

**COMUNE DI  
CASTRONOVO DI SICILIA**  
(prov. Palermo)

ASSESSORATO REGIONALE dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale dell'Energia
10 FEB. 2016
PROT. N° 005505

**PROGETTO DI COLTIVAZIONE,  
VALIDO PER IL RILASCIO DELL'AUTORIZZAZIONE  
ALL'ESERCIZIO ESTRATTIVO,  
PER UNA CAVA DI CONGLOMERATI E ARENARIE  
DA DENOMINARE CONVENZIONALMENTE  
"TORTORESI - MICHELANGELO"  
DELLA OMONIMA CONTRADA**

**Richiesta di autorizzazione all'esercizio estrattivo  
(artt. 9 e 12 L. r. s. n° 127 del 9/12/1980)**

**NOTE INTEGRATIVE  
AGLI STUDI GEOLOGICI**

(nota n° 039035 del 17/11/2015 dell'Assessorato Regionale all'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità, Dipartimento dell'Energia, Servizio IX - Servizio Geologico e Geofisico)

**Ditta richiedente: "MICHELANGELO P.G. S.r.l."  
Via Giovanni Falcone, n° 17 - 90023 Ciminna (PA)**

*La Ditta*



*il Tecnico*

Dott. Geol. Cavallaro Francesco



Regione Siciliana



DIPARTIMENTO DELL'ENERGIA  
DISTRETTO MINIERARIO DI PALERMO

Il presente documento costituisce atto n° 17/18

all'autorizzazione n° 03/16-186PA del 18/04/2016

Il Dirigente Responsabile  
del Distretto  
Salvatore Mer



## **1 - PREMESSA**

Su incarico ricevuto dalla Ditta Michelangelo P. G. S.r.l.” (Via Giovanni Falcone, n° 17 - 90023 Ciminna), a seguito della nota n° 039035 del 17/11/2015 dell'Assessorato Regionale all'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità, Dipartimento dell'Energia, Servizio IX - Servizio Geologico e Geofisico, con la quale il suddetto ufficio richiedeva ulteriori integrazioni in merito al progetto per l'apertura di una cava di conglomerati ed arenarie sita in Contrada Tortoresi del Comune di Castronuovo di Sicilia (PA), vengono qui di seguito prodotte le integrazioni richieste.

Come da nota del suddetto Servizio Geologico e Geofisico, sono state fatte eseguire dalla Ditta Michelangelo P. G. S.r.l. delle indagini geognostiche miranti a definire:

- a) lo spessore del deposito arenaceo-conglomeratico;
- b) l'andamento del contatto del deposito arenaceo-conglomeratico con il substrato argilloso;
- c) la presenza di falda acquifera;
- d) la definizione dei parametri geotecnici dei litotipi coinvolti nelle indagini.

A tale scopo sono stati eseguiti: un sondaggio geognostico, una tomografia elettrica e delle prove di laboratorio su campioni.

Dopo l'acquisizione di questi nuovi dati, così come prescritto, è stata eseguita una nuova verifica della stabilità, lungo la sezione C-C' del nuovo progetto.

Infine, sono state illustrate le misure che s'intendono adottare per limitare i potenziali fenomeni di erosione, ad opera delle acque meteoriche, sulle superfici esposte dai lavori estrattivi in progetto.

## **2 – LE INDAGINI**

### **2.1 – Sondaggio geognostico**

E' stato eseguito un sondaggio geognostico, con macchina perforatrice idraulica a rotazione e a carotaggio continuo (Ditta Geocostruzioni s.r.l.) con lo scopo di conoscere lo spessore locale del livello arenaceo-conglomeratico della Formazione Terravecchia interessato al progetto, la profondità del passaggio alle sottostanti argille e l'eventuale presenza di falda acquifera, ma anche con lo scopo di tarare la Tomografia Elettrica. A tal fine il sondaggio è stato ubicato lungo la sezione C-C', la stessa utilizzata per eseguire la Tomografia Elettrica (vedi Tav.1, ubicazione delle indagini). Il sondaggio è stato seguito in campagna dallo scrivente, che ne ha redatto anche la stratigrafia, riportata nella successiva Tabella n° 1.

La stratigrafia mostra una monotona sequenza arenaceo-conglomeratica, del tutto simile a quella visibile in superficie, per uno spessore di circa 18 m, profondità alla quale è stato attraversato un

primo sottile livello argilloso, seguito da un'alternanza di livelli argillosi e arenaceo-conglomeratici fino a 27,50 m; a questi seguono argille fino a 30 m, profondità massima raggiunta dal sondaggio.

<b>TAB. 1 STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO GEOGNOSTICO</b>			
<b>da metri</b>	<b>a metri</b>	<b>descrizione</b>	<b>Note</b>
0,00	3,00	Terreno di riporto o movimentato dai precedenti lavori estrattivi, costituito da terreno vegetale misto a ciottoli e sabbia.	
3,00	7,20	Arenarie e conglomerati	
7,20	7,50	Argille siltoso-sabbiose rossastre, alterate.	Probabili argille di alterazione della roccia in frattura
7,50	16,50	Arenarie e conglomerati	
16,50	17,80	Arenarie alternate ad argille siltoso-sabbiose	
17,80	18,20	Argille di colore grigio-avana	Prelevati i campioni C1, C2, C3, C4
18,20	19,00	Conglomerati	
19,00	22,50	Argille, argille siltoso-sabbiose e sabbie	
22,50	24,00	Conglomerati e arenarie	
24,00	26,50	Arenarie e conglomerati alternate ad argille siltoso-sabbiose	
27,50	30,00	Argille di colore grigio-avana	Prelevato il campione C5

Nel sondaggio non è stato possibile accertare, in modo strumentale, la presenza di una falda acquifera, tuttavia, nel corso della perforazione si è riscontrato la perdita totale del fluido di circolazione (acqua), a conferma dell'elevata permeabilità dei livelli arenaceo-conglomeratici attraversati, inoltre, tale fluido è stato necessario pomparlo fino al completamento della perforazione.



*Fig. 1 – Sondaggio geognostico a carotaggio continuo; fase iniziale dei lavori.*





*Fig. 2 – Sondaggio geognostico a carotaggio continuo; fase di estrazione della carota.*



*Fig. 3 – Sondaggio geognostico a carotaggio continuo; livelli argillosi a fine sondaggio.*

Nel corso della perforazione sono stati prelevati n° 5 campioni di argille (vedi Tab.1) da poter sottoporre ad analisi di laboratorio, mentre non è stato possibile prelevare campioni dei conglomerati poiché il grado di cementazione dei clasti non era sufficiente a impedire ai ciottoli più grossolani, che rimanevano incastrati nella testa di perforazione, di ruotare insieme ad essa e



disgregare così gran parte della roccia attraversata, le cui parti più fini si disperdevano per la maggior parte nelle fessure della roccia circostante insieme all'acqua di circolazione. La stratigrafia del sondaggio è stata restituita graficamente nella Tav. 2 in appendice alla presente.

## 2.2 – Indagine geofisica

E' stata eseguita, dalla Ditta GEOCHECK S.r.l (Via Stazzone, 45 – Aci Sant'Antonio (CT)) una tomografia elettrica dell'affioramento in cui ricade l'area destinata al progetto di coltivazione. Scopo dell'indagine è stato quello di definire, lungo la Sezione di progetto C-C', lo spessore del livello arenaceo-conglomeratico e l'andamento del contatto con il substrato argilloso, oltre che l'eventuale presenza di una falda acquifera. I risultati dell'indagine geofisica, visibili nella sezione “Allegati” in appendice alla presente relazione, possono essere riassunti nei successivi punti.

### 2.2.1 – La sezione elettrotomografica e la litologia

E' stato eseguito un profilo elettrotomografico lungo la traccia della Sezione C-C' di progetto, estesa ulteriormente, ad est e ovest, fino a raggiungere una lunghezza di circa 750 m (vedi Tavv. 1 e 3) allo scopo di poter esplorare uno spessore significativo dell'affioramento. Nella successiva fig. 4 è stata riportata la sezione elettrotomografica rispetto al profilo topografico. Nella Fig 5 la stessa sezione è stata normalizzata in classi di resistività e la legenda è descritta nella fig. 6. Alle classi di resistività sono stati attribuiti i litotipi interessati e, in definitiva, una stratigrafia che ne viene dedotta. Alle argille è stata attribuita una resistività compresa circa tra 0 e 50 ohm.m e ai livelli arenaceo-conglomeratici una resistività superiore ai 70 ohm.m. Tra argille e livelli arenaceo-conglomeratici è compresa una fascia di transizione, con intervallo di resistività tra 50 e 70 ohm.m, confrontabile con quanto è stato rilevato nella parte medio-terminale del sondaggio geognostico, in cui si alternano livelli arenaceo-conglomeratici a quelli più prettamente argillosi.

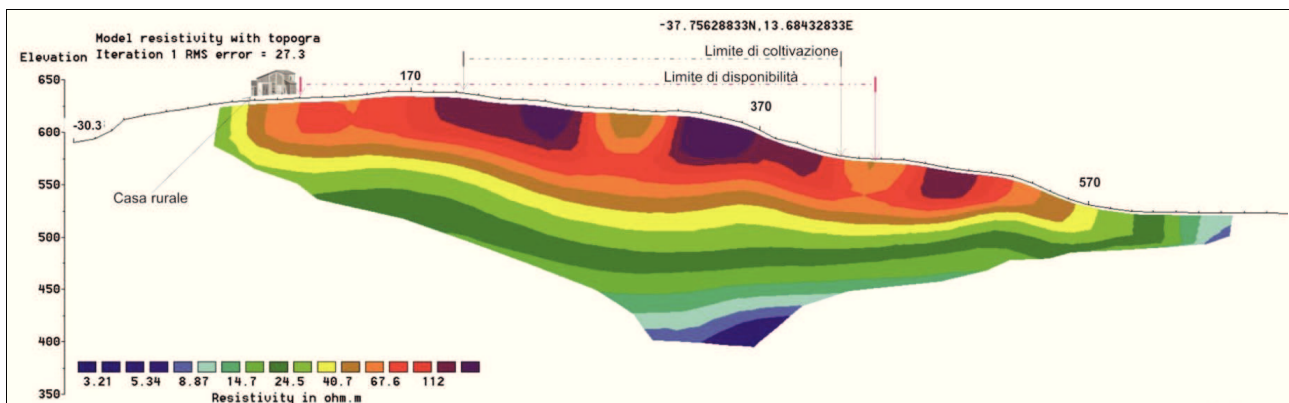


Fig. 4 – Sezione elettrotomografica lungo la Sezione C-C' Estesa.

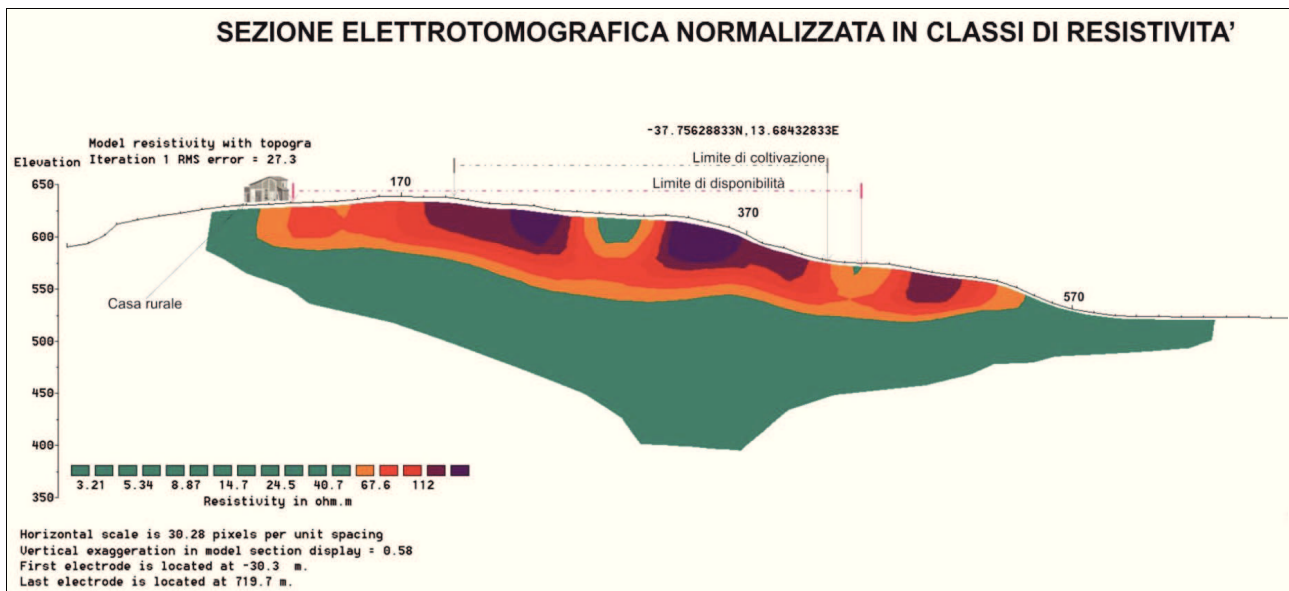


Fig. 5 – Sezione elettrotomografica lungo la Sezione C-C'-Estesa con classi di resistività normalizzate.

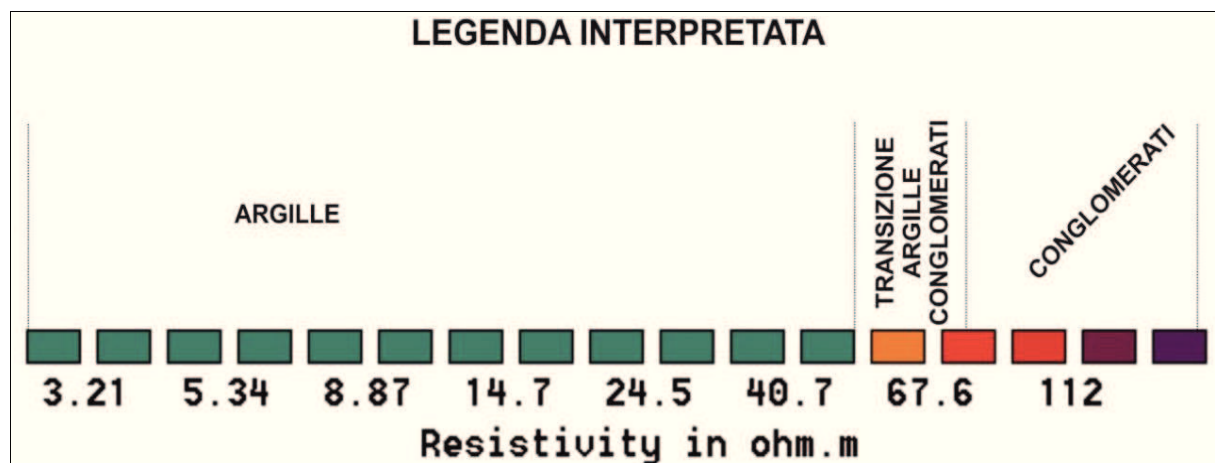


Fig. 6 – Legenda della litologia (v. fig.5) interpretata in funzione della resistività.

### 2.2.2 – L'andamento del contatto con il substrato argilloso

Nella Tav.3, in cui l'elettrotomografia è stata sovrapposta alla Sezione C-C'-ESTESA, l'andamento del contatto tra la zona alto-resistiva e quella medio-basso-resistiva si presenta piuttosto irregolare. Nelle porzioni ovest e centrale (e in minor misura in quella orientale) dell'elettrotomografia, si osservano delle “fasce” che, a partire dalla superficie, presentano un abbassamento dei valori di resistività. Dato che in superficie non è stata evidenziata la presenza di argille, una possibile interpretazione di queste evidenze è la presenza di disturbi tettonici, come delle zone particolarmente fessurate. Queste zone, infatti, essendo maggiormente permeabili e più ricche di acqua interstiziale, presenterebbero una più bassa resistività, inoltre, all'interno di esse i processi di alterazione della roccia giungerebbero più in profondità. Nel complesso, i blocchi individuati da queste fasce di disturbo tettonico, presentano una progressiva inclinazione (rispetto al substrato argilloso e lungo la sezione), rispettivamente di circa 2°, 4°, 7°, procedendo verso Ovest.

Il sondaggio geognostico, purtroppo, non ci fornisce una stratigrafia che corrisponda esattamente con quanto ci viene restituito dall'elettrotomografia. Il sondaggio, infatti, cade proprio in una zona in cui la resistività si presenta omogeneamente più bassa fino in superficie, interrompendo la continuità degli strati alto-resistivi. Il sondaggio mostra, alla profondità di circa 20 m, un progressivo passaggio alle argille con un'alternanza di livelli arenaceo-conglomeratici. Questo passaggio, tuttavia, non risulta evidenziabile nella tomografia elettrica che, al contrario, mostra una certa omogeneità. Quest'anomalia è stata interpretata come la conseguenza di diversi fattori concomitanti:

a) l'effetto dei già descritti disturbi tettonici;

b) la risoluzione del profilo elettrotomografico (determinato dalla distanza interelettrodica), che non giunge a un grado di dettaglio tale da poter definire meglio questa zona;

c) La presenza di locali intercalazioni argillose nei livelli arenaceo-conglomeratici.

Quest'ultima causa, in particolare, confermata dai dati provenienti dalla stratigrafia del sondaggio geognostico, insieme a un locale aumento della frequenza delle discontinuità tettoniche, potrebbe essere responsabile dell'assottigliamento e dell'interruzione dello strato medio-alto resistivo (fascia rosso-arancio compresa tra 67,6 e 112 ohm.m) in corrispondenza di questa zona (e solo in questa) del profilo elettrotomografico. Proprio la continuità di questo strato medio-alto resistivo (fascia rosso-arancio compresa tra 67,6 e 112 ohm.m) in tutto il resto della sezione elettrotomografica, ci indica che si tratta di un fenomeno localizzato in quest'area e che i settori interessati dai lavori estrattivi non presentano questa anomalia.

Alla sezione è stato sovrapposto il profilo della cava nella sua configurazione finale. E' possibile constatare come i lavori minerari interessino quasi esclusivamente la fascia alto-resistiva della sezione elettrotomografica, rappresentati dai depositi arenaceo-conglomeratici; le zone a più bassa resistività presenti all'interno di quelle alto-resistive, sono rappresentate dalle fasce di disturbo tettonico già evidenziate.

Nella Tav. 4 (Sezione C-C'-ESTESA), viene riportata l'interpretazione geologica dello scrivente dei dati acquisiti attraverso l'indagine geognostica e l'elettrotomografia. L'anomalia riscontrata in corrispondenza del sondaggio è stata interpretata come la presenza di locali intercalazioni argillose nei livelli arenaceo-conglomeratici. Il passaggio tra i livelli arenaceo-conglomeratici e quelli argillosi costituisce un'eteropia di facies tra diversi livelli della Formazione Terravecchia, che verso il basso tendono a diventare sempre più argillosi, senza escludere la presenza di intercalazioni arenacee e conglomeratiche. Ciò ben si accorda con una resistività che, sebbene scenda di valore progressivamente verso il basso, si mantiene a livelli più elevati di quelli che ci si aspetterebbe da una successione omogeneamente argillosa. Dato che il substrato alla Formazione Terravecchia è



costituito in quest'area dalle Argille Brune del Flysch Numidico, a questo litotipo sono stati attribuiti i valori più bassi di resistività riscontrati nell'ellettrotomografia, evidenziati al margine ovest della sezione (dove in effetti affiorano le Argille Brune del Flysch Numidico) e alla sua massima profondità raggiunta. La distanza minima che, nella Sezione C-C'-ESTESA, separa i lavori minerari previsti nella loro fase finale dal limite tra i livelli arenaceo-conglomeratici e quelli argillosi è di circa 15 m.

### **2.2.3 – La presenza di una falda acquifera**

Nella sezione C-C'-Estesa la falda acquifera può essere ospitata essenzialmente nei livelli arenaceo-conglomeratici, le cui caratteristiche di permeabilità medio-alta e la posizione stratigrafica rispetto ai sottostanti livelli argillosi, ne consentono il potenziale accumulo. L'eventuale presenza dell'acqua, che satura i vuoti interconnessi presenti nell'ammasso roccioso, ne dovrebbe abbassare la resistività allo stesso livello degli strati medio-basso-resistivi. La forma irregolare del substrato medio-basso-resistivo non sembra indicare la presenza di un battente d'acqua che saturi una porzione significativa del potenziale acquifero, altrimenti questo si presenterebbe con una forma più regolare, debolmente inclinata o sub-orizzontale. E' molto più probabile che nel sito in esame ci si trovi in presenza di un battente d'acqua di spessore modesto e irregolare, forse anche stagionale, ospitato nella fascia di transizione (a media resistività) tra i livelli arenaceo-conglomeratici e le argille. Va sottolineato, a questo proposito, che le indagini elettrotomografiche sono state eseguite in autunno, dopo abbondanti piogge, e che nella parte a valle della sezione, dove i livelli arenaceo-conglomeratici passano alle argille, sono stati osservati dei fenomeni di “impantanamento” dei terreni argillosi posti a valle, a testimonianza dell'esistenza di un effettivo, seppur modesto, deflusso sotterraneo in questa direzione. Pertanto, nonostante le considerazioni scaturite dalle indagini geofisiche, per maggiore sicurezza, nella sezione C-C'-ESTESA da utilizzare per le verifiche di stabilità del pendio (e anche nelle sezioni geominerarie), è stata indicata la presenza di una falda acquifera, estesa su tutta la sezione, che assume maggiore consistenza nella porzione occidentale, saturando uno spessore massimo di circa 10 m dei livelli arenaceo-conglomeratici.

### **2.3 – Le prove di laboratorio**

Dalle carote estratte nel corso della perforazione sono stati scelti n° 5 campioni di argille (vedi Tab.1) da poter sottoporre ad analisi di laboratorio. Non è stato possibile utilizzare i campioni dei livelli arenaceo-conglomeratici a causa del fatto che i ciottoli più grossolani, che si sono incastrati nella corona del carotiere, ruotando con essa hanno impedito la formazione della carota. Pertanto, per la caratterizzazione geotecnica delle arenarie e dei conglomerati, sono stati prelevati dei

campioni in superficie, nelle aree in cui, in passato, sono stati effettuati scavi per attività estrattive (vedi Tav.1). Tra gli “Allegati” in appendice a questa relazione, vi sono le prove geotecniche di laboratorio eseguite dalla Ditta GEOLAB s.r.l. (Area industriale di Carini (PA) - Via De Spuches s.n.). Dei campioni prelevati, il Laboratorio ha scelto quelli più idonei per le prove.



Fig. 6 – Campioni rocciosi arenaceo-conglomeratici prelevati in superficie.

### 2.3.1 – Risultati delle prove di laboratorio sui campioni arenaceo-conglomeratici

Per le prove sono stati scelti due campioni, da ciascuno dei quali sono stati ricavati due provini. Su questi provini sono state determinate la massa volumica, il carico di rottura e la resistenza alla compressione monoassiale. Nella successiva Tabella 2 sono riassunti i risultati delle prove.

Tab. 2 DATI RIASSUNTIVI DELLE PROVE DI LABORATORIO SUI CAMPIONI LAPIDEI						
campione	provino	Data prelievo	litologia	Massa volumica (Kg/m <sup>3</sup> )	Carico rottura (N)	Resistenza a compressione (MPa)
5	5-1	30/11/15	conglomerato	2.499	151.085	29,41
5	5-2	30/11/15	conglomerato	2.531	196.160	38,45
8	8-1	30/11/15	arenaria	2.420	199.165	38,12
8	8-2	30/11/15	arenaria	2.549	382.816	72,01

La resistenza a compressione uniassiale dei campioni presenta due valori molto simili (di circa 38 Mpa), un valore discretamente più basso (di circa 29 Mpa) e valore piuttosto alto (di circa 72 Mpa) che si discostano dai precedenti, in modo più consistente quello alto. La media aritmetica di questi valori è di 44,4975 Mpa, tuttavia, si è ritenuto più idoneo e a favore della sicurezza adottare la media aritmetica ponderata data dall'espressione matematica:

$$M_{a,pond} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

dove  $f_i$  è il peso del termine  $i$ -esimo.

Il peso  $f_i$  di ciascun termine è stato definito sulla base delle osservazioni di campagna effettuate sugli affioramenti e sulle superfici della formazione messe a giorno dai precedenti lavori minerari. Ai termini più resistenti della successione arenaceo-conglomeratica (circa 72 Mpa) è stato attribuito un peso = 0,15 (il 15% sul totale); ai termini meno resistenti (circa 29 Mpa) è stato attribuito un peso = 0,10 (il 15% sul totale); ai termini intermedi (circa 38 Mpa) è stato attribuito un peso = 0,75 (il 75 % sul totale). I risultati del calcolo sono riportati nella seguente tabella:

CALCOLO DELLA MEDIA ARITMETICA PONDERATA		
		peso attribuito
valore 1	29,41	0,10
valore 2	38,45	0,75
valore 3	38,12	0,75
valore 4	72,01	0,15
media aritmetica	44,4975	
media aritmetica ponderata	40,6686	

Pertanto, per i livelli arenaceo-conglomeratici la

$$\text{Resistenza a compressione} = 40,66 \text{ Mpa.}$$

### 2.3.2 – Risultati delle prove di laboratorio sui campioni argillosi

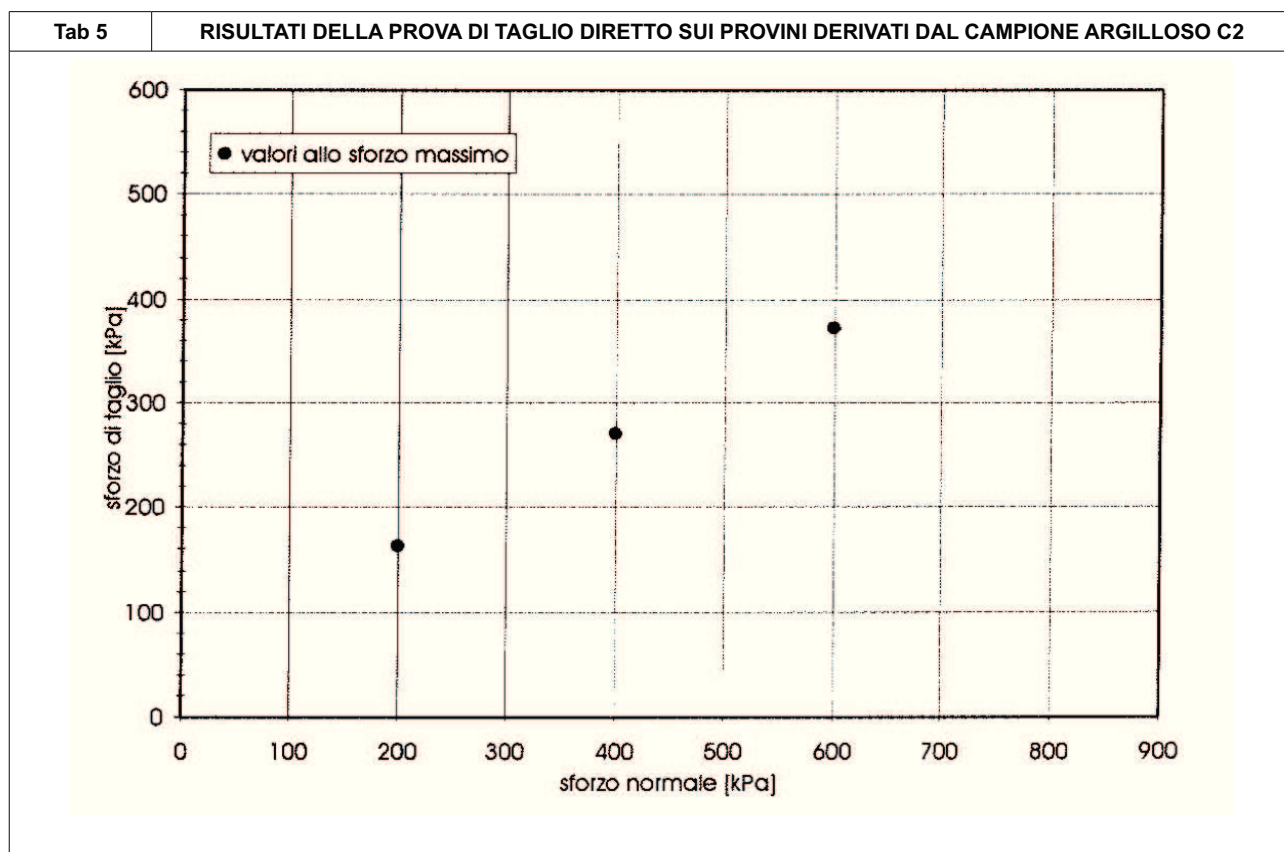
Per le prove sono stati scelti due campioni, il campione C2 (prof. m 21,00 – 21,30 del sondaggio geognostico) e il campione C5 (prof. m 27,00 – 27,40 del sondaggio geognostico). Da ciascuno dei campioni sono stati ricavati tre provini, su cui sono state eseguite delle prove per la determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchiatura di taglio diretto. Nella successiva tabella sono riportate alcune caratteristiche dei provini del campione C2.

Tab 3		CARATTERISTICHE DEI PROVINI DERIVATI DAL CAMPIONE ARGILLOSO C2			
		Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Massa volumica	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.16	2.18	2.12	
Massa volumica secca	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.92	1.94	1.89	
Contenuto d'acqua	[%]	12.64	12.75	12.24	

Ogni provino è stato sottoposto ad una prova di taglio con sforzo normale applicato differente, rispettivamente, a 200 kPa, 400 kPa e 600 kPa. Nella successiva tabella si riportano i risultati.

Tab 4		RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO SUI PROVINI DERIVATI DAL CAMPIONE ARGILLOSO C2			
Riferimento Provini	A	B	C		
Sforzo normale applicato	200 kPa	400 kPa	600 kPa		
Sforzo di taglio massimo	163.8 kPa	270.0 kPa	371.7 kPa		
Spostamento orizzontale allo sforzo massimo	5.31 mm	2.65 mm	1.16 mm		
Velocità di deformazione	0.0020 mm/min	0.0020 mm/min	0.0020 mm/min		
Altezza finale	22.47 mm	23.61 mm	21.65 mm		
Spostamento orizzontale totale	6.478 mm	6.455 mm	5.616 mm		

Nella successiva tabella si riportano i risultati ottenuti dalle prove in un diagramma “*sforzo di taglio / sforzo normale*”.



Come si può notare i punti giacciono su una retta la cui equazione contiene i valori della coesione  $c'$  e dell'angolo d'attrito  $\phi'$  delle argille, definiti, rispettivamente, dall'intercetta sull'asse delle ordinate e dal coefficiente angolare della retta. Nei capitoli successivi ci occuperemo della definizione di questi parametri.

Nella successiva tabella sono riportate alcune caratteristiche dei provini del campione C5.

**Tab 6**      **ALCUNI RISULTATI DELLE ANALISI SUI PROVINI DERIVATI DAL CAMPIONE ARGILLOSO C5**

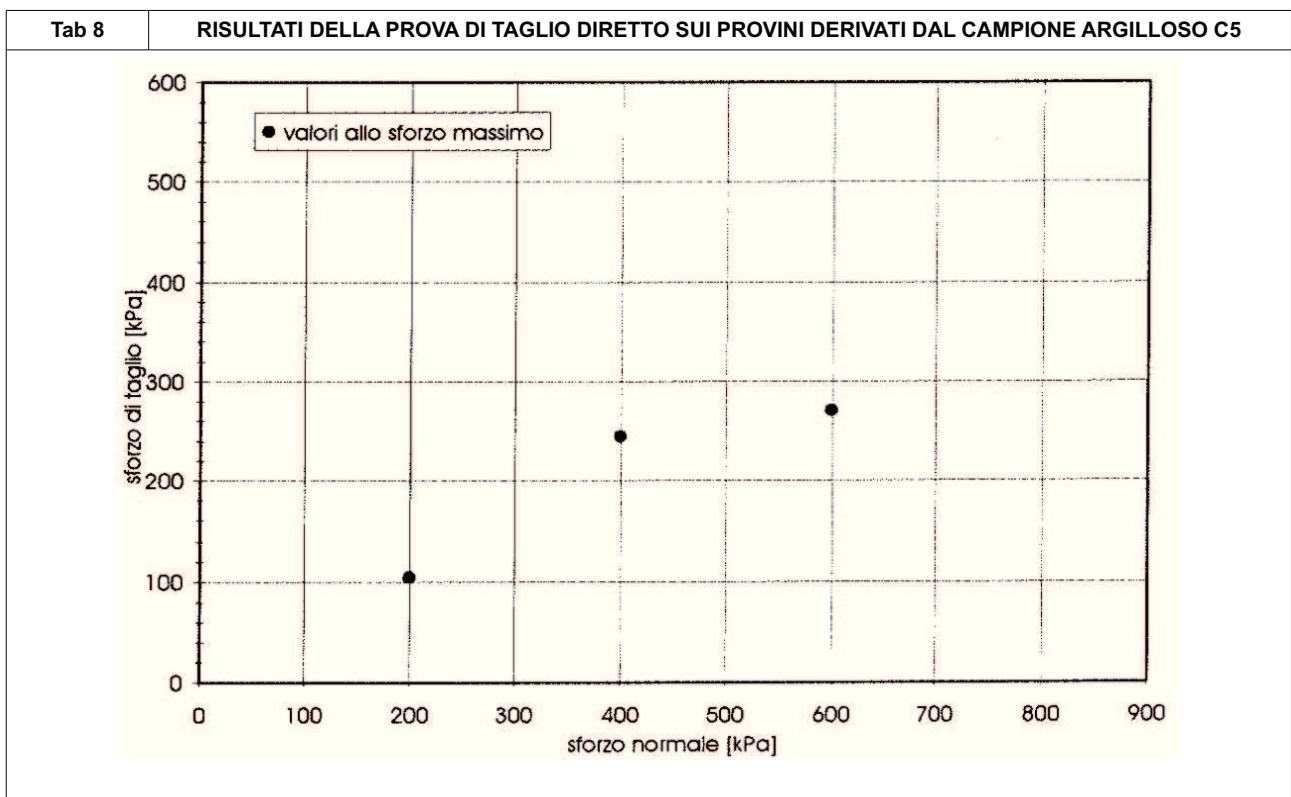
		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa volumica	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.17	2.19	2.14
Massa volumica secca	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.91	1.94	1.91
Contenuto d'acqua	[%]	13.58	12.95	12.12

Ogni provino del campione C5 è stato sottoposto ad una prova di taglio con sforzo normale applicato differente, rispettivamente, a 200 kPa, 400 kPa e 600 kPa. Nella successiva tabella si riportano i risultati.



Tab 7	RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO SUI PROVINI DERIVATI DAL CAMPIONE ARGILLOSO C5		
Riferimento Provini	A	B	C
Sforzo normale applicato	200 kPa	400 kPa	600 kPa
Sforzo di taglio massimo	104.1 kPa	243.6 kPa	269.7 kPa
Spostamento orizzontale allo sforzo massimo	0.95 mm	1.48 mm	2.22 mm
Velocità di deformazione	0.0030 mm/min	0.0030 mm/min	0.0030 mm/min
Altezza finale	23.64 mm	22.95 mm	22.45 mm
Spostamento orizzontale totale	3.713 mm	3.388 mm	3.710 mm

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti dalle prove in un diagramma “sforzo di taglio / sforzo normale” per i provini del campione C5.



Come si può notare, diversamente dal campione C2, i valori ricavati non giacciono sulla stessa retta, ma una retta passante tra i punti potrebbe essere rappresentativa del campione.

### 3 – PARAMETRI GEOTECNICI DEI LITOTIPI

Le prove di laboratorio ci hanno fornito solo alcuni dei parametri geotecnici necessari per la verifica di stabilità del fronte di cava lungo la Sezione C-C' di progetto. Occorre, infatti, ancora definire la coesione e l'angolo d'attrito interno, sia per i livelli arenaceo-conglomeratici che per le argille.

#### 3.1 – Calcolo della coesione e dell'angolo d'attrito interno delle argille

E' noto che nelle prove di taglio diretto esiste una correlazione di tipo quasi-lineare tra i valori dello sforzo normale al provino e quello massimo applicato per il suo taglio. Pertanto, se poniamo in un diagramma cartesiano sulle ordinate i valori dello sforzo massimo di taglio e sulle ascisse i relativi valori dello sforzo normale, l'equazione della retta

$$(1) \quad Y = a + bX$$

può essere rappresentativa della relazione o funzione esistente tra queste coppie di valori.

In questa equazione, “*a*” viene definita “*intercetta*” (della retta sull'asse Y, per valori di X=0), e “*b*” viene definito “*coefficiente angolare*”.

Nel nostro caso, l'equazione generica (1) può essere scritta, tenendo conto del criterio di Mohr - Coulomb, nel seguente modo:

$$(2) \quad \tau = c' + \sigma' \tan\phi'$$

$\tau$  = sforzo massimo applicato per il taglio

$\sigma'$  = sforzo normale al provino

$c'$  = coesione (o intercetta della retta)

$\tan\phi'$  = coefficiente angolare della retta

$\phi'$  = angolo d'attrito interno

Pertanto, è possibile ricavare i valori di “*c'* = coesione” e di “ $\phi'$  = angolo d'attrito interno” dai dati acquisiti con le prove di laboratorio.

Nella Tabella 5 (campione C2) si nota che i punti giacciono (con buona approssimazione) su una retta, mentre lo stesso non avviene nel diagramma della Tabella 8 (campione C5), forse per caratteristiche naturali del provino (che potrebbe essere non omogeneo rispetto agli altri due, sebbene provenienti dallo stesso campione).

Per ottenere questi valori dai dati ricavati dalle prove di laboratorio, utilizzeremo il metodo della “*regressione lineare semplice*”, utilizzando un comune programma di calcolo (Excel o simile). I dati da introdurre sono quelli definiti nelle tabelle 4 e 7. Nelle successive tabelle è stato riportato il risultato del calcolo, che si avvale anche del “*metodo dei minimi quadrati*”.

CAMPIONE C2 – REGRESSIONE LINEARE SEMPLICE

	X	Y	XY	X2	Y2
A	200	163,80	32760,00	40000,00	26830,44
B	400	270,00	108000,00	160000,00	72900,00
C	600	371,70	223020,00	360000,00	138160,89
SOMMA	1200	805,50	363780,00	560000,00	237891,33
MEDIA	400	268,50	121260,00	186666,67	79297,11

PENDENZA	0,51975	coeff. Ang.	$\phi' = 27,4631553$ gradi
INTERCETTA	60,60		$c' = 60,60$ Kpa

CAMPIONE C5 – REGRESSIONE LINEARE SEMPLICE

	X	Y	XY	X2	Y2
A	200	104,10	20820,00	40000,00	10836,81
B	400	243,60	97440,00	160000,00	59340,96
C	600	269,70	161820,00	360000,00	72738,09
SOMMA	1200	617,40	280080,00	560000,00	142915,86
MEDIA	400	205,80	93360,00	186666,67	47638,62

PENDENZA	0,41400	coeff. Ang.	$\phi' = 22,4895549$ gradi
INTERCETTA	40,20		$c' = 40,20$ Kpa

Nelle stesse tabelle è stato calcolato il valore di  $\phi' = \text{arctangente del coefficiente angolare}$ .

Abbiamo pertanto ottenuto i valori di coesione =  $c'$  e dell'angolo d'attrito interno =  $\phi'$  che riassumiamo nella seguente tabella, dove sono riportati anche i valori della media delle due campionature, valori che utilizzeremo nei successivi calcoli.

Tab. 9	TABELLA RIASSUNTIVA DEI VALORI		
campione	valore di $c'$ (KPa)	valore di $c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	valore di $\phi'$ (gradi)
C2	60,60	0,6179	27,46
C5	40,20	0,4099	22,48
<b>media dei valori</b>	50,40	0,5139	24,97

### 3.2 – Calcolo della coesione e dell'angolo d'attrito interno di arenarie e conglomerati

Per quanto concerne la valutazione della coesione e l'angolo d'attrito interno, si è proceduto utilizzando il “**Criterio di rottura di Hoek – Brown**”.

Il criterio empirico di Hoek-Brown, formulato nel 1980, prende avvio dal concetto che in alcune condizioni l'ammasso roccioso, sia esso più o meno intensamente fratturato, possa essere considerato come isotropo.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m \sigma_c \sigma_3 + s \sigma_c^2}$$

In tali condizioni l'equazione sviluppata da Hoek - Brown risulta:

dove  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  sono le tensioni principali maggiore e minore a rottura e  $\sigma_c$  la resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta. Le costanti  $m$  e  $s$  sono costanti empiriche adimensionali della roccia, che non hanno un preciso significato fisico ma sono legate al suo assetto geologico e strutturale. Per una roccia intatta  $s$  assume il valore di 1 mentre  $m$  è variabile con l'assetto tessiturale e la natura della roccia.

$$\sigma_1 = \sigma_3 \sigma_c (m_b \sigma_3 / \sigma_c + s)^a$$

A partire dagli anni '80 il criterio di Hoek-Brown ha subito una serie di modifiche e attualmente esso è espresso dalla seguente equazione:

dove  $m_b$  è il valore ridotto del parametro  $m_i$  proprio della roccia intatta, definito dalla relazione:

$$m_b = m_i \exp [(GSI-100)/(28-14D)]$$

$\sigma_c$  è il valore delle resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta mentre  $s$  e  $a$  sono costanti dell'ammasso roccioso date dalle espressioni:

$$s = \exp [(GSI-100)/(9-3D)]$$

$$a = 1/2 + 1/6 (e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

$D$  è un fattore numerico che tiene conto del grado di disturbo subito dall'ammasso a seguito di uno scavo, variabile tra 0, per ammassi non disturbati, e 1 per ammassi fortemente disturbati (uso di esplosivi o di macchinari che generano un impatto significativo).

I valori tipici di  $D$  riscontrati da casi reali sono illustrati nella seguente tabella:

APPLICAZIONE	CONDIZIONI DELL'AMMASSO	D
Gallerie	Scavo con esplosivo con micronitardi o scavo con TBM	0
Gallerie	Scavo meccanizzato in ammassi di scarsa qualità senza uso di esplosivo	0
Gallerie	Idem in presenza di rocce spingenti o rigonfianti	0.5
Gallerie	Utilizzo di esplosivo non controllato in rocce competenti	0.8
Versanti	Taglio di scarpate per opere di ingegneria civile (ad esempio strade, imposte di dighe) con uso di esplosivo con cariche controllate	0.7
Versanti	Taglio di scarpate per opere di ingegneria civile (ad esempio strade, imposte di dighe) con uso di esplosivo con cariche non controllate o con uso di scavo meccanizzato	1.0
Versanti	Cave o lavori minerari a cielo aperto con coltivazione con uso di esplosivo	1.0
Versanti	Cave o lavori minerari a cielo aperto con coltivazione a scavo meccanizzato	0.7
		per altezze fino a 50 m 1.0 per altezze superiori
Versanti	Scarpate naturali non disturbate da faglie o zone di taglio	0



Senza addentrarci ulteriormente nella teoria del criterio di rottura di Hoek – Brown, risulta evidente che i parametri fondamentali che partecipano alla determinazione dell'involuppo di rottura secondo il criterio di Hoek-Brown sono, oltre allo stato tensionale, la resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta  $\sigma_c$ , il valore di Geological Strength Index (GSI) e la costante m, il cui valore è riferito alla roccia intatta.

In mancanza di prove triassiali, fra l'altro di non facile esecuzione, è possibile e comunemente accettato fare riferimento a valori di m, tabulati da Hoek in funzione della litologia della roccia.

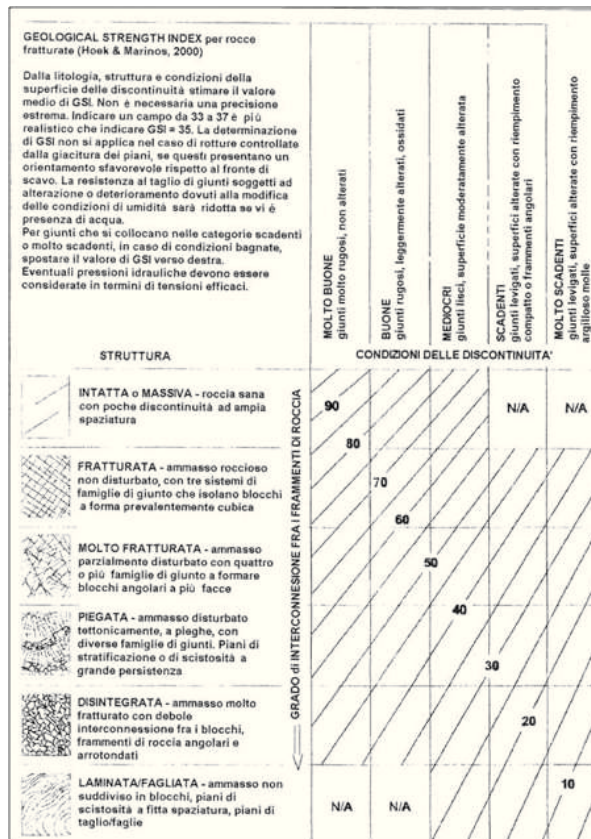
Nelle successive tabelle sono indicati valori medi di m ed il campo di variabilità (deviazione standard) suggeriti da Hoek e altri autori.

ROCCE SEDIMENTARIE			ROCCE IGNEE			ROCCE METAMORFICHE		
Roccia	m	±	Roccia	m	±	Roccia	m	±
Conglomerato	21	3	Granito	32	3	Marmo	9	3
Arenaria	17	4	Granodiorite	29	3	Cornubianite	19	4
Siltite	7	2	Diorite	25	5	Melaquarzite	20	3
Argillite	4	2	Gabbro	27	3	Quarzite	20	3
Argilloscisto	6	2	Norite	20	5	Migmatite	29	3
Chalk	7	2	Dolerite	16	5	Anfibolite	26	6
Breccia	20	2	Riolite	25	5	Gneiss	28	5
Calcere cristallino	12	3	Dacite	25	3	Scisti argillosi	7	4
Calcere sparlino	10	5	Peridotite	25	5	Scisti	10	3
Calcere micritico	8	3	Porfite	20	5	Filladi	7	3
Dolomia	9	3	Andesite	25	5			
Marna	7	2	Basalto	25	5			
Gesso	10	2	Diabase	15	5			
Anidride	12	2	Ossidiana	19	3			

LITOTIPO	m, (Hoek)	m, (MEDIO MSLRATO)
Granito	32 ± 3	25,3 ± 9
Calcere	12 ± 3	11,2 ± 9
Dolomia	9 ± 3	11,4 ± 4
Arenaria	17 ± 4	16,0 ± 9
Marmo	9 ± 3	8,0 ± 3
Quarzite	20 ± 3	18,2 ± 7
Calcere cristallino	12 ± 3	9,5
Calcere cristallino	12 ± 3	16,5
Calcere micritico	8 ± 3	14,0
Calcere brecciato	20 ± 2	15,8
Arenaria	17 ± 4	10,4
Arenaria	17 ± 4	18,2
Arenaria	17 ± 4	14,7
Arenaria	17 ± 4	8,3
Marmo	9 ± 3	10,8
Marmo	9 ± 3	10,4
Argilloscisto	6 ± 2	7,5
Argilloscisto	6 ± 2	5,5
Scisto	10 ± 3	14,0

Per quanto concerne il calcolo del valore del GSI (Geological Strength Index - concetto, sviluppato da Hoek), è molto semplice: incrociare i dati sull'assetto dell'ammasso roccioso con le caratteristiche delle discontinuità che lo separano per giungere ad un valore indice che permetta il

suo utilizzo per una valutazione accurata della resistenza e della deformabilità di un ammasso roccioso. Tale parametro viene quantificato con l'utilizzo del grafico seguente, dove le caratteristiche strutturali dell'ammasso (grado di fratturazione e disturbo tettonico) sono incrociate con le caratteristiche della superficie delle discontinuità (rugosità, alterazione e riempimento della frattura).



Per le caratteristiche dei livelli arenaceo-conglomeratici, abbiamo attribuito al Geological Strength Index un valore di  $GSI = 55$ .

Per eseguire i calcoli relativi al “Criterio di rottura di Hoek-Brown” è stato utilizzato il programma “RocLab” della Ditta RocScience, liberamente scaricabile dal sito [www.rocscience.com](http://www.rocscience.com). Il programma di calcolo consente di introdurre i parametri della successiva tabella, che noi abbiamo già valutato o che sono deducibili dalle tabelle di Hoek visualizzabili nel programma.

parametri
<b>sigci</b> (Uniaxial Compressive Strength);
<b>GSI</b> (Geological Strength Index, Hoek);
<b>mi</b> (costante empirica adimensionale legata all'assetto geologico e strutturale);
<b>D</b> (fattore numerico che tiene conto degli effetti indotti dallo scavo);
<b>Ei</b> ( $E_i = MR \times sigci$ , dove $MR$ = coefficiente che tiene conto della natura della roccia);
<b>Unit Weight</b> (Peso di volume della roccia *);
<b>Slope Height</b> (Altezza della scarpata o del versante)

Nella seguente tabella del programma RocLab, sono riassunti tutti i dati del calcolo.

<b>Hoek Brown Classification</b>	sigci	40,66	MPa
	GSI	55	
	mi	20	
	D	0	
	Ei	12198	
<b>Hoek Brown Criterion</b>	mb	4,00919	
	s	0,00674	
	a	0,50405	
<b>Failure Envelope Range</b>			
	Application	Slopes	
	sig3max	1,48641	MPa
	Unit Weight	0,025	MN/m3
	Slope Height	70	m
<b>Mohr-Coulomb Fit</b>	c	0,779546	MPa
	phi	53,432400	degrees
<b>Rock Mass Parameters</b>	sigt	-0,068334	MPa
	sigc	3,270700	MPa
	sigcm	10,976300	MPa
	Erm	4980,21	Mpa

In particolare, la tabella mostra i valori che ci interessano: coesione (c) e angolo di attrito interno (phi) derivati dal calcolo e qui di seguito evidenziati:

<b>ammasso roccioso (ivelli arenaceo-conglomeratici)</b>		
	<b>c</b>	<b>0,780</b>
	<b>phi</b>	<b>53,430</b>

### 3.2 - Caratteristiche geotecniche delle discontinuità

Nella relazione geologica allegata al progetto, per la caratterizzazione geotecnica delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, si è fatto riferimento alla seguente relazione di Barton (1973):

$$\tau = \sigma \tan (\varphi_b + JRC \log \sigma_c / \sigma)$$

*JRC = Joint Roughness Coefficient o Coefficiente di Rugosità, con valore variabile da 0 a 20;*

*$\sigma$  = tensione normale agente sul piano*

*$\tau$  = sforzo di taglio;*

*$\varphi_b$  = angolo d'attrito di base;*

*$\sigma_c$  = resistenza alla compressione uniassiale;*

Al coefficiente di rugosità abbiamo attribuito il valore  $JRC = 12$ ; al termine *angolo d'attrito di base*, è stato attribuito, da valori di letteratura riportati da Barton,  $\varphi_b = 35^\circ$ .

