

# COMUNE DI UTA

Provincia di Cagliari

ISTANZA DI VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A V.I.A.

Realizzazione di un Impianto Solare Termodinamico con  
tipologia a collettori parabolici  
Potenza 19,5 MWp

ALLEGATO:

C1

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

revisioni:


data: Agosto 2017

IL COMMITTENTE:



SARDINIA GREEN ISLAND S.p.a.

Via Roma n. 149, 09124 Cagliari  
Tel. 070.6848434  
Fax 070.6401141  
e-mail: info@sardiniagreenisland.it



Ing. Daniele Marras, Ing. Lorena Vacca

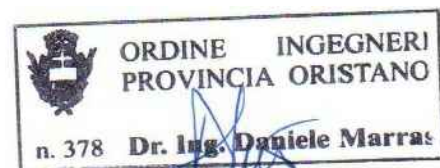
Ex S.S. km 10,500 Ed. Pittarello

int. U54, 09028 Sestu (CA)

Cell. 393.9902969 - 342.0776977

IL GEOLOGO:

Dott. Marco Zucca, ing. Daniele Marras



## **1. PREMESSA**

Il Presente Studio Geologico è stato eseguito dal Dr. Geol. Marco Zucca su incarico dell' Ing Daniele Marras ed è relativo alla realizzazione di un impianto solare termodinamico della potenza di 19,5 MWe.

L'obbiettivo di questo lavoro è quello di mettere in evidenza le caratteristiche geologiche, ideologiche - idrogeologiche, morfologiche nonché geotecniche, dei terreni interessati dai lavori di costruzione dell'impianto di cui sopra.

L'indagine è stata condotta seguendo le modalità sotto riportate:

- analisi e sintesi delle conoscenze acquisite sulla stratigrafia e sulla geologia derivanti dalla bibliografia esistente sulla Sardegna Meridionale;
- analisi della cartografia;
- rilevamento di campagna per la realizzazione di una carta geologica in scala 1:10.000;
- realizzazione di 5 trincee
- prelievo n° 5 campioni da sottoporre ad attento studio e analisi di laboratorio.

## **2. NORMATIVA VIGENTE**

Le principali condizioni vincolanti relativamente a nuove costruzioni o ampliamenti di esse sono contenute nel D.M. 11.03.88, sostitutivo ed integrativo del D.M. 21.01.81, e le relative Circolari Ministeriali, che impongono per qualsiasi opera che incida in modo rilevante sul terreno, o che lo interessi con significativi movimenti di materiali, appropriate campagne geognostiche atte a verificare l'interazione terreno-opera.

È indubbio infatti che un'opera non possa essere considerata separatamente ma debba essere esaminata nel contesto nel quale è inserita.

Va precisato che alla costruzione di un'opera di questo tipo concorrono, oltre alle litologie e morfologie riscontrate, anche tutti i fenomeni che ne hanno un rapporto indiretto.

I problemi più significativi che si possono riscontrare in studi di questo genere possono essere così riassunti in ordine di importanza:

- frane in atto o potenziali

- presenza di fenomeni tettonici (faglie, diaclasi, joints e scistosità)
- natura delle litologie e comportamento dal punto di vista geotecnico
- posizione ed inclinazione degli strati
- presenza di falde acquifere e bonifica dei terreni
- fenomeni di subsidenza

### **3. DESCRIZIONE TECNICA DEL PROGETTO**

Il presente progetto prevede la costruzione di un campo solare in un'area sita in agro di Uta (Ca) in località "Su Coddu e sa Feurra"

Consistenza delle strutture:

Dette strutture consistono principalmente in :

- un campo solare costituito da 234 collettori lineari parabolici aventi dimensioni di 100x5,9 m e una diastanza tra gli assi (orientati in direzione nord-sud) di 18 m;
- una zona power block posta a est del campo solare in posizione centrata.

### **4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

L'area oggetto del presente studio ricade nel territorio comunale di Uta, provincia di Cagliari, Sardegna Meridionale, in località "Su Coddu e sa Feurra". La zona interessata è posta a circa 5 Km a Sud del centro abitato del Comune di Uta.

Cartograficamente la zona è contraddistinta come segue:

Carta d'Italia in scala 1:50.000 F° 556 Assemini

Carta d'Italia in scala 1:25.000 F° 556 SEZ II UTA

Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 N° 556160 Azienda Agricola Planemesu

## **5. CENNI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI,**

L'area studiata ricade nella parte sud della soglia di Siliqua, le formazioni geologiche che si rilevano nell'area sono tre così suddivise:

- il basamento paleozoico, scistoso metamorfico, in parte granitico;
- la formazione paleogenica del Cixerri, in facies clastica, prevalentemente fluviale e le vulcaniti lavico tufacee di tipo andesitico d'età oligocene miocene inferiore;
- le coperture detritiche quaternarie continentali note come glacies.

Dal punto di vista genetico, la soglia è probabilmente legata alla formazione della grande depressione tettonica campidanese: in essa si sono manifestati soprattutto gli effetti di numerose dislocazioni per fratture, in massima parte successive al vulcanismo andesitico e talora contemporanee.

### **5.1 IL BASAMENTO PALEOZOICO**

Il basamento paleozoico affiora a pochi chilometri ad ovest dell'area studiata, è costituito da scisti pelitico-arenacei, quarzoso-sericitici o quarzitici e da arenarie quarzose.

Queste rocce, sono diffuse in tutta l'area e sono ben note nella letteratura geologico-mineraria sarda.

Vengono attribuite al siluriano

Nel gruppo di Monte Arci, gli scisti sono iniettati dal granito ercinico.

### **5.2. LA COPERTURA PALEOGENICA**

I sedimenti terziari, discordanti direttamente sul basamento, sono esclusivamente di natura clastica: si tratta in prevalenza di arenarie e argille marnose giallo-rossastre o vioacee, con rari conglomerati ad elementi di quarzo derivanti dagli scisti paleozoici. Le arenarie, di solito ricchissime di quarzo e ben cementate, affiorano con particolare evidenza in territorio di Vallermosa e sul versante meridionale della valle del cixerri, dove si immergono con notevole inclinazione verso la pianura. Le argille spesso

arenacee e marnose di colore violacee o rosso sono petrograficamente costituite da un limo bruno rossastro o giallo verdastro, cloritico-sericitico e ferruginoso, misto ad argilla e a granuli di quarzo. I loro affioramenti mostrano bancate potenti fino a 10 metri.

La maggior parte della serie sedimentaria terziaria deve presumersi sepolta, per abbassamento tettonico, sotto le alluvioni quaternarie nel sottosuolo della pianura del cixerri e in quella di Decimopuzzu-Uta a partire dalle perdici delle colline scistoso-andesitiche della soglia.

Essendo pressoché assenti i fossili, ancora è aperto il problema dell'età della formazione, riferita all'oligocene o l'eocene superiore.

Le andesiti occupano un'estensione abbastanza vasta e i rilievi hanno una morfologia a cupola e raramente in colata. La composizione mineralogica è abbastanza costante nelle diverse località: si tratta in genere di andesiti talora dacitiche, ricche in anfibolo grigio verdastre. Raramente vi si notano fenomeni di alterazione, la potenza della formazione è in genere di 200 metri, gli apparati vulcanici hanno una direzione prevalente nord-ovest sud est.

### **5.3 I TERRENI QUATERNARI**

Sono rappresentati da alluvioni antiche e recenti, da detriti di falda. Le alluvioni antiche si estendono tutto intorno ai rilievi rocciosi fin giù nella piana circostante, dove si presentano spesso terrazzate. Hanno una composizione ciottoloso-sabbioso-argillosa ed un colore giallo rossastro. Dal punto di vista petrografico constano di ciottoli di scisto, di quarzo e di andesite, misti a sabbia quarzosa e ad argilla più o meno ferruginosa.

Il colore e il grado di costipamento variano in funzione dell'età:

di solito l'alluvioni più antiche sono più costipate ed hanno un colore rossastro. Lo spessore è scarso entro la piana del cixerri (2-6 metri), ma supera i 100 metri nella piana di Uta e di Decimoputzu, dove numerosi sondaggi non hanno raggiunto la base.

#### **5.4 LA TETTONICA**

L'area è dominata da faglie appartenenti a diversi sistemi, per lo più bene esposte e cartografabili in quanto mettono a contatto tettonico il basamento paleozoico con la formazione del cixerri oppure con le vulcaniti. Nel complesso sembra che ad un sistema di faglie nord-sud si associ un secondo sistema ovest-est, cioè perpendicolare, risultandone un reticolo di faglie incrociate con altre orientate secondo paralleli.

Esiste inoltre un secondo reticolato di faglie con direzione nord-ovest sud-est. Non è stato possibile verificare l'antecedenza di un sistema sull'altro, perchè siamo in presenza di una tettonica sovrimposta, in quanto le faglie di orientazione nord-ovest sud-est apparentemente più recenti delle altre ricadono nella stessa direzione di età più antica.

Le faglie sono dirette e quasi sempre conformi, poiché in genere gli scisti paleozoici appaiono inclinati anch'essi come i terreni paleogenici, secondo la pendenza dei piani di faglia.

Nel complesso l'area studiata ricade tra la fossa del cixerri e la fossa del campidano e sia il risultato di un abbassamento posteriore all'oligocene, cioè successivo alle eruzioni andesitiche.

#### **5.5 GEOMORFOLOGIA**

I terreni dell'azienda agricola mediterranea sono posizionati all'interno di un glacis, la cui genesi è da riferirsi al Quaternario inferiore, le forme sono pianeggianti variamente incise da torrenti a modesta portata. Le alluvioni recenti di questi corsi d'acqua sono di modesta ampiezza e formano un continuum con i glacis.

