



**COMUNE DI MONSERRATO
PROVINCIA DI CAGLIARI**



**LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL PADIGLIONE "Q"
DEL PRESIDIO OSPEDALIERO DI MONSERRATO**

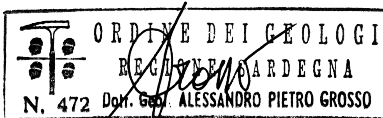
RELAZIONE GEOTECNICA

DATA

IL COMMITTENTE

**AZIENDA OSPEDALIERA
UNIVERSITARIA DI CAGLIARI**
Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari

I GEOLOGI



Dott. Geol. A. P. Grosso & Dott. Geol. M. Pilia

*Via Catalani, 7
09128 Cagliari (CA)*

*Tel./Fax +39.070.4525793
cell. +39.329.0050461*

E-mail: alessandro.grosso@tin.it

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.1 di 25	Rev. 0

INDICE

1.	PREMESSA	2
1.1.	Normativa di riferimento	2
1.2.	Inquadramento cartografico e catastale	2
2.	CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA	5
2.1.	Indagine geognostica e geotecnica	5
2.1.1	Prove in situ	6
2.2.	Caratterizzazione stratigrafica e geotecnica	12
2.3.	Falda acquifera	14
3.	FONDAZIONI: TIPOLOGIA, RESISTENZE E CEDIMENTI	14
3.1.	Modello geotecnico e parametri caratteristici del terreno	14
3.2.	Caratteristiche tipologiche delle fondazioni e descrizione del progetto	14
3.3.	Carico limite delle fondazioni dirette (Resistenza Rd)	15
3.4.	Carichi eccentrici	17
3.5.	Cedimenti	18
3.6.	Interazione terreno-struttura - [terreno alla Winkler]	18
4.	CONCLUSIONI	19
5.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	20
6.	ALLEGATI	21

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.2 di 25	Rev. 0

1. PREMESSA

La presente relazione, redatta su incarico dell'Azienda Ospedaliero Universitaria di Cagliari, Via Ospedale 54, Cagliari, fornisce le principali indicazioni sui caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici, del settore interessato dai **“lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato”** ed in particolare di una **“nuova struttura di collegamento (passerella bipiano), corredata da due scale di sicurezza, da porre all'esterno tra due blocchi ospedalieri esistenti”**.

Lo scopo del presente studio è di fornire, sulla base dei dati geognostici e geotecnici in possesso, indicazioni sulle tipologie di fondazione più opportune per le opere in progetto e sui relativi valori del carico limite Rd utilizzabili per il loro dimensionamento.

1.1. Normativa di riferimento

Il progetto di cui alla presente relazione è redatto in conformità alle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito “N.T.C.”), emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008, di concerto con il Ministro dell'interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, ai sensi delle Leggi 05/11/1971, n. 1086, e 02/02/1974, n. 64, così come riunite nel “Testo Unico per l'Edilizia” di cui al D.P.R. 06/06/2001, n. 380, e dell'art. 5 del Decreto legge 28/05/2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004, n. 186 e ss. mm. ii.; è inoltre redatto in conformità alle seguenti disposizioni di legge:

- *Circolare del Ministero dei lavori Pubblici, n. 3797 (Pres. Cons. Superiore-Servizio Tecnico Centrale, 6 novembre 1967)* Istruzioni per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni.
- *Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3*
Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.
- *Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617*
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

1.2. Inquadramento cartografico e catastale

Il sito interessato dall'opera è ubicato nel Comune di Monserrato ed in particolare in loc. “Terre Teula”, alla periferia NE dell'abitato di Monserrato. L'area è contenuta nella seguente cartografia:

- Foglio 557 della carta dell'I.G.M. in scala 1:50.000;
- Foglio 557 Sez. III “Cagliari” della cartografia dell'I.G.M. in scala 1:25.000 Fig. **1.2/A**;
- Foglio 557 n. 100 “Monserrato” del CTR numerico della R.A.S. in scala 1:10.000 Fig. **1.2/B**;