Il valore di  $\sigma$ , ossia della tensione normale sul giunto, è al massimo quella della colonna litostatica di massima altezza, che nel caso specifico sarà di circa 80 m, pertanto corrispondente a:

$$\sigma = 20 \text{ Kg/cm}^2 = 1,9613 \text{ MPa.}$$

Il valore della resistenza a compressione uniassiale  $\sigma_c$  dell'ammasso roccioso è stato già determinato e corrisponde a un valore medio di  $\sigma_c = 40,66 \text{ MPa}$ . Nella relazione:

$$\tau = \sigma \tan (\varphi_b + JRC \log \sigma_c / \sigma)$$

il termine tra parentesi può essere assimilato al valore dell'angolo di attrito delle arenarie in una relazione tipo Mohr – Coulomb, con  $c = 0$ .

$$\tau = \sigma \tan (\varphi)$$

Pertanto, sostituendo,  $\tau = \sigma \tan (35 + 12 \log (40,66/1,9613)) = \sigma \tan (50,79)$ ; e quindi possiamo definire il valore di  $\varphi_R = 50,79$ , **angolo di attrito residuo per il giunto**.



## 4 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

### 4.1 – I dati caratteristici del sito in esame

Il sito in esame ricade in località Contrada Tortoresi del Comune di Castronuovo, in provincia di Palermo. Le coordinate geografiche del sito (Sist. Rif.: WGS 84), espresse in gradi sessa-decimali sono: Long.: 13.684981°, Lat.: 37.756908°. Il territorio del Comune di Castronuovo ricade, secondo la normativa sismica vigente, in Zona 2. Per quanto concerne la definizione della categoria del sottosuolo ai sensi dell'attuale normativa, vista la destinazione delle opere di scavo in progetto, non si è ritenuto indispensabile eseguire delle indagini geognostiche in quanto la formazione conglomeratico-arenacea è interamente affiorante per tutta l'estensione verticale dell'affioramento destinato ai lavori estrattivi. Date le sue caratteristiche litologiche e stratigrafiche, già descritte nei capitoli precedenti, si ritiene che i conglomerati con intercalazioni di arenarie potrebbero essere attribuiti, come "Categoria di sottosuolo", alla classe "B", tuttavia, in via cautelativa e a favore della sicurezza, vengono qui attribuiti alla classe "C". Per quanto concerne la "Categoria Topografica", viste le caratteristiche del sito, situato su un versante caratterizzato da locali pendenze superiori a 15°, può essere attribuita a "T2", con un "Coefficiente Topografico" di 1,2. Per quel che riguarda la "Classe d'Uso", trattandosi di un'attività di tipo industriale non pericolosa per l'ambiente, con la sola presenza del personale di lavoro, costituito da poche unità lavorative, possiamo attribuire la cava alla Classe II, con un "Coefficiente d'Uso" pari a 1. La "Vita Nominale" della cava è di 50 anni e il "Periodo di Riferimento" di 50 anni.

Nella successiva tabella sono riassunti i dati caratteristici del sito, ai sensi del D:M: 14/01/2008.

Tabella dei dati caratteristici del sito	
Località	Contrada Tortoresi
Comune	CASTRONUOVO DI SICILIA
Provincia	PALERMO
Longitudine del sito (gradi sessa-decimali)	13,684981° E
Latitudine del sito (gradi sessa-decimali)	37,756908° N
Zona sismica	2
Categoria del sottosuolo	C
Categoria topografica	T2
Coefficiente topografico ST	1,2
Classe d'uso (CL)	II
Coefficiente d'uso (Cu)	1
Vita nominale dell'opera anni (VN)	50
Periodo di riferimento per l'opera (VR), anni	50

## 4.2 - Calcolo dei parametri $a_g$ , $F_o$ e $T_c^*$ agli Stati Limite per il sito in esame

Il foglio di calcolo "Spettri-NTC.xls" (scaricabile dal sito [www.cslp.it](http://www.cslp.it)) fornisce i valori di  $T_R$ ,  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  relativi agli Stati Limite: di Esercizio (SLO, SLD) e Ultimi (SLV, SLC).

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_c^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,034	2,416	0,221
SLD	50	0,042	2,440	0,263
SLV	475	0,094	2,593	0,343
SLC	975	0,116	2,642	0,360

Considerando un  $T_R$  di 475 anni, corrispondente ad una vita nominale di 50 anni e ad una Classe d'Uso (CL) II, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) avremo i seguenti valori:

$$a_g = 0,094; F_o = 2,593; T_c^* = 0,343$$

dove  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima prevista su un terreno rigido, di classe A.

## 4.3 - Calcolo delle forze sismiche orizzontali e verticali

Le forze sismiche che agiscono sul sito sono di tipo orizzontale ( $K_h$ ) e verticale ( $K_v$ ) e sono calcolabili con le seguenti espressioni:

$$K_h = \beta_s \times a_{max} / g$$

$$K_v = \pm 0,5 K_h$$

dove,  $\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima legato alle caratteristiche del sottosuolo del sito;  $a_{max}$  = accelerazione massima prevista per il sito in esame;  $g$  = accelerazione di gravità ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ).

I coefficienti riduttivi  $\beta_s$ , definiti dalla normativa, sono riportati nella seguente tabella:

ACCELERAZIONE $a_g$	CATEGORIA SOTTOSUOLO
	A
	$\beta_s$
$0,2 \text{ g} \leq a_g \leq 0,4 \text{ g}$	0,3
$0,1 \text{ g} \leq a_g \leq 0,2 \text{ g}$	0,27
$a_g \leq 0,1 \text{ g}$	0,2

Per il sito in esame:  $\beta_s = 0,2$ .

L'accelerazione massima  $a_{max}$  è correlata ai coefficienti Stratigrafico  $S_s$  e Topografico  $S_t$ , secondo la seguente espressione:

$$a_{max} = S_s \times S_t \times a_g$$

dove:  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima per il sito e per terreno rigido (tipo A);

Il Coeff. Stratigrafico  $S_s = 1,7 - 0,6 \times F_o \times a_g/g$ , deve essere compreso tra 1,0 e 1,5.

Per il sito in oggetto è:

$$Ss = 1,7 - 0,6 \times 2,593 \times 0,094(g)/g = 1,5537, \text{ che si pone } = 1,5$$

$$ST = 1,2$$

$$a_g = 0,094(g)$$

Pertanto,  $a_{max} = Ss \times ST \times a_g = 1,5 \times 1,2 \times 0,094 (g) = 0,1692 (g)$ , e quindi:

$$K_h = \beta_s \times a_{max}/g = 0,2 \times 0,1692 (g) / g = 0,03384$$

$$K_v = \pm 0,5 K_h = \pm 0,01692$$

## 5 – VERIFICHE DELLA STABILITA'

### 5.1 - Caratteristiche geotecniche dei terreni interessati

Nella seguente tabella riassumiamo i parametri geotecnici, relativi ai terreni interessati alla verifica, derivati dalle prove di laboratorio:

Livelli arenaceo-conglomeratici	
$\gamma'$	2500 Kg/m <sup>3</sup>
$c'$	0,780 Mpa, 79537,86 Kg/m <sup>2</sup>
$\phi'$	53,43°
$\phi_R$	50,79°
Argille	
$\gamma'$	2160 Kg/m <sup>3</sup>
$c'$	0,0504 Mpa; 5139 Kg/m <sup>2</sup>
$\phi'$	24,97°

### 5.2 - Coefficienti parziali

Le verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 1: – Combinazione 2 : (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2008 che si riportano qui di seguito.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{c_u}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_T$	1,0	1,0

**Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.**

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Nella tabella che segue si riportano tutti i parametri utilizzati nelle verifiche, corretti secondo i coefficienti parziali dell'approccio scelto.

roccia/terreno	parametro	grandezza	Valore	Coeff. parziale	Valore corretto
ammasso roccioso (livelli arenaceo-conglomeratici)	Peso unità di volume	$\gamma'$	2500 Kg/m <sup>3</sup>	1	2500 Kg/m <sup>3</sup>
	Coesione efficace	$c'$	79537 Kg/m <sup>2</sup>	1,25	63629,6 Kg/m <sup>2</sup>
	angolo resistenza al taglio	$\phi'$	53,43 gradi	1,25	47,15 gradi
	angolo residuo di resistenza al taglio su giunto	$\phi_R$	50,79 gradi	1,25	44,43 gradi
Argille	Peso unità di volume	$\gamma'$	2160 Kg/m <sup>3</sup>	1	2160 Kg/m <sup>3</sup>
	Coesione efficace	$c'$	5139 Kg/m <sup>2</sup>	1,25	4111,2 Kg/m <sup>2</sup>
	angolo resistenza al taglio	$\phi'$	24,97 gradi	1,25	20,43 gradi
	Coefficiente di sicurezza	$\gamma_R$	$\geq 1$	1,1	$\geq 1,1$

### 5.3 - Caratteristiche delle sezioni scelte per la verifica

Le presenti verifiche di stabilità sono state eseguite sulla nuova sezione C-C'-ESTESA, già utilizzata per rappresentare le indagini geofisiche (Tomografia elettrica). La sezione C-C' di progetto risulta quasi ortogonale al fronte e presenta il massimo dislivello dell'intero fronte di cava. Per la verifica di stabilità si è scelto di adottare un modello semplificato della situazione reale, assumendo che il substrato dei livelli arenaceo-conglomeratici sia costituito esclusivamente da argille, mentre il sondaggio e l'indagine geofisica ci confermano che si tratta di argille con intercalazioni arenaceo-conglomeratiche. Tale operazione di semplificazione risulta comunque a favore della sicurezza, essendo le caratteristiche delle argille peggiori del complesso roccioso nel suo insieme. Per quanto riguarda la forma della superficie di contatto tra i livelli arenaceo-conglomeratici e quelli argillosi sottostanti è stata utilizzata l'interpretazione geologica riportata nella Tav. 4. E' stata considerata, inoltre, la presenza di una potenziale falda idrica estesa su tutta la sezione, che assume maggiore consistenza nella porzione occidentale, dove si è ipotizzato che essa raggiunga uno spessore massimo di circa 9 m, nei livelli arenaceo-conglomeratici. Per la verifica di stabilità è stato preso in considerazione lo stato finale dei lavori. Infine, si è anche scelto di verificare sia il fronte di cava nella sua interezza, sia la singola "scarpata tipo".

### 5.4 - Scelta delle superfici potenziali di scorrimento

La scelta delle superfici potenziali di scorrimento è stata effettuata sulla base sia delle caratteristiche



della successione stratigrafica, sia dello stato di tettonizzazione dell'ammasso roccioso, che presenta, in generale, uno stato di fratturazione moderato, con delle zone (o fasce) più marcatamente fessurate. Si è ritenuto, pertanto, di eseguire la verifica di stabilità utilizzando, come potenziali superfici di scorrimento, sia le discontinuità tettoniche (fratture sub-verticali), sia quelle stratigrafiche (giunti di strato inclinati di circa 22° sull'orizzontale). Per quanto riguarda il calcolo, per le verifiche a piccola scala, del singolo gradone tipo, interessato da discontinuità locali (stratificazione e fratture, si è considerato una coesione nulla e, come forza resistente, solo l'attrito residuo lungo i giunti calcolato in precedenza. Per quanto riguarda il contatto tra i livelli arenaceo-conglomeratici e quelli argillosi sottostanti, è stata presa in considerazione anche questa superficie, ipotizzando una rottura, con successivo scorrimento, subito sotto il contatto a livello delle argille. Infine, è stata presa in considerazione anche la possibilità che il pendio si fratturi lungo superfici di tipo circolare, coinvolgendo anche il substrato argilloso. L'analisi è stata eseguita sia in presenza che in assenza di falda.

#### **5.5 – Metodo di calcolo utilizzato, software e modalità operative**

Per le verifiche di stabilità dei pendii naturali, spesso caratterizzati da una complessa e irregolare morfologia superficiale e profonda, e da una forte variabilità delle condizioni stratigrafiche e geotecniche, si ricorre, nell'ambito dei metodi all'equilibrio limite, ai cosiddetti metodi delle strisce. Per l'elaborazione dei calcoli è stato utilizzato il programma Geo-Tec B v. 8.0.1 della Ditta Interstudio. Per i calcoli sono stati utilizzati il *Metodo di Bishop semplificato*, per le superfici circolari, e il *Metodo di Janbu semplificato*, per le altre superfici. Per la generazione delle superfici circolari sono stati utilizzati due metodi: a) il metodo della corda, mediante il quale si traccia un cerchio per volta, partendo da una corda (definita dall'operatore) da cui si possono generare infiniti possibili cerchi; questo sistema risulta molto utile per definire cerchi passanti per due punti (ad es. piede e testa di un pendio); b) il metodo della griglia, consiste nel definire una griglia ai nodi della quale si generano automaticamente un numero definibile di cerchi di raggio compreso tra due valori prestabiliti.

#### **5.6 - Relazioni di verifica e calcoli**

Le verifiche, eseguite in osservanza del D. M. 14 Gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), sono state effettuate su un gruppo di configurazioni ipotetiche, ciascuna delle quali contiene, in tutto o in parte, gli elementi descritti nel precedente paragrafo.

Le configurazioni utilizzate per le verifiche di stabilità sono le seguenti:

**A1, A2, A3, A4** - Sezione C-C'-ESTESA; comprende l'intero fronte di cava e il versante in cui si

sviluppa; per potenziali rotture circolari su roccia integra. Il calcolo è stato effettuato con il *Metodo di Bishop semplificato*, il tracciamento dei cerchi sia con il “metodo della corda”, sia con il “metodo della griglia”, inoltre, è stata considerata sia la presenza che l'assenza di falda.

**B1, B2** - Sezione C-C'-ESTESA; intero fronte di cava e versante in cui si sviluppa; per potenziali scorrimenti su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture) e su substrato argilloso. Il calcolo è stato effettuato con il *Metodo di Janbu semplificato* e il tracciamento delle superfici manualmente; è stata considerata sia la presenza che l'assenza di falda.

**C** - Sezione C-C' ; solo fronte di cava intero; per potenziali scorrimenti su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture), passanti per il piede dell'intero fronte; Il calcolo è stato effettuato con il *Metodo di Janbu semplificato* e il tracciamento delle superfici manualmente.

**D** - Gradone tipo; per scorrimento su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture), passanti per il piede del gradone; Il calcolo è stato effettuato con il *Metodo di Janbu semplificato* e il tracciamento delle superfici manualmente.

Per ogni configurazione è stata prodotta una relazione di calcolo e un grafico, di seguito riportate.

## CALCOLI

### Verifica configurazione A1

**Sezione C-C'-ESTESA; comprende l'intero fronte di cava e il versante in cui si sviluppa; per potenziali rotture circolari su roccia integra. Il calcolo è stato effettuato con Bishop, il tracciamento dei cerchi con il "metodo della griglia"; è stata considerata in assenza di falda.**

#### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>;  
forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000

#### COORDINATE DEI PROFILI

-----			
-----	-----	X	Y
-----	-----	-----	-----
Pendio	1	48.330	342.550
Pendio	2	161.220	343.960
Pendio	3	167.570	341.840
Pendio	4	172.160	344.310
Pendio	5	194.730	349.960
Pendio	6	201.790	352.430
Pendio	7	212.370	357.360
Pendio	8	232.830	370.770
Pendio	9	241.650	374.300
Pendio	10	252.940	380.290
Pendio	11	267.410	382.760
Pendio	12	282.220	385.940
Pendio	13	294.920	389.470
Pendio	14	301.270	392.290
Pendio	15	319.620	395.110
Pendio	16	334.790	395.820
Pendio	17	341.490	396.880
Pendio	18	354.190	390.170
Pendio	19	364.420	390.170
Pendio	20	376.770	380.290
Pendio	21	400.760	380.290
Pendio	22	413.810	390.530
Pendio	23	423.690	390.170
Pendio	24	436.390	400.760
Pendio	25	445.910	400.050
Pendio	26	457.910	410.280
Pendio	27	467.780	410.280
Pendio	28	480.130	420.510
Pendio	29	490.010	420.510
Pendio	30	502.360	430.740
Pendio	31	511.880	430.390
Pendio	32	523.880	440.620
Pendio	33	535.160	440.620
Pendio	34	546.100	450.500
Pendio	35	557.390	450.140
Pendio	36	565.150	456.850
Pendio	37	571.850	458.960
Pendio	38	597.250	459.320
Pendio	39	618.770	458.610
Pendio	40	629.000	454.030
Pendio	41	638.170	453.320
Pendio	42	664.990	452.260
Pendio	43	695.330	449.790
Pendio	44	727.430	442.030
Pendio	45	747.890	436.740
Pendio	46	760.940	433.560
Pendio	47	765.880	429.680
Pendio	48	771.530	419.100
Pendio	49	787.050	413.100
Pendio	50	799.040	409.580
	2	1	195.090
		2	195.090
		3	213.780

2	4	240.240	349.960
2	5	255.060	348.540
2	6	277.640	345.370
2	7	305.860	343.960
2	8	330.550	345.020
2	9	345.720	346.080
2	10	357.360	348.900
2	11	371.120	353.840
2	12	383.820	359.830
2	13	393.700	363.710
2	14	399.700	364.770
2	15	408.870	364.770
2	16	418.390	363.710
2	17	434.980	360.890
2	18	448.380	360.540
2	19	462.490	361.600
2	20	484.720	365.480
2	21	506.240	371.830
2	22	517.170	375.710
2	23	531.990	382.410
2	24	543.630	388.410
2	25	555.270	394.410
2	26	567.620	399.340
2	27	582.790	403.230
2	28	596.900	406.050
2	29	612.420	408.520
2	30	622.650	409.580
2	31	644.530	410.280
2	32	672.390	410.630
2	33	694.970	410.630
2	34	715.790	409.220
2	35	729.900	408.160
2	36	750.710	404.990
2	37	771.880	401.810
2	38	794.100	398.290
2	39	799.750	397.230
2	40	799.750	397.230

-----  
 CARATTERISTICHE DEGLI STRATI  
 -----

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43

-----

Griglia di calcolo N° 1  
 X vertice basso a sinistra rettang.:189.790  
 Y vertice basso a sinistra rettang.:514.350  
 Larghezza rettangolo della griglia :263.880  
 Altezza rettangolo della griglia :245.530  
 Passo della griglia lungo X :10.000  
 Passo della griglia lungo Y :10.000  
 Raggio iniziale per ogni centro :100.000  
 Raggio finale per ogni centro :500.000  
 Numero cerchi intermedi : 50

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Bishop

GRIGLIA N° 1  
 Larghezza del concio.....=4.962  
 Coordinata X centro =319.790  
 Coordinata Y centro =724.350  
 Raggio =429.412  
 Situazione di carico numero 1  
 Coefficiente di sicurezza F =1.890  
 Numero iterazioni = 2  
 Precisione =0.00625

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-27.13	5.575	0.411	20.4	14290.0	464.1
2	-26.39	5.539	0.411	20.4	42207.0	1370.9
3	-25.65	5.504	0.411	20.4	69256.0	2249.5

4	-24.92	5.471	0.411	20.4	95452.7	3100.3
5	-24.19	5.439	0.411	20.4	120811.9	3924.0
6	-23.47	5.409	0.411	20.4	145348.8	4721.0
7	-22.75	5.380	0.411	20.4	169077.1	5491.7
8	-22.03	5.353	0.411	20.4	192009.2	6236.5
9	-21.32	5.326	0.411	20.4	204912.2	6655.6
10	-20.61	5.301	0.411	20.4	217669.9	7070.0
11	-19.90	5.277	0.411	20.4	262187.3	8515.9
12	-19.20	5.254	0.411	20.4	294901.1	9578.5
13	-18.50	5.232	0.411	20.4	326873.2	10616.9
14	-17.81	5.211	0.411	20.4	358113.9	11631.7
15	-17.11	5.192	0.411	20.4	388630.8	12622.9
16	-16.42	5.173	0.411	20.4	425124.5	13808.2
17	-15.73	5.155	0.411	20.4	464713.0	15094.0
18	-15.04	5.138	0.411	20.4	508557.0	16518.1
19	-14.36	5.122	0.411	20.4	553901.7	17990.9
20	-13.68	5.107	0.411	20.4	608360.6	19759.7
21	-13.00	5.092	0.411	20.4	662154.6	21507.0
22	-12.32	5.079	0.411	20.4	715273.9	23232.3
23	-11.64	5.066	0.411	20.4	766740.2	24904.0
24	-10.97	5.054	0.411	20.4	802567.2	26067.6
25	-10.29	5.043	0.411	20.4	840513.0	27300.1
26	-9.62	5.033	0.411	20.4	883989.8	28712.3
27	-8.95	5.023	0.411	20.4	926620.7	30096.9
28	-8.28	5.014	0.411	20.4	946515.9	30743.1
29	-7.61	5.006	0.411	20.4	965925.8	31373.6
30	-6.94	4.998	0.411	20.4	984948.6	31991.4
31	-6.28	4.992	0.411	20.4	1005831.8	32669.7
32	-5.61	4.986	0.411	20.4	1026055.8	33326.6
33	-4.95	4.980	0.411	20.4	1045325.9	33952.5
34	-4.28	4.976	0.411	20.4	1067493.8	34672.5
35	-3.62	4.972	0.411	20.4	1089032.0	35372.1
36	-2.96	4.968	0.411	20.4	1115634.6	36236.2
37	-2.29	4.966	0.411	20.4	1141438.4	37074.3
38	-1.63	4.964	0.411	20.4	1153053.4	37451.5
39	-0.97	4.962	0.411	20.4	1163524.6	37791.6
40	-0.31	4.962	0.411	20.4	1173371.4	38111.5
41	0.35	4.962	0.411	20.4	1178785.8	38287.3
42	1.02	4.963	0.411	20.4	1180701.0	38349.5
43	1.68	4.964	0.411	20.4	1181907.5	38388.7
44	2.34	4.966	0.411	20.4	1185913.6	38518.9
45	3.00	4.969	0.411	20.4	1185729.8	38512.9
46	3.67	4.972	0.411	20.4	1148494.1	37303.5
47	4.33	4.976	0.411	20.4	1109617.9	36040.7
48	5.00	4.981	0.411	20.4	1090019.6	35404.2
49	5.66	4.986	0.411	20.4	1081964.1	35142.5
50	6.33	4.992	0.411	20.4	1046186.3	33980.5
51	6.99	4.999	0.411	20.4	986617.3	32045.6
52	7.66	5.006	0.411	20.4	928222.5	30149.0
53	8.33	5.015	0.411	20.4	916623.9	29772.2
54	9.00	5.024	0.411	20.4	904804.6	29388.3
55	9.67	5.033	0.411	20.4	892585.0	28991.4
56	10.34	5.044	0.411	20.4	880888.7	28611.5
57	11.02	5.055	0.411	20.4	880481.0	28598.3
58	11.69	5.067	0.411	20.4	918701.0	29839.7
59	12.37	5.080	0.411	20.4	956807.9	31077.4
60	13.05	5.093	0.411	20.4	964518.8	31327.9
61	13.73	5.108	0.411	20.4	950660.9	30877.8
62	14.41	5.123	0.411	20.4	968692.2	31463.4
63	15.09	5.139	0.411	20.4	1008054.8	32741.9
64	15.78	5.156	0.411	20.4	1044298.6	33919.1
65	16.47	5.174	0.411	20.4	1024237.5	33267.6
66	17.16	5.193	0.411	20.4	1010258.8	32813.5
67	17.86	5.213	0.411	20.4	1046212.9	33981.3
68	18.55	5.234	0.411	20.4	1081116.0	35115.0
69	19.25	5.256	0.411	20.4	1078042.1	35015.1
70	19.96	5.279	0.411	20.4	1057505.8	34348.1
71	20.66	5.303	0.411	20.4	1072774.4	34844.0
72	21.37	5.328	0.411	20.4	1102332.0	35804.1
73	22.08	5.355	0.411	20.4	1119701.6	36368.3
74	22.80	5.382	0.411	20.4	1095600.8	35585.5
75	23.52	5.411	0.411	20.4	1081850.5	35138.8
76	24.24	5.442	0.411	20.4	1107219.0	35962.8
77	24.97	5.473	0.411	20.4	1131763.6	36760.0
78	25.70	5.507	0.411	20.4	1115432.5	36229.6
79	26.44	5.541	0.411	20.4	1083700.8	35198.9
80	27.18	5.578	0.411	20.4	1096755.9	35623.0
81	27.93	5.616	0.411	20.4	1118229.6	36320.5
82	28.68	5.656	0.411	20.4	1117116.5	36284.3



83	29.44	5.697	0.411	20.4	1083249.9	35184.3
84	30.20	5.741	0.411	20.4	1055339.9	34277.8
85	30.97	5.787	0.411	20.4	1075496.0	34932.4
86	31.75	5.835	0.411	20.4	1094660.8	35554.9
87	32.53	5.885	0.411	20.4	1058746.6	34388.4
88	33.32	5.938	0.411	20.4	1017463.1	33047.5
89	34.11	5.993	0.411	20.4	1012423.6	32883.8
90	34.92	6.051	0.411	20.4	1023015.3	33227.9
91	35.73	6.112	0.411	20.4	1001742.4	32536.9
92	36.55	6.176	0.411	20.4	965981.1	31375.4
93	37.38	6.244	0.411	20.4	924030.7	30012.8
94	38.21	6.315	0.411	20.4	881091.8	28618.1
95	39.06	6.390	0.411	20.4	837091.1	27189.0
96	39.92	6.470	0.411	20.4	791756.9	25716.5
97	40.79	6.553	0.411	20.4	743459.9	24147.8
98	41.67	6.642	0.411	20.4	692699.1	22499.1
99	42.56	6.736	0.411	20.4	640440.9	20801.7
100	43.47	6.837	6.362	47.2	580231.1	18846.1
101	44.39	6.943	6.362	47.2	510712.7	16588.1
102	45.32	7.057	6.362	47.2	420507.4	13658.2
103	46.27	7.178	6.362	47.2	333244.3	10823.9
104	47.24	7.308	6.362	47.2	261926.0	8507.4
105	48.22	7.447	6.362	47.2	189172.3	6144.4
106	49.22	7.597	6.362	47.2	115470.6	3750.5
107	50.25	7.759	6.362	47.2	39174.3	1272.4

-----  
5869968.0

Concio n°	C* $L_c$ +( $W_c+u*L_c$ ) kg/ml	* $t_g(\varnothing)$ kg/ml	m	Ms kg/ml	Mr kg/ml
1		25715.7	0.8	32153.2	-6052.2
2		36114.6	0.8	44701.9	-17388.3
3		46190.2	0.8	56617.8	-27731.5
4		55948.2	0.8	67933.9	-37118.3
5		65394.4	0.8	78681.0	-45583.6
6		74534.2	0.8	88887.6	-53162.1
7		83372.8	0.8	98580.0	-59887.2
8		91914.9	0.9	107782.2	-65791.1
9		96721.1	0.9	112510.7	-67844.5
10		101473.3	0.9	117124.1	-69553.2
11		118055.7	0.9	135241.7	-80748.5
12		130241.3	0.9	148117.1	-87416.2
13		142150.7	0.9	160523.6	-93116.5
14		153787.6	0.9	172481.5	-97878.0
15		165155.0	0.9	184008.9	-101728.1
16		178748.6	0.9	197883.0	-106368.4
17		193495.0	0.9	212884.6	-110903.9
18		209826.6	0.9	229472.9	-115490.9
19		226717.2	0.9	246511.5	-119388.1
20		247002.8	0.9	267066.7	-124096.6
21		267040.6	0.9	287172.1	-127418.6
22		286827.2	0.9	306839.8	-129375.4
23		305998.0	0.9	325697.7	-129824.7
24		319343.3	0.9	338247.8	-126617.3
25		333477.8	0.9	351560.5	-122891.7
26		349672.7	1.0	366964.5	-119034.0
27		365552.3	1.0	381956.2	-114067.4
28		372963.2	1.0	388063.0	-105579.5
29		380193.2	1.0	393987.7	-96583.4
30		387279.1	1.0	399772.5	-87104.4
31		395057.9	1.0	406282.2	-77328.9
32		402591.2	1.0	412549.4	-67027.7
33		409769.2	1.0	418466.9	-56207.8
34		418026.5	1.0	425501.2	-45065.0
35		426049.4	1.0	432310.6	-33390.5
36		435958.7	1.0	441045.6	-21315.0
37		445570.4	1.0	449489.4	-8618.8
38		449896.9	1.0	452629.6	4617.0
39		453797.3	1.0	455386.5	18103.4
40		457465.2	1.0	457957.8	31814.9
41		459482.0	1.0	458929.1	45582.5
42		460195.4	1.0	458658.1	59299.5
43		460644.8	1.0	458186.6	73017.0
44		462137.1	1.0	458813.0	86967.6
45		462068.6	1.0	457951.2	100655.2

46	448198.6	1.0	443496.4	110765.1
47	433717.5	1.0	428540.7	119837.3
48	426417.3	1.0	420769.4	130315.9
49	423416.7	1.0	417311.2	141854.9
50	410089.7	1.0	403749.7	149252.7
51	387900.7	1.0	381552.0	152154.7
52	366149.0	1.0	359873.3	153874.7
53	361828.6	1.0	355395.5	162543.6
54	357426.0	1.0	350890.3	170902.6
55	352874.3	1.0	346290.6	178908.3
56	348517.5	1.0	341932.3	186742.6
57	348365.6	1.0	341747.6	196830.1
58	362602.3	1.0	355725.9	215989.7
59	376796.9	1.0	369715.4	236004.7
60	379669.1	1.0	372650.8	249051.6
61	374507.1	1.0	367751.9	256458.2
62	381223.7	1.0	374571.7	272515.7
63	395886.0	1.0	389267.8	295237.4
64	409386.5	1.0	402901.4	317919.3
65	401913.9	1.0	395958.4	323647.1
66	396706.9	1.0	391293.8	330903.5
67	410099.6	1.0	405047.0	354769.1
68	423100.7	1.0	418514.1	379097.0
69	421955.7	1.0	418072.7	390475.9
70	414306.1	1.0	411239.1	395257.0
71	419993.5	1.0	417709.9	413359.8
72	431003.5	1.0	429580.3	437486.4
73	437473.6	1.0	437039.2	457318.1
74	428496.2	1.0	429136.9	460134.4
75	423374.3	1.0	425138.9	466860.4
76	432823.9	1.0	435866.8	490601.9
77	441966.6	1.0	446425.6	514555.1
78	435883.4	1.0	441702.5	520019.1
79	424063.5	1.0	431196.8	517747.9
80	428926.5	1.0	437723.6	536658.3
81	436925.3	1.0	447596.9	560087.0
82	436510.7	1.0	448983.4	572437.9
83	423895.6	1.0	437870.5	567600.9
84	413499.3	1.0	429054.1	565171.3
85	421007.3	1.0	438914.3	588393.2
86	428146.1	1.0	448581.2	611527.1
87	414768.3	0.9	436841.4	603697.9
88	399390.5	0.9	422960.2	591915.0
89	397513.3	0.9	423405.0	600682.1
90	401458.7	0.9	430201.3	618787.6
91	393534.6	0.9	424394.5	617495.8
92	380213.8	0.9	412767.9	606614.0
93	364587.6	0.9	398577.6	590947.7
94	348593.2	0.9	383894.0	573668.3
95	332203.2	0.9	368666.8	554692.9
96	315316.5	0.9	352759.8	533801.7
97	297326.3	0.9	335460.5	509831.0
98	278418.2	0.9	316931.2	483026.1
99	258952.4	0.9	297537.0	453986.7
100	941163.4	1.1	840681.4	418011.0
101	866221.7	1.1	776875.0	373830.2
102	768979.1	1.1	692696.0	312661.3
103	674908.4	1.1	610855.4	251629.2
104	598026.4	1.1	544062.8	200804.4
105	519596.9	1.1	475347.9	147214.2
106	440145.5	1.1	405090.1	91193.8
107	357897.0	1.1	331537.5	31390.9
-----				
Σ	39271905.2	20782509.0		

### CONFIGURAZIONE A1

#### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

Coefficiente di sicurezza minimo = 1.89

100 m

#### ZONAZIONE DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA

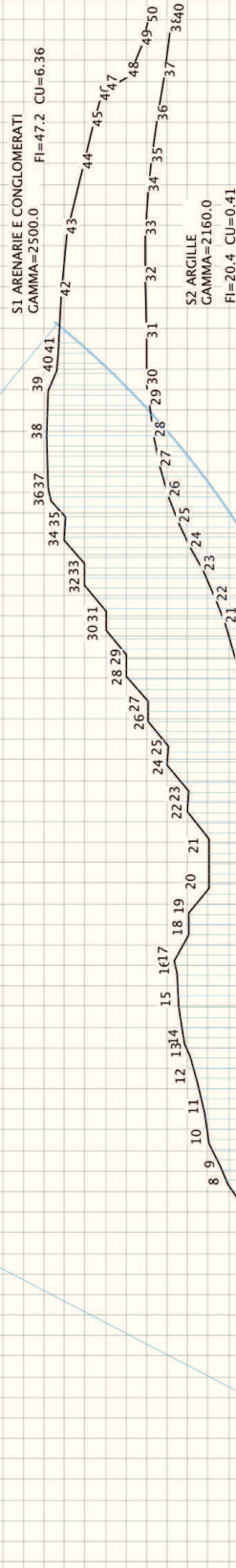
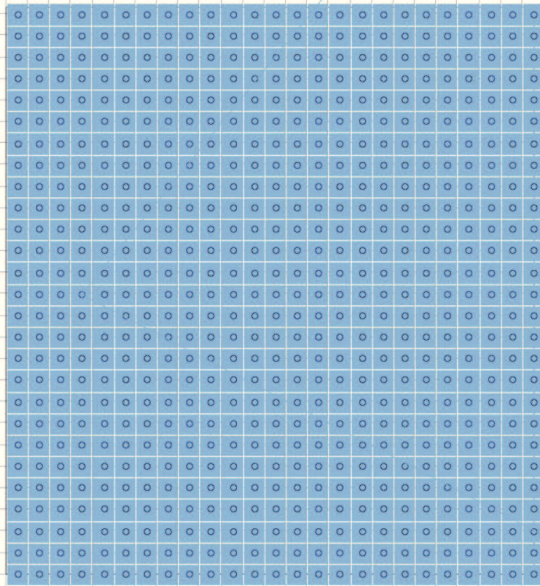
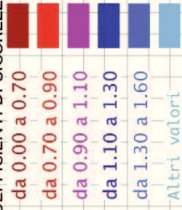


Fig. 7 – Verifica Configurazione A1 - Sezione C-C'-ESTESA. Superficie di rottura circolare; senza falda.

## Verifica configurazione A2

**Sezione C-C'-ESTESA; comprende l'intero fronte di cava e il versante in cui si sviluppa; per potenziali rotture circolari su roccia integra. Il calcolo è stato effettuato con Bishop, il tracciamento dei cerchi con il "metodo della griglia"; è stata considerata in presenza di falda.**

### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000

### COORDINATE DEI PROFILI

-----			
-----	-----	X	Y
-----	-----	-----	-----
Falda	1	195.090	351.370
Falda	2	396.880	367.950
Falda	3	501.300	381.350
Falda	4	520.350	385.230
Falda	5	536.580	389.820
Falda	6	549.630	395.820
Falda	7	565.150	402.520
Falda	8	579.260	406.400
Falda	9	598.660	410.280
Falda	10	621.240	413.100
Falda	11	657.930	413.810
Falda	12	691.090	413.810
Falda	13	727.430	411.340
Falda	14	776.460	404.640
Falda	15	801.160	401.110
Pendio	1	48.330	342.550
Pendio	2	161.220	343.960
Pendio	3	167.570	341.840
Pendio	4	172.160	344.310
Pendio	5	194.730	349.960
Pendio	6	201.790	352.430
Pendio	7	212.370	357.360
Pendio	8	232.830	370.770
Pendio	9	241.650	374.300
Pendio	10	252.940	380.290
Pendio	11	267.410	382.760
Pendio	12	282.220	385.940
Pendio	13	294.920	389.470
Pendio	14	301.270	392.290
Pendio	15	319.620	395.110
Pendio	16	334.790	395.820
Pendio	17	341.490	396.880
Pendio	18	354.190	390.170
Pendio	19	364.420	390.170
Pendio	20	376.770	380.290
Pendio	21	400.760	380.290
Pendio	22	413.810	390.530
Pendio	23	423.690	390.170
Pendio	24	436.390	400.760
Pendio	25	445.910	400.050
Pendio	26	457.910	410.280
Pendio	27	467.780	410.280
Pendio	28	480.130	420.510
Pendio	29	490.010	420.510
Pendio	30	502.360	430.740
Pendio	31	511.880	430.390
Pendio	32	523.880	440.620
Pendio	33	535.160	440.620
Pendio	34	546.100	450.500
Pendio	35	557.390	450.140
Pendio	36	565.150	456.850
Pendio	37	571.850	458.960
Pendio	38	597.250	459.320
Pendio	39	618.770	458.610
Pendio	40	629.000	454.030
Pendio	41	638.170	453.320
Pendio	42	664.990	452.260

Pendio	43	695.330	449.790
Pendio	44	727.430	442.030
Pendio	45	747.890	436.740
Pendio	46	760.940	433.560
Pendio	47	765.880	429.680
Pendio	48	771.530	419.100
Pendio	49	787.050	413.100
Pendio	50	799.040	409.580
2	1	195.090	350.086
2	2	195.090	349.600
2	3	213.780	349.960
2	4	240.240	349.960
2	5	255.060	348.540
2	6	277.640	345.370
2	7	305.860	343.960
2	8	330.550	345.020
2	9	345.720	346.080
2	10	357.360	348.900
2	11	371.120	353.840
2	12	383.820	359.830
2	13	393.700	363.710
2	14	399.700	364.770
2	15	408.870	364.770
2	16	418.390	363.710
2	17	434.980	360.890
2	18	448.380	360.540
2	19	462.490	361.600
2	20	484.720	365.480
2	21	506.240	371.830
2	22	517.170	375.710
2	23	531.990	382.410
2	24	543.630	388.410
2	25	555.270	394.410
2	26	567.620	399.340
2	27	582.790	403.230
2	28	596.900	406.050
2	29	612.420	408.520
2	30	622.650	409.580
2	31	644.530	410.280
2	32	672.390	410.630
2	33	694.970	410.630
2	34	715.790	409.220
2	35	729.900	408.160
2	36	750.710	404.990
2	37	771.880	401.810
2	38	794.100	398.290
2	39	799.750	397.230
2	40	799.750	397.230

-----  
 CARATTERISTICHE DEGLI STRATI  
 -----

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

-----

Griglia di calcolo N° 1

X vertice basso a sinistra rettang.:150.000  
 Y vertice basso a sinistra rettang.:470.000  
 Larghezza rettangolo della griglia :300.000  
 Altezza rettangolo della griglia :300.000  
 Passo della griglia lungo X :20.000  
 Passo della griglia lungo Y :20.000  
 Raggio iniziale per ogni centro :100.000  
 Raggio finale per ogni centro :600.000  
 Numero cerchi intermedi : 50

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Bishop  
 GRIGLIA N° 1  
 Larghezza del concio.....=4.983  
 Coordinata X centro =330.000  
 Coordinata Y centro =710.000  
 Raggio =423.530  
 Situazione di carico numero 1



Coefficiente di sicurezza F =1.430  
 Numero iterazioni = 2  
 Precisione =0.00744

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-29.67	5.735	0.411	20.4	15982.9	519.1
2	-28.89	5.692	0.411	20.4	47219.0	1533.7
3	-28.13	5.650	0.411	20.4	77499.7	2517.2
4	-27.37	5.611	0.411	20.4	106845.4	3470.4
5	-26.61	5.573	0.411	20.4	135275.5	4393.8
6	-25.86	5.537	0.411	20.4	162808.7	5288.1
7	-25.11	5.503	0.411	20.4	189462.1	6153.8
8	-24.37	5.470	0.411	20.4	215251.9	6991.4
9	-23.63	5.439	0.411	20.4	240193.3	7801.6
10	-22.90	5.409	0.411	20.4	249159.5	8092.8
11	-22.17	5.381	0.411	20.4	278659.0	9050.9
12	-21.44	5.354	0.411	20.4	320266.1	10402.3
13	-20.72	5.328	0.411	20.4	354911.6	11527.6
14	-20.00	5.303	0.411	20.4	388773.5	12627.5
15	-19.28	5.279	0.411	20.4	421862.9	13702.2
16	-18.57	5.257	0.411	20.4	455461.1	14793.5
17	-17.86	5.235	0.411	20.4	495294.0	16087.3
18	-17.15	5.215	0.411	20.4	539222.1	17514.1
19	-16.45	5.196	0.411	20.4	584900.1	18997.7
20	-15.75	5.177	0.411	20.4	636314.8	20667.7
21	-15.05	5.160	0.411	20.4	692660.9	22497.8
22	-14.35	5.144	0.411	20.4	748294.8	24304.9
23	-13.66	5.128	0.411	20.4	803224.2	26089.0
24	-12.97	5.113	0.411	20.4	850509.2	27624.8
25	-12.27	5.100	0.411	20.4	887950.9	28840.9
26	-11.59	5.087	0.411	20.4	930919.3	30236.6
27	-10.90	5.075	0.411	20.4	976034.2	31701.9
28	-10.21	5.063	0.411	20.4	1011488.5	32853.5
29	-9.53	5.053	0.411	20.4	1032928.3	33549.8
30	-8.85	5.043	0.411	20.4	1053710.8	34224.9
31	-8.16	5.034	0.411	20.4	1075194.6	34922.7
32	-7.48	5.026	0.411	20.4	1097427.8	35644.8
33	-6.80	5.018	0.411	20.4	1118662.8	36334.5
34	-6.13	5.012	0.411	20.4	1140881.2	37056.2
35	-5.45	5.006	0.411	20.4	1164361.9	37818.8
36	-4.77	5.000	0.411	20.4	1187192.6	38560.4
37	-4.09	4.996	0.411	20.4	1219552.9	39611.5
38	-3.42	4.992	0.411	20.4	1238803.9	40236.7
39	-2.74	4.989	0.411	20.4	1251240.1	40640.7
40	-2.07	4.986	0.411	20.4	1262854.2	41017.9
41	-1.39	4.985	0.411	20.4	1273729.0	41371.1
42	-0.72	4.983	0.411	20.4	1277318.4	41487.7
43	-0.05	4.983	0.411	20.4	1280266.8	41583.5
44	0.63	4.983	0.411	20.4	1282384.2	41652.2
45	1.30	4.984	0.411	20.4	1290635.2	41920.2
46	1.98	4.986	0.411	20.4	1271369.9	41294.5
47	2.65	4.988	0.411	20.4	1234097.6	40083.9
48	3.33	4.991	0.411	20.4	1198412.5	38924.8
49	4.00	4.995	0.411	20.4	1192404.1	38729.7
50	4.68	5.000	0.411	20.4	1183984.6	38456.2
51	5.35	5.005	0.411	20.4	1125666.2	36562.0
52	6.03	5.011	0.411	20.4	1066042.4	34625.4
53	6.71	5.017	0.411	20.4	1032978.6	33551.5
54	7.39	5.025	0.411	20.4	1022282.8	33204.1
55	8.07	5.033	0.411	20.4	1011517.9	32854.4
56	8.75	5.042	0.411	20.4	1000366.8	32492.2
57	9.43	5.051	0.411	20.4	990130.4	32159.7
58	10.12	5.062	0.411	20.4	1016840.2	33027.3
59	10.80	5.073	0.411	20.4	1056367.6	34311.2
60	11.49	5.085	0.411	20.4	1090261.1	35412.0
61	12.18	5.098	0.411	20.4	1077596.5	35000.7
62	12.87	5.111	0.411	20.4	1071760.9	34811.1
63	13.56	5.126	0.411	20.4	1113012.8	36151.0
64	14.26	5.141	0.411	20.4	1153566.8	37468.2
65	14.95	5.158	0.411	20.4	1159069.8	37646.9
66	15.65	5.175	0.411	20.4	1139679.6	37017.2
67	16.35	5.193	0.411	20.4	1158618.0	37632.3
68	17.06	5.212	0.411	20.4	1195386.6	38826.5
69	17.76	5.233	0.411	20.4	1217322.4	39539.0
70	18.47	5.254	0.411	20.4	1198555.5	38929.5
71	19.19	5.276	0.411	20.4	1193182.8	38755.0
72	19.90	5.300	0.411	20.4	1224586.4	39774.9

73	20.62	5.324	0.411	20.4	1255218.0	40769.9
74	21.34	5.350	0.411	20.4	1243112.6	40376.7
75	22.07	5.377	0.411	20.4	1219014.0	39594.0
76	22.80	5.405	0.411	20.4	1236845.9	40173.1
77	23.53	5.435	0.411	20.4	1263244.8	41030.6
78	24.27	5.466	0.411	20.4	1270153.8	41255.0
79	25.01	5.499	0.411	20.4	1240023.5	40276.4
80	25.76	5.533	0.411	20.4	1233005.4	40048.4
81	26.51	5.568	0.411	20.4	1256688.4	40817.6
82	27.26	5.606	0.411	20.4	1277700.1	41500.1
83	28.02	5.645	0.411	20.4	1245283.9	40447.2
84	28.79	5.686	0.411	20.4	1211720.6	39357.1
85	29.56	5.729	0.411	20.4	1220143.5	39630.6
86	30.34	5.774	0.411	20.4	1241283.8	40317.3
87	31.12	5.821	0.411	20.4	1228157.9	39891.0
88	31.91	5.870	0.411	20.4	1188308.5	38596.6
89	32.71	5.922	0.411	20.4	1165010.8	37839.9
90	33.52	5.977	0.411	20.4	1180581.0	38345.6
91	34.33	6.034	0.411	20.4	1169646.1	37990.5
92	35.15	6.094	0.411	20.4	1141998.6	37092.5
93	35.98	6.158	0.411	20.4	1101733.2	35784.6
94	36.82	6.224	0.411	20.4	1060355.9	34440.7
95	37.66	6.295	0.411	20.4	1018116.2	33068.7
96	38.52	6.369	0.411	20.4	974583.7	31654.8
97	39.39	6.447	0.411	20.4	928951.3	30172.6
98	40.26	6.530	0.411	20.4	880065.6	28584.8
99	41.15	6.618	0.411	20.4	829736.8	26950.1
100	42.06	6.711	0.411	20.4	778026.6	25270.5
101	42.97	6.810	0.411	20.4	725105.4	23551.7
102	43.90	6.915	0.411	20.4	645020.9	20950.5
103	44.84	7.028	0.411	20.4	563207.1	18293.1
104	45.80	7.148	6.362	47.2	493016.7	16013.3
105	46.78	7.276	6.362	47.2	422376.2	13718.9
106	47.77	7.414	6.362	47.2	351606.5	11420.3
107	48.78	7.562	6.362	47.2	278392.0	9042.3
108	49.82	7.723	6.362	47.2	202582.3	6579.9
109	50.87	7.897	6.362	47.2	124009.3	4027.9
110	51.95	8.085	6.362	47.2	42481.0	1379.8

-----  
5668400.0

Concio n°	C*Lc+(Wc+u*Lc) kg/ml	*tg(ø)	m	Ms kg/ml	Mr kg/ml
1	26433.8	0.7	35754.8	-7391.9	
2	38069.0	0.7	50827.4	-21282.7	
3	49348.4	0.8	65064.1	-34019.1	
4	60279.4	0.8	78516.6	-45643.5	
5	70869.4	0.8	91232.5	-56197.0	
6	81125.3	0.8	103255.0	-65719.4	
7	91053.5	0.8	114623.9	-74249.1	
8	100660.0	0.8	125375.2	-81823.4	
9	109950.5	0.8	135542.3	-88478.2	
10	113290.4	0.8	138272.2	-88849.5	
11	124278.7	0.8	150223.7	-96090.3	
12	139777.1	0.8	167381.9	-106669.5	
13	152682.3	0.8	181183.4	-114032.9	
14	165295.6	0.9	194433.0	-120338.5	
15	177621.2	0.9	207157.3	-125617.2	
16	109330.1	0.9	126460.9	-130262.8	
17	120303.0	0.9	138042.9	-135827.6	
18	132929.4	0.9	151351.6	-141529.9	
19	146334.5	0.9	165365.4	-146637.3	
20	162001.8	0.9	181740.1	-152040.5	
21	179629.9	0.9	200097.0	-157354.1	
22	197115.6	0.9	218076.7	-161188.4	
23	214460.4	0.9	235697.4	-163570.1	
24	229078.3	0.9	250150.6	-163192.4	
25	240149.1	0.9	260613.3	-159929.2	
26	253397.0	0.9	273339.0	-156715.3	
27	267562.1	0.9	286941.5	-152826.4	
28	278245.5	0.9	296720.7	-146476.9	
29	283824.6	0.9	301024.1	-137428.5	
30	289274.1	0.9	305190.8	-127795.9	
31	295099.4	1.0	309754.9	-117751.1	
32	301317.8	1.0	314730.4	-107274.0	
33	307277.9	1.0	319435.9	-96187.9	

34	313717.3	1.0	324640.5	-84675.0
35	320739.3	1.0	330445.8	-72718.2
36	327631.4	1.0	336115.3	-60175.9
37	338184.7	1.0	345526.6	-47467.3
38	343966.4	1.0	350055.7	-33641.2
39	347320.9	1.0	352138.5	-19257.2
40	350480.0	1.0	354058.1	-4577.6
41	353474.6	1.0	355847.8	10369.3
42	353866.0	1.0	355063.0	25427.1
43	354129.2	1.0	354204.3	40549.0
44	354193.5	1.0	353201.3	55704.2
45	356653.2	1.0	354634.7	71247.8
46	348973.8	1.0	346054.5	85142.8
47	334697.7	1.0	331042.6	97166.8
48	321123.7	1.0	316843.9	108457.3
49	318715.2	1.0	313747.1	121943.0
50	315520.1	1.0	309934.2	135012.3
51	293849.6	1.0	288067.8	141606.4
52	271804.8	1.0	265959.4	146648.6
53	259765.9	1.0	253740.7	154253.9
54	256171.8	1.0	249833.2	164684.6
55	252665.3	1.0	246057.5	174851.7
56	249128.9	1.0	242297.1	184694.1
57	245826.6	1.0	238807.2	194453.8
58	256189.0	1.0	248619.2	211663.2
59	271441.7	1.0	263189.2	232320.1
60	284712.5	1.0	275852.7	252601.8
61	280758.3	1.0	271859.5	262346.2
62	279466.2	1.0	270486.0	273535.6
63	295833.2	1.0	286239.1	297159.3
64	312060.6	1.0	301891.4	321559.2
65	315353.1	1.0	305072.3	336730.5
66	309495.8	1.0	299446.1	344506.5
67	318039.4	1.0	307799.8	363863.3
68	333349.8	1.0	322757.9	389475.1
69	343261.6	1.0	332550.9	410944.8
70	338140.0	1.0	327833.4	418711.4
71	338137.2	1.0	328127.0	430873.1
72	351964.6	1.0	341908.6	456621.6
73	365637.4	1.0	355626.8	482812.1
74	363525.8	1.0	354065.9	492782.0
75	357083.7	1.0	348335.1	497571.8
76	366399.3	1.0	358043.0	519402.8
77	379047.2	1.0	371110.7	545351.9
78	384186.0	1.0	376928.9	563279.0
79	375358.6	1.0	369106.8	564506.9
80	375288.8	1.0	369948.1	575819.4
81	386806.2	1.0	382315.9	601665.5
82	396938.9	1.0	393452.6	626758.5
83	387127.9	1.0	384903.3	625509.1
84	377050.4	1.0	376111.2	622907.2
85	381987.3	1.0	382366.4	641593.2
86	390955.8	1.0	392798.0	667314.3
87	387332.4	1.0	390694.0	674708.3
88	374156.7	1.0	378984.5	666798.1
89	367365.2	1.0	373756.4	667432.5
90	375237.4	1.0	383558.1	690243.4
91	374518.9	1.0	384724.1	697612.3
92	368152.7	1.0	380167.7	694559.3
93	357288.7	1.0	370991.7	683033.2
94	346860.0	1.0	362266.9	669857.1
95	336389.3	1.0	353495.7	655152.4
96	325660.0	0.9	344444.0	638606.6
97	314391.0	0.9	334802.4	619635.8
98	302843.9	0.9	324834.1	597382.9
99	291008.1	0.9	314514.9	572982.9
100	278916.9	0.9	303866.5	546428.6
101	266644.8	0.9	292956.0	517792.6
102	245017.8	0.9	271599.9	468194.5
103	223553.0	0.9	250143.7	415436.2
104	848499.1	1.2	684038.9	369463.1
105	772347.8	1.2	624354.7	321495.8
106	696057.0	1.2	564426.6	271766.0
107	617130.8	1.2	502168.5	218452.5
108	535406.9	1.2	437363.8	161348.9
109	450704.2	1.2	369766.4	100227.8
110	362815.7	1.2	299091.8	34834.3

Σ 32737650.2 22892939.8

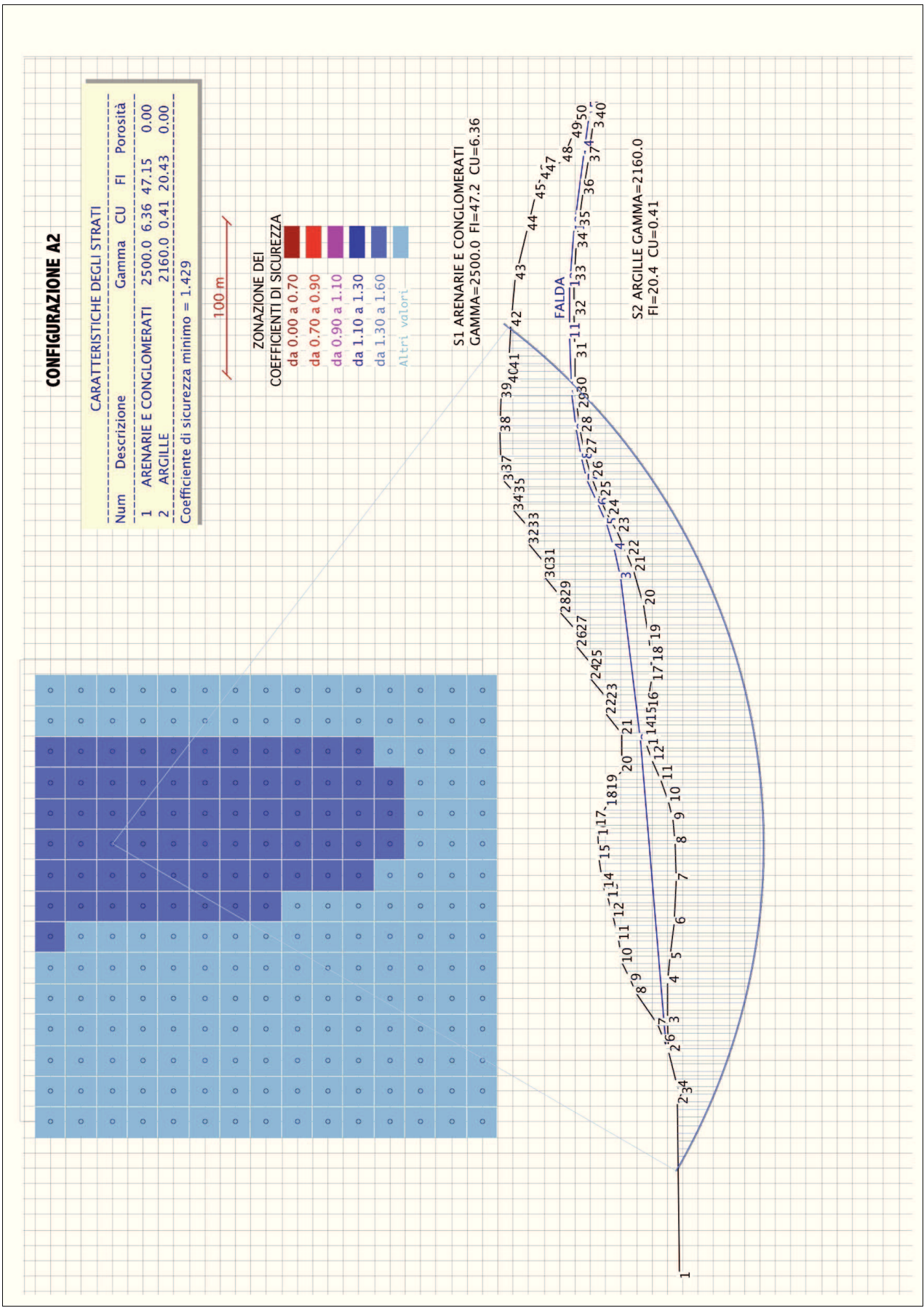


Fig. 8 – Configurazione A2 - Sezione C-C’-ESTESA. Superficie di rottura circolare; con falda.

