



Dott.ssa Gioia Innocenti
Via Monticelli n° 1/A - 51100 Pistoia
cell 328/1662379

Sede operativa
Via Nazario Sauro n° 440 - 51030 Pontelungo - Pistoia

Comune di Carmignano
PROVINCIA DI PRATO

Località Poggio alla Malva - Strada Vicinale da Poggio alla Malva all'Arno

RELAZIONE GEOLOGICA

**RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA
REALIZZAZIONE DI UN POLO IPPICO CON ANNESSI
ACCESSORI**

COMMITTENTE: Sig. NEPI GABRIELE

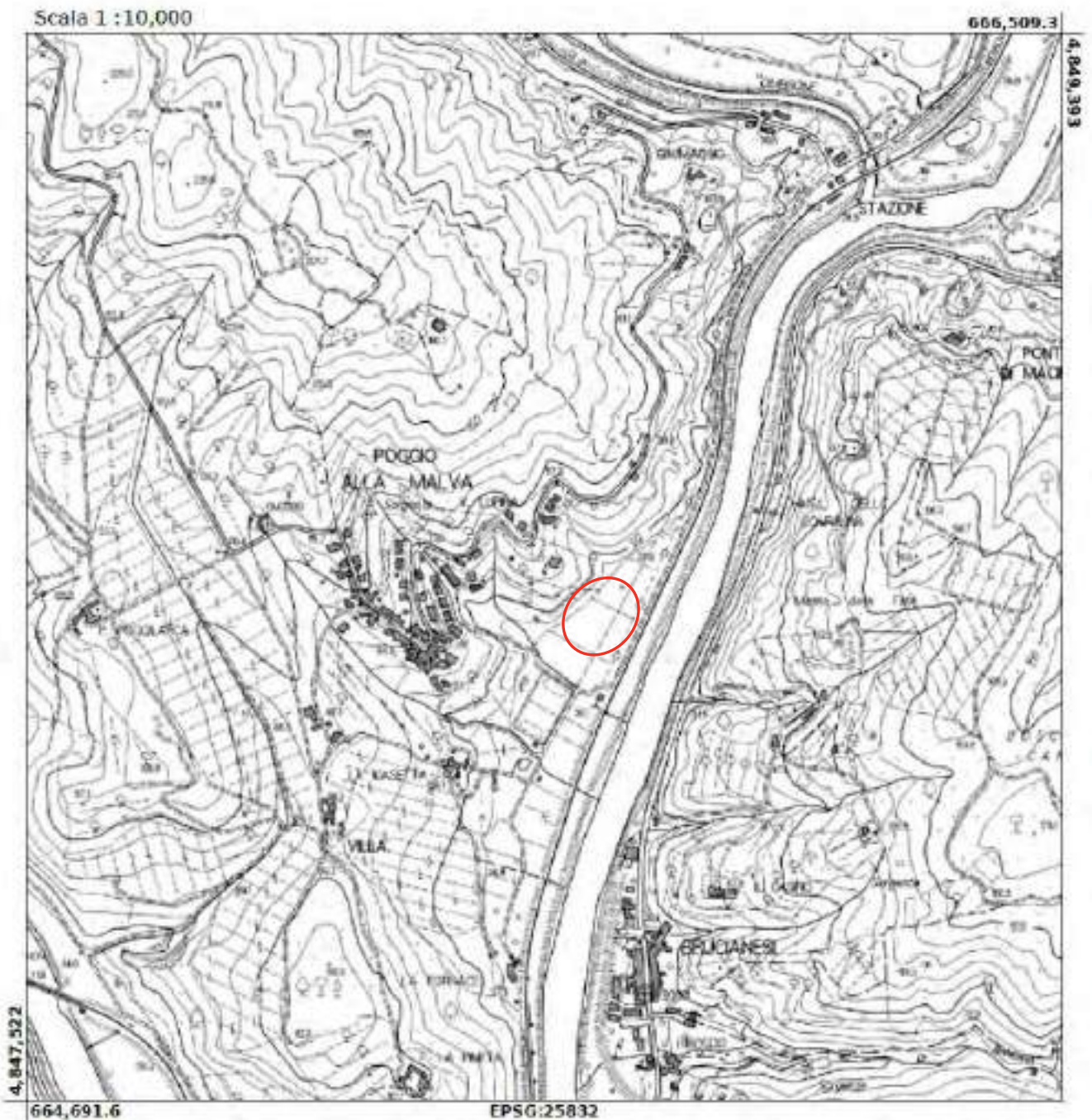
RELATORE: Dott. ssa Geol. Gioia Innocenti
Ordine dei Geologi della Toscana n° 1205

GIUGNO 2025

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico del Sig. Nepi Gabriele in merito alla richiesta di permesso di costruire per la realizzazione di un polo ippico con annessi accessori in Strada Vicinale da Poggio alla Malva all'Arno nel Comune di Carmignano.

L'ubicazione dell'area è riportata nella planimetria scala 1:10.000 sotto riportata.



Lo scopo dello studio è stato quello di determinare le caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche, geotecniche e idrogeologiche del sottosuolo in ottemperanza alla normativa vigente in materia come di seguito esplicitata:

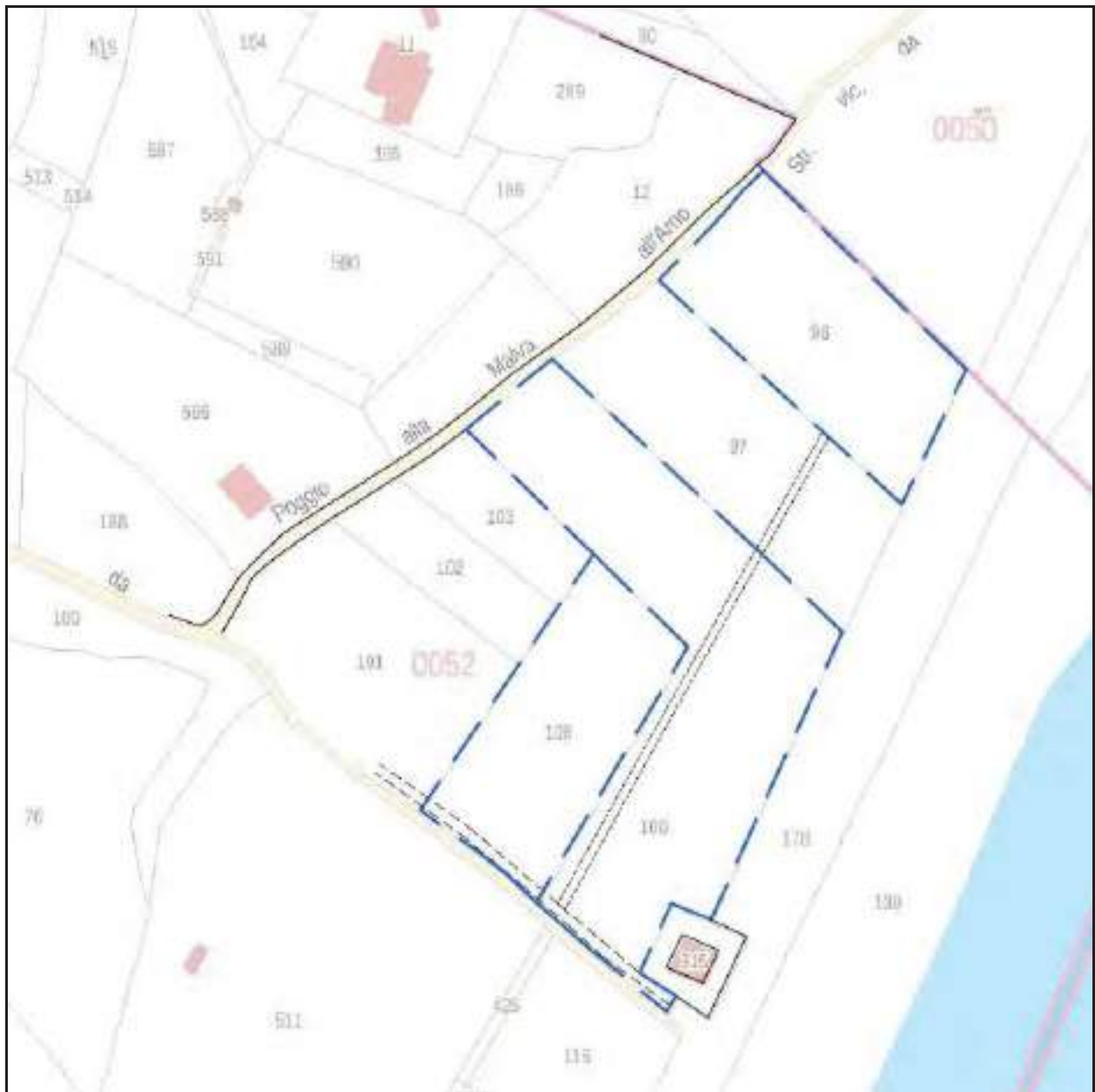
- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** -Norme Tecniche per le Costruzioni.
- **D.P.C.M. 5/11/1999** pubblicato su *G.U.* n° 229 del 22/12/1999 riguardante " *Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno*"
- **PAI - D.P.C.M. 6 maggio 2005**: " *Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico*" (*GU* n. 230 del 3 ottobre 2005).
- **Piano di Gestione Rischio Alluvioni**
- **Strumenti urbanistici vigenti.**

2. UBICAZIONE E MORFOLOGIA

L'area in oggetto si trova in Località Poggio Malva ed è situata ad una quota di circa 38 m s.l.m. ai piedi di un versante che sale dolcemente verso NW.