Il materiale originario è formato prevalentemente da quarziti, arenarie quarzose, arenarie del paleozoico (Siluriano).

A monte dell'area troviamo dei piccoli affioramenti granitici, ma l'intensa alterazione non rende più riconoscibile eventuali materiali derivanti da questa litologia.

## 6. PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOTECNICI E RISULTATI OTTENUTI

Il terreno nel quale ricade l'area in esame, è costituita da un terreno appartenete alle alluvioni terrazzate quaternarie.

Lo scopo di questo lavoro è quello di acquisire tutti i parametri geotecnica e le caratteristiche meccaniche del terreno e come enuncia il D.M. 11-08-1988, tali dati devono essere utili alla progettazione ed al controllo dell'opera nel suo insieme, \in questo caso la realizzazione di una scala esterna, ed in relazione al terreno.

Nel terreno in studio sono state eseguite cinque trincee di 2.10, 1.80, 1.70, 1.80 e 1.60 metri di profondità, di seguito sono descritte i terreni rinvenuti, alla profondità di 1.00 metri in tutte e cinque le trincee è stato prelevato un campione da sottoporre alla prova di taglio in laboratorio geotecnico.

### TRINCEA 1

da 0.00 – 1.20 m terreno terreno di colore bruno rossastro sabbioso limoso con abbondanti ciottoli (a 1.00 m campione P1).

da 1.20 – 1.40 m strato con un evidente aumento dei ciottoli sia come numero che come dimensione

da 1.40 a 1.90 m strato sabbioso ciottoloso con scarsa presenza di argille

da 1.90 2.10 m strato limo argilloso con presenza di sabbie fini, sono presenti dei noduli di manganese.

### TRINCEA 2

Da 0.00 a 0.40 m orizzonte di terreno pedogenizzato di colore bruno scuro assenza di ciottoli

Da 0.40 a 1.20 m orizzonte sabbioso limoso con molti ciottoli di colore beige umido a 1.00 m è stata rinvenuta la falda (a 1.00 campione P2)

da 1.20 a 1.80 m livello argilloso limoso con immesi abbondanti ciottoli.

### TRINCEA 3

Da 0.00 a 0.50 m terreno pedogenizzato limoso con poche ghiaie centimetriche di colore bruno scuro con noduli di manganese.

Da 0.50 a 1.70 m orizzonte limoso argilloso sabbioso con abbondanti ciottoli di colore rossastro presenti noduli di manganese a 1.20 metri è stata rinvenuta la falda.

#### TRINCEA 4

Da 0.00 a 1.20 m terreno limoso argilloso con abbondanti ciottoli presenza di noduli di manganese (a 1.00 campione P3)

Da 1.20 a 1.80 m terreno sabbioso limoso con ciottoli di colore rosso scuro, presenza di noduli di manganese a 1.80 il terreno è umido, probabile tetto della falda.

#### TRINCEA 5

da 0.00 a 0.40 m orizzonte di terreno pedogenizzato di colore bruno scuro con ciottoli decimetrici

da 0.40 a 1.20 m orizzonte limoso argilloso con ciottoli di colore bruno scuro, presenti noduli di manganese (campione P5)

da 1.20 a 1.60 m orizzonte argilloso con noduli di manganese ciottoloso di colore beige, a 1.50 metri è stata individuata la falda.

Foto in allegato

#### TAGLIO DIRETTO

Per poter determinare i parametri geotecnici e le caratteristiche meccaniche è necessario eseguire una prova di laboratorio esattamente la prova di taglio diretto.

Considerando che esistono risultati di prove dirette eseguite in un sito adiacente, comunque durante le fasi di scavo relativi alle opere di sedime, si dovrà prelevare i campioni di terreno interessati dalla posa delle strutture di fondazione.

La prova di taglio diretto è una prova di rottura, dove al provino di terreno, contenuto in un a scatola divisa in due parti lungo il piano orizzontale, viene applicata una pressione verticale e in seguito una forza di taglio tale da provocare lo spostamento relativo delle due parti di scatola.

Con questa prova i valori che si ricavano sono: l'intensità della forza applicata e lo spostamento corrispondente.

L'esecuzione della prova sopra descritta, è stata compiuta su provini ricostruiti, con materiale passante al setaccio ASTM D3080-72.

Questi risultati, sono stati sviluppati per l'ottenimento dei valori di capacità portante del terreno ottenuti dai dati scaturiti dalle prove di laboratorio eseguite su 5 campioni prelevati nel sito di interesse. Il terreno su cui sorgerà l'opera di fondazione è un terreno incoerente granulare, assimilabile ad un sabbione argilloso con immersi ciottoli poligenici da centimetraci a decimetrici.



Le caratteristiche geotecniche di questi terreni sono state dedotte dalle prove di taglio eseguite su materiale prelevato nel sito di interesse alla profondità di un metro dalle pareti di scavo dei fornelli geognostici eseguiti.

### 7.1. METODI DI CALCOLO

Per il calcolo della capacità portante ( $Q_{amm.}$ ) dei terreni di sedime si è utilizzato il di Brinch-Hansen (1970):

Il metodo consiste nella risoluzione della seguente relazione:

$$q_{ult} = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + \gamma D N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Se  $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5,14 s_u (1 + s_c' + d_c' - i_c' - g_c' - b_c') + \gamma D$$

dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45 + \varphi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \varphi$$

- Fattori di forma **s**

sono dipendenti dalle dimensioni L (lunghezza) e B (larghezza) della fondazione:

$$s_c' = 0,2 B/L$$

$$s_c = 1 + N_q/N_c B/L$$

$$s_q = 1 + B/L \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 B/L$$

- Fattori di profondità **d**

sono dipendenti dalla profondità del piano di fondazione D:

$$d_c' = 0,4 k$$

$$d_c = 1 + 0,4 k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$$

$$d_\gamma = 1$$

$k = D/B$  nel caso  $D/B \leq 1$  oppure  $k = \tan^{-1} D/B$  (in rad) se  $D/B > 1$

- Fattori di inclinazione ed eccentricità del carico **i** sono dipendenti da H e V componenti rispettivamente orizzontale e verticale del carico nel caso lo stesso sia inclinato rispetto alla verticale ed ad  $A_f$  area efficace della fondazione nel caso il carico non sia baricentrico rispetto alla stessa:

$$A_f = (L - 2 e_L) (B - 2 e_B)$$

dove  $e_L$  corrisponde all'eccentricità del carico rispetto a L ed  $e_B$  rispetto a B

$c''$  è l'aderenza alla base, pari alla coesione o a una sua frazione propria

$$i_c' = 0,5 - 0,5 (1 - H/A_f c'')^{1/2}$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_q = [1 - (0,5 H / V + A_f c'' \cot \varphi)]^5$$

$$i_\gamma = [1 - (0,7 H / V + A_f c'' \cot \varphi)]^5 \text{ se il piano di fondazione è orizzontale altrimenti}$$

$$i_\gamma = \{1 - [(0,7 - \eta/450)H / V + A_f c'' \cot \varphi]\}^5$$

dove  $\eta$  è l'angolo positivo che il piano di fondazione forma con l'orizzontale

- Fattori di inclinazione del terreno **g** sono dipendenti da  $\beta$  che è l'angolo di inclinazione del pendio rispetto all'orizzontale

$$g_c' = \beta / 147^\circ$$

$$g_c = 1 - \beta / 147^\circ$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0,5 \tan \beta)^5$$

- Fattori di inclinazione del piano di fondazione **b** sono dipendenti da  $\eta$  angolo di inclinazione del piano di fondazione rispetto all'orizzontale

$$b_c' = \eta / 147^\circ$$

$$b_c = 1 - (\eta / 147^\circ)$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

$$b_\gamma = \exp(-2,7\eta \tan \varphi)$$

Dati

Lato minore della fondazione	B	0,60	[m]
Lato maggiore della fondazione	L	0,60	[m]
Profondità del piano di posa della fondazione	D	1,00	[m]

Peso di volume del terreno  $\gamma$  (P1 = 1,931, P2 = 2.255, P3 = 2.049, P4 = 1.814, P5 = 1.965) [t]

Angolo di attrito del terreno  $\varphi$  (P1 = 32.78, P2 = 15.00, P3 = 15.75, P4 = 33.42, P5 = 19.49) [gradi]

Coesione  $c$  (P1 = 0.044, P2 = 0.228, P3 = 0.231, P4 = 0.253, P5 = 0.115) [t/mq]

Aderenza alla base della fondazione  $c''$  0,000 [t/mq]

Componente orizzontale del carico trasmesso al terreno H 0,000 [t]

Componente verticale del carico trasmesso al terreno V 0,000 [t]

Angolo formato tra H e il lato maggiore della fondazione L  $\theta$  0,000 [gradi]

Eccentricità del carico parallela a B  $e(B)$  0,000 [m]

Eccentricità del carico parallelo a L  $e(L)$  0,000 [m]

Angolo di inclinazione tra il piano di fondazione e l'orizzontale  $\eta$  0,000 [gradi]

Angolo di inclinazione del terreno  $\beta$  0,000 [gradi]

Profondità del livello di falda dal piano di fondazione Z 1.800 [m]

Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che la capacità portante ultima di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$q_{ult} =$  (P1 = 11.17, P2 = 6.36, P3 = 6.58, P4 = 11.35, P5 = 5.13) [Kg/cmq]

## 7.2 RISULTATI DEL CALCOLO

Risolvendo il metodo sopra enunciato per le fondazioni della struttura eliostato sono costituite da fondazioni di tipo plinto a sezione circolare:

Capacità Portante = (P1 = 40208, P2 = 22903, P3 = 23677, P4 = 408077, P5 = 18468)

Kg

$Q_{ult}$  (P1 = 11.17, P2 = 6.36, P3 = 6.58, P4 = 11.35, P5 = 5.13) Kg/cmq

Applicando un coefficiente di sicurezza pari a tre si ha un carico massimo di:

$Q_{amm}$  (P1 = 3.72, P2 = 2.12, P3 = 2.19, P4 = 3.78, P5 = 1.71) Kg/cmq

In considerazione delle caratteristiche geologiche dell'area interessata si è messa in luce la diversità della natura dei terreni presenti nel sito. Infatti la parte orientale è caratterizzata da terreni a matrice argillosa e da una falda più superficiale 1.00 a 1.50 m, mentre nella zona centro occidentale del sito i terreni sono a matrice argillosa sabbiosa e la falda è collocata a profondità di 1.80 m e superiori.

