

**STUDIO DI GEOLOGIA**

**Dott. MASSIMO MARROCCHESI**

Sede Legale: VIA STRADA 10 53018 S.ROCCO A PILLI (SI)

Sede Operativa : VIA F.FERRINI 6 53035 MONTERIGGIONI (SI) – Tel & Fax 0577/319065

Mobile 335-5857790 E.Mail: mgeo@tiscali.it

# COMUNE DI MONTERIGGIONI

## Provincia di SIENA

**COMMITTENTE:** TERRA TOSCANA srl

**LOCALITA':** MONTEARIOSO

**DATA:** APRILE 2023

**RELAZIONE GEOLOGICA A SUPPORTO DEL PIANO ATTUATIVO  
PER L'EDIFICAZIONE DELL'AREA TU 25**

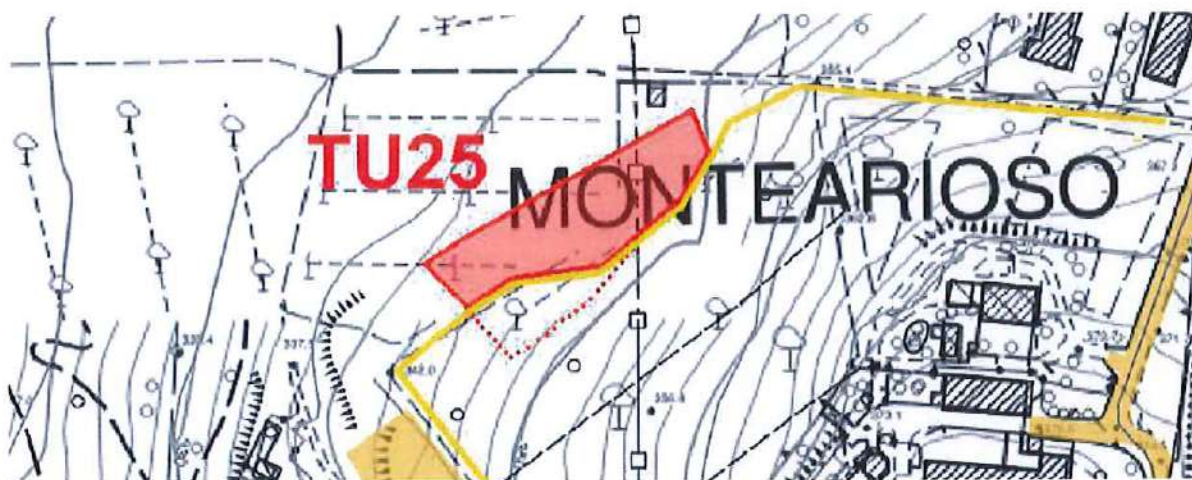
*documento firmato digitalmente  
ai sensi del D.Lgs. 82/2005 e s.m.i.*

IL GEOLOGO



## 1. PREMESSA

Il presente rapporto riferisce sui risultati dell'indagine geognostica effettuata per conto della Committenza nell'area di proprietà sita in Comune di Monteriggioni – Loc. Montearioso dove è previsto un piano attuativo di iniziativa privata, indicato negli Strumenti Urbanistici Comunali come area TU 25 (vedi sotto)



Gli accertamenti eseguiti hanno avuto lo scopo di acquisire, dati utili sulle caratteristiche dei terreni presenti in relazione all'assetto geomorfologico ed a tal proposito sono stati utilizzati i dati di **n° 3 sondaggi**, eseguiti nel 2012, per lo stesso progetto, ma con diversa procedura autorizzativa

Tale relazione viene redatta in ottemperanza al **DPGR n° 5/R del 2020** che regola l'**art. 104 della L. R. n° 65/2014** (norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

L'area NON risulta sottoposta a vincolo idrogeologico

## 2. CARTOGRAFIA TEMATICA DEL SITO

---

### CARTA GEOLOGICA – FIG. 1

In riferimento alla locale situazione viene allegata a stralcio la carta geologica del PSC, che viene integralmente confermata, da cui emerge che nell'area rilevata, compresa quella d'interesse, affiorano termini argillosi miocenici, di ambiente lacustre, perlopiù compatti, con sporadiche intercalazioni sabbiose - Sigl. ASI

### CARTA GEOMORFOLOGICA - Fig. 2

La zona in oggetto (quota media circa 350 m. slm.) insiste su di un'area posta in prossimità del culmine di una collinetta, su di una superficie leggermente inclinata verso WNW.

Dai dati ottenuti dai controlli diretti di campagna integrati da uno studio fotogrammetrico generale dell'area, si **conferma** comunque l'assenza di fenomeni di instabilità gravitativi, in atto o quiescenti, **come indicato nella carta geomorfologica del vigente PSC allegata a stralcio**, nè tantomeno gli interventi in progetto potranno innescare sfavorevoli modifiche alla stabilità del versante.

### CONFORMITA' CON IL P.T.C.P

In riferimento a quanto previsto nel P.T.C 2010 approvato. si precisa che l'area in oggetto risulta essere:

**Esclusa dalle aree esondabili**

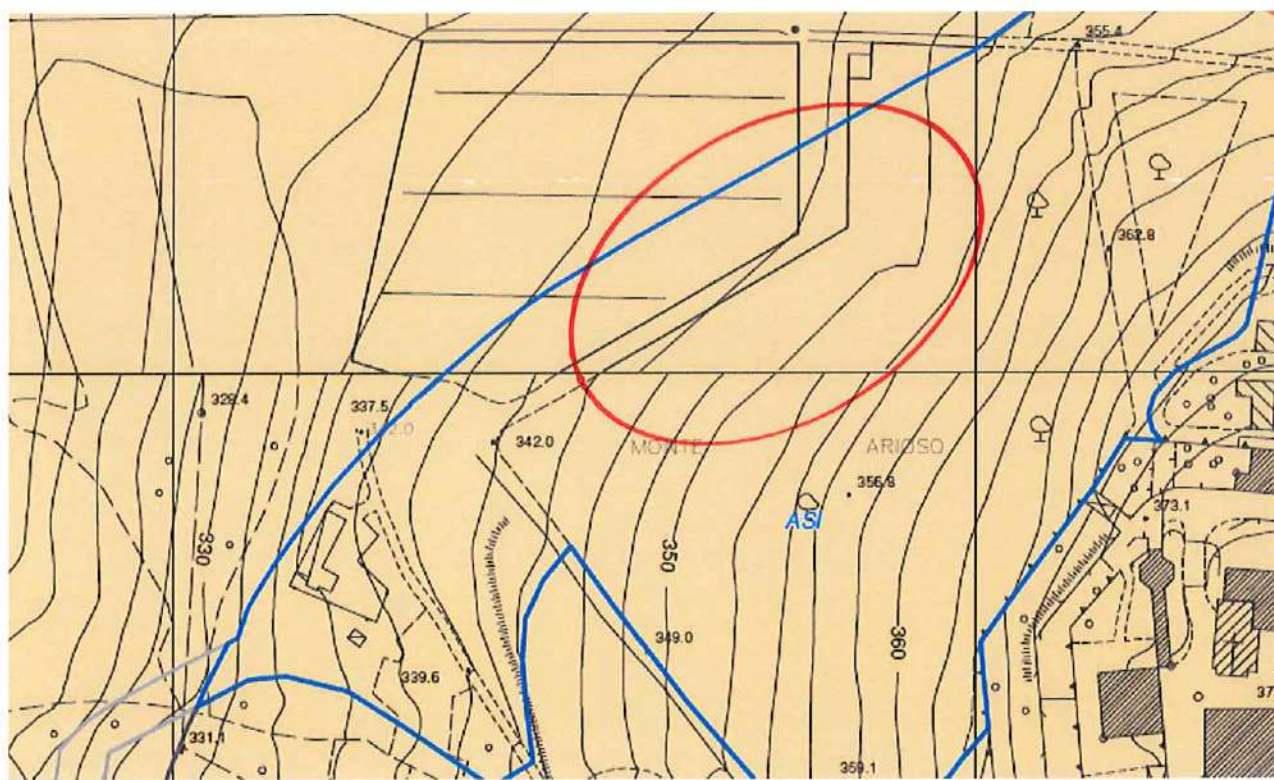
**Esclusa dalle aree sensibili relativamente agli acquiferi**

---



**FIG. 1 CARTA GEOLOGICA DA PSC**

**Scala 1:2000**



**Argille del Caslino.** Argille e argille marnose massicce grigie, talvolta caratterizzate da intercalazioni sottili di arenarie, conglomerati minuti e marne. Non infrequenti sono sottili banchi di lignite. Nell'unità si intercalano lingue e lenti delle formazioni dei conglomerati di Lilliano (ASI), e delle arenarie del Torrente Sellate.  
**MIOCENE SUPERIORE**

**IN ROSSO UBICAZIONE PUA**

**FIG. 2 CARTA GEOMORFOLOGICA DA PSC**

**Scala 1:2000**



**ZONA 1** Area in dissesto (riferita all'area caratterizzata da fenomeni attivi)

**ZONA 2** Area di influenza (riferita all'area di possibile evoluzione del dissesto)



Frane (a) Attive, (b) quiescenti, (c) inattive / stabilizzate



Area del versante potenzialmente interessabile dal dissesto



Movimenti lenti della coltre superficiale di suolo (soliflussi, creep)



Versanti potenzialmente instabili, relativa scarpata e rotture di pendenza

**IN ROSSO UBICAZIONE PUA**



### 3. CARTA DELLE INDAGINI - Fig. 3

---

In questa fase, ad integrazione dei dati generali ottenuti dal rilevamento geologico di superficie, sono stati utilizzati i dati di una campagna geognostica eseguita nell'anno 2012 a supporto di un precedente progetto architettonico

L'indagine geognostica diretta è consistita nella realizzazione di n° 3 sondaggi geognostici, che hanno permesso di verificare il seguente quadro stratigrafico, mostrando una notevole omogeneità (per vedi stratigrafie e sezione allegata)

#### SONDAGGIO 1 (falda assente) – quota 0

- \* 0 – 0.3 m. : Terreno vegetale
- \* 0,3 – 2,5 m. : Limo sabbioso nocciola con clasti (UNITA' A) (Nspt > 50)
- \* 2,5 – 6,5 m. : Limo argilloso nocciola compatto (UNITA' B) (Nspt > 50)
- \* 6,5 – 10,0 m. : Argilla limosa grigia assai compatta (UNITA' C) (Nspt a rifiuto)

#### SONDAGGIO 2 (falda assente) – quota + 1m.

- \* 0 – 0.5 m. : Terreno vegetale
- \* 0,5 – 1,5 m. : Limo sabbioso nocciola-rossastro con clasti (UNITA' A)
- \* 1,5 – 6,4 m. : Limo argilloso nocciola compatto (UNITA' B) (Nspt > 50 – S2 C1)
- \* 6,4 – 10,0 m. : Argilla limosa grigia assai compatta (UNITA' C) (Nspt a rifiuto – S2 C2)

#### SONDAGGIO 3 (falda assente) quota + 3,1m.

- \* 0 – 0.4 m. : Terreno vegetale
- \* 0,4 – 1,6 m. : Limo sabbioso nocciola-rossastro con clasti (UNITA' A)
- \* 1,6 – 6,3 m. : Limo argilloso nocciola compatto (UNITA' B) (Nspt > 50 – S3 C1)
- \* 6,3 – 10,0 m. : Argilla limosa grigia assai compatta (UNITA' C) (Nspt a rifiuto)

[illegible]

## IN BLU UBICAZIONE SONDAGGI

I dati emersi dai sondaggi, dalle prove SPT e dalle analisi eseguite (allegate in appendice 1 insieme alle foto dei sondaggi), hanno permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico dell'area e di discretizzare almeno 3 UNITA' GEOTECNICHE PRINCIPALI aventi caratteristiche fisiche e geo-meccaniche leggermente diverse tra di loro