Il lotto non ricade nel vincolo idrogeologico





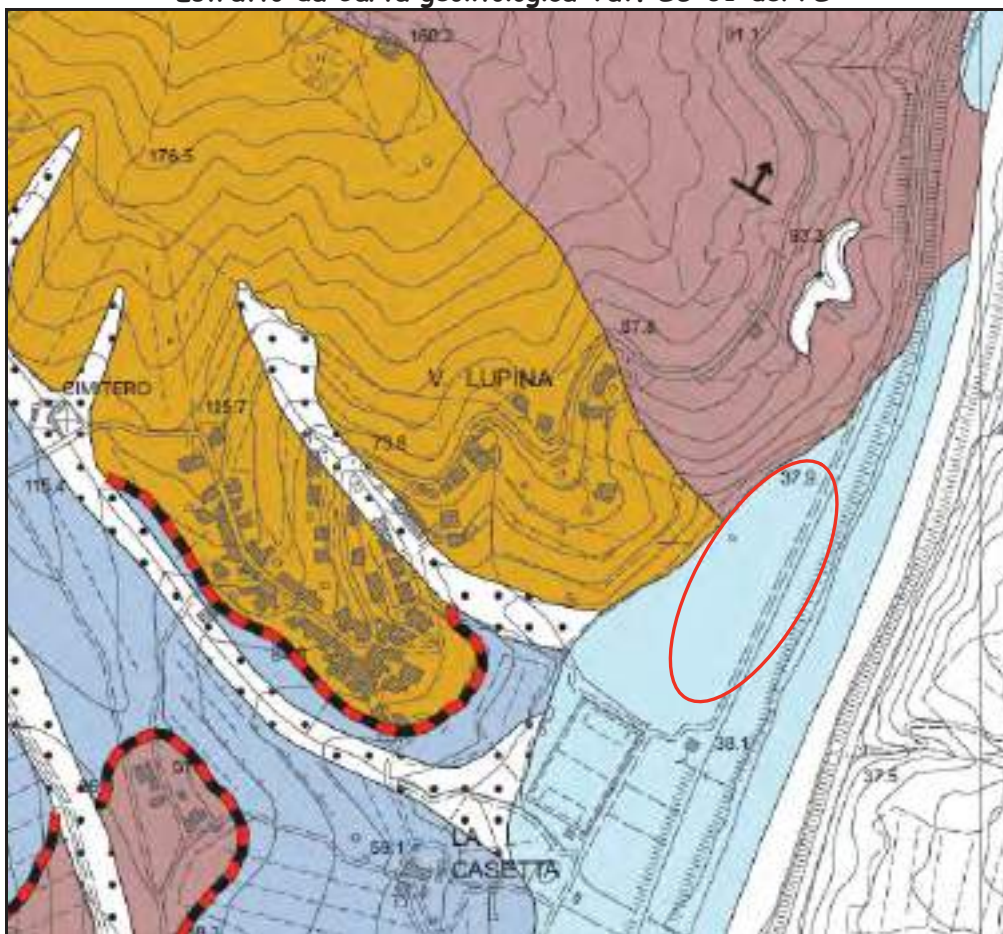
Foglio 52, Part. 98 - 108 - 109

In riferimento alla configurazione morfologica dei luoghi l'area d'intervento può essere riferita alla categoria T1.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area geologicamente appartiene alla dorsale del Montalbano la cui ossatura è costituita dalla formazione del Macigno (Oligocene) mentre sui fianchi affiorano termini delle formazioni rocciose argillitiche marnose (mPL) e del Complesso Caotico (c) sovrastanti le formazioni calcaree marnose più antiche. Alle quote più basse prevalgono sedimenti di natura fluvio lacustre di età recente (Villafranchiano). Nell'area in esame predominano terreni lapidei costituiti marne e argilliti e spesso tali terreni sono mascherati e/o occultati da terreno vegetale e da coltri detritiche di materiali di alterazione superficiale costituiti da materiale sciolto limo sabbioso e/o argilloso con inglobati clasti di dimensioni variabili.

Estratto da Carta geolitologica Tav. SG 01 del PS



Associazioni litologiche a prevalente componente lapidea

- arenarie con argilliti e siltiti (mg)
- arenarie e siltiti (mg,mgL)
- siltiti con arenarie (mgL)
- marne e marne con argilliti (mPL)
- calcari marnosi (al)


Associazioni litologiche a prevalente componente argillosa


 calcari argillosi ed argilliti fortemente tettonizzati (fS)

Associazioni litologiche a struttura caotica

 complesso caotico ed olistostromi (c)

Terreni granulari e coesivi

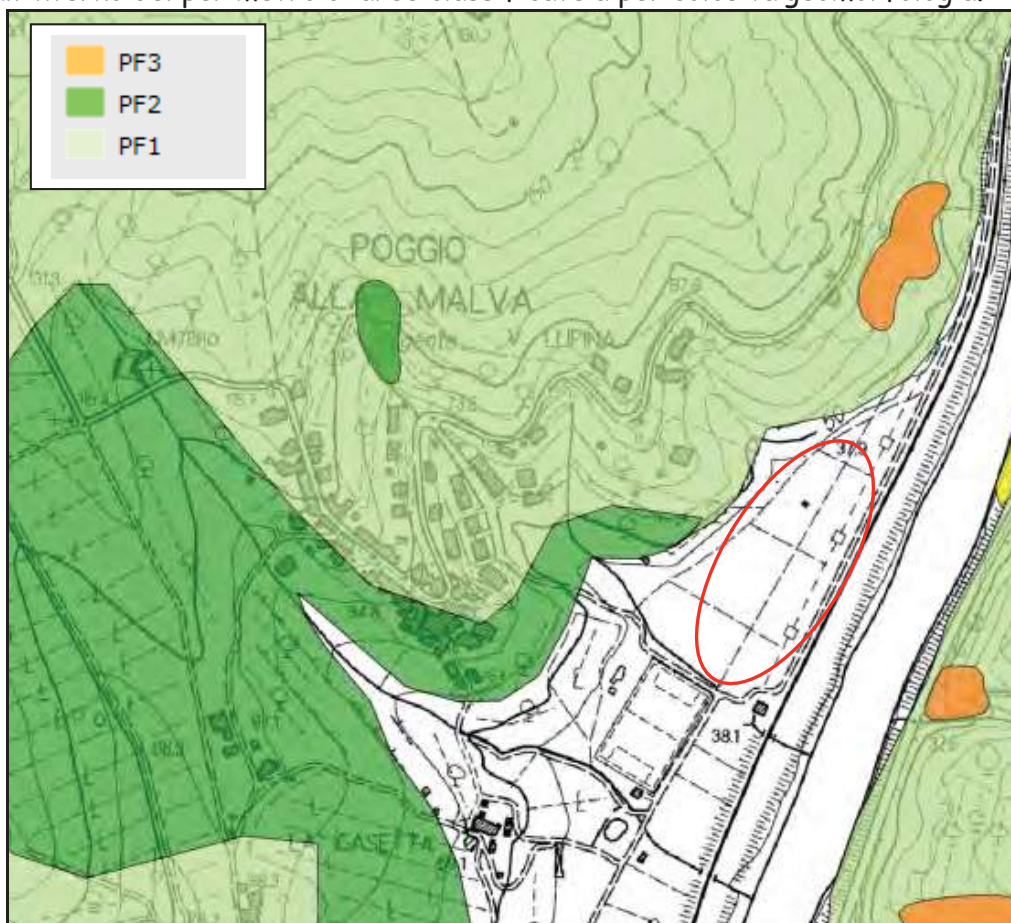
 detrito di versante (dt)

 sabbie limose di alluvioni recenti e/o attuali (q)

4. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

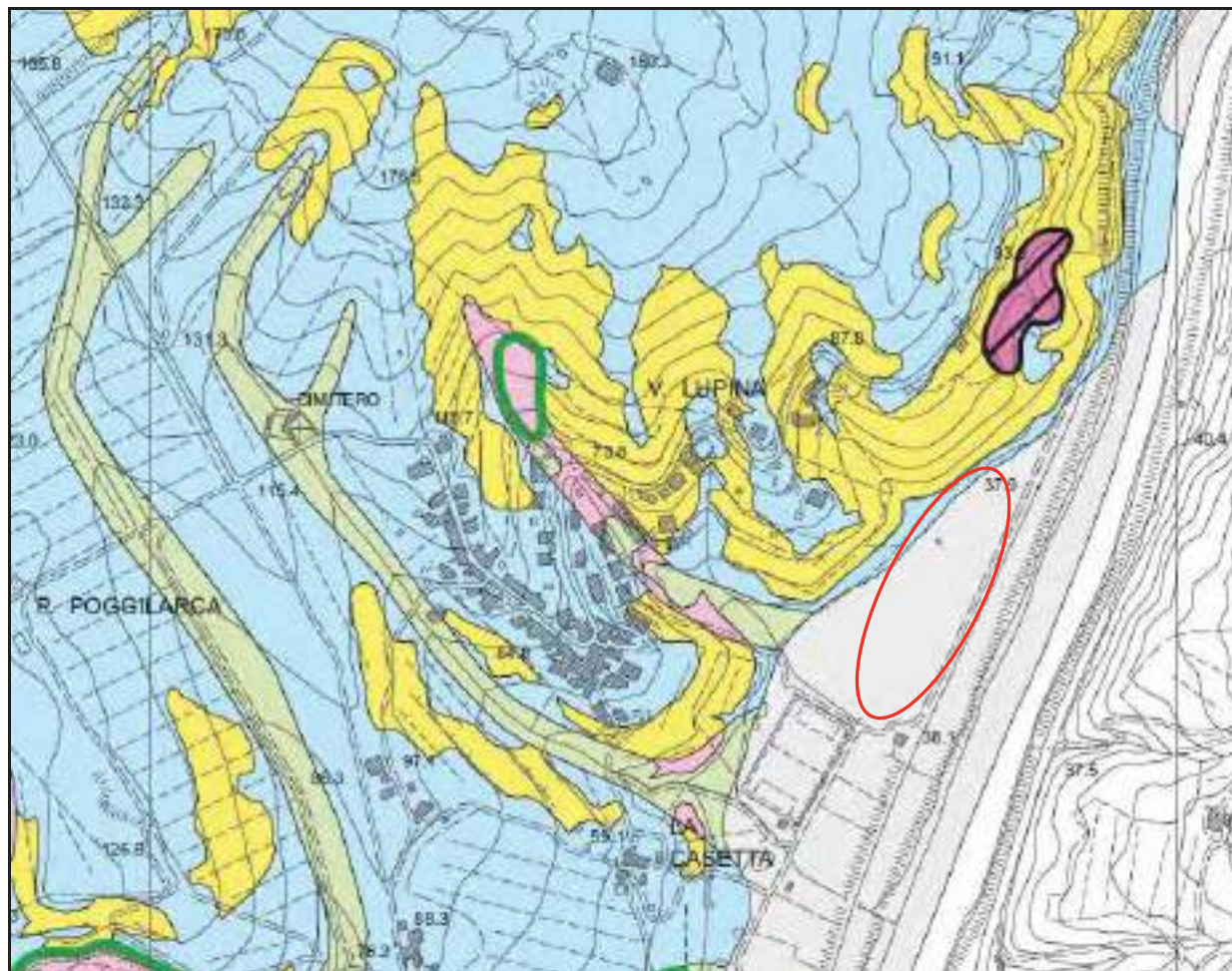
Verifica ai sensi del DPCM 6/05/2005 Del. Autorità Bacino F.Arno - PAI

In ottemperanza al DPCM e con particolare attenzione al TITOLO II AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA Cap. II Pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana art. 9 Elaborati del PAI, si è verificato che l'area in esame **non cade** all'interno del perimetro di aree classificate a pericolosità geomorfologia.



Verifica ai sensi dello Strumento urbanistico comunale

Dalla consultazione della cartografia di corredo al Regolamento Urbanistico (Carta della pericolosità geomorfologia Tav.S G 07 scala 1:10.000) si è osservato che il terreno in questione cade all'interno del perimetro della classe G1 - pericolosità bassa.