Per i terreni a matrice argillosa caratterizzati da bassi angoli di attrito (vedi i dati dei campioni P2 e P3) si consiglia di valutare il modulo edometrico necessario per stimare eventuali cedimenti.

## 8. CONCLUSIONI

Il sito è costituito da terreni alluvionali terrazzati quaternari con immersi ciottoli poligenici eterometrici arrotondati scarsamente addensati, con dimensioni da centimetriche a decimetriche, e da dei terreni di copertura neozoica pedogenizzati. Dalle analisi effettuate sui campioni prelevati nelle trincee geognostiche in realizzate nel sito in questione, ad una profondità di 1,0 m, si è riscontrato che il materiale è ben classato e si può assimilare ad un conglomerato a matrice argillosa sabbiosa caratterizzato da un angolo di attrito interno variabile all'interno di un range  $\varphi = 15^\circ - 33^\circ$ ; una coesione tra  $c = 0,04 - 0,25$  KN/mc e un peso specifico tra  $\gamma = 18 - 22$  KN/mc.

La ipotetica superficie di raccordo fra omologhi strati della sequenza sopra citata, si presenta ad andamento irregolare; la quale mostra che, superato un primo strato di circa 40 cm, gli elementi costitutivi dei terreni si dispongono in maniera non omogenea interessando rispettivamente sia i conglomerati che le argille. Questo andamento si riscontra su tutto il perimetro del sito conferendogli caratteristiche fisico - meccaniche differenti.

Sulla base delle caratteristiche dedotte da prove di taglio eseguite sui terreni prelevati, alla profondità di circa 1 m, nelle cinque trincee eseguite nel di interesse, è stato calcolato, utilizzando il metodo di Brinch-Hansen (1970) un carico ammissibile, per il dimensionamento delle fondazioni dell'opera in esame, di ( $P1 = 3.72$ ,  $P2 = 2.12$ ,  $P3 = 2.19$ ,  $P4 = 3.78$ ,  $P5 = 1.71$ ) Kg/cmq.

Nei versanti presenti nella zona si riscontrano piccoli fenomeni di dissesto idrogeologico, causati dalla circolazione incontrollata delle acque meteoriche e dalla scarsa manutenzione.

Qualora durante le fasi di scavo (vista la disomogeneità degli strati sopra citati), si dovessero riscontrare strati a matrice argillosa o quant'altro, si raccomanda l'asportazione dell'argilla e la sostituzione con materiale idoneo, previa consultazione del Geologo.

Non sono attualmente presenti elementi tettonici attivi, quali faglie o dislocazioni, che possano comportare l'innescare fenomeni di dissesto.

Decimomannu

Giugno 2015

Il Geologo





Trincea 1



Dettaglio trincea 1



Trincea 2



Trincea 3





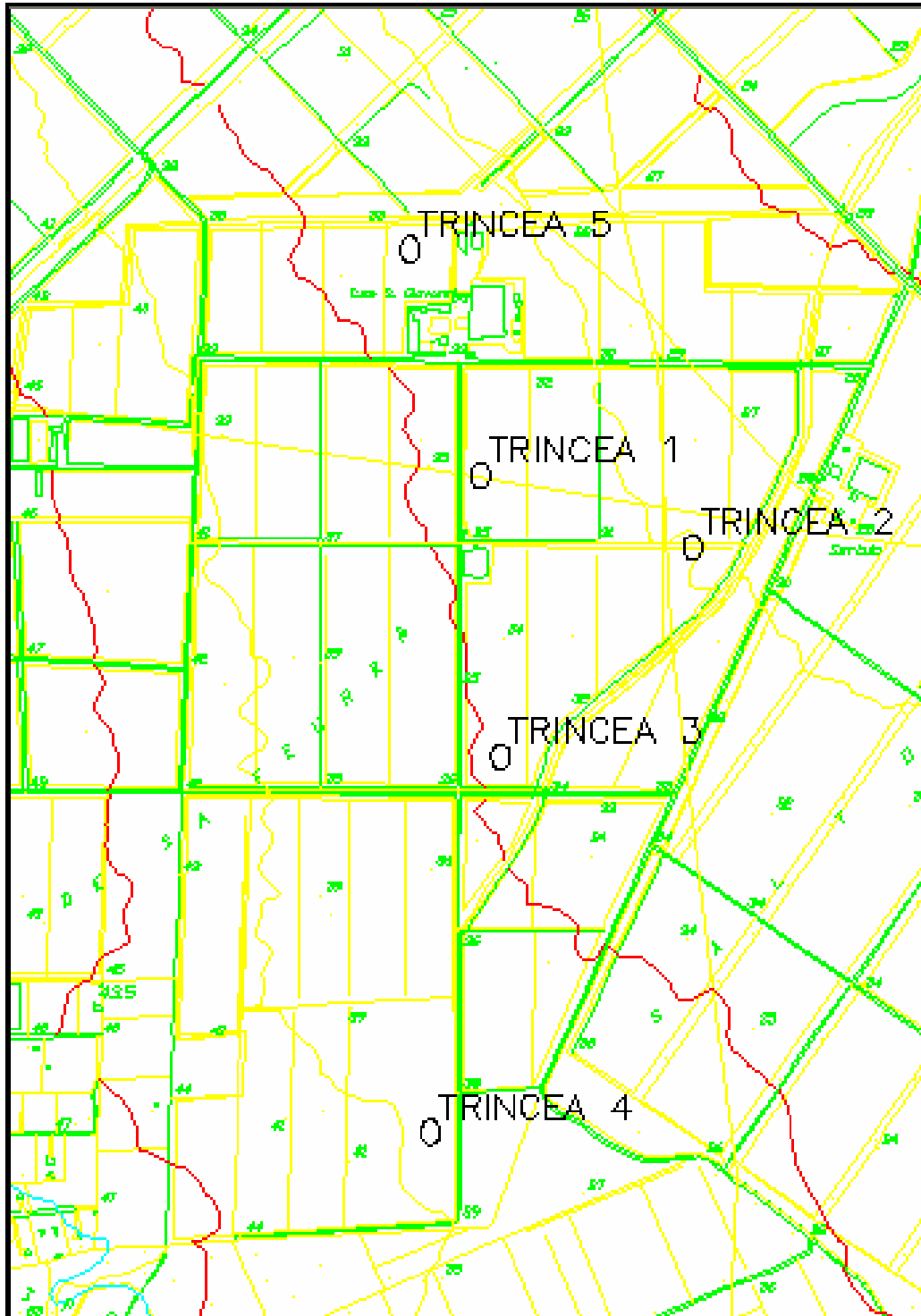
Trincea 4



Trincea 5



Dettaglio della trincea 5



Localizzazione delle trincee.

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: UTA (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in matrice debolmente cementata

Note: Campionamento eseguito a cura della committenza, i risultati si riferiscono al campione ;Sigla campione: P1

## Prova di taglio diretto

### Fase di rottura

Numero provino	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua (%)	Area della sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza del provino (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)	Tempo (min)	Forza applicata (N)	Spostamento orizzontale (mm)	Spostamento verticale (mm)	Tensione di taglio (kN/m <sup>2</sup> )
1	19,3191	4,17	20	2	100	0,58	0	0	0	0	0
							6	120,8	3,42	0,45	60,4
							7	124,8	4,06	0,46	62,4
							8	128	4,7	0,47	64
2	19,3191	4,17	20	2	200	0,58	0	0	0	0	0
							6	223,2	2,47	0,49	111,6
							9	282,4	3,96	0,52	141,2
							10	285,6	4,45	0,57	142,8
3	19,3191	4,17	20	2	300	0,58	0	0	0	0	0
							6	356	2,4	0,51	178
							8	368	3,49	0,57	184
							9	385,6	4,43	0,63	192,8

