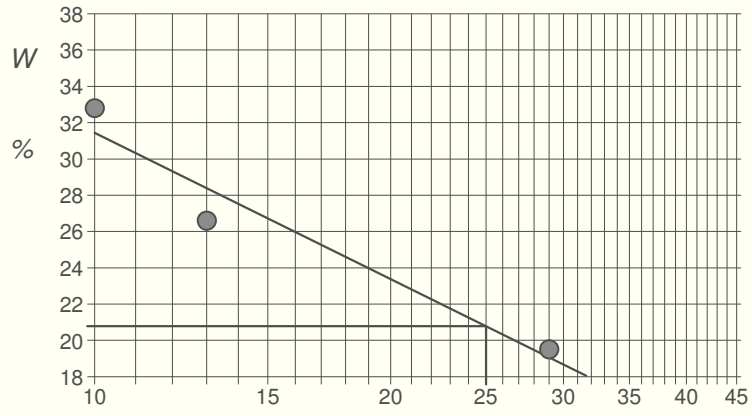
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-84

Limite di liquidità	20,8	%
Limite di plasticità	20,5	%
Indice di plasticità	0,3	%
Indice di consistenza	14,17	
Passante al set. n° 40	SI	

Determinazione del Limite di liquidità



C - Argille inorganiche	**L - Bassa compressibilità**
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

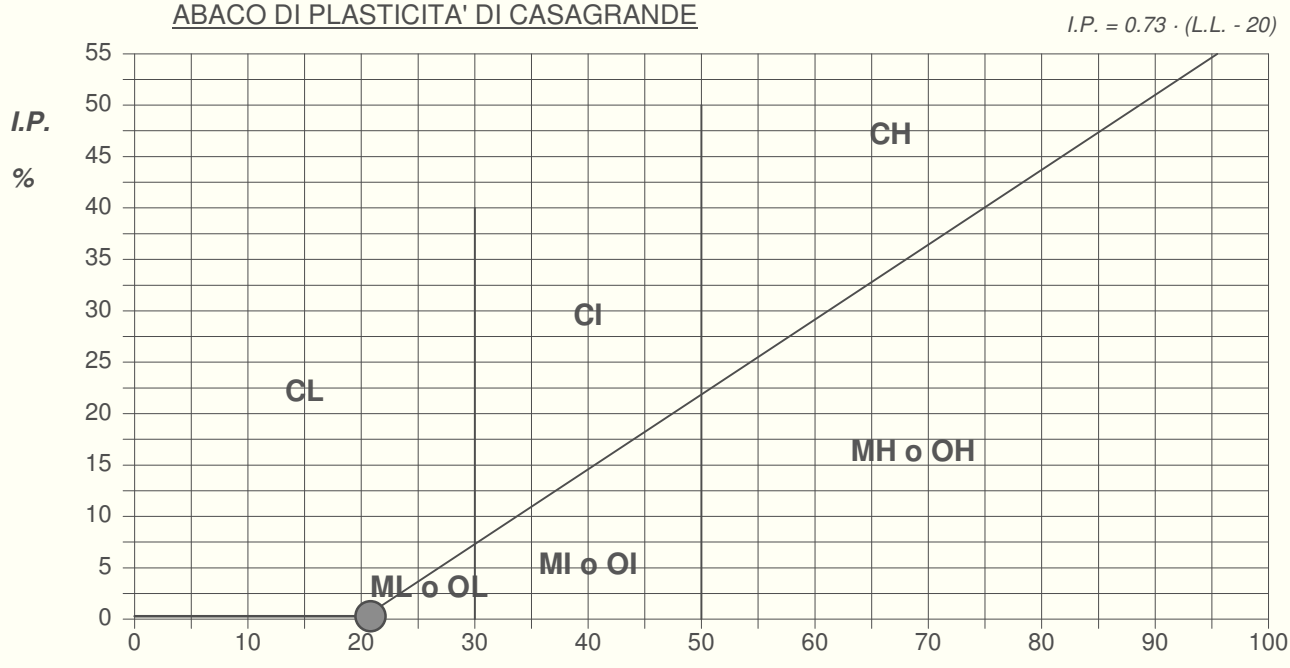


Diagramma Indice plastico - Limite liquido

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02222	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi: 15/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15		Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi: 18/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

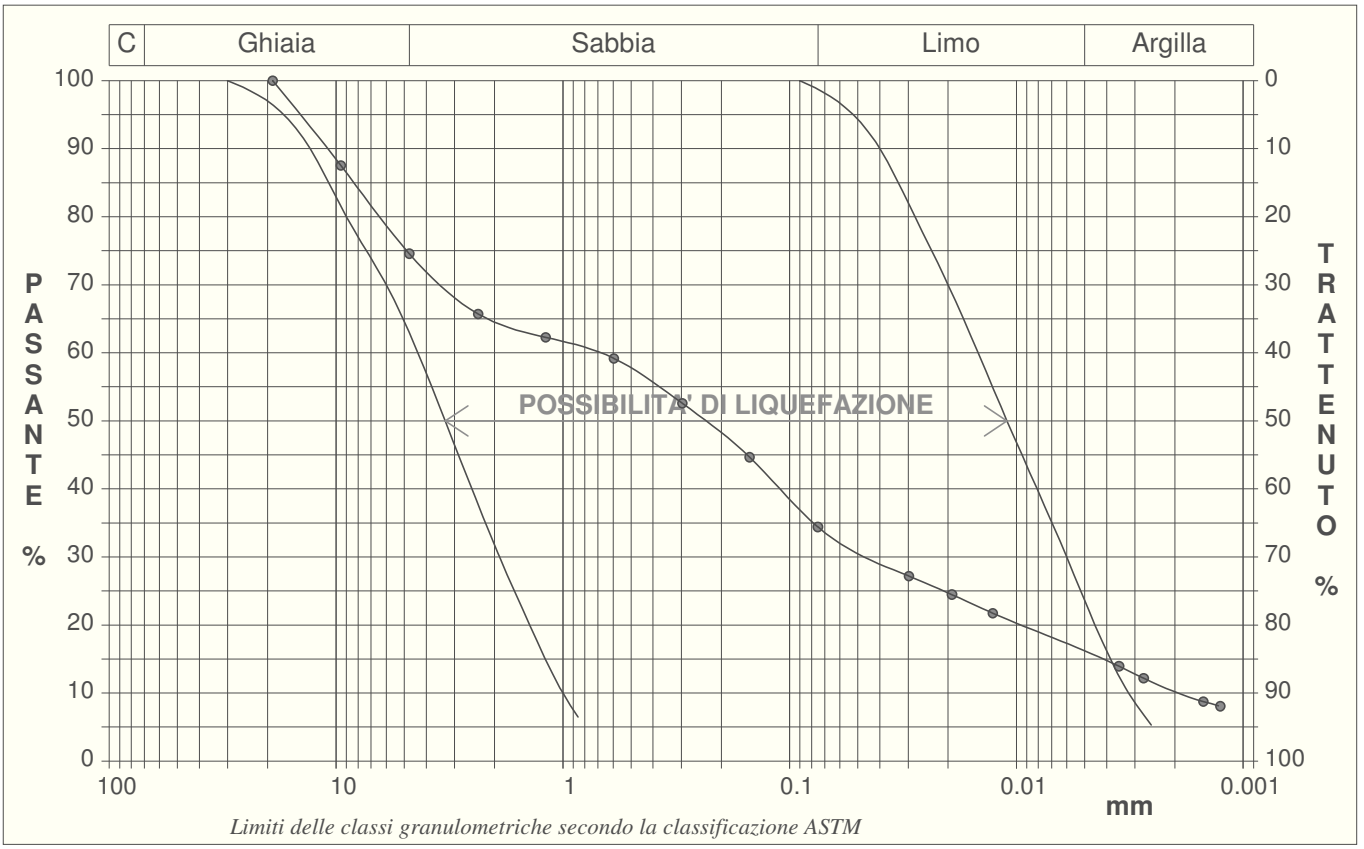
RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	25,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	64,9 %	D_{10}	0,00187 mm
Sabbia	40,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	55,4 %	D_{30}	0,04263 mm
Limo	18,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	34,4 %	D_{50}	0,23786 mm
Argilla	16,1 %			D_{60}	0,71460 mm
Coefficiente di uniformità	381,90	Coefficiente di curvatura	1,36	D_{90}	10,92539 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
19,0000	100,00	0,5950	59,18	0,0192	24,46	0,0013	8,06		
9,5200	87,51	0,2970	52,57	0,0127	21,73				
4,7500	74,56	0,1500	44,65	0,0035	13,94				
2,3600	65,70	0,0750	34,40	0,0027	12,16				
1,1900	62,27	0,0297	27,19	0,0015	8,74				

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02223 Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 19/06/15	Inizio analisi:	09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15	Apertura campione: 05/06/15	Fine analisi:	12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

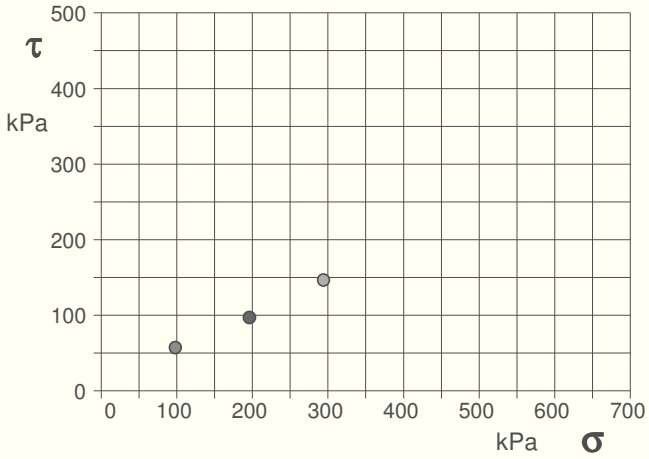
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	57	97	147
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,20	4,67	4,85
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,39	0,52	0,68
Umidità iniziale e umidità finale (%):	- - - 19,8	- - - 18,1	- - - 18,0
Peso di volume (kN/m³):	19,4	19,1	19,0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale



Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

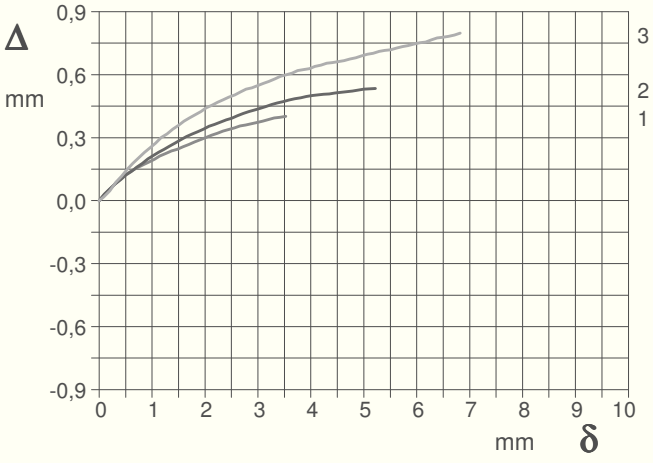


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

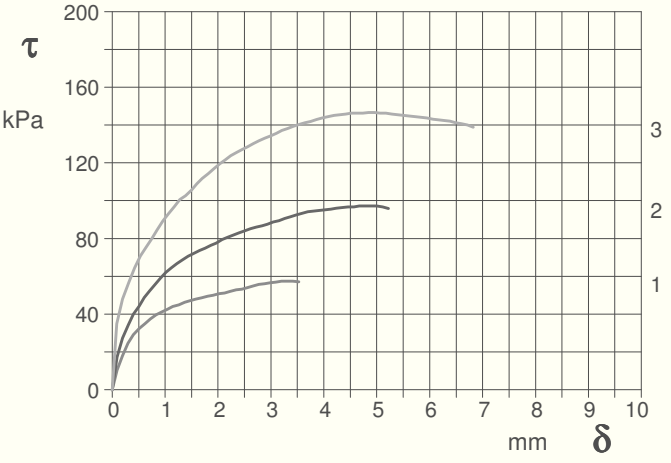


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02223	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi:	09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi:	12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,093	10	0,03	0,096	17	0,03	0,086	35	0,02
0,194	18	0,05	0,302	34	0,08	0,316	57	0,09
0,300	25	0,08	0,510	44	0,12	0,532	71	0,15
0,404	29	0,10	0,709	52	0,16	0,745	80	0,20
0,510	32	0,13	0,918	59	0,20	0,957	89	0,25
0,616	35	0,14	1,123	64	0,23	1,173	97	0,30
0,724	37	0,16	1,330	69	0,26	1,389	103	0,34
0,831	40	0,17	1,542	72	0,29	1,601	109	0,38
0,936	41	0,18	1,758	75	0,32	1,814	114	0,41
1,043	42	0,20	1,971	78	0,34	2,026	119	0,44
1,144	44	0,21	2,181	81	0,36	2,241	124	0,47
1,258	45	0,23	2,398	83	0,38	2,450	127	0,49
1,367	46	0,24	2,613	85	0,40	2,669	130	0,52
1,475	47	0,25	2,829	87	0,42	2,884	133	0,54
1,582	48	0,26	3,044	89	0,44	3,101	136	0,56
1,690	49	0,27	3,261	91	0,46	3,318	138	0,58
1,804	49	0,28	3,480	93	0,47	3,537	140	0,60
1,909	50	0,29	3,697	94	0,49	3,752	142	0,62
2,021	51	0,30	3,912	95	0,50	3,971	144	0,63
2,123	51	0,31	4,130	96	0,50	4,191	145	0,65
2,230	52	0,32	4,347	96	0,51	4,410	146	0,66
2,341	53	0,33	4,566	97	0,52	4,626	146	0,67
2,451	53	0,34	4,785	97	0,52	4,849	147	0,68
2,557	54	0,35	5,000	97	0,53	5,065	146	0,70
2,664	55	0,36	5,220	96	0,54	5,290	146	0,71
2,768	56	0,36				5,507	145	0,72
2,881	56	0,37				5,731	144	0,73
2,985	57	0,37				5,950	144	0,75
3,092	57	0,38				6,168	143	0,76
3,201	57	0,39				6,384	142	0,78
3,307	57	0,39				6,601	141	0,78
3,415	57	0,40				6,822	139	0,80
3,524	57	0,40						