I parametri geotecnici delle 3 unità d'interesse ipotizzabili quindi come MEDI, sono stati determinati con prove di laboratorio, eseguite su campioni rappresentativi, e raffrontati con quelli derivati dall'elaborazione delle prove SPT eseguite nei fori di sondaggio e quindi riassumendo:

**UNITA' A – LIMO SABBIOSO NOCCIOLA ROSSASTRO CON CLASTI**

PESO DI VOLUME = 1,9 kg/cmc	COESIONE = 0,05 kg/cmq
ANGOLO ATTRITO = 21°	COEFF. DI WINKLER = 2,5 Kg /cmc
<b>Coesione non drenata da dati SPT (formula di Terzaghi corretta) = 0,8 Kg /cmq</b>	

**UNITA' A – LIMO ARGILLOSO NOCCIOLA**

PESO DI VOLUME = 2 kg/cmc	COESIONE = 0,15 kg/cmq
ANGOLO ATTRITO = 22°	COEFF. DI WINKLER = 3 Kg /cmc
<b>Coesione non drenata da dati SPT (formula di Terzaghi corretta) = 1,2 Kg /cmq</b>	

**UNITA' B – ARGILLA LIMOSA GRIGIA**

PESO DI VOLUME = 2 kg/cmc	COESIONE = 0,11 kg/cmq
ANGOLO ATTRITO = 20°	COEFF. DI WINKLER = 4 Kg /cmc
<b>Coesione non drenata da dati SPT (formula di Terzaghi corretta) = 1.5 Kg /cmq</b>	



## 4. CARTE DELLA PERICOLOSITA'

---

### CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA – FIG. 4

Il vigente PSC attribuisce all'area oggetto di PUA una classe di **Pericolosità Geologica G3 (pericolosità elevata)**

Si fa presente comunque che nelle carte del PAI Arno (vedi fig. 4b) l'area in oggetto NON risulta tra quelle inserite in aree "pericolose" geologicamente.

### CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA – FIG. 5

Nella vigente cartografia PGRA l'area risulta ESCLUSA da rischi e pericolosità idrauliche stante la sua posizione morfologica collinare ed a tal proposito si conferma tale classificazione

### CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA – FIG. 6

Il vigente PSC attribuisce all'area di di PUA, **una classe di Pericolosità Sismica S1** sulla base dei risultati di questo studio si conferma tale classificazione

## 5. CRITERI GENERALI DI FATTIBILITA'

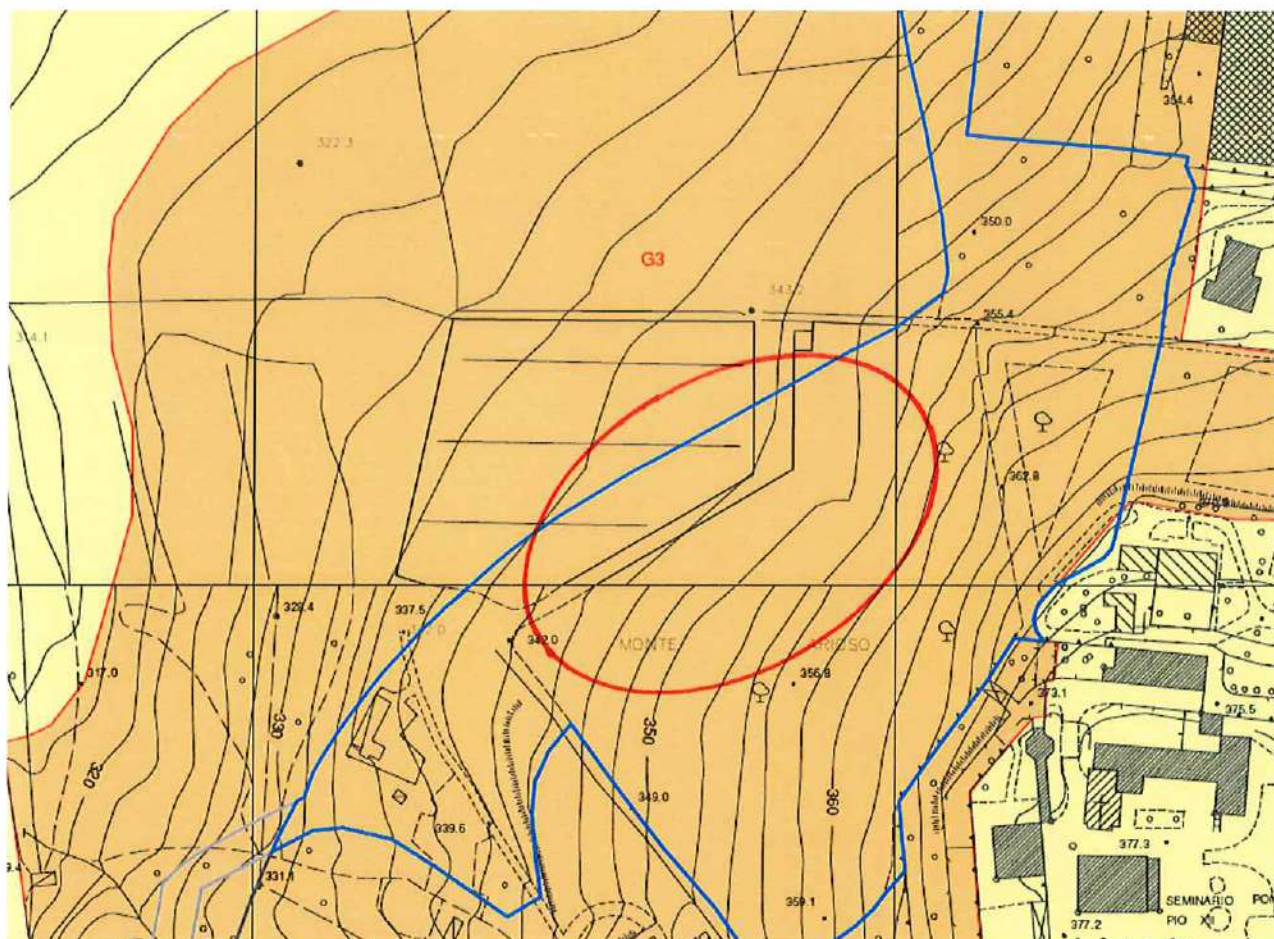
---

### **CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI**

Visto che l'area risulta inserita nel PSC in **CLASSE DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ELEVATA (G3)**, SEPPUR TALE CLASSIFICAZIONE NON TROVI RISCONTRO NELLE CARTOGRAFIE DEL PAI ARNO, si è ritenuto opportuno verificare l'effettiva condizione geologica dell'area, in questo

**FIG. 4 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DA PSC**

**Scala 1:2000**



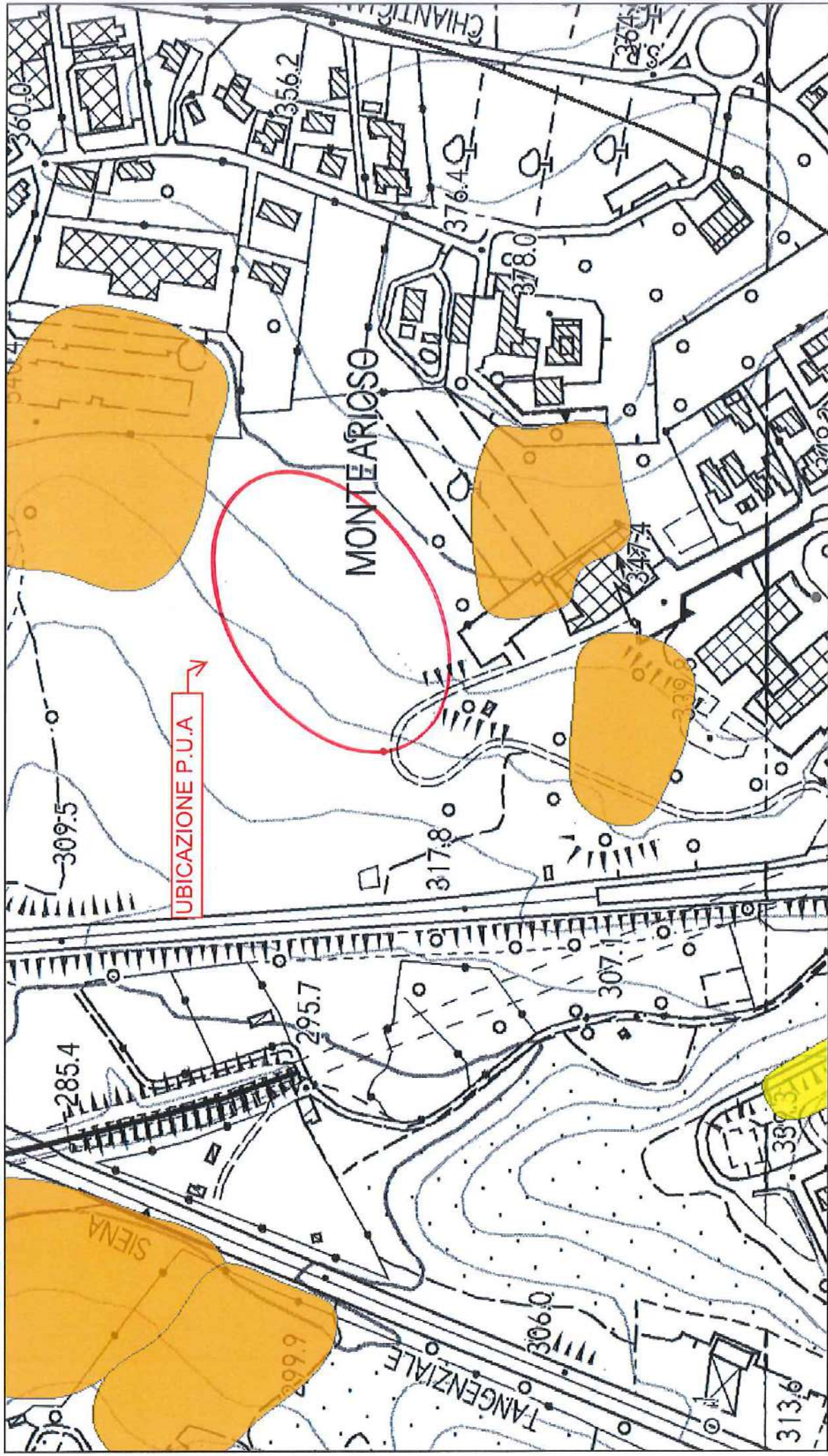
- G2** Pericolosità geomorfologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.
- G3** Pericolosità geomorfologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni erosivi.
- G4** Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di possibile influenza.