### Verifica configurazione A3

**Sezione C-C'-ESTESA; comprende l'intero fronte di cava e il versante in cui si sviluppa; per potenziali rotture circolari su roccia integra. Il calcolo è stato effettuato con Bishop, il tracciamento dei cerchi con il "metodo della corda"; è stata considerata in assenza di falda.**

#### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000

#### COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y	
Pendio	1	48.330	342.550	
Pendio	2	161.220	343.960	
Pendio	3	167.570	341.840	
Pendio	4	172.160	344.310	
Pendio	5	194.730	349.960	
Pendio	6	201.790	352.430	
Pendio	7	212.370	357.360	
Pendio	8	232.830	370.770	
Pendio	9	241.650	374.300	
Pendio	10	252.940	380.290	
Pendio	11	267.410	382.760	
Pendio	12	282.220	385.940	
Pendio	13	294.920	389.470	
Pendio	14	301.270	392.290	
Pendio	15	319.620	395.110	
Pendio	16	334.790	395.820	
Pendio	17	341.490	396.880	
Pendio	18	354.190	390.170	
Pendio	19	364.420	390.170	
Pendio	20	376.770	380.290	
Pendio	21	400.760	380.290	
Pendio	22	413.810	390.530	
Pendio	23	423.690	390.170	
Pendio	24	436.390	400.760	
Pendio	25	445.910	400.050	
Pendio	26	457.910	410.280	
Pendio	27	467.780	410.280	
Pendio	28	480.130	420.510	
Pendio	29	490.010	420.510	
Pendio	30	502.360	430.740	
Pendio	31	511.880	430.390	
Pendio	32	523.880	440.620	
Pendio	33	535.160	440.620	
Pendio	34	546.100	450.500	
Pendio	35	557.390	450.140	
Pendio	36	565.150	456.850	
Pendio	37	571.850	458.960	
Pendio	38	597.250	459.320	
Pendio	39	618.770	458.610	
Pendio	40	629.000	454.030	
Pendio	41	638.170	453.320	
Pendio	42	664.990	452.260	
Pendio	43	695.330	449.790	
Pendio	44	727.430	442.030	
Pendio	45	747.890	436.740	
Pendio	46	760.940	433.560	
Pendio	47	765.880	429.680	
Pendio	48	771.530	419.100	
Pendio	49	787.050	413.100	
Pendio	50	799.040	409.580	
	2	1	195.090	350.086
	2	2	195.090	349.600
	2	3	213.780	349.960
	2	4	240.240	349.960
	2	5	255.060	348.540
	2	6	277.640	345.370



2	7	305.860	343.960
2	8	330.550	345.020
2	9	345.720	346.080
2	10	357.360	348.900
2	11	371.120	353.840
2	12	383.820	359.830
2	13	393.700	363.710
2	14	399.700	364.770
2	15	408.870	364.770
2	16	418.390	363.710
2	17	434.980	360.890
2	18	448.380	360.540
2	19	462.490	361.600
2	20	484.720	365.480
2	21	506.240	371.830
2	22	517.170	375.710
2	23	531.990	382.410
2	24	543.630	388.410
2	25	555.270	394.410
2	26	567.620	399.340
2	27	582.790	403.230
2	28	596.900	406.050
2	29	612.420	408.520
2	30	622.650	409.580
2	31	644.530	410.280
2	32	672.390	410.630
2	33	694.970	410.630
2	34	715.790	409.220
2	35	729.900	408.160
2	36	750.710	404.990
2	37	771.880	401.810
2	38	794.100	398.290
2	39	799.750	397.230
2	40	799.750	397.230

-----  
 CARATTERISTICHE DEGLI STRATI  
 -----

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.12
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

-----

GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO  
 -----

num	X centro	Y centro	Raggio
1	310.86	698.97	401.71
2	293.67	733.62	417.27
3	305.19	712.04	405.94
4	324.75	770.05	442.13
5	334.07	688.37	382.74
6	310.26	669.12	391.48
7	304.55	692.56	367.41
8	332.66	638.97	369.14
9	322.56	526.11	284.41
10	362.63	555.26	297.33
11	382.50	503.22	265.90
12	390.05	478.26	265.21
13	336.86	620.36	358.36
14	353.08	560.95	296.78
15	347.43	740.92	426.79
16	399.39	612.70	362.42
17	367.54	614.14	350.19
18	369.40	634.67	370.90
19	396.24	621.55	353.17
20	361.36	706.43	437.17
21	319.84	679.87	391.55

-----

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Bishop

## RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F	Sit Carico
1	310.86	698.97	401.71	1.926	1
1	310.86	698.97	401.71	1.925	2
2	293.67	733.62	417.27	2.601	1
2	293.67	733.62	417.27	2.609	2
3	305.19	712.04	405.94	2.033	1
3	305.19	712.04	405.94	2.034	2
4	324.75	770.05	442.13	2.228	1
4	324.75	770.05	442.13	2.233	2
5	334.07	688.37	382.74	1.966	1
5	334.07	688.37	382.74	1.966	2
6	310.26	669.12	391.48	1.931	1
6	310.26	669.12	391.48	1.928	2
7	304.55	692.56	367.41	3.143	1
7	304.55	692.56	367.41	3.160	2
8	332.66	638.97	369.14	1.973	1
8	332.66	638.97	369.14	1.968	2
9	322.56	526.11	284.41	2.266	1
9	322.56	526.11	284.41	2.259	2
10	362.63	555.26	297.33	2.151	1
10	362.63	555.26	297.33	2.144	2
11	382.50	503.22	265.90	2.426	1
11	382.50	503.22	265.90	2.416	2
12	390.05	478.26	265.21	2.672	1
12	390.05	478.26	265.21	2.660	2
13	336.86	620.36	358.36	2.001	1
13	336.86	620.36	358.36	1.996	2
14	353.08	560.95	296.78	2.124	1
14	353.08	560.95	296.78	2.118	2
15	347.43	740.92	426.79	1.980	1
15	347.43	740.92	426.79	1.979	2
16	399.39	612.70	362.42	2.273	1
16	399.39	612.70	362.42	2.265	2
17	367.54	614.14	350.19	2.081	1
17	367.54	614.14	350.19	2.075	2
18	369.40	634.67	370.90	2.076	1
18	369.40	634.67	370.90	2.070	2
19	396.24	621.55	353.17	2.205	1
19	396.24	621.55	353.17	2.198	2
20	361.36	706.43	437.17	2.048	1
20	361.36	706.43	437.17	2.043	2
21	319.84	679.87	391.55	1.928	1
21	319.84	679.87	391.55	1.926	2

## CERCHIO CRITICO N° 1

Larghezza del concio.....=4.956

Situazione di carico numero 2

Coefficiente di sicurezza F =1.925

Numero iterazioni = 2

Precisione =0.00672

Concilio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-27.36	5.580	0.411	20.4	13948.0	467.8
2	-26.57	5.541	0.411	20.4	41156.9	1380.3
3	-25.78	5.504	0.411	20.4	67465.9	2262.6
4	-25.00	5.468	0.411	20.4	92892.8	3115.3
5	-24.22	5.434	0.411	20.4	117454.3	3939.0
6	-23.45	5.402	0.411	20.4	141166.6	4734.2
7	-22.68	5.371	0.411	20.4	164045.3	5501.5
8	-21.92	5.342	0.411	20.4	186103.8	6241.3
9	-21.16	5.314	0.411	20.4	190373.2	6384.5
10	-20.40	5.287	0.411	20.4	222701.9	7468.7
11	-19.65	5.262	0.411	20.4	258822.8	8680.0
12	-18.90	5.238	0.411	20.4	290142.7	9730.4
13	-18.15	5.215	0.411	20.4	320702.8	10755.3
14	-17.41	5.194	0.411	20.4	350512.0	11755.0
15	-16.67	5.173	0.411	20.4	381592.8	12797.3
16	-15.94	5.154	0.411	20.4	417839.8	14012.9
17	-15.20	5.135	0.411	20.4	458644.5	15381.4
18	-14.47	5.118	0.411	20.4	500465.8	16783.9
19	-13.74	5.102	0.411	20.4	548704.5	18401.7
20	-13.02	5.086	0.411	20.4	600718.6	20146.1
21	-12.29	5.072	0.411	20.4	652036.1	21867.1

22	-11.57	5.059	0.411	20.4	702662.8	23564.9
23	-10.85	5.046	0.411	20.4	745057.1	24986.7
24	-10.13	5.034	0.411	20.4	778901.6	26121.7
25	-9.41	5.023	0.411	20.4	818442.1	27447.8
26	-8.70	5.013	0.411	20.4	859602.0	28828.1
27	-7.98	5.004	0.411	20.4	890711.8	29871.4
28	-7.27	4.996	0.411	20.4	909166.4	30490.3
29	-6.56	4.988	0.411	20.4	926961.1	31087.1
30	-5.85	4.982	0.411	20.4	945460.1	31707.5
31	-5.14	4.976	0.411	20.4	964603.6	32349.5
32	-4.43	4.971	0.411	20.4	982762.4	32958.5
33	-3.72	4.966	0.411	20.4	1001860.8	33599.0
34	-3.01	4.963	0.411	20.4	1022131.8	34278.8
35	-2.30	4.960	0.411	20.4	1041756.2	34936.9
36	-1.59	4.958	0.411	20.4	1070378.8	35896.8
37	-0.89	4.956	0.411	20.4	1086829.9	36448.6
38	-0.18	4.956	0.411	20.4	1096436.6	36770.7
39	0.53	4.956	0.411	20.4	1105210.9	37065.0
40	1.23	4.957	0.411	20.4	1113340.5	37337.6
41	1.94	4.959	0.411	20.4	1114520.1	37377.2
42	2.65	4.961	0.411	20.4	1114904.0	37390.1
43	3.36	4.964	0.411	20.4	1114470.6	37375.5
44	4.06	4.968	0.411	20.4	1119502.1	37544.3
45	4.77	4.973	0.411	20.4	1101073.8	36926.3
46	5.48	4.979	0.411	20.4	1062888.0	35645.6
47	6.19	4.985	0.411	20.4	1023669.7	34330.4
48	6.90	4.992	0.411	20.4	1015339.8	34051.0
49	7.62	5.000	0.411	20.4	1005739.0	33729.1
50	8.33	5.009	0.411	20.4	950202.1	31866.5
51	9.05	5.018	0.411	20.4	890400.3	29861.0
52	9.76	5.029	0.411	20.4	851037.9	28540.9
53	10.48	5.040	0.411	20.4	837858.0	28098.9
54	11.20	5.052	0.411	20.4	824635.1	27655.4
55	11.92	5.065	0.411	20.4	810780.6	27190.8
56	12.65	5.079	0.411	20.4	797963.2	26761.0
57	13.37	5.094	0.411	20.4	814267.4	27307.7
58	14.10	5.110	0.411	20.4	848916.4	28469.8
59	14.83	5.127	0.411	20.4	883745.0	29637.8
60	15.56	5.144	0.411	20.4	869763.6	29168.9
61	16.30	5.163	0.411	20.4	854061.3	28642.3
62	17.03	5.183	0.411	20.4	888998.8	29814.0
63	17.77	5.204	0.411	20.4	924412.3	31001.6
64	18.52	5.226	0.411	20.4	935516.5	31374.0
65	19.27	5.250	0.411	20.4	913361.1	30631.0
66	20.02	5.274	0.411	20.4	918070.2	30788.9
67	20.77	5.300	0.411	20.4	949556.8	31844.9
68	21.53	5.327	0.411	20.4	976549.7	32750.1
69	22.29	5.356	0.411	20.4	954818.3	32021.3
70	23.06	5.386	0.411	20.4	935594.4	31376.6
71	23.83	5.418	0.411	20.4	961573.0	32247.9
72	24.60	5.451	0.411	20.4	986710.0	33090.9
73	25.38	5.485	0.411	20.4	981551.8	32917.9
74	26.17	5.522	0.411	20.4	954257.2	32002.5
75	26.96	5.560	0.411	20.4	955493.8	32044.0
76	27.75	5.600	0.411	20.4	976110.0	32735.4
77	28.55	5.642	0.411	20.4	990437.0	33215.9
78	29.36	5.686	0.411	20.4	956749.3	32086.1
79	30.18	5.733	0.411	20.4	931508.7	31239.6
80	31.00	5.781	0.411	20.4	949152.0	31831.3
81	31.83	5.833	0.411	20.4	965065.2	32365.0
82	32.66	5.887	0.411	20.4	940777.4	31550.5
83	33.51	5.943	0.411	20.4	902991.9	30283.3
84	34.36	6.003	0.411	20.4	890049.1	29849.2
85	35.22	6.066	0.411	20.4	904114.2	30320.9
86	36.09	6.133	0.411	20.4	901379.2	30229.2
87	36.97	6.203	0.411	20.4	856553.6	28725.9
88	37.86	6.277	0.411	20.4	810872.4	27193.9
89	38.76	6.355	0.411	20.4	818509.0	27450.0
90	39.67	6.438	0.411	20.4	810511.7	27181.8
91	40.60	6.527	0.411	20.4	781884.3	26221.7
92	41.53	6.620	0.411	20.4	735156.2	24654.6
93	42.48	6.720	0.411	20.4	686892.6	23036.0
94	43.45	6.826	6.362	47.2	632063.7	21197.3
95	44.43	6.940	6.362	47.2	574698.9	19273.4
96	45.43	7.062	6.362	47.2	515286.8	17281.0
97	46.45	7.193	6.362	47.2	450994.9	15124.8
98	47.48	7.333	6.362	47.2	384296.2	12888.0

99	48.54	7.485	6.362	47.2	315181.5	10570.1
100	49.62	7.649	6.362	47.2	243497.8	8166.1
101	50.72	7.828	6.362	47.2	153716.6	5155.1
102	51.85	8.023	6.362	47.2	51295.9	1720.3

-----  
6258529.5

Concio n°	C*Lc+ (Wc+u*Lc) *tg(ø) kg/ml	m	Ms kg/ml	Mr kg/ml
1	25563.8	0.8	31999.6	-5942.9
2	35698.9	0.8	44206.5	-17028.2
3	45498.8	0.8	55757.7	-27080.9
4	54970.2	0.8	66690.3	-36141.2
5	64119.1	0.8	77037.9	-44248.2
6	72951.8	0.8	86831.6	-51439.6
7	81474.0	0.8	96100.3	-57752.6
8	89690.6	0.9	104869.9	-63222.4
9	91280.9	0.9	105830.5	-62324.2
10	103323.1	0.9	118817.3	-70160.4
11	116777.9	0.9	133233.8	-78346.9
12	128444.3	0.9	145431.0	-84248.1
13	139827.8	0.9	157158.0	-89165.3
14	150931.5	0.9	168435.3	-93129.0
15	162508.8	0.9	180113.7	-96679.3
16	176010.6	0.9	193788.6	-100707.8
17	191210.0	0.9	209180.0	-104884.4
18	206788.2	0.9	224829.2	-108274.0
19	224756.7	0.9	242914.0	-111940.9
20	244131.6	0.9	262343.0	-115141.3
21	263247.0	0.9	281322.9	-116933.4
22	282105.1	0.9	299872.9	-117343.9
23	297896.7	0.9	315038.3	-115232.0
24	310503.5	1.0	326753.6	-110857.3
25	325232.0	1.0	340632.8	-106387.9
26	340563.8	1.0	355068.7	-101133.4
27	352152.0	1.0	365548.3	-93804.9
28	359026.2	1.0	371125.0	-84532.2
29	365654.6	1.0	376462.6	-74750.9
30	372545.3	1.0	382087.4	-64578.7
31	379676.2	1.0	387975.9	-53986.1
32	386440.2	1.0	393509.7	-42878.2
33	393554.2	1.0	399422.4	-31351.7
34	401105.0	1.0	405800.6	-19376.1
35	408415.0	1.0	411959.3	-6896.2
36	419076.7	1.0	421516.7	6119.5
37	425204.6	1.0	426538.0	19621.6
38	428783.0	1.0	429047.2	33321.6
39	432051.4	1.0	431299.9	47223.1
40	435079.6	1.0	433368.5	61305.5
41	435519.0	1.0	432920.7	75120.1
42	435662.0	1.0	432245.9	88900.4
43	435500.6	1.0	431337.5	102614.9
44	437374.8	1.0	432510.3	116889.3
45	430510.3	1.0	425116.0	128549.0
46	416286.4	1.0	410548.0	137203.5
47	401677.8	1.0	395698.3	144769.9
48	398575.0	1.0	392263.3	156117.9
49	394998.8	1.0	388429.0	167049.4
50	374311.7	1.0	367844.6	169547.4
51	352036.0	1.0	345780.4	169861.5
52	337373.8	1.0	331264.1	172851.5
53	332464.3	1.0	326381.8	180511.1
54	327538.9	1.0	321536.0	187835.8
55	322378.2	1.0	316509.8	194682.5
56	317603.8	1.0	311911.4	201449.2
57	323677.0	1.0	318017.7	215610.8
58	336583.5	1.0	330900.1	235258.5
59	349556.9	1.0	343920.4	255813.1
60	344348.9	1.0	339115.1	262496.2
61	338500.0	1.0	333724.9	268293.7
62	351513.9	1.0	346999.2	290236.4
63	364705.2	1.0	360544.9	313202.5
64	368841.4	1.0	365229.0	328506.1
65	360588.7	1.0	357704.0	331994.3
66	362342.8	1.0	360161.4	345032.2
67	374071.3	1.0	372630.8	368580.2
68	384126.0	1.0	383555.0	391105.5

69	376031.2	1.0	376436.9	394181.7
70	368870.5	1.0	370290.9	397787.8
71	378547.3	1.0	381135.2	420696.1
72	387910.6	1.0	391806.2	443866.7
73	385989.2	1.0	391191.2	453655.8
74	375822.2	1.0	382267.0	452813.4
75	376282.8	1.0	384209.7	465188.2
76	383962.2	1.0	393653.5	487267.6
77	389298.9	1.0	400853.7	506638.7
78	376750.5	1.0	389711.1	501209.9
79	367348.6	1.0	381826.7	499479.3
80	373920.6	1.0	390646.1	520649.6
81	379848.1	1.0	398980.8	541284.9
82	370801.1	0.9	391694.3	539268.8
83	356726.2	0.9	379085.8	528750.0
84	351905.1	0.9	376323.8	532152.0
85	357144.3	0.9	384465.4	551715.8
86	356125.5	0.9	386051.1	561167.4
87	339428.3	0.9	370660.2	543828.2
88	322412.4	0.9	354806.8	524829.1
89	325257.0	0.9	360856.3	539870.2
90	322278.0	0.9	360620.8	544595.0
91	311614.5	0.9	351840.6	535006.4
92	294208.7	0.9	335350.9	512102.7
93	276230.8	0.9	318018.8	486957.5
94	996659.9	1.1	895934.1	455886.0
95	934819.9	1.1	844105.4	421601.3
96	870772.8	1.1	790108.5	384373.9
97	801465.3	1.1	731079.5	341980.4
98	729563.3	1.1	669327.4	296145.7
99	655056.7	1.1	604731.4	246773.4
100	577780.7	1.1	537011.5	193652.7
101	480995.4	1.1	450345.9	124146.8
102	370584.5	1.1	349741.3	42061.3
-----				
Σ	35809887.2	18601358.2		



### CONFIGURAZIONE A3

#### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

Coefficiente di sicurezza minimo = 1.925

100 m

#### ZONAZIONE DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA

- da 0.00 a 0.70
- da 0.70 a 0.90
- da 0.90 a 1.10
- da 1.10 a 1.30
- da 1.30 a 1.60
- Altri valori

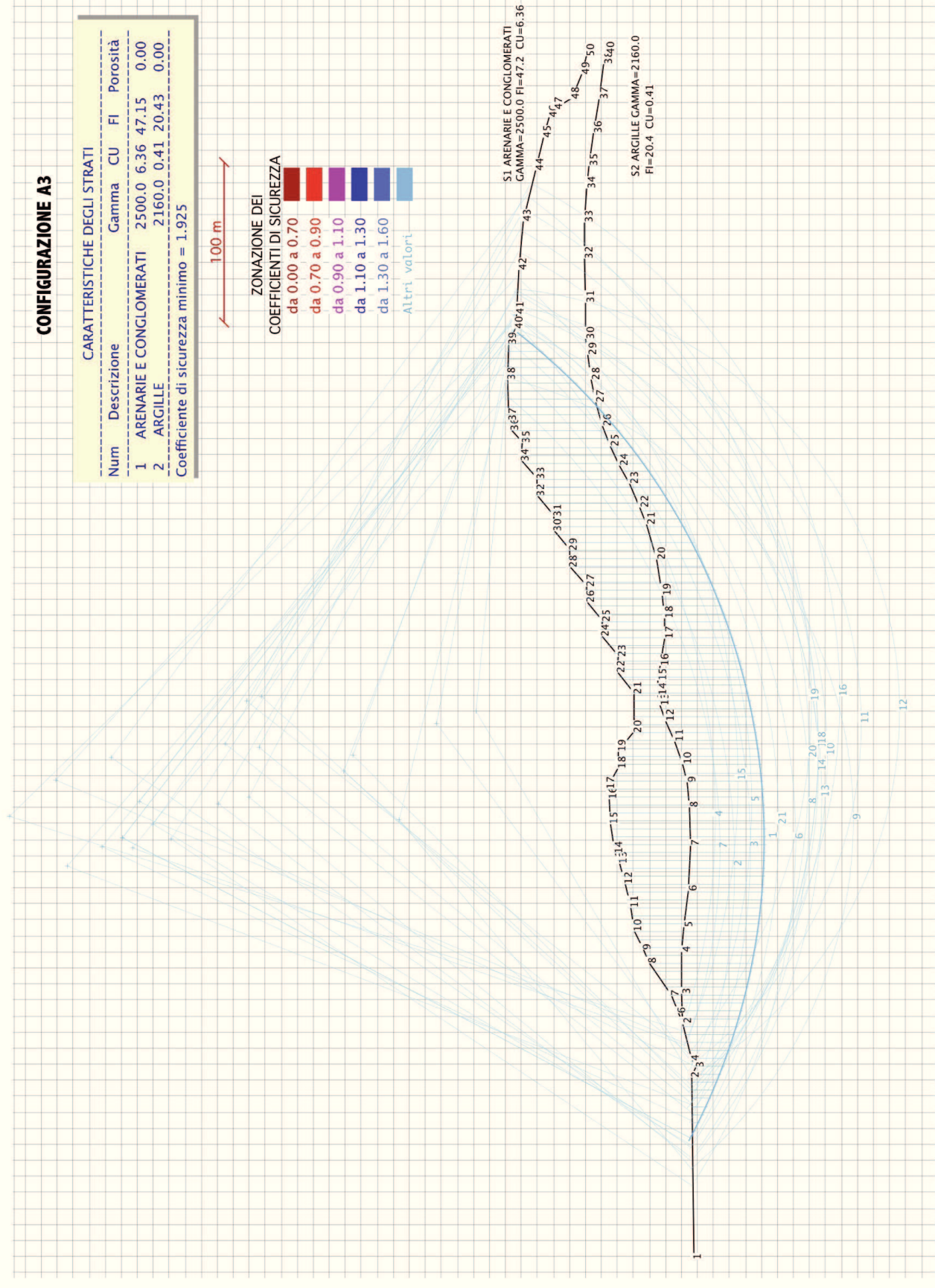


Fig. 9 – Configurazione A3 - Sezione C-C''-ESTESA. Superficie di rottura circolare; senza falda.

#### **Verifica configurazione A4**

**Sezione C-C'-ESTESA; comprende l'intero fronte di cava e il versante in cui si sviluppa; per potenziali rotture circolari su roccia integra. Il calcolo è stato effettuato con Bishop; il tracciamento dei cerchi con il "metodo della corda"; è stata considerata in presenza di falda.**

#### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000

#### COORDINATE DEI PROFILI

-----	-----	-----	-----
Profilo	Nodo	X	Y
-----	-----	-----	-----
Falda	1	192.970	351.370
Falda	2	209.550	352.780
Falda	3	257.530	355.950
Falda	4	401.810	368.650
Falda	5	445.560	374.000
Falda	6	472.720	377.360
Falda	7	496.010	382.060
Falda	8	533.050	394.760
Falda	9	565.500	404.990
Falda	10	583.850	409.220
Falda	11	620.890	413.460
Falda	12	674.510	414.870
Falda	13	704.850	413.810
Falda	14	728.490	412.400
Falda	15	766.940	406.750
Falda	16	802.220	401.110
Pendio	1	48.330	342.550
Pendio	2	161.220	343.960
Pendio	3	167.570	341.840
Pendio	4	172.160	344.310
Pendio	5	194.730	349.960
Pendio	6	201.790	352.430
Pendio	7	212.370	357.360
Pendio	8	232.830	370.770
Pendio	9	241.650	374.300
Pendio	10	252.940	380.290
Pendio	11	267.410	382.760
Pendio	12	282.220	385.940
Pendio	13	294.920	389.470
Pendio	14	301.270	392.290
Pendio	15	319.620	395.110
Pendio	16	334.790	395.820
Pendio	17	341.490	396.880
Pendio	18	354.190	390.170
Pendio	19	364.420	390.170
Pendio	20	376.770	380.290
Pendio	21	400.760	380.290
Pendio	22	413.810	390.530
Pendio	23	423.690	390.170
Pendio	24	436.390	400.760
Pendio	25	445.910	400.050
Pendio	26	457.910	410.280
Pendio	27	467.780	410.280
Pendio	28	480.130	420.510
Pendio	29	490.010	420.510
Pendio	30	502.360	430.740
Pendio	31	511.880	430.390
Pendio	32	523.880	440.620
Pendio	33	535.160	440.620
Pendio	34	546.100	450.500
Pendio	35	557.390	450.140
Pendio	36	565.150	456.850
Pendio	37	571.850	458.960
Pendio	38	597.250	459.320

Pendio	39	618.770	458.610
Pendio	40	629.000	454.030
Pendio	41	638.170	453.320
Pendio	42	664.990	452.260
Pendio	43	695.330	449.790
Pendio	44	727.430	442.030
Pendio	45	747.890	436.740
Pendio	46	760.940	433.560
Pendio	47	765.880	429.680
Pendio	48	771.530	419.100
Pendio	49	787.050	413.100
Pendio	50	799.040	409.580
2	1	195.090	350.086
2	2	195.090	349.600
2	3	213.780	349.960
2	4	240.240	349.960
2	5	255.060	348.540
2	6	277.640	345.370
2	7	305.860	343.960
2	8	330.550	345.020
2	9	345.720	346.080
2	10	357.360	348.900
2	11	371.120	353.840
2	12	383.820	359.830
2	13	393.700	363.710
2	14	399.700	364.770
2	15	408.870	364.770
2	16	418.390	363.710
2	17	434.980	360.890
2	18	448.380	360.540
2	19	462.490	361.600
2	20	484.720	365.480
2	21	506.240	371.830
2	22	517.170	375.710
2	23	531.990	382.410
2	24	543.630	388.410
2	25	555.270	394.410
2	26	567.620	399.340
2	27	582.790	403.230
2	28	596.900	406.050
2	29	612.420	408.520
2	30	622.650	409.580
2	31	644.530	410.280
2	32	672.390	410.630
2	33	694.970	410.630
2	34	715.790	409.220
2	35	729.900	408.160
2	36	750.710	404.990
2	37	771.880	401.810
2	38	794.100	398.290
2	39	799.750	397.230
2	40	799.750	397.230

-----  
 CARATTERISTICHE DEGLI STRATI  
 -----

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	IARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

-----

GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO  
 -----

num	X centro	Y centro	Raggio
1	310.86	698.97	401.71
2	293.67	733.62	417.27
3	305.19	712.04	405.94
4	324.75	770.05	442.13
5	334.07	688.37	382.74
6	310.26	669.12	391.48
7	304.55	692.56	367.41
8	332.66	638.97	369.14
9	322.56	526.11	284.41
10	362.63	555.26	297.33
11	382.50	503.22	265.90
12	390.05	478.26	265.21
13	336.86	620.36	358.36

14	353.08	560.95	296.78
15	347.43	740.92	426.79
16	399.39	612.70	362.42
17	367.54	614.14	350.19
18	369.40	634.67	370.90
19	396.24	621.55	353.17
20	361.36	706.43	437.17

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Bishop  
RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F	Sit Carico
1	310.86	698.97	401.71	1.495	1
1	310.86	698.97	401.71	1.496	2
2	293.67	733.62	417.27	2.234	1
2	293.67	733.62	417.27	2.245	2
3	305.19	712.04	405.94	1.634	1
3	305.19	712.04	405.94	1.638	2
4	324.75	770.05	442.13	1.928	1
4	324.75	770.05	442.13	1.933	2
5	334.07	688.37	382.74	1.543	1
5	334.07	688.37	382.74	1.544	2
6	310.26	669.12	391.48	1.445	1
6	310.26	669.12	391.48	1.444	2
7	304.55	692.56	367.41	2.794	1
7	304.55	692.56	367.41	2.811	2
8	332.66	638.97	369.14	1.433	1
8	332.66	638.97	369.14	1.432	2
9	322.56	526.11	284.41	1.612	1
9	322.56	526.11	284.41	1.608	2
10	362.63	555.26	297.33	1.509	1
10	362.63	555.26	297.33	1.505	2
11	382.50	503.22	265.90	1.648	1
11	382.50	503.22	265.90	1.643	2
12	390.05	478.26	265.21	1.772	1
12	390.05	478.26	265.21	1.764	2
13	336.86	620.36	358.36	1.439	1
13	336.86	620.36	358.36	1.436	2
14	353.08	560.95	296.78	1.507	1
14	353.08	560.95	296.78	1.505	2
15	347.43	740.92	426.79	1.582	1
15	347.43	740.92	426.79	1.583	2
16	399.39	612.70	362.42	1.564	1
16	399.39	612.70	362.42	1.559	2
17	367.54	614.14	350.19	1.473	1
17	367.54	614.14	350.19	1.470	2
18	369.40	634.67	370.90	1.469	1
18	369.40	634.67	370.90	1.466	2
19	396.24	621.55	353.17	1.558	1
19	396.24	621.55	353.17	1.555	2
20	361.36	706.43	437.17	1.468	1
20	361.36	706.43	437.17	1.466	2

CERCHIO CRITICO N° 8

Larghezza del concio.....=4.998

Situazione di carico numero 2

Coefficiente di sicurezza F =1.432

Numero iterazioni = 3

Precisione =0.00123

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-36.31	6.202	0.411	20.4	20010.5	671.1
2	-35.35	6.128	0.411	20.4	59007.1	1978.9
3	-34.40	6.058	0.411	20.4	96678.7	3242.3
4	-33.47	5.992	0.411	20.4	133070.0	4462.7
5	-32.54	5.929	0.411	20.4	168222.1	5641.6
6	-31.63	5.870	0.411	20.4	202174.4	6780.2
7	-30.72	5.814	0.411	20.4	234961.5	7879.8
8	-29.82	5.761	0.411	20.4	266616.8	8941.4
9	-28.93	5.711	0.411	20.4	297170.8	9966.1

10	-28.05	5.663	0.411	20.4	326652.7	10954.8
11	-27.17	5.618	0.411	20.4	344556.8	11555.3
12	-26.31	5.576	0.411	20.4	367571.8	12327.1
13	-25.44	5.535	0.411	20.4	416032.5	13952.3
14	-24.59	5.497	0.411	20.4	454101.6	15229.0
15	-23.74	5.460	0.411	20.4	491213.9	16473.6
16	-22.89	5.426	0.411	20.4	527388.9	17686.8
17	-22.05	5.393	0.411	20.4	562644.2	18869.2
18	-21.22	5.362	0.411	20.4	604598.6	20276.2
19	-20.39	5.332	0.411	20.4	649363.9	21777.4
20	-19.56	5.304	0.411	20.4	697139.8	23379.7
21	-18.74	5.278	0.411	20.4	748013.2	25085.8
22	-17.92	5.253	0.411	20.4	805887.4	27026.7
23	-17.11	5.230	0.411	20.4	862926.4	28939.6
24	-16.30	5.208	0.411	20.4	919141.9	30824.9
25	-15.49	5.187	0.411	20.4	970691.3	32553.7
26	-14.69	5.167	0.411	20.4	1009606.2	33858.7
27	-13.89	5.149	0.411	20.4	1052191.4	35286.9
28	-13.09	5.132	0.411	20.4	1098336.8	36834.5
29	-12.30	5.116	0.411	20.4	1138788.1	38191.1
30	-11.50	5.101	0.411	20.4	1161566.1	38955.0
31	-10.71	5.087	0.411	20.4	1183654.5	39695.7
32	-9.92	5.074	0.411	20.4	1205870.8	40440.8
33	-9.14	5.062	0.411	20.4	1229154.9	41221.7
34	-8.35	5.052	0.411	20.4	1251479.5	41970.3
35	-7.57	5.042	0.411	20.4	1273933.6	42723.4
36	-6.79	5.034	0.411	20.4	1298120.4	43534.5
37	-6.01	5.026	0.411	20.4	1321572.5	44321.0
38	-5.23	5.019	0.411	20.4	1352701.0	45365.0
39	-4.45	5.013	0.411	20.4	1375036.1	46114.0
40	-3.67	5.009	0.411	20.4	1388173.6	46554.6
41	-2.89	5.005	0.411	20.4	1400303.8	46961.4
42	-2.12	5.002	0.411	20.4	1411711.9	47344.0
43	-1.34	5.000	0.411	20.4	1416609.0	47508.2
44	-0.56	4.999	0.411	20.4	1420009.0	47622.3
45	0.21	4.998	0.411	20.4	1422533.8	47706.9
46	0.99	4.999	0.411	20.4	1430066.9	47959.6
47	1.76	5.001	0.411	20.4	1416574.6	47507.1
48	2.54	5.003	0.411	20.4	1380573.9	46299.7
49	3.32	5.007	0.411	20.4	1343362.1	45051.8
50	4.09	5.011	0.411	20.4	1336447.6	44819.9
51	4.87	5.016	0.411	20.4	1329283.6	44579.6
52	5.65	5.023	0.411	20.4	1276230.6	42800.4
53	6.43	5.030	0.411	20.4	1217899.9	40844.2
54	7.21	5.038	0.411	20.4	1180451.1	39588.3
55	8.00	5.047	0.411	20.4	1169444.5	39219.2
56	8.78	5.058	0.411	20.4	1158333.0	38846.5
57	9.57	5.069	0.411	20.4	1146585.6	38452.6
58	10.35	5.081	0.411	20.4	1135784.9	38090.3
59	11.14	5.094	0.411	20.4	1156750.4	38793.5
60	11.94	5.109	0.411	20.4	1194157.6	40048.0
61	12.73	5.124	0.411	20.4	1229829.0	41244.3
62	13.53	5.141	0.411	20.4	1216196.9	40787.1
63	14.33	5.159	0.411	20.4	1205446.8	40426.6
64	15.13	5.178	0.411	20.4	1244157.9	41724.8
65	15.93	5.198	0.411	20.4	1282070.2	42996.3
66	16.74	5.219	0.411	20.4	1289201.2	43235.4
67	17.55	5.242	0.411	20.4	1268453.4	42539.6
68	18.37	5.267	0.411	20.4	1281809.9	42987.5
69	19.19	5.292	0.411	20.4	1315521.0	44118.1
70	20.01	5.319	0.411	20.4	1337161.2	44843.8
71	20.84	5.348	0.411	20.4	1316512.4	44151.3
72	21.67	5.378	0.411	20.4	1306586.9	43818.5
73	22.51	5.410	0.411	20.4	1334485.1	44754.1
74	23.35	5.444	0.411	20.4	1361471.9	45659.1
75	24.20	5.480	0.411	20.4	1348403.4	45220.8
76	25.05	5.517	0.411	20.4	1321748.6	44326.9
77	25.91	5.557	0.411	20.4	1334288.2	44747.5
78	26.78	5.599	0.411	20.4	1356435.0	45490.2
79	27.65	5.643	0.411	20.4	1360503.5	45626.6
80	28.53	5.689	0.411	20.4	1327165.5	44508.6
81	29.42	5.738	0.411	20.4	1315294.1	44110.5
82	30.31	5.790	0.411	20.4	1333940.6	44735.8
83	31.21	5.844	0.411	20.4	1350135.1	45278.9
84	32.13	5.902	0.411	20.4	1313601.4	44053.7
85	33.05	5.963	0.411	20.4	1275675.6	42781.8
86	33.98	6.027	0.411	20.4	1278320.0	42870.5
87	34.92	6.096	0.411	20.4	1293094.1	43366.0
88	35.87	6.168	0.411	20.4	1273808.8	42719.2

89	36.83	6.245	0.411	20.4	1228464.2	41198.5
90	37.81	6.326	0.411	20.4	1199579.8	40229.8
91	38.80	6.413	0.411	20.4	1207446.9	40493.6
92	39.80	6.506	0.411	20.4	1188477.5	39857.5
93	40.82	6.605	0.411	20.4	1152916.0	38664.9
94	41.85	6.710	0.411	20.4	1104941.8	37056.0
95	42.90	6.823	0.411	20.4	1055336.2	35392.4
96	43.97	6.945	0.411	20.4	1004265.1	33679.6
97	45.06	7.076	0.411	20.4	951264.5	31902.2
98	46.17	7.217	0.411	20.4	895386.4	30028.2
99	47.30	7.370	0.411	20.4	835621.1	28023.9
100	48.46	7.537	0.411	20.4	773549.3	25942.2
101	49.64	7.718	0.411	20.4	709151.3	23782.5
102	50.85	7.917	0.411	20.4	641639.1	21518.4
103	52.10	8.137	6.362	47.2	542429.8	18191.2
104	53.38	8.380	6.362	47.2	434136.2	14559.4
105	54.70	8.650	6.362	47.2	344315.8	11547.2
106	56.07	8.954	6.362	47.2	250883.8	8413.8
107	57.49	9.299	6.362	47.2	154642.1	5186.2
108	58.96	9.693	6.362	47.2	53033.3	1778.6

-----  
5716014.0

Concio n°	C*Lc+ (Wc+u*Lc) kg/ml	*tg(φ)	m	Ms kg/ml	Mr kg/ml
1	27996.7	0.7	42961.3	-11177.2	
2	42522.6	0.7	63946.2	-32160.3	
3	56555.0	0.7	83421.9	-51383.0	
4	70110.5	0.7	101524.4	-68922.4	
5	83204.4	0.7	118373.1	-84851.3	
6	95851.4	0.7	134073.8	-99239.1	
7	108064.4	0.7	148719.1	-112151.3	
8	119855.8	0.7	162392.1	-123650.7	
9	131236.9	0.7	175166.3	-133797.0	
10	142218.7	0.8	187108.0	-142647.6	
11	148887.8	0.8	193185.9	-145800.6	
12	157460.7	0.8	201602.5	-150562.2	
13	175512.0	0.8	221847.1	-164778.9	
14	189692.5	0.8	236824.3	-173708.1	
15	203516.5	0.8	251073.7	-181253.3	
16	216991.5	0.8	264641.0	-187460.3	
17	130038.9	0.8	156848.4	-192373.1	
18	141256.0	0.8	168569.2	-198530.9	
19	153673.4	0.8	181509.5	-204437.5	
20	167362.6	0.9	195725.5	-210038.9	
21	182510.9	0.9	211406.5	-215237.7	
22	200429.6	0.9	230027.2	-220978.5	
23	218181.2	0.9	248178.6	-224934.2	
24	235768.2	0.9	265888.1	-227141.8	
25	251757.2	0.9	281575.5	-226737.0	
26	263178.6	0.9	292005.6	-222156.1	
27	276104.1	0.9	303994.2	-217279.2	
28	290491.3	0.9	317466.8	-211936.1	
29	302891.7	0.9	328656.8	-204321.7	
30	308780.8	0.9	332743.5	-192680.1	
31	314404.7	0.9	336560.9	-180316.7	
32	320207.1	0.9	340587.8	-167372.8	
33	326537.0	0.9	345191.2	-153961.1	
34	332638.2	1.0	349568.3	-139811.6	
35	338915.8	1.0	354148.3	-125070.2	
36	345966.0	1.0	359550.0	-109867.4	
37	352869.2	1.0	364811.9	-93957.3	
38	362757.9	1.0	373161.2	-77854.0	
39	369496.7	1.0	378275.2	-60520.6	
40	372934.5	1.0	380048.9	-42302.1	
41	376121.9	1.0	381623.8	-23710.8	
42	379164.7	1.0	383110.3	-4788.5	
43	379906.6	1.0	382339.8	14376.7	
44	380214.8	1.0	381210.9	33639.0	
45	380321.1	1.0	379958.2	52960.8	
46	382416.9	1.0	380764.6	72605.3	
47	376805.0	1.0	373985.0	91101.6	
48	362933.0	1.0	359141.2	107480.1	
49	348734.2	1.0	344125.9	122773.1	
50	345945.6	1.0	340484.1	140237.5	



51	343189.1	1.0	336953.7	157485.1
52	323464.5	1.0	316878.4	168480.7
53	301899.8	1.0	295147.6	177271.3
54	288239.8	1.0	281269.1	187804.5
55	284556.5	1.0	277209.9	201888.5
56	280961.7	1.0	273300.7	215654.8
57	277258.4	1.0	269347.4	228993.2
58	274037.2	1.0	265921.4	242215.4
59	282641.4	1.0	274016.7	262349.6
60	297325.1	1.0	288039.6	287003.2
61	311494.5	1.0	301601.2	312229.2
62	307432.3	1.0	297561.9	325236.4
63	304578.6	1.0	294751.7	338684.1
64	320285.2	1.0	309961.3	366407.2
65	335832.1	1.0	325081.5	394932.6
66	340052.5	1.0	329308.0	414586.0
67	334029.5	1.0	323679.6	425089.6
68	340844.3	1.0	330559.8	446922.3
69	355382.0	1.0	345019.4	476489.3
70	365570.5	1.0	355357.7	502433.7
71	360156.1	1.0	350611.4	512501.5
72	358888.1	1.0	349970.2	526329.9
73	371684.0	1.0	363145.6	555638.1
74	383762.1	1.0	375754.7	585309.9
75	381080.2	1.0	374022.0	597950.1
76	373500.8	1.0	367550.1	604027.7
77	380688.0	1.0	375705.0	627825.6
78	390860.1	1.0	386958.2	656613.7
79	393944.6	1.0	391343.6	677005.6
80	383274.0	1.0	382148.4	678387.2
81	380782.2	1.0	381173.3	690129.4
82	389846.0	1.0	391913.3	717976.1
83	398189.0	1.0	402133.5	744974.8
84	387089.4	1.0	392839.0	742603.8
85	375721.2	1.0	383297.1	738437.8
86	379882.8	1.0	389705.5	757278.4
87	388780.1	1.0	401204.5	783540.7
88	385215.5	1.0	400042.0	789103.8
89	372177.0	1.0	389103.8	777648.6
90	365511.6	0.9	384870.3	775607.9
91	372787.5	0.9	395517.3	797045.2
92	370863.2	0.9	396655.9	800617.1
93	363273.6	0.9	391875.3	792273.5
94	351346.4	0.9	382468.4	774268.8
95	339130.2	0.9	372752.5	753799.8
96	327727.8	0.9	363937.9	730920.7
97	315939.3	0.9	354702.3	705228.1
98	303431.0	0.9	344648.0	675927.9
99	289848.1	0.9	333332.1	642127.4
100	275803.8	0.9	321413.0	604904.7
101	261318.3	0.8	308880.1	564150.4
102	246129.6	0.8	295380.4	519132.4
103	895568.2	1.2	740763.6	446211.3
104	785994.6	1.2	654242.0	363007.3
105	689167.0	1.2	577715.2	292566.7
106	588446.1	1.2	497207.6	216575.4
107	484696.2	1.2	413201.0	135589.6
108	375160.6	1.2	323033.2	47217.8
-----				
Σ	34582287.7	24155926.7		

### CONFIGURAZIONE A4

#### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

Coefficiente di sicurezza minimo = 1.432

100 m

ZONAZIONE DEI  
COEFFICIENTI DI SICUREZZA

- da 0.00 a 0.70
- da 0.70 a 0.90
- da 0.90 a 1.10
- da 1.10 a 1.30
- da 1.30 a 1.60
- Altri valori

S1 ARENARIE E CONGLOMERATI  
GAMMA=2500.0 FI=47.2 CU=6.36

FALDA

S2 ARGILLE GAMMA=2160.0  
FI=20.4 CU=0.41

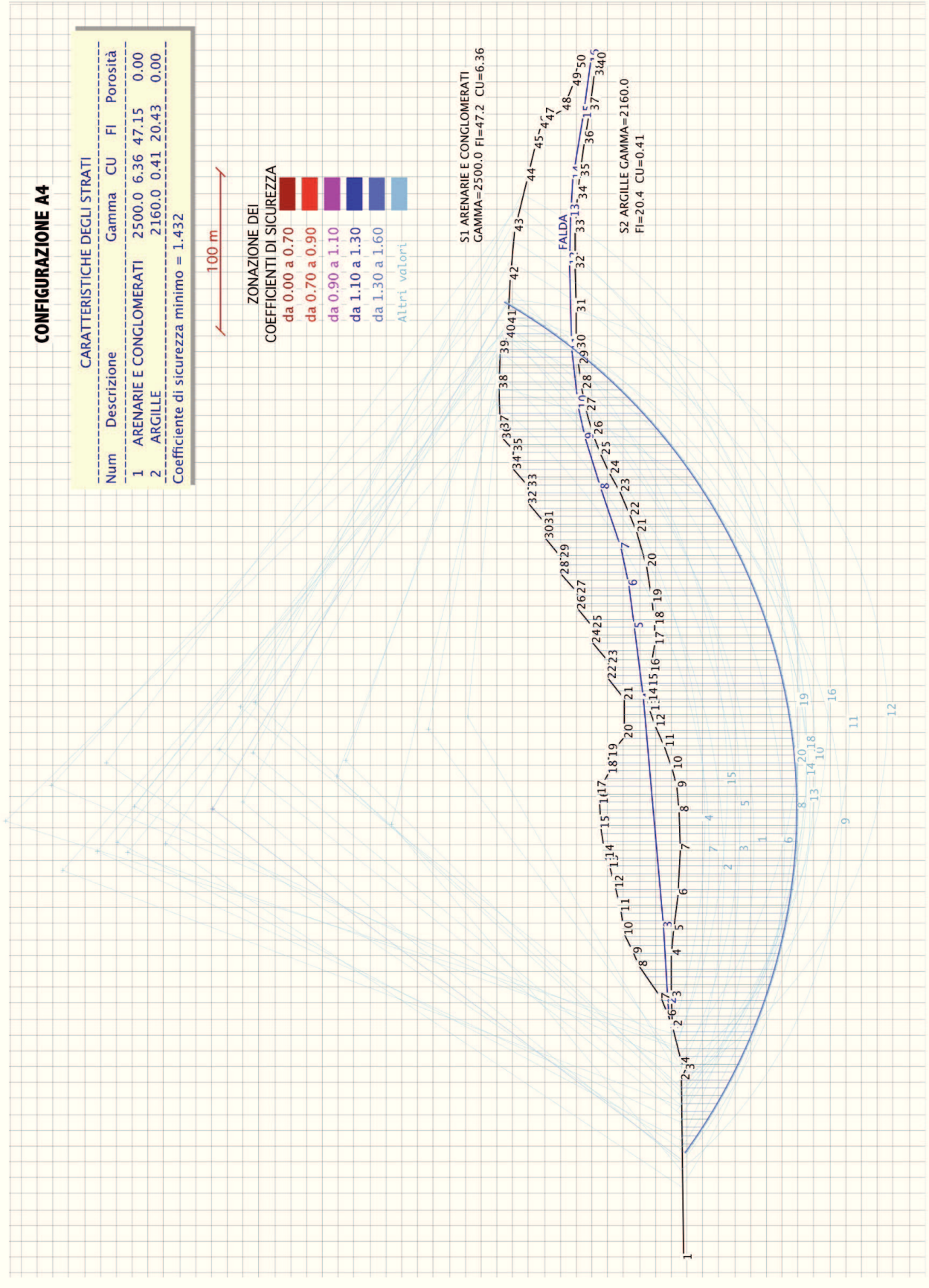


Fig. 10 – Configurazione A4 - Sezione C-C''-ESTESA. Superficie di rottura circolare; con falda.