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02223**	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,51
Altezza finale (cm)	2,45
Sezione (cm²)	28,46
T_{50} (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

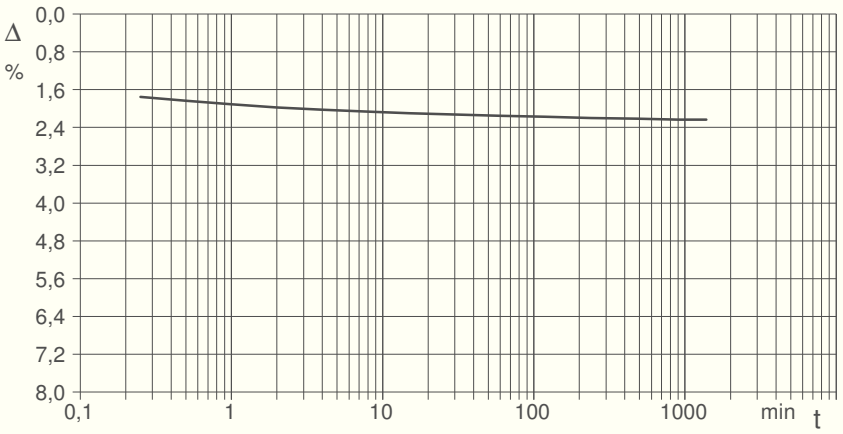


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,50
Altezza finale (cm)	2,44
Sezione (cm²)	28,27
T_{50} (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

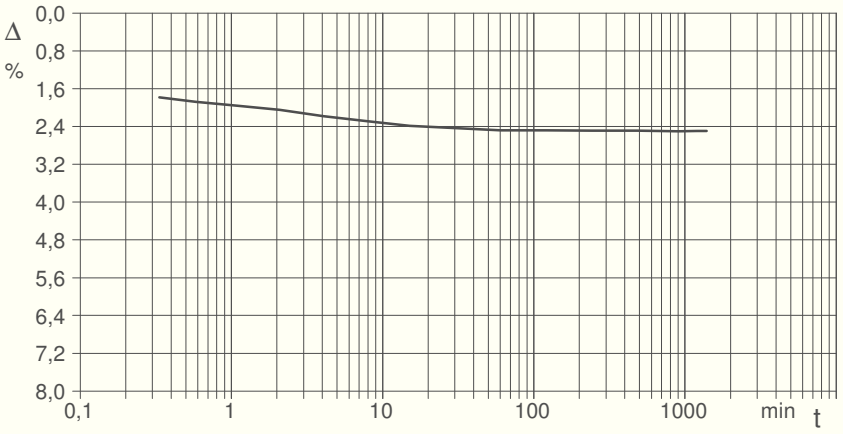
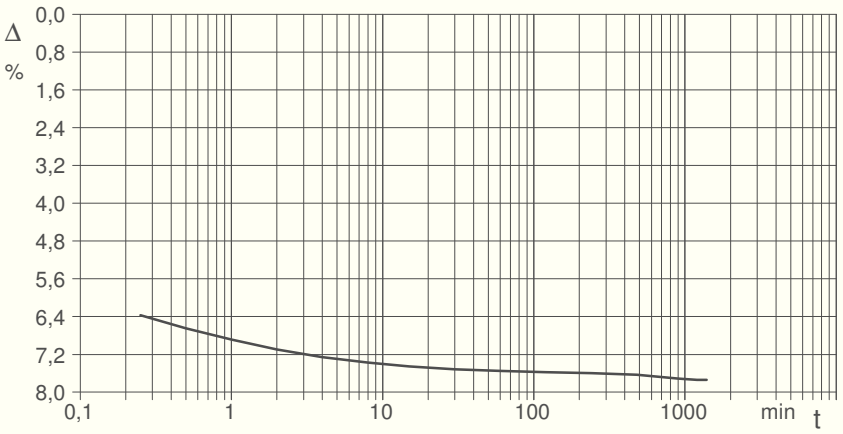


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,48
Altezza finale (cm)	2,29
Sezione (cm²)	28,34
T_{50} (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata $tf = 50 \times T_{50}$ $Vs = Df / tf$

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°:	**02223**	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE:	19/06/15	Inizio analisi: 09/06/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	166 del 05/06/15		Apertura campione:	05/06/15	Fine analisi: 12/06/15

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand

RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	44,00	1,75	0,33	44,60	1,78	0,25	157,90	6,37
0,50	46,10	1,84	0,58	46,90	1,88	0,50	164,90	6,65
1,00	47,90	1,91	1,08	49,00	1,96	1,00	170,80	6,89
2,00	49,60	1,98	2,08	51,10	2,04	2,00	176,00	7,10
4,00	50,90	2,03	4,08	54,60	2,18	4,00	180,00	7,26
8,00	51,90	2,07	8,08	57,33	2,29	8,00	182,80	7,37
15,00	52,70	2,10	15,08	59,60	2,38	15,00	184,90	7,46
30,00	53,40	2,13	30,08	60,74	2,43	30,00	186,40	7,52
60,00	54,00	2,15	60,08	62,00	2,48	60,00	187,20	7,55
120,00	54,60	2,18	120,08	62,00	2,48	120,00	187,90	7,58
240,00	55,20	2,20	240,08	62,10	2,48	240,00	188,40	7,60
480,00	55,60	2,22	480,08	62,10	2,48	480,00	189,30	7,63
900,00	56,10	2,24	900,08	62,50	2,50	900,00	191,20	7,71
1210,00	56,10	2,24	1200,08	62,40	2,50	1200,00	191,90	7,74
1386,00	56,10	2,24	1389,07	62,40	2,50	1388,05	191,90	7,74

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

COMMITTENTE: Dott.ssa Cinzia Armand		
RIFERIMENTO: Via di Maiano - Centola - Campi Bisenzio (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

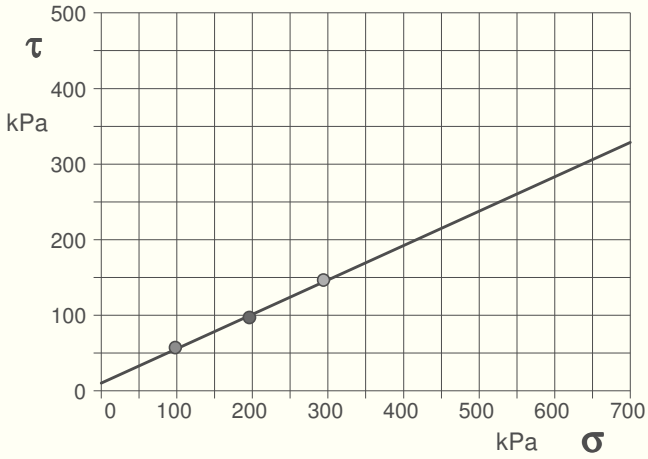
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	57	97	147
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,20	4,67	4,85
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,39	0,52	0,68
Umidità iniziale e umidità finale (%):	- - - 19,8	- - - 18,1	- - - 18,0
Peso di volume (kN/m³):	19,4	19,1	19,0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	10,4 kPa
Angolo di attrito interno:	24,5 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24



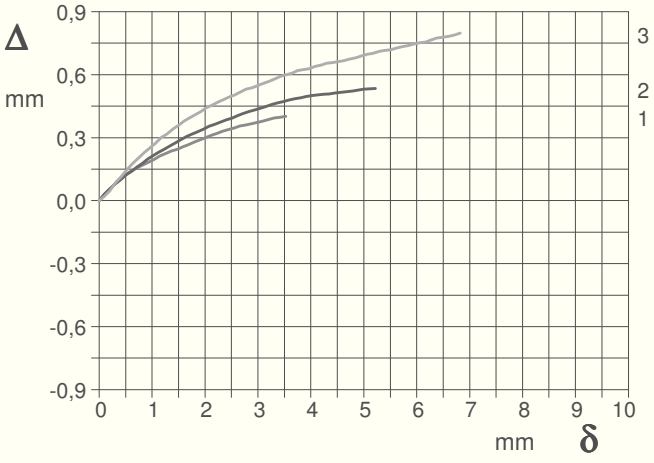


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

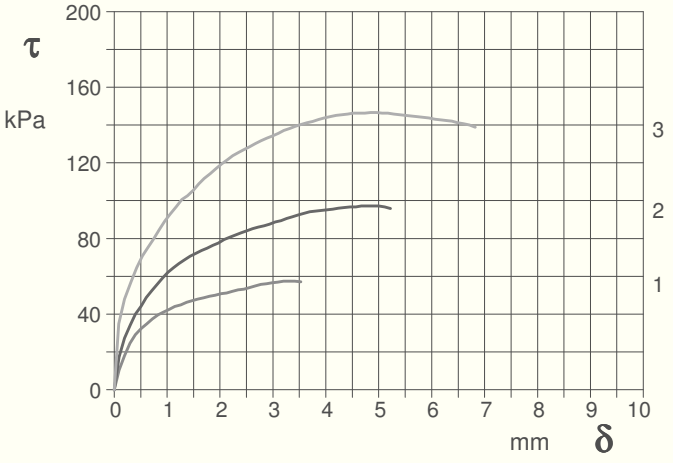


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Studio Geologico Dr. Cinzia Armand

INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA DEL GIUGNO 2015 INERENTE AL PROGETTO DI COSTRUZIONE DI FABBRICATI INDUSTRIALI VIA DI MAIANO – CAPALLE (CAMPI BISENZIO)

MAGGIO 2019

Via Siena, 7 - 50013 Campi Bisenzio (FI)
Cell. 320 - 048.48.21
cinzia.armand@email.it geolithos@libero.it

1 – INTRODUZIONE

Come richiesto dall'Amministrazione Comunale si procede all'aggiornamento, sulla base della nuova normativa, della Relazione Geologico-Tecnica redatta da questo Studio nel Giugno 2015 per un'area situata lungo la Via di Maiano (Centola - Comune di Campi Bisenzio) sulla quale è prevista la realizzazione di fabbricati ad uso produttivo.
Per una migliore localizzazione vedere la Fig. 1.

Lo studio è stato condotto sulla base della seguente normativa:

- D.P.G.R del 25 ottobre 2011, n. 53/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche
- D.P.G.R.9 luglio 2009, n. 36/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico
- L.R. 24 luglio 2018, n. 41 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del D. L.vo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla LR 80/2015 e alla LR 65/2014
- PGRA – Piano di Gestione Rischio Alluvioni
- RUC - Regolamento Urbanistico Comunale
- PS – Piano Strutturale

Si terrà conto, perciò, di quanto indicato nella scheda di fattibilità 4.4 della variante al RUC con riferimento alla LR 41/2018 inerente al rischio idraulico e alla tutela dei corsi d'acqua e, sulla base del DPGR 53/R, sarà verificata l'attribuzione delle classi di pericolosità e fattibilità.

2 – CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA

Come già riportato nella Relazione Geologica del Giugno 2015, l'area in oggetto si trova sui sedimenti alluvionali, costituiti da argille e limi argillosi e talora sabbiosi, legati alle divagazioni dei corsi d'acqua principali (in particolare F. Bisenzio e F. Arno) depositatisi sui materiali lacustri villafranchiani (Fig. 2 - Tav 1a - carta geologica e Fig. 3 – Tav. 2a - carta geomorfologica).
Dal punto di vista morfologico l'area in oggetto si presenta pianeggiante, ad una quota media di 42,44 m s.l.m., con valori compresi fra 42,40 m s.l.m. e 42,57 m s.l.m. (rilievo LIDAR - Servizio Cartografico della Regione Toscana).