Pericolosità bassa G.1

 areale in cui non sussistono fattori predisponenti il verificarsi di processi morfoevolutivi

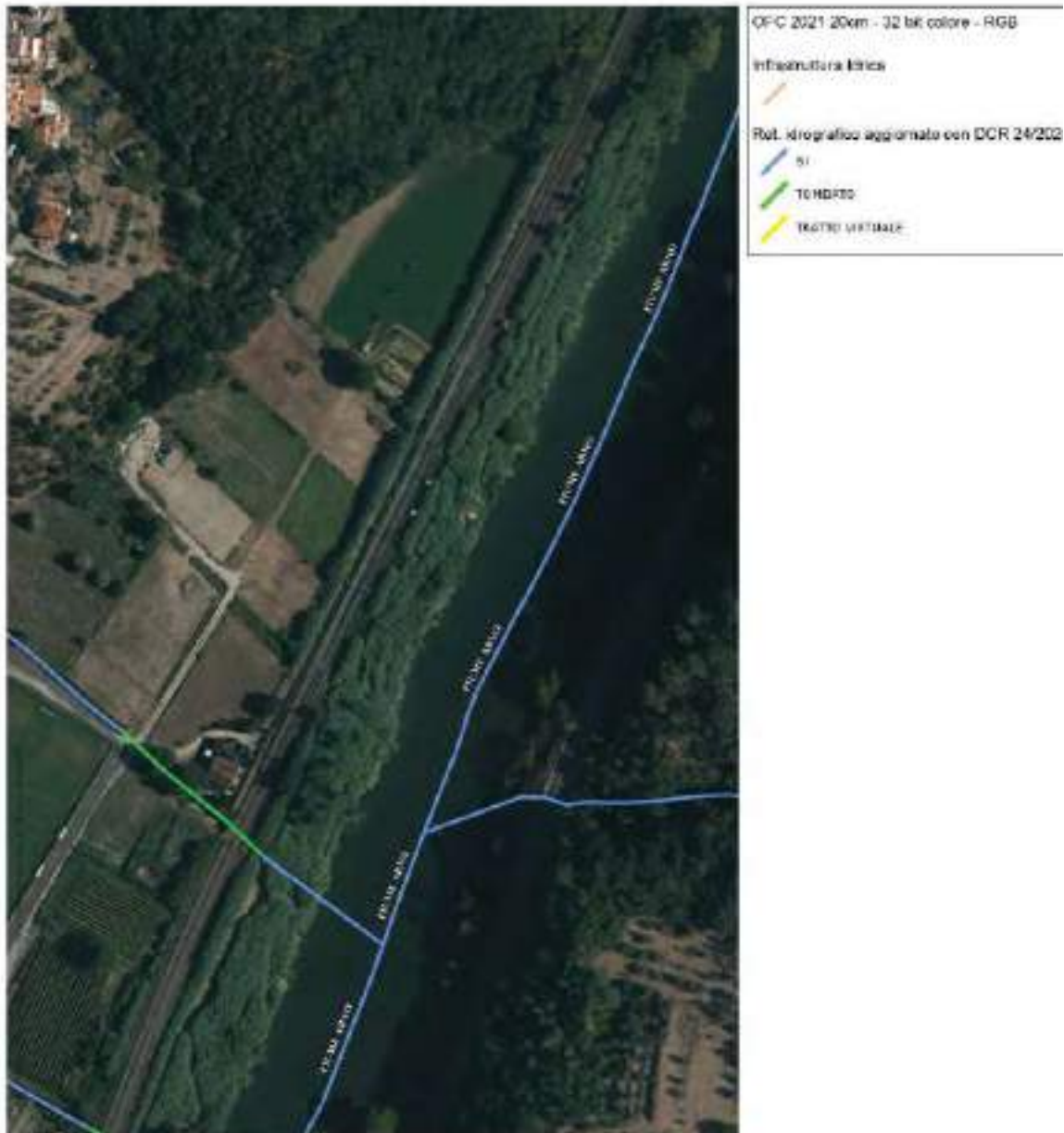
5. PERICOLOSITÀ IDRAULICA

PIT - D.C.R.T. n. 72 del 24/07/2007

Tale normativa della regione Toscana sul rischio idraulico prevede la verifica dell'ambito fluviale A1 definito di: "protezione assoluta del corso d'acqua, che corrisponde agli alvei, alle golene, agli argini dei corsi d'acqua, nonché alle aree comprese nelle due fasce della larghezza di 10 ml. a tali corsi d'acqua, misurate a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza dal ciglio di sponda.

Il fiume Arno scorre a circa 40 m dal lotto in oggetto e quindi per questo l'intervento non è soggetto a normative e/o vincoli relativi agli ambiti fluviali A1 di applicazione della ex 230/94.

Ad oltre 80 m dalla zona di edificazione, scorre un fosso campestre, come indicato dalla sottostante cartografia della Regione Toscana.



Tale fosso, che in parte risulta tombato, è un affluente di destra del F. Arno. Si ritiene che in occasione di eventi di precipitazione particolarmente intensi, che potrebbero causare l'innalzamento del livello sia del F. Arno sia del fosso, le portelle, che, da colloqui con i responsabili del settore, sono presenti al raccordo tra il reticolo minore e l'Arno, dovrebbero funzionare in modo da impedire il ritorno dell'acqua lungo il fosso stesso.

L'Arno riceve anche le acque dei due fossi campestri laterali al lotto (uno a Nord Est e l'altro a Sud Ovest), che secondo quanto dichiarato dal proprietario e dai professionisti coinvolti nel progetto, confluiscono nel Fiume.

Per evitare importanti allagamenti che spesso sono causati dal reticolo minore, deve essere attuata la manutenzione delle opere idrauliche esistenti dall'Autorità competente, in modo che funzionino correttamente durante gli eventi piovosi più critici, senza la necessità di aggiungere altri sistemi di difesa.

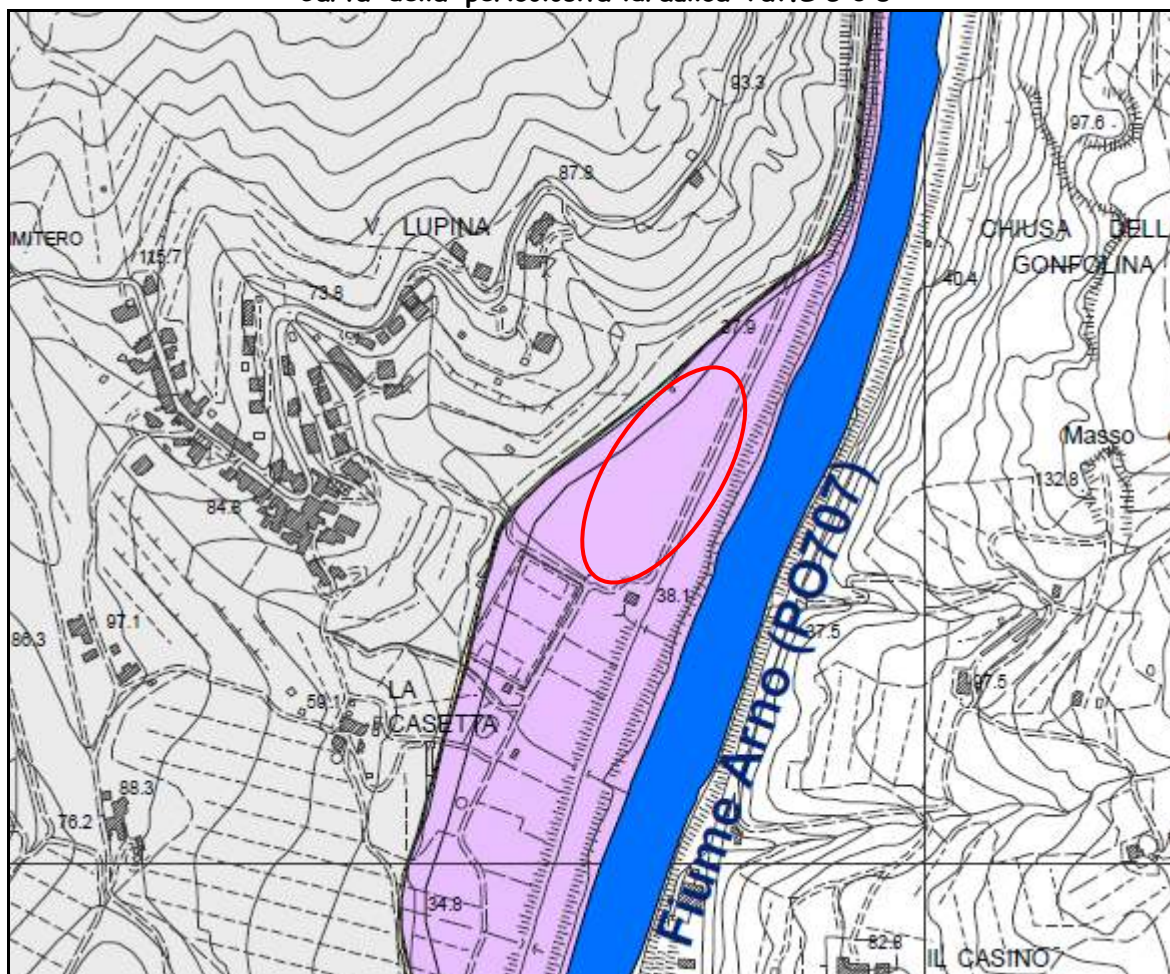
D.P.C.M. 5/11/1999

In riferimento a quanto previsto dalle Norma 5 del D.P.C.M. 5/11/99 (Aree di pertinenza) e Norma 6 (Carta guida delle aree allagate) dallo Stralcio 38 a scala 1:25.000 risulta che il lotto in questione non ricade nel perimetro delle individuate dalle singole cartografie.

Regolamento Urbanistico Comunale

La consultazione delle cartografie tematiche di corredo agli studi geologici di supporto al R.U del Comune di Carmignano (*Tav. SG08 pericolosità idraulica scala 1:10.000*) hanno permesso di rilevare che il lotto in esame cade in parte in I1 (bassa) ed in parte in I4 (molto elevata).

Carta della pericolosità idraulica Tav.S G 0 8



I.1 - pericolosità idraulica bassa



aree collinari e/o di alto morfologico non interessate dalle dinamiche fluviali

I.4 - pericolosità idraulica molto elevata *



aree interessate da allagamenti per eventi di piena con un tempo di ritorno inferiore o uguale a 30 anni

Verifica ai sensi del Piano Gestione Rischio Alluvioni -PGRA

Dalla consultazione della cartografia del PGRA si è verificato che il terreno in esame cade nella maggior parte in area P3 (molto elevata), mentre nella parte nord in P1 con una piccola striscia in P2 (elevata) tra le due aree.