**IN ROSSO UBICAZIONE PUA**



Mappa PAI "Dissesti geomorfologici"

FIG. 4 BIS



9/3/2023, 15:19:29

- |  |  |
|--|--|
| pericolosità Arno                        | pericolosità media (propensione)         |
| P2 - pericolosità media                  | P2 - pericolosità media (propensione)    |
| P3a - pericolosità elevata (forme)       | P3a - pericolosità elevata (forme)       |
| P3b - pericolosità elevata (propensione) | P3b - pericolosità elevata (propensione) |
| P4 - pericolosità molto elevata          | P4 - pericolosità molto elevata          |
- 
- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| P4 - pericolosità molto elevata       | P2 - pericolosità media (propensione)    |
| UoM Arno                              | P3a - pericolosità elevata (forme)       |
| Pericolosità Liguria                  | P3b - pericolosità elevata (propensione) |
| P1 - pericolosità bassa (propensione) | P4 - pericolosità molto elevata          |

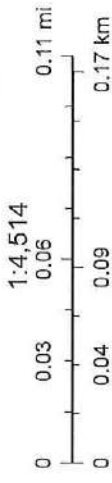
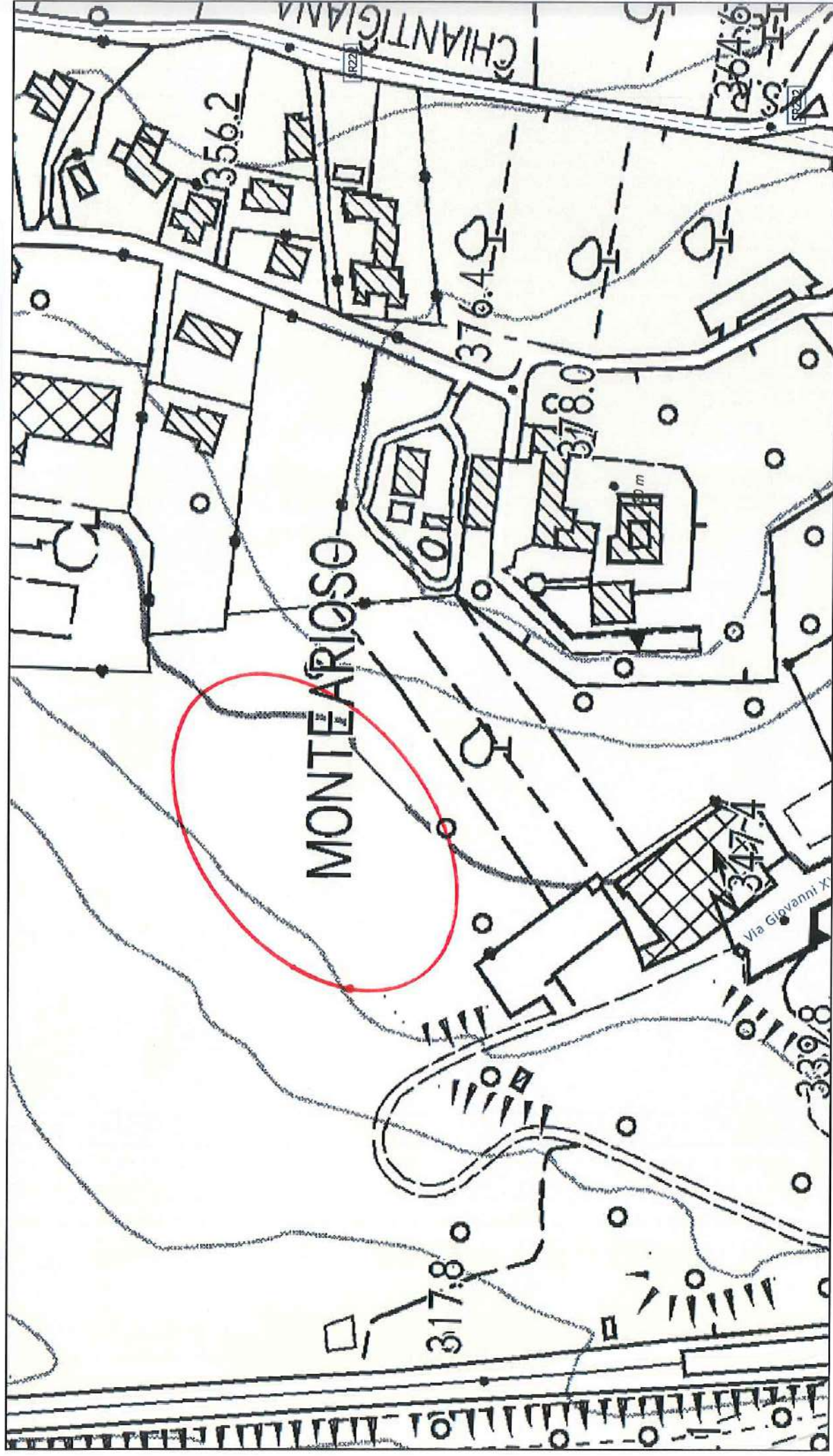




FIG. 5



27/3/2023, 11:12:09

CTR 1:10000 - II Edizione

CTR\_10K\_WGS84

— Reticolo\_principale P3

Pericolosità Dominio Fluviale Pericolosità Dominio Costiero

P1 P2 P3

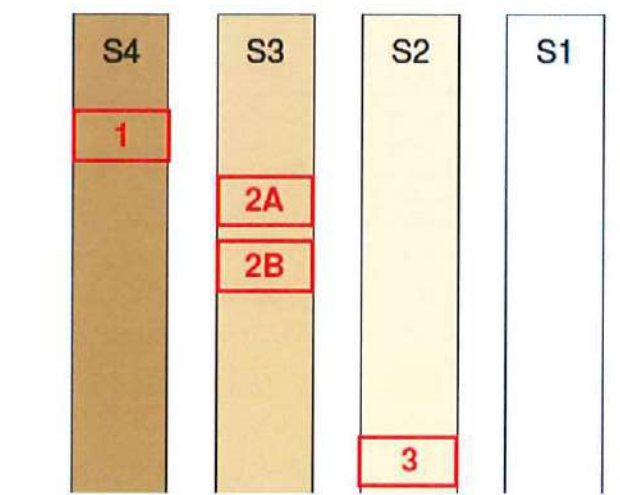
1:3,000 0 0.02 0.04 0.06 0.07 mi 0 0.03 0.06 0.11 km

Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale. Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NASA, CCIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NOAA, Gaedatasyelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap and the GIS user community, Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, AdB Distretto Appennino Settentrionale



**FIG. 6 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DA PSC**

**Scala 1:2000**



**IN ROSSO UBICAZIONE PUA**

senso si è fatto riferimento alle indagini di dettaglio eseguite

Dette indagini hanno mostrato un quadro geologico omogeneo, con terreni aventi da buone ad ottime caratteristiche geotecniche, con assenza di situazioni di rischio tali da indurre alla progettazione di interventi di messa in sicurezza.

Sono state inoltre eseguite delle verifiche di stabilità del pendio, in condizioni statiche e sismiche e con i sovraccarichi degli edifici, che hanno mostrato, in entrambi i casi, adeguati fattori di sicurezza con  $F_s > 2$  – Vedi Appendice 2

In tal senso si può affermare che quanto in progetto, non va a pregiudicare/aggravare le condizioni di stabilità, né nell'area in oggetto, né nelle aree adiacenti;

### **CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AL RISCHIO DI ALLUVIONI**

Nessun rischio idraulico

### **CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI**

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica locale bassa** (S1), non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

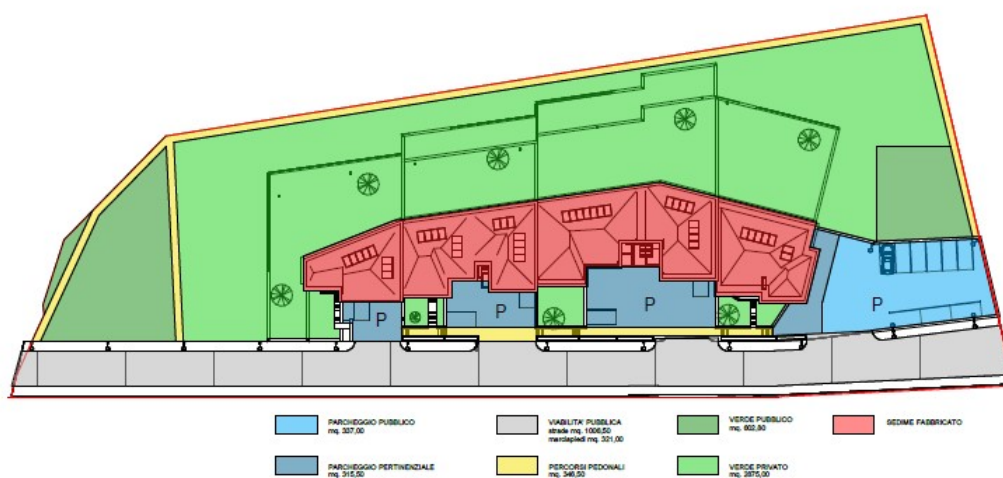
## **PRESCRIZIONI PER LA FASE ESECUTIVA**

Per quanto riguarda lo zoning urbanistico del PUA, si pongono le seguenti prescrizioni per la progettazione esecutiva e la stesura della relazione geologica a supporto della stessa:



## AREA DI EDIFICAZIONE

- I fabbricati in progetto dovranno poggiare le relative fondazioni **INTEGRALMENTE** sui terreni in posto delle Unità geotecniche sopraindicate, asportando ogni tipo di riporto e/o materiale alterato presente
- Le indagini geologiche e sismiche da eseguirsi su ogni lotto, dovranno essere redatte in conformità ai contenuti della DPGR 1r/2022



## VIABILITA' - PARCHEGGI – PERCORSI PEDONALI

- Dette opere dovranno prevedere i minimi movimenti terra possibili (sterri e/o riporti), da realizzarsi secondo le regole del buon costruire, fermo restando che ove siano necessarie opere d'arte di natura strutturale (Es. muri), gli stessi dovranno essere calcolati con il supporto di specifica relazione geologica.

## AREE A VERDE

- Non si ravvede la necessità di particolari prescrizioni geologico-tecniche

Si segnala infine che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento e che quindi non sarà necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo in riferimento alla porzione di territorio interessata, sia da un punto di vista geologico che idraulico che sismico

S.Rocco a Pilli 15-4-2023

**IL GEOLOGO**

A circular professional stamp of a geologist. The text inside the stamp includes "GEOLOGO", "PILLI", "M. MAROCCHESI", and "15/04/2023". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

# **APPENDICE 1**

**Documentazione fotografica sondaggi**

**Analisi di laboratorio**



# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1 - Sonda utilizzata



Foto 2 - S1 (da 0 a – 5 metri)



**Foto 3 - S1 (da -5 a – 10 metri)**



**Foto 4 - S2 (da 0 a – 5 metri)**





**Foto 5 - S2 (da -5 a – 10 metri)**



**Foto 6 - S3 (da 0 a – 5 metri)**



**Foto 7 - S3 (da -5 a – 10 metri)**







## TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.te : Dott. Massimo Marocchesi

Località : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)

Rapporto di prova n° : 29

del : 13/2/12

Sond.	2	2	3						
Camp.	1	2	1						
da -- a --	2,8-3,1	6,5-7,0	3,0-3,5						
$\gamma$	19,42	19,85	19,01						
w	19,5	22,6	22,6						
Gs	26,0	25,99	25,99						
Gd	16,25	16,19	15,51						
e	0,599	0,605	0,676						
Sr	86	99	89						
n	37	38	40						
A									
L									
S									
G									
AASHO									
USCS									
Wl									
Wp									
Ip									
Ic									
Wr									
k									
$\phi_r$									
cr									
$\phi'$	24	20	21						
c'	16,11	10,19	6,02						
w Opt									
$\gamma_d$ Opt									
cu (ELL)									
Ed									
0.25-0.5									
0.5-1.0									
1.0-2.0									
2.0-4.0									
4.0-8.0									
8.0-16.0									
16.0-32.0									
Cc									

\* valore non determinato sperimentalmente

Gs (kN/m³) = peso specifico dei grani - Gd (kN/m³) = densità secca -  $\gamma$  (kN/m³) = peso di volume

w (%) = umidità naturale - e = indice dei vuoti - Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità

A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia

Wl (%) = limite liquido - Wp (%) = limite plastico - Ip (%) = ind. di plasticità - Ic = ind. di consistenza

 $\phi$  (°) = angolo di attrito interno non drenato - cu (kPa) = coesione non drenata $\phi'$  (°) = angolo di attrito drenato - c' (kPa) = coesione drenata $\phi_r$  (°) = angolo di attrito interno residuo - cr (kPa) = coesione residua

cu (kPa) = sforzo a rottura prova ELL - k (m/sec) = coefficiente di permeabilità

Cc = indice di compressibilità - cv(i) = coefficiente di consolidazione



Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 Camp. : 1 2,8-3,1  
 V.A. : 29 del : 13/2/12 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 22

#### Caratteristiche fisiche

		gr/cm <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume naturale $\gamma$		1,981	19,4
Umidità naturale w (%)		19,5	
Peso specifico dei grani Gs		2,650	26,0
Densità secca Gd		1,657	16,2
indice dei vuoti e =		0,60	
Grado di saturazione Sr (%) =		86	
Porosità n % =		37	