3 – CONDIZIONI DI RISCHIO E PERICOLOSITÀ

Il lotto in oggetto presenta zone a diverse caratteristiche, soprattutto litologiche, da cui derivano diverse classi di pericolosità e conseguenti classi di fattibilità.
Sulla base delle caratteristiche geologiche e litologiche dell'area, sono emerse le seguenti condizioni di criticità:
A – Pericolosità Geologica
B – Rischio Idraulico
C – Rischio Sismico

§.3.A – PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

L'area può essere soggetta a fenomeni di subsidenza, come indicato nella scheda di fattibilità allegata al RUC.
Tali fenomeni possono essere indotti dalla presenza di sedimenti con scarse qualità litotecniche e/o per falda presente a bassa profondità (Fig. 4 – Tav. 3a - carta idrogeologica e Fig. 5 - Tav. 5a - carta litotecnica).
L'area è inserita, per un'ampia porzione, all'interno della classe di pericolosità geologica bassa G1 e, per una modesta porzione, all'interno della classe di pericolosità elevata G3 (Fig. 6 – Tav. 9a – carta della pericolosità geologica).

§.3.B – RISCHIO IDRAULICO

Come già riportato nella Relazione del Giugno 2015, l'area non è stata interessata dall'evento eccezionale del novembre '66 né da quelli verificatisi nel corso del triennio 91/93

Rispetto a quanto indicato nella cartografia del PGRA (Piano di Gestione del Rischio da Alluvione) che sostituisce il PAI (Piano Assetto Idrogeologico), l'area in oggetto si trova all'interno della classe di pericolosità da alluvione P1.
Sono comprese in questa classe di pericolosità tutte quelle aree nelle quali *sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico* (Disciplina di Piano dell'AdB F. Arno).

L'area è inserita in classe di pericolosità idraulica media I2 nella cartografia allegata al nuovo RUC del Comune di Campi B., (Fig. 7 – Tav. 10a - carta della pericolosità idraulica) per Tr compresi fra 200 e 500 anni.

Nella cartografia dell'AdB del F. Arno, inerente alle condizioni di rischio, derivante dalla sovrapposizione della mappa di pericolosità da alluvione con le classi di danno potenziale., ci troviamo in area a rischio basso R1 (Fig. 8 - carta del rischio idraulico dell'AdB) corrispondente a possibili danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale trascurabili.
L'inserimento dei nuovi fabbricati comporterà una variazione della classe di rischio, attualmente riferita ad un terreno inedificato, sulla base della seguente relazione:

H x E x V

dove:
H = classe di pericolosità (H = 3 – medio alta da I2)
E = tipologia dell'elemento (E = 3 - edifici civili, impianti non inquinanti, allevamenti)
V = vulnerabilità dell'elemento (V = 3 – vulnerabilità elevata)

	H	E	V	DANNO POTENZIALE	RISCHIO
VALORE	3	3	3	D = E x V = 9	R = H x E x V = 27
				danno medio-basso	rischio medio R2

Si è ritenuto opportuno di considerare un'alta vulnerabilità per maggiore sicurezza non avendo informazioni precise sulla tipologia di attività nel breve e, soprattutto, nel lungo termine..

Rispetto allo scenario di alluvioni poco frequenti, ai fini della gestione del rischio di alluvioni, è ammissibile, quale livello massimo di rischio, il livello di rischio medio R2, al quale corrispondono danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudichino l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche (estratto dalla L.R. 41/2018

§,3.C – RISCHIO SISMICO

Per quanto attiene al rischio sismico si conferma quanto già riportato nella Relazione del Giugno 2015 in merito alla classe sismica e a quanto richiesto dalla normativa per la classe d'intervento (volumetria > 6000 mc).

Per lo studio di microzonazione sismica sono state effettuate indagini sulle frequenze fondamentali dei depositi (HVSR di cui si rportano in allegato i risultati estratti dalla Relazione Illustrativa) che hanno permesso di valutare le zone con rilevanti fenomeni di risonanza e di redarre la cartografia delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica).
In tale cartografia l'area è inserita nelle "zone stabili suscettibili di amplificazione locale" legata alla presenza di sedimenti limosi e limoso-argillosi con livello piezometrico a profondità molto modesta (Fig. 9 – Tav. 4a - carta delle indagini e Fig. 10 – Tav. 8a - carta delle MOPS).

Come riportato nella Relazione Illustrativa della Carta delle MOPS *le frequenze sono comprese nel range da 0,3 e 1,8 hz ca. che potrebbero dare luogo ad amplificazioni sugli edifici nel caso in cui questi abbiano altezze significativamente elevate (> 25-30 m).*

L'area in oggetto si trova in *zona stabile ma suscettibile di amplificazione in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.*

Come già riportato nella Relazione del Giugno 2015 risulta una categoria di suolo C.

4 – CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

Sulla base di quanto emerso ai paragrafi precedenti in merito alle condizioni di pericolosità e rischio, si annotano condizioni di fattibilità differenziate per diverse porzioni del lotto (Fig. 11 - Tav. 12a - carta della fattibilità).
Come si può osservare, l'area è suddivisa in tre porzioni distinte per caratteristiche di rischio e pericolosità e, conseguentemente, di fattibilità, come evidenziato nella seguente tabella:

Zona	Fattibilità per pericolosità geologica	Fattibilità per pericolosità idraulica	Fattibilità per pericolosità sismica
orientale	3	3	3
centrale	2	3	3
occidentale	2	3	2

Dove:
F2 = fattibilità con normali vincoli
F3 = fattibilità condizionata

Come riportato nella Relazione Illustrativa del RUC il PMU 4,4 in oggetto non presenta particolari criticità per il PGRA e non è assoggettato a particolari vincoli.
Nelle porzioni a maggior pericolosità geologica e sismica G3 e S3, gli interventi possono essere effettuati purché non pregiudichino le condizioni di stabilità dell'area né possano influire negativamente nelle aree contermini.
Nel caso specifico non si rilevano particolari situazioni di instabilità, come evidenziato anche dalle condizioni dei manufatti circostanti ricadenti in pericolosità geologica G3.
Per la definizione delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni interessati, in sede di Relazione Geologico-Tecnica del Giugno 2015, a cui si rimanda per i dettagli, è stata effettuata un'adeguata indagine geotecnica e geofisica dalla quale è risultata la presenza di terreni limoso argillosi per i quali sono stati ottenuti valori ammissibili del cedimento,compresi tra 1,68 cm e 2,49 cm, per carichi di 106 KN/mq.
Dato che nelle zone limitrofe sono stati valutati fenomeni di subsidenza anche superiori ai 10 mm/anno si consiglia di mantenere un carico di esercizio non superiore a tale valore (106

KN/mq).

Dal punto di vista della pericolosità idraulica non si riscontrano particolari criticità, essendo l'area in pericolosità da alluvione P1 e in pericolosità idraulica I2.
Dovranno, comunque, essere previsti tutti gli impianti necessari al corretto smaltimento delle acqua meteoriche, prevedendo, se necessarie, opere di autocontenimento idraulico.

Le terre risultanti dagli scavi, per quanto attiene al rischio idrogeologico, dovranno essere correttamente smaltite come richiesto dalla normativa vigente.

5 – CONCLUSIONI

La presente relazione ha riguardato l'integrazione di un'indagine geologica e geologico-tecnica redatta nel Giugno 2015, inerente ad un progetto per la costruzione di fabbricati ad uso produttivo, situato in Via di Maiano (Loc. Centola) nel Comune di Campi B.

Dallo studio effettuato è emerso quanto segue:

- L'area si trova sui sedimenti alluvionali, costituiti da argille e limi argillosi e talora sabbiosi, legati alle divagazioni dei corsi d'acqua principali ad una quota media di 42,44 m s.l.m.

- L'area è inserita, per un'ampia porzione, all'interno della classe di pericolosità geologica bassa G1 e, per una modesta porzione, all'interno della classe di pericolosità geologica elevata

- L'area si trova all'interno della classe di pericolosità da alluvione P1 e in classe di pericolosità idraulica media I2

- Area a rischio basso R1 corrispondente a possibili danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale trascurabili. L'inserimento dei nuovi fabbricati comporterà una variazione a tale classe di rischio, attualmente riferita ad un terreno inedificato, per cui si è ritenuto opportuno di considerare un'alta vulnerabilità per maggiore sicurezza non avendo informazioni precise sulla tipologia di attività nel breve e, soprattutto, nel lungo termine e, conseguentemente, passare alla classe R2.

- Dovranno essere previsti tutti gli impianti necessari al corretto smaltimento delle acque meteoriche, prevedendo, se necessarie, opere di autocontenimento idraulico.

- L'area si trova in zona stabile ma suscettibile di amplificazione in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.

- L'area è suddivisa in tre porzioni distinte per caratteristiche di rischio e pericolosità e, conseguentemente, di fattibilità

- Per quanto riguarda il PGRA non sono presenti particolari criticità

- Nelle porzioni a pericolosità geologica e sismica G3 e S3, possono essere effettuati gli interventi che non pregiudichino le condizioni di stabilità dell'area né che possano influire negativamente nelle aree contermini. Nel caso specifico non sono state rilevate particolari situazioni di instabilità. Poiché nelle zone limitrofe sono stati valutati fenomeni di subsidenza anche superiori ai 10 mm/anno si consiglia di mantenere un carico di esercizio non superiore al valore di 106 KN/mq, come indicato nella relazione del 2015

- Le terre risultanti dagli scavi,dovranno essere correttamente smaltite come richiesto dalla

normativa vigente.

Sulla base di quanto emerso dal presente studio si conferma quanto già indicato nella Relazione del 2015 in merito alla piena fattibilità dell'opera progettata.

MAGGIO 2019

IL GEOLOGO

Fig. 1 - Estratto della Carta Topografica della Regione Toscana - scala originale 1:2.000

Ubicazione dell'area

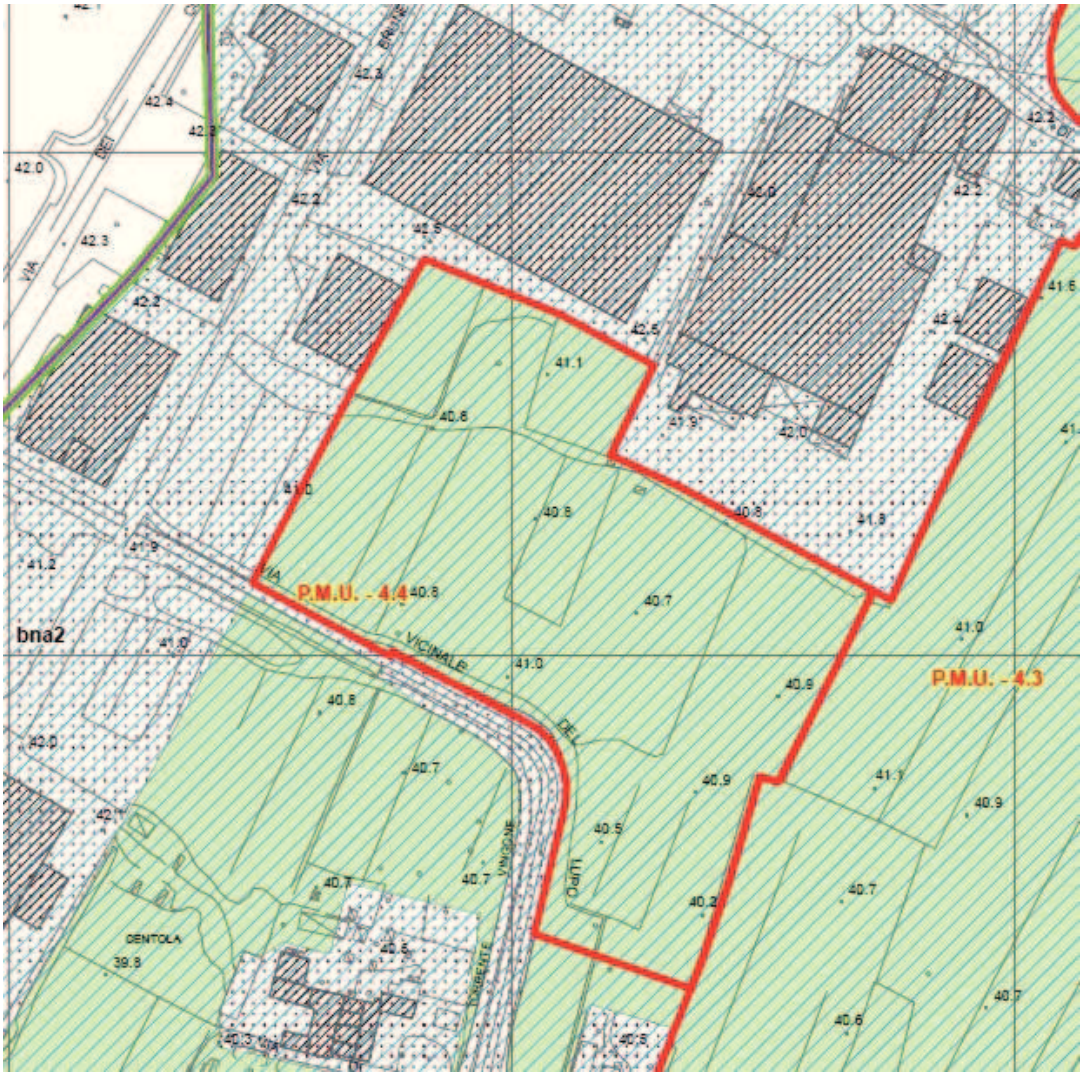
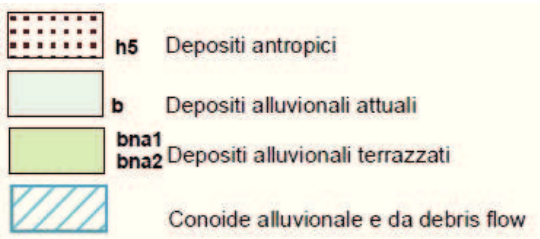