Dominio_Fluviale: P3

	P1	pericolosità	3
	P2	Atto modifica	DCI_235_2016
	P3	Data atto	3/3/2016
		UoM	Arno
		codice UoM	ITN002

La figura sotto riportata indica il limite della fascia di pericolosità idraulica molto elevata P.I.3 rilevata e la posizione dei vani accessori agricoli rispetto a questi. Si evince che saranno posti sternamente a tale area.

La classificazione sismica attuale della Regione Toscana è stata approvata con DGRT n. 421 del 26/05/2014 e con riferimento a tale classificazione Il territorio comunale di Carmignano rientra nella zona 2 (sismicità medio-alta) per la quale è previsto un valore del coefficiente d'intensità sismica o accelerazione massima convenzionale = 0.25g.

7. CLASSE D'INDAGINE

In base alle linee guida del DPGR n. 1R del 19/01/2022, da quanto fornito dal progettista, l'intervento ricade nella **classe d'indagine n. 2** riferita alle opere di volume totale inferiore a 1500 metri cubi e altezza in gronda inferiore a dieci metri. Nell'ambito di tale classe, devono essere condotte le seguenti indagini:

- a) una campagna d'indagine sismica di superficie,
- b) per la parametrizzazione del volume geotecnico significativo, almeno 1 verticale di indagine per superfici in pianta inferiori a 300 m².



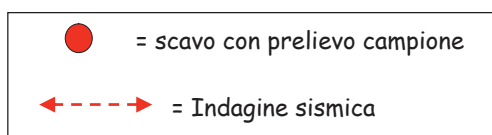
Fabbricato A di progetto



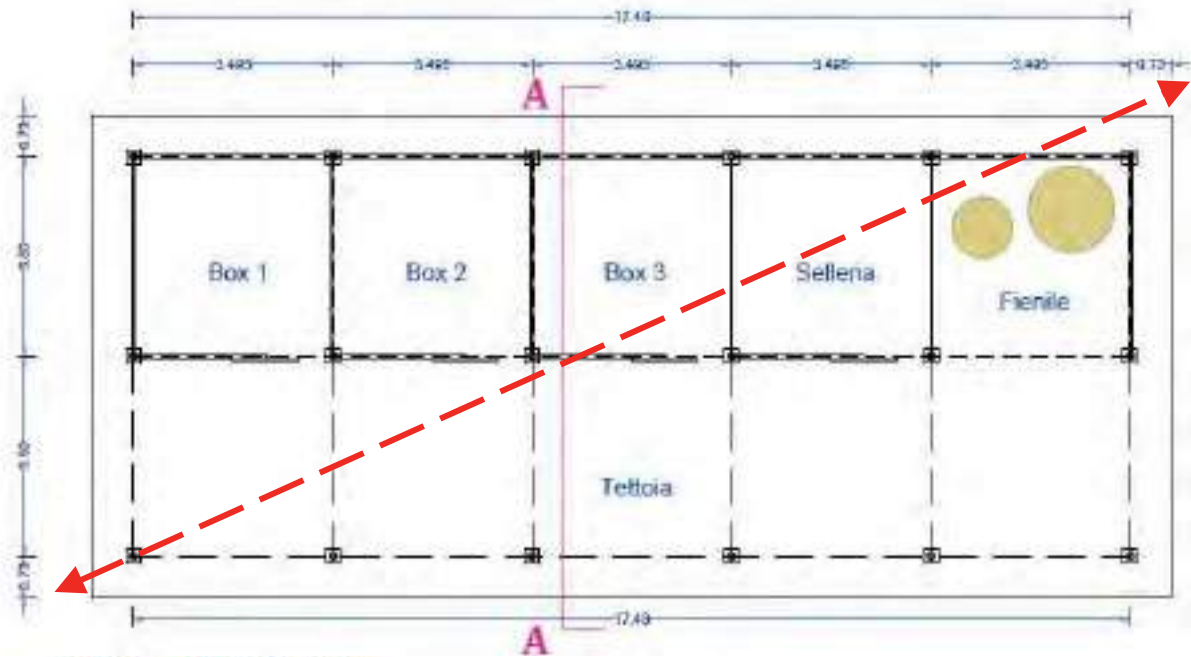
Fabbricato B di progetto

In riferimento al sopra citato decreto, al fine di ricostruire la successione stratigrafica del sottosuolo, di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni e dare indicazioni sulla profondità e comportamento della falda acquifera, sono stati utilizzati i dati di una campagna geognostica effettuata sul lotto e rappresentata da n° 1 scavo con escavatore meccanico con prelievo di un campione di terreno per le analisi geotecniche di laboratorio, ed un'indagine sismica con tecnica MASW, ubicate come nella figura di seguito riportata.

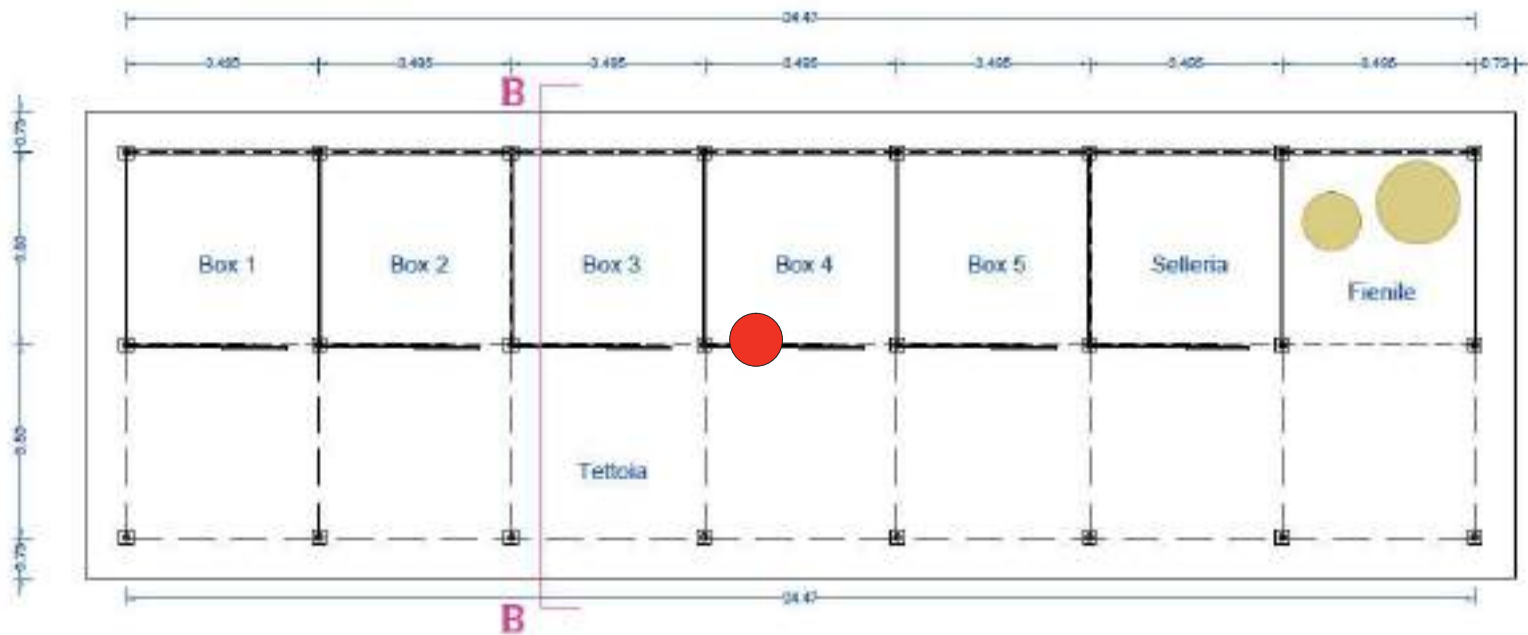
Localizzazione indagini



Pianta - Fabbricato A



Pianta - Fabbricato B





Escavatore all'opera



Stesa sismica



Foto scavo

Sulla base della situazione stratigrafica accertata dal rilievo superficiale e dallo scavo è possibile definire per l'area di stretta pertinenza dell'edificio il seguente modello stratigrafico:

da p.c. a circa 1,50 metri:

Limo sabbioso con inglobati frammenti arenacei degradati e alterati

oltre 1,50 metri:

Litici arenacei immersi in abbondante matrice sabbioso limosa

7. MODELLO STRATIGRAFICO

Per quanto riguarda la parametrizzazione del livello di imposta delle fondazioni, le prove eseguite presso il laboratorio geotecnico LABOTER hanno permesso di assegnare i seguenti valori dei parametri geotecnici al livello interessato:

Descrizione: Limo argilloso e sabbioso, molto consistente

γ (peso di volume)= 19,50 kN/m³

ϕ (angolo d'attrito)= 22,6°

c' (coesione drenata)=12,4 kPa

c_u^* (coesione non drenata)= 78 kPa

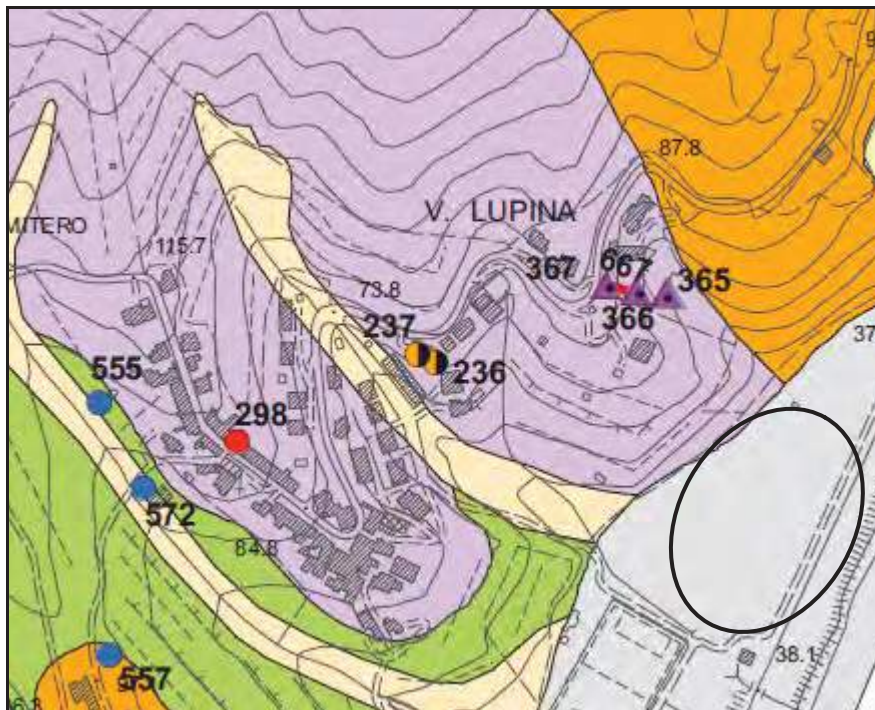
E^* (modulo edometrico)= 40 kg/cm²

*valori derivanti da indagini estratte dalla carta dei dati di base (analisi geotecniche sul campione prelevato nel sondaggio n. 236 e prova CPT 298)