Coeff. di permeabilità k (m/sec)		
----------------------------------	--	--

Parametri di resistenza al taglio

Taglio CD		$\phi'$ (°)	c' kg/cm <sup>2</sup>	c' kPa
		24	0,16	16,11

Parametri Residui		$\phi_r$ (°)	cr kg/cm <sup>2</sup>	cr kPa
Taglio CU		$\phi$ (°)	cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa

Prove triassiali

TX UU			cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa
TX CIU		$\phi$ (°)	c kg/cm <sup>2</sup>	c kPa
TX CID		$\phi'$ (°)	c' kg/cm <sup>2</sup>	c' kPa

Limiti di Atterberg	
Class. Casagrande =	
Limite Liquido WL % =	
Limite Plastico WP % =	
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR % =	

Granulometria	
% ghiaia	
% sabbia	
% limo	
% argilla	
CNR10006-AASHO	

Prova di compressione semplice ELL

cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa

Prove eseguite sul campione		
umidità naturale w	X	
peso volume $\gamma$	X	
peso specifico Gs	X	
limiti Atterberg LA	-	
granulometria Gr	-	
taglio diretto TD	X	
edometria ED	-	
permeabilità Pr	-	
proctor PT	-	
triassiale TX	-	
compressione ELL	-	

Prova di compressione edometrica					
Indice compressibilità Cc					
Pressione		cv	k	E	E
kPa		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	kPa
0 - 24,5					
24,5 - 49,0					
49,0 - 98,1					
98,1 - 196,1					
196,1 - 392,3					
392,3 - 784,5					
784,5 - 1569,1					
1569,1 - 3138,1					
Deformazione di rigonfiamento					
Indice di ricomprensione					
Indice di rigonfiamento					
Proctor Standard					
w% optimum					
$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup> optimum					

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 Camp. : 1 2,8-3,1  
 V.A. : 29 del : 13/2/12 Qualità campione (AGI 1977) Q5

*Apertura e descrizione del campione (ASTM 2488-AGI 1977) :*  
 Argilla molto compatta con tarce torbose con venature turchine

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 22

Lunghezza campione cm.	Prove da eseguire	PP kg/cm <sup>2</sup>	VT kg/cm <sup>2</sup>
0		>6	
10	Cd	>6	
20			
30			
40			
50			
60			
70			

Munsell Soil Color Charts:

2,5Y 6/4 marrone oliva chiaro





Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 da.....m.: 2,8-3,1  
 Camp. : 1 Cert. n° : 184 del : 13/2/12  
 V.A. 29 Qualità Campione (AGI 1977 Q5

Munsell Soil Color Charts: 2,5Y 6/4 marrone oliva chiaro

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 22

Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)

Peso fustella + terra (gr)	216,6	208,7	209,74
Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	72	72	72
Peso di volume $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	19,76	18,83	19,68

<b>Valore medio kN/m<sup>3</sup></b>	<b>19,42</b>
--------------------------------------	--------------

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 da.....m.: 2,8-3,1  
 Camp. : 1 Cert. n° : 185 del : 13/2/12  
 V.A. 29 Qualità Campione (AGI 1977 Q5

Munsell Soil Color Charts: 2,5Y 6/4 marrone oliva chiaro

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 22

Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)

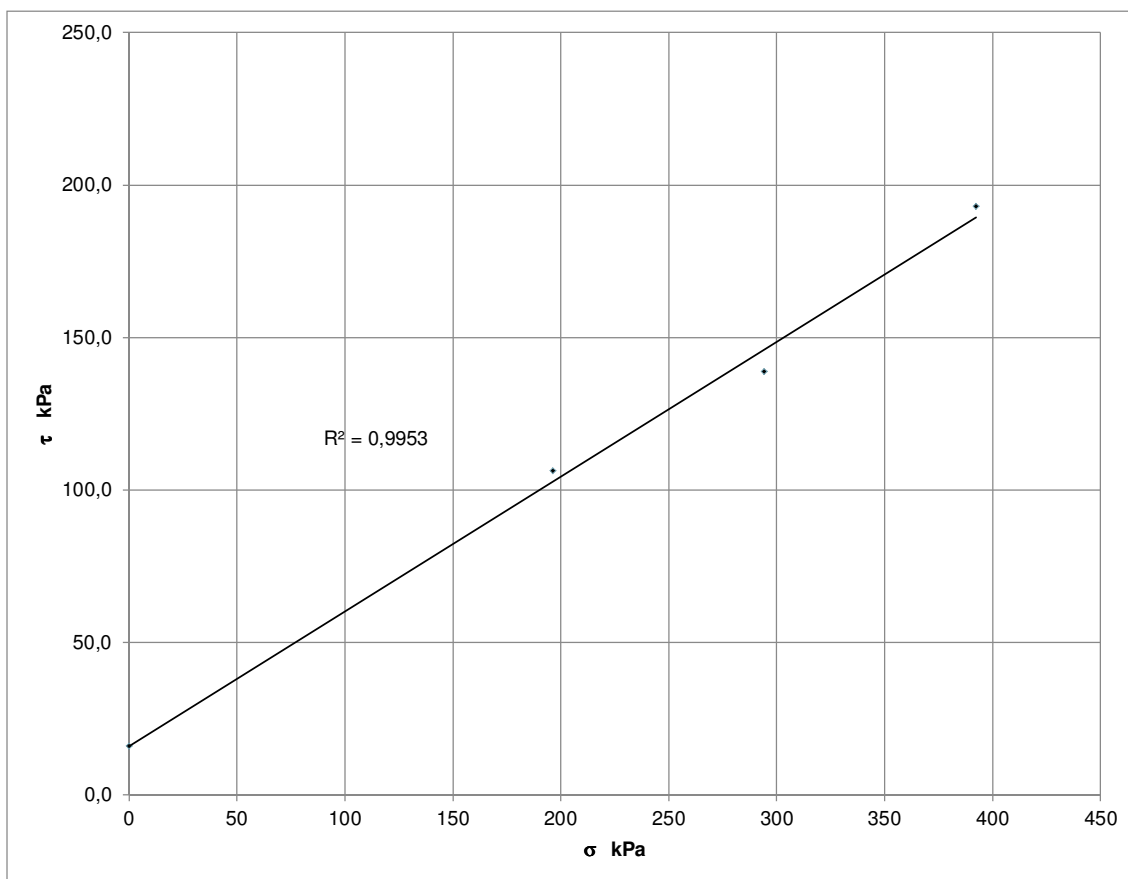
Peso recipiente (gr)	9,55	9,87
Recipiente + campione umido (gr)	419,53	514,45
Recipiente + campione secco (gr)	352,53	431,97
umidità w (%)	19,5	19,5

<b>Valore medio w %</b>	<b>19,5</b>
-------------------------	-------------



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marocchesi  
Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
Sond. : 2 da 2,8-3,1  
Camp. : 1 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Coesione  $c'$  16,1 kPa

Angolo d'attrito  $\phi'$  23,8 °

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi

Cantiere : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)

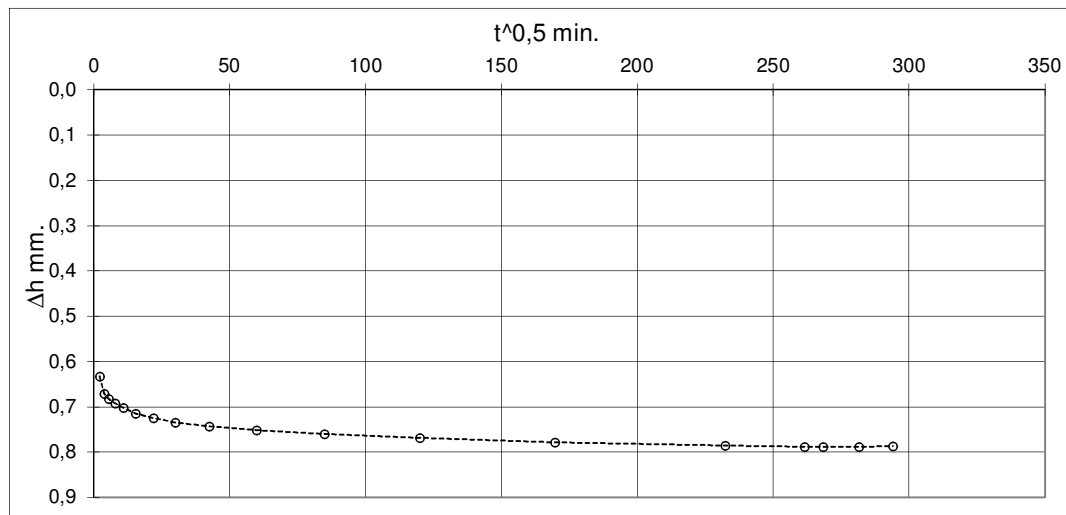
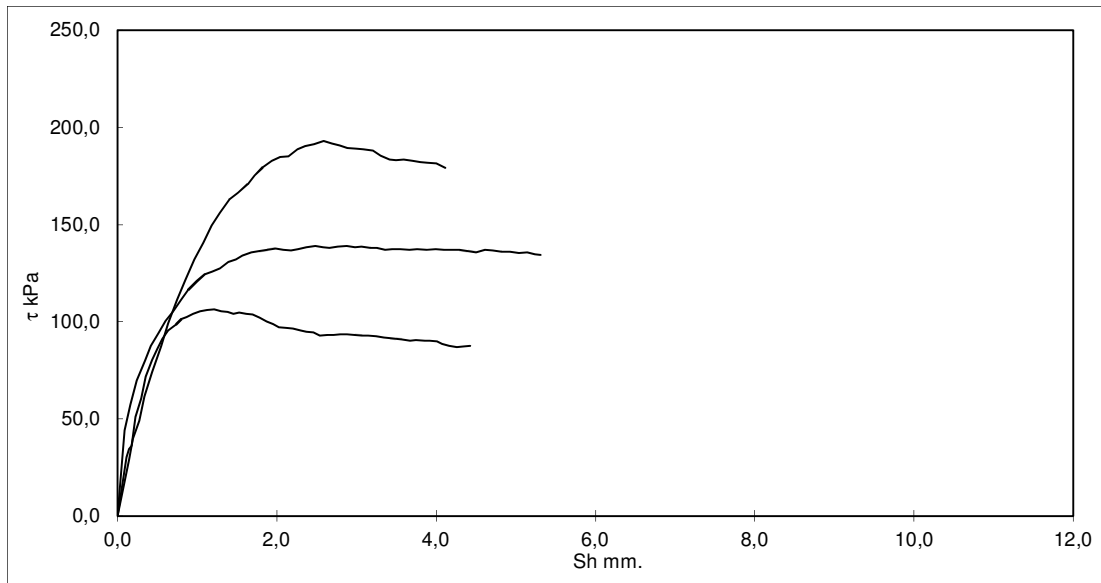
Sond. : 2 da 2,8-3,1 Cert. n° 186 del 13/02/12