Fig. 2 - Estratto della carta geologica del Comune di Campi B. (Tav. 1a)



Ubicazione dell'area

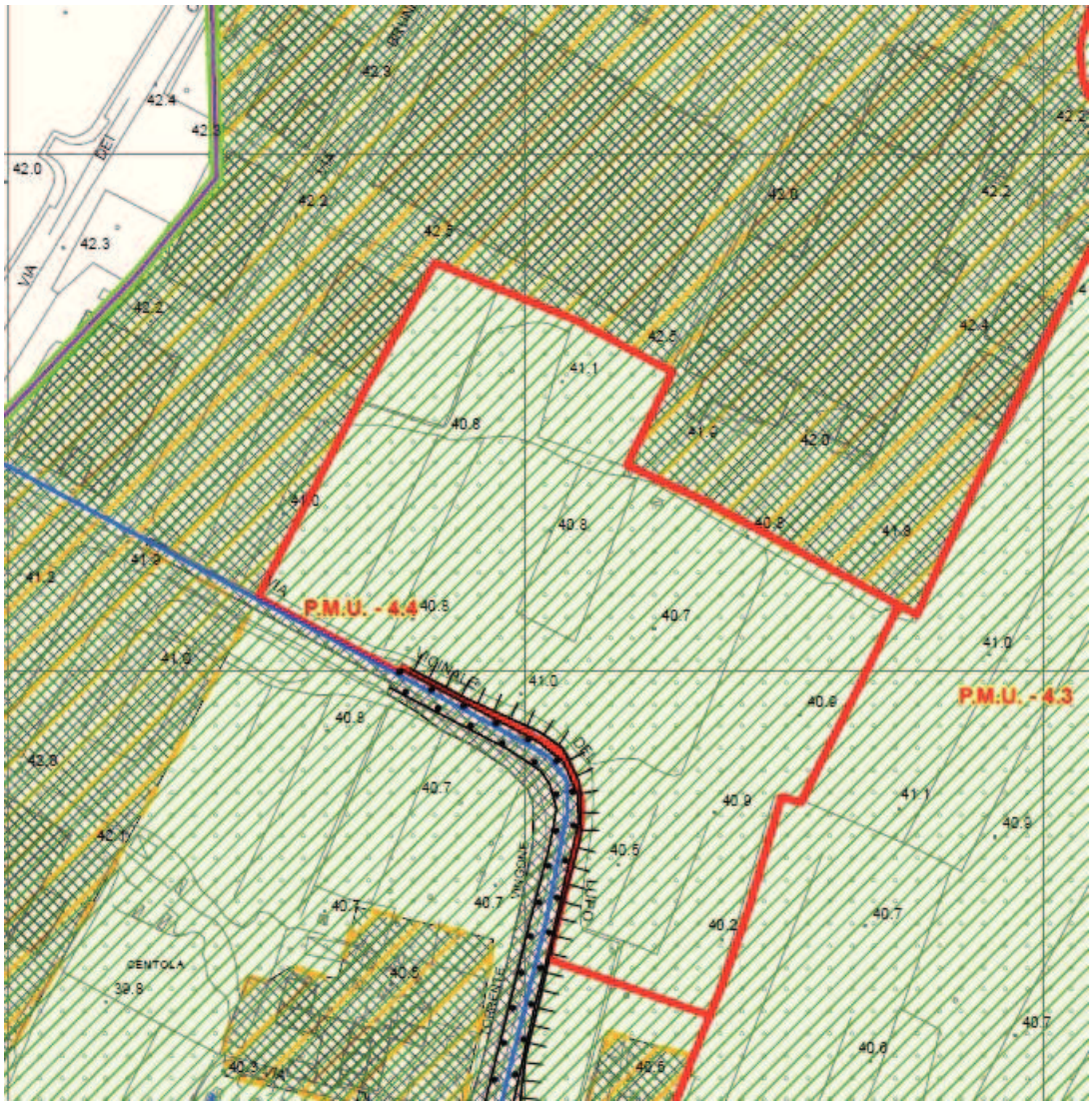
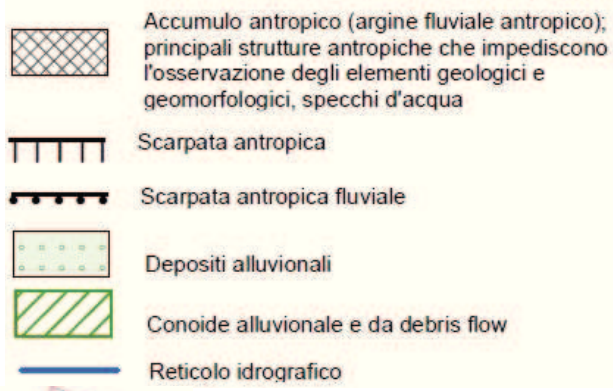


Fig. 3 - Estratto della carta geomorfologica del Comune di Campi B.(Tav. 2a)



Ubicazione dell'area

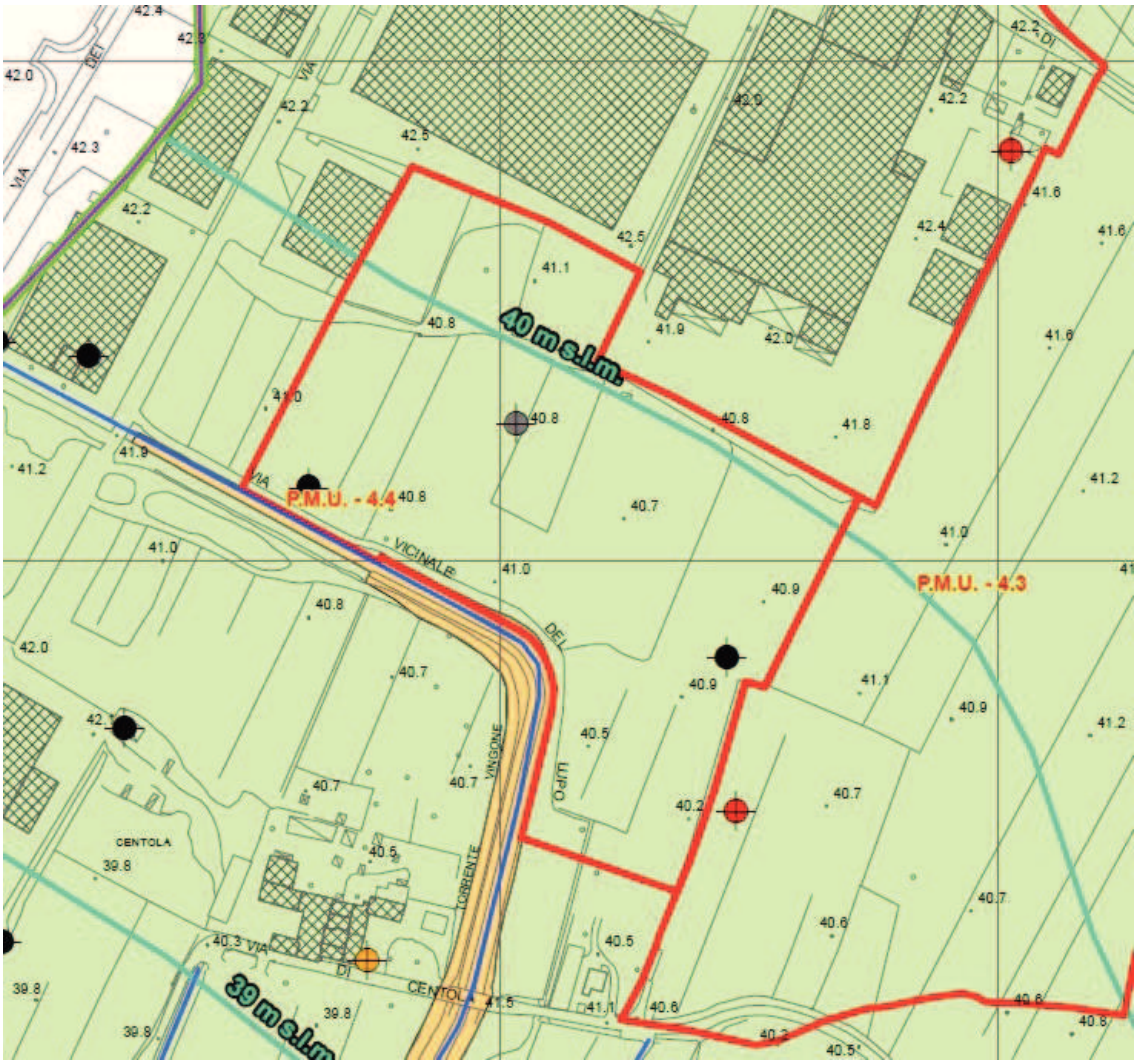


Fig. 4 - Estratto della carta idrogeologica del Comune di Campi B.(Tav. 3a)

Ubicazione dell'area

Fig. 5 - Estratto della carta litotecnica del Comune di Campi B.(Tav. 5a)

Ubicazione dell'area

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "F"

Terreni coesivi a consistenza bassa, limitata o nulla

Unità F1.s3-4.t2: Depositi alluvionali. Granulometria dominante: terreni limosi e/o limoso argillosi con presenza di frazione sabbiosa da consistenti a moderatamente consistenti

Unità F1.s5-6.t2 - Depositi alluvionali. Granulometria dominante: Terreni limosi e/o limosi-argillosi con presenza di frazione sabbiosa da poco consistenti a privi di consistenza

Terreno di riporto: zone urbanizzate, rilevati stradali e ferroviari

Terreni soggetti a subsidenza (abbassamento > 3 mm/anno)

(fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Progetto Persistent Scatterers Interferometry)

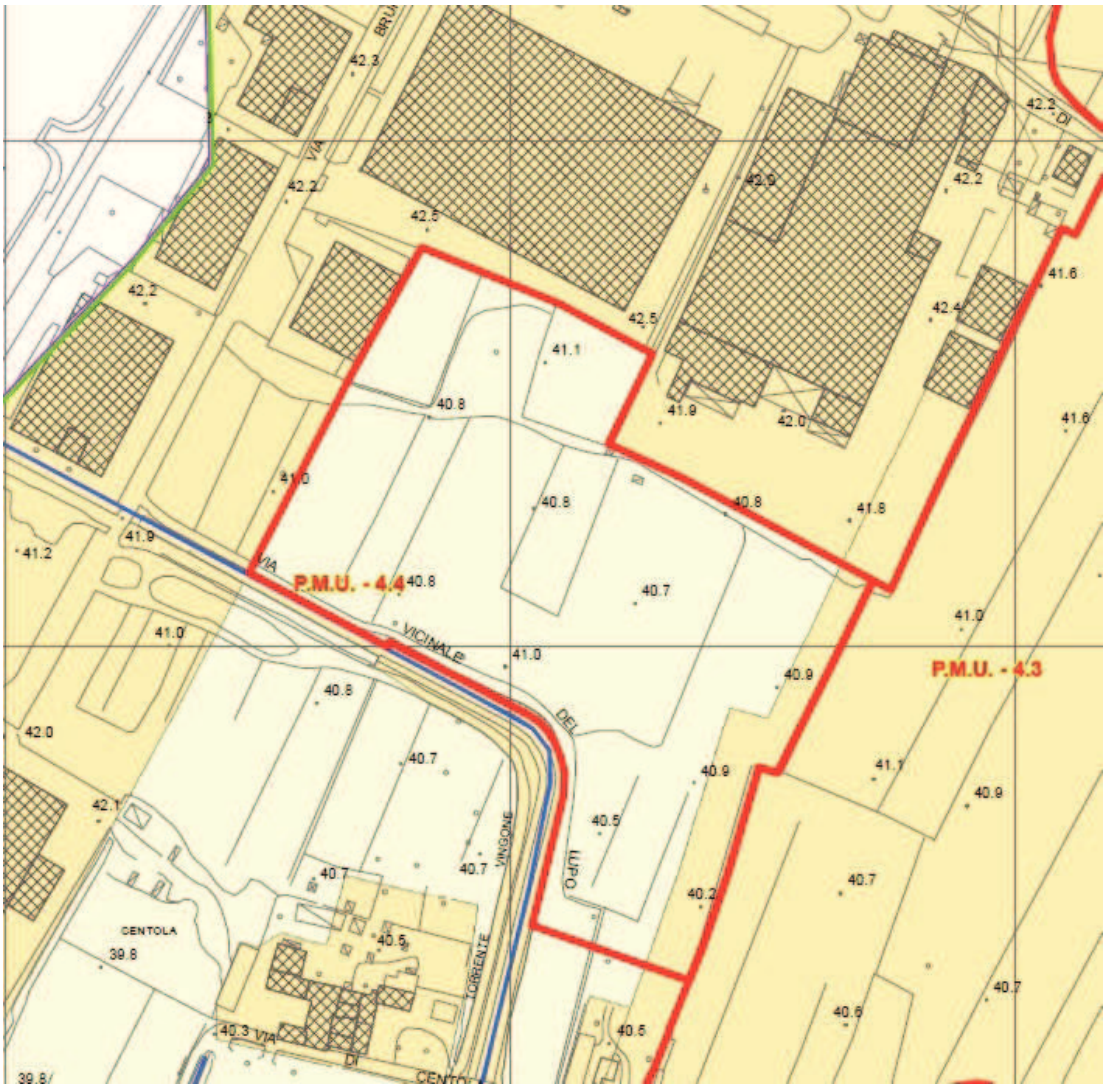


Fig. 6 - Estratto della carta della pericolosità geologica del Comune di Campi B.(Tav. 9a)