## Verifica configurazione B1

**Sezione C-C'-ESTESA; intero fronte di cava e versante in cui si sviluppa; per potenziali scorrimenti su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture) e su substrato argilloso. Il calcolo è stato effettuato con Janbu e il tracciamento delle superfici manualmente; è stata considerata in assenza di falda.**

### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000  
Forza Orizzontale Applicata : 0.000

### COORDINATE DEI PROFILI

-----			
-----	-----	X	Y
-----	-----	-----	-----
Pendio	1	48.330	342.550
Pendio	2	161.220	343.960
Pendio	3	167.570	341.840
Pendio	4	172.160	344.310
Pendio	5	194.730	349.960
Pendio	6	201.790	352.430
Pendio	7	212.370	357.360
Pendio	8	232.830	370.770
Pendio	9	241.650	374.300
Pendio	10	252.940	380.290
Pendio	11	267.410	382.760
Pendio	12	282.220	385.940
Pendio	13	294.920	389.470
Pendio	14	301.270	392.290
Pendio	15	319.620	395.110
Pendio	16	334.790	395.820
Pendio	17	341.490	396.880
Pendio	18	354.190	390.170
Pendio	19	364.420	390.170
Pendio	20	376.770	380.290
Pendio	21	400.760	380.290
Pendio	22	413.810	390.530
Pendio	23	423.690	390.170
Pendio	24	436.390	400.760
Pendio	25	445.910	400.050
Pendio	26	457.910	410.280
Pendio	27	467.780	410.280
Pendio	28	480.130	420.510
Pendio	29	490.010	420.510
Pendio	30	502.360	430.740
Pendio	31	511.880	430.390
Pendio	32	523.880	440.620
Pendio	33	535.160	440.620
Pendio	34	546.100	450.500
Pendio	35	557.390	450.140
Pendio	36	565.150	456.850
Pendio	37	571.850	458.960
Pendio	38	597.250	459.320
Pendio	39	618.770	458.610
Pendio	40	629.000	454.030
Pendio	41	638.170	453.320
Pendio	42	664.990	452.260
Pendio	43	695.330	449.790
Pendio	44	727.430	442.030
Pendio	45	747.890	436.740
Pendio	46	760.940	433.560
Pendio	47	765.880	429.680
Pendio	48	771.530	419.100
Pendio	49	787.050	413.100
Pendio	50	799.040	409.580
	2	1	195.090
		2	195.090
		3	213.780
		4	240.240
		5	255.060

2	6	277.640	345.370
2	7	305.860	343.960
2	8	330.550	345.020
2	9	345.720	346.080
2	10	357.360	348.900
2	11	371.120	353.840
2	12	383.820	359.830
2	13	393.700	363.710
2	14	399.700	364.770
2	15	408.870	364.770
2	16	418.390	363.710
2	17	434.980	360.890
2	18	448.380	360.540
2	19	462.490	361.600
2	20	484.720	365.480
2	21	506.240	371.830
2	22	517.170	375.710
2	23	531.990	382.410
2	24	543.630	388.410
2	25	555.270	394.410
2	26	567.620	399.340
2	27	582.790	403.230
2	28	596.900	406.050
2	29	612.420	408.520
2	30	622.650	409.580
2	31	644.530	410.280
2	32	672.390	410.630
2	33	694.970	410.630
2	34	715.790	409.220
2	35	729.900	408.160
2	36	750.710	404.990
2	37	771.880	401.810
2	38	794.100	398.290
2	39	799.750	397.230
2	40	799.750	397.230

-----  
CARATTERISTICHE DEGLI STRATI  
-----

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

-----  
COORDINATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO  
-----

num	Nodo	X	Y
1	1	185.210	349.250
1	2	206.380	347.490
1	3	237.420	347.490
1	4	272.700	342.550
1	5	305.860	340.780
1	6	353.480	342.550
1	7	400.760	349.600
1	8	449.440	354.890
1	9	489.660	361.950
1	10	511.530	368.650
1	11	535.870	454.730
2	1	167.570	345.370
2	2	192.970	342.550
2	3	250.830	335.840
2	4	321.730	333.020
2	5	456.490	345.720
2	6	529.170	364.420
2	7	612.070	396.880
2	8	630.060	460.380
3	1	173.920	348.190
3	2	226.840	342.900
3	3	294.570	337.960
3	4	340.080	339.370
3	5	410.990	346.080
3	6	481.190	355.250
3	7	532.690	371.120
3	8	567.620	386.640
3	9	587.380	466.730

4	1	170.040	347.490
4	2	210.960	342.190
4	3	249.770	339.020
4	4	293.510	336.550
4	5	324.560	335.490
4	6	386.290	341.140
4	7	445.910	347.840
4	8	470.250	352.430
4	9	531.640	368.300
4	10	601.490	395.820
4	11	636.410	408.870
4	12	649.820	456.850
5	1	164.750	345.370
5	2	174.980	341.140
5	3	206.380	336.550
5	4	236.010	334.080
5	5	270.230	331.610
5	6	320.320	329.140
5	7	356.660	331.610
5	8	399.340	335.140
5	9	440.270	340.430
5	10	491.420	349.600
5	11	539.040	364.070
5	12	588.790	382.760
5	13	658.640	410.280
5	14	672.750	455.790
6	1	168.630	344.490
6	2	186.270	341.310
6	3	216.250	337.610
6	4	241.650	335.140
6	5	276.580	332.670
6	6	297.920	331.960
6	7	322.260	331.260
6	8	357.720	334.260
6	9	406.220	338.310
6	10	452.790	343.780
6	11	494.070	352.950
6	12	528.990	362.480
6	13	554.920	372.180
6	14	585.260	383.650
6	15	621.950	398.990
6	16	647.700	409.750
6	17	662.870	460.200
6	18	662.870	460.200
6	19	662.870	460.200

-----

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Janbu  
RIEPILOGO SUPERFICI

num	punti	X inizio	Y inizio	F	Sit	Carico
1	11	185.21	349.25	3.506		1
1	11	185.21	349.25	3.536		2
2	8	167.57	345.37	2.211		1
2	8	167.57	345.37	2.217		2
3	9	173.92	348.19	2.352		1
3	9	173.92	348.19	2.364		2
4	12	170.04	347.49	2.066		1
4	12	170.04	347.49	2.069		2
5	14	164.75	345.37	2.120		1
5	14	164.75	345.37	2.122		2
6	19	168.63	344.49	2.116		1
6	19	168.63	344.49	2.119		2

-----

SUPERFICIE CRITICA N° 4

Larghezza del concio.....=4.988  
 Situazione di carico numero 1  
 Coefficiente di sicurezza F =2.066  
 Coefficiente di forma =0.12131  
 Coefficiente F/Fo =1.05207  
 Numero iterazioni = 1  
 Precisione =0.00059

-----

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm <sup>2</sup>	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
-----------	--------	------	-----------------------	------	---------	----------

1	-7.38	5.030	0.411	20.4	10372.0	336.9
2	-7.38	5.030	0.411	20.4	31115.4	1010.6
3	-7.38	5.030	0.411	20.4	51858.7	1684.4
4	-7.38	5.030	0.411	20.4	77446.2	2515.5
5	-7.38	5.030	0.411	20.4	107152.6	3480.3
6	-7.38	5.030	0.411	20.4	143512.4	4661.3
7	-5.34	5.010	0.411	20.4	179204.6	5820.6
8	-4.67	5.005	0.411	20.4	224711.9	7298.7
9	-4.67	5.005	0.411	20.4	270599.2	8789.1
10	-4.67	5.005	0.411	20.4	316485.8	10279.6
11	-4.67	5.005	0.411	20.4	362372.7	11770.0
12	-4.67	5.005	0.411	20.4	394209.5	12804.0
13	-4.67	5.005	0.411	20.4	425132.0	13808.4
14	-4.67	5.005	0.411	20.4	463950.5	15069.3
15	-3.27	4.996	0.411	20.4	502114.6	16308.8
16	-3.23	4.996	0.411	20.4	520615.9	16909.8
17	-3.23	4.996	0.411	20.4	535695.6	17399.6
18	-3.23	4.996	0.411	20.4	550775.3	17889.4
19	-3.23	4.996	0.411	20.4	568467.4	18464.0
20	-3.23	4.996	0.411	20.4	586329.1	19044.2
21	-3.23	4.996	0.411	20.4	603500.6	19601.9
22	-3.23	4.996	0.411	20.4	624462.7	20282.7
23	-2.97	4.995	0.411	20.4	645544.2	20967.5
24	-1.96	4.991	0.411	20.4	670217.6	21768.9
25	-1.96	4.991	0.411	20.4	697805.1	22664.9
26	-1.96	4.991	0.411	20.4	709627.9	23048.9
27	-1.96	4.991	0.411	20.4	720836.2	23413.0
28	-1.96	4.991	0.411	20.4	732044.6	23777.0
29	-1.96	4.991	0.411	20.4	740060.2	24037.4
30	5.10	5.008	0.411	20.4	741204.0	24074.5
31	5.23	5.009	0.411	20.4	738729.2	23994.2
32	5.23	5.009	0.411	20.4	739127.6	24007.1
33	5.23	5.009	0.411	20.4	739689.6	24025.4
34	5.23	5.009	0.411	20.4	700340.1	22747.3
35	5.23	5.009	0.411	20.4	659865.1	21432.6
36	5.23	5.009	0.411	20.4	637508.0	20706.5
37	5.23	5.009	0.411	20.4	629517.0	20446.9
38	5.23	5.009	0.411	20.4	596566.2	19376.7
39	5.23	5.009	0.411	20.4	537773.9	17467.1
40	5.23	5.009	0.411	20.4	478967.0	15557.0
41	5.23	5.009	0.411	20.4	469914.5	15263.0
42	5.95	5.015	0.411	20.4	461148.7	14978.3
43	6.41	5.020	0.411	20.4	451635.8	14669.3
44	6.41	5.020	0.411	20.4	443278.7	14397.8
45	6.41	5.020	0.411	20.4	446519.3	14503.1
46	6.41	5.020	0.411	20.4	489977.9	15914.6
47	6.41	5.020	0.411	20.4	533992.3	17344.2
48	6.41	5.020	0.411	20.4	547747.6	17791.0
49	6.41	5.020	0.411	20.4	540604.2	17559.0
50	6.41	5.020	0.411	20.4	567189.6	18422.5
51	6.41	5.020	0.411	20.4	615217.9	19982.5
52	6.41	5.020	0.411	20.4	659127.8	21408.7
53	6.41	5.020	0.411	20.4	648501.2	21063.5
54	9.22	5.054	0.411	20.4	646357.8	20993.9
55	10.68	5.076	0.411	20.4	689591.6	22398.2
56	10.68	5.076	0.411	20.4	732530.6	23792.8
57	10.68	5.076	0.411	20.4	735044.1	23874.5
58	10.68	5.076	0.411	20.4	723389.0	23495.9
59	13.65	5.133	0.411	20.4	750934.4	24390.6
60	14.49	5.152	0.411	20.4	787672.5	25583.8
61	14.49	5.152	0.411	20.4	808918.9	26273.9
62	14.49	5.152	0.411	20.4	792912.1	25754.0
63	14.49	5.152	0.411	20.4	792765.7	25749.3
64	14.49	5.152	0.411	20.4	828468.0	26908.9
65	14.49	5.152	0.411	20.4	864169.6	28068.5
66	14.49	5.152	0.411	20.4	853934.3	27736.1
67	14.49	5.152	0.411	20.4	834442.3	27102.9
68	14.49	5.152	0.411	20.4	867284.1	28169.7
69	14.49	5.152	0.411	20.4	903271.2	29338.5
70	14.49	5.152	0.411	20.4	910834.0	29584.2
71	17.86	5.241	0.411	20.4	892830.8	28999.4
72	21.50	5.362	0.411	20.4	882246.4	28655.6
73	21.50	5.362	0.411	20.4	913381.9	29666.9
74	21.50	5.362	0.411	20.4	940310.1	30541.6
75	21.50	5.362	0.411	20.4	912348.4	29633.4
76	21.50	5.362	0.411	20.4	884619.5	28732.7



77	21.50	5.362	0.411	20.4	903440.2	29344.0
78	21.50	5.362	0.411	20.4	924380.1	30024.2
79	21.50	5.362	0.411	20.4	920267.2	29890.6
80	21.50	5.362	0.411	20.4	899169.6	29205.3
81	21.50	5.362	0.411	20.4	876345.8	28464.0
82	21.50	5.362	0.411	20.4	853870.2	27734.0
83	21.50	5.362	0.411	20.4	831532.8	27008.4
84	21.50	5.362	0.411	20.4	809195.4	26282.9
85	21.03	5.344	0.411	20.4	784731.7	25488.3
86	20.49	5.325	0.411	20.4	760833.9	24712.1
87	20.49	5.325	0.411	20.4	736972.3	23937.1
88	20.49	5.325	0.411	20.4	713481.6	23174.1
89	20.49	5.325	0.411	20.4	676904.0	21986.1
90	20.49	5.325	0.411	20.4	627754.9	20389.7
91	20.49	5.325	0.411	20.4	589365.9	19142.8
92	61.87	10.580	0.411	20.4	563788.9	18312.0
93	74.38	18.532	6.362	47.2	342961.1	11139.5
94	74.38	18.532	6.362	47.2	114319.8	3713.1

Concio n°	Taglio kg/ml	E kg/ml	Tau Kg/cm2	A Kg/ml	B Kg/ml
1	1149.9	9372.0	4913.4	26721.2	-1006.5
2	3428.0	29430.1	6413.1	35194.8	-3019.4
3	6241.3	55603.5	7958.1	43668.5	-5032.4
4	9531.2	89320.2	9878.0	54121.0	-7515.4
5	13297.3	131794.4	12112.9	66256.1	-10398.1
6	17518.4	184987.8	14858.1	81109.1	-13926.5
7	12626.5	241540.8	18162.6	94269.0	-10915.2
8	9921.6	306867.1	21406.9	112100.5	-11055.8
9	9836.4	383353.0	24686.1	130488.2	-13313.5
10	9566.5	470998.3	28177.7	148875.5	-15571.1
11	9664.1	569803.0	31627.5	167263.0	-17828.7
12	12044.0	676350.2	33867.4	180020.4	-19395.1
13	14100.8	790417.7	36235.5	192411.5	-20916.5
14	14971.6	913925.5	39267.3	207966.5	-22826.4
15	-9379.3	1033496.3	43873.8	221453.5	-12359.9
16	-7504.5	1156735.6	43286.1	228763.7	-12489.4
17	-4443.2	1283237.9	44334.2	234756.3	-12851.2
18	-1489.6	1413003.1	45480.0	240748.9	-13213.0
19	943.9	1546596.5	46853.9	247779.7	-13637.4
20	3403.8	1684054.7	48199.4	254877.8	-14065.9
21	5746.0	1825228.5	49503.7	261701.7	-14477.8
22	7195.6	1970938.1	51152.4	270032.0	-14980.7
23	-1247.1	2118041.5	53444.1	278024.6	-12505.2
24	-43310.1	2257809.1	57652.3	286406.9	-1111.3
25	-46577.9	2402896.7	56810.2	297301.2	-1157.0
26	-45894.0	2550264.2	57401.6	301970.1	-1176.6
27	-45091.8	2699793.1	58234.8	306396.3	-1195.2
28	-44284.7	2851483.4	59076.6	310822.5	-1213.8
29	-41616.9	3004719.5	59539.0	313987.9	-1227.1
30	-417556.3	3064182.0	86142.4	309287.6	90271.0
31	-428612.9	3121839.1	59122.5	308321.5	91608.6
32	-434676.2	3179521.8	58784.9	308476.2	91658.0
33	-436013.8	3237240.4	58479.1	308694.5	91727.7
34	-426580.8	3292439.2	54797.2	293410.1	86848.0
35	-417753.5	3345046.0	51868.5	277688.5	81828.8
36	-417727.0	3396221.1	50872.6	269004.5	79056.3
37	-420086.6	3446884.5	50460.9	265900.5	78065.3
38	-410479.8	3495437.8	47161.3	253101.6	73979.2
39	-397867.2	3540226.1	42621.6	230265.1	66688.4
40	-389821.7	3581248.6	38637.1	207422.9	59395.9
41	-391649.8	3621691.3	38697.5	203906.6	58273.3
42	-439178.6	3655740.0	41317.8	200521.1	63028.3
43	-470415.4	3685626.6	39369.5	196871.0	65423.2
44	-471900.6	3715151.8	36580.3	193623.8	64212.6
45	-478833.3	3744817.2	37216.2	194883.0	64682.1
46	-493366.6	3776362.1	40953.2	211769.0	70977.4
47	-508500.4	3809810.7	44218.5	228870.9	77353.3
48	-513090.1	3843854.1	44453.5	234215.6	79345.8
49	-515352.7	3877588.6	43760.4	231440.0	78311.1
50	-529826.7	3912473.0	46599.9	241769.8	82162.2
51	-548816.6	3949434.5	50445.6	260431.4	89119.5
52	-562931.5	3988295.1	53302.5	277492.8	95480.2
53	-563422.1	4026696.1	51527.6	273363.8	93940.9
54	-769247.4	4033261.8	65817.8	273685.3	125931.8
55	-888003.7	4022065.8	62351.2	291752.3	152440.2

56	-899066.3	4009522.5	57674.9	308576.1	161932.2
57	-894927.8	3996900.4	56758.6	309560.9	162487.9
58	-890783.9	3984643.9	55916.5	304994.3	159911.4
59	-1107002.9	3932664.8	73127.3	319751.0	206778.1
60	-1165966.5	3866050.8	64331.9	335848.0	229205.9
61	-1151523.5	3797353.6	60610.4	344315.3	235388.4
62	-1127479.0	3730225.9	58783.4	337936.1	230730.5
63	-1115464.6	3663112.6	59631.2	337877.8	230687.9
64	-1112464.4	3592498.6	62821.6	352106.3	241077.0
65	-1105097.5	3518383.9	65057.3	366334.5	251465.9
66	-1079785.4	3445272.8	63046.7	362255.4	248487.5
67	-1058254.7	3374073.0	61925.8	354487.2	242815.5
68	-1054702.8	3299652.9	65551.7	367575.7	252372.1
69	-1051315.3	3221704.2	68131.0	381917.7	262844.1
70	-1028977.3	3143014.0	67318.5	384931.7	265044.8
71	-1178366.9	3013433.8	77437.1	386397.9	316644.5
72	-1323632.7	2828324.3	75475.6	394816.9	376249.8
73	-1262911.7	2636285.8	63284.9	407932.2	389528.0
74	-1191121.6	2438254.8	64390.7	419275.3	401012.0
75	-1102388.3	2246446.4	61259.9	407496.8	389087.3
76	-1020493.0	2060808.8	59803.4	395816.5	377261.8
77	-957047.7	1870982.7	62401.9	403744.4	385288.2
78	-886377.5	1676496.8	63358.1	412565.0	394218.4
79	-806087.7	1482926.1	62400.7	410832.5	392464.4
80	-721041.3	1294050.5	60598.1	401945.5	383466.9
81	-637861.6	1110254.1	59137.0	392331.4	373733.3
82	-557011.3	931459.3	57732.4	382863.9	364148.2
83	-478422.0	757635.5	56332.7	373454.6	354622.0
84	-401879.2	588782.6	54918.0	364045.3	345095.8
85	-325558.3	432001.9	53312.9	352070.3	327226.1
86	-257078.0	287686.0	52286.8	340260.9	309044.3
87	-195409.3	148244.7	51094.0	330309.4	299351.9
88	-135900.5	13602.3	49601.7	320512.6	289810.1
89	-72639.3	-113567.8	46780.3	305257.9	274952.6
90	-12137.6	-230697.4	43534.9	284760.3	254988.7
91	39205.3	-339984.5	41490.0	268750.1	239395.4
92	1847287.2	-1023014.4	-66410.1	805224.2	1072857.9
93	2241166.8	-632022.0	18354.1	3365294.9	1238226.3
94	0.0	0.0	199758.2	2158048.5	412740.2

Σ

31394132.8 15194070.1

### CONFIGURAZIONE B1

#### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

Coefficiente di sicurezza minimo = 2.066

100 m

#### ZONAZIONE DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA

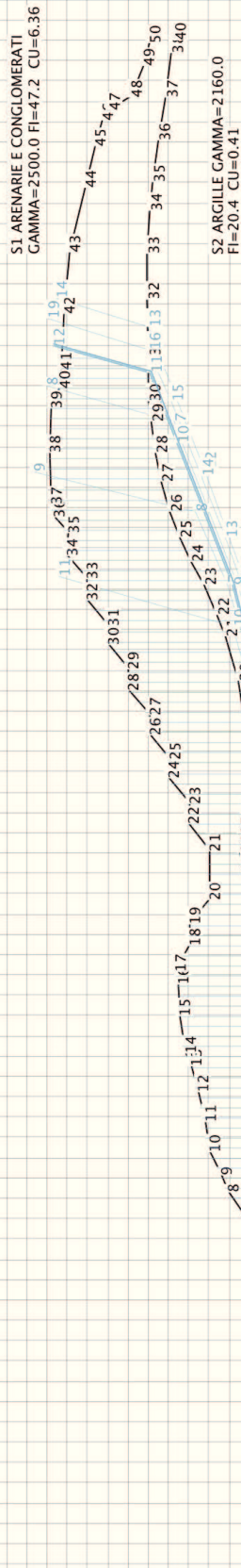
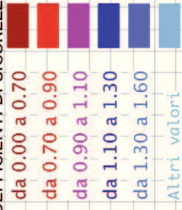


Fig. 11 – Configurazione B1 - Sezione C-C''-ESTESA. Superficie di rottura planare qualsiasi; senza falda.

## Verifica configurazione B2

**Sezione C-C'-ESTESA; intero fronte di cava e versante in cui si sviluppa; per potenziali scorrimenti su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture) e su substrato argilloso. Il calcolo è stato effettuato con Janbu e il tracciamento delle superfici manualmente; è stata considerata in presenza di falda.**

### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000  
Forza Orizzontale Applicata : 0.000

### COORDINATE DEI PROFILI

-----			
-----	-----	X	Y
-----	-----	-----	-----
Falda	1	192.260	351.010
Falda	2	389.820	367.240
Falda	3	490.010	379.590
Falda	4	507.290	382.760
Falda	5	528.810	388.410
Falda	6	552.450	397.230
Falda	7	565.500	401.810
Falda	8	576.790	405.340
Falda	9	593.730	409.220
Falda	10	608.540	411.340
Falda	11	623.010	413.100
Falda	12	639.590	414.510
Falda	13	671.340	414.160
Falda	14	694.270	414.160
Falda	15	708.380	413.460
Falda	16	732.370	412.040
Falda	17	763.060	407.110
Falda	18	799.390	401.460
Pendio	1	48.330	342.550
Pendio	2	161.220	343.960
Pendio	3	167.570	341.840
Pendio	4	172.160	344.310
Pendio	5	194.730	349.960
Pendio	6	201.790	352.430
Pendio	7	212.370	357.360
Pendio	8	232.830	370.770
Pendio	9	241.650	374.300
Pendio	10	252.940	380.290
Pendio	11	267.410	382.760
Pendio	12	282.220	385.940
Pendio	13	294.920	389.470
Pendio	14	301.270	392.290
Pendio	15	319.620	395.110
Pendio	16	334.790	395.820
Pendio	17	341.490	396.880
Pendio	18	354.190	390.170
Pendio	19	364.420	390.170
Pendio	20	376.770	380.290
Pendio	21	400.760	380.290
Pendio	22	413.810	390.530
Pendio	23	423.690	390.170
Pendio	24	436.390	400.760
Pendio	25	445.910	400.050
Pendio	26	457.910	410.280
Pendio	27	467.780	410.280
Pendio	28	480.130	420.510
Pendio	29	490.010	420.510
Pendio	30	502.360	430.740
Pendio	31	511.880	430.390
Pendio	32	523.880	440.620
Pendio	33	535.160	440.620
Pendio	34	546.100	450.500
Pendio	35	557.390	450.140

Pendio	36	565.150	456.850	
Pendio	37	571.850	458.960	
Pendio	38	597.250	459.320	
Pendio	39	618.770	458.610	
Pendio	40	629.000	454.030	
Pendio	41	638.170	453.320	
Pendio	42	664.990	452.260	
Pendio	43	695.330	449.790	
Pendio	44	727.430	442.030	
Pendio	45	747.890	436.740	
Pendio	46	760.940	433.560	
Pendio	47	765.880	429.680	
Pendio	48	771.530	419.100	
Pendio	49	787.050	413.100	
Pendio	50	799.040	409.580	
	2	1	195.090	350.086
	2	2	195.090	349.600
	2	3	213.780	349.960
	2	4	240.240	349.960
	2	5	255.060	348.540
	2	6	277.640	345.370
	2	7	305.860	343.960
	2	8	330.550	345.020
	2	9	345.720	346.080
	2	10	357.360	348.900
	2	11	371.120	353.840
	2	12	383.820	359.830
	2	13	393.700	363.710
	2	14	399.700	364.770
	2	15	408.870	364.770
	2	16	418.390	363.710
	2	17	434.980	360.890
	2	18	448.380	360.540
	2	19	462.490	361.600
	2	20	484.720	365.480
	2	21	506.240	371.830
	2	22	517.170	375.710
	2	23	531.990	382.410
	2	24	543.630	388.410
	2	25	555.270	394.410
	2	26	567.620	399.340
	2	27	582.790	403.230
	2	28	596.900	406.050
	2	29	612.420	408.520
	2	30	622.650	409.580
	2	31	644.530	410.280
	2	32	672.390	410.630
	2	33	694.970	410.630
	2	34	715.790	409.220
	2	35	729.900	408.160
	2	36	750.710	404.990
	2	37	771.880	401.810
	2	38	794.100	398.290
	2	39	799.750	397.230
	2	40	799.750	397.230

-----  
 CARATTERISTICHE DEGLI STRATI  
 -----

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

-----

COORDINATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO  
 -----

num	Nodo	X	Y
1	1	185.210	349.250
1	2	206.380	347.490
1	3	237.420	347.490
1	4	272.700	342.550
1	5	305.860	340.780
1	6	353.480	342.550
1	7	400.760	349.600
1	8	449.440	354.890
1	9	489.660	361.950
1	10	511.530	368.650

1	11	535.870	454.730
2	1	167.570	345.370
2	2	192.970	342.550
2	3	250.830	335.840
2	4	321.730	333.020
2	5	456.490	345.720
2	6	529.170	364.420
2	7	612.070	396.880
2	8	630.060	460.380
3	1	173.920	348.190
3	2	226.840	342.900
3	3	294.570	337.960
3	4	340.080	339.370
3	5	410.990	346.080
3	6	481.190	355.250
3	7	532.690	371.120
3	8	567.620	386.640
3	9	587.380	466.730
4	1	170.040	347.490
4	2	210.960	342.190
4	3	249.770	339.020
4	4	293.510	336.550
4	5	324.560	335.490
4	6	386.290	341.140
4	7	445.910	347.840
4	8	470.250	352.430
4	9	531.640	368.300
4	10	601.490	395.820
4	11	636.410	408.870
4	12	649.820	456.850
5	1	164.750	345.370
5	2	174.980	341.140
5	3	206.380	336.550
5	4	236.010	334.080
5	5	270.230	331.610
5	6	320.320	329.140
5	7	356.660	331.610
5	8	399.340	335.140
5	9	440.270	340.430
5	10	491.420	349.600
5	11	539.040	364.070
5	12	588.790	382.760
5	13	658.640	410.280
5	14	672.750	455.790
6	1	168.630	344.490
6	2	186.270	341.310
6	3	216.250	337.610
6	4	241.650	335.140
6	5	276.580	332.670
6	6	297.920	331.960
6	7	322.260	331.260
6	8	357.720	334.260
6	9	406.220	338.310
6	10	452.790	343.780
6	11	494.070	352.950
6	12	528.990	362.480
6	13	554.920	372.180
6	14	585.260	383.650
6	15	621.950	398.990
6	16	647.700	409.750
6	17	662.870	460.200
6	18	662.870	460.200
6	19	662.870	460.200
7	1	178.510	348.190
7	2	202.490	345.020
7	3	251.530	342.550
7	4	312.560	339.370
7	5	364.770	342.900
7	6	440.620	352.430
7	7	494.240	361.600
7	8	551.390	382.060
7	9	600.080	397.580
7	10	640.640	405.690
7	11	681.210	410.630
7	12	696.740	455.790
7	13	696.740	455.790
7	14	696.740	455.790



7	15	698.150	458.960
8	1	168.630	346.780
8	2	205.320	342.190
8	3	244.480	339.020
8	4	315.380	336.900
8	5	376.770	341.140
8	6	432.150	347.840
8	7	491.420	355.950
8	8	565.500	373.240
8	9	646.990	399.700
8	10	670.280	409.580
8	11	684.740	454.730
9	1	154.520	345.720
9	2	174.270	339.370
9	3	214.490	333.020
9	4	271.290	328.440
9	5	320.680	326.670
9	6	367.590	328.790
9	7	427.920	335.840
9	8	484.720	345.720
9	9	547.160	361.950
9	10	621.950	389.470
9	11	677.330	410.630
9	12	691.090	456.850
10	1	147.810	345.020
10	2	191.210	331.960
10	3	285.400	323.850
10	4	371.480	324.200
10	5	451.200	335.140
10	6	528.810	352.070
10	7	612.420	379.940
10	8	690.030	410.630
10	9	704.850	453.670

-----

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Janbu  
RIEPILOGO SUPERFICIE

num	punti	X inizio	Y inizio	F	Sit	Carico
1	11	185.21	349.25	3.155		1
1	11	185.21	349.25	3.181		2
2	8	167.57	345.37	1.879		1
2	8	167.57	345.37	1.888		2
3	9	173.92	348.19	2.056		1
3	9	173.92	348.19	2.068		2
4	12	170.04	347.49	1.776		1
4	12	170.04	347.49	1.778		2
5	14	164.75	345.37	1.770		1
5	14	164.75	345.37	1.773		2
6	19	168.63	344.49	1.781		1
6	19	168.63	344.49	1.785		2
7	15	178.51	348.19	2.060		1
7	15	178.51	348.19	2.064		2
8	11	168.63	346.78	1.943		1
8	11	168.63	346.78	1.946		2
9	12	154.52	345.72	1.717		1
9	12	154.52	345.72	1.719		2
10	9	147.81	345.02	1.749		1
10	9	147.81	345.02	1.750		2

-----

SUPERFICIE CRITICA N° 9

Larghezza del concio.....=4.991  
 Situazione di carico numero 1  
 Coefficiente di sicurezza F =1.717  
 Coefficiente di forma =0.11532  
 Coefficiente F/Fo =1.05020  
 Numero iterazioni = 1  
 Precisione =0.00716

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-17.82	5.243	0.411	20.4	4139.9	134.5
2	-17.82	5.243	0.411	20.4	3465.3	112.6
3	-16.55	5.207	0.411	20.4	48928.6	1589.2

4	-8.97	5.053	0.411	20.4	74388.0	2416.1
5	-8.97	5.053	0.411	20.4	96708.1	3141.1
6	-8.97	5.053	0.411	20.4	119028.3	3866.1
7	-8.97	5.053	0.411	20.4	141348.4	4591.0
8	-8.97	5.053	0.411	20.4	168860.5	5484.6
9	-8.97	5.053	0.411	20.4	200465.0	6511.2
10	-8.97	5.053	0.411	20.4	238420.7	7744.0
11	-8.58	5.048	0.411	20.4	276569.9	8983.1
12	-4.61	5.008	0.411	20.4	324138.3	10528.1
13	-4.61	5.008	0.411	20.4	370024.9	12018.5
14	-4.61	5.008	0.411	20.4	415911.8	13508.9
15	-4.61	5.008	0.411	20.4	461798.8	14999.4
16	-4.61	5.008	0.411	20.4	492873.2	16008.7
17	-4.61	5.008	0.411	20.4	524205.6	17026.4
18	-4.61	5.008	0.411	20.4	563014.9	18286.9
19	-4.61	5.008	0.411	20.4	601824.6	19547.5
20	-4.61	5.008	0.411	20.4	620581.6	20156.7
21	-4.61	5.008	0.411	20.4	637001.5	20690.0
22	-4.61	5.008	0.411	20.4	653421.1	21223.3
23	-2.79	4.997	0.411	20.4	672077.4	21829.3
24	-2.05	4.995	0.411	20.4	688833.8	22373.5
25	-2.05	4.995	0.411	20.4	704947.4	22896.9
26	-2.05	4.995	0.411	20.4	724927.2	23545.9
27	-2.05	4.995	0.411	20.4	744906.5	24194.8
28	-2.05	4.995	0.411	20.4	769912.1	25007.0
29	-2.05	4.995	0.411	20.4	796622.4	25874.5
30	-2.05	4.995	0.411	20.4	808508.6	26260.6
31	-2.05	4.995	0.411	20.4	819823.5	26628.1
32	-2.05	4.995	0.411	20.4	831139.1	26995.7
33	1.74	4.994	0.411	20.4	837466.9	27201.2
34	2.59	4.997	0.411	20.4	837588.5	27205.1
35	2.59	4.997	0.411	20.4	837631.3	27206.5
36	2.59	4.997	0.411	20.4	840978.4	27315.2
37	2.59	4.997	0.411	20.4	841481.4	27331.6
38	2.59	4.997	0.411	20.4	804527.3	26131.3
39	2.59	4.997	0.411	20.4	766535.1	24897.3
40	2.59	4.997	0.411	20.4	748732.1	24319.1
41	2.59	4.997	0.411	20.4	743202.6	24139.5
42	4.30	5.006	0.411	20.4	709577.8	23047.3
43	6.67	5.025	0.411	20.4	649581.6	21098.6
44	6.67	5.025	0.411	20.4	592561.6	19246.6
45	6.67	5.025	0.411	20.4	582112.9	18907.2
46	6.67	5.025	0.411	20.4	572117.6	18582.6
47	6.67	5.025	0.411	20.4	562348.3	18265.2
48	6.67	5.025	0.411	20.4	553858.9	17989.5
49	6.67	5.025	0.411	20.4	560291.2	18198.4
50	6.67	5.025	0.411	20.4	603559.2	19603.8
51	6.67	5.025	0.411	20.4	647449.3	21029.4
52	6.67	5.025	0.411	20.4	657406.6	21352.8
53	6.67	5.025	0.411	20.4	650043.5	21113.6
54	7.74	5.037	0.411	20.4	680269.9	22095.4
55	9.87	5.066	0.411	20.4	725514.0	23564.9
56	9.87	5.066	0.411	20.4	761911.8	24747.1
57	9.87	5.066	0.411	20.4	747905.9	24292.2
58	9.87	5.066	0.411	20.4	747308.9	24272.8
59	9.87	5.066	0.411	20.4	791333.2	25702.8
60	9.87	5.066	0.411	20.4	835125.6	27125.1
61	9.87	5.066	0.411	20.4	834438.6	27102.8
62	9.87	5.066	0.411	20.4	823505.4	26747.7
63	9.87	5.066	0.411	20.4	856897.6	27832.3
64	9.87	5.066	0.411	20.4	898305.4	29177.2
65	9.87	5.066	0.411	20.4	920166.3	29887.3
66	14.35	5.152	0.411	20.4	906551.7	29445.1
67	14.57	5.157	0.411	20.4	910428.3	29571.0
68	14.57	5.157	0.411	20.4	946097.3	30729.5
69	14.57	5.157	0.411	20.4	981766.2	31888.1
70	14.57	5.157	0.411	20.4	967031.8	31409.5
71	14.57	5.157	0.411	20.4	948116.9	30795.1
72	14.57	5.157	0.411	20.4	984798.5	31986.6
73	14.57	5.157	0.411	20.4	1020685.4	33152.2
74	14.57	5.157	0.411	20.4	1023731.6	33251.1
75	14.57	5.157	0.411	20.4	1005628.2	32663.1
76	14.57	5.157	0.411	20.4	1006885.8	32704.0
77	14.57	5.157	0.411	20.4	1045389.5	33954.6
78	17.11	5.223	0.411	20.4	1074638.1	34904.6
79	20.20	5.319	0.411	20.4	1048395.2	34052.2
80	20.20	5.319	0.411	20.4	1022141.0	33199.5

81	20.20	5.319	0.411	20.4	1047324.2	34017.4
82	20.20	5.319	0.411	20.4	1066664.6	34645.6
83	20.20	5.319	0.411	20.4	1064077.8	34561.6
84	20.20	5.319	0.411	20.4	1042693.4	33867.0
85	20.20	5.319	0.411	20.4	1021264.2	33171.0
86	20.20	5.319	0.411	20.4	1000227.0	32487.7
87	20.20	5.319	0.411	20.4	979285.0	31807.5
88	20.20	5.319	0.411	20.4	958342.4	31127.3
89	20.20	5.319	0.411	20.4	935029.6	30370.1
90	20.20	5.319	0.411	20.4	911452.6	29604.3
91	20.20	5.319	0.411	20.4	887875.6	28838.5
92	20.20	5.319	0.411	20.4	864714.3	28086.2
93	20.53	5.330	0.411	20.4	825930.5	26826.5
94	20.91	5.343	0.411	20.4	776351.3	25216.1
95	20.91	5.343	0.411	20.4	739696.1	24025.6
96	20.91	5.343	0.411	20.4	713629.2	23178.9
97	20.91	5.343	0.411	20.4	689268.6	22387.7
98	20.91	5.343	0.411	20.4	665673.1	21621.3
99	20.91	5.343	0.411	20.4	642172.3	20858.0
100	20.91	5.343	0.411	20.4	618671.6	20094.6
101	20.91	5.343	0.411	20.4	595170.6	19331.3
102	20.91	5.343	0.411	20.4	570774.1	18538.9
103	20.91	5.343	0.411	20.4	544622.2	17689.5
104	55.79	8.877	0.411	20.4	518563.4	16843.1
105	73.42	17.494	6.362	47.2	326586.3	10607.6
106	73.42	17.494	6.362	47.2	108862.1	3535.9

Concio n°	Taglio kg/ml	E kg/ml	Tau Kg/cm2	A Kg/ml	B Kg/ml
1	-19547.2	-60781.9	6318.5	27589.2	-1196.6
2	-14117.1	-43822.7	4260.6	27274.9	-1001.6
3	-1833.8	-3079.3	7316.3	47507.6	-12948.3
4	4070.9	37756.8	9547.7	53853.3	-9328.4
5	10609.7	86824.0	11223.4	63137.9	-12127.3
6	18151.7	144122.3	12870.6	72422.5	-14926.3
7	23853.4	191713.1	9041.9	51046.3	-17725.3
8	30095.5	247970.9	10656.6	59963.2	-21175.4
9	36995.6	314404.9	12578.4	70582.4	-25138.6
10	44650.4	393357.1	14983.5	83843.4	-29898.3
11	49351.6	482730.0	17662.1	96816.0	-32729.1
12	14047.1	563179.4	23666.3	110826.9	-15608.3
13	12641.2	655640.6	24263.8	127580.9	-17817.9
14	11102.8	760113.5	27446.2	144334.9	-20027.5
15	10238.9	876598.3	30567.3	161089.0	-22237.1
16	12342.8	1000905.3	32389.2	171901.1	-23733.4
17	13844.8	1133107.4	34501.7	182816.8	-25242.2
18	13980.1	1275319.5	37240.3	196731.7	-27111.0
19	15525.6	1427541.6	39767.9	210646.8	-28979.8
20	22507.9	1584102.0	40466.7	216518.0	-29883.0
21	30049.0	1744339.6	41358.4	221451.7	-30673.7
22	37513.3	1908254.4	42298.4	226385.3	-31464.4
23	-22464.2	2053540.9	48203.7	229652.0	-10924.9
24	-49825.2	2192850.6	46650.2	234157.3	-2312.2
25	-50966.3	2335247.5	45665.5	239341.5	-2366.3
26	-53238.9	2481637.9	47028.6	246052.7	-2433.4
27	-55556.9	2632021.8	48310.1	252763.6	-2500.4
28	-60961.1	2787577.3	50198.2	261459.6	-2584.4
29	-64334.0	2948704.1	51829.7	270828.8	-2674.0
30	-63501.0	3111927.1	52182.7	274343.5	-2713.9
31	-62564.5	3277112.5	52801.3	277632.6	-2751.9
32	-61564.9	3444260.3	53423.0	280922.0	-2789.9
33	-294631.5	3554348.2	70309.2	278146.1	52646.0
34	-351713.5	3651474.6	57019.9	277207.2	65058.1
35	-356107.2	3748395.0	53060.3	276860.8	65061.4
36	-362779.9	3845602.9	53406.9	277796.4	65321.4
37	-362748.1	3942673.5	52879.5	277628.6	65360.5
38	-351282.1	4034013.7	49234.4	262928.2	62490.2
39	-340713.1	4119468.6	46423.9	247825.1	59539.2
40	-340286.6	4202052.7	45788.6	240554.9	58156.4
41	-341796.4	4283598.8	45453.9	238046.6	57726.9
42	-457811.9	4338175.6	51032.5	223925.0	76434.2
43	-619960.2	4358605.1	49627.4	200723.2	97006.8
44	-607810.4	4374864.4	32855.9	179041.0	88491.6
45	-606824.8	4390521.6	32971.9	175345.0	86931.2
46	-605884.7	4405611.4	32311.7	171824.0	85438.5
47	-604967.9	4420041.8	31631.1	168203.1	83979.6

48	-604179.9	4433785.1	31010.8	164861.9	82711.8
49	-611293.3	4447984.5	32042.2	167283.4	83672.4
50	-626941.2	4465462.4	35800.6	183931.1	90133.9
51	-642681.7	4486266.4	38989.8	200819.0	96688.4
52	-645374.3	4507796.6	38753.1	204601.9	98175.4
53	-646520.2	4528726.1	38092.8	201695.5	97075.8
54	-747112.3	4539077.7	47328.4	213412.9	114509.1
55	-934031.6	4525058.6	56487.8	232015.7	149763.6
56	-940177.3	4512071.1	46197.7	246620.6	157276.9
57	-932032.4	4499089.4	44255.2	241689.2	154385.8
58	-934899.2	4486386.5	45096.3	241955.0	154262.6
59	-950706.0	4474870.3	49285.0	259515.9	163350.2
60	-963911.5	4464536.0	52339.4	276987.0	172390.1
61	-959638.0	4454478.6	51125.3	277218.0	172248.2
62	-957012.4	4444489.7	50549.8	273477.5	169991.4
63	-971994.9	4435471.1	54309.5	286917.5	176884.3
64	-989871.9	4427585.9	57587.6	303464.3	185431.9
65	-992936.5	4420436.4	58186.8	312434.7	189944.5
66	-1328154.0	4342072.9	79887.3	312926.7	261446.4
67	-1332442.8	4260687.5	56920.0	315918.3	266218.5
68	-1328393.1	4177544.5	58987.5	330741.2	276648.4
69	-1318736.0	4092644.0	61247.8	345564.0	287078.4
70	-1288548.2	4009100.4	58893.4	340519.3	282769.9
71	-1264752.3	3926741.8	58013.8	333091.4	277239.0
72	-1261684.9	3842101.4	62064.6	347524.1	287965.1
73	-1256974.0	3755228.1	64478.9	361643.6	298458.7
74	-1230869.2	3668151.3	63178.1	362818.3	299349.5
75	-1199257.5	3581777.6	61383.0	354972.1	294055.9
76	-1185214.8	3494665.5	62510.5	354338.6	294423.6
77	-1183299.9	3404513.5	65884.9	368386.5	305682.5
78	-1311281.7	3263664.6	76174.2	384467.3	365787.7
79	-1420932.5	3067805.2	72154.9	382800.8	419823.2
80	-1342377.0	2876254.3	57359.3	372195.4	409309.8
81	-1285878.6	2680757.9	60653.7	382688.2	419394.3
82	-1219003.5	2482318.1	61321.0	390894.7	427139.0
83	-1142023.9	2284629.7	60540.6	390408.4	426103.1
84	-1058617.1	2090718.7	58716.5	382228.4	417539.9
85	-977034.4	1901095.6	57604.7	374890.3	408958.7
86	-897345.5	1715697.4	56524.8	367712.9	400534.5
87	-819482.6	1534508.9	55446.7	360574.4	392148.4
88	-743217.6	1357850.1	54445.1	353982.7	383762.1
89	-668084.3	1186303.2	53305.5	346763.8	374426.6
90	-595080.3	1019910.7	52216.6	339436.6	364985.4
91	-524317.5	858757.1	51159.8	332253.8	355544.1
92	-455307.0	702821.5	50111.2	325320.1	346269.3
93	-382713.2	549768.1	47552.1	312883.8	336111.2
94	-309361.0	401401.8	44511.7	296520.1	321850.2
95	-242906.8	261204.1	42979.3	284508.8	306654.2
96	-181483.5	127339.3	42047.8	276862.5	295847.6
97	-123484.1	-238.2	41194.6	270347.2	285748.5
98	-68430.8	-121324.7	40457.4	264722.3	275966.6
99	-16189.6	-235936.7	39717.4	259136.4	266223.9
100	33256.4	-344074.1	38976.3	253550.5	256481.3
101	79904.3	-445737.0	38235.4	247964.6	246738.5
102	124155.0	-540770.0	37405.1	242009.4	236624.5
103	165697.0	-628873.2	36474.1	235323.1	225782.8
104	1571656.0	-1108072.4	-48173.0	513246.1	779482.1
105	2160416.6	-648601.5	2250.8	2678474.7	1107614.0
106	-0.1	0.0	178085.4	1739642.8	369204.7
-----					
Σ		30466683.9	17746905.8		

## CONFIGURAZIONE B2

### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	6.36	47.15	0.00
2	ARGILLE	2160.0	0.41	20.43	0.00

Coefficiente di sicurezza minimo = 1.717

100 m

ZONAZIONE DEI  
COEFFICIENTI DI SICUREZZA

- da 0.00 a 0.70
- da 0.70 a 0.90
- da 0.90 a 1.10
- da 1.10 a 1.30
- da 1.30 a 1.60
- Altri valori

S1 ARENARIE E CONGLOMERATI  
GAMMA=2500.0 FI=47.2 CU=6.36

FALDA

S2 ARGILLE GAMMA=2160.0  
FI=20.4 CU=0.41

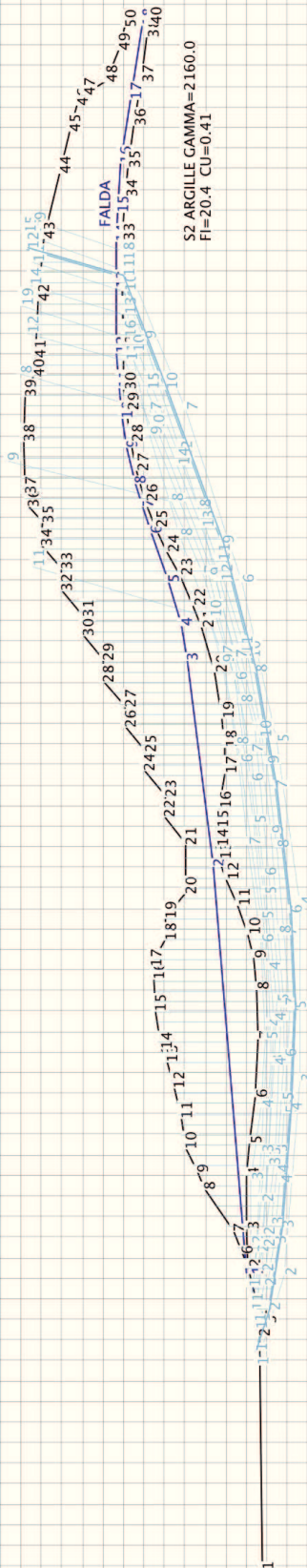


Fig. 12 – Configurazione B2 - Sezione C-C'' - ESTESA. Superficie di rottura planare qualsiasi; con falda.