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

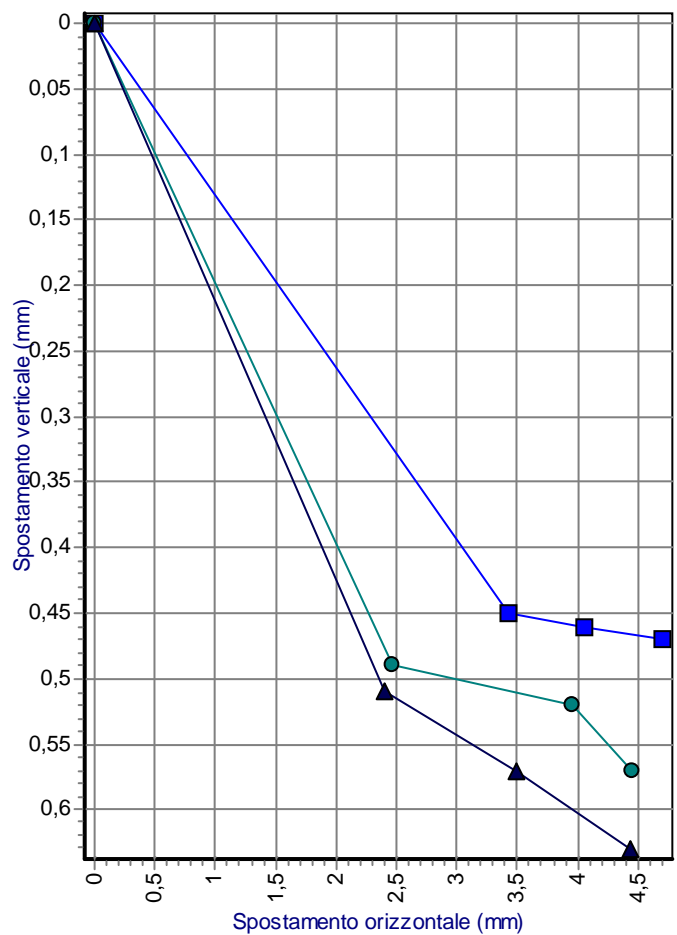
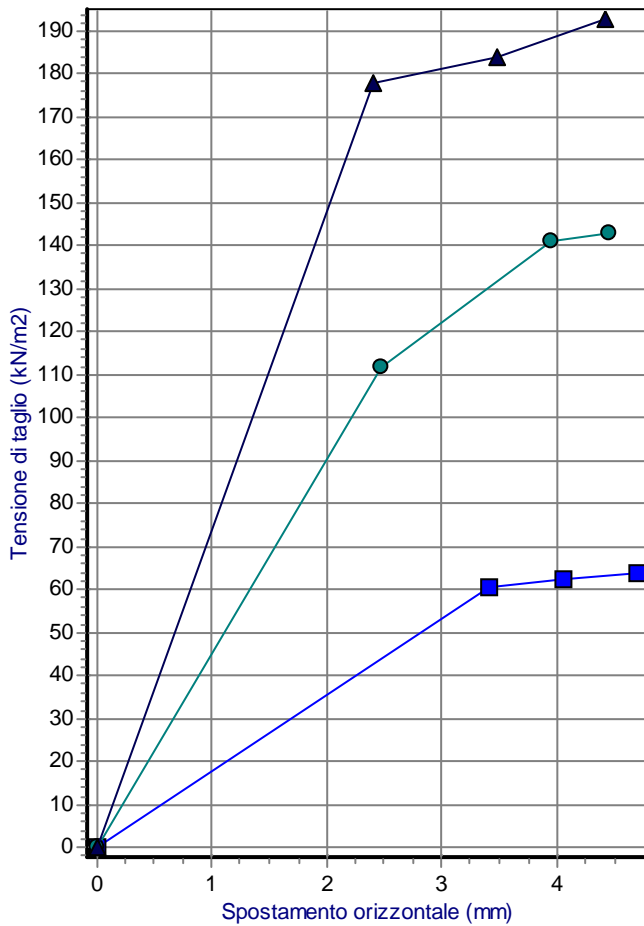
Località: UTA (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in matrice debolmente cementata

Note: Campionamento eseguito a cura della committenza, i risultati si riferiscono al campione ;Sigla campione: P1

**Prova di taglio diretto**  
**Grafici degli spostamenti**

	Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Velocità di carico (mm/min)
	1	4,17	19,3191	20	2	0,58
	2	4,17	19,3191	20	2	0,58
	3	4,17	19,3191	20	2	0,58



■ Provino n.1    ● Provino n.2    ▲ Provino n.3

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: UTA (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in matrice debolmente argillosa

Note: Campionamento eseguito a cura della committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato Sigla campione: P1

**Prova di taglio diretto**  
**Diagramma di Mohr**

Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Taglio a rottura (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)
1	4,17	19,3191	20	2	100	64	0,58
2	4,17	19,3191	20	2	200	142,8	0,58
3	4,17	19,3191	20	2	300	192,8	0,58

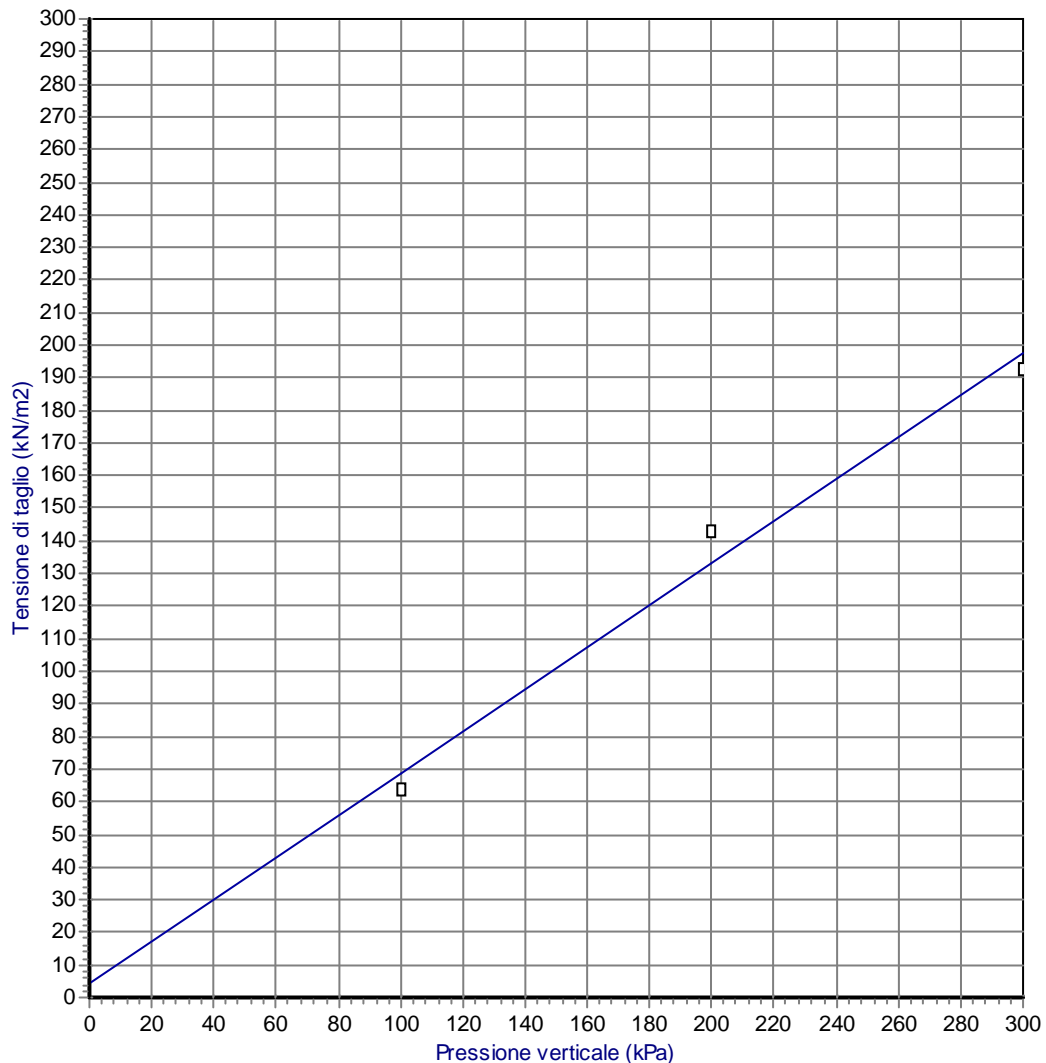
Angolo di resistenza al taglio (°):

32,78

Coesione (kN/m<sup>2</sup>):

4,400

Sigma (kn/m<sup>2</sup>)  
 100,00  
 200,00  
 300,00



Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: UTA (Ca)

Descrizione: Sabbie e limi in matrice argillosa con rari ciottoli e noduli o

Note: Campionamento eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato. Sigla campione: P2t.