	G1	Pericolosità geologica bassa
	G3	Pericolisità geologica elevata

Ubicazione dell'area

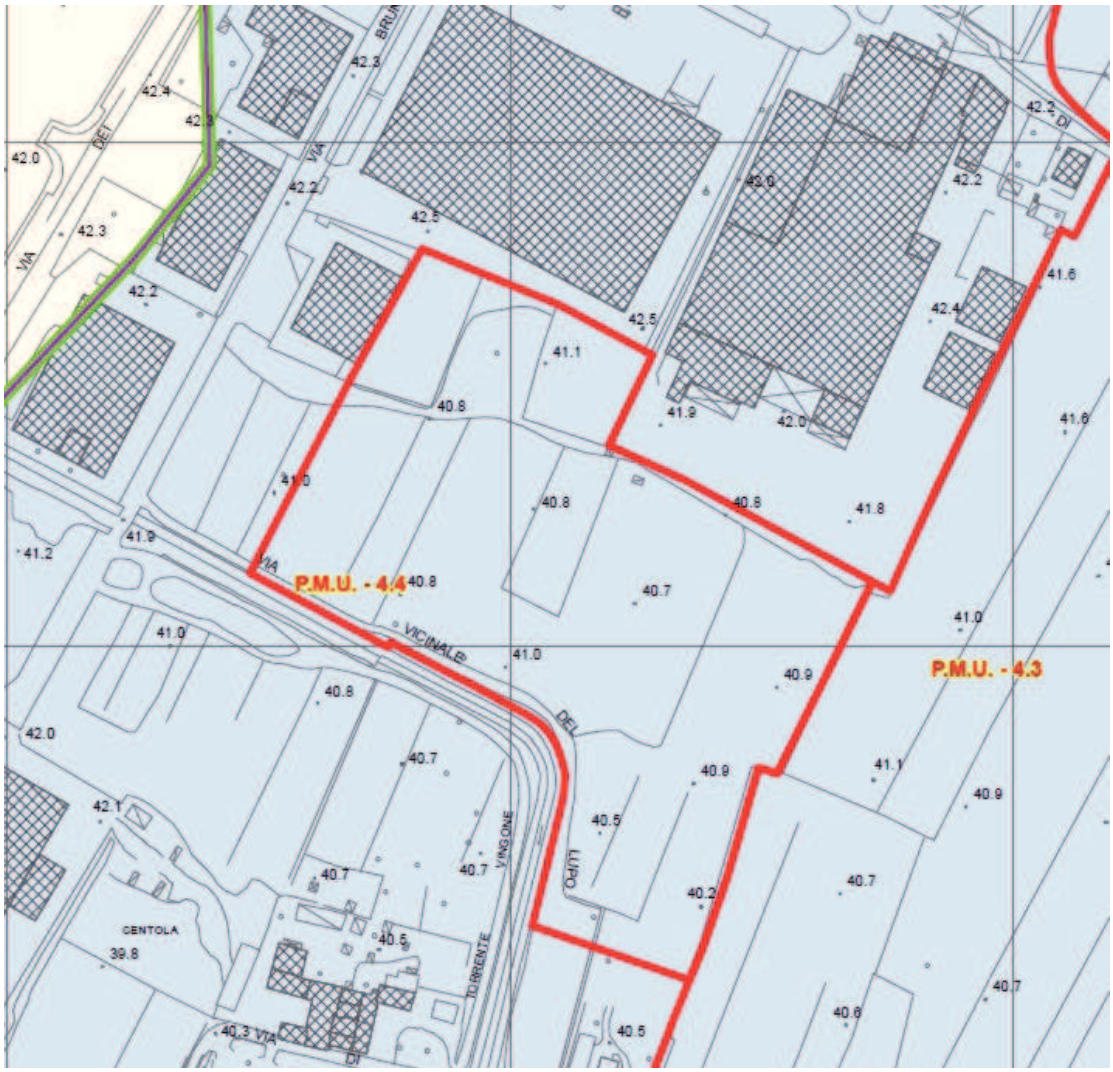


Fig. 7 - Estratto della carta della pericolosità idraulica del Comune di Campi B.(Tav. 10a)

Pericolosità Idraulica media (I.2)
eventi con TR compresi fra 200 e 500 anni
(fonte: Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale - Piano Gestione Rischio Alluvioni - P.G.R.A.)

Ubicazione dell'area

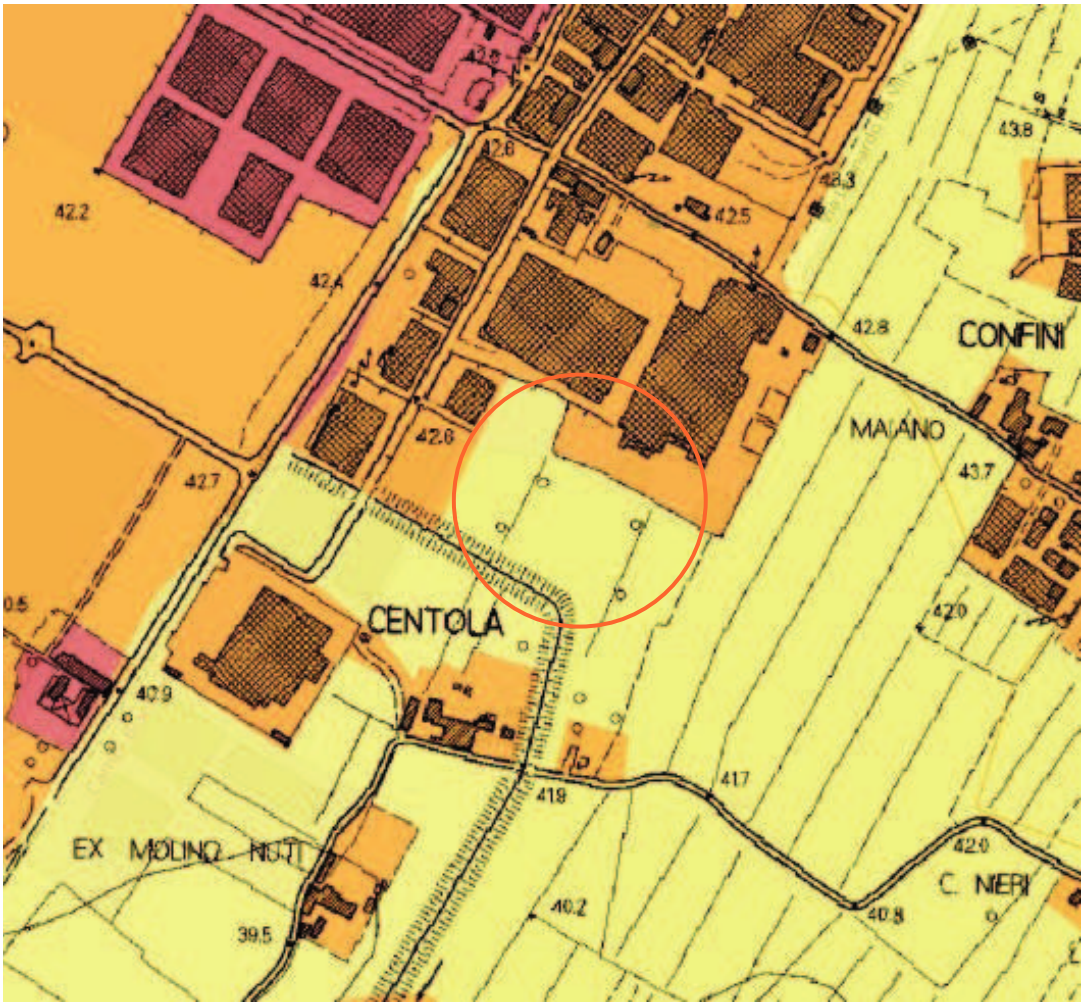


Fig. 8 - Estratto della carta del rischio idraulico dell'AdB

R1

R2

R3

Tipologia elemento Seminativi irrigui e non irrigui
Pericolosita idraulica P1
Classe di danno D2
RISCHIO R1
Macrocategoria DLgs 49/2010 5.0

Ubicazione dell'area

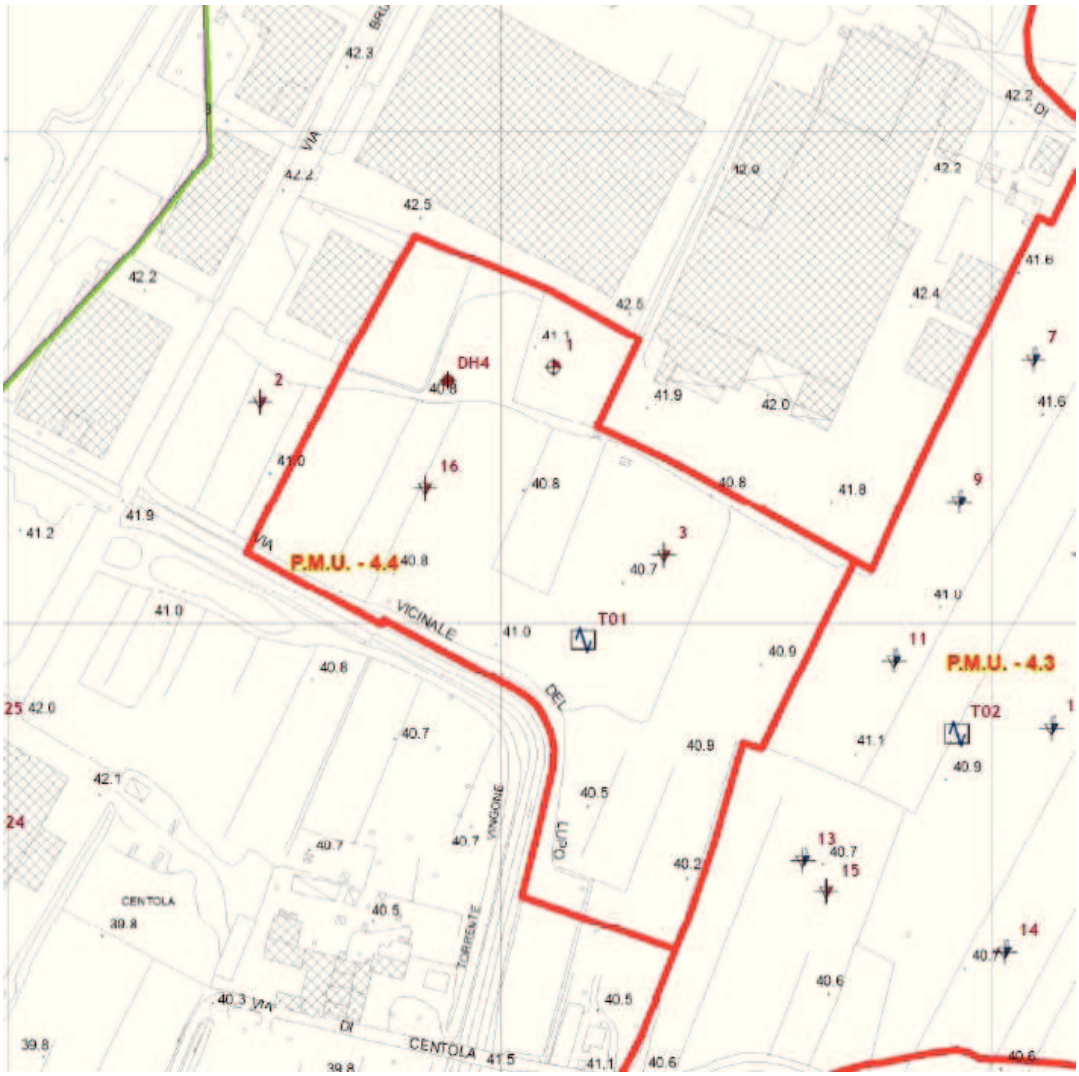


Fig. 9 - Estratto della carta delle indagini del Comune di Campi B.(Tav. 4a)

Prova penetrometrica dinamica super pesante (DS)

Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)