## Verifica configurazione C

**Sezione C-C' ; solo fronte di cava intero; per potenziali scorrimenti su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture), passanti per il piede dell'intero fronte. Il calcolo è stato effettuato con Janbu e il tracciamento delle superfici manualmente.**

### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 1.000  
Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
Coefficiente sismico verticale : 0.016  
Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000  
Forza Orizzontale Applicata : 0.000

### COORDINATE DEI PROFILI

-----			
-----	-----	X	Y
-----	-----	-----	-----
Pendio	1	15.170	55.470
Pendio	2	40.130	55.470
Pendio	3	52.210	65.350
Pendio	4	62.880	65.350
Pendio	5	74.880	75.320
Pendio	6	85.020	75.410
Pendio	7	96.840	85.720
Pendio	8	106.890	85.720
Pendio	9	119.060	95.510
Pendio	10	129.380	95.510
Pendio	11	141.380	105.480
Pendio	12	151.250	105.480
Pendio	13	163.160	115.710
Pendio	14	173.830	115.710
Pendio	15	185.210	125.770
Pendio	16	196.230	125.770
Pendio	17	205.850	132.820
Pendio	18	210.960	133.790
Pendio	19	246.150	134.760
Pendio	20	259.290	133.700
Pendio	21	262.550	131.670
Pendio	22	268.730	129.820
Pendio	23	273.840	129.200
Pendio	24	292.190	128.410

### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

-----					
-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	Arenarie e conglomerati	2500.0	6.36	47.15	0.00

### COORDINATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO

-----			
-----	-----	X	Y
-----	-----	-----	-----
1	1	39.160	55.740
1	2	42.690	55.030
1	3	240.590	136.880
2	1	39.510	56.090
2	2	47.980	56.440
2	3	246.240	136.170
3	1	38.810	56.090
3	2	47.270	56.090
3	3	218.370	125.940
3	4	221.190	138.640
4	1	39.510	56.090
4	2	46.570	57.150
4	3	225.070	131.590
4	4	228.250	139.350
5	1	38.450	55.740
5	2	44.100	55.920

5	3	213.780	127.530
5	4	218.720	138.470
6	1	38.280	55.740
6	2	55.390	58.380
6	3	250.470	136.000
7	1	38.450	56.270
7	2	57.860	58.210
7	3	258.760	138.110
8	1	38.100	55.740
8	2	52.030	56.620
8	3	60.500	58.030
8	4	256.120	136.000

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Janbu  
RIEPILOGO SUPERFICIE

num	punti	X inizio	Y inizio	F	Sit	Carico
1	3	39.16	55.74	12.504		1
1	3	39.16	55.74	12.801		2
2	3	39.51	56.09	10.878		1
2	3	39.51	56.09	11.122		2
3	4	38.81	56.09	11.461		1
3	4	38.81	56.09	11.730		2
4	4	39.51	56.09	13.616		1
4	4	39.51	56.09	13.948		2
5	4	38.45	55.74	13.918		1
5	4	38.45	55.74	14.263		2
6	3	38.28	55.74	10.010		1
6	3	38.28	55.74	10.226		2
7	3	38.45	56.27	9.376		1
7	3	38.45	56.27	9.571		2
8	4	38.10	55.74	8.822		1
8	4	38.10	55.74	9.001		2

SUPERFICIE CRITICA N° 8

Larghezza del concio.....=0.996  
 Situazione di carico numero 1  
 Coefficiente di sicurezza F =8.822  
 Coefficiente di forma =0.02179  
 Coefficiente F/Fo =1.01124  
 Numero iterazioni = 2  
 Precisione =0.00068

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	3.61	0.998	6.362	47.2	951.2	30.9
2	3.61	0.998	6.362	47.2	2853.7	92.7
3	3.61	0.998	6.362	47.2	4756.1	154.5
4	3.61	0.998	6.362	47.2	6658.6	216.3
5	3.61	0.998	6.362	47.2	8561.1	278.1
6	3.61	0.998	6.362	47.2	10463.5	339.9
7	3.61	0.998	6.362	47.2	12366.0	401.7
8	3.61	0.998	6.362	47.2	14268.4	463.4
9	3.61	0.998	6.362	47.2	16170.9	525.2
10	3.61	0.998	6.362	47.2	18073.3	587.0
11	3.61	0.998	6.362	47.2	19975.8	648.8
12	7.04	1.004	6.362	47.2	21856.3	709.9
13	9.45	1.010	6.362	47.2	21635.1	702.7
14	9.45	1.010	6.362	47.2	21215.5	689.1
15	9.45	1.010	6.362	47.2	20795.8	675.5
16	9.45	1.010	6.362	47.2	20376.2	661.8
17	9.45	1.010	6.362	47.2	19956.6	648.2
18	9.45	1.010	6.362	47.2	19536.9	634.6
19	9.45	1.010	6.362	47.2	19117.3	620.9
20	10.51	1.013	6.362	47.2	18697.7	607.3
21	21.73	1.072	6.362	47.2	17937.4	582.6
22	21.73	1.072	6.362	47.2	16932.7	550.0
23	21.73	1.072	6.362	47.2	16332.4	530.5
24	21.73	1.072	6.362	47.2	17422.1	565.9
25	21.73	1.072	6.362	47.2	18511.7	601.3
26	21.73	1.072	6.362	47.2	19601.3	636.7
27	21.73	1.072	6.362	47.2	20690.9	672.0
28	21.73	1.072	6.362	47.2	21780.6	707.4

29	21.73	1.072	6.362	47.2	22870.2	742.8
30	21.73	1.072	6.362	47.2	23959.8	778.2
31	21.73	1.072	6.362	47.2	25049.4	813.6
32	21.73	1.072	6.362	47.2	26139.1	849.0
33	21.73	1.072	6.362	47.2	27228.7	884.4
34	21.73	1.072	6.362	47.2	28318.3	919.8
35	21.73	1.072	6.362	47.2	29102.3	945.3
36	21.73	1.072	6.362	47.2	28119.9	913.3
37	21.73	1.072	6.362	47.2	27137.6	881.4
38	21.73	1.072	6.362	47.2	26155.2	849.5
39	21.73	1.072	6.362	47.2	25172.8	817.6
40	21.73	1.072	6.362	47.2	24190.5	785.7
41	21.73	1.072	6.362	47.2	23208.1	753.8
42	21.73	1.072	6.362	47.2	22225.8	721.9
43	21.73	1.072	6.362	47.2	21243.4	690.0
44	21.73	1.072	6.362	47.2	20261.1	658.1
45	21.73	1.072	6.362	47.2	19278.7	626.2
46	21.73	1.072	6.362	47.2	20405.2	662.8
47	21.73	1.072	6.362	47.2	21599.2	701.5
48	21.73	1.072	6.362	47.2	22793.2	740.3
49	21.73	1.072	6.362	47.2	23987.2	779.1
50	21.73	1.072	6.362	47.2	25181.2	817.9
51	21.73	1.072	6.362	47.2	26375.3	856.7
52	21.73	1.072	6.362	47.2	27569.3	895.5
53	21.73	1.072	6.362	47.2	28763.3	934.2
54	21.73	1.072	6.362	47.2	29957.3	973.0
55	21.73	1.072	6.362	47.2	31151.4	1011.8
56	21.73	1.072	6.362	47.2	32345.4	1050.6
57	21.73	1.072	6.362	47.2	33310.8	1081.9
58	21.73	1.072	6.362	47.2	32306.0	1049.3
59	21.73	1.072	6.362	47.2	31301.3	1016.7
60	21.73	1.072	6.362	47.2	30296.6	984.0
61	21.73	1.072	6.362	47.2	29291.8	951.4
62	21.73	1.072	6.362	47.2	28287.1	918.8
63	21.73	1.072	6.362	47.2	27282.4	886.1
64	21.73	1.072	6.362	47.2	26277.6	853.5
65	21.73	1.072	6.362	47.2	25272.9	820.9
66	21.73	1.072	6.362	47.2	24268.2	788.2
67	21.73	1.072	6.362	47.2	23295.4	756.6
68	21.73	1.072	6.362	47.2	24318.5	789.9
69	21.73	1.072	6.362	47.2	25341.6	823.1
70	21.73	1.072	6.362	47.2	26364.7	856.3
71	21.73	1.072	6.362	47.2	27387.7	889.6
72	21.73	1.072	6.362	47.2	28410.8	922.8
73	21.73	1.072	6.362	47.2	29433.9	956.0
74	21.73	1.072	6.362	47.2	30457.0	989.3
75	21.73	1.072	6.362	47.2	31480.1	1022.5
76	21.73	1.072	6.362	47.2	32503.1	1055.7
77	21.73	1.072	6.362	47.2	33526.2	1088.9
78	21.73	1.072	6.362	47.2	34549.3	1122.2
79	21.73	1.072	6.362	47.2	35572.4	1155.4
80	21.73	1.072	6.362	47.2	34974.3	1136.0
81	21.73	1.072	6.362	47.2	33969.6	1103.3
82	21.73	1.072	6.362	47.2	32964.8	1070.7
83	21.73	1.072	6.362	47.2	31960.1	1038.1
84	21.73	1.072	6.362	47.2	30955.4	1005.4
85	21.73	1.072	6.362	47.2	29950.6	972.8
86	21.73	1.072	6.362	47.2	28945.9	940.2
87	21.73	1.072	6.362	47.2	27941.2	907.5
88	21.73	1.072	6.362	47.2	26936.4	874.9
89	21.73	1.072	6.362	47.2	25931.7	842.3
90	21.73	1.072	6.362	47.2	25848.9	839.6
91	21.73	1.072	6.362	47.2	26938.5	875.0
92	21.73	1.072	6.362	47.2	28028.2	910.4
93	21.73	1.072	6.362	47.2	29117.8	945.8
94	21.73	1.072	6.362	47.2	30207.4	981.1
95	21.73	1.072	6.362	47.2	31297.0	1016.5
96	21.73	1.072	6.362	47.2	32386.7	1051.9
97	21.73	1.072	6.362	47.2	33476.3	1087.3
98	21.73	1.072	6.362	47.2	34565.9	1122.7
99	21.73	1.072	6.362	47.2	35655.5	1158.1
100	21.73	1.072	6.362	47.2	36745.2	1193.5
101	21.73	1.072	6.362	47.2	37834.8	1228.9
102	21.73	1.072	6.362	47.2	38098.0	1237.4
103	21.73	1.072	6.362	47.2	37093.3	1204.8
104	21.73	1.072	6.362	47.2	36088.6	1172.2
105	21.73	1.072	6.362	47.2	35083.8	1139.5

106	21.73	1.072	6.362	47.2	34079.1	1106.9
107	21.73	1.072	6.362	47.2	33074.3	1074.3
108	21.73	1.072	6.362	47.2	32069.6	1041.6
109	21.73	1.072	6.362	47.2	31064.9	1009.0
110	21.73	1.072	6.362	47.2	30060.2	976.4
111	21.73	1.072	6.362	47.2	29055.4	943.7
112	21.73	1.072	6.362	47.2	29105.2	945.3
113	21.73	1.072	6.362	47.2	30265.7	983.0
114	21.73	1.072	6.362	47.2	31426.2	1020.7
115	21.73	1.072	6.362	47.2	32586.7	1058.4
116	21.73	1.072	6.362	47.2	33747.1	1096.1
117	21.73	1.072	6.362	47.2	34907.6	1133.8
118	21.73	1.072	6.362	47.2	36068.1	1171.5
119	21.73	1.072	6.362	47.2	37228.5	1209.2
120	21.73	1.072	6.362	47.2	38389.0	1246.9
121	21.73	1.072	6.362	47.2	39549.5	1284.6
122	21.73	1.072	6.362	47.2	40710.0	1322.3
123	21.73	1.072	6.362	47.2	41870.5	1360.0
124	21.73	1.072	6.362	47.2	41879.6	1360.3
125	21.73	1.072	6.362	47.2	40874.9	1327.6
126	21.73	1.072	6.362	47.2	39870.2	1295.0
127	21.73	1.072	6.362	47.2	38865.4	1262.4
128	21.73	1.072	6.362	47.2	37860.7	1229.7
129	21.73	1.072	6.362	47.2	36856.0	1197.1
130	21.73	1.072	6.362	47.2	35851.2	1164.5
131	21.73	1.072	6.362	47.2	34846.5	1131.8
132	21.73	1.072	6.362	47.2	33841.8	1099.2
133	21.73	1.072	6.362	47.2	32837.0	1066.6
134	21.73	1.072	6.362	47.2	31832.3	1033.9
135	21.73	1.072	6.362	47.2	32657.4	1060.7
136	21.73	1.072	6.362	47.2	33881.1	1100.5
137	21.73	1.072	6.362	47.2	35104.8	1140.2
138	21.73	1.072	6.362	47.2	36328.4	1180.0
139	21.73	1.072	6.362	47.2	37552.1	1219.7
140	21.73	1.072	6.362	47.2	38775.7	1259.4
141	21.73	1.072	6.362	47.2	39999.4	1299.2
142	21.73	1.072	6.362	47.2	41223.1	1338.9
143	21.73	1.072	6.362	47.2	42446.7	1378.7
144	21.73	1.072	6.362	47.2	43670.4	1418.4
145	21.73	1.072	6.362	47.2	44894.0	1458.2
146	21.73	1.072	6.362	47.2	45231.1	1469.1
147	21.73	1.072	6.362	47.2	44226.3	1436.5
148	21.73	1.072	6.362	47.2	43221.6	1403.9
149	21.73	1.072	6.362	47.2	42216.9	1371.2
150	21.73	1.072	6.362	47.2	41212.1	1338.6
151	21.73	1.072	6.362	47.2	40207.4	1305.9
152	21.73	1.072	6.362	47.2	39202.7	1273.3
153	21.73	1.072	6.362	47.2	38197.9	1240.7
154	21.73	1.072	6.362	47.2	37193.2	1208.0
155	21.73	1.072	6.362	47.2	36188.5	1175.4
156	21.73	1.072	6.362	47.2	35183.8	1142.8
157	21.73	1.072	6.362	47.2	34799.7	1130.3
158	21.73	1.072	6.362	47.2	35642.3	1157.7
159	21.73	1.072	6.362	47.2	36484.9	1185.0
160	21.73	1.072	6.362	47.2	37327.5	1212.4
161	21.73	1.072	6.362	47.2	38170.2	1239.8
162	21.73	1.072	6.362	47.2	39012.8	1267.1
163	21.73	1.072	6.362	47.2	39855.4	1294.5
164	21.73	1.072	6.362	47.2	40698.0	1321.9
165	21.73	1.072	6.362	47.2	41540.6	1349.3
166	21.73	1.072	6.362	47.2	42383.3	1376.6
167	21.73	1.072	6.362	47.2	42295.9	1373.8
168	21.73	1.072	6.362	47.2	41769.7	1356.7
169	21.73	1.072	6.362	47.2	41243.5	1339.6
170	21.73	1.072	6.362	47.2	40717.2	1322.5
171	21.73	1.072	6.362	47.2	40191.0	1305.4
172	21.73	1.072	6.362	47.2	39439.8	1281.0
173	21.73	1.072	6.362	47.2	38504.6	1250.6
174	21.73	1.072	6.362	47.2	37569.3	1220.3
175	21.73	1.072	6.362	47.2	36634.1	1189.9
176	21.73	1.072	6.362	47.2	35698.8	1159.5
177	21.73	1.072	6.362	47.2	34763.6	1129.1
178	21.73	1.072	6.362	47.2	33828.3	1098.8
179	21.73	1.072	6.362	47.2	32893.1	1068.4
180	21.73	1.072	6.362	47.2	31957.9	1038.0
181	21.73	1.072	6.362	47.2	31022.6	1007.6
182	21.73	1.072	6.362	47.2	30087.4	977.2
183	21.73	1.072	6.362	47.2	29152.1	946.9
184	21.73	1.072	6.362	47.2	28216.8	916.5

185	21.73	1.072	6.362	47.2	27281.6	886.1
186	21.73	1.072	6.362	47.2	26346.4	855.7
187	21.73	1.072	6.362	47.2	25411.1	825.4
188	21.73	1.072	6.362	47.2	24475.9	795.0
189	21.73	1.072	6.362	47.2	23540.6	764.6
190	21.73	1.072	6.362	47.2	22605.4	734.2
191	21.73	1.072	6.362	47.2	21670.1	703.9
192	21.73	1.072	6.362	47.2	20734.9	673.5
193	21.73	1.072	6.362	47.2	19799.6	643.1
194	21.73	1.072	6.362	47.2	18864.4	612.7
195	21.73	1.072	6.362	47.2	17929.1	582.3
196	21.73	1.072	6.362	47.2	16993.9	552.0
197	21.73	1.072	6.362	47.2	16058.6	521.6
198	21.73	1.072	6.362	47.2	15123.4	491.2
199	21.73	1.072	6.362	47.2	14188.2	460.8
200	21.73	1.072	6.362	47.2	13252.9	430.5
201	21.73	1.072	6.362	47.2	12317.6	400.1
202	21.73	1.072	6.362	47.2	11382.4	369.7
203	21.73	1.072	6.362	47.2	10447.1	339.3
204	21.73	1.072	6.362	47.2	9511.9	308.9
205	21.73	1.072	6.362	47.2	8576.7	278.6
206	21.73	1.072	6.362	47.2	7641.4	248.2
207	21.73	1.072	6.362	47.2	6644.5	215.8
208	21.73	1.072	6.362	47.2	5436.4	176.6
209	21.73	1.072	6.362	47.2	4228.3	137.3
210	21.73	1.072	6.362	47.2	3020.2	98.1
211	21.73	1.072	6.362	47.2	1812.1	58.9
212	21.73	1.072	6.362	47.2	604.1	19.6

Concio n°	Taglio kg/ml	E kg/ml	Tau Kg/cm2	A Kg/ml	B Kg/ml
1	-482.8	7457.5	64672.5	64882.1	91.0
2	-1003.2	14772.7	66755.8	66948.1	273.0
3	-1573.5	22140.1	68852.4	69014.2	454.9
4	-2193.9	29559.7	70948.9	71080.3	636.9
5	-2864.0	37031.5	73045.3	73146.4	818.9
6	-3584.2	44555.4	75142.0	75212.5	1000.9
7	-4354.2	52131.6	77238.3	77278.6	1182.8
8	-5174.2	59760.0	79335.1	79344.7	1364.8
9	-6044.3	67440.6	81431.6	81410.7	1546.8
10	-6964.0	75173.4	83527.9	83476.8	1728.8
11	-7933.9	82958.4	85624.7	85542.9	1910.7
12	-14134.6	89513.2	92583.2	87917.7	3410.1
13	-18837.0	95216.1	90283.7	88290.5	4304.3
14	-19676.0	100950.2	85741.3	87829.8	4220.8
15	-20522.9	106715.6	85304.6	87369.2	4137.3
16	-21377.2	112512.2	84867.5	86908.5	4053.9
17	-22239.1	118340.2	84430.4	86447.9	3970.4
18	-23107.9	124199.4	83992.8	85987.2	3886.9
19	-23984.7	130089.9	83556.2	85526.5	3803.4
20	-27399.7	135695.5	85607.5	85424.5	4076.7
21	-57191.9	138434.6	109915.5	92384.4	7732.1
22	-58179.1	141469.7	79156.0	91174.7	7299.0
23	-59442.7	144681.6	78821.9	90452.0	7040.2
24	-60836.2	147572.5	80080.3	91764.0	7509.9
25	-62116.5	150142.5	81087.8	93075.9	7979.6
26	-63284.2	152391.4	82096.0	94387.8	8449.3
27	-64339.2	154319.3	83104.1	95699.8	8919.0
28	-65281.6	155926.2	84112.1	97011.7	9388.7
29	-66111.3	157212.2	85120.3	98323.6	9858.4
30	-66828.9	158177.1	86129.0	99635.6	10328.1
31	-67433.4	158821.1	87136.4	100947.5	10797.8
32	-67924.6	159144.1	88143.9	102259.4	11267.5
33	-68304.3	159146.0	89153.3	103571.4	11737.2
34	-68570.8	158827.0	90160.8	104883.3	12206.9
35	-68450.0	158277.1	90570.1	105827.2	12544.8
36	-67987.7	158016.5	89204.0	104644.4	12121.4
37	-67651.8	158045.3	88320.9	103461.7	11697.9
38	-67445.0	158363.5	87440.3	102278.9	11274.4
39	-67364.7	158971.1	86557.3	101096.1	10851.0
40	-67413.4	159868.1	85676.7	99913.3	10427.5
41	-67590.0	161054.5	84795.0	98730.5	10004.1
42	-67893.0	162530.3	83911.9	97547.7	9580.6
43	-68325.1	164295.5	83031.3	96364.9	9157.2



44	-68883.7	166350.0	82148.3	95182.2	8733.7
45	-69698.1	168694.0	81398.5	93999.4	8310.3
46	-70800.1	170706.1	82857.6	95355.7	8795.8
47	-71790.1	172366.5	83974.2	96793.3	9310.5
48	-72658.4	173675.1	85080.6	98230.9	9825.2
49	-73403.4	174632.0	86185.5	99668.6	10339.9
50	-74028.0	175237.1	87293.2	101106.2	10854.6
51	-74529.4	175490.5	88398.2	102543.8	11369.3
52	-74910.3	175392.1	89505.9	103981.5	11884.0
53	-75169.4	174942.0	90612.3	105419.1	12398.7
54	-75305.3	174140.2	91717.3	106856.7	12913.4
55	-75320.7	172986.5	92825.0	108294.4	13428.1
56	-75213.0	171481.2	93930.0	109732.0	13942.8
57	-74676.3	169691.4	94483.5	110894.3	14358.9
58	-73660.0	168197.7	92951.8	109684.6	13925.8
59	-72773.3	166999.9	92048.9	108474.9	13492.7
60	-72019.0	166098.1	91148.7	107265.2	13059.6
61	-71394.3	165492.3	90245.8	106055.4	12626.5
62	-70901.9	165182.4	89345.5	104845.7	12193.4
63	-70540.4	165168.6	88443.9	103636.0	11760.3
64	-70308.7	165450.7	87541.0	102426.3	11327.2
65	-70208.0	166028.9	86639.4	101216.6	10894.1
66	-70239.5	166903.0	85739.1	100006.8	10461.0
67	-70559.9	168063.6	85033.5	98835.6	10041.7
68	-71218.8	168922.9	86438.5	100067.4	10482.7
69	-71772.4	169480.8	87385.4	101299.2	10923.7
70	-72218.1	169737.3	88329.8	102531.1	11364.7
71	-72558.4	169692.5	89276.7	103762.9	11805.7
72	-72792.1	169346.2	90222.4	104994.7	12246.7
73	-72917.8	168698.5	91166.7	106226.5	12687.8
74	-72938.2	167749.5	92113.6	107458.3	13128.8
75	-72850.7	166499.0	93057.9	108690.1	13569.8
76	-72657.8	164947.2	94004.9	109921.9	14010.8
77	-72358.2	163093.9	94950.5	111153.8	14451.8
78	-71950.8	160939.3	95894.9	112385.6	14892.8
79	-71298.8	158483.3	96698.2	113617.4	15333.8
80	-70026.3	156203.5	95440.8	112897.3	15076.0
81	-68793.1	154219.7	94444.5	111687.5	14642.9
82	-67689.6	152531.8	93541.7	110477.8	14209.8
83	-66718.3	151140.0	92641.3	109268.1	13776.7
84	-65878.0	150044.1	91739.8	108058.4	13343.6
85	-65167.6	149244.2	90837.0	106848.6	12910.5
86	-64589.2	148740.3	89936.6	105638.9	12477.4
87	-64140.7	148532.4	89033.8	104429.2	12044.3
88	-63824.3	148620.5	88133.4	103219.5	11611.2
89	-63638.9	149004.5	87231.8	102009.8	11178.1
90	-63948.1	149412.9	87656.8	101910.1	11142.4
91	-64356.6	149500.4	88883.7	103222.0	11612.1
92	-64653.7	149266.8	89892.9	104534.0	12081.8
93	-64838.1	148712.3	90901.0	105845.9	12551.5
94	-64908.8	147836.8	91908.0	107157.9	13021.2
95	-64867.9	146640.2	92917.2	108469.8	13490.9
96	-64714.4	145122.7	93925.4	109781.7	13960.6
97	-64447.2	143284.2	94932.3	111093.6	14430.3
98	-64068.4	141124.7	95941.5	112405.5	14899.9
99	-63576.9	138644.2	96949.6	113717.5	15369.6
100	-62971.7	135842.7	97956.6	115029.4	15839.3
101	-62253.9	132720.2	98964.8	116341.3	16309.0
102	-60851.6	129520.2	98530.0	116658.3	16422.5
103	-59210.1	126616.1	97246.5	115448.6	15989.4
104	-57700.5	124008.0	96345.9	114238.9	15556.3
105	-56321.9	121696.0	95444.3	113029.1	15123.2
106	-55074.3	119679.9	94542.7	111819.4	14690.1
107	-53956.7	117959.8	93640.2	110609.7	14257.0
108	-52971.0	116535.6	92739.5	109400.0	13823.9
109	-52116.3	115407.5	91837.9	108190.2	13390.8
110	-51391.7	114575.3	90935.4	106980.5	12957.7
111	-50798.1	114039.2	90033.9	105770.8	12524.6
112	-50800.4	113488.3	90700.2	105830.8	12546.1
113	-50892.3	112595.6	91990.0	107228.0	13046.3
114	-50866.2	111361.1	93065.7	108625.3	13546.5
115	-50721.1	109784.6	94140.4	110022.5	14046.8
116	-50456.3	107866.3	95214.3	111419.7	14547.0
117	-50073.4	105606.1	96289.9	112816.9	15047.2
118	-49571.6	103004.1	97364.7	114214.2	15547.5
119	-48950.1	100060.2	98438.6	115611.4	16047.7
120	-48210.5	96774.4	99514.1	117008.7	16547.9
121	-47351.2	93146.8	100588.1	118405.9	17048.2
122	-46373.0	89177.3	101662.9	119803.2	17548.4

123	-45258.1	84865.9	102719.2	121200.4	18048.7
124	-43270.3	80551.9	101828.0	121211.4	18052.6
125	-41136.0	76533.8	100640.1	120001.7	17619.5
126	-39133.3	72811.7	99739.1	118792.0	17186.4
127	-37261.5	69385.6	98837.5	117582.3	16753.3
128	-35520.2	66255.5	97935.4	116372.6	16320.2
129	-33910.4	63421.3	97034.3	115162.8	15887.1
130	-32431.6	60883.2	96132.7	113953.1	15454.0
131	-31083.3	58641.0	95230.7	112743.4	15020.9
132	-29865.9	56694.8	94329.1	111533.7	14587.8
133	-28780.0	55044.6	93428.0	110323.9	14154.7
134	-27971.9	53690.4	92677.8	109114.2	13721.6
135	-27762.8	52093.2	94147.4	110107.7	14077.3
136	-27512.0	50135.4	95367.0	111581.0	14604.7
137	-27136.8	47817.1	96501.3	113054.3	15132.2
138	-26636.9	45138.4	97635.2	114527.6	15659.7
139	-26012.9	42099.2	98769.8	116001.0	16187.2
140	-25264.5	38699.5	99904.1	117474.3	16714.6
141	-24391.5	34939.4	101038.1	118947.6	17242.1
142	-23394.1	30818.7	102172.5	120420.9	17769.6
143	-22272.5	26337.6	103307.0	121894.2	18297.0
144	-21026.4	21496.0	104441.1	123367.5	18824.5
145	-19656.0	16294.0	105575.5	124840.8	19352.0
146	-17415.4	10992.6	105025.4	125246.7	19497.3
147	-14844.5	5987.2	103647.8	124036.9	19064.2
148	-12404.7	1277.8	102746.3	122827.2	18631.1
149	-10095.8	-3135.6	101844.7	121617.5	18198.0
150	-7917.9	-7253.0	100943.1	120407.8	17764.9
151	-5870.9	-11074.5	100041.5	119198.1	17331.8
152	-3955.1	-14599.9	99140.0	117988.3	16898.7
153	-2170.2	-17829.4	98238.4	116778.6	16465.6
154	-516.2	-20762.9	97336.7	115568.9	16032.5
155	1006.9	-23400.4	96435.1	114359.2	15599.4
156	2398.8	-25741.9	95533.7	113149.5	15166.3
157	3251.9	-27970.3	95693.3	112687.0	15000.7
158	3854.4	-30446.9	96821.4	113701.5	15363.9
159	4546.8	-33171.7	97598.2	114716.1	15727.2
160	5328.6	-36144.8	98375.2	115730.6	16090.4
161	6200.6	-39366.1	99151.8	116745.2	16453.6
162	7162.0	-42835.6	99928.9	117759.7	16816.8
163	8213.2	-46553.3	100705.8	118774.2	17180.0
164	9354.5	-50519.3	101482.2	119788.8	17543.3
165	10585.6	-54733.5	102259.0	120803.3	17906.5
166	11973.2	-59195.9	102967.1	121817.8	18269.7
167	13909.1	-63632.6	102311.1	121712.7	18232.0
168	15900.0	-67914.3	101711.3	121079.1	18005.2
169	17825.0	-72041.0	101236.3	120445.5	17778.4
170	19685.2	-76012.6	100760.2	119811.9	17551.5
171	21485.4	-79829.2	100279.2	119178.3	17324.7
172	23348.9	-83424.5	99438.8	118273.9	17000.9
173	25138.5	-86744.3	98549.9	117147.8	16597.8
174	26807.7	-89788.6	97709.1	116021.8	16194.6
175	28355.2	-92557.4	96869.8	114895.7	15791.5
176	29782.2	-95050.7	96028.9	113769.6	15388.3
177	31088.2	-97268.4	95188.8	112643.6	14985.2
178	32272.4	-99210.6	94349.4	111517.5	14582.0
179	33336.2	-100877.3	93508.6	110391.4	14178.9
180	34279.0	-102268.5	92668.5	109265.4	13775.7
181	35099.9	-103384.2	91829.2	108139.3	13372.6
182	35800.5	-104224.4	90988.3	107013.3	12969.4
183	36379.2	-104789.0	90149.0	105887.2	12566.3
184	36836.8	-105078.2	89308.9	104761.1	12163.1
185	37174.2	-105091.8	88468.0	103635.1	11760.0
186	37390.4	-104829.9	87627.9	102509.0	11356.8
187	37485.6	-104292.5	86787.8	101383.0	10953.7
188	37458.9	-103479.6	85948.5	100256.9	10550.6
189	37311.9	-102391.1	85107.6	99130.8	10147.4
190	37043.8	-101027.2	84267.5	98004.8	9744.3
191	36653.8	-99387.7	83428.2	96878.7	9341.1
192	36143.6	-97472.7	82587.3	95752.7	8938.0
193	35511.4	-95282.2	81748.0	94626.6	8534.8
194	34758.3	-92816.2	80907.9	93500.6	8131.7
195	33884.7	-90074.6	80067.0	92374.5	7728.5
196	32890.1	-87057.6	79226.9	91248.4	7325.4
197	31774.3	-83765.0	78386.8	90122.4	6922.2
198	30536.9	-80196.9	77547.4	88996.3	6519.1
199	29178.3	-76353.4	76707.3	87870.3	6115.9

200	27698.8	-72234.2	75867.1	86744.2	5712.8
201	26099.2	-67839.6	75025.9	85618.1	5309.6
202	24377.5	-63169.5	74186.9	84492.1	4906.5
203	22534.7	-58223.8	73346.8	83366.0	4503.3
204	20571.7	-53002.6	72505.8	82239.9	4100.2
205	18486.8	-47505.9	71666.6	81113.9	3697.0
206	16280.8	-41733.7	70826.4	79987.8	3293.9
207	13958.1	-35667.8	69918.2	78787.5	2864.2
208	11487.7	-29246.0	68824.0	77332.9	2343.4
209	8856.6	-22468.4	67743.2	75878.4	1822.7
210	6065.0	-15334.8	66662.3	74423.8	1301.9
211	3112.9	-7845.3	65581.3	72969.2	781.1
212	-0.0	0.0	64500.7	71514.7	260.4
Σ		22050890.1	2499520.8		

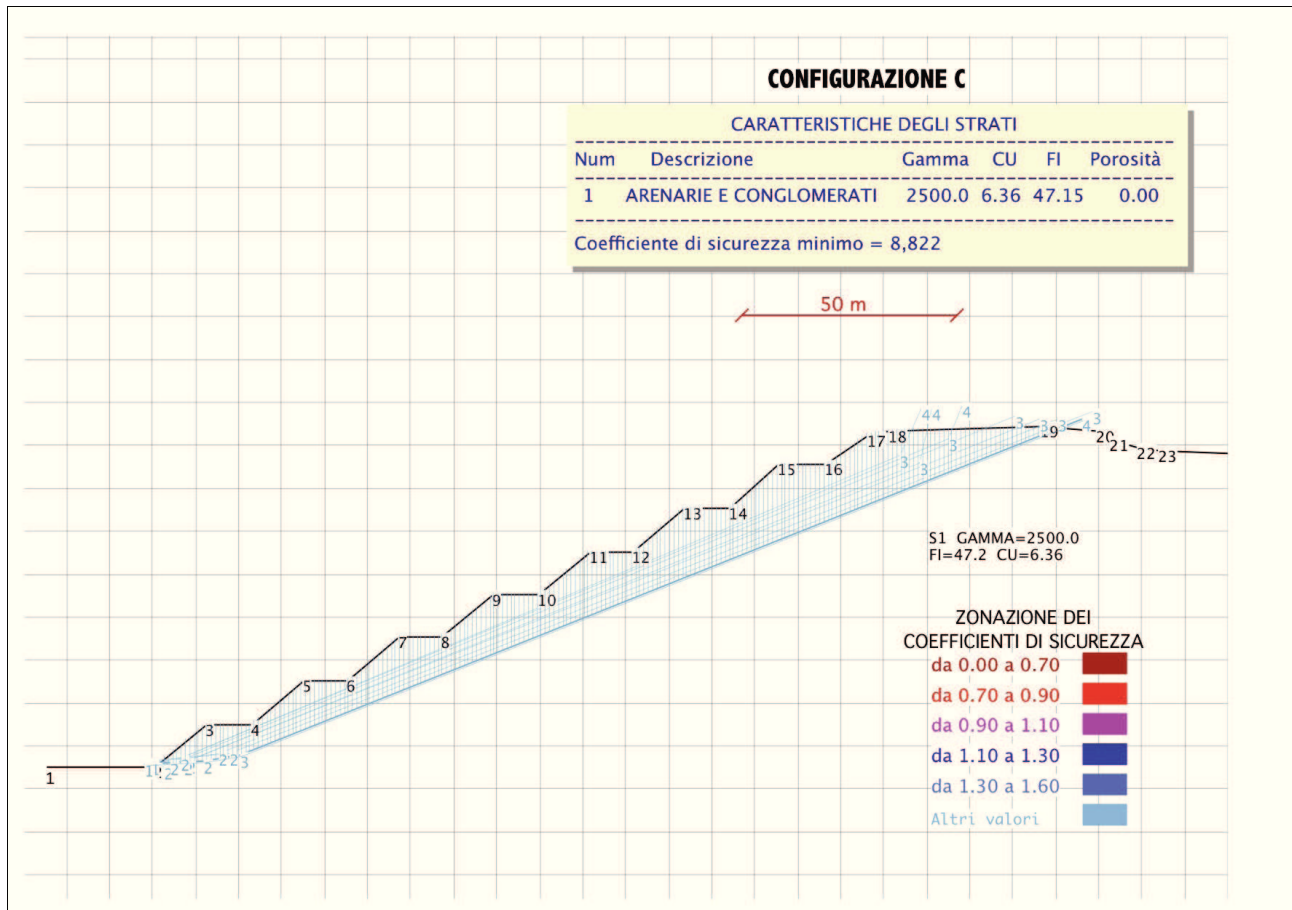


Fig. 13 – Configurazione C. Solo fronte di cava intero; per potenziali scorrimenti su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture), passanti per il piede dell'intero fronte.

### **Verifica configurazione D**

**Gradone tipo; per scorrimento su superfici planari preesistenti (giunti di strato e fratture), passanti per il piede del gradone. Il calcolo è stato effettuato con Janbu e il tracciamento delle superfici manualmente.**

#### DATI GENERALI

Unità di misura utilizzate: lunghezza: m; pressione: Kg/cm<sup>2</sup>; peso specifico: kg/m<sup>3</sup>; forza lineare: Kg/m.

Massima larghezza concio di calcolo: 0.250  
 Prodotto dei coefficienti sismici : 0.033  
 Coefficiente sismico verticale : 0.016  
 Coefficiente riduzione attrito : 1.000  
 Coefficiente riduzione coesione : 1.000  
 Coeff. amplific. carichi esercizio : 1.000  
 Coeff. carichi esercizio per sisma : 0.000  
 Forza Orizzontale Applicata : 0.000

#### COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	12.740	26.250
Pendio	2	23.000	26.250
Pendio	3	35.170	36.270
Pendio	4	45.300	36.270
Pendio	5	52.180	42.120

CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	ARENARIE E CONGLOMERATI	2500.0	0.00	44.43	0.00

COORDINATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO

num	Nodo	X	Y
1	1	22.750	26.320
1	2	23.740	26.490
1	3	44.700	35.000
1	4	44.980	37.220
2	1	22.820	26.460
2	2	24.060	26.490
2	3	43.960	34.470
2	4	44.270	37.180
3	1	22.930	26.420
3	2	24.060	26.740
3	3	42.970	34.430
3	4	43.220	36.970
4	1	23.110	26.560
4	2	23.920	26.710
4	3	40.640	33.410
4	4	40.890	37.250
5	1	22.900	26.390
5	2	23.990	26.710
5	3	38.980	32.560
5	4	39.410	37.110
6	1	22.680	26.350
6	2	24.550	26.670
6	3	37.110	31.710
6	4	37.570	37.220
7	1	22.860	26.420
7	2	24.410	26.950
7	3	36.580	31.750
7	4	37.110	37.150
8	1	22.860	26.460
8	2	24.660	26.850
8	3	35.350	31.150
8	4	35.840	36.870
9	1	22.750	26.320
9	2	24.910	26.880
9	3	34.040	30.660
9	4	34.500	36.620
10	1	22.610	26.280
10	2	23.670	26.390
10	3	32.170	29.920
10	4	32.280	35.770
11	1	22.820	26.390
11	2	24.240	26.670
11	3	29.850	29.030
11	4	29.770	33.940
12	1	22.720	26.390
12	2	24.380	26.670
12	3	30.940	29.280
12	4	30.940	34.010
13	1	22.580	26.350
13	2	24.200	26.670
13	3	31.470	29.600
13	4	31.790	34.330

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Janbu

RIEPILOGO SUPERFICI

num	punti	X inizio	Y inizio	F	Sit	Carico
1	4	22.75	26.32	2.238	1	
1	4	22.75	26.32	2.238	2	
2	4	22.82	26.46	2.291	1	
2	4	22.82	26.46	2.291	2	
3	4	22.93	26.42	2.247	1	
3	4	22.93	26.42	2.247	2	
4	4	23.11	26.56	2.284	1	
4	4	23.11	26.56	2.284	2	
5	4	22.90	26.39	2.240	1	
5	4	22.90	26.39	2.240	2	
6	4	22.68	26.35	2.154	1	
6	4	22.68	26.35	2.154	2	
7	4	22.86	26.42	2.160	1	
7	4	22.86	26.42	2.160	2	
8	4	22.86	26.46	2.077	1	
8	4	22.86	26.46	2.077	2	
9	4	22.75	26.32	1.974	1	
9	4	22.75	26.32	1.974	2	
10	4	22.61	26.28	1.952	1	
10	4	22.61	26.28	1.952	2	
11	4	22.82	26.39	2.391	1	
11	4	22.82	26.39	2.391	2	
12	4	22.72	26.39	2.526	1	
12	4	22.72	26.39	2.526	2	
13	4	22.58	26.35	2.065	1	
13	4	22.58	26.35	2.065	2	

SUPERFICIE CRITICA N° 10

Larghezza del concio.....=0.247  
 Situazione di carico numero 2  
 Coefficiente di sicurezza F =1.952  
 Coefficiente di forma =0.24823  
 Coefficiente F/Fo =1.10541  
 Numero iterazioni = 5  
 Precisione =0.00880

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cm2	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	5.92	0.249	0.000	44.4	54.1	1.8
2	5.92	0.249	0.000	44.4	162.2	5.4
3	17.61	0.259	0.000	44.4	261.7	8.8
4	22.55	0.268	0.000	44.4	323.0	10.8
5	22.55	0.268	0.000	44.4	384.4	12.9
6	22.55	0.268	0.000	44.4	445.7	14.9
7	22.55	0.268	0.000	44.4	507.1	17.0
8	22.55	0.268	0.000	44.4	568.4	19.1
9	22.55	0.268	0.000	44.4	629.7	21.1
10	22.55	0.268	0.000	44.4	691.1	23.2
11	22.55	0.268	0.000	44.4	752.4	25.2
12	22.55	0.268	0.000	44.4	813.7	27.3
13	22.55	0.268	0.000	44.4	875.1	29.3
14	22.55	0.268	0.000	44.4	936.4	31.4
15	22.55	0.268	0.000	44.4	997.7	33.5
16	22.55	0.268	0.000	44.4	1059.1	35.5
17	22.55	0.268	0.000	44.4	1120.4	37.6
18	22.55	0.268	0.000	44.4	1181.7	39.6
19	22.55	0.268	0.000	44.4	1243.1	41.7
20	22.55	0.268	0.000	44.4	1304.4	43.7
21	22.55	0.268	0.000	44.4	1365.8	45.8
22	22.55	0.268	0.000	44.4	1427.1	47.9
23	22.55	0.268	0.000	44.4	1488.4	49.9
24	22.55	0.268	0.000	44.4	1549.8	52.0
25	22.55	0.268	0.000	44.4	1611.1	54.0
26	22.55	0.268	0.000	44.4	1672.4	56.1
27	22.55	0.268	0.000	44.4	1733.8	58.1
28	22.55	0.268	0.000	44.4	1795.1	60.2
29	22.55	0.268	0.000	44.4	1856.4	62.3
30	22.55	0.268	0.000	44.4	1917.8	64.3
31	22.55	0.268	0.000	44.4	1979.1	66.4
32	22.55	0.268	0.000	44.4	2040.4	68.4
33	22.55	0.268	0.000	44.4	2101.8	70.5
34	22.55	0.268	0.000	44.4	2163.1	72.5
35	22.55	0.268	0.000	44.4	2224.5	74.6
36	22.55	0.268	0.000	44.4	2285.8	76.7
37	86.48	4.020	0.000	44.4	2347.1	78.7



Concio n°	Taglio kg/ml	E kg/ml	Tau Kg/cm2	A Kg/ml	B Kg/ml
1	-32.5	306.9	326.3	56.0	7.4
2	-42.3	370.3	648.6	168.1	22.3
3	-139.9	413.8	1228.8	265.6	91.8
4	-195.1	439.0	1241.1	333.8	145.0
5	-212.6	469.0	1318.7	397.2	172.5
6	-232.9	503.8	1529.2	460.6	200.1
7	-256.1	543.3	1739.8	524.0	227.6
8	-282.0	587.6	1950.3	587.4	255.1
9	-310.8	636.8	2160.8	650.8	282.6
10	-342.5	690.7	2371.4	714.2	310.2
11	-376.9	749.3	2581.9	777.6	337.7
12	-414.2	812.8	2792.4	840.9	365.2
13	-454.3	881.1	3003.0	904.3	392.8
14	-497.2	954.1	3213.5	967.7	420.3
15	-543.0	1031.9	3424.1	1031.1	447.8
16	-591.6	1114.5	3634.6	1094.5	475.3
17	-643.0	1201.9	3845.1	1157.9	502.9
18	-697.3	1294.1	4055.7	1221.3	530.4
19	-754.3	1391.0	4266.2	1284.7	557.9
20	-814.2	1492.8	4476.7	1348.0	585.5
21	-876.9	1599.3	4687.3	1411.4	613.0
22	-942.5	1710.6	4897.8	1474.8	640.5
23	-1010.8	1826.7	5108.3	1538.2	668.1
24	-1082.0	1947.6	5318.9	1601.6	695.6
25	-1156.1	2073.2	5529.4	1665.0	723.1
26	-1232.9	2203.7	5740.0	1728.4	750.6
27	-1312.6	2338.9	5950.5	1791.7	778.2
28	-1395.1	2478.9	6161.0	1855.1	805.7
29	-1480.4	2623.7	6371.6	1918.5	833.2
30	-1568.6	2773.3	6582.1	1981.9	860.8
31	-1659.6	2927.7	6792.7	2045.3	888.3
32	-1753.4	3086.8	7003.1	2108.7	915.8
33	-1850.0	3250.7	7213.7	2172.1	943.3
34	-1949.4	3419.5	7424.3	2235.5	970.9
35	-2051.7	3592.9	7634.7	2298.8	998.4
36	-2156.8	3771.2	7845.3	2362.2	1025.9
37	-0.0	0.0	82.5	67499.7	38181.3
Σ		112474.7	57623.1		

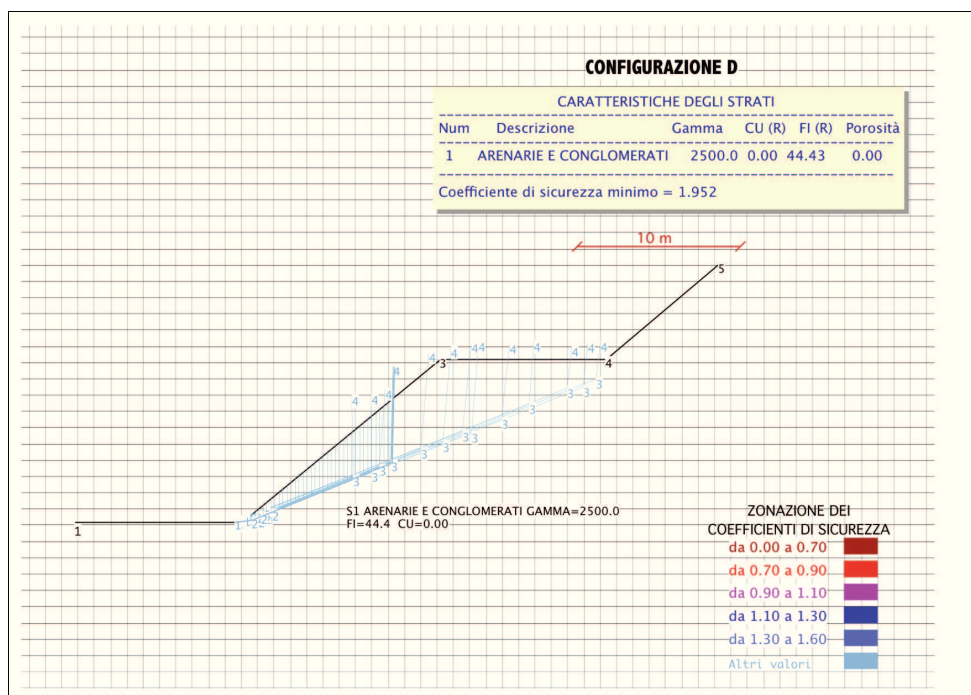


Fig. 14 – Configurazione D- Gradone tipo; per scorrimento su superfici planari preesistenti, passanti per il piede del gradone.

## **5.7 - Coefficienti di sicurezza**

Tutte le configurazioni hanno superato la verifica. Le superfici esaminate, infatti, mostrano tutte un coefficiente o fattore di sicurezza  $YR \geq 1,1$ , pertanto entro i limiti previsti dall'attuale normativa (D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni).

Nonostante le indagini di superficie e quelle geofisiche svolte abbiano messo in evidenza che i livelli arenaceo-conglomeratici interessati ai lavori estrattivi in progetto, non siano interessati da intercalazioni di livelli argillosi, non è possibile escludere del tutto possibili variazioni locali di facies verso termini argillosi e/o sabbiosi, pertanto, si raccomanda di prestare particolare attenzione, in fase esecutiva dei lavori di estrazione, all'eventuale affioramento di livelli argillosi o sabbiosi che potrebbero determinare locali condizioni di instabilità dei fronti, condizioni che, all'occorrenza, andrebbero opportunamente valutate. Un controllo annuale dei fronti di cava e delle condizioni di stabilità dell'area di cava sarebbe auspicabile.