## Prova di taglio diretto

### Fase di rottura

Numero provino	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua (%)	Area della sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza del provino (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)	Tempo (min)	Forza applicata (N)	Spostamento orizzontale (mm)	Spostamento verticale (mm)	Tensione di taglio (kN/m <sup>2</sup> )
1	22,5553	19,6	20	2	100	0,58	0	0	0	0	0
							6	81,6	3,25	0,85	40,8
							12	86,4	7	0,94	43,2
							16	88	10	0,97	44
2	22,5553	19,6	20	2	200	0,58	0	0	0	0	0
							6	117,6	3,09	0,51	58,8
							12	148	6,9	0,89	74
							16	175,2	10	1	87,6
3	22,5553	19,6	20	2	300	0,58	0	0	0	0	0
							6	180,8	2,93	-0,04	90,4
							12	187,2	6,42	-0,04	93,6
							15	195,2	9,3	-0,03	97,6



Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: UTA (Ca)

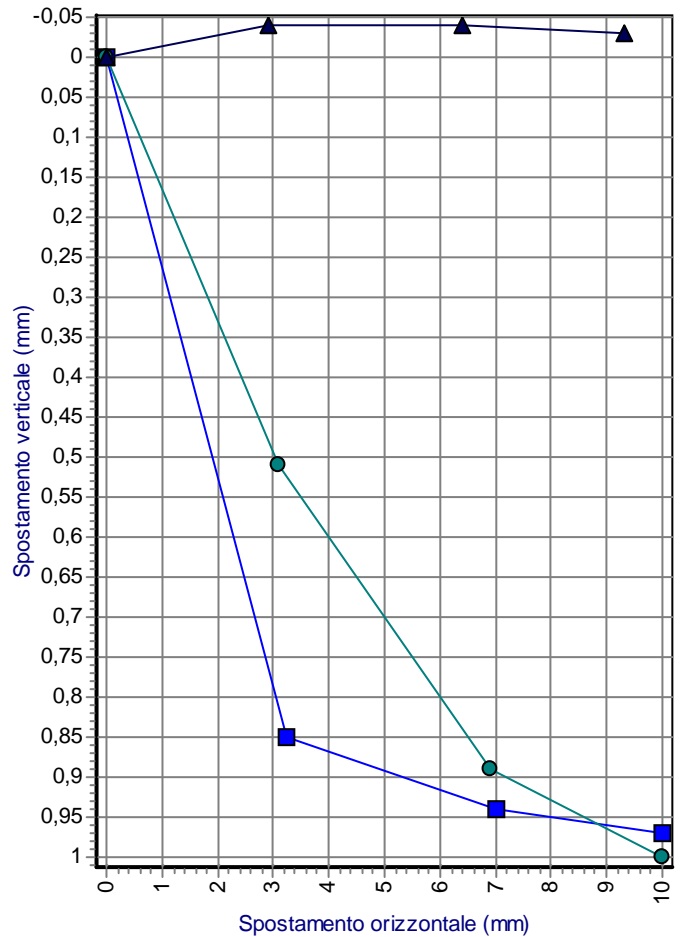
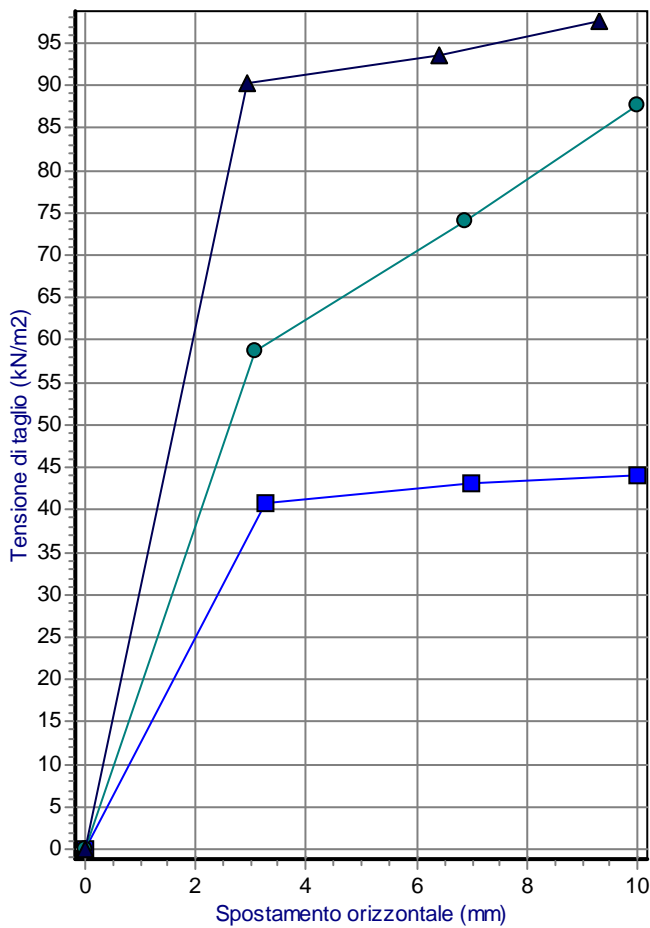
Descrizione: Sabbie e limi in matrice argillosa con rari ciottoli e noduli o

Note: Campionamento eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato. Sigla campione: P2:t.

## Prova di taglio diretto

### Grafici degli spostamenti

	Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Velocità di carico (mm/min)
	1	19,6	22,5553	20	2	0,58
	2	19,6	22,5553	20	2	0,58
	3	19,6	22,5553	20	2	0,58



■ Provino n.1    ● Provino n.2    ▲ Provino n.3

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: UTA (Ca)

Descrizione: Sabbie e limi in matrice argillosa con rari ciottoli e noduli ossidati

Note: Campionamento eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato - Camp. Sigla campione: P2

**Prova di taglio diretto**  
**Diagramma di Mohr**

Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Taglio a rottura (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)
1	19,6	22,5553	20	2	100	44	0,58
2	19,6	22,5553	20	2	200	87,6	0,58
3	19,6	22,5553	20	2	300	97,6	0,58

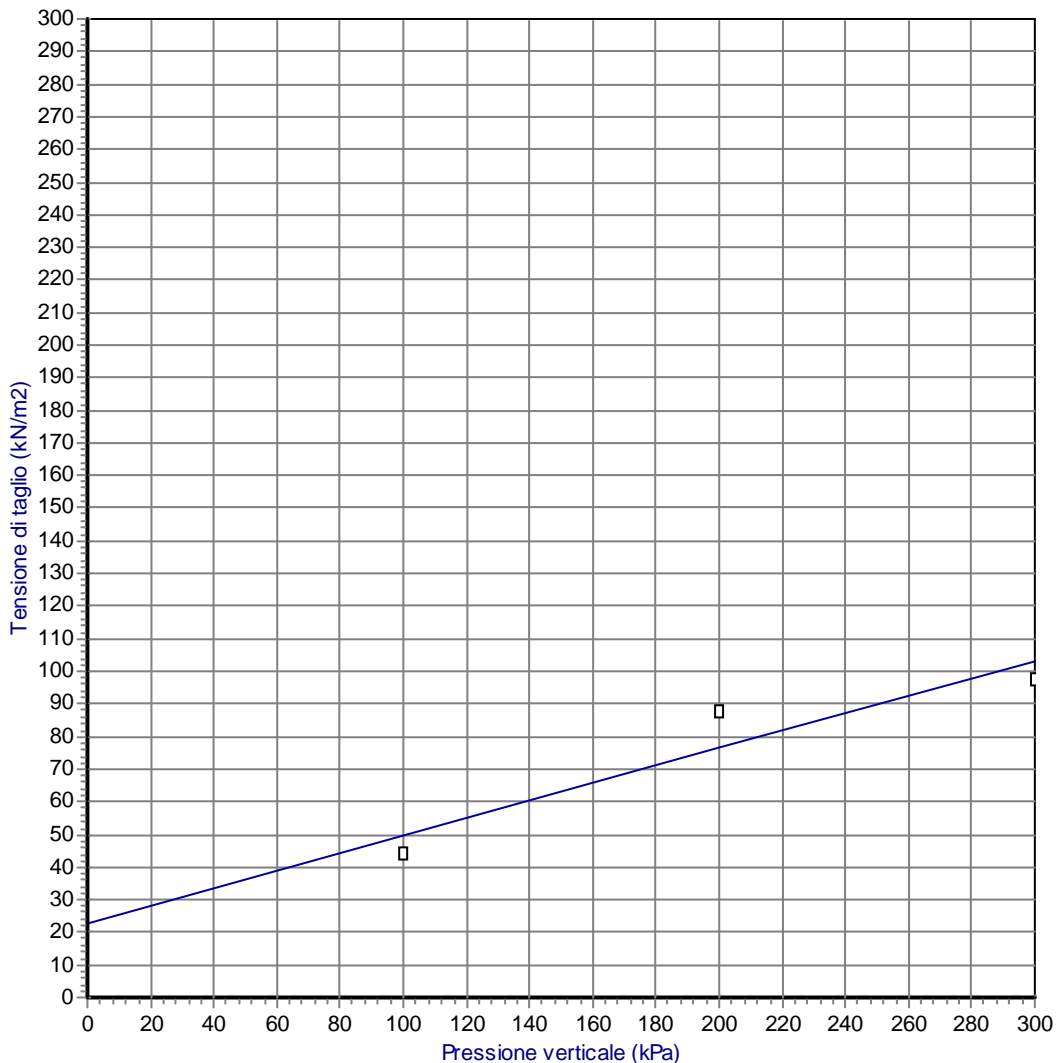
Angolo di resistenza al taglio (°):

15,00

Coesione (kN/m<sup>2</sup>):

22,800

Sigma (kn/m<sup>2</sup>)  
 100,00  
 200,00  
 300,00



Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi argillosi deb sabbiosi color nocciola

Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato Sigla campione: P3 - semidisturbato

## Prova di taglio diretto

### Fase di rottura

Numero provino	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua (%)	Area della sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza del provino (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)	Tempo (min)	Forza applicata (N)	Spostamento orizzontale (mm)	Spostamento verticale (mm)	Tensione di taglio (kN/m <sup>2</sup> )
1	20,4959	20,9	20	2	100	0,58	0	0	0	0	0
							6	84	3,3	0,45	42
							10	87,2	6,72	0,54	43,6
							12	92	7,02	0,86	46
2	20,4959	20,9	20	2	200	0,58	0	0	0	0	0
							6	121,6	3,12	0,52	60,8
							10	158,4	6,62	0,65	79,2
							12	180	7	0,89	90
3	20,4959	20,9	20	2	300	0,58	0	0	0	0	0
							6	181,6	2,97	0,71	90,8
							10	193,6	6,56	0,86	96,8
							12	204,8	6,96	0,93	102,4

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi argillosi deb sabbiosi color nocciola