DH

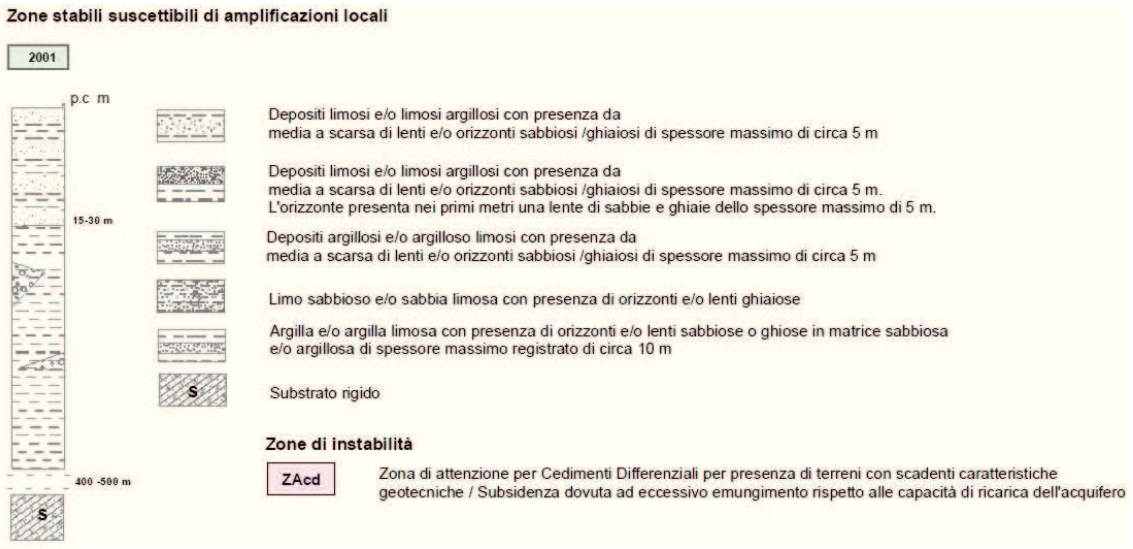
Prova sismica in foro tipo Downhole (DH)

Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni (SC)

Stazione microtremore a stazione singola (HVSR)

Ubicazione dell'area

Fig. 10 - Estratto della carta delle MOPS del Comune di Campi B.(Tav. 8a)



Ubicazione dell'area

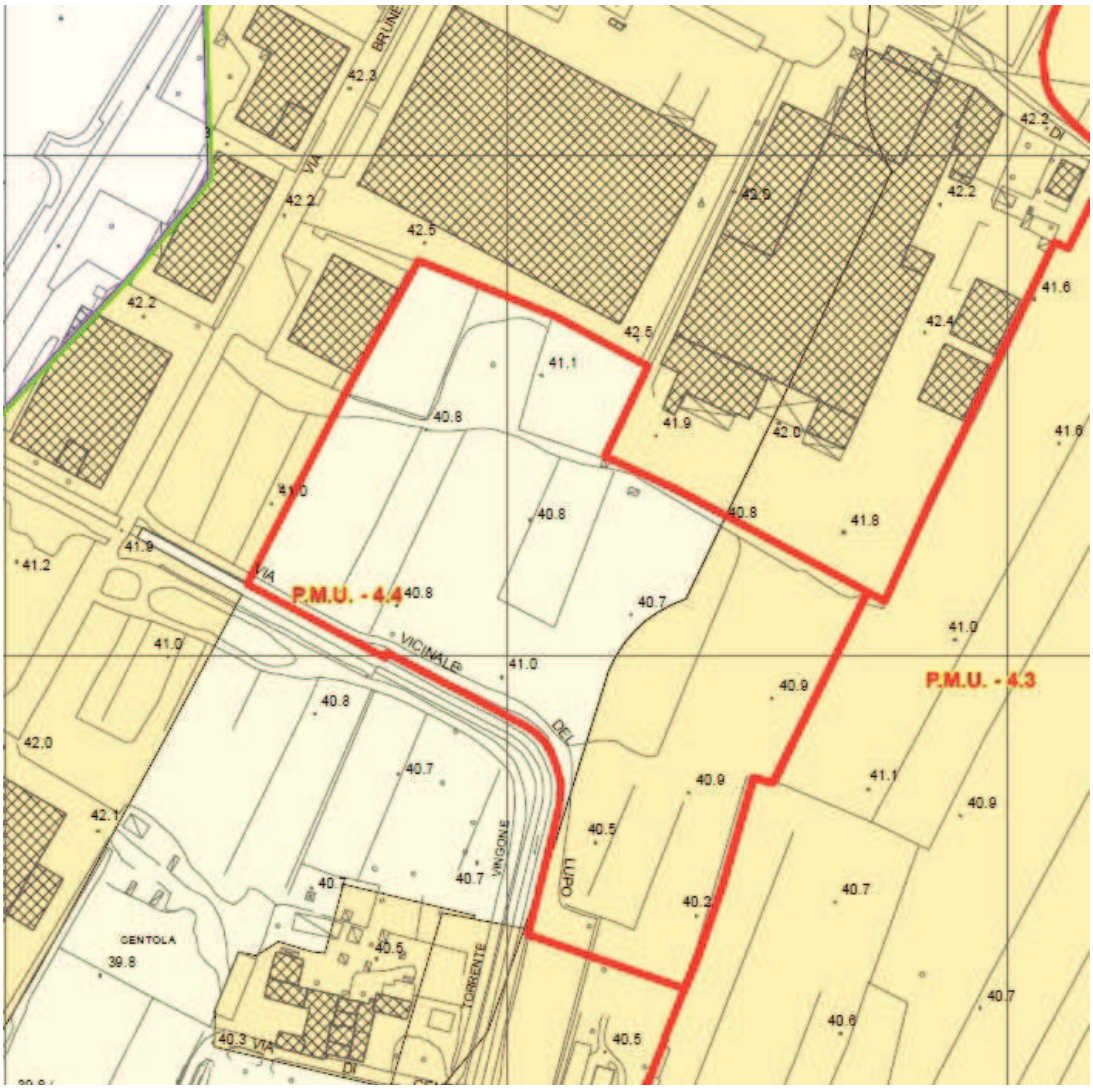


Fig. 11 - Estratto della carta della pericolosità sismica del Comune di Campi B.(Tav. 12a)

	S2	Pericolisità sismica locale media
	S3	Pericolisità sismica locale elevata

Ubicazione dell'area

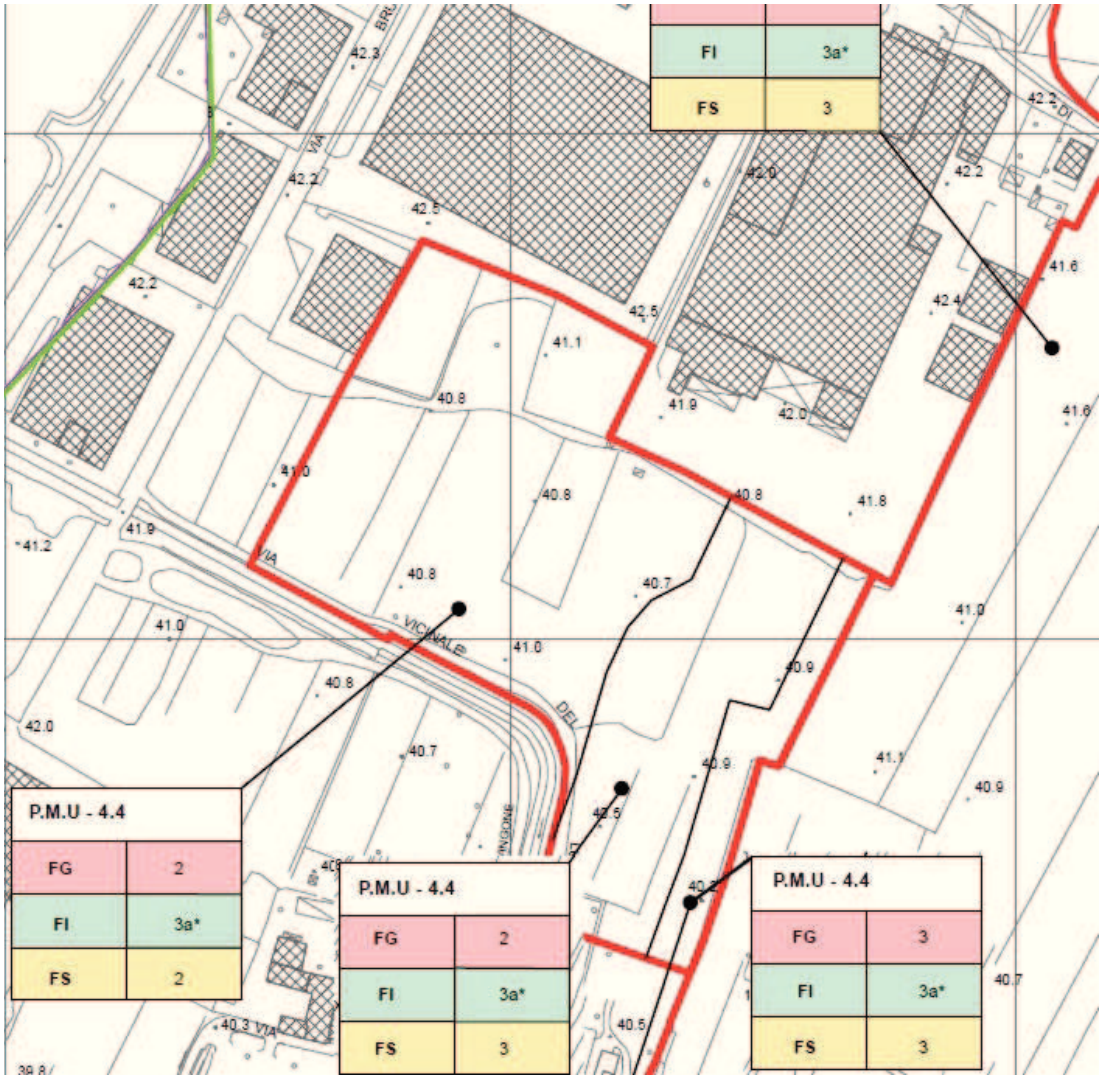


Fig. 12 - Estratto della carta della fattibilità del Comune di Campi B.(Tav. 13a)

Classi di fattibilità

1 - Fattibilità senza particolari limitazioni
2 - Fattibilità con normali vincoli
3 - Fattibilità condizionata
4 - Fattibilità limitata

Ubicazione dell'area

Studio Geologico Dr. Cinzia Armand

VERIFICA DI CONFORMITÀ AL NUOVO PIANO STRUTTURALE DELLA RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA DEL GIUGNO 2015 INERENTE ALLA REALIZZAZIONE DI FABBRICATI INDUSTRIALI VIA DI MAIANO - CAPALLE (CAMPI BISENZIO) PMU 4.4

SETTEMBRE 2020

IL GEOLOGO

[redacted]

Via Siena, 7 - 50013 Campi Bisenzio (FI)
Cell. 320 - 048.48.21
cinzia.armand@geolithos.com geolithos@libero.it

1- INTRODUZIONE

La presente nota riguarda la verifica di conformità alle nuove cartografie (PS) del Comune di Campi B., dello studio Geologico e Geotecnico, effettuato nel Giugno 2015 e s.i., inerente alla realizzazione di edifici ad uso produttivo,

2 - LOCALIZZAZIONE

L'area in oggetto si trova in località Centola presso Via di Maiano nel Comune di Campi Bisenzio e corrisponde al Programma di Massima Unitario (PMU) 4.4.
Per una migliore localizzazione vedere Fig. 1.

3 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista geologico, morfologico e idrogeologica si conferma quanto emerso dallo studio effettuato nel Giugno 2015.

4 – CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ - FATTIBILITÀ

Nel presente paragrafo verranno verificate le eventuali variazioni apportate al Piano Strutturale.

§.4.A - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Si conferma la situazione rilevata nella precedente Relazione Geologica che indicava una pericolosità geologica G1 per la quasi totalità dell'area del PMU 4.4 e G3 per una parte marginale a sud-est (Fig. 2 – carta della pericolosità geologica Tav. 9a).
Si confermano, inoltre, le problematiche inerenti al territorio di Campi B. che sono determinate dalla presenza di instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali dovuta a depositi alluvionali a granulometria eterogenea, potenzialmente suscettibili di densificazione.

§.4.B - PERICOLOSITÀ IDRAULICA

L'area oggetto di studio è inserita all'interno della classe di pericolosità bassa P1 (Fig. 3 – estratto della carta del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - PGRA) corrispondente ad aree caratterizzate da eventi alluvionali con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.
Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

Nella nuova cartografia del PS del Comune di Campi B. per l'area non sono indicati battenti, non essendo stata interessata dagli eventi alluvionali del '66 e del triennio 91/93 (Fig. 4 – carta dei battenti Tav 6 – aggiornamento del 2011) e, di conseguenza, al di fuori delle aree con pericolosità idraulica per Tr di 200a (Fig. 5 – carta della pericolosità idraulica per Tr200a Tav.I03 - aggiornamento del 2019 e Fig. 6 - carta della pericolosità idraulica Tav. I06)

Il PMU 4.4 non rientra, inoltre, all'interno delle zone recanti problematiche inerenti al rischio idraulico contenute nella seguenti cartografie:

1. velocità idraulica (Fig. 7 - carta della velocità Tav. I04)
2. magnitudo idraulica (Fig. 8 - carta della magnitudo idraulica Tav. I05)

§.4.C - PERICOLOSITÀ SISMICA

Si conferma la classificazione sismica del Comune di Campi B. e quanto emerso nello studio del Giugno 2015.
L'area è inserita in classe di pericolosità sismica S2 per una porzione del lotto e in classe S3 per la parte rimanente, corrispondente a poco più di un terzo dell'area (Fig. 9 – carta della pericolosità simica Tav. 12a) .