Camp. : 1 V.A. 29 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
0,1	0,0	4,2	87,5	0,0	0,0	5,1	135,8	0,1	0,0		
0,1	30,3	4,3	86,9	0,1	44,2	5,2	134,7	0,2	29,2		
0,2	34,7	4,3	87,2	0,2	57,5	5,3	134,4	0,2	39,7		
0,2	36,4	4,4	87,5	0,2	70,0			0,3	49,2		
0,2	51,1			0,3	80,0			0,3	61,7		
0,3	60,6			0,4	87,5			0,4	74,2		
0,4	71,7			0,5	94,2			0,5	87,2		
0,4	80,3			0,6	100,6			0,6	99,2		
0,5	85,8			0,7	105,3			0,8	111,4		
0,6	91,4			0,8	111,7			0,9	121,7		
0,6	95,6			0,9	116,4			1,0	132,2		
0,7	98,6			1,0	120,8			1,1	140,8		
0,8	101,4			1,1	124,4			1,2	149,4		
0,9	102,5			1,2	125,8			1,3	156,1		
1,0	104,2			1,3	127,5			1,4	163,1		
1,0	105,6			1,4	130,8			1,5	166,4		
1,1	106,1			1,5	132,2			1,6	171,1		
1,2	106,4			1,6	134,2			1,7	175,3		
1,3	105,3			1,7	135,8			1,8	179,4		
1,4	105,0			1,8	136,4			1,9	182,8		
1,5	104,2			1,9	136,9			2,0	184,7		
1,5	104,7			2,0	137,8			2,1	185,3		
1,6	104,2			2,1	136,9			2,3	188,6		
1,7	103,9			2,2	136,7			2,4	190,6		
1,8	102,2			2,3	137,2			2,5	191,4		
1,9	100,3			2,4	138,3			2,6	193,1		
2,0	98,9			2,5	138,9			2,7	191,7		
2,0	97,2			2,6	138,3			2,8	190,8		
2,1	96,9			2,7	138,1			2,9	189,4		
2,2	96,4			2,8	138,6			3,0	189,2		
2,3	95,6			2,9	138,9			3,1	188,6		
2,4	95,0			3,0	138,3			3,2	188,1		
2,5	94,4			3,1	138,6			3,3	185,6		
2,5	93,1			3,2	138,1			3,4	183,6		
2,6	93,3			3,3	138,1			3,5	183,1		
2,7	93,3			3,4	136,9			3,6	183,6		
2,8	93,6			3,4	137,5			3,7	182,8		
2,9	93,6			3,6	137,2			3,8	182,2		
3,0	93,3			3,7	136,9			3,9	181,9		
3,1	92,8			3,8	137,2			4,0	181,4		
3,1	92,8			3,9	136,9			4,1	179,2		
3,2	92,5			4,0	137,2						
3,3	91,9			4,1	136,9						
3,4	91,7			4,2	136,9						
3,5	91,4			4,3	136,9						
3,6	90,8			4,4	136,4						
3,7	90,3			4,5	135,8						
3,7	90,6			4,6	136,9						
3,9	90,3			4,7	136,7						
3,9	90,3			4,8	136,1						
4,0	90,0			4,9	136,1						
4,1	88,6			5,0	135,3						

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 da 2,8-3,1 Cert. n° 186 del : 13/2/12  
 Camp. : 1 V.A. 29 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Velocità def. mm/min.	0,005	Altezza (mm)	20	Lato (mm)	60
Sezione provini (cm³)	36,00	Umidità iniziale %	19,0		

PROVINO	1	2	3
Abbassamento consolidazione ΔH mm	0,79	1,10	1,91
Abbassamento a rottura ΔrH mm	0,12	0,15	0,26
γ umido (kN/m³)	15,00	15,00	15,00
γ secco (kN/m³)	16,53	15,75	16,46
Umidità finale (%)	24,6	24,9	25,2
Tensione verticale σ kPa	196,1	294,2	392,3
Sforzo a rottura kPa	106,39	138,89	193,05



Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 Camp. : 2 6,5-7,0  
 V.A. : 29 del : 13/2/12 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 43

#### Caratteristiche fisiche

		gr/cm <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume naturale $\gamma$		2,024	19,8
Umidità naturale w (%)		22,6	
Peso specifico dei grani Gs		2,650	26,0
Densità secca Gd		1,651	16,2
indice dei vuoti e =		0,60	
Grado di saturazione Sr (%) =		99	
Porosità n % =		38	

Coeff. di permeabilità k (m/sec)		
----------------------------------	--	--

Parametri di resistenza al taglio

Taglio CD		$\phi'$ (°)	c' kg/cm <sup>2</sup>	c' kPa
		20	0,10	10,19

Parametri Residui		$\phi_r$ (°)	cr kg/cm <sup>2</sup>	cr kPa
Taglio CU		$\phi$ (°)	cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa

Prove triassiali

TX UU			cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa
TX CIU		$\phi$ (°)	c kg/cm <sup>2</sup>	c kPa
TX CID		$\phi'$ (°)	c' kg/cm <sup>2</sup>	c' kPa

Limiti di Atterberg	
Class. Casagrande =	
Limite Liquido WL % =	
Limite Plastico WP % =	
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR % =	

Granulometria	
% ghiaia	
% sabbia	
% limo	
% argilla	
CNR10006-AASHO	

Prova di compressione semplice ELL

cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa

Prove eseguite sul campione		
umidità naturale w	X	
peso volume $\gamma$	X	
peso specifico Gs	X	
limiti Atterberg LA	-	
granulometria Gr	-	
taglio diretto TD	X	
edometria ED	-	
permeabilità Pr	-	
proctor PT	-	
triassiale TX	-	
compressione ELL	-	

Prova di compressione edometrica					
Indice compressibilità Cc					
Pressione		cv	k	E	E
kPa		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	kPa
0 - 24,5					
24,5 - 49,0					
49,0 - 98,1					
98,1 - 196,1					
196,1 - 392,3					
392,3 - 784,5					
784,5 - 1569,1					
1569,1 - 3138,1					

Deformazione di rigonfiamento

Indice di ricomprensione

Indice di rigonfiamento

Proctor Standard

w% optimum

$\gamma_d$  kN/m<sup>3</sup> optimum

Committente : Dott. Massimo Marocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 Camp. : 2 6,5-7,0  
 V.A. : 29 del : 13/2/12 Qualità campione (AGI 1977) Q5

*Apertura e descrizione del campione (ASTM 2488-AGI 1977) :*  
 Argilla compatta con tarce torbose e striature verdastre

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 43

Lunghezza campione cm.	Prove da eseguire	PP kg/cm <sup>2</sup>	VT kg/cm <sup>2</sup>
0		4,10	
10		4,40	
20	Cd	3,20	
30		3,30	
40			
50			
60			
70			

Munsell Soil Color Charts:

5Y 5/1 grigio



Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 da.....m.: 6,5-7,0  
 Camp. : 2 Cert. n° : 187 del : 13/2/12  
 V.A. 29 Qualità Campione (AGI 1977 Q5

Munsell Soil Color Charts: 5Y 5/1 grigio

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 43

Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)

Peso fustella + terra (gr)	214,57	209,9	218,23
Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	72	72	72
Peso di volume $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	19,72	19,70	20,12

<b>Valore medio kN/m<sup>3</sup></b>	<b>19,85</b>
--------------------------------------	--------------



Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 da.....m.: 6,5-7,0  
 Camp. : 2 Cert. n° : 188 del : 13/2/12  
 V.A. 29 Qualità Campione (AGI 1977 Q5

Munsell Soil Color Charts: 5Y 5/1 grigio

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 43

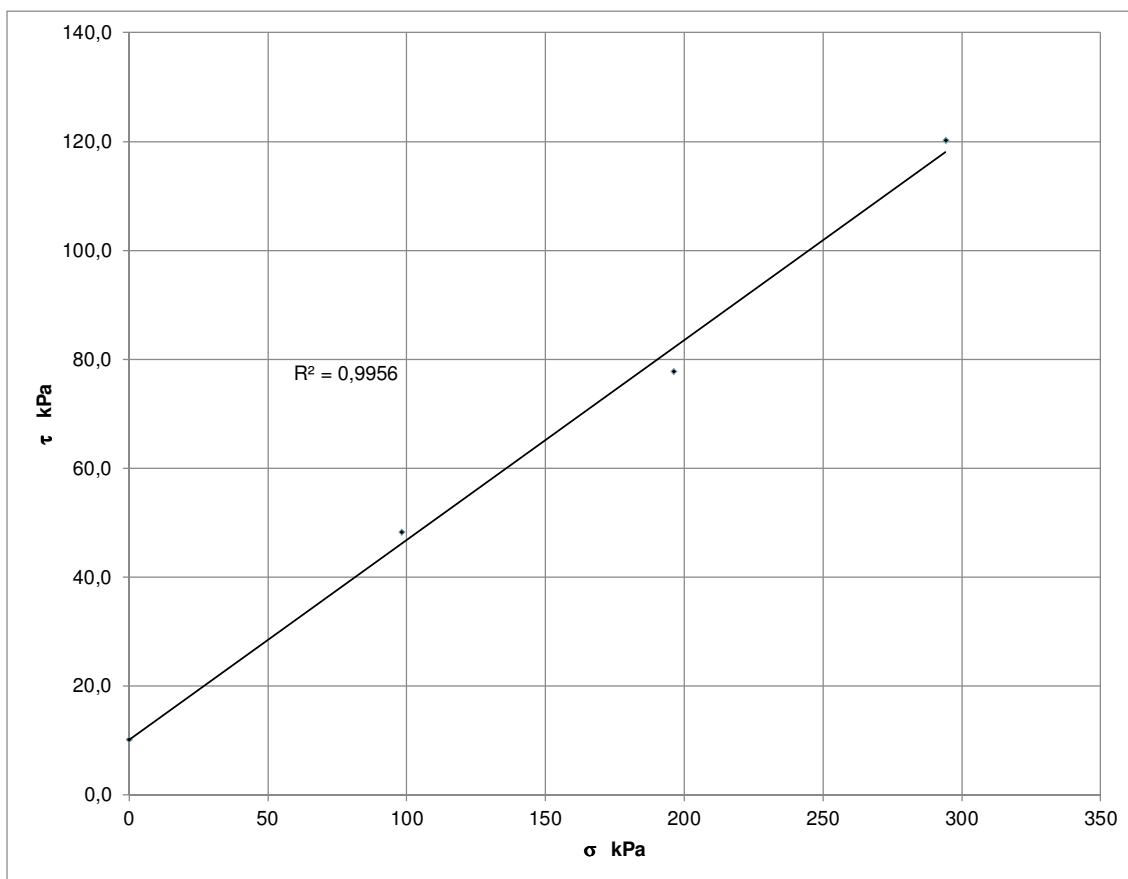
Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)

Peso recipiente (gr)	9,42	5,72
Recipiente + campione umido (gr)	385,89	284,78
Recipiente + campione secco (gr)	316,4	233,51
umidità w (%)	22,6	22,5

<b>Valore medio w %</b>	<b>22,6</b>
-------------------------	-------------

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marocchesi  
Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
Sond. : 2 da 6,5-7,0  
Camp. : 2 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Coesione  $c'$  10,2 kPa

Angolo d'attrito  $\phi'$  20,1 °

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi

Cantiere : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)