## 6 - MISURE PER LIMITARE I POTENZIALI FENOMENI DI EROSIONE

Nell'area sono presenti ancora oggi i segni evidenti di un'attività estrattiva risalente a circa 15 anni fa che ha parzialmente denudato l'area dalla vegetazione spontanea. Su queste superfici, relativamente recenti, non sono state notate forme d'erosione accelerata né fenomeni di dissesto tali da mettere in evidenza una particolare erodibilità dei livelli arenaceo-conglomeratici, anche se denudati dalla copertura di suolo. Ciò è dovuto, a nostro avviso, alla buona permeabilità di questi terreni che non favoriscono i fenomeni di ruscellamento concentrato lungo rivoli e solchi. I livelli arenaceo-conglomeratici, infatti, sono dotati di una buona permeabilità, sia per porosità primaria, sia per lo stato di fessurazione.

Nella successiva foto, tratta da “Google Earth” e relativa all'anno 2006, si possono osservare i precedenti lavori minerari a pochi anni (circa 5) dal loro abbandono.

Si possono ancora notare, ben visibili, le piste e i piazzali di cava, ma anche una moderata crescita di vegetazione erbacea spontanea.



Fig. 15 – Immagine aerea dell'area di cava relativa all'anno 2006 (tratta da Google Earth).

Nella successiva immagine (tratta da “Google Earth”), riferibile all'anno 2011, si possono osservare i cambiamenti avvenuti nell'arco di 5 anni. Si nota un aumento considerevole della vegetazione erbacea ed arbustiva spontanea, al punto da mascherare le vecchie piste ed i piazzali non più frequentati. In entrambe le immagini non sono visibili fenomeni di erosione accelerata né altri dissesti impostatisi sulle aree interessate dalle passate attività minerarie.





Fig. 16 – Immagine aerea dell'area di cava relativa all'anno 2011 (tratta da Google Earth).

Sulla base delle considerazioni precedentemente esposte, le misure che s'intendono adottare per limitare i potenziali fenomeni di erosione, ad opera delle acque meteoriche, sulle superfici esposte dai lavori estrattivi in progetto, sono essenzialmente riconducibili a due punti:

- a) Dare una lieve inclinazione delle pedate verso monte, in modo da favorire l'assorbimento locale delle acque meteoriche.
- b) Realizzare il “Ripristino Ambientale” dell'area di cava già in corso d'opera, al fine di accelerare il processo di formazione di una copertura vegetale, arborea, arbustiva ed erbacea, che contribuirà in modo sostanziale a limitare la potenziale, seppur modesta, erodibilità delle aree che saranno sottoposte ad attività estrattiva.

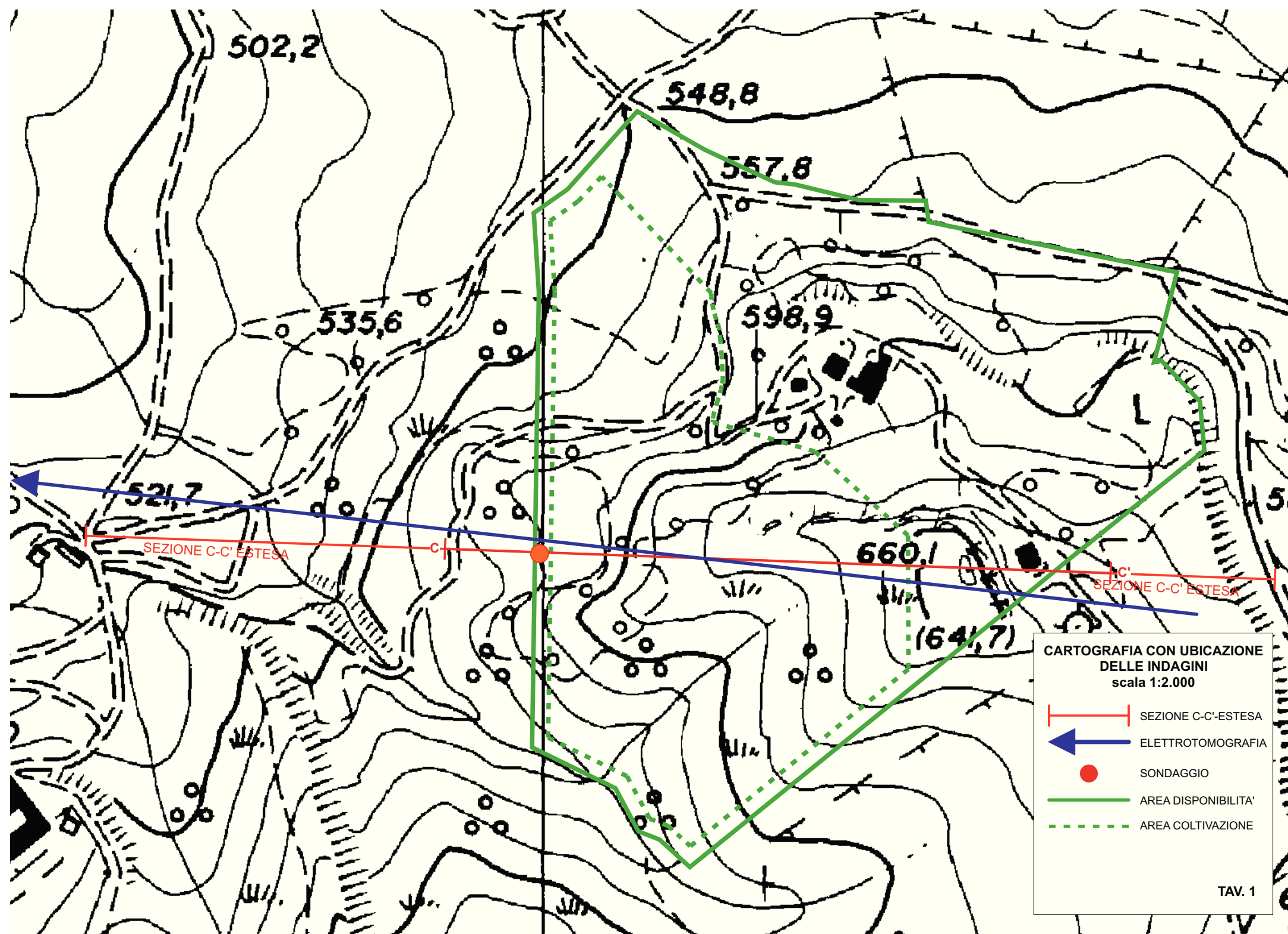
Dicembre 2015

Il Geologo  
dott. Francesco Cavallaro



## **ALLEGATI**





502,2

548,8

557,8

535,6

598,9

521,7

SEZIONE C-C' ESTESA

c

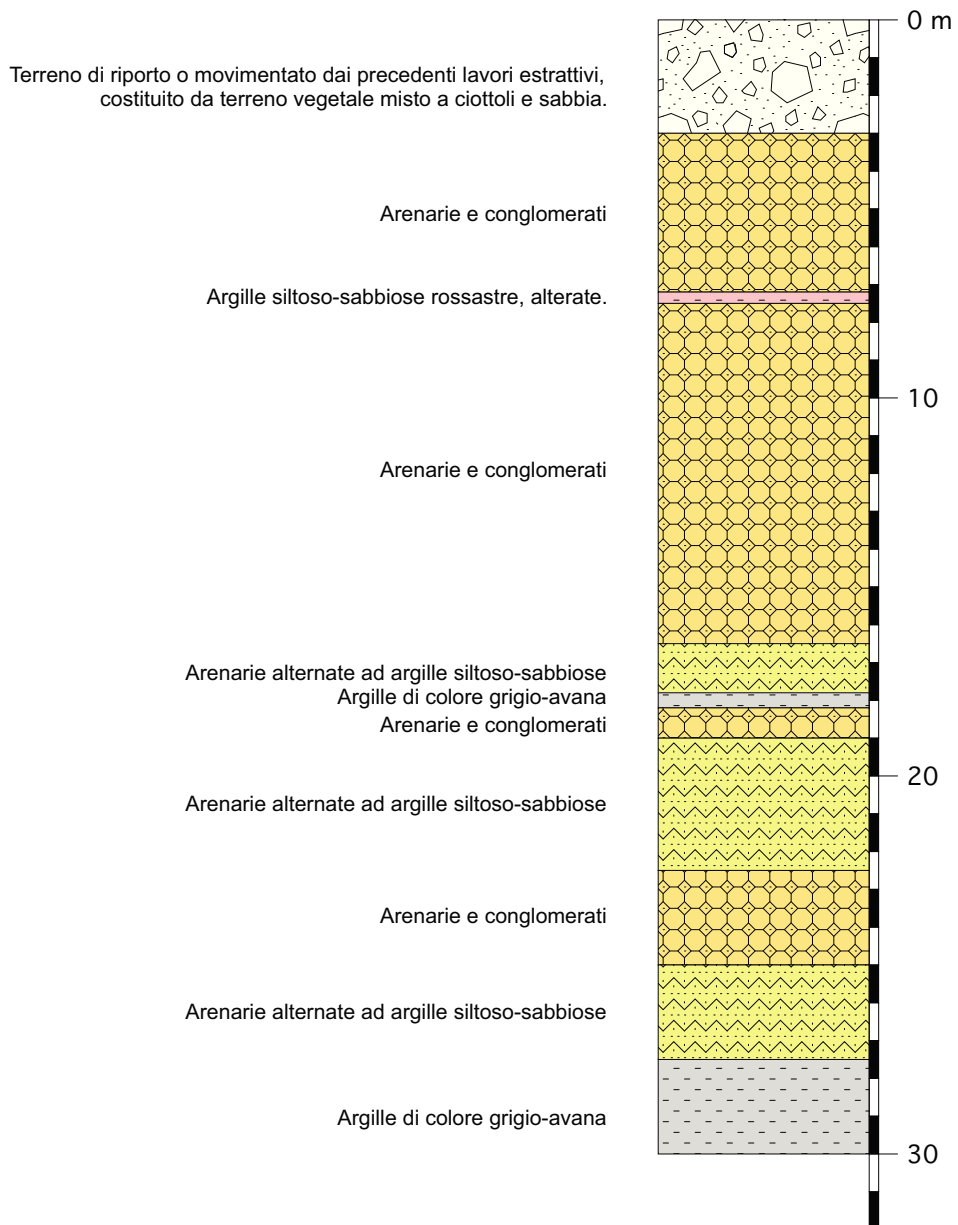
660,1

SEZIONE C-C' ESTESA

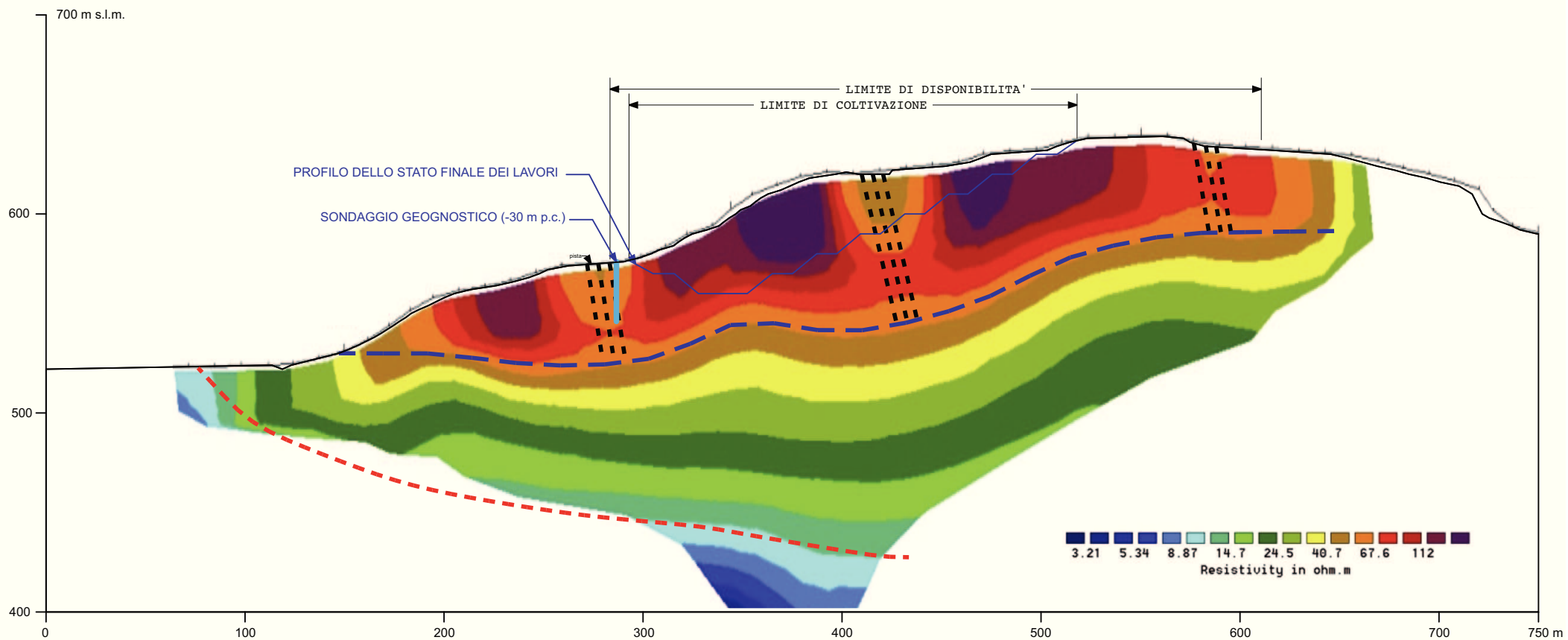
(64,7)

**CARTOGRAFIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI**  
scala 1:2.000

- SEZIONE C-C'-ESTESA
- ELETTROTOMOGRAFIA
- SONDAGGIO
- AREA DISPONIBILITA'
- AREA COLTIVAZIONE






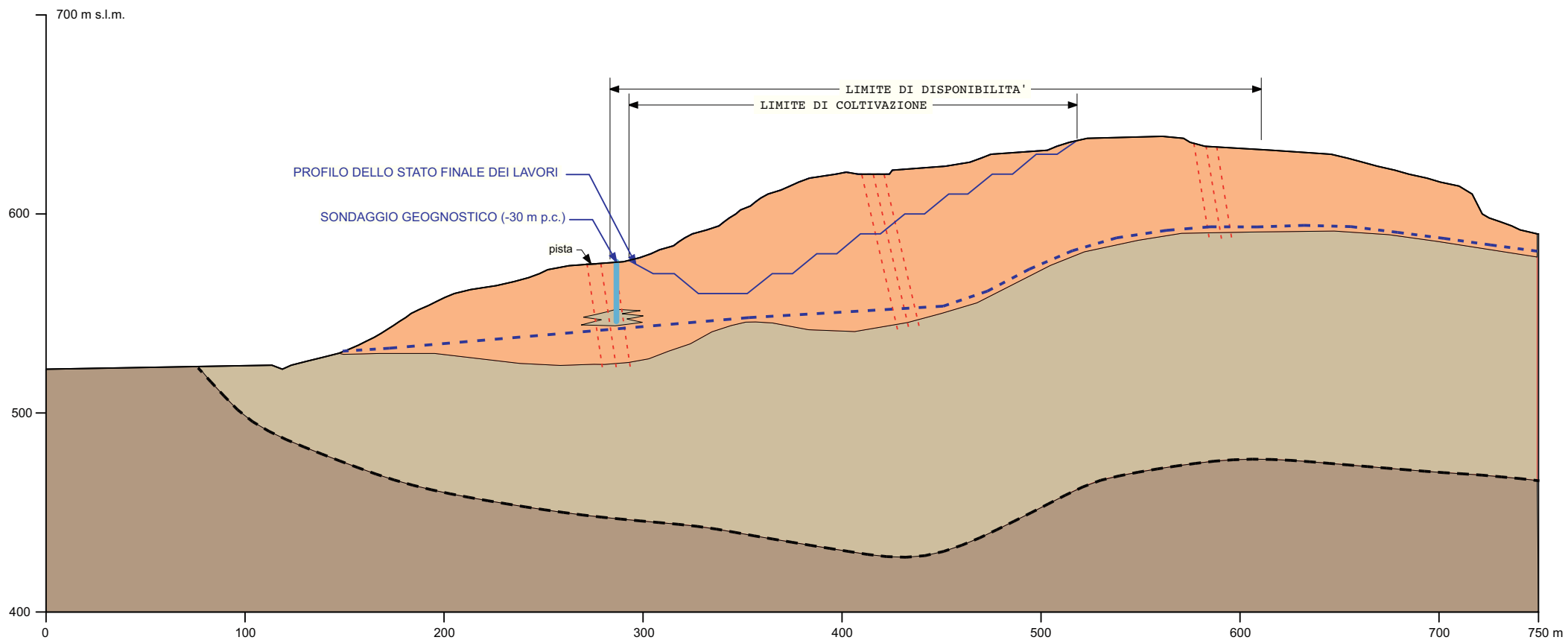
**STRATIGRAFIA  
DEL SONDAGGIO GEOGNOSTICO**



**SEZIONE C - C'- ESTESA  
CON SOVRAPPOSTA ELETTROTOMOGRAFIA  
E PROFILO DELLO STATO FINALE DEI LAVORI  
scala 1:2.000**

**LEGENDA**

- 
 FASCIA CON DISTURBO TETTONICO
- 
 LIMITE TRA ALTO RESISTIVO E MEDIO-BASSO RESISTIVO  
CORRISPONDENTE AL PASSAGGIO TRA LIVELLI ARENACEO - CONGLOMERATICI  
E LIVELLI ARGILLOSO - ARENACEI DELLA FORMAZIONE TERRAVECCHIA
- 
 LIMITE PROBABILE TRA I LIVELLI ARGILLOSO - ARENACEI DELLA FORMAZIONE  
TERRAVECCHIA E LE ARGILLE BRUNE DEL FLYSCH NUMIDICO



**SEZIONE C - C'- ESTESA**  
**CON INTERPRETAZIONE DELLA GEOLOGIA**  
**SCATURITA DAI DATI DELLE INDAGINI**  
**scala 1:2.000**

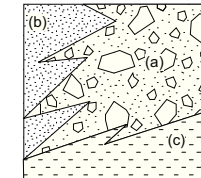
**LEGENDA**

- (a) FORMAZIONE TERRAVECCHIA
- (a) LIVELLI ARENACEO - CONGLOMERATICI
- (b) LIVELLI ARGILLOSO - ARENACEI
- ARGILLE BRUNE (FLYSCH NUMIDICO)
- FASCIA CON PROBABILE DISTURBO TETTONICO
- LIMITE INCERTO
- PROBABILE ANDAMENTO DELLA FALDA ACQUIFERA





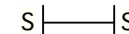
**CARTA GEOLOGICA**  
scala 1:2.000



**FORMAZIONE TERRAVECCHIA**  
 Conglomerati con arenarie intercalate (a);  
 Arenarie con sabbie intercalate (b);  
 Argille con intercalazioni di sabbie,  
 arenarie e conglomerati (c).  
 Messiniano inf. - Tortoniano sup.



**FLYSCH NUMIDICO**  
 Argille Brune  
 Oligocene - Miocene



traccia sezione



limite disponibilità



limite coltivazione



10°  
 direz. e immers. strati

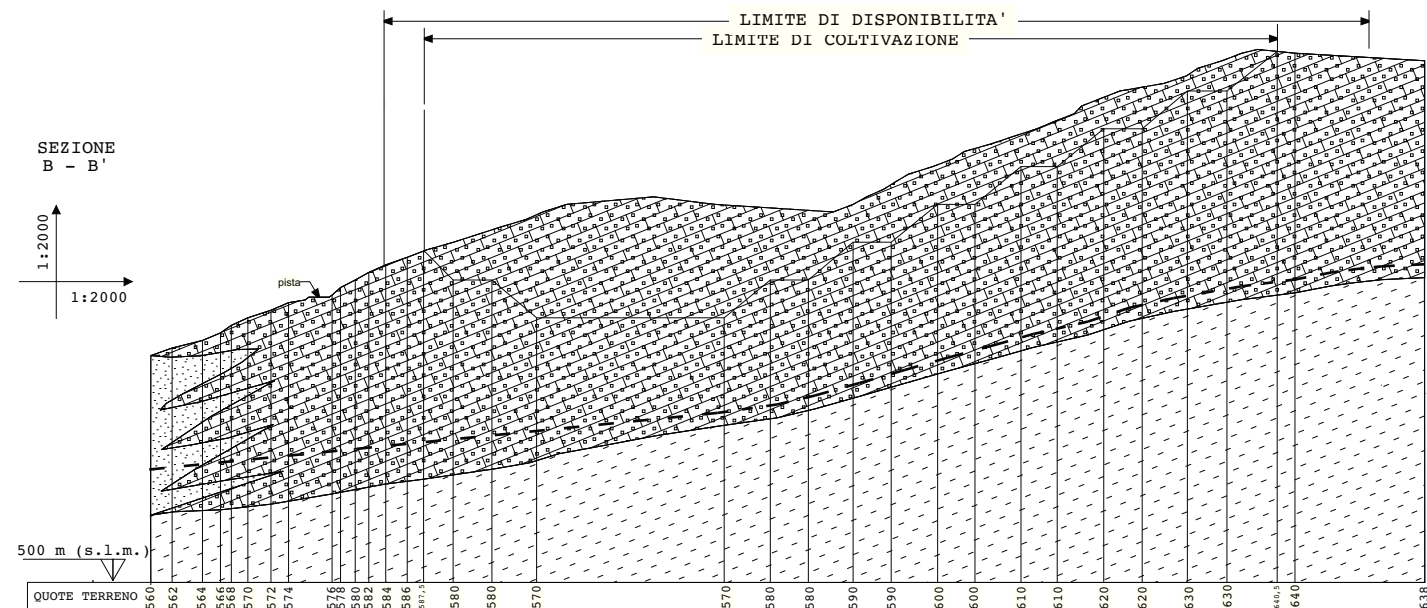
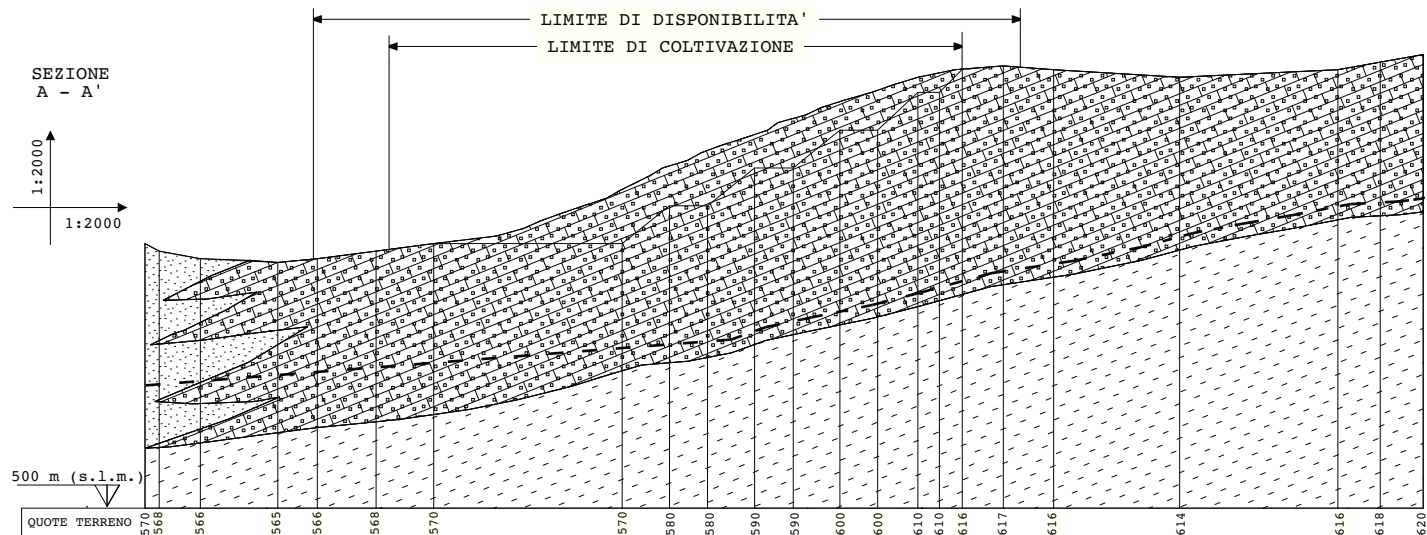


edificio rurale



trazzera, pista carrabile



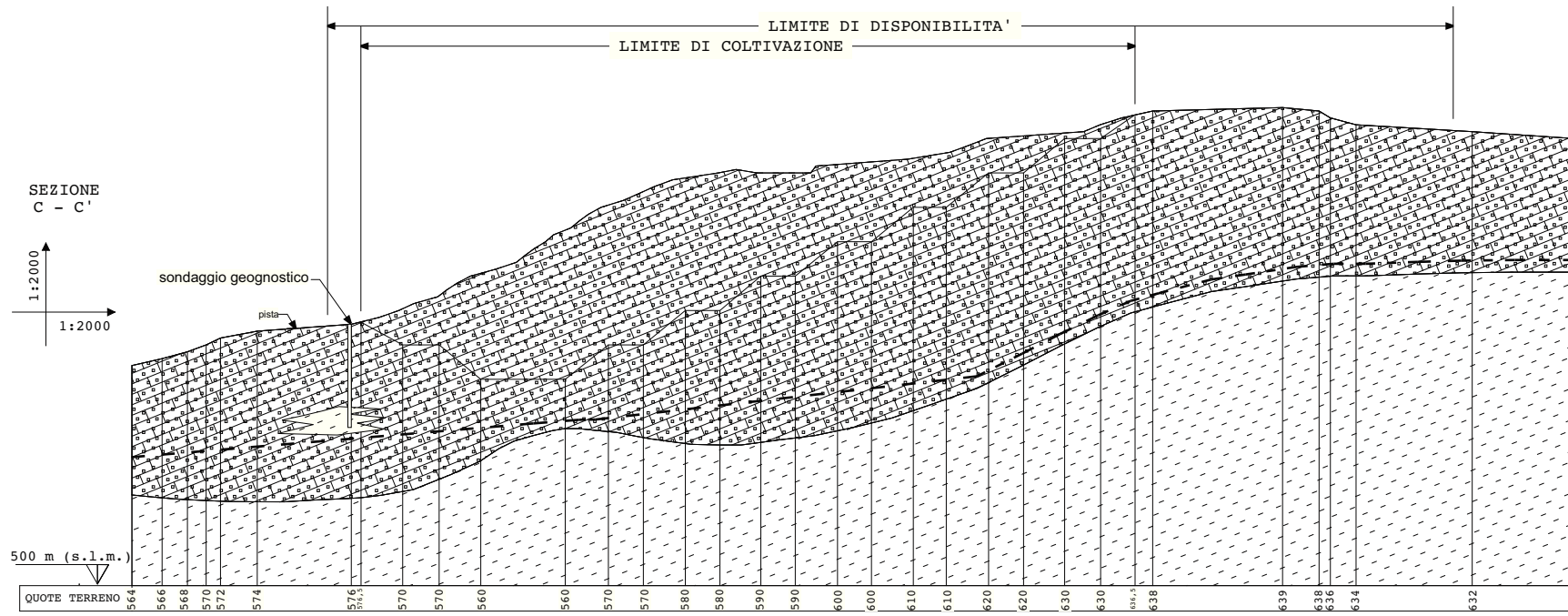


**ALLEGATO B1/B**  
**SEZIONI GEOMINERARIE**  
 scala 1: 2.000

**LEGENDA**

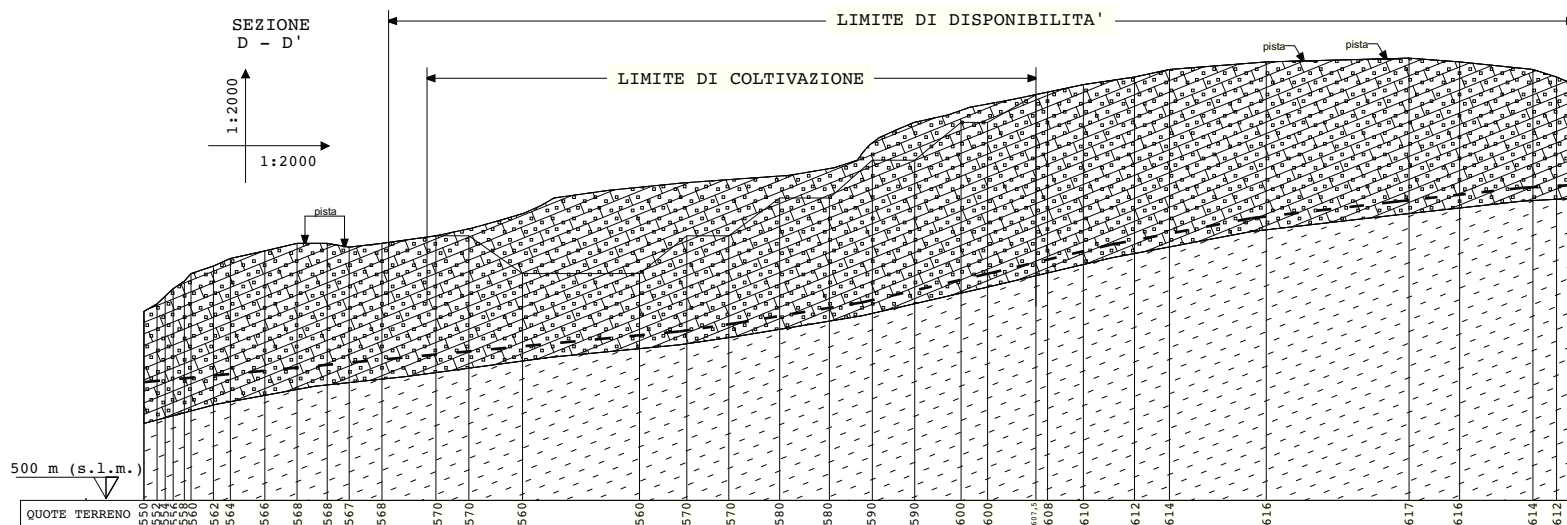
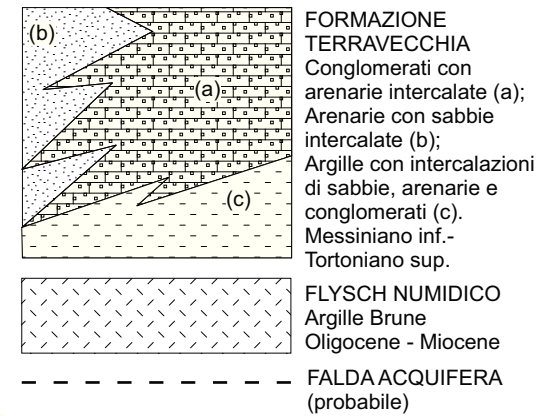
- |  |   |
|--|---|
|  | <p>(b) FORMAZIONE TERRAVECCHIA<br/>         Conglomerati con arenarie intercalate (a);<br/>         Arenarie con sabbie intercalate (b);<br/>         Argille con intercalazioni di sabbie,<br/>         arenarie e conglomerati (c).<br/>         Messiniano inf. - Tortoniano sup.</p> <p>FLYSCH NUMIDICO<br/>         Argille Brune<br/>         Oligocene - Miocene</p> <p>FALDA ACQUIFERA<br/>         (probabile)</p> |
|--|---|





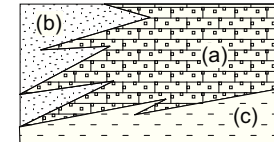
**ALLEGATO B1/B**  
**SEZIONI GEOMINERARIE**  
 scala 1: 2.000

**LEGENDA**



**ALLEGATO B1/B**  
**SEZIONI GEOMINERARIE**  
 scala 1: 2.000

**LEGENDA**

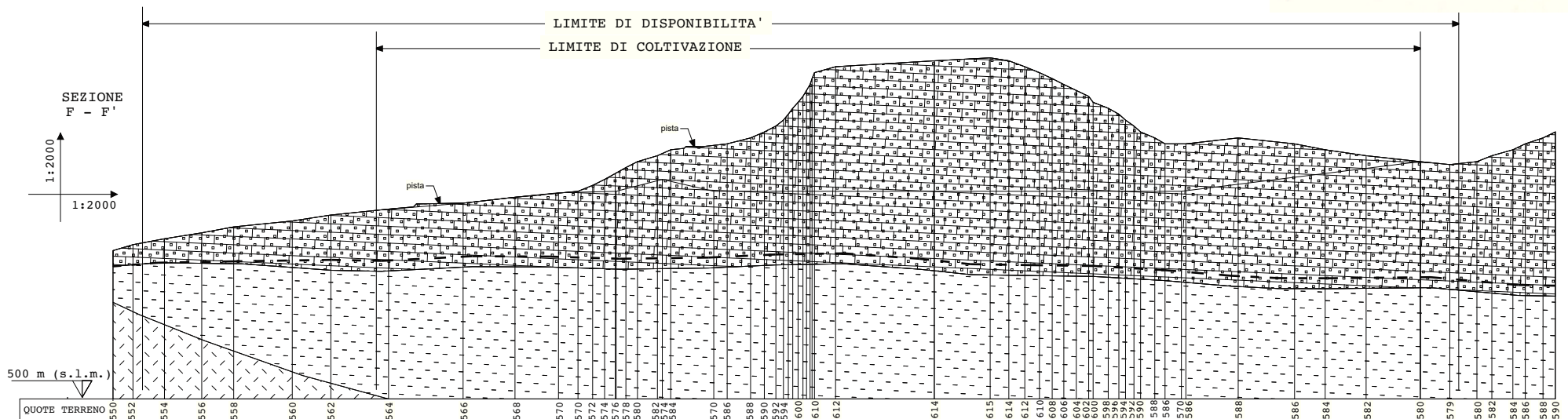
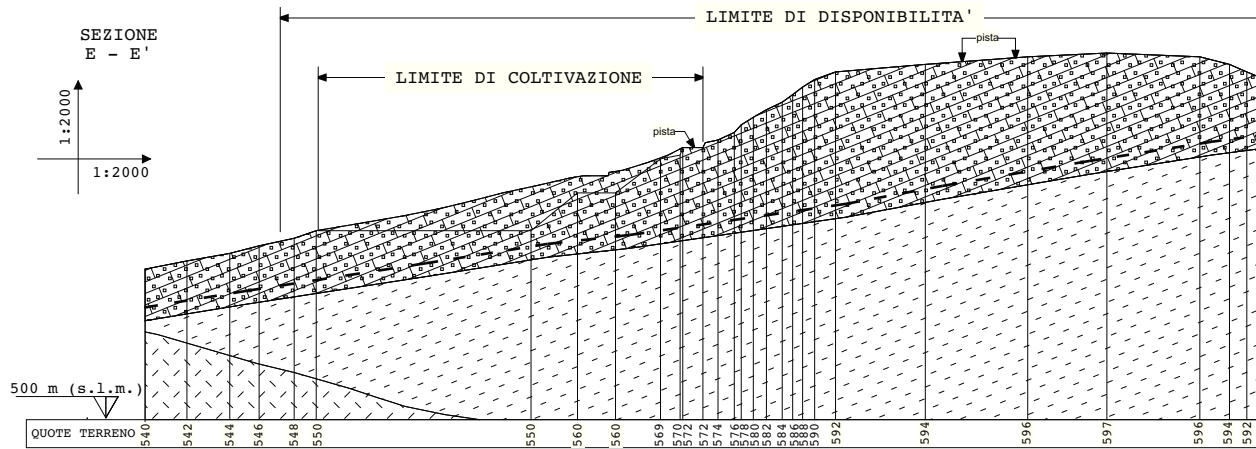


FORMAZIONE TERRAVECCHIA  
 Conglomerati con arenarie intercalate (a);  
 Arenarie con sabbie intercalate (b);  
 Argille con intercalazioni di sabbie,  
 arenarie e conglomerati (c).  
 Messiniano inf. - Tortoniano sup.

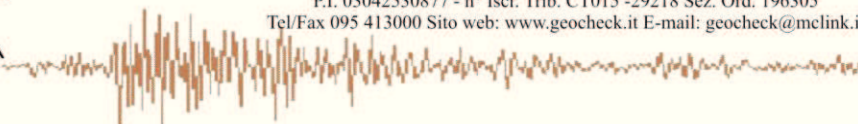


FLYSCH NUMIDICO  
 Argille Brune  
 Oligocene - Miocene

----- FALDA ACQUIFERA (probabile)





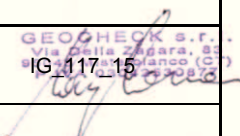


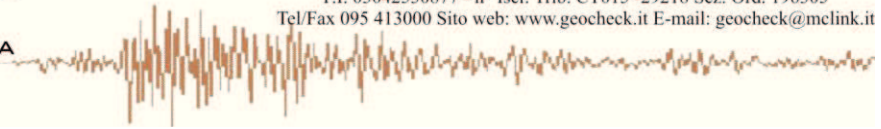
**CAVA DI CONGLOMERATI ED ARENARIE DENOMINATA IN  
 CONVENZIONE "TORTORESÌ-MICHELANGELO" DA ATTIVARE  
 IN TERRITORIO DEL COMUNE DI CASTRONOVO DI SICILIA (PA)  
 IN CONTRADA TORTORESÌ**

**PROSPEZIONI GEOFISICHE ELETTROTOMOGRAFICHE 2D**



**RAPPORTO TECNICO DI PROVA**

REV.	Data e località	Committente	Redatto	Controllato	Approvato	COMM. JOB:
02	Dicembre 2015 C.da Tortoresi	Società Michelangelo P.G. s.r.l.	Dr. M. Corrao	Dr. G. Coco	Dr. M. Corrao	 IG 117_15
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' GEOCHECK S.r.l. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO						



INDICE

pag.

<i>1.0 PREMESSA</i>	<i>3</i>
<i>2.0 PROSPEZIONE GEOELETRICA TOMOGRAFICA – Resistività</i>	<i>4</i>
<i>2.1 - Generalità</i>	<i>4</i>
<i>2.2 – Resistività delle rocce</i>	<i>4</i>
<i>2.3 -Strumentazione ed acquisizione dati</i>	<i>7</i>
<i>3.0 RISULTATI E INTERPRETAZIONE DEI PROFILI ELETTORESISTIVI</i>	<i>8</i>
<i>Nota descrittiva sezione 2D elettrotomografica</i>	<i>9</i>
<i>4.0 ALLEGATO FOTOGRAFICO</i>	<i>12</i>

## 1.0 PREMESSA

La prova geofisica oggetto del presente rapporto è stata commissionata dalla Ditta Michelangelo P.G. s.r.l. - Via Giovanni Falcone, n° 17 - 90023 Ciminna (PA) e riguarda la caratterizzazione elettro-tomografica dei terreni per la definizione dell'andamento e la profondità del passaggio tra conglomerati ed argille sottostanti e la presenza e la profondità di una eventuale falda freatica.

In particolare, sono state eseguite misure di resistività elettriche finalizzate alla ricostruzione dell'immagine elettrica del substrato onde evidenziare eventuali variazioni latero-verticali delle proprietà elettro-resistive dei terreni.

Di seguito vengono tabulate le quantità, la denominazione e le configurazioni geometrica adottata:

Riferimento tomografia	N° Elettrodi	Distanza tra gli elettrodi (m)	Lunghezza (m)
ERT 1	32	25	775

Tabella 1 – Elenco e configurazione del transetto elettrico.

L'indagine può essere schematizzata nella distribuzione areale secondo la figura seguente.

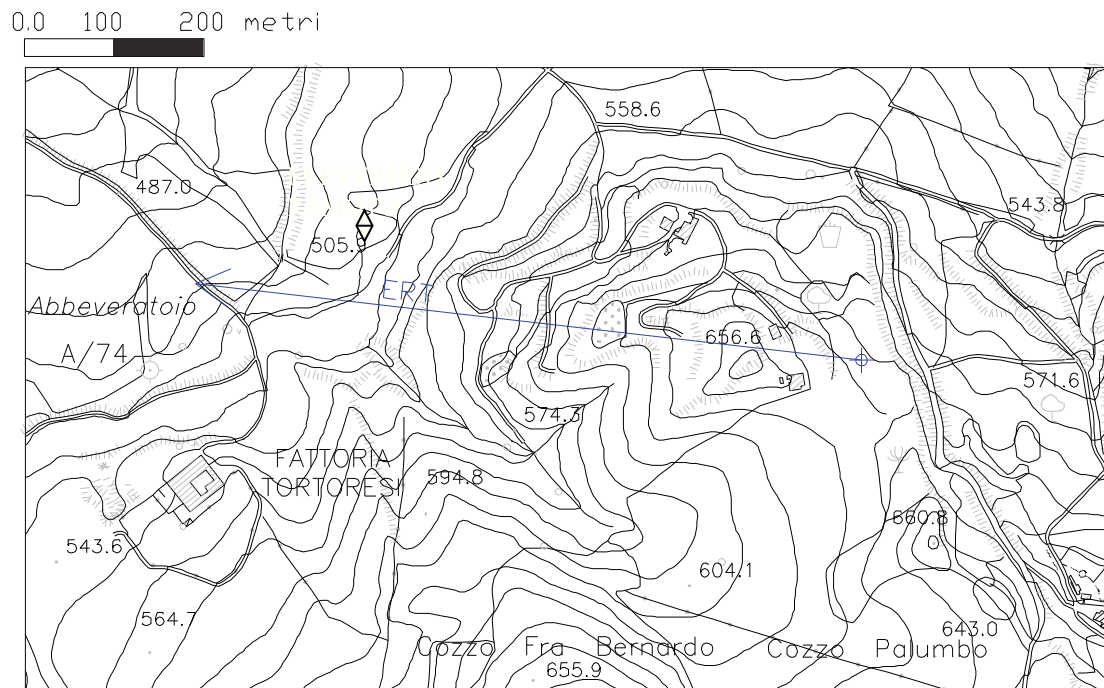


Figura 1 – Schematizzazione ubicazione transetto elettro-tomografico

## 2.0 PROSPEZIONE GEOELETTTRICA TOMOGRAFICA – Resistività

### 2.1 - Generalità

La “Tomografia Elettrica”, consiste nella determinazione di profili di resistività e/o caricabilità attraverso la disposizione sul terreno di un numero elevato di elettrodi che progressivamente vengono spostati lungo una data direzione variandone la distanza inter-elettrodica al fine di aumentare la profondità d’investigazione. Il set di dati così ottenuto consente la costruzione di una matrice di valori di resistività la cui inversione, mediante algoritmi matematici, restituisce la definizione del mezzo investigato in “immagini” di elettro-resistive.

### 2.2 – Resistività delle rocce

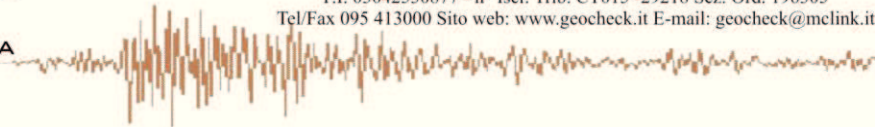
La resistività delle rocce, considerando che queste sono praticamente isolanti, dipende principalmente dalla presenza di acqua nei *pori*. La quantità dei pori nella roccia è definita dalla *porosità* che è data dal rapporto tra il volume dei pori e quello della roccia. Macrofessure o cavità laddove l’unica presenza è l’aria hanno un comportamento elettrico nullo, cioè la resistività tende a valori altissimi (*infinito* dal punto di vista teorico).

La resistività di una roccia dipende ancora dalla *tessitura*, cioè dalla disposizione, forma e dimensioni dei granuli che la compongono, e dai vuoti riempiti di acqua. Si precisa che le rocce ed i minerali non sono mezzi *isotropi* e cioè corpi materiali dove le grandezze fisiche si mantengono le stesse prescindendo dalla direzione, ma variano da leggermente a fortemente *anisotropi*. L’anisotropia delle rocce, relativamente alla resistività, è il risultato di una combinazione di differenti caratteristiche spaziali legate a *microfessurazioni*, *stratificazioni variabili*, tessitura, porosità.

Quindi riepilogando la resistività elettrica, oltre alle proprietà elettriche intrinseche del materiale indagato, principalmente dai seguenti fattori:

- grado di saturazione dei pori;
- porosità;
- la densità, ovvero lo stato d’addensamento (specie in terreni alluvionali) della formazione;
- la granulometria;
- l’eventuale grado di fratturazione;
- la presenza di acqua o di umidità e quindi il grado di saturazione;
- salinità del fluido presente nei pori;





- la presenza di vuoti;
- temperatura;
- presenza di sostanze organiche (idrocarburi, solventi, ecc.);
- presenza di argilla.

La relazione empirica proposta da Archie, invece, è valida per suoli avente scarsa componente argillosa (sabbie, ghiaie):

$$\rho_s = \rho_f a \varphi^{-n} S^{-m}$$

Dove:

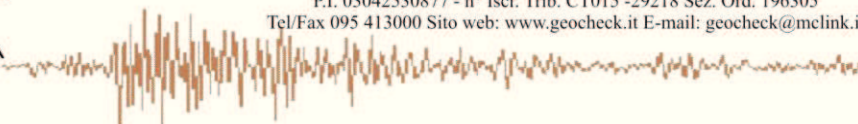
- $\rho_s$ : resistività ( $\Omega \cdot m$ ) del suolo parzialmente saturo di fluido;
- $\rho_f$ : resistività ( $W \cdot m$ ) del fluido presente nei pori;
- $S$ : frazione del volume di pori occupata dal fluido;
- $m$ : coefficiente di saturazione (solitamente assunto essere pari a 2 in caso di saturazione in acqua);
- $a$ : costante empirica, detta di Winsaur (tipico per sabbia: 0.62);
- $n$ : coefficiente empirico, detto di "tortuosità" (tipico per sabbia: 2.15);
- $\varphi$ : porosità del suolo.

La resistività del fluido  $\rho_f$  è calcolabile, qualora si conoscano le concentrazioni di ioni in soluzione (ad es.  $Cl^-$ ,  $SO_4^{=}$ ,  $NO_3^-$ , ecc.), utilizzando la formula:

$$\rho_f = 0.0123 + 10 (3.562 - 0.955 \log_{10} C)$$

Dove  $C$  è la somma delle concentrazioni (pesate da opportuni coefficienti ricavati sperimentalmente per ciascun ione) di tutti gli ioni presenti.

In geoelettrica si osserva il "flusso" delle cariche attraverso le rocce, trascurando le tendenze allo squilibrio elettrico. Il flusso di cariche è la corrente elettrica che scorre per convezione da un polo positivo (+) ad un altro negativo (-). Questa si misura in Ampere (A) e cioè la quantità che passa in un punto del circuito nell'unità di tempo (1 secondo). Ciò che determina il flusso è la differenza di potenziale (d.d.p.) e cioè la depressione elettrica tra due punti distanti. La d.d.p. si misura in Volt (V). Nelle rocce il flusso di corrente è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale (V). Il rapporto tra d.d.p. e corrente (I), a meno di un coefficiente geometrico (K),



definisce la resistenza offerta da un corpo a farsi attraversare da cariche. Questo semplice rapporto, definito come legge di Ohm, introduce una terza grandezza: la resistività elettrica ( $\rho$ ).

$$\rho = K \frac{V}{I}$$

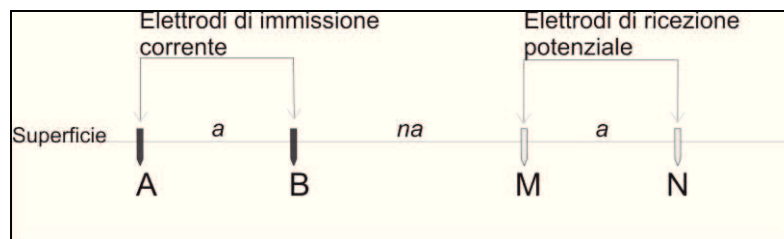
Vengono di seguito elencati i “range” di resistività di alcune rocce, minerali e metalli:

ROCCE – MINERALI - METALLI	Resistività (ohmm)*
<b>Rocce sedimentarie</b>	
Calcare	100 – 5000
Argilla	1 – 100
Ghiaia	100 – 5000
Sabbia	100 – 10 <sup>3</sup>
Arenaria	100 -10 <sup>4</sup>
Marna	1 - 100
Quarzite	5000 – 10 <sup>5</sup>
<b>Rocce ignee e metamorfiche</b>	
Basalto	10 – 10 <sup>5</sup>
Granito	100- 10 <sup>5</sup>
Marmo	100 – 10 <sup>6</sup>
Scisto	10 – 10 <sup>4</sup>
Gabbro	10 <sup>3</sup> – 10 <sup>6</sup>
Ardesia	100 – 10 <sup>6</sup>
<b>Minerali e metalli</b>	
Pirite	0,0001 - 10
Argento	10 <sup>-7</sup>
Grafite	0,001 - 1
Quarzo	10 <sup>5</sup>
Salgemma	10 – 10 <sup>9</sup>
Bauxite	200 - 6000
Galena	0,01 - 200
<b>Acque</b>	
Di mare	< 0,2
Pura	100 – 10 <sup>3</sup>
Naturale	1 - 100
Con 20% di sale (NaCl)	0,001

\*I valori sono assolutamente approssimativi.

## 2.3 -Strumentazione ed acquisizione dati

La strumentazione utilizzata consiste in un georesistivimetro multielettrodico digitale (24 bit) con risoluzione fino a 100 microvolts, dotato di una gestione automatica degli elettrodi, in grado cioè, di commutare gli elettrodi disposti lungo la sezione da investigare in elettrodi d'immissione ed in elettrodi di misura con tutte le possibili combinazioni quadripolari degli elettrodi (Figure seguenti). Nel caso specifico è stata scelta la configurazione Wenner – Schlumberger eseguendo inoltre la correzione topografica in “input” di inversione.



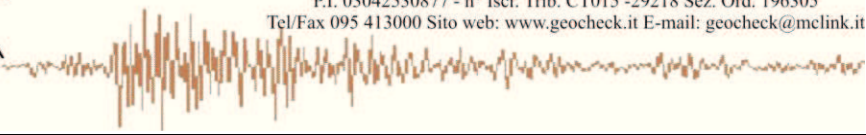
Esempio configurazione dipolo - dipolo

L'acquisizione dei dati consiste nel misurare la differenza di potenziale che si genera nei picchetti di misura M – N, secondo delle geometrie prefissate.

Nel dettaglio l'operazione d'acquisizione può essere riassunta così come segue:

- Disposizione sul terreno degli elettrodi lungo un dato profilo;
- Scelta della configurazione geometrica;
- Annullamento dei potenziali spontanei;
- Immissione della corrente;
- Misura ed archiviazione dati.