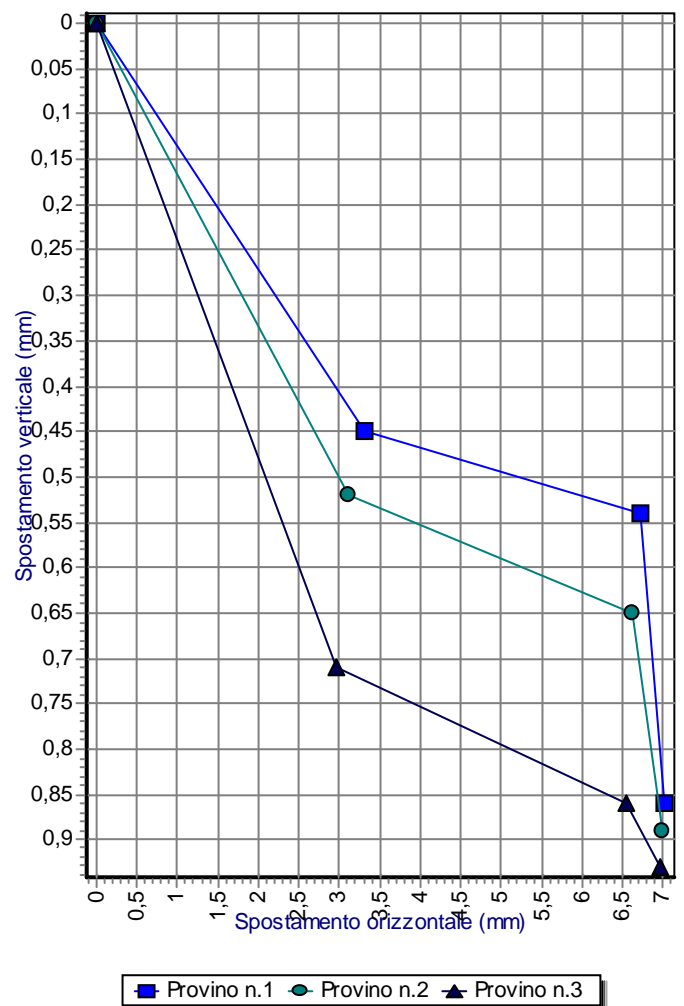
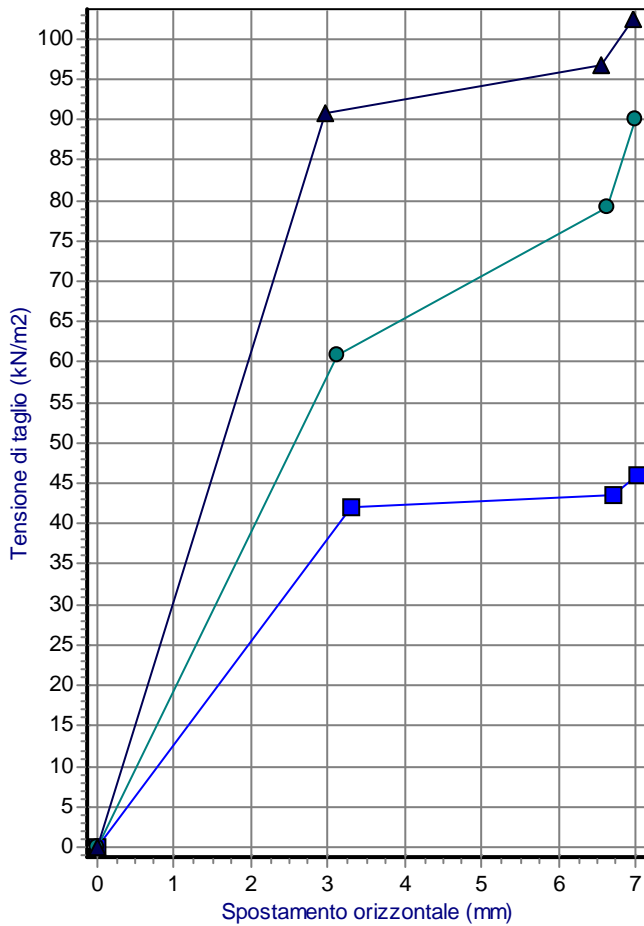
Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato

Sigla campione: P3 - semidisturbato

## Prova di taglio diretto

### Grafici degli spostamenti

	Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Velocità di carico (mm/min)
	1	20,9	20,4959	20	2	0,58
	2	20,9	20,4959	20	2	0,58
	3	20,9	20,4959	20	2	0,58



Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi argillosi deb sabbiosi color nocciola

Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato

Sigla campione: P3 - semidisturbato

**Prova di taglio diretto**  
**Diagramma di Mohr**

Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Taglio a rottura (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)
1	20,9	20,4959	20	2	100	46	0,58
2	20,9	20,4959	20	2	200	90	0,58
3	20,9	20,4959	20	2	300	102,4	0,58

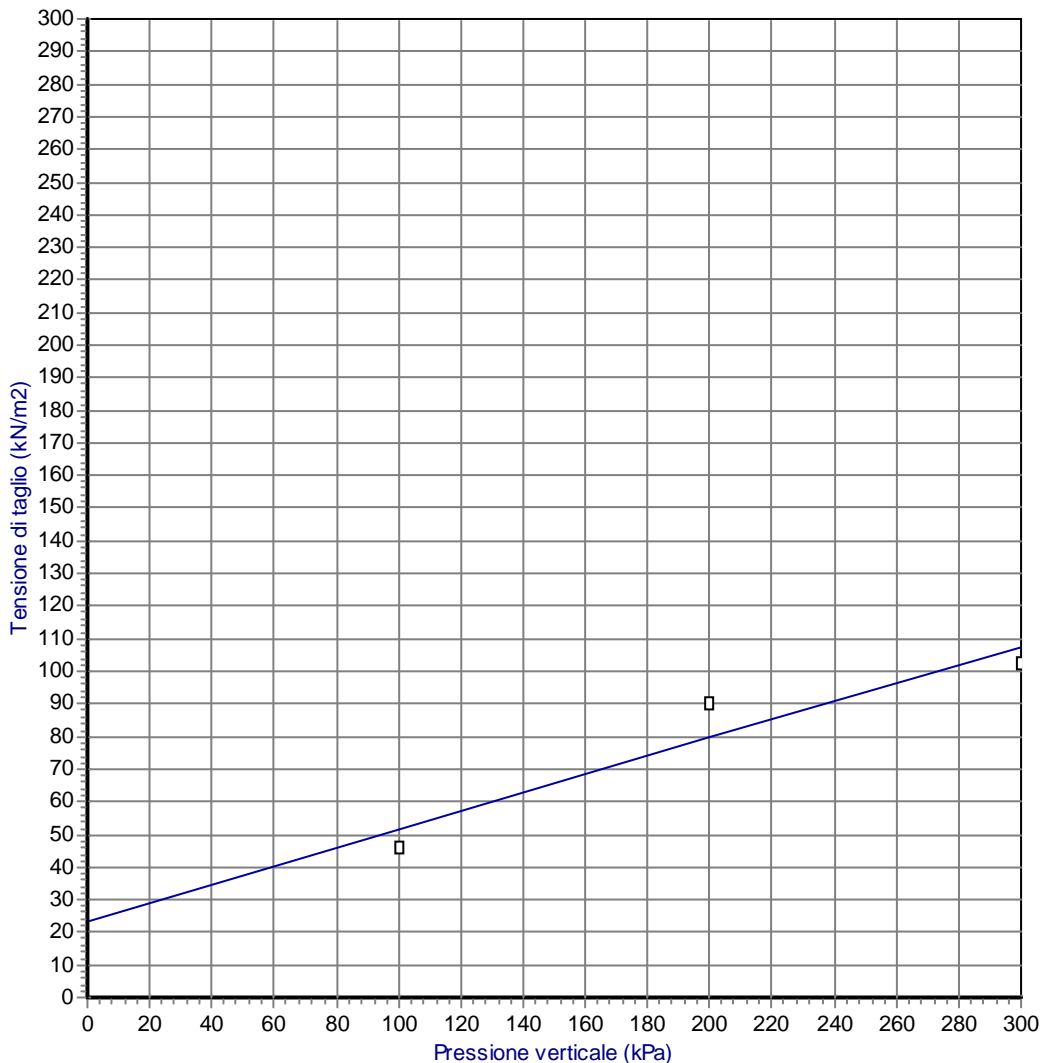
Angolo di resistenza al taglio (°):

15,75

Coesione (kN/m<sup>2</sup>):

23,067

Sigma (kn/m<sup>2</sup>)  
 100,00  
 200,00  
 300,00



Taglio a rottura (kN/m<sup>2</sup>)

- 46
- 90
- 102,4

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in matrice argillosa ro

Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato Sigla campione: P4 - ricostituito

## Prova di taglio diretto

### Fase di rottura

Numero provino	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua (%)	Area della sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza del provino (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)	Tempo (min)	Forza applicata (N)	Spostamento orizzontale (mm)	Spostamento verticale (mm)	Tensione di taglio (kN/m <sup>2</sup> )
1	18,1423	4,5	20	2	100	0,58	0	0	0	0	0
							6	164	3,51	0,45	82
							9	165,6	4,7	0,46	82,8
							10	166,4	4,9	0,47	83,2
2	18,1423	4,5	20	2	200	0,58	0	0	0	0	0
							6	260,8	2,38	0,52	130,4
							9	345,6	4,54	0,52	172,8
							10	347,2	4,65	0,55	173,6
3	18,1423	4,5	20	2	300	0,58	0	0	0	0	0
							6	382,4	2,3	0,54	191,2
							10	428,8	5	0,61	214,4
							11	430,4	5,02	0,62	215,2