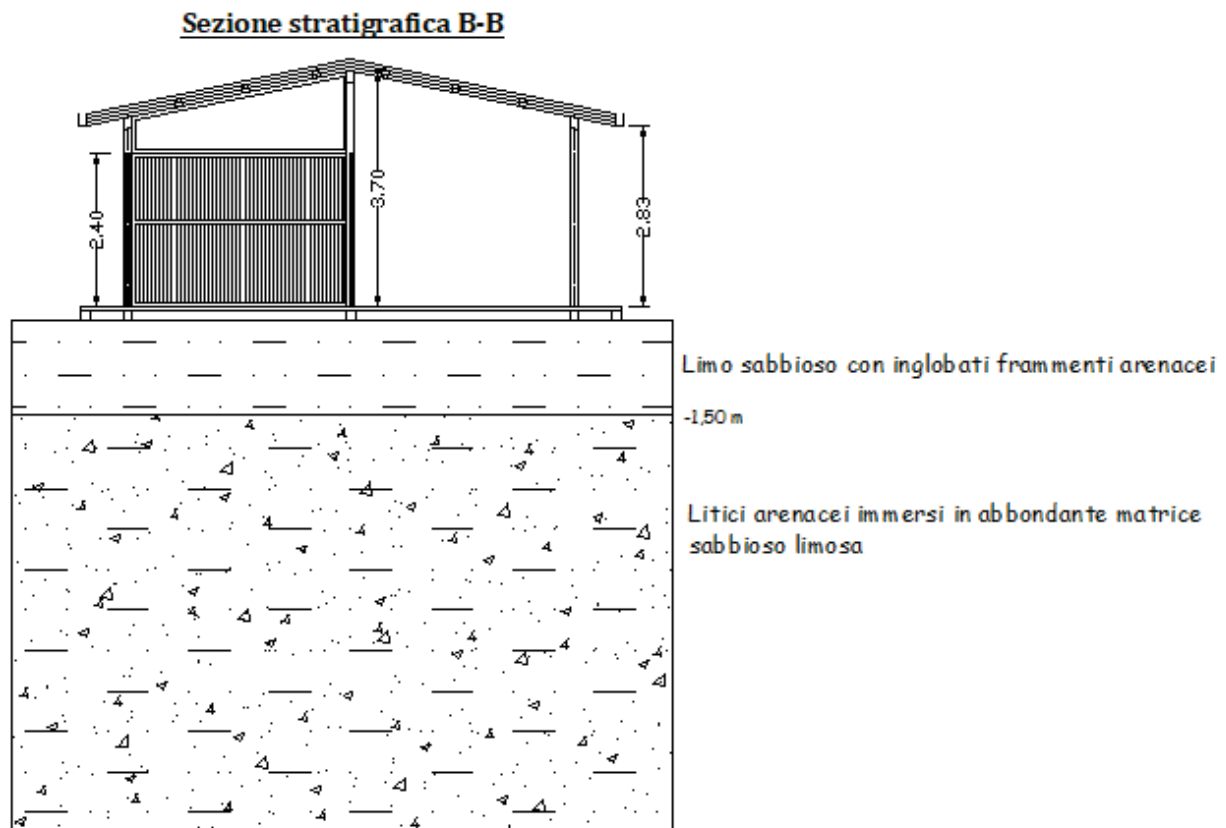
Al substrato roccioso arenaceo sottostante si attribuiscono parametri da bibliografia

$\gamma = 22$ kN/m³

$\phi > 38^\circ$



● 63 sondaggio a carotaggio continuo



8. CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

Il D.M. del 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni apporta delle importanti modifiche anche per ciò che concerne i criteri di classificazione sismica del territorio nazionale prevedendo una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate le classi, A, B, C, D, E, S1 e S2 ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

Il D.M. del 17/01/2018 modifica leggermente la classificazione sismica, togliendo le classi S1 e S2 e ridefinendo la categoria E.

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Categoria A : Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Categoria B : Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà

meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria C : Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria D : Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

Categoria E : Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Le misurazioni sismiche con tecnica M.A.S.W. effettuate nel sito, con valore $V_{seq} = 334$ m/sec, hanno consentito di porre il sito nella **categoria di sottosuolo C**.

Calcolo V_{seq} da NTC2018

$V_{seq} = 334$ m/sec

H (m)	V_{s_equ} (m/s)				V_s (m/s)
	100	180	360	800	> 800
3					A
20		E	E	B	
30	RSL				
>30		D	C		

9. CONSIDERAZIONI SUL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

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

sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente.

La probabilità che un deposito raggiunga tali condizioni dipende:

- dal grado di addensamento;
- dalla granulometria e forma dei granuli;
- dalle condizioni di drenaggio;
- dall'andamento ciclico delle sollecitazioni sismiche e loro durata;
- dall'età del deposito;
- dalla profondità della linea di falda (prossima alla superficie).

Dall'osservazione di zone colpite da liquefazione, si è notato che questa avviene nelle seguenti circostanze:

- terremoti di magnitudo uguale o superiore a 5.5, con accelerazioni superiori o uguali a 0,2 g;
- al di sopra dei 15 metri di profondità; oltre questa profondità non sono state osservate liquefazioni;
- la profondità della falda posizionata in prossimità della superficie (inferiore ai 3 m).

Secondo quanto riportato in letteratura il rischio liquefazione può essere considerato molto basso o nullo in terreni di categoria C e nullo in terreni di categoria B; inoltre, secondo alcuni autori, non sono mai stati osservati fenomeni di liquefazione per terreni caratterizzati da $V_s > 200$ m/sec.

Inoltre, nel caso in oggetto è possibile escludere il verificarsi del fenomeno facendo riferimenti ai risultati delle analisi granulometriche allegate dove è osservabile la presenza di sedimenti con percentuale di limo ed argilla superiore al 50%.

10. CONCLUSIONI

Nella presente relazione geologica sono illustrate le caratteristiche geologiche, idrauliche, stratigrafiche e geotecniche di un lotto di terreno situato in località Poggio Malva, Strada Vicinale da Poggio alla Malva all'Arno, nel Comune di Carmignano per il progetto di realizzazione di un polo ippico con annessi accessori in nel Comune di Carmignano.

Per determinare le caratteristiche stratigrafiche, litologiche e geotecniche del terreno si sono utilizzati i dati geognostici emersi da indagini eseguite sul lotto.

In base alle caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo e in riferimento alle considerazioni illustrate nella presente relazione non sussistono, per quanto di competenza, ostacoli alla realizzazione dell'opera in oggetto.

Si rimane a completa disposizione per qualsiasi chiarimento.

ALLEGATI

Relazione sismica superficiale MASW eseguita sul lotto

Certificati Analisi di laboratorio su campioni prelevati in loco

Indagini estratte dall'archivio dei dati di base



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

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

Committente : Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo
Cantiere : Poggio alla Malva - Carmignano (PO)

Verbale Accettazione n° : 324 del 16/09/2020
Data Certificazione : 23/09/2020
Campioni n°: 1
Certificati da n° a n° : 03167 a 03170





COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 0.80

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	11,1	%
Peso di volume	19,5	kN/m ³
Peso di volume secco	17,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,9	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,506	
Porosità	33,6	%
Grado di saturazione	59,3	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
UNI 11531/14		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2,3	%
Sabbia	14,5	%
Limo	60,5	%
Argilla	22,7	%
D 10	0,000297	mm
D 50	0,015197	mm
D 60	0,022399	mm
D 90	0,106594	mm
Passante set. 10	97,7	%
Passante set. 42	95,3	%
Passante set. 230	84,3	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	12,4	kPa
ϕ'	22,6	°
c'_{Res}		kPa
ϕ'_{Res}		°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

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	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipi di campione: Massivo Qualità del campione: Q 4

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Limo argilloso e sabbioso, molto consistente MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 6/6 Olive yellow
	5				
	10				
	15				
	20			20	



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

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
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°: 03168	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 23/09/20	Inizio analisi: 17/09/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 324 del 16/09/20		Apertura campione: 17/09/20	Fine analisi: 17/09/20

COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 0.80

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 = 19,5 kN/m³



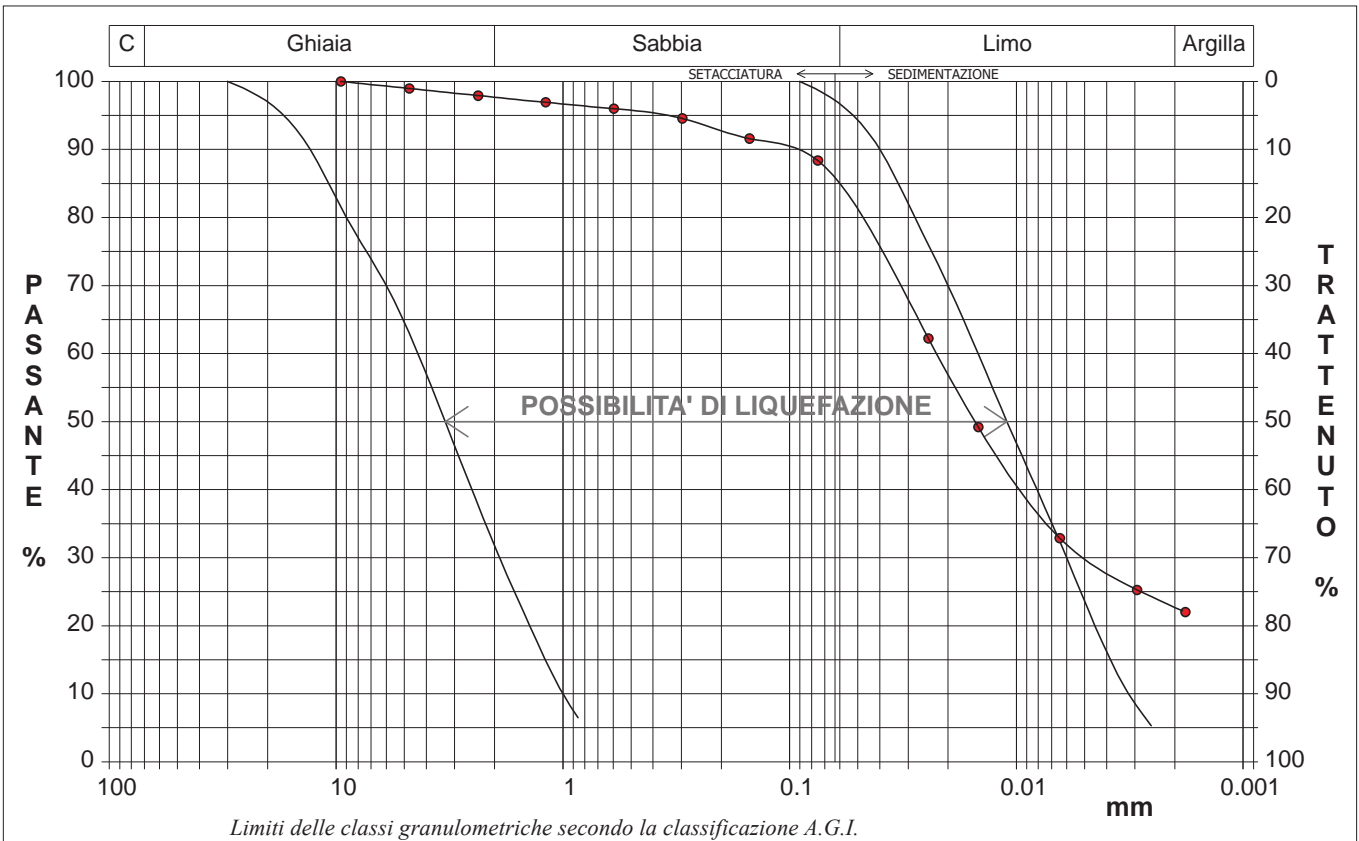
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03169	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 23/09/20	Inizio analisi: 18/09/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 324 del 16/09/20		Apertura campione: 17/09/20	Fine analisi: 21/09/20

COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 0.80

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	2,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,7 %	D10	0,00030 mm
Sabbia	14,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,3 %	D30	0,00479 mm
Limo	60,5 %	Passante setaccio 230 (0.063 mm)	84,3 %	D50	0,01520 mm
Argilla	22,7 %			D60	0,02240 mm
Coefficiente di uniformità	75,51	Coefficiente di curvatura	3,45	D90	0,10659 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,2970	94,55	0,0064	32,87				
4,7500	98,96	0,1500	91,59	0,0029	25,25				
2,3600	97,91	0,0750	88,36	0,0018	21,99				
1,1900	96,93	0,0244	62,23						
0,5950	95,99	0,0147	49,18						



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03170	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 23/09/20	Inizio analisi: 19/09/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 324 del 16/09/20		Apertura campione: 17/09/20	Fine analisi: 22/09/20

COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 0.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	52	96	139
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,70	2,43	2,77
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,36	0,27	1,27
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 15,4	--- 14,9	--- 14,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 22,8	19,3 22,2	19,5 22,2

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,015 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

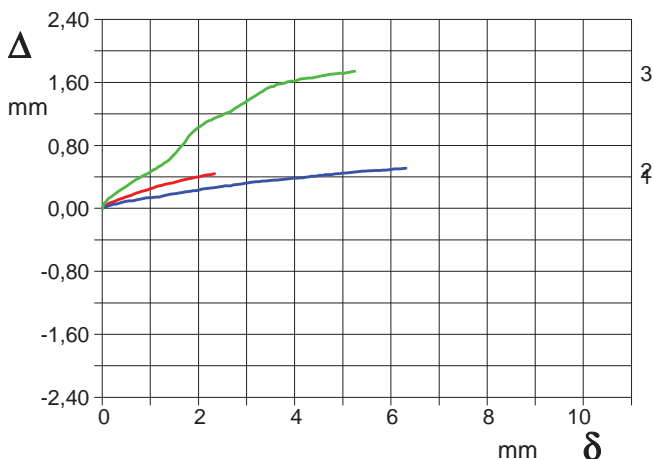
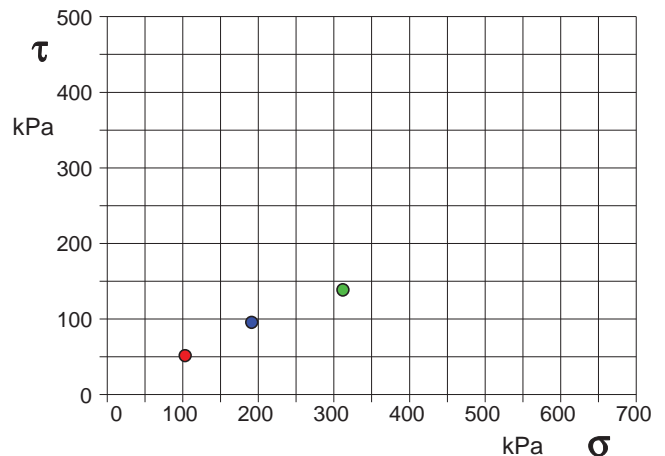


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

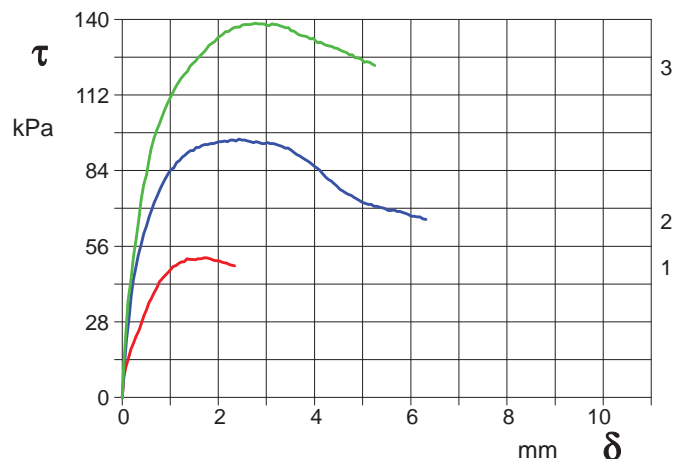


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03170	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 23/09/20	Inizio analisi: 19/09/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 324 del 16/09/20		Apertura campione: 17/09/20	Fine analisi: 22/09/20

COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo			
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)			
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.80	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

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
0,032	7,5	0,02	0,049	12,2	0,02	0,037	12,5	0,06
0,074	11,1	0,04	0,189	37,7	0,04	0,184	44,2	0,15
0,124	13,9	0,06	0,339	52,6	0,06	0,345	66,1	0,22
0,179	17,8	0,07	0,503	63,2	0,09	0,506	82,6	0,28
0,233	20,0	0,09	0,668	72,1	0,10	0,662	95,8	0,35
0,291	22,5	0,10	0,843	79,1	0,13	0,826	103,9	0,41
0,351	25,0	0,11	1,013	84,4	0,14	1,006	111,2	0,46
0,399	27,5	0,13	1,192	87,7	0,15	1,170	116,5	0,53
0,455	30,3	0,14	1,364	90,7	0,17	1,358	120,8	0,60
0,507	32,5	0,15	1,541	92,6	0,19	1,527	124,6	0,70
0,555	35,0	0,16	1,721	93,6	0,21	1,715	128,2	0,84
0,610	36,7	0,17	1,897	94,0	0,23	1,869	131,1	0,96
0,662	38,6	0,18	2,074	94,6	0,24	2,047	134,0	1,05
0,725	40,8	0,20	2,249	95,3	0,26	2,210	135,4	1,11
0,774	42,8	0,21	2,434	95,6	0,27	2,375	137,1	1,16
0,826	43,9	0,22	2,608	95,0	0,29	2,541	138,1	1,20
0,884	45,0	0,23	2,787	94,6	0,30	2,714	138,3	1,25
0,947	46,1	0,24	2,961	94,0	0,32	2,886	138,3	1,32
1,007	47,2	0,25	3,146	94,0	0,33	3,045	137,6	1,38
1,054	48,3	0,26	3,328	93,0	0,35	3,215	138,1	1,44
1,116	48,9	0,27	3,509	91,6	0,36	3,393	136,9	1,51
1,177	49,7	0,28	3,691	89,3	0,36	3,559	135,7	1,55
1,228	50,2	0,29	3,871	87,3	0,37	3,733	134,0	1,58
1,292	50,3	0,30	4,046	85,0	0,39	3,911	132,8	1,62
1,343	51,4	0,31	4,230	81,7	0,40	4,069	131,3	1,63
1,409	51,1	0,32	4,410	79,1	0,41	4,244	130,4	1,65
1,467	51,1	0,32	4,587	76,4	0,42	4,415	129,4	1,66
1,527	51,0	0,33	4,763	74,8	0,43	4,608	128,0	1,69
1,575	51,3	0,34	4,944	72,8	0,44	4,791	126,8	1,70
1,644	51,3	0,35	5,118	71,5	0,45	4,977	125,1	1,72
1,701	51,6	0,36	5,299	70,8	0,47	5,143	124,1	1,73
1,758	51,6	0,37	5,478	69,8	0,48			
1,831	51,3	0,38	5,654	69,5	0,48			
1,892	50,8	0,39	5,832	68,5	0,48			
1,942	50,6	0,39	6,009	67,2	0,49			
2,010	50,6	0,40	6,191	66,8	0,50			
2,053	50,3	0,41						
2,110	49,9	0,42						
2,177	49,6	0,43						
2,245	49,1	0,43						
2,286	48,9	0,43						
2,335	48,8	0,44						



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03170	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 23/09/20	Inizio analisi: 19/09/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 324 del 16/09/20		Apertura campione: 17/09/20	Fine analisi: 22/09/20

COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 0.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,961
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

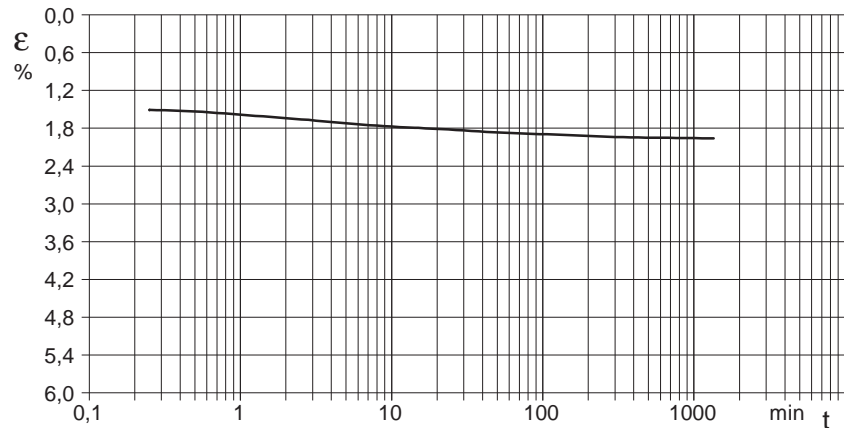


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	1,970
Altezza finale (cm)	1,918
Sezione (cm ²):	36,24
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