§.4.D – FATTIBILITÀ - PRESCRIZIONI

In merito alla fattibilità si conferma quanto riportato nello studio del giugno 2015.

L'area in oggetto si trova in *zona stabile ma suscettibile di amplificazione in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.*
Nelle porzioni a maggior pericolosità geologica e sismica G3 e S3, gli interventi possono essere effettuati purché non pregiudichino le condizioni di stabilità dell'area né possano influire negativamente nelle aree contermini.
Nel caso specifico non si rilevano particolari situazioni di instabilità, come evidenziato anche dalle condizioni dei manufatti circostanti ricadenti in pericolosità geologica G3.

Non essendo state rilevate situazioni di criticità relativamente al rischio idraulico non si danno specifiche prescrizioni.
Restano, comunque, le indicazioni inerenti al corretto smaltimento delle acque meteoriche che dovranno essere correttamente raccolte e smaltite, al fine di non creare problematiche all'area stessa e alle aree contermini nonché il mantenimento della superficie permeabile come da normativa.

5 – CONCLUSIONI

La presente nota ha riguardato la verifica di conformità, rispetto alla nuova cartografia del Piano Strutturale del Comune di Campi B., dello studio Geologico e Geotecnico effettuato nel 2015 e successive integrazioni, inerente alla realizzazione di fabbricati industriali presso Via di Maiano in località Centola.

Quanto verificato conferma ciò che è emerso nel precedente studio in merito alle condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica.

Si conferma, inoltre, quanto attiene alla Fattibilità Geologica del progetto presentato

SETTEMBRE 2020

IL GEOLOGO

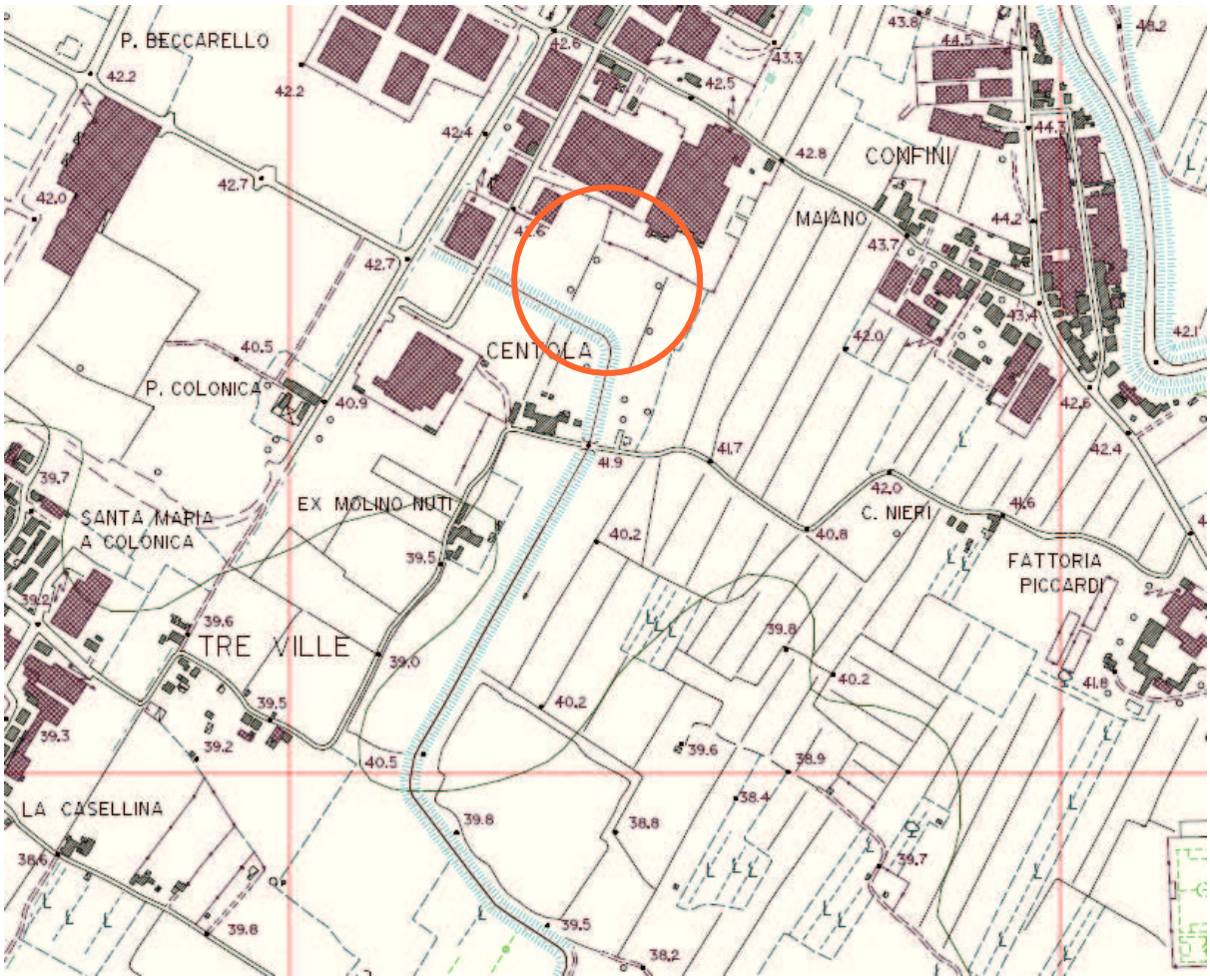


Fig. 1 - Estratto della carta topografica della Regione Toscana Foglio 263140
scala originale 1:10.000

Ubicazione dell'area di studio

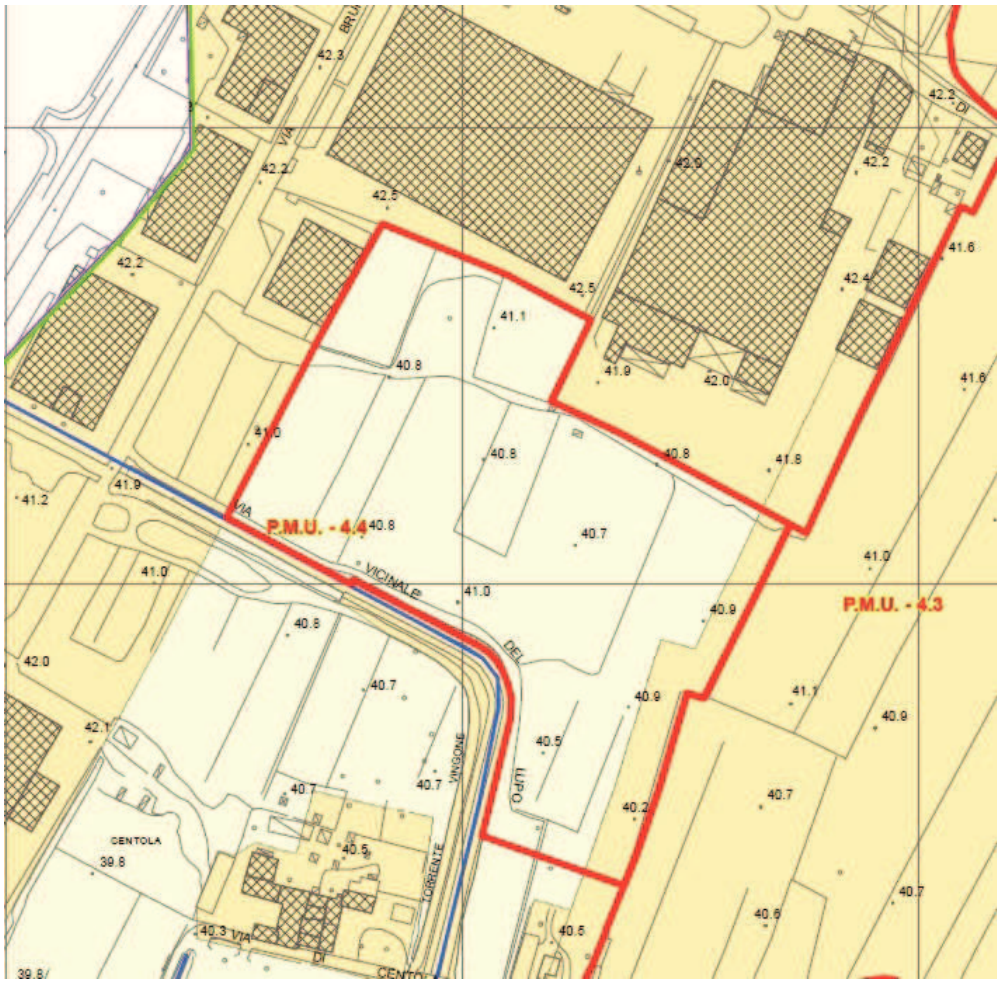


Fig. 2 - Estratto della carta della pericolosità geologica del PS del Comune di Campi B. Tav. 9a

Area di studio - PMU 4.4

Fig. 3 - Estratto della carta del PGRA dell'AdiB del F. Arno - Tav 199

P1 Classe di pericolosità bassa

P2 Classe di pericolosità media

Ubicazione dell'area di studio

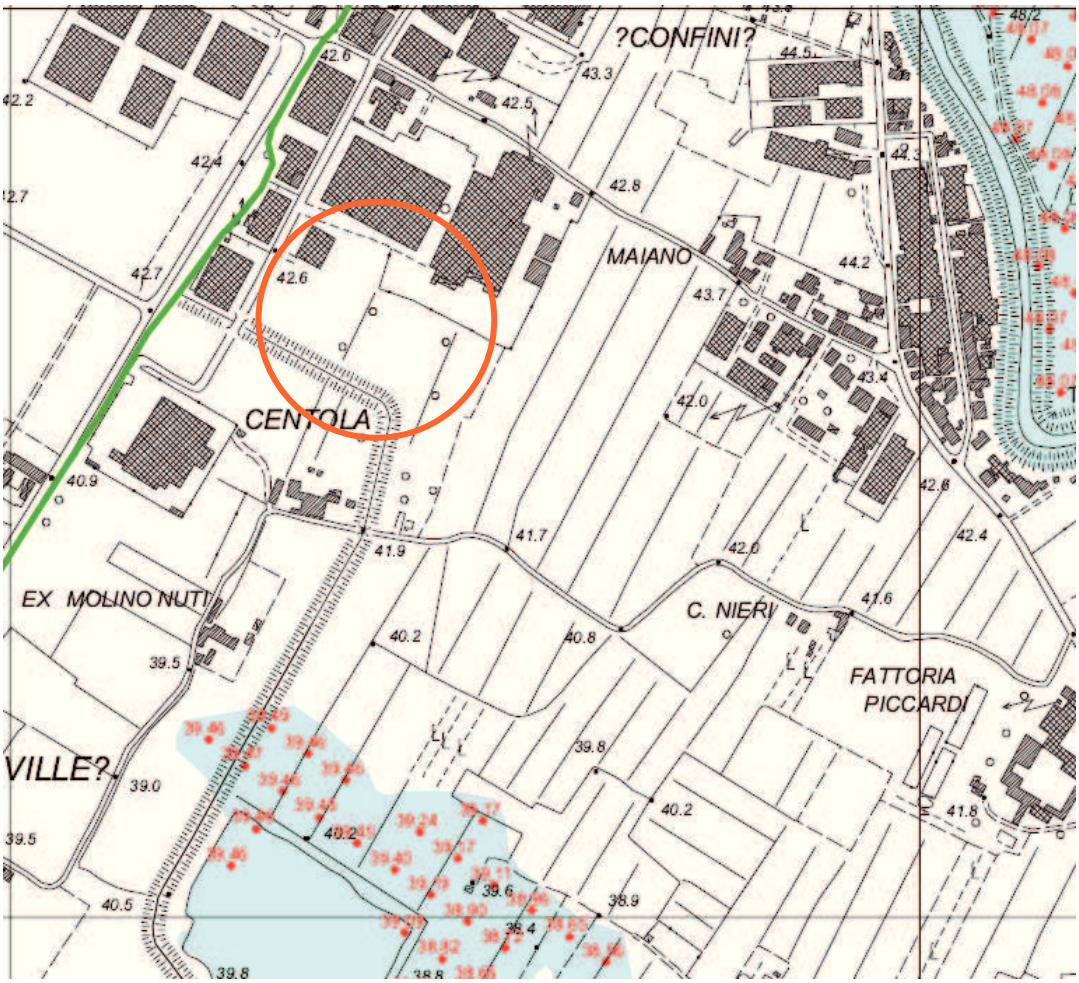


Fig. 4 - Estratto della carta dei battenti del Comune di Campi B. Tav. 06

Quote livello per TR 200 anni (m slm)