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in matrice argillosa ro

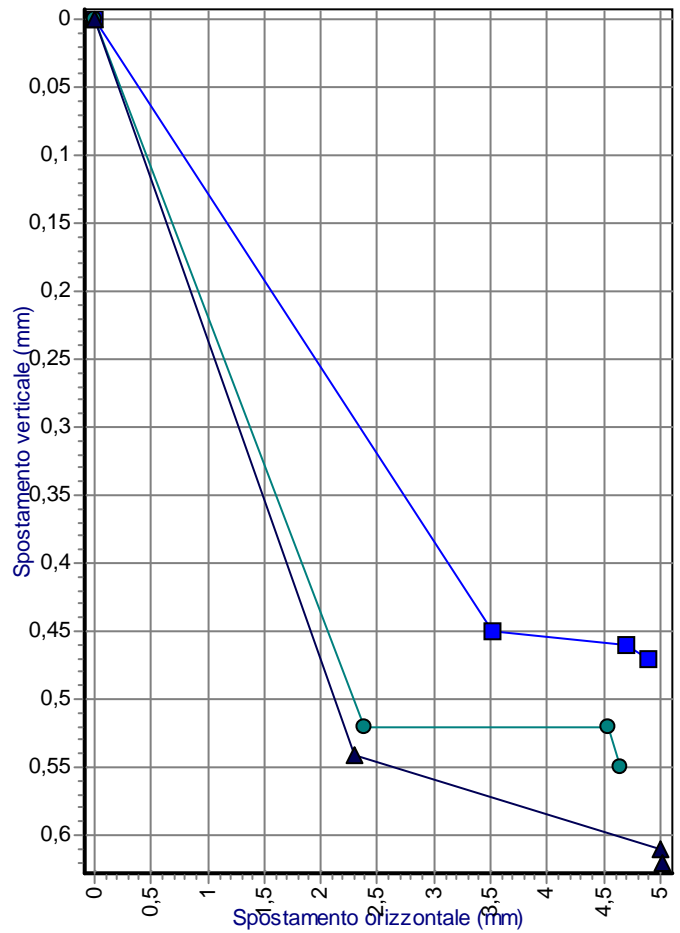
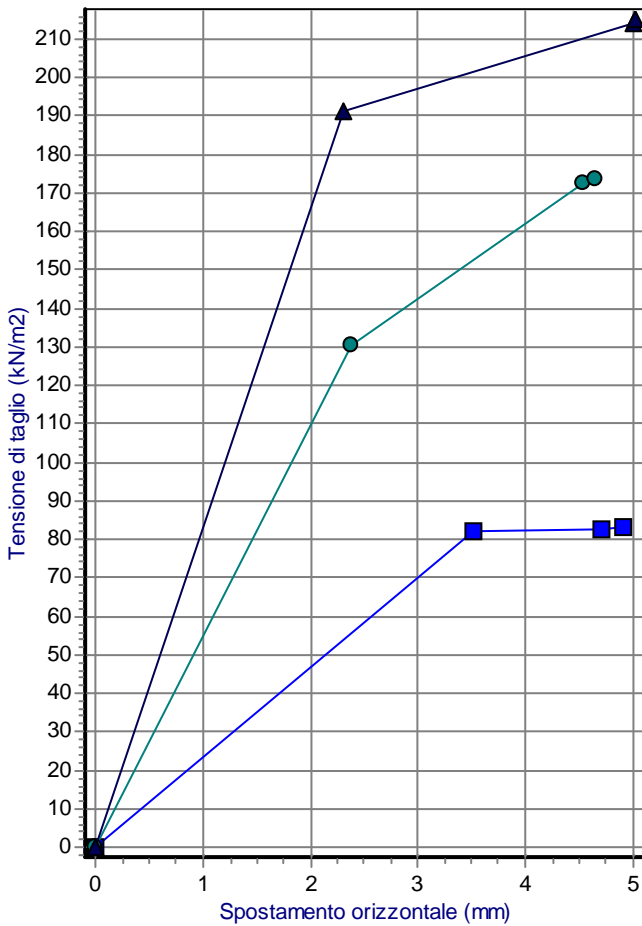
Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato

Sigla campione: P4 - ricostituito

## Prova di taglio diretto

### Grafici degli spostamenti

	Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Velocità di carico (mm/min)
	1	4,5	18,1423	20	2	0,58
	2	4,5	18,1423	20	2	0,58
	3	4,5	18,1423	20	2	0,58



■ Provino n.1   ● Provino n.2   ▲ Provino n.3

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in matrice argillosa rossastra

Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato

Sigla campione: P4 - ricostituito

**Prova di taglio diretto**  
**Diagramma di Mohr**

Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Taglio a rottura (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)
1	4,5	18,1423	20	2	100	83,2	0,58
2	4,5	18,1423	20	2	200	173,6	0,58
3	4,5	18,1423	20	2	300	215,2	0,58

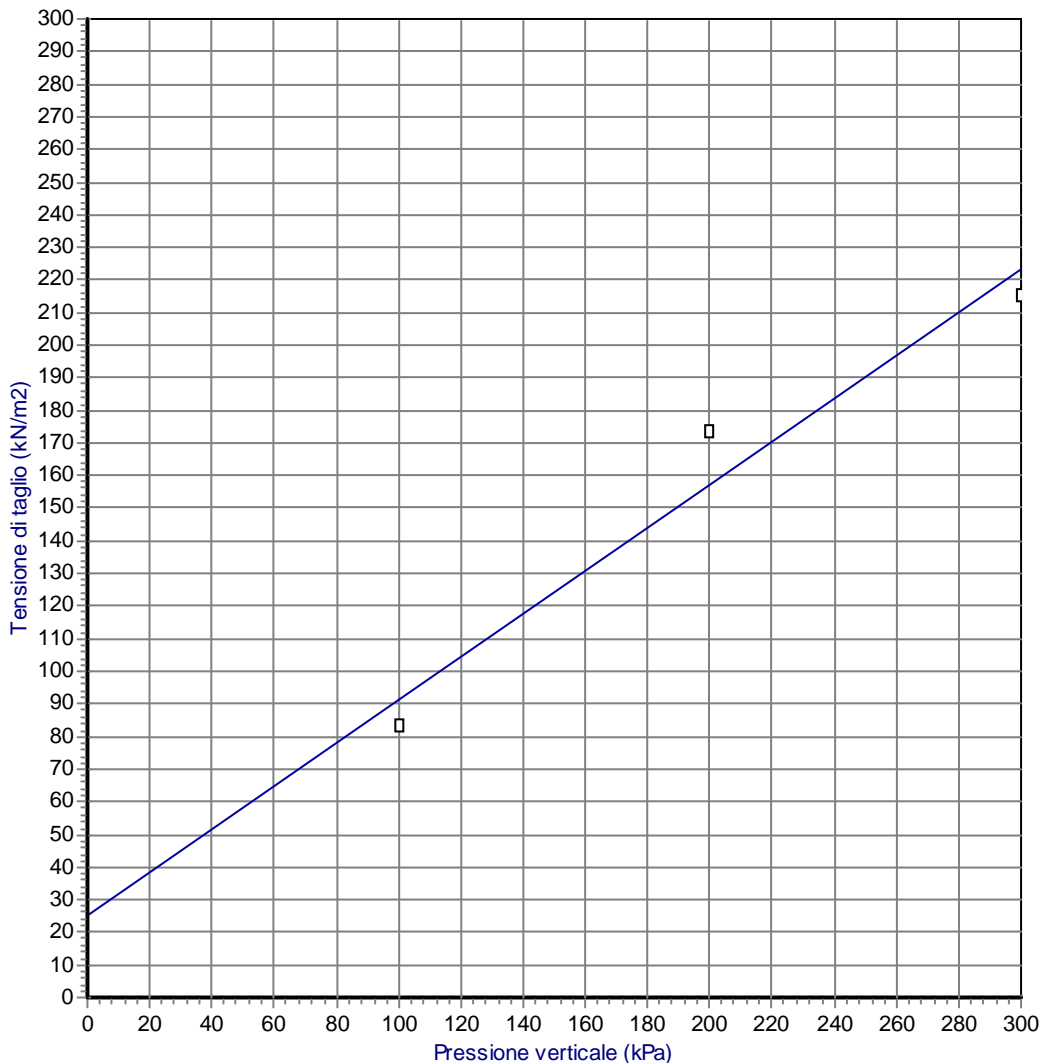
Angolo di resistenza al taglio (°):

33,42

Coesione (kN/m<sup>2</sup>):

25,333

Sigma (kn/m<sup>2</sup>)  
 100,00  
 200,00  
 300,00



Taglio a rottura (kN/m<sup>2</sup>)

- 83,2
- 173,6
- 215,2



Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in abbondanza matrici

Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato Sigla campione: P5 - semidisturbato

## Prova di taglio diretto

### Fase di rottura

Numero provino	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua (%)	Area della sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza del provino (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)	Tempo (min)	Forza applicata (N)	Spostamento orizzontale (mm)	Spostamento verticale (mm)	Tensione di taglio (kN/m <sup>2</sup> )
1	19,6476	4,7	20	2	100	0,58	0	0	0	0	0
							6	80,8	3,32	0,8	40,4
							12	87,2	6,9	0,95	43,6
							16	89,6	10	0,96	44,8
2	19,6476	4,7	20	2	200	0,58	0	0	0	0	0
							6	108	3,3	0,85	54
							12	145,6	6,6	1,03	72,8
							16	172,8	10	1,05	86,4
3	19,6476	4,7	20	2	300	0,58	0	0	0	0	0
							6	176	2,96	0,91	88
							12	204,8	6,42	1,09	102,4
							16	231,2	10	1,11	115,6