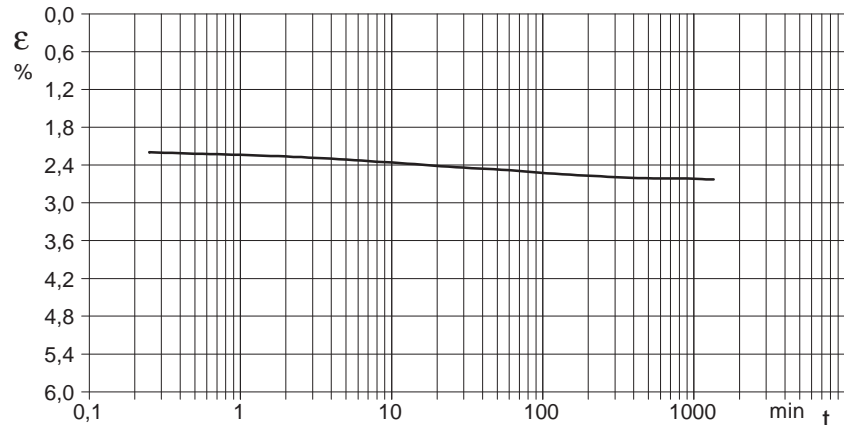
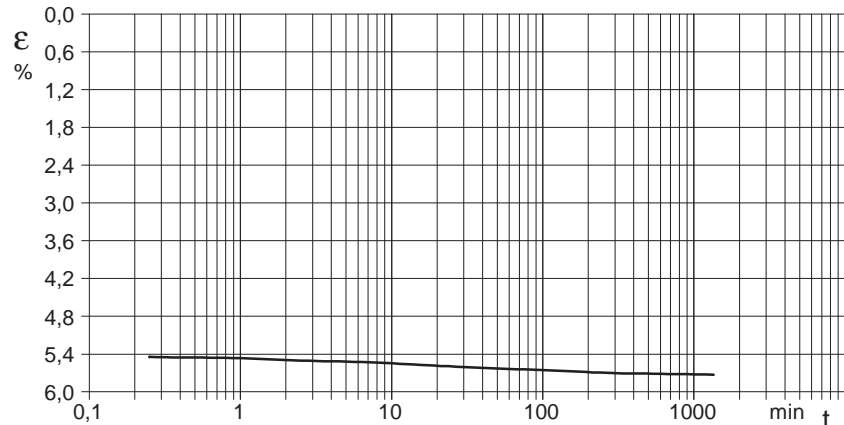


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,885
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Dott.ssa Gioia Innocenti Geologo		
RIFERIMENTO: Poggio alla Malva - Carmignano (PO)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	52	96	139
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,70	2,43	2,77
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,36	0,27	1,27
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 15,4	--- 14,9	--- 14,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 22,8	19,3 22,2	19,5 22,2

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	12,4 kPa
Angolo di attrito interno:	22,6 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,015 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

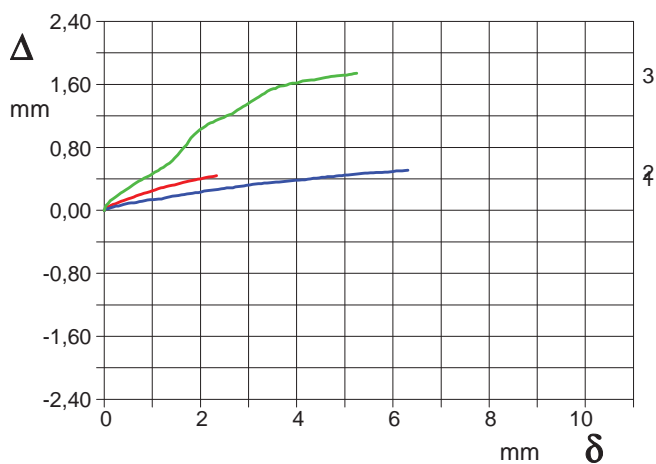
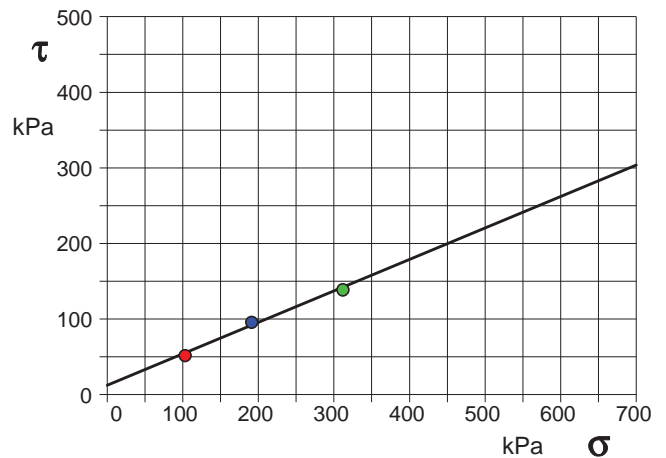


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

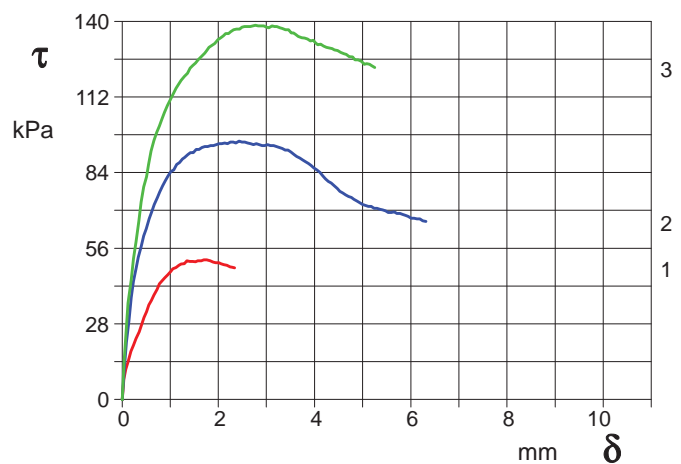


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

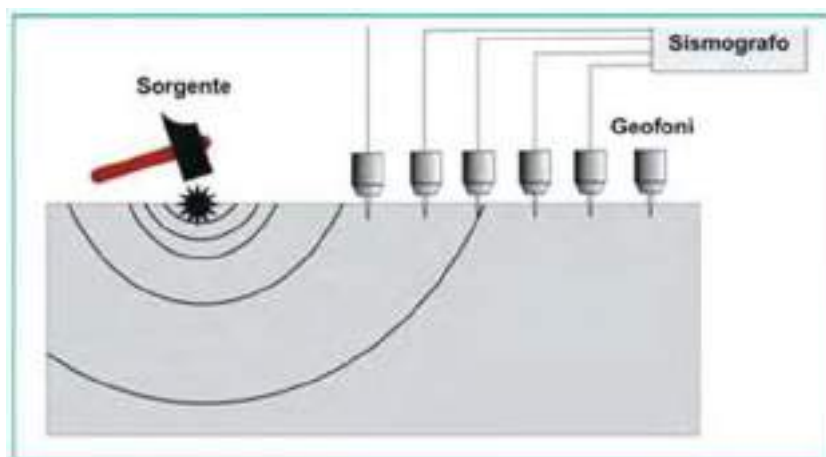
LABOTER s.n.c.
Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Ufficio: 0573/570566
Laboratorio: 0573/1720130
Fax. 0573/910056
laboter@laboterpt.it
laboter@pec.laboterpt.it
www.laboterpt.it
P.IVA: 00515880474



INDAGINE SISMICA CON TECNICA MASW + REMI

Ubicazione: Loc. Poggio alla Malva - Carmignano

Professionista incaricato: Dott.ssa Geol. Gioia Innocenti



Pistoia, 16 Settembre 2020

Laboter snc

1. PREMESSA

Su incarico della Dott.ssa Gioia Innocenti, è stata eseguita un'indagine sismica in località Poggio alla Malva, nel comune di Carmignano. Lo scopo dell'indagine è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo nelle prime decine di metri con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (V_p), velocità delle onde trasversali S (V_s) e i relativi parametri elastici (E , G , K e ν). Sulla base dei valori di V_s e del modulo di taglio (G) sarà possibile valutare la rigidità del suolo e fornire delle prime indicazioni sul comportamento dinamico della parte superficiale del sottosuolo.

2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi

Laboter snc

Via Nazario Sauro n.440 – 51100 Pontelungo (PT)

Tel. 0573/570566 – Fax 0573/910056 – e.mail: laboter@laboterpt.it

spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

2.1 Strumentazione utilizzata

La strumentazione ed attrezzatura (Do.Re.Mi) utilizzata per l'acquisizione dei dati è costituita da:

- Sistema di energizzazione delle onde: la sorgente è costituita da una mazza dal peso di 10 Kg battente verticalmente od eventualmente orizzontalmente, su di una piastra del diametro di 20 cm posta direttamente sul piano campagna, la quale permette di avere un preciso punto di impatto in fase di energizzazione ed aiuta a far sì che la massa energizzante non affondi troppo nel terreno disperdendo energia.
- Sistema di ricezione: costituito da 12 geofoni verticali ed orizzontali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile con peso della massa 23.6 gr e frequenza propria di 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità

con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente.

- Sistema di acquisizione dati: cavo sismico a cui sono collegati in sequenza i vari geofoni ciascuno dei quali rappresenta un singolo canale, notebook PC Windows XP con software DoReMi; il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascuna canale dal sistema di ricezione.
- Sistema di trigger: interruttore di consenso che individua il momento in cui viene prodotta l'energizzazione sul terreno: può essere costituito dalla chiusura di un contatto che si realizza dal far toccare due poli mediante un geofono.