La restituzione dei dati avviene in forma matriciale consentendone l'immediata elaborazione.



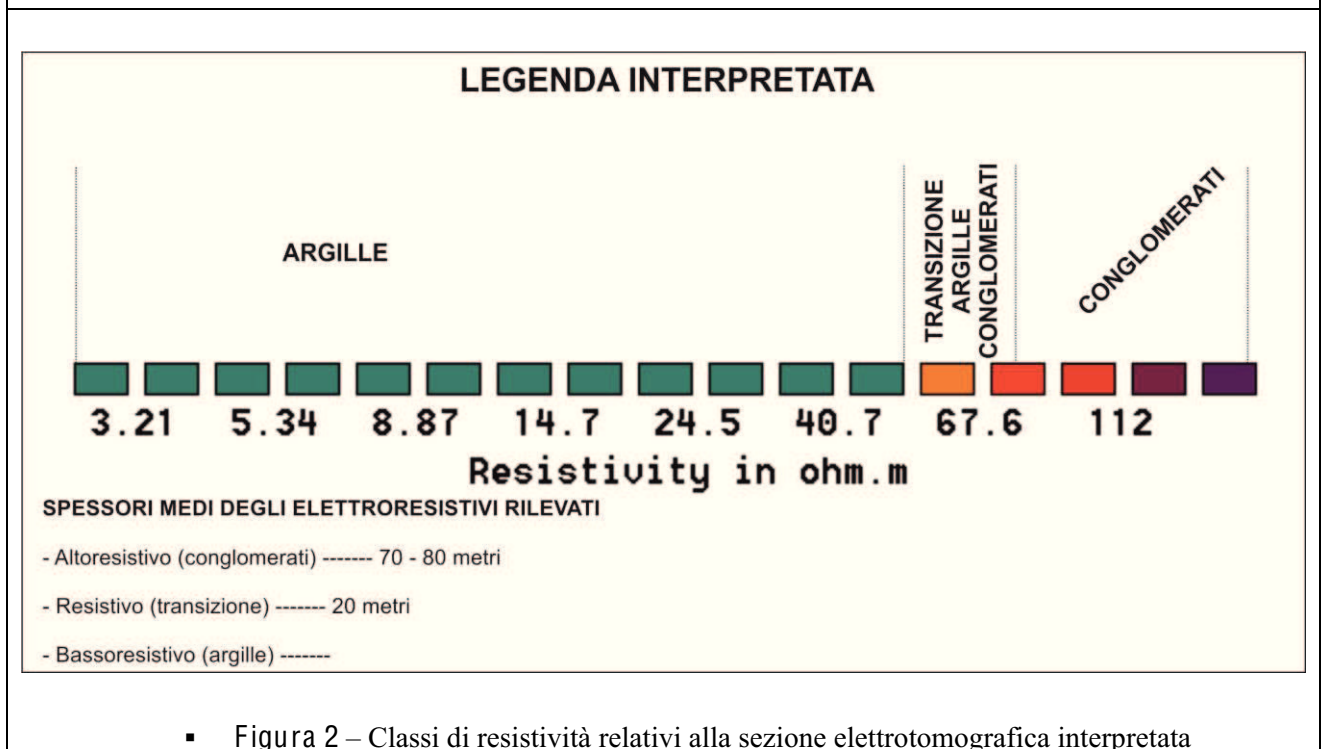
### 3.0 RISULTATI E INTERPRETAZIONE DEI PROFILI ELETTRORESISTIVI

Di seguito si riportano i risultati della linea elettro-tomografica, che consistono nella definizione della immagine elettrica del substrato espressa in resistività ( $\text{ohm}^*\text{m}$ ) e nella sezione elettro-tomografica interpretata per classi di resistività e riferimento litologico. Il riferimento litologico è stato basato sulle conoscenze geologiche dell'area prossima al sito studiato.

Nella tabella seguente si riportano i valori di resistività, il tipo di elettrostrato, riferimento litologico e la relativa scala cromatica (figura 2).

Resistività	Elettrostrato	Litotipo
Res. <40.7 $\text{ohm}^*\text{m}$	Basso-resistivo (BR)	ARGILLE
40.7 $\text{ohm}^*\text{m}$ > Res. < 90.0 $\text{ohm}^*\text{m}$	Resistivo (MR)	TRANSIZIONE LITOLOGICA
Res. > 90.0 $\text{ohm}^*\text{m}$	Alto-resistivo (AR)	CONGLOMERATI - ARENARIE

Tabella 2 - elettrostratigrafia



## Nota descrittiva sezione 2D elettrotomografica

La struttura elettrica del sottosuolo è riconducibile ad una sovrapposizione tabulare degli elettrostrati individuati. In dettaglio, si ha un elettrostrato alto-resistivo (da ora in poi AR) confinato fino a circa 70 - 80 metri di profondità; quindi si passa ad un elettrostrato medio-resistivo di transizione di spessore pari a circa 20 metri (da ora in poi MR); ed infine il basso-resistivo (da ora in poi BR). L'AR, dalle informazioni geologiche dell'area forniteci dal Geologo Dr. Francesco Cavallaro, può essere ascrivibile alla porzione conglomeratico – arenacea. L'elettrostrato BR è riconducibile a litologie argillose.

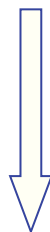
In merito alla presenza di falde acquifere all'interno delle litologie investigate è possibile desumere quanto segue:

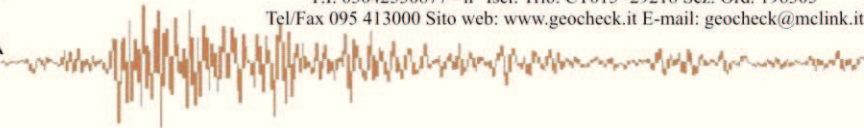
- Non si rileva presenza di orizzonti piezometrici all'interno dell'AR (conglomerati e arenarie);
- Allorquando sia esistente un livello piezometrico, anche se le morfologie del substrato (irregolari) non sono a favore di un battente significativo, questo si allocherebbe all'interno della porzione MR.

**Nota:** Il ristretto campo numerico di valori di resistività registrati ( $3.21 \div 141.0 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ ), non consente di marcare dei passaggi lito\_stratigrafici netti.

Pertanto, la banda di transizione può essere considerata come “deviazione standard di scala” degli elettrostrati estremi AR e BR.

Allegato output grafici





Tomo\_ERT: Nr. Elettrodi 32 spaziatura tra gli elettrodi 25 m. Profondità di investigazione raggiunta m. 125.6 – Risoluzione 12.5 m.

Non sono state riscontrate particolari problematiche logistiche e di posizionamento elettrodo. In riferimento alla resistenza di contatto, si è registrata una resistenza  $\approx 1\text{Kohm}$  in tutti gli elettrodi

### SEZIONE ELETTROTOMOGRAFICA DEFAULT OUTPUT

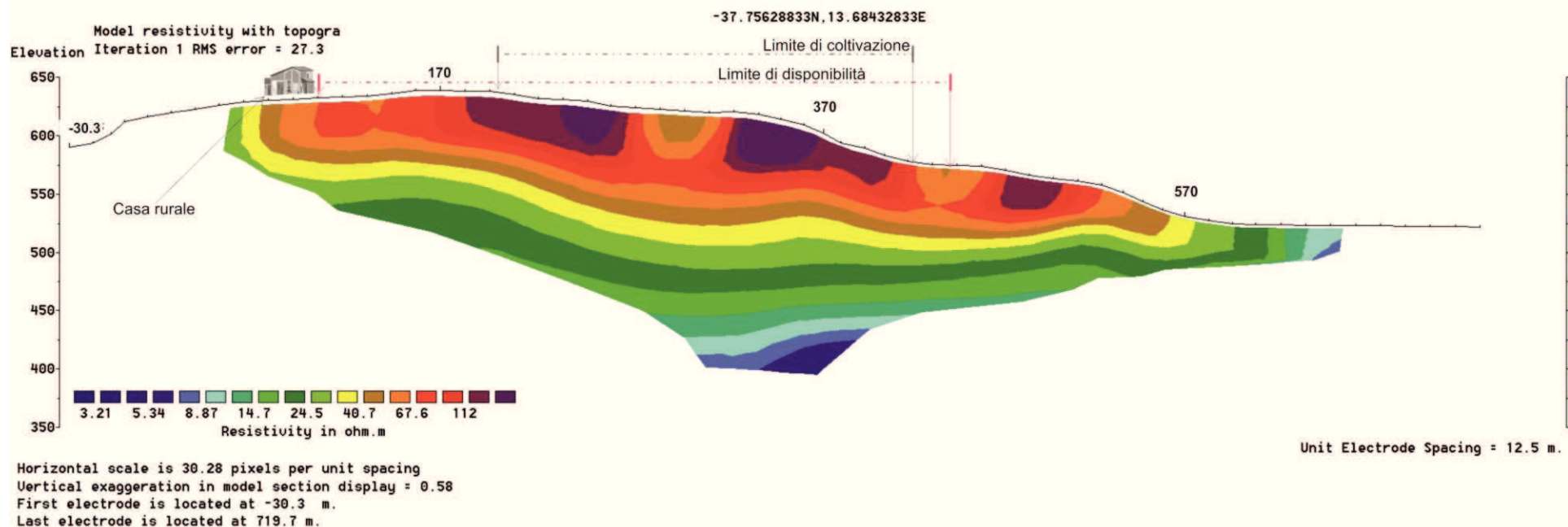
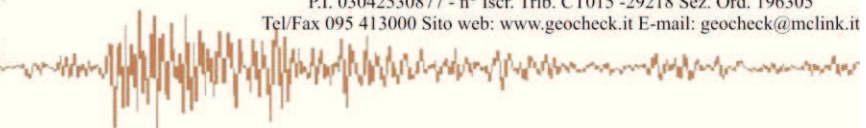


Figura 3 – Sezione elettrotomografica ERT DEFAULT min.- max.





## SEZIONE ELETTROTOMOGRAFICA NORMALIZZATA IN CLASSI DI RESISTIVITA'

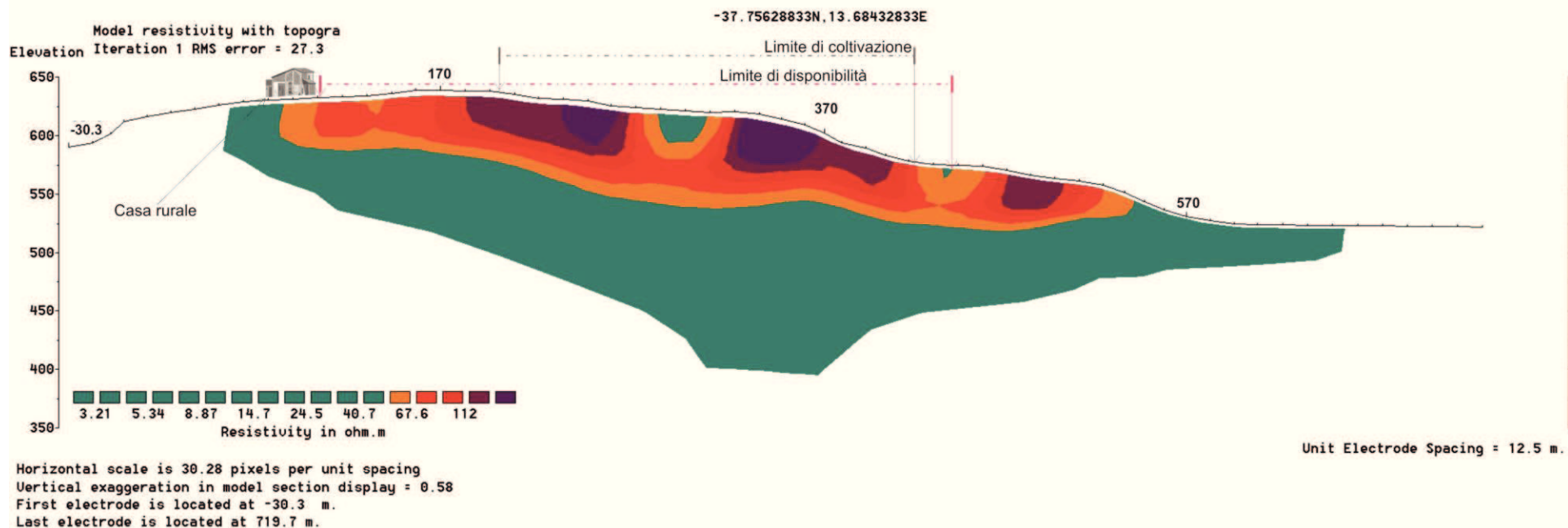
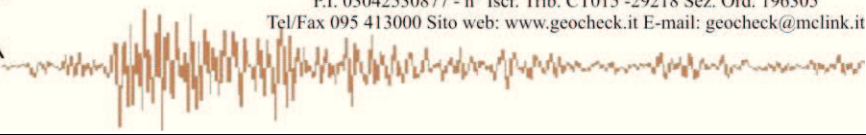


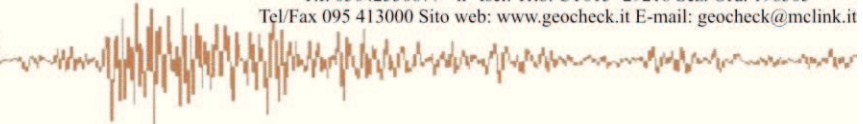
Figura 4 – Sezione elettrotomografica ERT NORMALIZZATA min.- max.



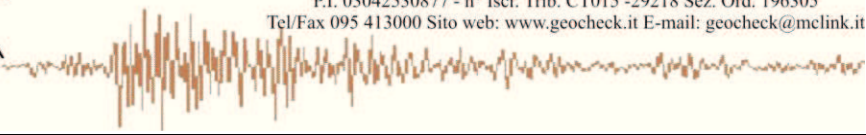
#### 4.0 ALLEGATO FOTOGRAFICO











Perito Minerario Luigi Valenza  
Via Filippo Paladino n°50  
Caltanissetta

***Richiedente***

---

Cava di conglomerati ed arenarie denominata in convenzione  
"Tortoresi-Michelangelo" del territorio del Comune di  
Castronovo di Sicilia (PA), nell'omonima contrada  
Esercente: Società Michelangelo P.G. s.r.l.

***Lavoro***

---

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

*Riferimento lavoro n. GEO 570 del 01/12/2015*



**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE PER PIETRE NATURALI**

Norma UNI EN 1926:2007

**Verbale di accettazione n.** GEO 570 del 01/12/2015 **Data della prova** 16/12/2015

**Richiesta di prova sottoscritta da** Perito Minerario Luigi Valenza  
 Via Filippo Paladino n°50, Caltanissetta

**Lavoro** Cava di conglomerati ed arenarie denominata in convenzione "Tortoresi-Michelangelo" del territorio del Comune di Castronovo di Sicilia (PA), nell'omonima contrada  
 Esercente: Società Michelangelo P.G. s.r.l.

**Campioni consegnati in cantiere da** D.L. Luigi Valenza al tecnico della Geolab geom. Giuseppe Frittitta

**Tipologia dei campioni** Blocchi di litoide

**Geometria dei provini ricavati** Cubica

**Preparazione della superficie dei provini** Spianatura, rettifica e cappatura


**Condizionamento dei provini** Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

**Orientazione dell'asse del carico rispetto ai piani di anisotropia** Campione 5: piani di anisotropia assenti  
 Campione 8: piani di anisotropia variamente orientati

**Apparecchiatura di prova** Pressa idraulica Controls mod. C50/C  
 Capacità massima 3000 kN  
 Classe di precisione 1

Sigla campione	Sigla provino	Data prelievo	Tipologia campione	Dimensioni		Sezione A [mm <sup>2</sup> ]	Massa provino [kg]	Massa volumica * [kg/m <sup>3</sup> ]	Carico di rottura F [N]	Resistenza a compressione R [MPa]
				T [mm]	h [mm]					
5	5-1	30/11/15	conglomerato	71.7	74.0	5 138	0.949	2 499	151 085	<b>29.41</b>
5	5-2	30/11/15	conglomerato	71.4	72.3	5 102	0.934	2 531	196 160	<b>38.45</b>
8	8-1	01/12/15	arenaria	72.3	73.6	5 224	0.930	2 420	199 165	<b>38.12</b>
8	8-2	01/12/15	arenaria	72.9	73.2	5 316	0.992	2 549	382 816	<b>72.01</b>

\* determinata mediante misure lineari

  
 Lo sperimentatore  
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico  
 Dott. Angelo Mulone

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE (metodo con misurazioni lineari)**  
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005

**Verbale di accettazione n.** GEO 570 del 01/12/2015 **Data inizio prova** 10/12/15

**Richiesta di prova  
sottoscritta da** Perito Minerario Luigi Valenza  
Via Filippo Paladino n°50  
Caltanissetta

**Lavoro** Cava di conglomerati ed arenarie denominata in convenzione  
"Tortoresi-Michelangelo" del territorio del Comune di  
Castronovo di Sicilia (PA), nell'omonima contrada  
Esercente: Società Michelangelo P.G. s.r.l.

**Sigla campione** C2 **Profondità m** 21.00-21.30

**Campione consegnato in cantiere da** D.L. Luigi Valenza al tecnico della Geolab geom. Giuseppe Frittitta  
**Campionamento eseguito da** Geocostruzioni s.r.l.  
**Procedura di campionamento** carotiere semplice nel corso di sondaggio meccanico  
**Data prelievo campione** 01/12/15  
**Contenitore campione** cassetta catalogatrice  
**Chiusura contenitore** telo di plastica  
**Forma campione** cilindrica  
**Lunghezza campione cm** 32.0  
**Diametro campione cm** 8.5  
**Condizioni campione all'estrazione** campione integro  
**Apparecchiatura utilizzata** bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata,  
essiccatore in vetro, fustelle metalliche a pareti sottili con bordo tagliente  
calibro digitale con precisione pari a 0.01 mm

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa fustella	[g]	60.48	60.50	60.53
Altezza fustella	[mm]	19.49	19.50	19.47
Diametro fustella	[mm]	50.52	50.51	50.48
Massa fustella + provino umido	[g]	145.05	145.81	143.06
Massa fustella + provino secco	[g]	135.56	136.16	134.06
Massa volumica	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.16	2.18	2.12
Massa volumica secca	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.92	1.94	1.89
Contenuto d'acqua	[%]	12.64	12.75	12.24

**Risultati della prova**

<b>Massa volumica</b>	<b>Mg/m<sup>3</sup></b>	<b>2.16</b>
<b>Massa volumica secca</b>	<b>Mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.92</b>
<b>Contenuto d'acqua</b>	<b>%</b>	<b>12.54</b>

Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Angelo Mulione

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIO DI TAGLIO DIRETTO**  
Norma BS 1377: Part 7:1990

**Verbale di accettazione n.** GEO 570 del 01/12/2015      **Data inizio prova**      10/12/2015

**Richiesta di prova  
sottoscritta da**      Perito Minerario Luigi Valenza  
Via Filippo Paladino n°50  
Caltanissetta

**Lavoro**      Cava di conglomerati ed arenarie denominata in convenzione  
"Tortoresi-Michelangelo" del territorio del Comune di  
Castronovo di Sicilia (PA), nell'omonima contrada  
Esercente: Società Michelangelo P.G. s.r.l.

**Sigla campione**      **C2**      **Profondità m**      **21.00-21.30**

**Campione consegnato in cantiere da**      D.L. Luigi Valenza al tecnico della Geolab geom. Giuseppe Frittitta

**Campionamento eseguito da**      Geocostruzioni s.r.l.

**Procedura di campionamento**      carotiere semplice nel corso di sondaggio meccanico

**Data prelievo campione**      01/12/15

**Contenitore campione**      cassetta catalogatrice

**Forma campione**      cilindrica

**Lunghezza campione cm**      30.0

**Diametro campione cm**      8.5

**Condizioni campione all'estrazione**      campione integro

**Apparecchiatura utilizzata**      Apparecchiatura di taglio diretto MATEST servocontrollata a controllo digitale  
Sistema di rilevazione delle misure mediante trasduttori elettromeccanici  
assistiti da centralina di acquisizione ADU System 7, ELE International

  
Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio  
Dott. Angelo Mulone

Il presente rapporto di prova composto da n.10 pagine, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

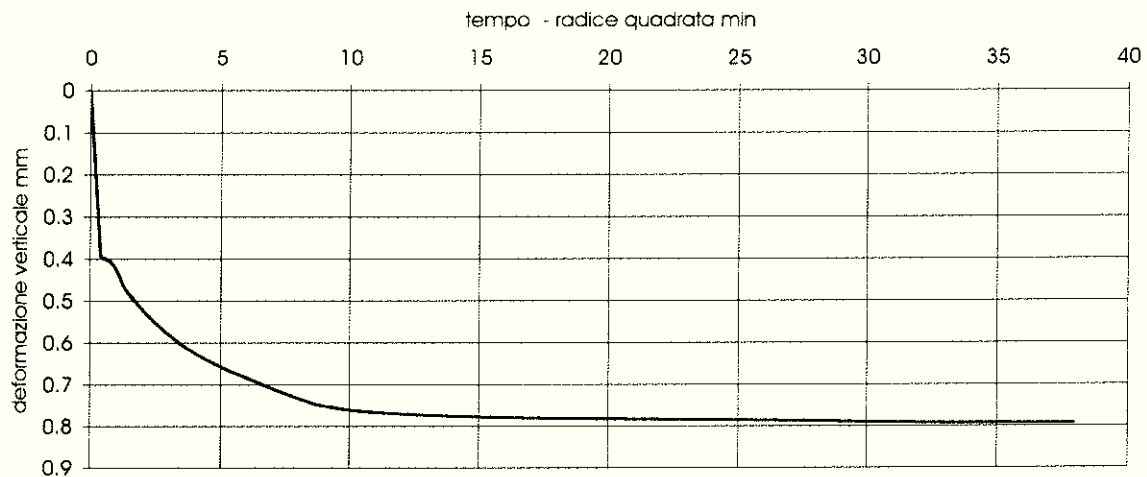
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

Caratteristiche della prova			
Norma di riferimento	BS 1377 Part 7 :1990 Clause 4	Massa volumica reale	2.70 Mg/m <sup>3</sup> (valore assunto)
Tipo di campione	Indisturbato Shelby	Singolo o multistage	Singolo stage
Temperatura di prova	20 °C	<b>Sforzo normale applicato</b>	<b>200 kPa</b>

Caratteristiche del provino			
Riferimento provino	<b>A</b>		
Altezza iniziale	23.44 mm	Area	2816.60 mm <sup>2</sup>
Preparazione	Infissione di fustella metallica a bordi taglienti	Contenuto d'acqua iniziale	12.4 %
Massa volumica iniziale	2.02 Mg/m <sup>3</sup>	Massa volumica secca iniziale	1.79 Mg/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti iniziale	0.5043	Grado di saturazione iniziale	66.64 %
Condizioni del provino	inondato		

### FASE DI CONSOLIDAZIONE deformazione verticale / radice quadrata del tempo



*Lo sperimentatore*  
Dott. Alberto Genio

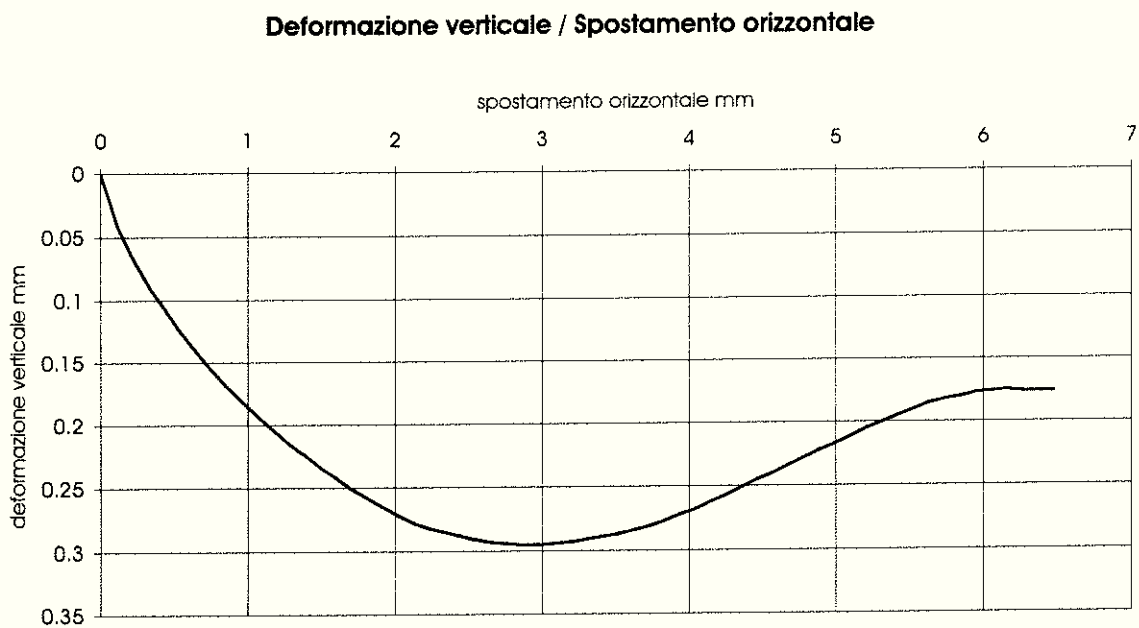
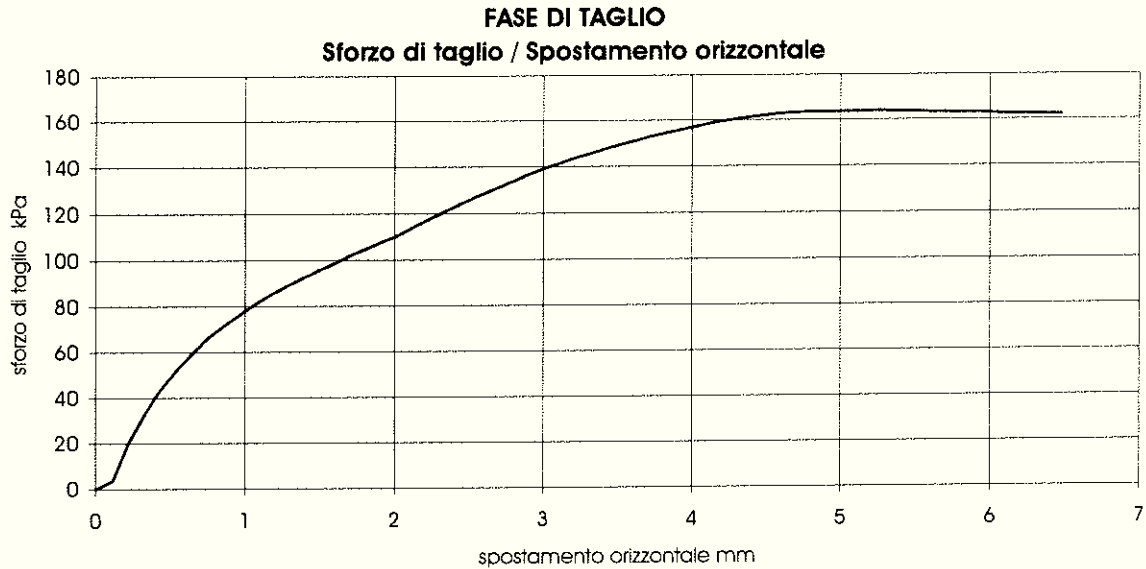
*Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica*  
Dott. Angelo Mulone

Pag. 2 di 10

## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

Velocità di deformazione orizzontale	0.0020 mm/min
--------------------------------------	---------------



*Lo sperimentatore*  
*Dott. Alberto Genio*

*Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica*  
*Dott. Angelo Mulone*



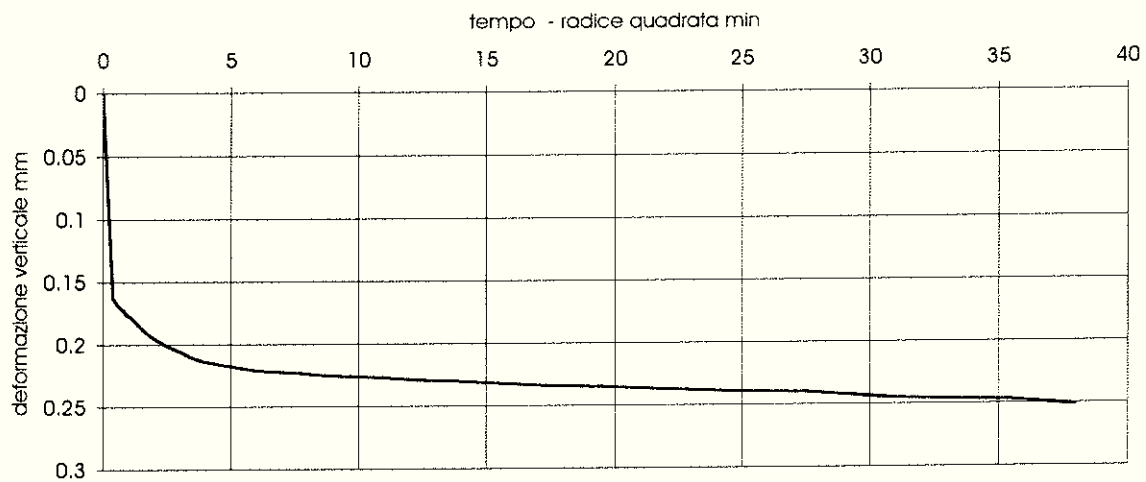
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

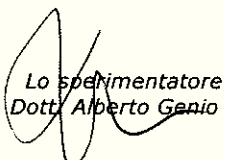
<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

<b>Caratteristiche della prova</b>			
Norma di riferimento	BS 1377 Part 7 :1990 Clause 4	Massa volumica reale	2.70 Mg/m <sup>3</sup> (valore assunto)
Tipo di campione	Indisturbato Shelby	Singolo o multistage	Singolo stage
Temperatura di prova	20 °C	<b>Sforzo normale applicato</b>	<b>400 kPa</b>

<b>Caratteristiche del provino</b>			
Riferimento provino	<b>B</b>		
Altezza iniziale	23.97 mm	Area	2816.60 mm <sup>2</sup>
Preparazione	Infissione di fustella metallica a bordi taglienti	Contenuto d'acqua iniziale	12.7 %
Massa volumica iniziale	2.18 Mg/m <sup>3</sup>	Massa volumica secca iniziale	1.94 Mg/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti iniziale	0.3946	Grado di saturazione iniziale	86.85 %
Condizioni del provino	Inondato		

### FASE DI CONSOLIDAZIONE deformazione verticale / radice quadrata del tempo



  
 Lo sperimentatore  
 Dott. Alberto Genio

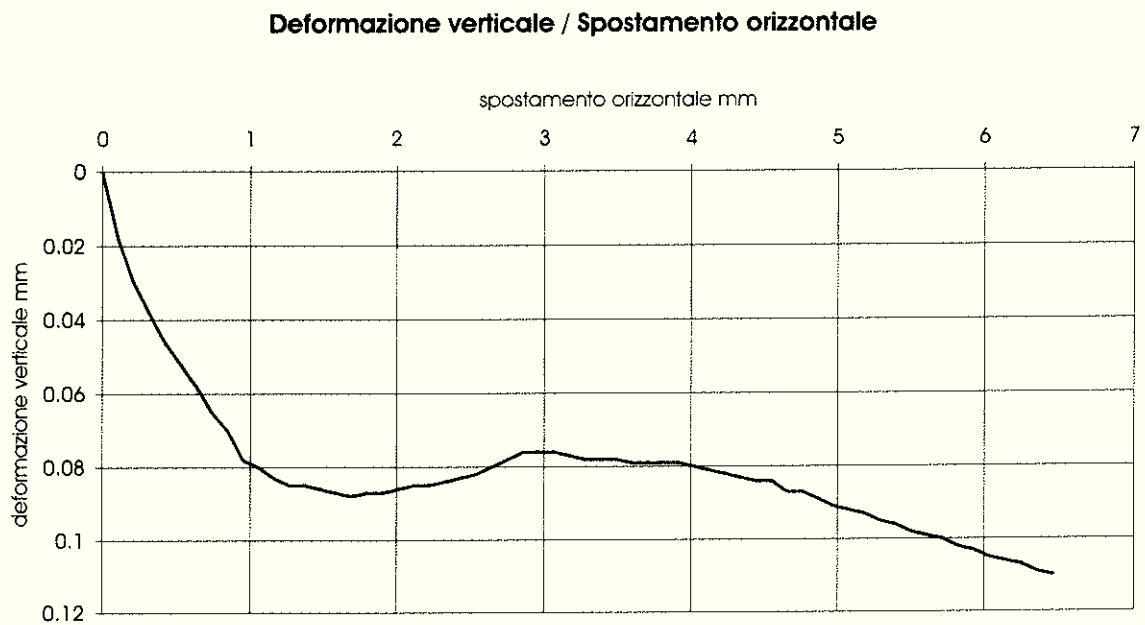
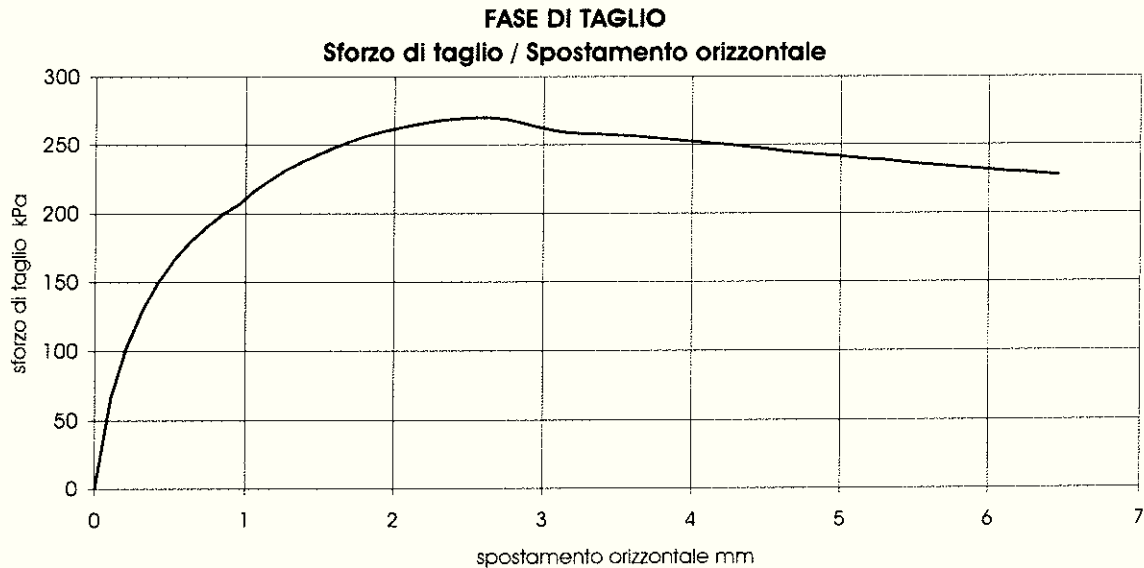
Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
 Dott. Angelo Mulone

Pag. 4 di 10

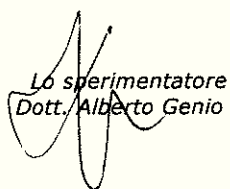
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

Velocità di deformazione orizzontale	0.0020 mm/min
--------------------------------------	---------------



Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio



Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
Dott. Angelo Mulone

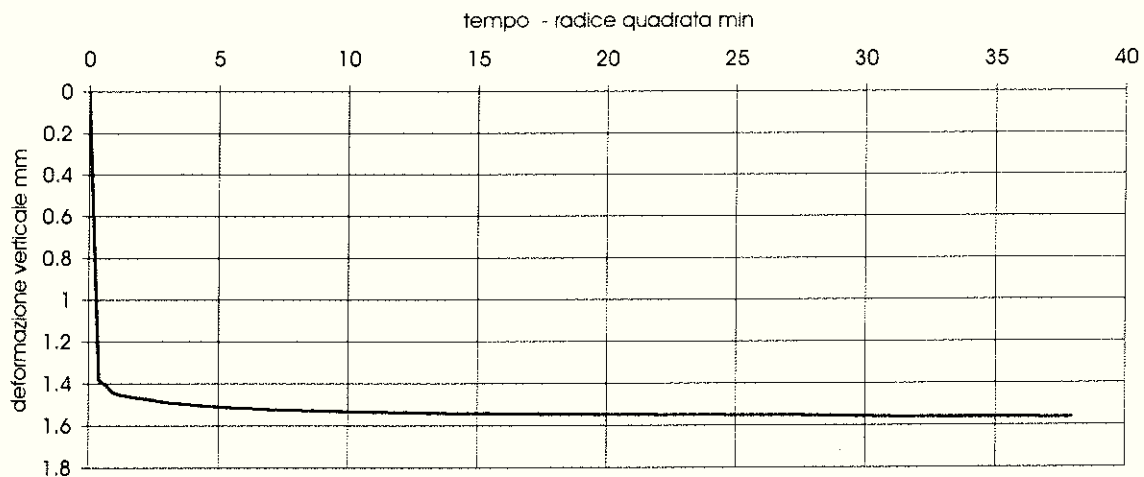
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

<b>Caratteristiche della prova</b>			
Norma di riferimento	BS 1377 Part 7 :1990 Clause 4	Massa volumica reale	2.70 Mg/m <sup>3</sup> (valore assunto)
Tipo di campione	Indisturbato Shelby	Singolo o multistage	Singolo stage
Temperatura di prova	20 °C	<b>Sforzo normale applicato</b>	<b>600 kPa</b>

<b>Caratteristiche del provino</b>			
Riferimento provino	<b>C</b>		
Altezza iniziale	23.35 mm	Area	2816.60 mm <sup>2</sup>
Preparazione	Infissione di fustellam metallica a bordi taglienti	Contenuto d'acqua iniziale	12.6 %
Massa volumica iniziale	2.18 Mg/m <sup>3</sup>	Massa volumica secca iniziale	1.93 Mg/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti iniziale	0.3975	Grado di saturazione iniziale	85.52 %
Condizioni del provino	inondato		

### FASE DI CONSOLIDAZIONE deformazione verticale / radice quadrata del tempo



Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

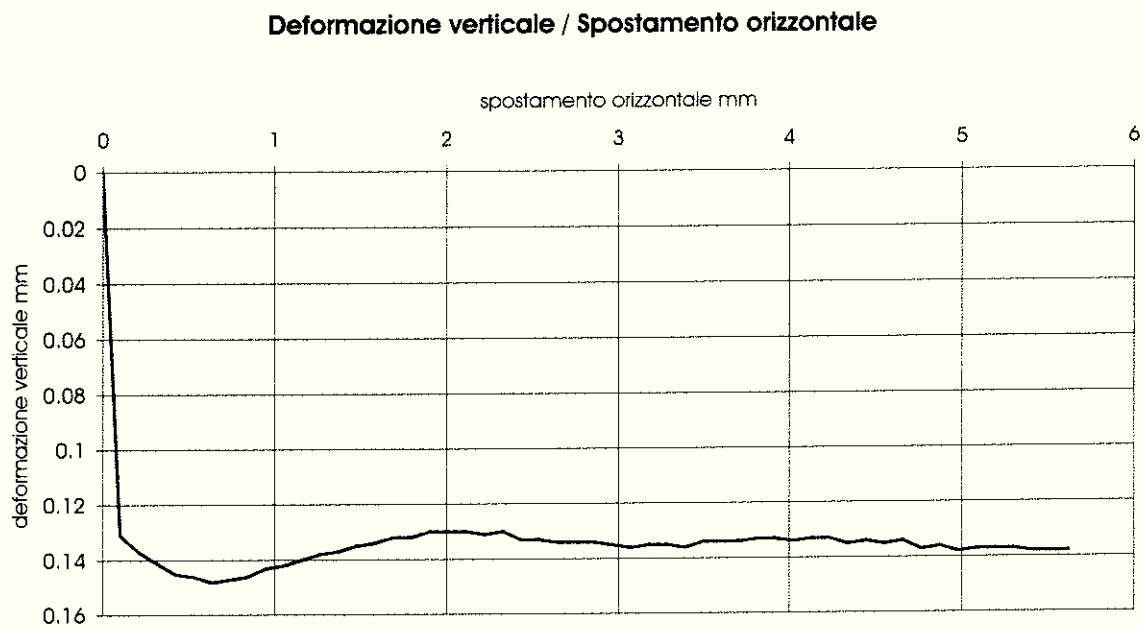
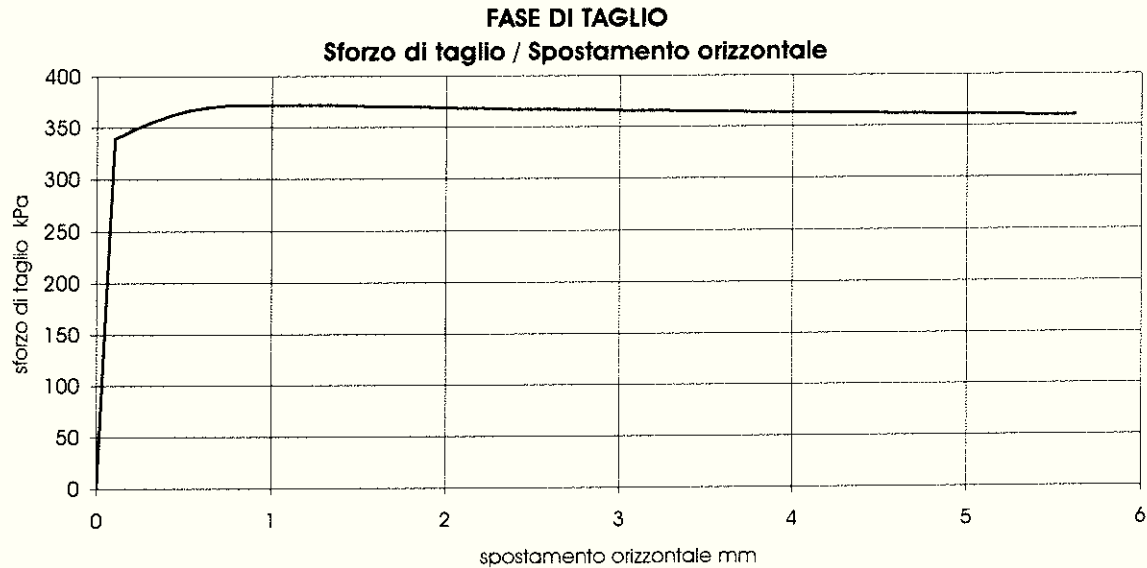
Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
Dott. Angelo Mulone

Pag. 6 di 10

## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

Velocità di deformazione orizzontale	0.0020 mm/min
--------------------------------------	---------------



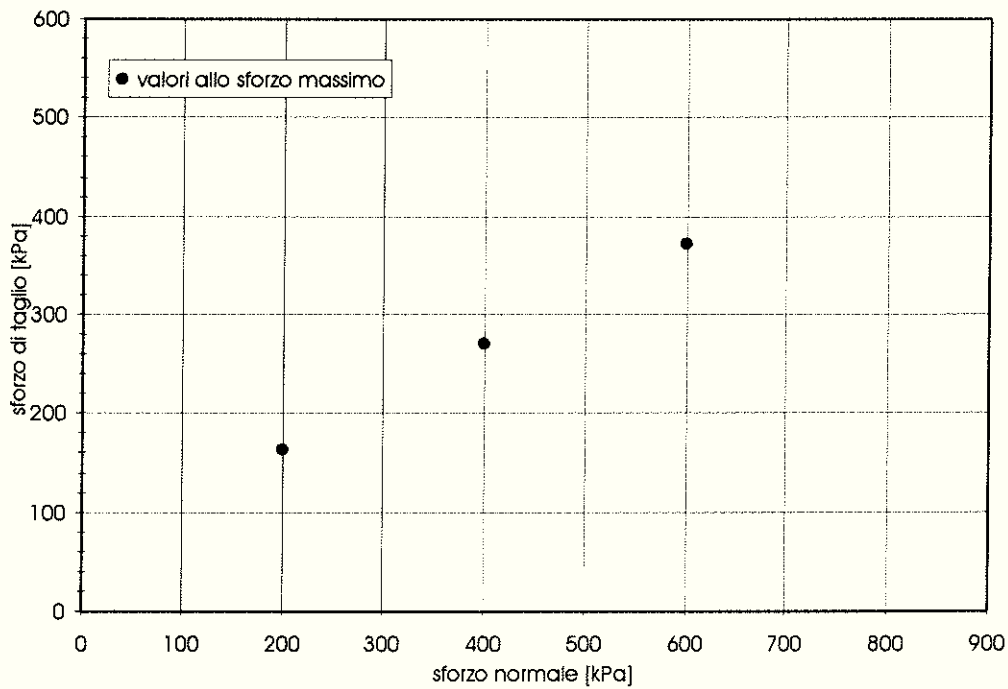
*Lo sperimentatore*  
Dott. Alberto Gerlò

*Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica*  
Dott. Angelo Mulone

## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C2	<b>Profondità</b>	m 21.00-21.30
-----------------	----	-------------------	---------------

Riferimento Provini	A	B	C
Sforzo normale applicato	200 kPa	400 kPa	600 kPa
Sforzo di taglio massimo	163.8 kPa	270.0 kPa	371.7 kPa
Spostamento orizzontale allo sforzo massimo	5.31 mm	2.65 mm	1.16 mm
Velocità di deformazione	0.0020 mm/min	0.0020 mm/min	0.0020 mm/min
Altezza finale	22.47 mm	23.61 mm	21.65 mm
Spostamento orizzontale totale	6.478 mm	6.455 mm	5.616 mm



Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
Dott. Angelo Mulone

Pag. 8 di 10



geo 570  
campione C2 m 21.00-21.30

provino A		provino A		provino B		provino B		provino C		provino C	
Consolidation Graph Data		Square Root Mins		Consolidation Graph Data		Square Root Mins		Consolidation Graph Data		Square Root Mins	
XUnits	Time	XAxis	Time	XUnits	Time	XAxis	Time	XUnits	Time	XAxis	Time
YUnits	mm	YUnits	mm	YUnits	mm	YUnits	mm	YUnits	mm	YUnits	mm
YAxis	Deformation	YAxis	Deformation	YAxis	Deformation	YAxis	Deformation	YAxis	Deformation	YAxis	Deformation
XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.39	0.393	0.39	0.393	0.39	0.393	0.39	0.393	0.39	0.393	0.39	0.393
0.45	0.396	0.45	0.396	0.45	0.396	0.45	0.396	0.45	0.396	0.45	0.396
0.5	0.397	0.5	0.397	0.5	0.397	0.5	0.397	0.5	0.397	0.5	0.397
0.56	0.399	0.56	0.399	0.56	0.399	0.56	0.399	0.56	0.399	0.56	0.399
0.63	0.401	0.63	0.401	0.63	0.401	0.63	0.401	0.63	0.401	0.63	0.401
0.71	0.404	0.71	0.404	0.71	0.404	0.71	0.404	0.71	0.404	0.71	0.404
0.8	0.408	0.8	0.408	0.8	0.408	0.8	0.408	0.8	0.408	0.8	0.408
0.89	0.414	0.89	0.414	0.89	0.414	0.89	0.414	0.89	0.414	0.89	0.414
1	0.425	1	0.425	1	0.425	1	0.425	1	0.425	1	0.425
1.13	0.442	1.13	0.442	1.13	0.442	1.13	0.442	1.13	0.442	1.13	0.442
1.26	0.461	1.26	0.461	1.26	0.461	1.26	0.461	1.26	0.461	1.26	0.461
1.41	0.477	1.41	0.477	1.41	0.477	1.41	0.477	1.41	0.477	1.41	0.477
1.59	0.49	1.59	0.49	1.59	0.49	1.59	0.49	1.59	0.49	1.59	0.49
1.78	0.504	1.78	0.504	1.78	0.504	1.78	0.504	1.78	0.504	1.78	0.504
2	0.52	2	0.52	2	0.52	2	0.52	2	0.52	2	0.52
2.24	0.536	2.24	0.536	2.24	0.536	2.24	0.536	2.24	0.536	2.24	0.536
2.52	0.553	2.52	0.553	2.52	0.553	2.52	0.553	2.52	0.553	2.52	0.553
2.83	0.571	2.83	0.571	2.83	0.571	2.83	0.571	2.83	0.571	2.83	0.571
3.07	0.583	3.07	0.583	3.07	0.583	3.07	0.583	3.07	0.583	3.07	0.583
3.45	0.602	3.45	0.602	3.45	0.602	3.45	0.602	3.45	0.602	3.45	0.602
3.87	0.619	3.87	0.619	3.87	0.619	3.87	0.619	3.87	0.619	3.87	0.619
4.35	0.636	4.35	0.636	4.35	0.636	4.35	0.636	4.35	0.636	4.35	0.636
4.88	0.653	4.88	0.653	4.88	0.653	4.88	0.653	4.88	0.653	4.88	0.653
5.48	0.67	5.48	0.67	5.48	0.67	5.48	0.67	5.48	0.67	5.48	0.67
6.15	0.687	6.15	0.687	6.15	0.687	6.15	0.687	6.15	0.687	6.15	0.687
6.9	0.706	6.9	0.706	6.9	0.706	6.9	0.706	6.9	0.706	6.9	0.706
7.75	0.727	7.75	0.727	7.75	0.727	7.75	0.727	7.75	0.727	7.75	0.727
8.72	0.747	8.72	0.747	8.72	0.747	8.72	0.747	8.72	0.747	8.72	0.747
9.75	0.758	9.75	0.758	9.75	0.758	9.75	0.758	9.75	0.758	9.75	0.758
10.95	0.766	10.95	0.766	10.95	0.766	10.95	0.766	10.95	0.766	10.95	0.766
12.29	0.771	12.29	0.771	12.29	0.771	12.29	0.771	12.29	0.771	12.29	0.771
13.78	0.775	13.78	0.775	13.78	0.775	13.78	0.775	13.78	0.775	13.78	0.775
15.49	0.778	15.49	0.778	15.49	0.778	15.49	0.778	15.49	0.778	15.49	0.778
17.38	0.78	17.38	0.78	17.38	0.78	17.38	0.78	17.38	0.78	17.38	0.78
19.52	0.782	19.52	0.782	19.52	0.782	19.52	0.782	19.52	0.782	19.52	0.782
21.91	0.783	21.91	0.783	21.91	0.783	21.91	0.783	21.91	0.783	21.91	0.783
24.6	0.785	24.6	0.785	24.6	0.785	24.6	0.785	24.6	0.785	24.6	0.785
27.6	0.787	27.6	0.787	27.6	0.787	27.6	0.787	27.6	0.787	27.6	0.787
30.98	0.791	30.98	0.791	30.98	0.791	30.98	0.791	30.98	0.791	30.98	0.791
32.86	0.792	32.86	0.792	32.86	0.792	32.86	0.792	32.86	0.792	32.86	0.792
35.5	0.792	35.5	0.792	35.5	0.792	35.5	0.792	35.5	0.792	35.5	0.792
37.95	0.793	37.95	0.793	37.95	0.793	37.95	0.793	37.95	0.793	37.95	0.793

Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data	
XUnits	mm	XUnits	mm	XUnits	mm	XUnits	mm	XUnits	mm
YAxis	Horizontal Displacement	YAxis	Horizontal Displacement	YAxis	Horizontal Displacement	YAxis	Horizontal Displacement	YAxis	Horizontal Displacement
YUnits	kPa	YUnits	kPa	YUnits	kPa	YUnits	kPa	YUnits	kPa
YAxis	Shear Stress	YAxis	Shear Stress	YAxis	Shear Stress	YAxis	Shear Stress	YAxis	Shear Stress
XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.113	3.7	0.106	66.5	0.099	339.4	0.206	348	0.312	355.6
0.219	20.3	0.212	103.4	0.206	348	0.312	355.6	0.418	362.1
0.325	33	0.317	130.2	0.312	355.6	0.418	362.1	0.524	366.6
0.431	43.8	0.423	150.4	0.418	362.1	0.524	366.6	0.63	369.3
0.537	52.1	0.529	166.9	0.524	366.6	0.63	369.3	0.736	371
0.643	59.4	0.635	179.8	0.63	369.3	0.736	371	0.842	371.4
0.749	66.2	0.74	190.4	0.736	371	0.842	371.4	0.948	371.7
0.855	71.5	0.846	199.8	0.842	371.4	0.948	371.7	1.054	371.4
0.961	76.3	0.952	206.5	0.948	371.7	1.054	371.4	1.16	371.7
1.067	81	1.058	216.9	1.054	371.4	1.16	371.7	1.266	371.4
1.174	85.3	1.163	224.6	1.16	371.7	1.266	371.4	1.372	371.4
1.28	89	1.269	232	1.266	371.4	1.372	371.4	1.478	370.7
1.386	92.4	1.375	238.1	1.372	371.4	1.478	370.7	1.585	370.3
1.492	95.8	1.481	243.2	1.478	370.7	1.585	370.3	1.691	369.6
1.598	98.8	1.586	248	1.585	370.3	1.691	369.6	1.797	369.6
1.704	102.2	1.692	252.4	1.691	369.6	1.797	369.6	1.903	369.3
1.81	104.9	1.798	256.5	1.797	369.6	1.903	369.3	2.009	368.6
1.916	107.9	1.908	259.6	1.903	369.3	2.009	368.6	2.115	368.2
2.022	110.7	2.013	262.1	2.009	368.6	2.115	368.2	2.221	368
2.128	114.3	2.119	264.4	2.115	368.2	2.221	368	2.327	367.5
2.234	117.8	2.225	266.6	2.221	368	2.327	367.5	2.433	366.9
2.34	121.1	2.331	268.2	2.327	367.5	2.433	366.9	2.539	366.9
2.446	124.2	2.436	269.2	2.433	366.9	2.539	366.9	2.646	366.9
2.553	127.4	2.542	270	2.539	366.9	2.646	366.9	2.751	366.6
2.659	130.2	2.648	270	2.646	366.9	2.751	366.6	2.858	366.6
2.765	133.1	2.754	268.8	2.751	366.6	2.858	366.6	2.964	365.9
2.871	136.1	2.859	266.1	2.858	366.6	2.964	365.9	3.07	365.5
2.977	138.7	2.965	263	2.964	365.9	3.07	365.5	3.176	365.5
3.083	140.9	3.071	260.5	3.07	365.5	3.176	365.5	3.282	365.2
3.189	143.3	3.177	258.8	3.176	365.5	3.282	365.2	3.388	364.8
3.295	145.2	3.283	258.3	3.282	365.2	3.388	364.8	3.494	364.5
3.401	147.5	3.388	257.9	3.388	364.8	3.494	364.5	3.6	364.5
3.507	149.4	3.494	257.1	3.494	364.5	3.6	364.5	3.706	364.1
3.613	151.2	3.6	256.6	3.6	364.5	3.706	364.1	3.812	363.4
3.719	153	3.706	255.5	3.706	364.1	3.812	363.4	3.918	363.4
3.826	154.6	3.811	254.5	3.812	363.4	3.918	363.4	4.024	363.2
3.932	156	3.917	253.3	4.024	363.2	4.024	363.2	4.13	363.2
4.038	157.4	4.023	252.4	4.13	363.2	4.13	363.2	4.237	362.7
4.144	159	4.129	251.3	4.237	362.7	4.237	362.7	4.343	362.7
4.25	160	4.234	250.2	4.343	362.7	4.343	362.7	4.449	362.5
4.356	161	4.34	249	4.449	362.5	4.449	362.5	4.555	362.1
4.462	161.8	4.446	247.7	4.555	362.1	4.555	362.1	4.661	361.8
4.568	162.6	4.552	246.5	4.661	361.8	4.661	361.8	4.767	361.8
4.674	163.2	4.657	244.9	4.767	361.8	4.767	361.8	4.873	361.1
4.78	163.4	4.763	244	4.873	361.1	4.873	361.1		
4.886	163.4	4.869	242.7						

Lo sperimentatore  
 Dott. Alberto Genio

geo 570  
campione C2 m 21.00-21.30

provino A	provino A	provino B	provino B	provino C	provino C
4.992	163.6	4.975	242	4.979	361.1
5.098	163.6	5.08	240.8	5.085	361.1
5.205	163.8	5.186	239.6	5.191	360.4
5.311	163.8	5.292	238.9	5.297	360.4
5.417	163.6	5.398	237.5	5.403	359.7
5.523	163.6	5.503	236.2	5.51	359.7
5.629	163.2	5.609	235.3	5.616	360
5.735	163.2	5.715	234.3		
5.841	163	5.821	233.3		
5.947	163	5.927	232.5		
6.053	162.6	6.032	231.4		
6.159	162.4	6.138	230.3		
6.265	162.4	6.244	229.7		
6.371	162.2	6.35	228.7		
6.478	162.1	6.455	227.7		

Shearing Graph2 Data		Shearing Graph2 Data		Shearing Graph2 Data	
XUnits	mm	XUnits	mm	XUnits	mm
XAxis	Horizontal Displacement	XAxis	Horizontal Displacement	XAxis	Horizontal Displacement
YUnits	mm	YUnits	mm	YUnits	mm
YAxis	Vertical Displacement	YAxis	Vertical Displacement	YAxis	Vertical Displacement
XData	YData	XData	YData	XData	YData
0	0	0	0	0	0
0.113	0.041	0.106	0.018	0.018	0.131
0.219	0.067	0.212	0.03	0.03	0.137
0.325	0.088	0.317	0.038	0.038	0.141
0.431	0.106	0.423	0.046	0.046	0.145
0.537	0.124	0.529	0.052	0.052	0.146
0.643	0.14	0.635	0.058	0.058	0.148
0.749	0.156	0.74	0.065	0.065	0.147
0.855	0.169	0.846	0.07	0.07	0.146
0.961	0.181	0.952	0.078	0.078	0.143
1.067	0.193	1.058	0.08	0.08	0.142
1.174	0.204	1.163	0.083	0.083	0.14
1.28	0.215	1.269	0.085	0.085	0.138
1.386	0.224	1.375	0.085	0.085	0.137
1.492	0.234	1.481	0.086	0.086	0.135
1.598	0.242	1.586	0.087	0.087	0.134
1.704	0.251	1.692	0.088	0.088	0.132
1.81	0.258	1.798	0.087	0.087	0.132
1.916	0.265	1.908	0.087	0.087	0.13
2.022	0.272	2.013	0.086	0.086	0.13
2.128	0.278	2.119	0.085	0.085	0.133
2.234	0.282	2.225	0.085	0.085	0.133
2.34	0.285	2.331	0.084	0.084	0.134
2.446	0.288	2.436	0.083	0.083	0.135
2.553	0.291	2.542	0.082	0.082	0.136
2.659	0.293	2.648	0.08	0.08	0.134
2.765	0.294	2.754	0.078	0.078	0.134
2.871	0.295	2.859	0.076	0.076	0.134
2.977	0.295	2.965	0.076	0.076	0.133
3.083	0.294	3.071	0.076	0.076	0.133
3.189	0.293	3.177	0.077	0.077	0.134
3.295	0.291	3.283	0.078	0.078	0.133
3.401	0.289	3.388	0.078	0.078	0.133
3.507	0.287	3.494	0.078	0.078	0.135
3.613	0.284	3.6	0.079	0.079	0.134
3.719	0.281	3.706	0.079	0.079	0.135
3.826	0.277	3.811	0.079	0.079	0.134
3.932	0.272	3.917	0.079	0.079	0.137
4.038	0.268	4.023	0.08	0.08	0.136
4.144	0.262	4.129	0.081	0.081	0.138
4.25	0.257	4.234	0.082	0.082	0.137
4.356	0.251	4.34	0.083	0.083	0.137
4.462	0.245	4.446	0.084	0.084	0.137
4.568	0.24	4.552	0.084	0.084	0.138
4.674	0.234	4.657	0.087	0.087	0.138
4.78	0.228	4.763	0.087	0.087	0.138
4.886	0.222	4.869	0.089	0.089	
4.992	0.217	4.975	0.091	0.091	
5.098	0.211	5.08	0.092	0.092	
5.205	0.205	5.186	0.093	0.093	
5.311	0.2	5.292	0.095	0.095	
5.417	0.195	5.398	0.096	0.096	
5.523	0.19	5.503	0.098	0.098	
5.629	0.185	5.609	0.099	0.099	
5.735	0.182	5.715	0.1	0.1	
5.841	0.18	5.821	0.102	0.102	
5.947	0.177	5.927	0.103	0.103	
6.053	0.176	6.032	0.105	0.105	
6.159	0.175	6.138	0.106	0.106	
6.265	0.176	6.244	0.107	0.107	
6.371	0.176	6.35	0.109	0.109	
6.478	0.176	6.455	0.11	0.11	

Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE (metodo con misurazioni lineari)**  
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005

**Verbale di accettazione n.** GEO 570 del 01/12/2015      **Data inizio prova**      16/12/15

**Richiesta di prova  
sottoscritta da**      Perito Minerario Luigi Valenza  
Via Filippo Paladino n°50  
Caltanissetta

**Lavoro**      Cava di conglomerati ed arenarie denominata in convenzione  
"Tortoresi-Michelangelo" del territorio del Comune di  
Castronovo di Sicilia (PA), nell'omonima contrada  
Esercente: Società Michelangelo P.G. s.r.l.

**Sigla campione**      **C5**      **Profondità m**      **27.00-27.40**

**Campione consegnato in cantiere da**      D.L. Luigi Valenza al tecnico della Geolab geom. Giuseppe Frittitta  
**Campionamento eseguito da**      Geocostruzioni s.r.l.  
**Procedura di campionamento**      carotiere semplice nel corso di sondaggio meccanico  
**Data prelievo campione**      01/12/15  
**Contenitore campione**      cassetta catalogatrice  
**Chiusura contenitore**      telo di plastica  
**Forma campione**      cilindrica  
**Lunghezza campione cm**      39.0  
**Diametro campione cm**      8.5  
**Condizioni campione all'estrazione**      campione integro  
**Apparecchiatura utilizzata**      bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata,  
essiccatore in vetro, fustelle metalliche a pareti sottili con bordo tagliente  
calibro digitale con precisione pari a 0.01 mm

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa fustella	[g]	60.53	60.47	60.60
Altezza fustella	[mm]	19.48	19.50	19.49
Diametro fustella	[mm]	50.52	50.54	50.52
Massa fustella + provino umido	[g]	145.28	146.03	144.39
Massa fustella + provino secco	[g]	135.15	136.22	135.33
<b>Massa volumica</b>	<b>[Mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>2.17</b>	<b>2.19</b>	<b>2.14</b>
<b>Massa volumica secca</b>	<b>[Mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>1.91</b>	<b>1.94</b>	<b>1.91</b>
<b>Contenuto d'acqua</b>	<b>[%]</b>	<b>13.58</b>	<b>12.95</b>	<b>12.12</b>

**Risultati della prova**

<b>Massa volumica</b>	<b>Mg/m<sup>3</sup></b>	<b>2.17</b>
<b>Massa volumica secca</b>	<b>Mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.92</b>
<b>Contenuto d'acqua</b>	<b>%</b>	<b>12.88</b>

Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIO DI TAGLIO DIRETTO**  
Norma BS 1377: Part 7:1990

**Verbale di accettazione n.** GEO 570 del 01/12/2015      **Data inizio prova**      16/12/2015

**Richiesta di prova  
sottoscritta da**      Perito Minerario Luigi Valenza  
Via Filippo Paladino n°50  
Caltanissetta

**Lavoro**      Cava di conglomerati ed arenarie denominata in convenzione  
"Tortoresi-Michelangelo" del territorio del Comune di  
Castronovo di Sicilia (PA), nell'omonima contrada  
Esercente: Società Michelangelo P.G. s.r.l.

**Sigla campione**      **C5**      **Profondità m**      **27.00-27.40**

**Campione consegnato in cantiere da**      D.L. Luigi Valenza al tecnico della Geolab geom. Giuseppe Frittitta

**Campionamento eseguito da**      Geocostruzioni s.r.l.

**Procedura di campionamento**      carotiere semplice nel corso di sondaggio meccanico

**Data prelievo campione**      01/12/15

**Contenitore campione**      cassetta catalogatrice

**Forma campione**      cilindrica

**Lunghezza campione cm**      39.0

**Diametro campione cm**      8.5

**Condizioni campione all'estrazione**      campione integro

**Apparecchiatura utilizzata**      Apparecchiatura di taglio diretto MATEST servocontrollata a controllo digitale  
Sistema di rilevazione delle misure mediante trasduttori elettromeccanici  
assistiti da centralina di acquisizione ADU System 7, ELE International

Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio  
Dott. Angelo Mulone

Il presente rapporto di prova composto da n.10 pagine, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

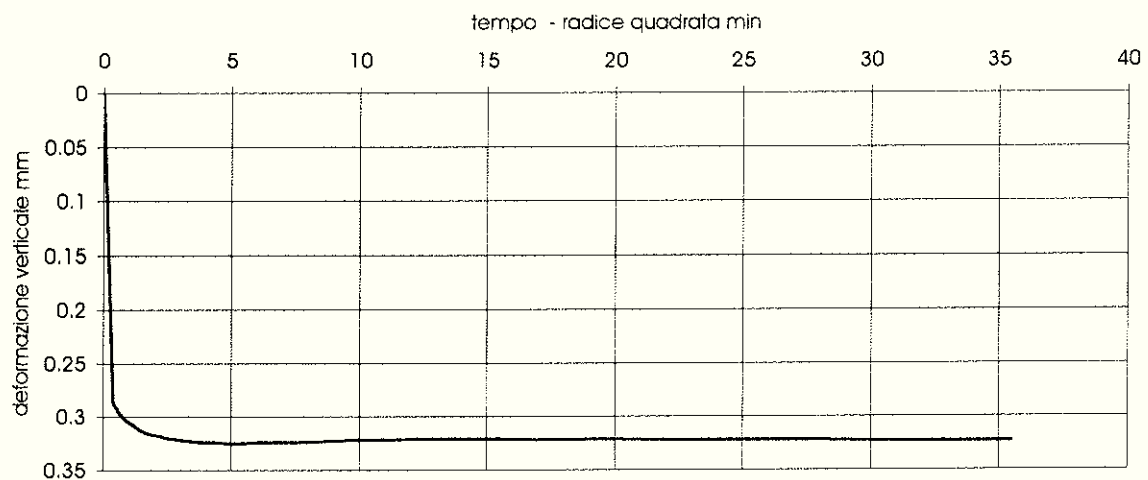
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C5	<b>Profondità</b>	m 27.00-27.40
-----------------	----	-------------------	---------------


Caratteristiche della prova			
Norma di riferimento	BS 1377 Part 7 : 1990 Clause 4	Massa volumica reale	2.70 Mg/m <sup>3</sup> (valore assunto)
Tipo di campione	prelevato nel corso di sondaggio meccanico	Singolo o multistage	Singolo stage
Temperatura di prova	20 °C	<b>Sforzo normale applicato</b>	<b>200 kPa</b>

Caratteristiche del provino			
Riferimento provino	<b>A</b>		
Altezza iniziale	23.86 mm	Area	2816.60 mm <sup>2</sup>
Preparazione	Infissione di fustella metallica a bordi taglienti	Contenuto d'acqua iniziale	13.1 %
Massa volumica iniziale	2.19 Mg/m <sup>3</sup>	Massa volumica secca iniziale	1.93 Mg/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti iniziale	0.3958	Grado di saturazione iniziale	89.68 %
Condizioni del provino	inondato		

### FASE DI CONSOLIDAZIONE deformazione verticale / radice quadrata del tempo



Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio



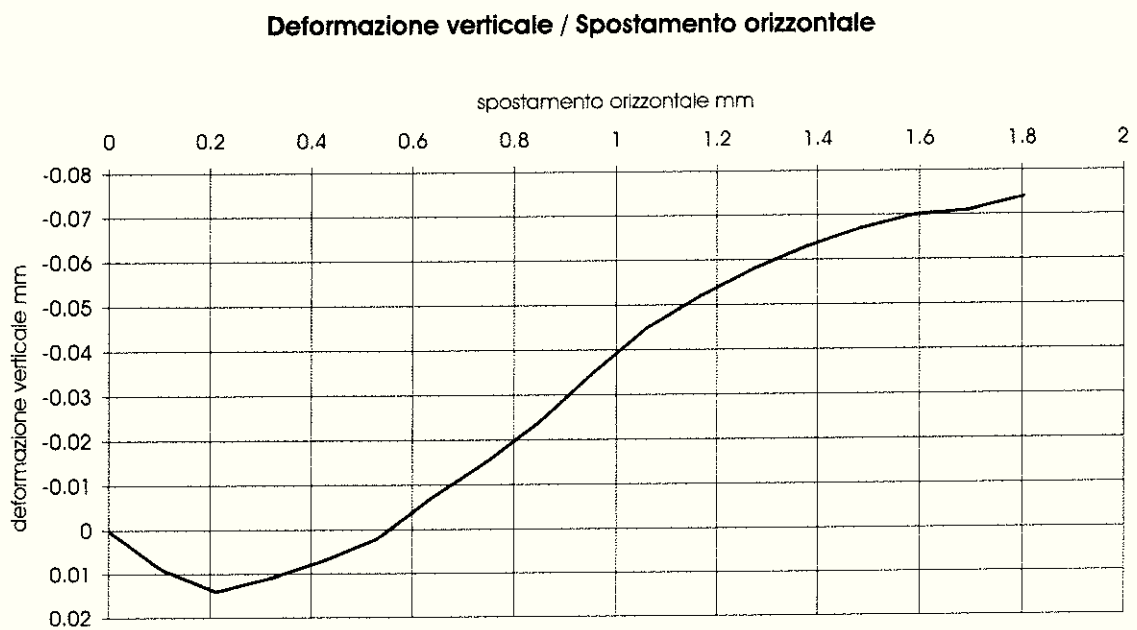
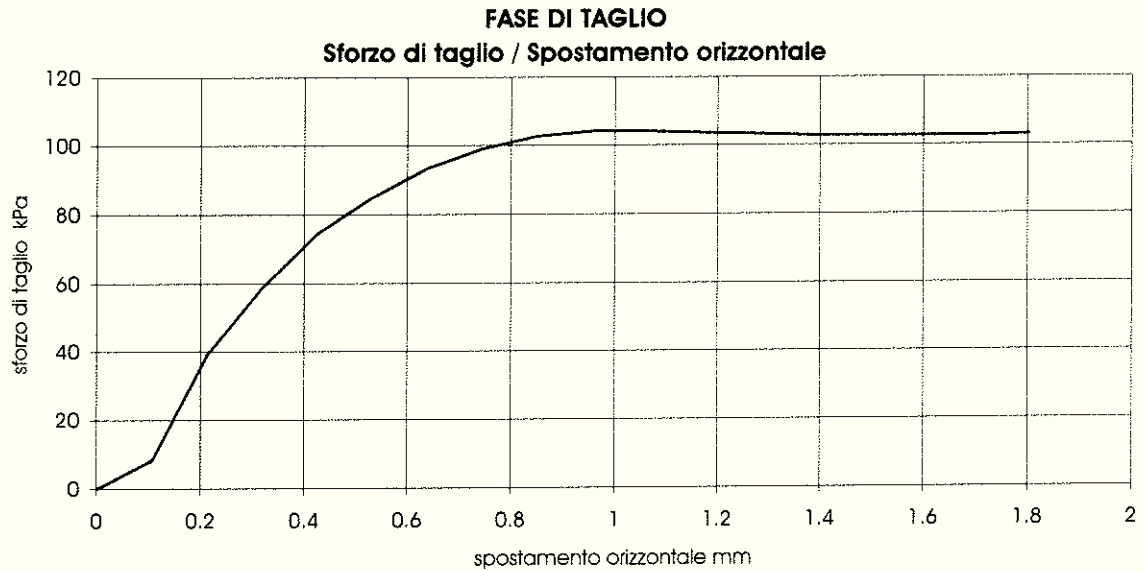
Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
Dott. Angelo Mulone



## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C5	<b>Profondità</b>	m 27.00-27.40
-----------------	----	-------------------	---------------

Velocità di deformazione orizzontale	0.0030 mm/min
--------------------------------------	---------------



*Lo sperimentatore*  
**Dott. Alberto Genio**

*Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica*  
**Dott. Angelo Mulone**

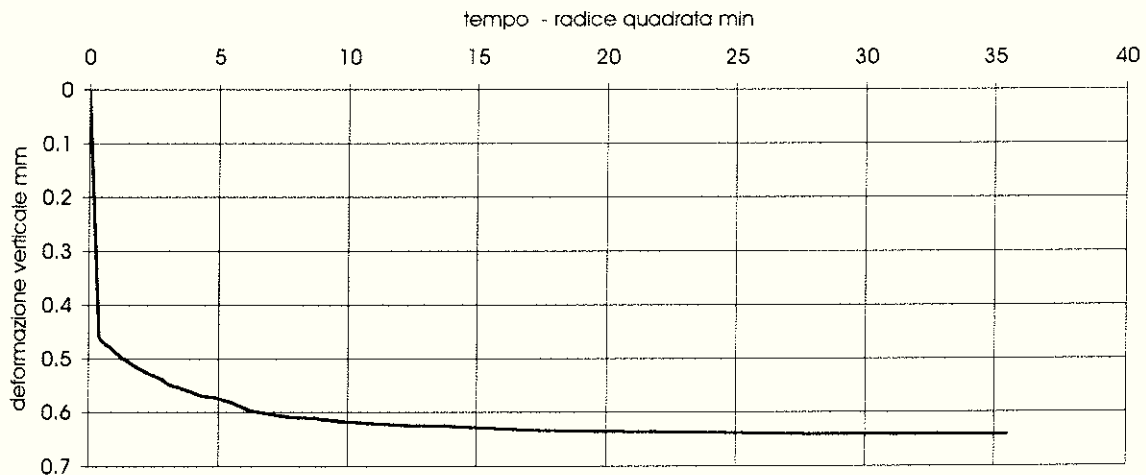
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C5	<b>Profondità</b>	m 27.00-27.40
-----------------	----	-------------------	---------------

Caratteristiche della prova			
Norma di riferimento	BS 1377 Part 7 :1990 Clause 4	Massa volumica reale	2.70 Mg/m <sup>3</sup> (valore assunto)
Tipo di campione	prelevato nel corso di sondaggio meccanico	Singolo o multistage	Singolo stage
Temperatura di prova	20 °C	<b>Sforzo normale applicato</b>	<b>400 kPa</b>

Caratteristiche del provino			
Riferimento provino	<b>B</b>		
Altezza iniziale	23.72 mm	Area	2816.60 mm <sup>2</sup>
Preparazione	Infissione di fustella metallica a bordi taglienti	Contenuto d'acqua iniziale	12.6 %
Massa volumica iniziale	2.12 Mg/m <sup>3</sup>	Massa volumica secca iniziale	1.88 Mg/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti iniziale	0.4328	Grado di saturazione iniziale	78.74 %
Condizioni del provino	inondato		

### FASE DI CONSOLIDAZIONE deformazione verticale / radice quadrata del tempo



Lo sperimentatore  
 Dott. Alberto Genio

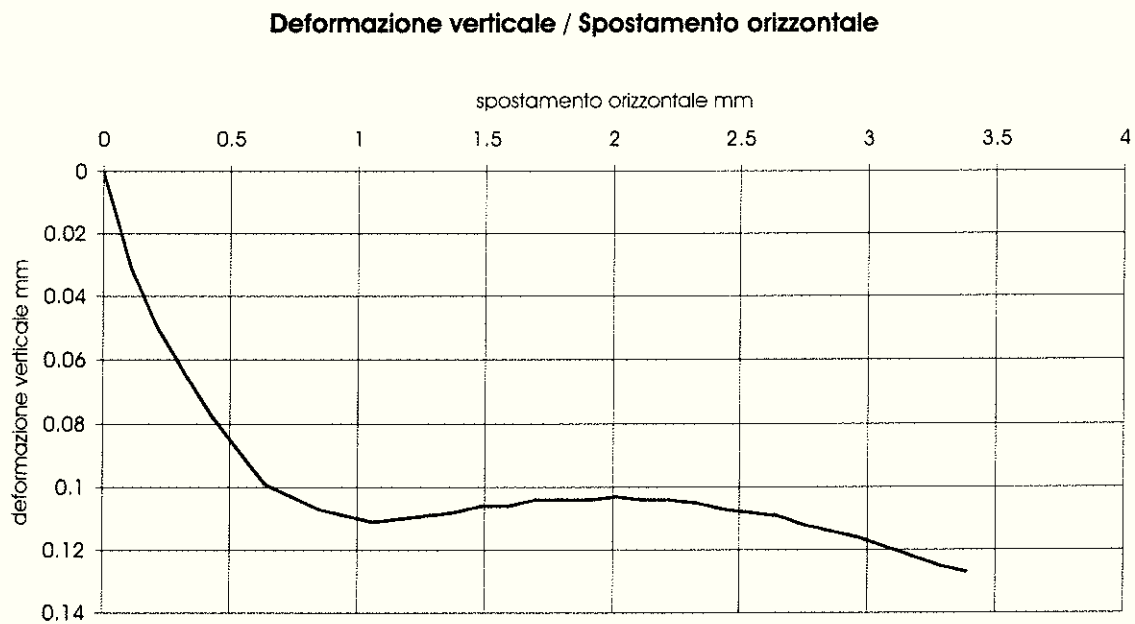
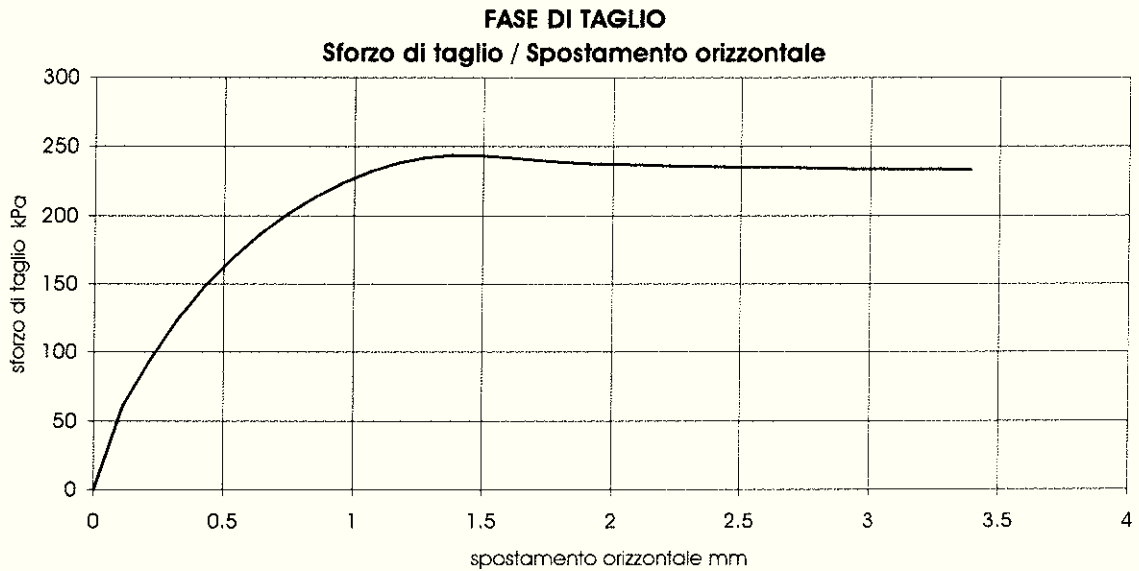
Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
 Dott. Angelo Mulone

Pag. 4 di 10

## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

Campione	C5	Profondità	m 27.00-27.40
----------	----	------------	---------------

Velocità di deformazione orizzontale	0.0030 mm/min
--------------------------------------	---------------



Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio



Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
Dott. Angelo Mulone

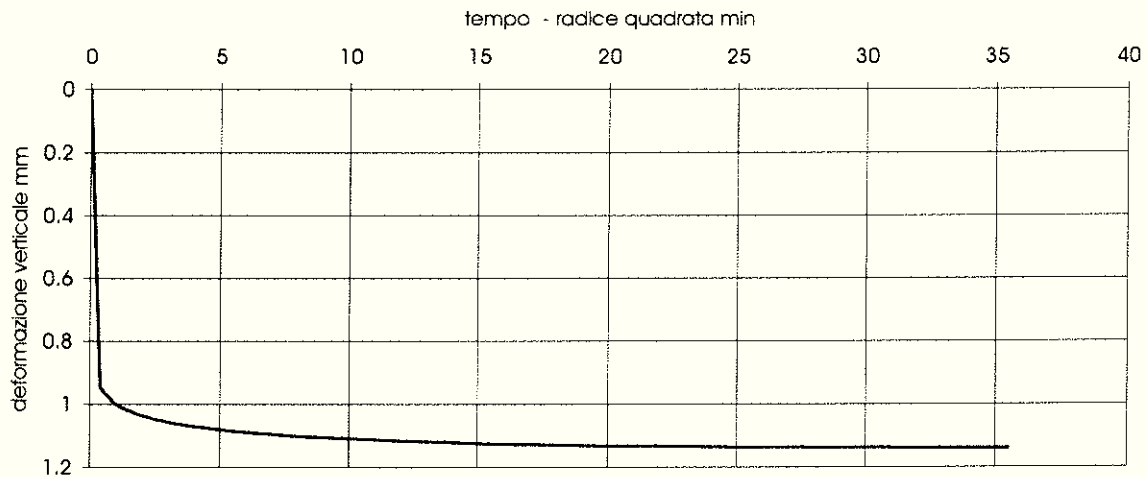
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C5	<b>Profondità</b>	m 27.00-27.40
-----------------	----	-------------------	---------------

Caratteristiche della prova			
Norma di riferimento	BS 1377 Part 7 :1990 Clause 4	Massa volumica reale	2.70 Mg/m <sup>3</sup> (valore assunto)
Tipo di campione	prelevato nel corso di sondaggio meccanico	Singolo o multistage	Singolo stage
Temperatura di prova	20 °C	<b>Sforzo normale applicato</b>	<b>600 kPa</b>

Caratteristiche del provino			
Riferimento provino	<b>C</b>		
Altezza iniziale	23.74 mm	Area	2816.60 mm <sup>2</sup>
Preparazione	Infissione di fustella metallica a bordi taglienti	Contenuto d'acqua iniziale	13.8 %
Massa volumica iniziale	2.18 Mg/m <sup>3</sup>	Massa volumica secca iniziale	1.91 Mg/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti iniziale	0.4105	Grado di saturazione iniziale	91.01 %
Condizioni del provino	inondato		

### FASE DI CONSOLIDAZIONE deformazione verticale / radice quadrata del tempo



Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

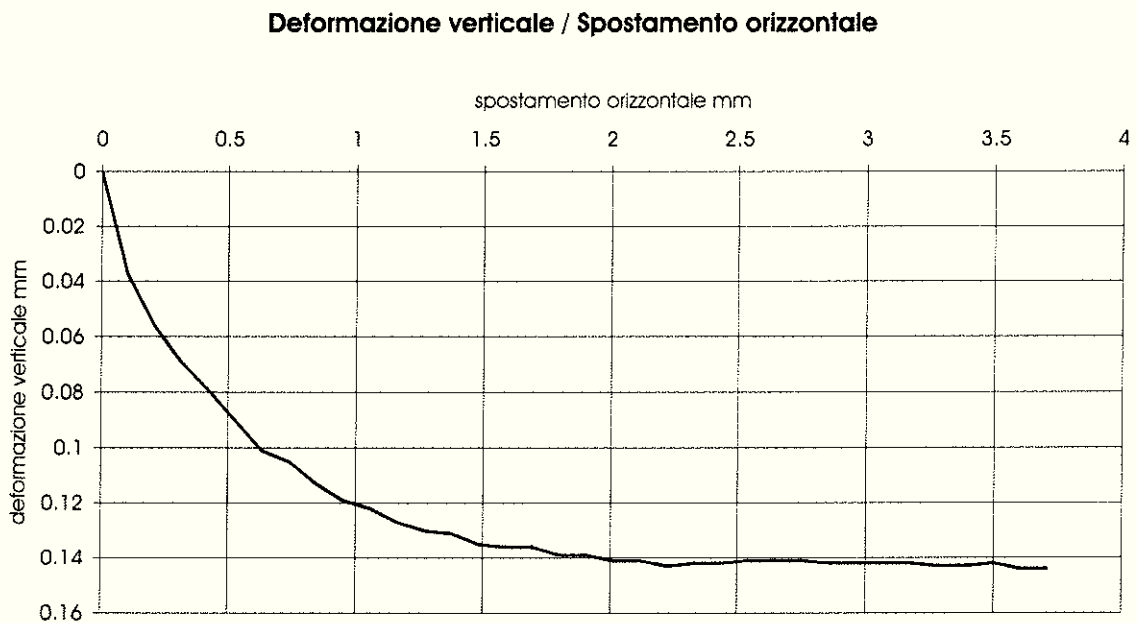
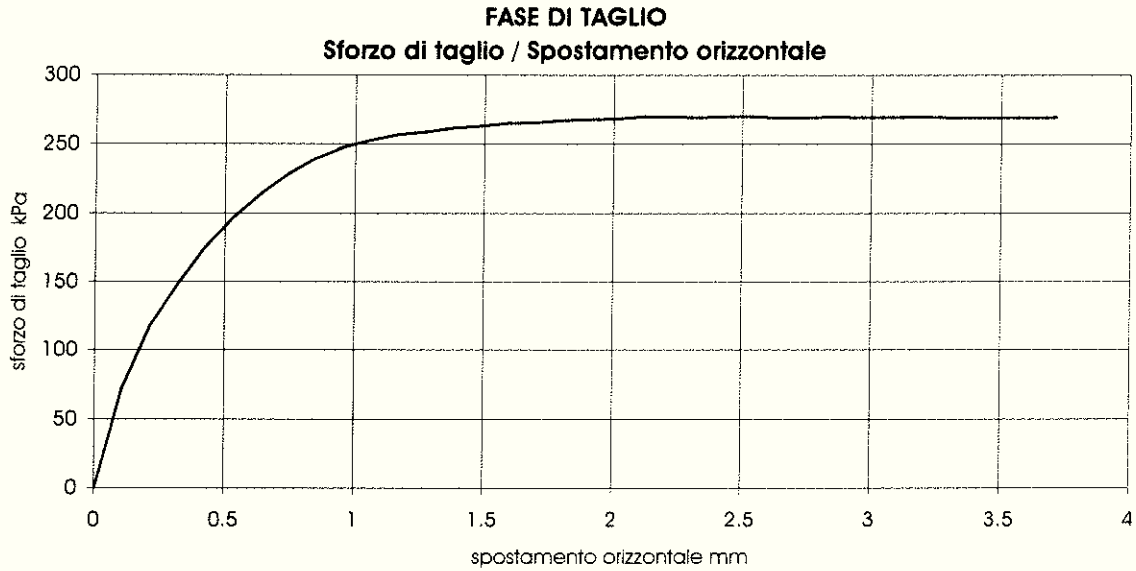


Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
Dott. Angelo Mulone

## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C5	<b>Profondità</b>	m 27.00-27.40
-----------------	----	-------------------	---------------

Velocità di deformazione orizzontale	0.0030 mm/min
--------------------------------------	---------------



*Lo sperimentatore*  
Dott. Alberto Genio

*Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica*  
Dott. Angelo Mulone

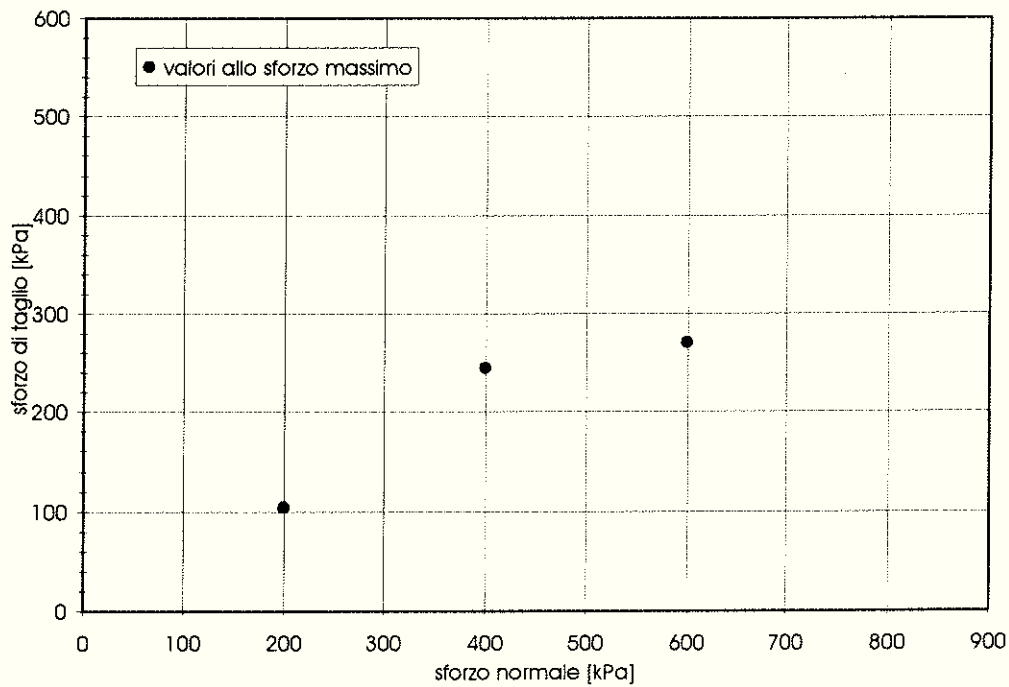
Pag. 7 di 10



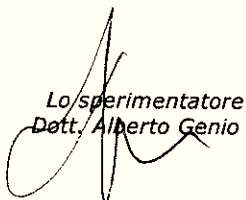
## Determinazione della resistenza al taglio mediante apparecchio di taglio diretto

<b>Campione</b>	C5	<b>Profondità</b>	m 27.00-27.40
-----------------	----	-------------------	---------------

Riferimento Provini	A	B	C
Sforzo normale applicato	200 kPa	400 kPa	600 kPa
Sforzo di taglio massimo	104.1 kPa	243.6 kPa	269.7 kPa
Spostamento orizzontale allo sforzo massimo	0.95 mm	1.48 mm	2.22 mm
Velocità di deformazione	0.0030 mm/min	0.0030 mm/min	0.0030 mm/min
Altezza finale	23.64 mm	22.95 mm	22.45 mm
Spostamento orizzontale totale	3.713 mm	3.388 mm	3.710 mm



Lo sperimentatore  
 Dott. Alberto Genio



Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica  
 Dott. Angelo Mulone

geo 570  
campione C5 m 27.00-27.40

provino A Consolidation Graph Data		provino A Square Root Mins		provino B Consolidation Graph Data		provino B Square Root Mins		provino C Consolidation Graph Data		provino C Square Root Mins	
XUnits	YUnits	Time	mm	XUnits	YUnits	Time	mm	XUnits	YUnits	Time	mm
XAxis	YAxis	Deformation	Deformation	XAxis	YAxis	Deformation	Deformation	XAxis	YAxis	Deformation	Deformation
XData	YData	YData	YData	XData	YData	YData	YData	XData	YData	YData	YData
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.39	0.285	0.285	0.285	0.39	0.458	0.458	0.458	0.39	0.943	0.943	0.943
0.45	0.289	0.289	0.289	0.45	0.463	0.463	0.463	0.45	0.952	0.952	0.952
0.5	0.291	0.291	0.291	0.5	0.466	0.466	0.466	0.5	0.956	0.956	0.956
0.56	0.293	0.293	0.293	0.56	0.468	0.468	0.468	0.56	0.964	0.964	0.964
0.63	0.296	0.296	0.296	0.63	0.472	0.472	0.472	0.63	0.969	0.969	0.969
0.71	0.298	0.298	0.298	0.71	0.475	0.475	0.475	0.71	0.975	0.975	0.975
0.8	0.301	0.301	0.301	0.8	0.477	0.477	0.477	0.8	0.983	0.983	0.983
0.89	0.303	0.303	0.303	0.89	0.481	0.481	0.481	0.89	0.993	0.993	0.993
1	0.305	0.305	0.305	1	0.486	0.486	0.486	1	0.999	0.999	0.999
1.13	0.307	0.307	0.307	1.13	0.492	0.492	0.492	1.13	1.007	1.007	1.007
1.26	0.309	0.309	0.309	1.26	0.497	0.497	0.497	1.26	1.011	1.011	1.011
1.41	0.312	0.312	0.312	1.41	0.501	0.501	0.501	1.41	1.017	1.017	1.017
1.59	0.314	0.314	0.314	1.59	0.507	0.507	0.507	1.59	1.022	1.022	1.022
1.78	0.316	0.316	0.316	1.78	0.513	0.513	0.513	1.78	1.029	1.029	1.029
2	0.317	0.317	0.317	2	0.519	0.519	0.519	2	1.035	1.035	1.035
2.24	0.318	0.318	0.318	2.24	0.525	0.525	0.525	2.24	1.04	1.04	1.04
2.52	0.32	0.32	0.32	2.52	0.531	0.531	0.531	2.52	1.047	1.047	1.047
2.83	0.321	0.321	0.321	2.83	0.538	0.538	0.538	2.83	1.052	1.052	1.052
3.07	0.322	0.322	0.322	3.07	0.547	0.547	0.547	3.07	1.057	1.057	1.057
3.45	0.323	0.323	0.323	3.45	0.553	0.553	0.553	3.45	1.062	1.062	1.062
3.87	0.324	0.324	0.324	3.87	0.56	0.56	0.56	3.87	1.068	1.068	1.068
4.35	0.324	0.324	0.324	4.35	0.569	0.569	0.569	4.35	1.072	1.072	1.072
4.88	0.325	0.325	0.325	4.88	0.573	0.573	0.573	4.88	1.078	1.078	1.078
5.48	0.325	0.325	0.325	5.48	0.581	0.581	0.581	5.48	1.084	1.084	1.084
6.15	0.324	0.324	0.324	6.15	0.595	0.595	0.595	6.15	1.089	1.089	1.089
6.9	0.324	0.324	0.324	6.9	0.602	0.602	0.602	6.9	1.093	1.093	1.093
7.75	0.324	0.324	0.324	7.75	0.609	0.609	0.609	7.75	1.099	1.099	1.099
8.72	0.323	0.323	0.323	8.72	0.611	0.611	0.611	8.72	1.104	1.104	1.104
9.75	0.322	0.322	0.322	9.75	0.617	0.617	0.617	9.75	1.108	1.108	1.108
10.95	0.322	0.322	0.322	10.95	0.62	0.62	0.62	10.95	1.112	1.112	1.112
12.29	0.321	0.321	0.321	12.29	0.624	0.624	0.624	12.29	1.117	1.117	1.117
13.78	0.321	0.321	0.321	13.78	0.625	0.625	0.625	13.78	1.12	1.12	1.12
15.49	0.321	0.321	0.321	15.49	0.629	0.629	0.629	15.49	1.126	1.126	1.126
17.38	0.322	0.322	0.322	17.38	0.633	0.633	0.633	17.38	1.128	1.128	1.128
19.52	0.321	0.321	0.321	19.52	0.635	0.635	0.635	19.52	1.132	1.132	1.132
21.91	0.322	0.322	0.322	21.91	0.636	0.636	0.636	21.91	1.133	1.133	1.133
24.6	0.322	0.322	0.322	24.6	0.638	0.638	0.638	24.6	1.136	1.136	1.136
27.6	0.322	0.322	0.322	27.6	0.64	0.64	0.64	27.6	1.137	1.137	1.137
30.98	0.323	0.323	0.323	30.98	0.641	0.641	0.641	30.98	1.138	1.138	1.138
32.86	0.323	0.323	0.323	32.86	0.641	0.641	0.641	32.86	1.14	1.14	1.14
35.5	0.323	0.323	0.323	35.5	0.642	0.642	0.642	35.5	1.14	1.14	1.14

Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data		Shearing Graph1 Data	
XUnits	YUnits	XUnits	YUnits	XUnits	YUnits	XUnits	YUnits
XAxis	YAxis	XAxis	YAxis	XAxis	YAxis	XAxis	YAxis
XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData
0	0	0	0	0	0	0	0
0.106	8.3	0.11	60.8	0.105	71.5	0.105	71.5
0.212	38.9	0.215	94.4	0.21	117.7	0.21	117.7
0.318	58.7	0.321	123.5	0.316	147.9	0.316	147.9
0.424	74.3	0.427	148.6	0.422	175	0.422	175
0.53	84.7	0.533	168.9	0.528	196.3	0.528	196.3
0.636	93.3	0.639	186.9	0.634	213.5	0.634	213.5
0.743	99	0.744	201.3	0.74	227.9	0.74	227.9
0.849	102.7	0.85	213.8	0.846	239.7	0.846	239.7
0.955	104.1	0.956	224.1	0.952	247.7	0.952	247.7
1.061	104.1	1.062	232.4	1.058	252.8	1.058	252.8
1.167	103.7	1.167	238.3	1.164	256.9	1.164	256.9
1.273	103.3	1.273	242.1	1.27	258.7	1.27	258.7
1.379	102.9	1.379	243.9	1.376	261.7	1.376	261.7
1.485	102.8	1.485	243.6	1.482	263.1	1.482	263.1
1.591	102.7	1.59	242.4	1.589	265.1	1.589	265.1
1.697	102.7	1.696	240.5	1.695	265.6	1.695	265.6
1.803	103	1.802	239	1.801	267.2	1.801	267.2
		1.908	237.8	1.907	267.9	1.907	267.9
		2.013	237.2	2.013	268.3	2.013	268.3
		2.119	236.8	2.119	270	2.119	270
		2.225	236.1	2.225	269.7	2.225	269.7
		2.331	235.9	2.331	269.3	2.331	269.3
		2.436	235.5	2.437	270	2.437	270
		2.542	235.2	2.543	270	2.543	270
		2.648	235.2	2.649	269	2.649	269
		2.754	234.7	2.755	269.3	2.755	269.3
		2.859	234.4	2.862	269.7	2.862	269.7
		2.965	234	2.968	269.3	2.968	269.3
		3.071	233.9	3.074	269.3	3.074	269.3
		3.177	233.6	3.18	269.7	3.18	269.7
		3.283	233.6	3.286	269.3	3.286	269.3
		3.388	233.3	3.392	269	3.392	269
				3.498	269	3.498	269
				3.604	269	3.604	269
				3.71	269.3	3.71	269.3

Shearing Graph2 Data		Shearing Graph2 Data		Shearing Graph2 Data		Shearing Graph2 Data	
XUnits	YUnits	XUnits	YUnits	XUnits	YUnits	XUnits	YUnits
XAxis	YAxis	XAxis	YAxis	XAxis	YAxis	XAxis	YAxis
XData	YData	XData	YData	XData	YData	XData	YData
0	0	0	0	0	0	0	0
0.106	0.009	0.11	0.031	0.103	0	0.103	0.037
0.212	0.014	0.215	0.05	0.21	0.031	0.21	0.056
0.318	0.011	0.321	0.064	0.316	0.021	0.316	0.069
0.424	0.007	0.427	0.077	0.422	0.016	0.422	0.079
0.53	0.002	0.533	0.088	0.528	0.01	0.528	0.079
0.636	-0.007	0.639	0.099	0.634	0.003	0.634	0.079
0.743	-0.015	0.744	0.103	0.74	0.002	0.74	0.079
0.849	-0.024						
0.955	-0.035						
1.061	-0.045						
1.167	-0.052						
1.273	-0.058						
1.379	-0.063						
1.485	-0.067						
1.591	-0.07						
1.697	-0.071						
1.803	-0.074						

Lo sperimentatore  
Dott. Alberto Genio

geo 570  
campione C5 m 27.00-27.40

provino A	provino A	provino B	provino B	provino C	provino C
		0.85	0.107	0.528	0.09
		0.956	0.109	0.634	0.101
		1.062	0.111	0.74	0.105
		1.167	0.11	0.846	0.113
		1.273	0.109	0.952	0.119
		1.379	0.108	1.058	0.122
		1.485	0.106	1.164	0.127
		1.59	0.106	1.27	0.13
		1.696	0.104	1.376	0.131
		1.802	0.104	1.482	0.135
		1.908	0.104	1.589	0.136
		2.013	0.103	1.695	0.136
		2.119	0.104	1.801	0.139
		2.225	0.104	1.907	0.139
		2.331	0.105	2.013	0.141
		2.436	0.107	2.119	0.141
		2.542	0.108	2.225	0.143
		2.648	0.109	2.331	0.142
		2.754	0.112	2.437	0.142
		2.859	0.114	2.543	0.141
		2.965	0.116	2.649	0.141
		3.071	0.119	2.755	0.141
		3.177	0.122	2.862	0.142
		3.283	0.125	2.968	0.142
		3.388	0.127	3.074	0.142
				3.18	0.142
				3.286	0.143
				3.392	0.143
				3.498	0.142
				3.604	0.144
				3.71	0.144

*Lo sperimentatore*  
Dott. Alberto Genio

*Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica*  
Dott. Angelo Mulone