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in abbondanza matricia

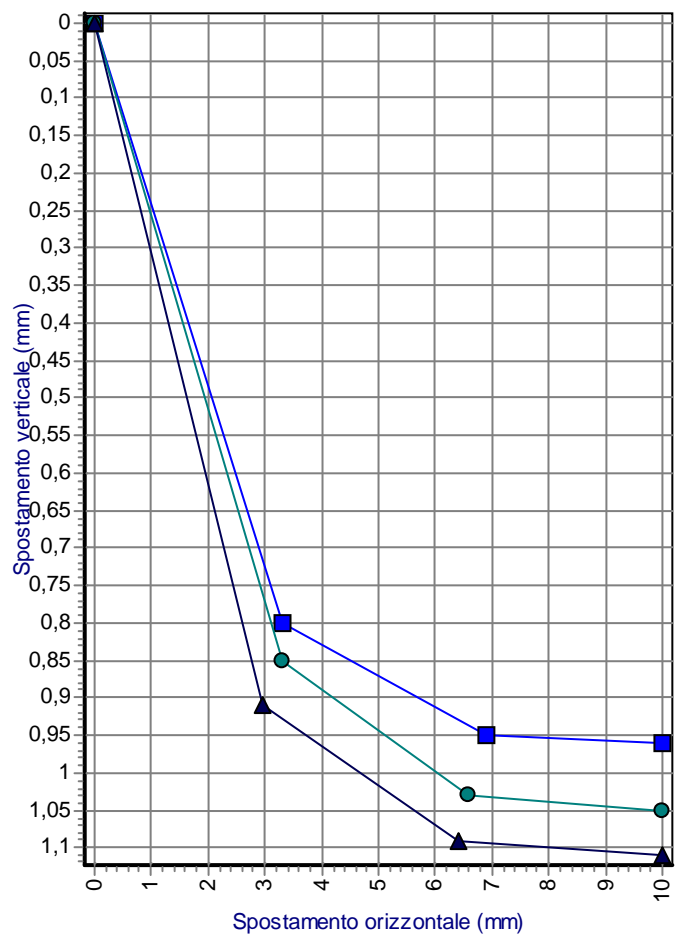
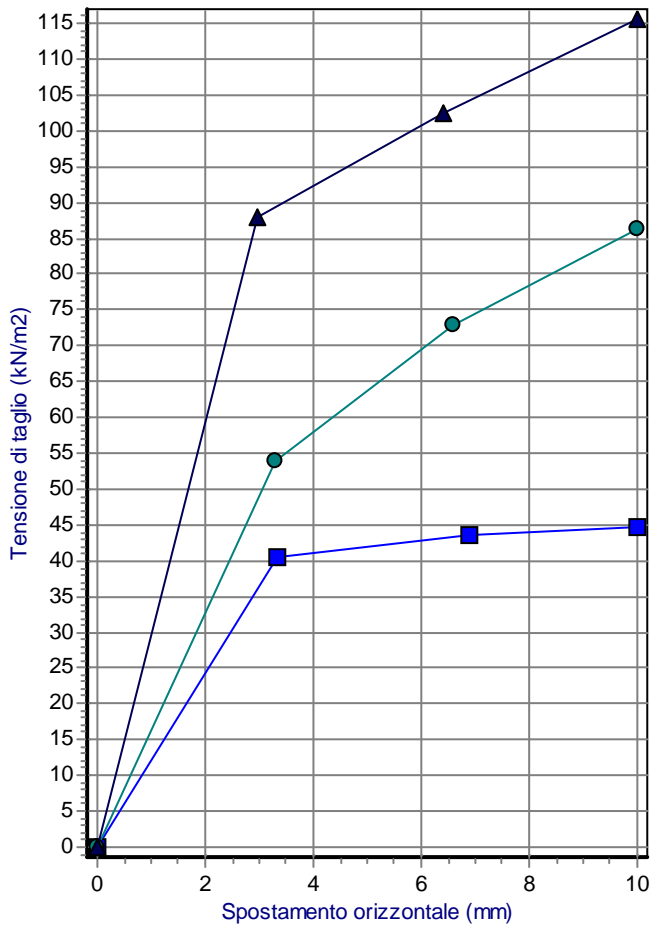
Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato

Sigla campione: P5 - semidisturbato

## Prova di taglio diretto

### Grafici degli spostamenti

	Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Velocità di carico (mm/min)
	1	4,7	19,6476	20	2	0,58
	2	4,7	19,6476	20	2	0,58
	3	4,7	19,6476	20	2	0,58



■ Provino n.1    ● Provino n.2    ▲ Provino n.3

Committente: Dott. Geol. M. Zucca

Località: Uta (Ca)

Descrizione: Depositi ciottolosi e sabbioso-limosi in abbondante matrice argillosa

Note: Campion. eseguito dalla committenza, i risultati si riferiscono al campione analizzato

Sigla campione: P5 - semidisturbato

**Prova di taglio diretto**  
**Diagramma di Mohr**

Numero provino	Contenuto d'acqua (%)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Area iniziale (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (cm)	Carico verticale (kN/m <sup>2</sup> )	Taglio a rottura (kN/m <sup>2</sup> )	Velocità di carico (mm/min)
1	4,7	19,6476	20	2	100	44,8	0,58
2	4,7	19,6476	20	2	200	86,4	0,58
3	4,7	19,6476	20	2	300	115,6	0,58

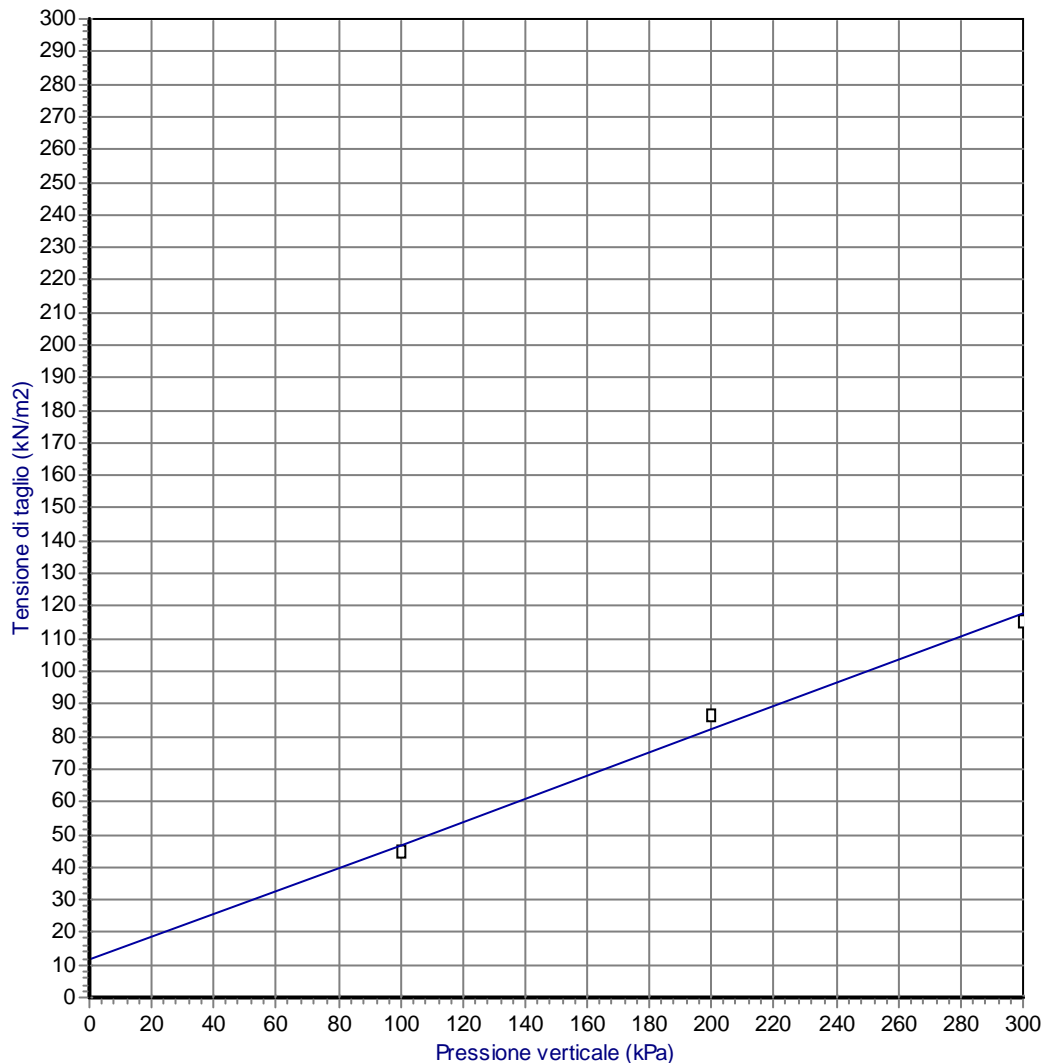
Angolo di resistenza al taglio (°):

19,49

Coesione (kN/m<sup>2</sup>):

11,467

Sigma (kn/m<sup>2</sup>)  
 100,00  
 200,00  
 300,00



Taglio a rottura (kN/m<sup>2</sup>)  
 □ 44,8  
 □ 86,4  
 □ 115,6