Sond. : 2 da 6,5-7,0 Cert. n° 189 del 13/02/12

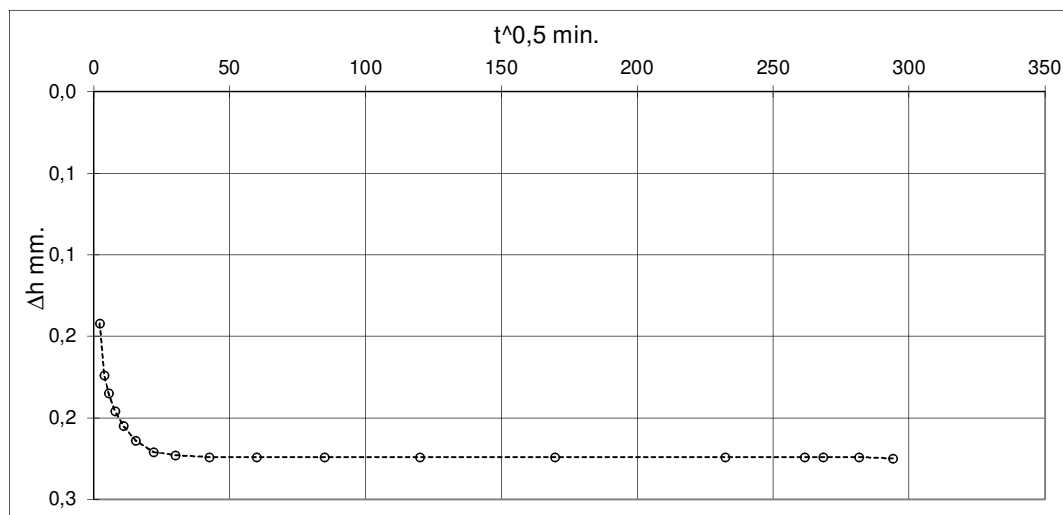
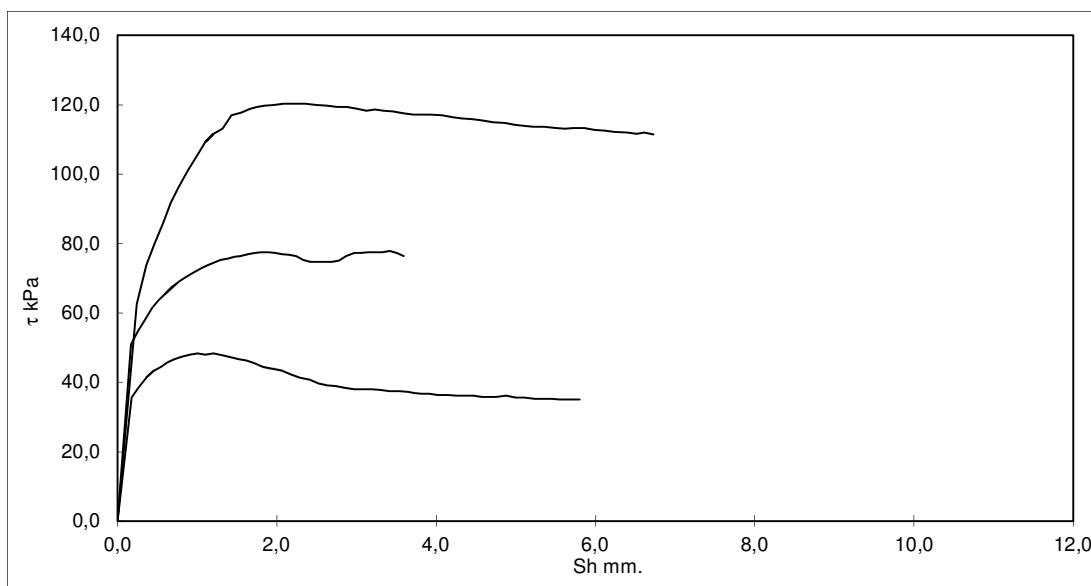
Camp. : 2 V.A. 29 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
0,1	0,0	5,6	35,0	0,1	0,0			0,1	0,0	6,4	111,9
0,2	35,6	5,7	35,0	0,2	50,8			0,2	62,5	6,5	111,7
0,3	38,6	5,8	35,0	0,3	54,7			0,4	73,9	6,6	111,9
0,4	41,4			0,3	57,8			0,5	80,0	6,7	111,4
0,5	43,3			0,4	61,4			0,6	85,8		
0,5	44,4			0,5	63,6			0,7	91,7		
0,6	45,8			0,6	65,6			0,8	96,1		
0,7	46,7			0,7	67,5			0,9	101,1		
0,8	47,5			0,8	69,2			1,0	105,0		
0,9	48,1			0,9	70,6			1,1	109,2		
1,0	48,3			1,0	71,7			1,2	111,7		
1,1	48,1			1,0	72,8			1,3	113,1		
1,2	48,3			1,1	73,6			1,4	116,9		
1,3	47,8			1,2	74,4			1,6	117,8		
1,4	47,2			1,3	75,3			1,7	118,9		
1,5	46,7			1,4	75,6			1,8	119,4		
1,6	46,4			1,5	76,1			1,8	119,7		
1,7	45,6			1,5	76,4			2,0	120,0		
1,8	44,4			1,6	76,9			2,1	120,3		
1,9	43,9			1,7	77,2			2,2	120,3		
2,1	43,3			1,8	77,5			2,4	120,3		
2,2	42,2			1,9	77,5			2,5	120,0		
2,3	41,4			2,0	77,2			2,6	119,7		
2,4	40,8			2,1	76,9			2,8	119,4		
2,5	39,7			2,2	76,7			2,9	119,4		
2,6	39,2			2,2	76,4			3,0	118,9		
2,7	38,9			2,3	75,3			3,1	118,3		
2,9	38,3			2,4	74,7			3,2	118,6		
3,0	38,1			2,5	74,7			3,3	118,3		
3,1	38,1			2,6	74,7			3,5	118,1		
3,2	38,1			2,7	74,7			3,6	117,5		
3,3	37,8			2,8	75,0			3,7	117,2		
3,4	37,5			2,9	76,4			3,8	117,2		
3,5	37,5			3,0	77,2			3,9	117,2		
3,6	37,2			3,1	77,2			4,1	116,9		
3,7	36,9			3,1	77,5			4,2	116,4		
3,8	36,7			3,2	77,5			4,3	116,1		
3,9	36,7			3,3	77,5			4,4	115,8		
4,0	36,4			3,4	77,8			4,6	115,6		
4,1	36,4			3,5	77,2			4,7	115,0		
4,3	36,1			3,6	76,4			4,9	114,7		
4,4	36,1							5,0	114,2		
4,5	36,1							5,1	113,9		
4,6	35,8							5,2	113,6		
4,7	35,8							5,4	113,6		
4,8	35,8							5,5	113,3		
4,9	36,1							5,6	113,1		
5,0	35,6							5,7	113,3		
5,1	35,6							5,9	113,3		
5,2	35,3							6,0	112,8		
5,4	35,3							6,1	112,5		
5,5	35,3							6,2	112,2		



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 2 da 6,5-7,0 Cert. n° 189 del : 13/2/12  
 Camp. : 2 V.A. 29 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Velocità def. mm/min.	0,005	Altezza (mm)	20	Lato (mm)	60
Sezione provini (cm³)	36,00	Umidità iniziale %	19,0		

PROVINO	1	2	3
Abbassamento consolidazione ΔH mm	0,22	1,85	1,50
Abbassamento a rottura ΔrH mm	-0,02	0,15	0,33
γ umido (kN/m³)	15,00	15,00	15,00
γ secco (kN/m³)	16,09	16,07	16,42
Umidità finale (%)	25,8	24,6	23,8
Tensione verticale σ kPa	98,1	196,1	294,2
Sforzo a rottura kPa	48,33	77,78	120,28

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 3 Camp. : 1 3,0-3,5  
 V.A. : 29 del : 13/2/12 Qualità campione (AGI 1977) Q5  
  
 Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 31

#### Caratteristiche fisiche

		gr/cm <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume naturale $\gamma$		1,938	19,0
Umidità naturale w (%)		22,6	
Peso specifico dei grani Gs		2,650	26,0
Densità secca Gd		1,581	15,5
indice dei vuoti e =		0,68	
Grado di saturazione Sr (%) =		89	
Porosità n % =		40	

Coeff. di permeabilità k (m/sec)		
----------------------------------	--	--

Parametri di resistenza al taglio

Taglio CD		$\phi'$ (°)	c' kg/cm <sup>2</sup>	c' kPa
		21	0,06	6,02

Parametri Residui		$\phi_r$ (°)	cr kg/cm <sup>2</sup>	cr kPa
Taglio CU		$\phi$ (°)	cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa

Prove triassiali

TX UU			cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa
TX CIU		$\phi$ (°)	c kg/cm <sup>2</sup>	c kPa
TX CID		$\phi'$ (°)	c' kg/cm <sup>2</sup>	c' kPa

Limiti di Atterberg	
Class. Casagrande =	
Limite Liquido WL % =	
Limite Plastico WP % =	
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR % =	

Granulometria	
% ghiaia	
% sabbia	
% limo	
% argilla	
CNR10006-AASHO	

Prova di compressione semplice ELL

cu kg/cm <sup>2</sup>	cu kPa

Prove eseguite sul campione		
umidità naturale w	X	
peso volume $\gamma$	X	
peso specifico Gs	X	
limiti Atterberg LA	-	
granulometria Gr	-	
taglio diretto TD	X	
edometria ED	-	
permeabilità Pr	-	
proctor PT	-	
triassiale TX	-	
compressione ELL	-	

Prova di compressione edometrica					
Indice compressibilità Cc					
Pressione		cv	k	E	E
kPa		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	kPa
0 - 24,5					
24,5 - 49,0					
49,0 - 98,1					
98,1 - 196,1					
196,1 - 392,3					
392,3 - 784,5					
784,5 - 1569,1					
1569,1 - 3138,1					
Deformazione di rigonfiamento					
Indice di ricomprensione					
Indice di rigonfiamento					
Proctor Standard					
w% optimum					
$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup> optimum					

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 3 Camp. : 1 3,0-3,5  
 V.A. : 29 del : 13/2/12 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Apertura e descrizione del campione (ASTM 2488-AGI 1977) :  
 Argilla limosa di media consistenza

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 31

Lunghezza campione cm.	Prove da eseguire	PP kg/cm <sup>2</sup>	VT kg/cm <sup>2</sup>
0		4,10	
10		4,40	
20	Cd	3,20	
30		3,30	
40			
50			
60			
70			

Munsell Soil Color Charts:

2,5Y 6/4 marrone giallastro chiaro





Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 3 da.....m.: 3,0-3,5  
 Camp. : 1 Cert. n° : 187 del : 13/2/12  
 V.A. 29 Qualità Campione (AGI 1977 Q5

Munsell Soil Color Charts: 2,5Y 6/4 marrone giallastro chiaro

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 31

Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)

Peso fustella + terra (gr)	178,2	179,27	179,94
Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	70,27	70,27	70,27
Peso di volume $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	18,88	19,03	19,12

<b>Valore medio kN/m<sup>3</sup></b>	<b>19,01</b>
--------------------------------------	--------------

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 3 da.....m.: 3,0-3,5  
 Camp. : 1 Cert. n° : 188 del : 13/2/12  
 V.A. 29 Qualità Campione (AGI 1977 Q5

Munsell Soil Color Charts: 2,5Y 6/4 marrone giallastro chiaro

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 31

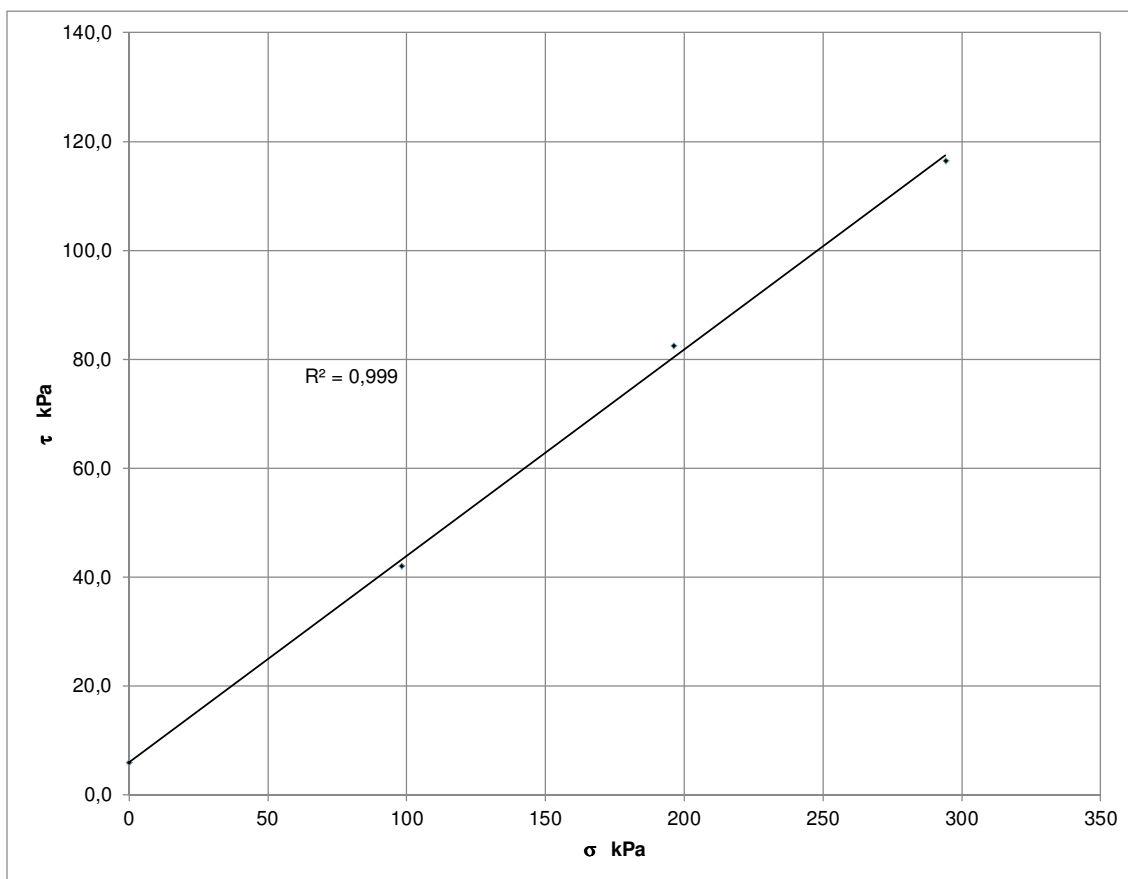
Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)