2.2 Indagine MASW – metodologia ed acquisizione

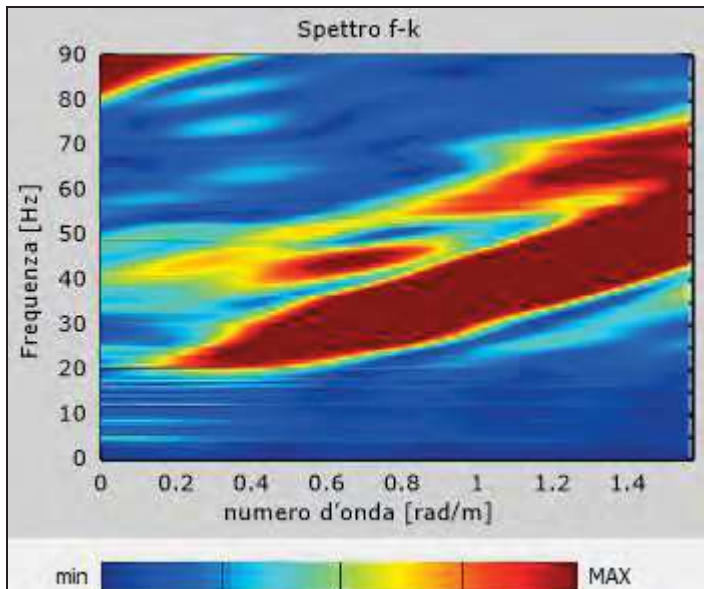
Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Reyleigh, le quali viaggiano ad una velocità correlata con la rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Reyleigh sono dispersive, ovvero la velocità di fase apparente di tali onde dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva di queste è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali, dando informazione sulla parte più superficiale del suolo, mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi. Il metodo di indagine masw utilizzato è di tipo attivo, in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo, tramite energizzazione con massa battente da 10 Kg, e misurate da uno strumento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenze tra 5-10Hz e 70-100Hz. Inoltre, ed unitamente alla tecnica attiva, viene utilizzata una tecnica passiva (REMI) che permette di analizzare frequenze più basse 0-5Hz e quindi di scendere più in profondità con l'analisi del sottosuolo. I fondamenti teorici del metodo masw fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative. L'acquisizione dei dati è stata effettuata posizionando 12 geofoni da 4.5 Hz con distanza intergeofonica di 2.0 metri, per una lunghezza totale di 24 metri.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software MASW (V. Roma 2007) ed EasyMasw.

3. ELABORAZIONE INDAGINE MASW

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna mediante strumentazione Do.Re.Mi., sono stati elaborati con il software Easy MASW e con MASW 2007. Inoltre è stata effettuata l'acquisizione REMI, ovvero una tecnica passiva che consiste nel registrare i microtremori, cioè rumori ambientali dovuti a sorgenti naturali e/o artificiali.

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	4000
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.333



Spettro f-k

3.1 Risultati analisi e tecnica passiva (REMI)

Frequenza finale 70Hz
 Frequenza iniziale 2Hz
 Numero di ricevitori 12
 Numero di campioni temporali..... 3.26787e-312
 Passo temporale di acquisizione 2ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms

3.2 Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
12.5009	621.782	531.602	711.961
18.7054	403.847	328.697	478.997
23.3326	279.85	231.003	328.697
29.1691	253.548	200.943	306.153
34.2694	234.76	193.428	276.093
39.1595	219.73	174.641	264.82
43.6289	208.458	152.096	264.82
47.888	215.973	170.883	261.063
52.147	204.7	152.096	257.305
56.7216	197.185	140.823	253.548
61.8219	197.185	144.581	249.79
65.8181	193.428	152.096	234.76

3.3 Risultati

Numero di strati (escluso semispazio)..... 6
 Spaziatura ricevitori [m] 2.0m
 Numero ricevitori..... 12
 Numero modi 10
Strato 1
 h [m] 2
 z [m] -2
 Vs fin.[m/s] 205

Strato 2

h [m]..... 3
 z [m].....-5
 Vs fin.[m/s].....280

Strato 3

h [m]..... 3
 z [m].....-8
 Vs fin.[m/s].....310

Strato 4

h [m]..... 3
 z [m].....-11
 Vs fin.[m/s].....490

Strato 5

h [m]..... 2
 z [m].....-13
 Vs fin.[m/s].....740

Strato 6

h [m]..... 0
 z [m].....-00
 Vs fin.[m/s].....800

Calcolo Vseq da NTC2018

Vseq= 334 m/sec

H (m)	Vs_equ (m/s)				Vs (m/s)			
	100	180	360	800	> 800			
3	RSL	E	E	B	A			
20								
30								
>30								
			D	C				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



SONDAGGIO N° 2

LOCALITA': Poggio alla Malva (Carmignano) - Pod. la Pineta
 DATA INIZIO: 12/01/2012 DATA FINE: 12/01/2012
 QUOTA ASSOLUTA: 108,0 m s.l.m.
 PROFONDITA': - 15,00 DIAMETRO PERFORAZIONE: 101 mm



PROFONDITA' (m)	STRATIGRAFIA	NOTE DESCRITTIVE	RECLUTERO (%)	CAMPIONE (m)	PROFONDITA' FALLA (m)	S.P.T. in fine	
						prof. (m) % Clegg (kN/cm²)	prof. (m) % SPT (kg/m²)
0,00		TERRENO RIMANEGGIATO E/O DI RIPOSTO: sabbie debolmente limose di colore marrone scuro con inclusi ghiaietto e abbondanti frammenti di laterizi					
0,50		SABBIE LIMOSE di colore giallo ocre, scioglie, inglobanti frammenti liscidi di arenarie (e subordinatamente argille) fortemente alterati, spesso con patina superficiale di ossidazione.					
1,00		CAMPIONE INDISTURBATO C182		C182			
1,50		LIMI ARGILLOSO SABBIOSI di colore beige, inglobanti ghiaietto e piccoli frammenti liscidi fortemente alterati di arenarie (e subordinatamente argille).					
2,00		FRAMMENTI LITOIDI ARENACEI immersi in abbondante matrice argillose limosa di colore beige					
2,50		ARENARIE alioelastiche fini di colore grigio, con abbondanti fratture riempite di calcite secondaria.					

NOTE



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino il 07/02/2012
COMMITTENTE: OCT Costruzioni s.r.l.

LOCALITA': La Pineta, Artimino - Carrignano (PO)
V.A. n. 04/2012 del 11/01/12

Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 156-158-2012

CAMPIONE	S2C1
Profondità metri	2.0 - 2.5
Prova E.L.L.	
Cu (kPa)	78.3
E _n (kPa)	13454
Prova di taglio	
C (kPa)	13.9
ϕ (°)	16.4
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	20.6
Peso volume secco (kN/m ³)	17.3
Contenuto d'acqua (%)	18.93
Granulometria	
Ghiaia (%)	4.8
Sabbia (%)	22.8
Limo (%)	44.4
Argilla (%)	28.0

Michèle Calvo



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA 2.01046-105

- committente :
 - lavoro : ampliamento
 - località : Poggio alla Matra - Carmignano - PO
 - note :
 - data : 01/03/2007
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. fondo : Fondo non rilevato
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	3,0	3,5	4,0	0,07	90,0	1,20	26,0	32,0	32,0	0,50	36,0
0,40	4,5	5,0	9,0	0,47	19,0	1,40	48,0	55,0	56,0	1,00	60,0
0,60	10,0	13,5	20,0	0,13	130,0	1,60	70,0	82,0	140,0	0,27	325,0
0,80	7,0	8,0	14,0	0,27	52,0	1,80	88,0	90,0	176,0	—	—
1,00	9,0	11,0	18,0	0,80	22,0						

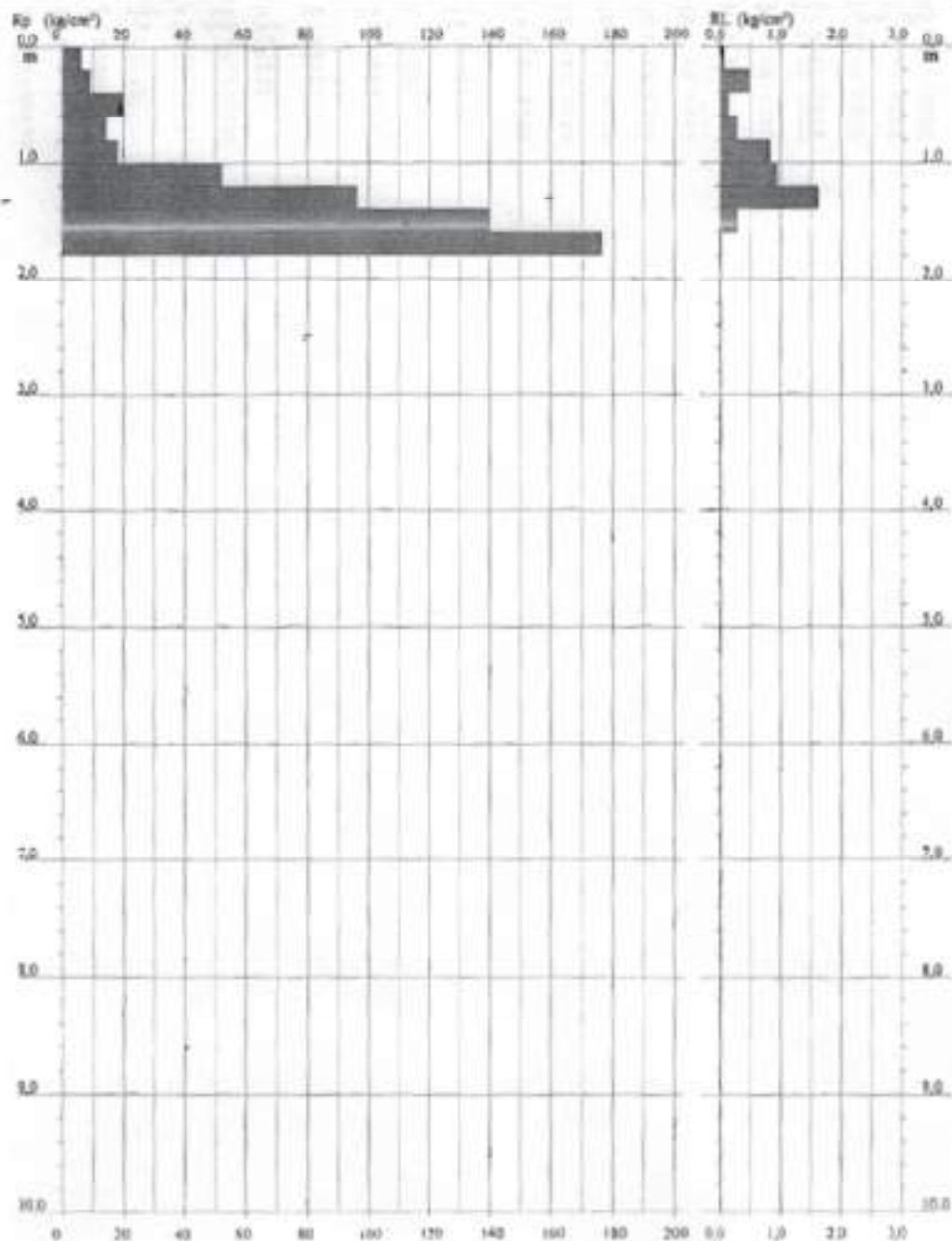
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01046-135

- committente : Massa Nesti
- lavoro : ampliamento
- località : Poggio alla Malva - Carrignano - PO

- data : 01/03/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

2330496-116

- committente: Marisa Nicci
 - lavoro: ampliamento
 - località: Poggio alla Malva - Carrignano - PO
 - note:

- data: 01/03/2007
 - quota inizio: Piano Campagna
 - prof. fondo: Fabbia non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50