Quota livello

Aree esondate per TR 200 anni

Ubicazione dell'area di studio

Fig. 5 - Estratto della carta della pericolosità idraulica per Tr200a del Comune di Campi B. Tav.I03

Battenti TR200 anni [m]

> 1.00

Ubicazione dell'area di studio

Fig. 6 - Estratto della carta della pericolosità idraulica del PS del Comune di Campi B. Tav.I06

Pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R

I3

I4

Ubicazione dell'area di studio

Fig. 7 - Estratto della carta della velocità idraulica del PS del Comune di Campi B. Tav. I04

Velocità TR 200 anni [mc/s]

0.0 - 0.5

Ubicazione dell'area di studio

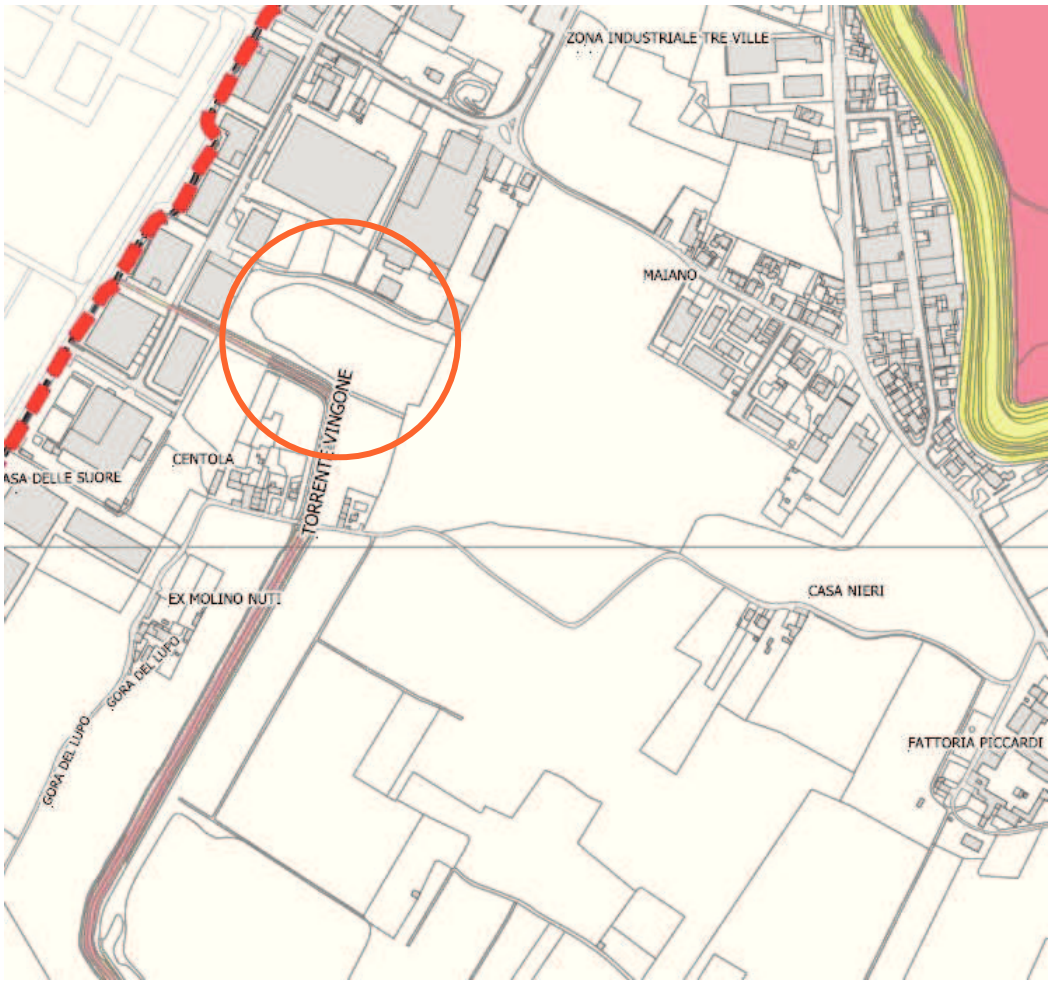


Fig. 8 - Estratto della carta della magnitudo idraulica del PS del Comune di Campi B. Tav. I05

Classe di Magnitudo Idraulica

MOLTO SEVERA

MODERATA

Ubicazione dell'area di studio

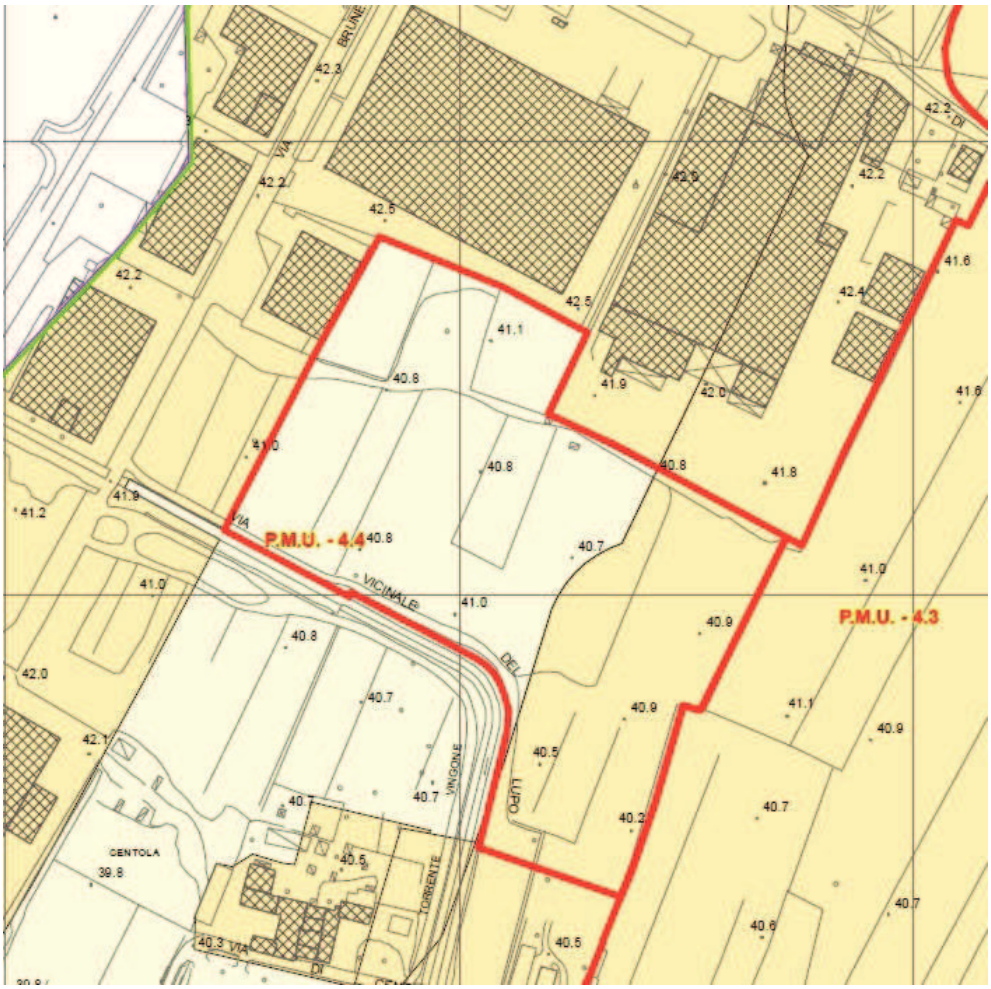
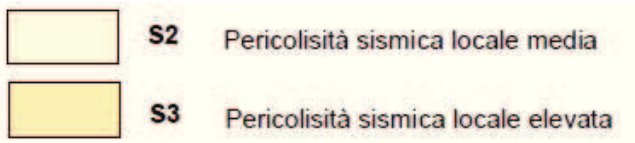


Fig. 9 - Estratto della carta della pericolosità sismica del Comune di Campi B.
Tav. 12a



Area di studio - PMU 4.4

Studio Geologico Dr. Cinzia Armand

VERIFICA DI CONFORMITÀ ALLE MAPPE DELLE AREE CON PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE E DEL RISCHIO IDRAULICO AGGIORNATE DALL'AUTORITÀ DI BACINO CON D.S.G. n. 76 del 03 Agosto 2021

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI FABBRICATI INDUSTRIALI
VIA DI MAIANO - CAPALLE (CAMPI BISENZIO)
PMU 4.4

OTTOBRE 2021

IL GEOLOGO
[redacted]
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
Nº 293

Via Siena, 7 - 50013 Campi Bisenzio (FI)
Cell. 320 - 048.48.21
cinzia.armand@geolithos.com geolithos@libero.it

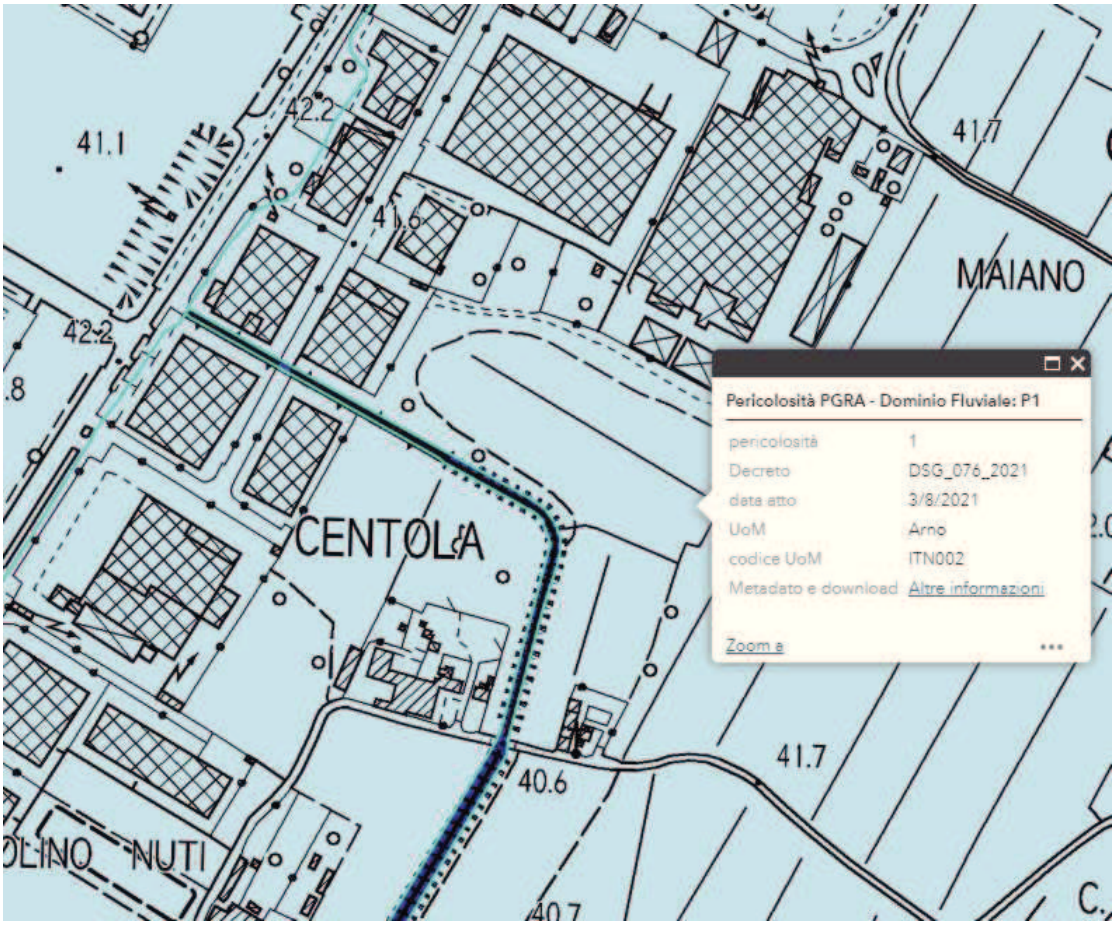
NOTA INTEGRATIVA SUL RISCHIO IDRAULICO - OTTOBRE 2021

Con la presente nota si dichiara la conformità della cartografia sul rischio idraulico, così come riportata nella Relazione Geologica effettuata nel 2015 e successivamente integrata nel Settembre 2020.

Come si evince dalla cartografia riportata di seguito, la situazione è rimasta inalterata dopo l'aggiornamento delle mappe di PGRA dell'Autorità di Bacino, *riguardanti il reticolo secondario dei bacini appartenenti all'UoM Arno ricadenti nel comune di Campi Bisenzio (Fi), e integrate nel quadro della pericolosità da alluvione del PGRA.*

L'area in esame rientra tuttora in classe di pericolosità idraulica bassa P1, corrispondente ad aree caratterizzate da eventi alluvionali con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.

Le conclusioni riportate nella Relazione Geologica effettuata nel 2015 e integrata nel Settembre 2020 rimangono, perciò, valide.



OTTOBRE 2021

IL GEOLOGO

[redacted]