Peso recipiente (gr)	9,42	5,72
Recipiente + campione umido (gr)	385,89	284,78
Recipiente + campione secco (gr)	316,4	233,51
umidità w (%)	22,6	22,5

<b>Valore medio w %</b>	<b>22,6</b>
-------------------------	-------------

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marocchesi  
Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
Sond. : 3 da 3,0-3,5  
Camp. : 1 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Coesione  $c'$  6,0 kPa

Angolo d'attrito  $\phi'$  20,8 °

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marrocchesi

Cantiere : Loc. Montaroso - Monteriggioni (SI)

Sond. : 3 da 3,0-3,5 Cert. n° 189 del 13/02/12

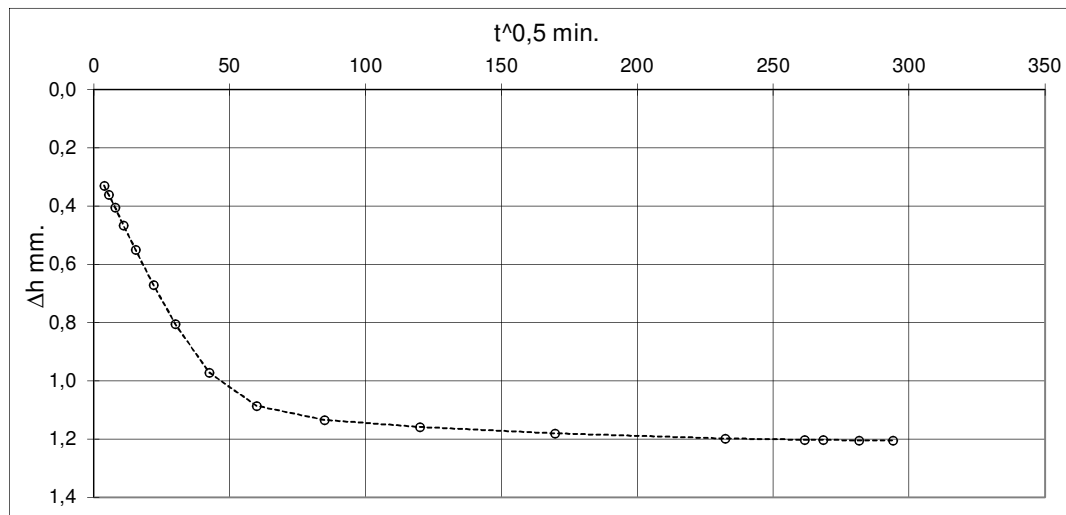
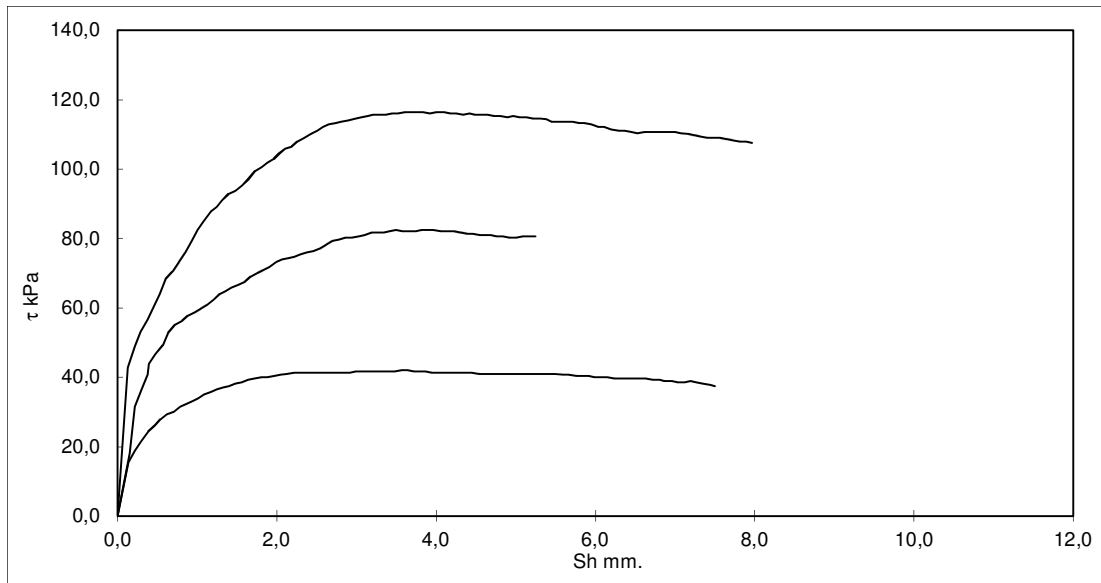
Camp. : 1 V.A. 29 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$	Sh	$\tau$
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
0,1	0,0	4,2	41,4	0,1	4,1	82,1	0,1	0,0	4,2	116,1	
0,1	15,6	4,3	41,4	0,2	18,0	4,2	82,1	0,1	42,8	4,3	116,1
0,2	18,8	4,4	41,4	0,2	31,5	4,3	81,7	0,2	48,8	4,3	115,7
0,3	21,6	4,4	41,4	0,3	36,8	4,4	81,4	0,3	53,1	4,4	116,1
0,4	24,4	4,5	41,0	0,4	40,7	4,5	81,4	0,4	56,6	4,5	115,7
0,5	26,2	4,6	41,0	0,4	43,9	4,5	81,0	0,5	60,2	4,6	115,7
0,5	28,0	4,7	41,0	0,5	46,7	4,6	81,0	0,5	64,0	4,6	115,7
0,6	29,4	4,8	41,0	0,6	49,2	4,7	81,0	0,6	68,3	4,7	115,4
0,7	30,1	4,9	41,0	0,6	52,7	4,8	80,7	0,7	70,4	4,8	115,4
0,8	31,5	4,9	41,0	0,7	55,2	4,8	80,7	0,8	73,2	4,9	115,0
0,9	32,2	5,0	41,0	0,8	56,3	4,9	80,3	0,9	76,1	5,0	115,4
0,9	33,3	5,1	41,0	0,9	57,7	5,0	80,3	0,9	79,3	5,1	115,0
1,0	34,0	5,2	41,0	1,0	58,7	5,1	80,7	1,0	82,4	5,1	115,0
1,1	35,0	5,0	41,0	1,0	59,8	4,9	80,3	1,1	84,9	5,0	115,4
1,2	35,7	5,1	41,0	1,1	60,9	5,0	80,3	1,2	87,8	5,1	115,0
1,2	36,4	5,2	41,0	1,2	62,3	5,1	80,7	1,2	89,2	5,1	115,0
1,3	37,2	5,2	41,0	1,3	64,0	5,2	80,7	1,3	90,9	5,2	114,6
1,4	37,5	5,3	41,0	1,4	64,8	5,3	80,7	1,4	92,7	5,3	114,6
1,5	38,2	5,4	41,0	1,4	65,8			1,5	93,8	5,4	114,3
1,6	38,6	5,5	41,0	1,5	66,5			1,6	95,2	5,5	113,6
1,6	39,3	5,6	40,7	1,6	67,6			1,6	97,0	5,5	113,6
1,7	39,6	5,7	40,7	1,7	69,0			1,7	99,4	5,6	113,6
1,8	40,0	5,8	40,3	1,8	70,1			1,8	100,5	5,7	113,6
1,9	40,0	5,8	40,3	1,8	70,8			1,9	101,9	5,8	113,2
2,0	40,3	5,9	40,3	1,9	71,8			2,0	103,0	5,9	113,2
2,1	40,7	6,0	40,0	2,0	73,2			2,0	104,4	5,9	112,9
2,1	41,0	6,1	40,0	2,1	74,0			2,1	105,8	6,0	112,2
2,2	41,4	6,2	40,0	2,1	74,3			2,2	106,5	6,1	112,2
2,3	41,4	6,2	39,6	2,2	74,7			2,3	107,9	6,2	111,5
2,4	41,4	6,3	39,6	2,3	75,4			2,3	109,0	6,3	111,1
2,4	41,4	6,4	39,6	2,4	76,1			2,4	110,0	6,4	111,1
2,5	41,4	6,5	39,6	2,5	76,4			2,5	111,1	6,5	110,8
2,6	41,4	6,5	39,6	2,5	77,1			2,6	112,2	6,5	110,4
2,7	41,4	6,6	39,6	2,6	78,2			2,6	112,9	6,6	110,8
2,8	41,4	6,7	39,3	2,7	79,3			2,7	113,2	6,7	110,8
2,8	41,4	6,8	39,3	2,8	79,6			2,8	113,6	6,7	110,8
2,9	41,4	6,9	38,9	2,9	80,3			2,9	113,9	6,9	110,8
3,0	41,8	7,0	38,9	2,9	80,3			3,0	114,6	6,9	110,8
3,1	41,8	7,0	38,6	3,0	80,7			3,1	115,0	7,0	110,8
3,1	41,8	7,1	38,6	3,1	81,0			3,1	115,4	7,1	110,4
3,2	41,8	7,2	38,9	3,2	81,7			3,2	115,7	7,2	110,0
3,3	41,8	7,3	38,6	3,3	81,7			3,3	115,7	7,2	109,7
3,4	41,8	7,3	38,2	3,3	81,7			3,4	115,7	7,3	109,3
3,5	41,8	7,4	37,9	3,4	82,1			3,4	116,1	7,4	109,0
3,6	42,1	7,5	37,5	3,5	82,4			3,5	116,1	7,5	109,0
3,6	42,1			3,6	82,1			3,6	116,4	7,6	109,0
3,7	41,8			3,7	82,1			3,7	116,4	7,6	108,6
3,8	41,8			3,7	82,1			3,8	116,4	7,7	108,3
3,9	41,8			3,8	82,4			3,8	116,4	7,8	107,9
3,9	41,4			3,9	82,4			3,9	116,1	7,9	107,9
4,0	41,4			4,0	82,4			4,0	116,4	8,0	107,6
4,1	41,4			4,1	82,1			4,1	116,4		



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente : Dott. Massimo Marocchesi  
 Cantiere : Loc. Montarioso - Monteriggioni (SI)  
 Sond. : 3 da 3,0-3,5 Cert. n° 189 del : 13/2/12  
 Camp. : 1 V.A. 29 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Velocità def. mm/min.	0,005	Altezza (mm)	20	Diametro (mm)	60
Sezione provini (cm <sup>3</sup> )	28,26	Umidità iniziale %	19,0		

PROVINO	1	2	3
Abbassamento consolidazione $\Delta H$ mm	0,66	1,20	1,68
Abbassamento a rottura $\Delta rH$ mm	0,31	0,53	0,79
$\gamma$ umido (kN/m <sup>3</sup> )	15,00	15,00	15,00
$\gamma$ secco (kN/m <sup>3</sup> )	15,40	15,52	15,60
Umidità finale (%)	31,0	27,4	27,8
Tensione verticale $\sigma$ kPa	98,1	196,1	294,2
Sforzo a rottura kPa	42,11	82,45	116,42

## **APPENDICE 2**

**Verifiche stabilita' pendio**

## VERIFICA STABILITA' PENDIO - CONDIZIONI STATICHE

Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,11 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,02 m
Ascissa vertice destro superiore xs	64,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	29,67 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	
1	0.05		21	1900	2000	LIMO SABBIOSO	
2	0.15		22	2000	2100	LIMO ARGILLOSO	
3	0.10		20	2000	2100	ARGILLA LIMOSA	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	30	15	45	17,53846	1,3

### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>2,14</b>
Ascissa centro superficie	31,93 m
Ordinata centro superficie	27,38 m
Raggio superficie	12,76 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliente applicate sulle facce laterali.

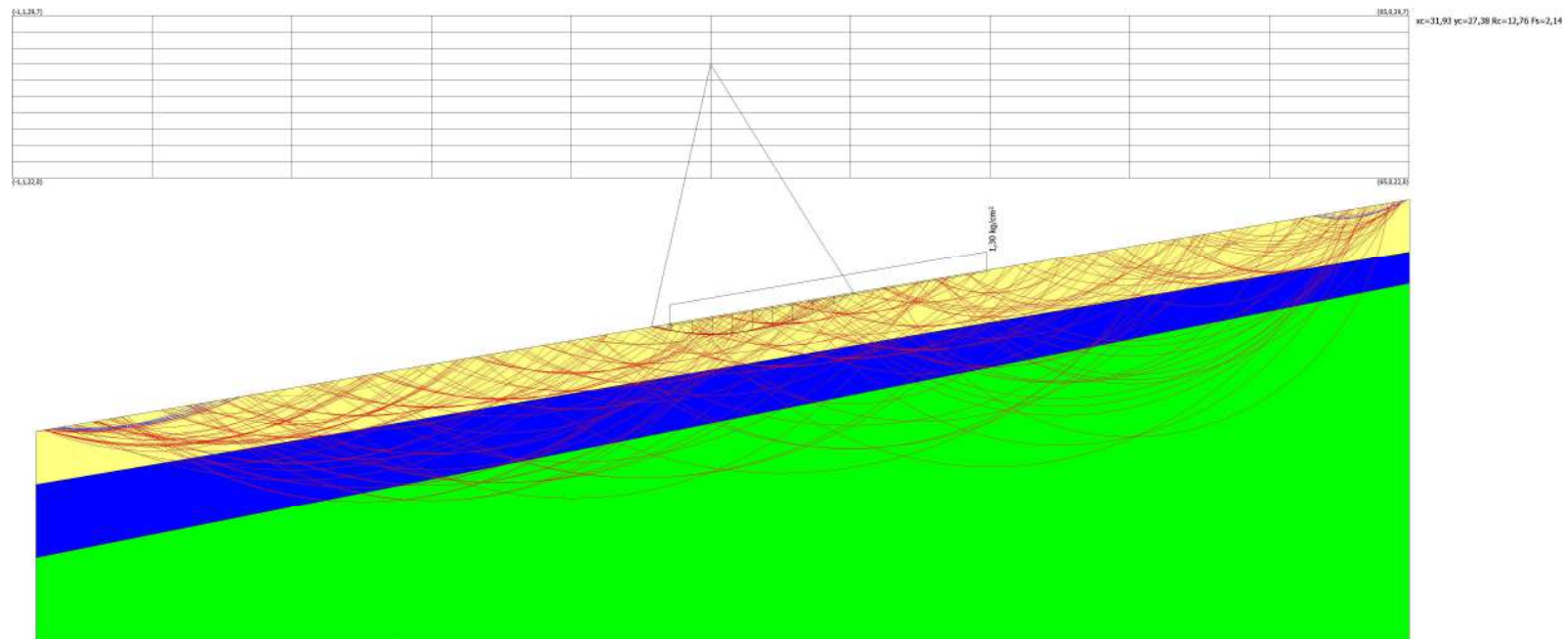
**xc = 31,932 yc = 27,378 Rc = 12,764 Fs=2,14**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,96	-10,54	0,97	1323,88
2	0,96	-6,2	0,96	13307,28
3	0,96	-1,89	0,96	13724,1
4	0,96	2,41	0,96	14010,36
5	0,96	6,72	0,96	14165,85
6	0,96	11,07	0,97	14188,26
7	0,96	15,48	0,99	14072,71
8	0,96	19,99	1,02	13811,43
9	0,96	24,64	1,05	13392,9
10	0,96	29,47	1,1	11500,54

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	-597,77	840,74	0,0	0,0	2043,04	474,99	0,0
2	-4744,02	5494,09	-597,77	840,74	17853,91	2741,85	0,0
3	-6667,48	8448,9	-4744,02	5494,09	15736,52	2437,05	0,0
4	-7672,08	10141,33	-6667,48	8448,9	14930,66	2321,47	0,0
5	-7868,61	10682,77	-7672,08	10141,33	14200,45	2217,76	0,0
6	-7385,28	10168,88	-7868,61	10682,77	13548,72	2126,38	0,0
7	-6351,86	8679,99	-7385,28	10168,88	12963,59	2045,76	0,0
8	-4889,37	6286,1	-6351,86	8679,99	12423,13	1972,94	0,0
9	-3103,47	3056,38	-4889,37	6286,1	11896,58	1903,82	0,0
10	0,0	0,0	-3103,47	3056,38	8814,22	1470,16	0,0





■ LIMO SABBIOSO  
 $\gamma=1900\text{kg/m}^3$   
 $F=21^\circ$   
 $c=0.05\text{ kg/cm}^2$

■ LIMO ARGILLOSO  
 $\gamma=2000\text{kg/m}^3$   
 $F=22^\circ$   
 $c=0.15\text{ kg/cm}^2$

■ ARGILLA LIMOSA  
 $\gamma=2000\text{kg/m}^3$   
 $F=20^\circ$   
 $c=0.10\text{ kg/cm}^2$

## VERIFICA STABILITA' DEL PENDIO – Condizioni sismiche

Lat./Long.	43,352448/11,309639
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,11 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,02 m
Ascissa vertice destro superiore xs	64,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	29,67 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,46	2,52	0,25
S.L.D.	50,0	0,57	2,54	0,26
S.L.V.	475,0	1,14	2,48	0,28
S.L.C.	975,0	1,73	2,52	0,28

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,681	0,20	0,0140	0,007
S.L.D.	0,845	0,20	0,0171	0,009
S.L.V.	2,019	0,24	0,0490	0,025
S.L.C.	2,444	0,24	0,0600	0,030

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.05		21	1900	2000	LIMO SABBIOSO	
2	0.15		22	2000	2100	LIMO ARGILLOSO	
3	0.10		20	2000	2100	ARGILLA LIMOSA	

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	30	15	45	17,53846	1,3

**Risultati analisi pendio****Fs minimo individuato****2,46**

Ascissa centro superficie

31,93 m

Ordinata centro superficie

28,91 m

Raggio superficie

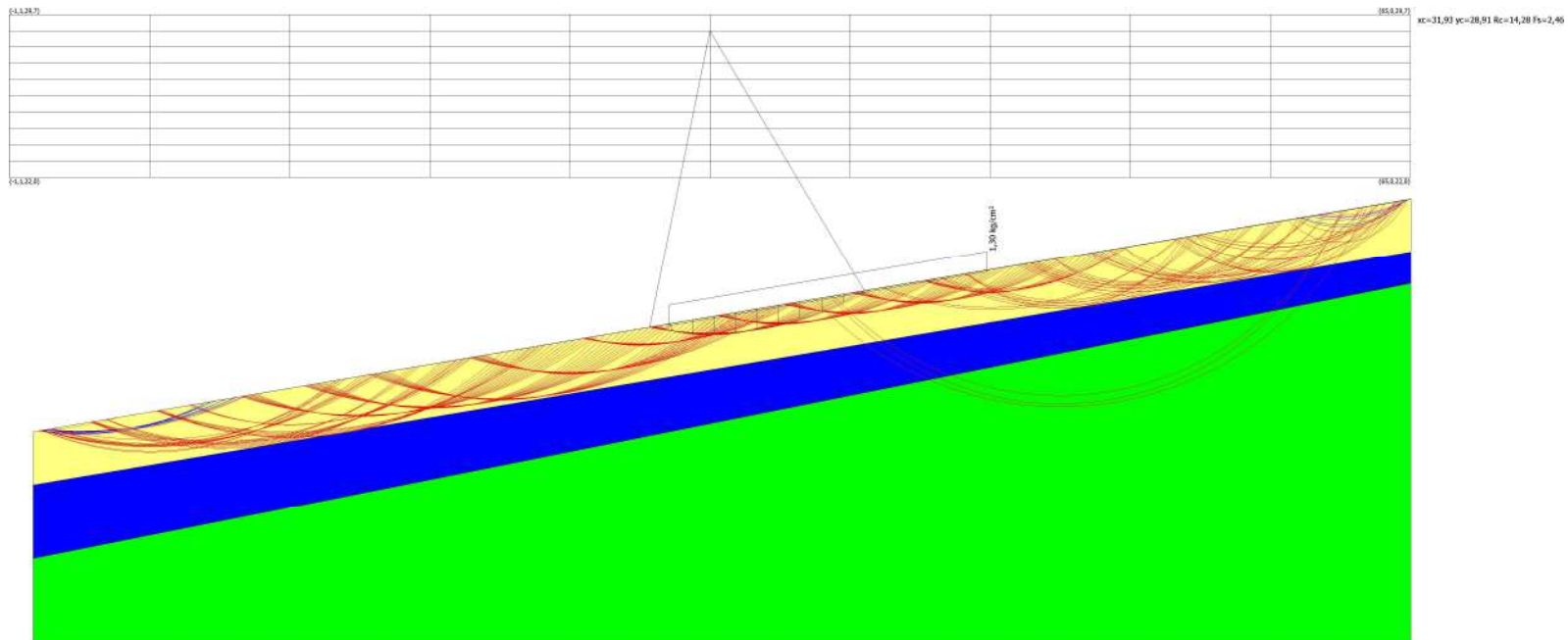
14,28 m

**xc = 31,932 yc = 28,909 Rc = 14,275 Fs=2,46**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1,01	-9,46	1,03	1591,24
2	1,01	-5,35	1,02	14120,13
3	1,01	-1,26	1,01	14563,93
4	1,01	2,81	1,02	14868,45
5	1,01	6,9	1,02	15033,31
6	1,01	11,03	1,03	15055,9
7	1,01	15,21	1,05	14931,26
8	1,01	19,48	1,08	14651,78
9	1,01	23,87	1,11	14206,03
10	1,01	28,41	1,15	12278,06

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	-673,29	946,55	0,0	0,0	2392,72	582,41	0,0
2	-5230,22	5702,09	-673,29	946,55	19056,21	3180,68	0,0
3	-7271,77	8684,17	-5230,22	5702,09	16671,39	2807,7	0,0
4	-8270,49	10376,49	-7271,77	8684,17	15755,38	2664,96	0,0
5	-8376,85	10903,04	-8270,49	10376,49	14942,78	2539,42	0,0
6	-7757,6	10367,49	-8376,85	10903,04	14234,44	2431,26	0,0
7	-6577,1	8853,69	-7757,6	10367,49	13614,34	2338,11	0,0
8	-4985,72	6432,23	-6577,1	8853,69	13055,6	2255,96	0,0
9	-3113,01	3170,01	-4985,72	6432,23	12522,53	2179,54	0,0
10	0,0	0,0	-3113,01	3170,01	9492,21	1715,64	0,0



■ LIMO SABBIOSO  
g=1900kg/m³  
Fi=21°  
c=0.05 kg/cm²

■ LIMO ARGILLOSO  
g=2000kg/m³  
Fi=22°  
c=0.15 kg/cm²

■ ARGILLA LIMOSA  
g=2000kg/m³  
Fi=20°  
c=0.10 kg/cm²