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.3 di 25	Rev. 0

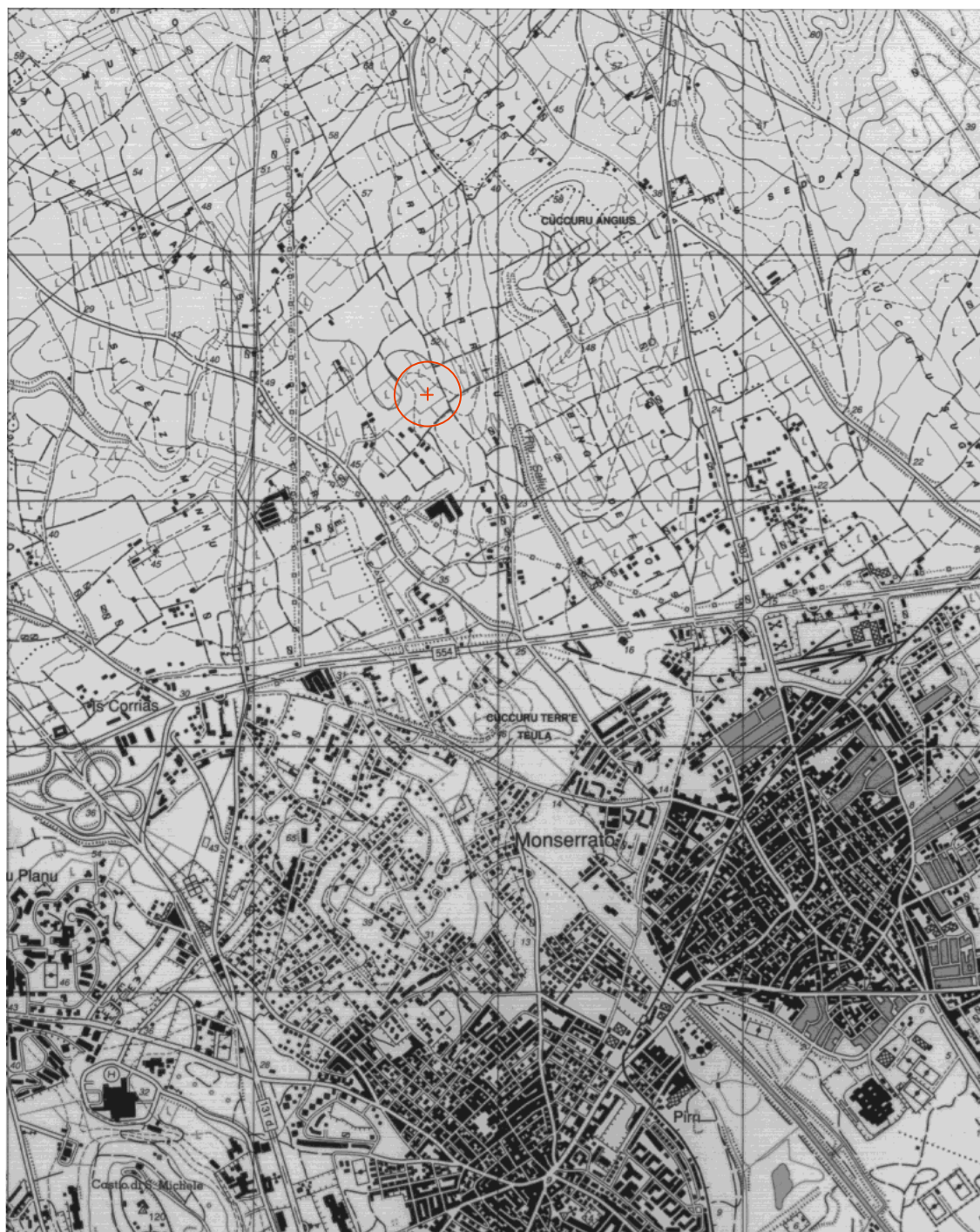


Fig. 1.2/A: stralcio del foglio 557 sez. III "Cagliari" dell'IGM in scala 1:25000.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.4 di 25	Rev. 0

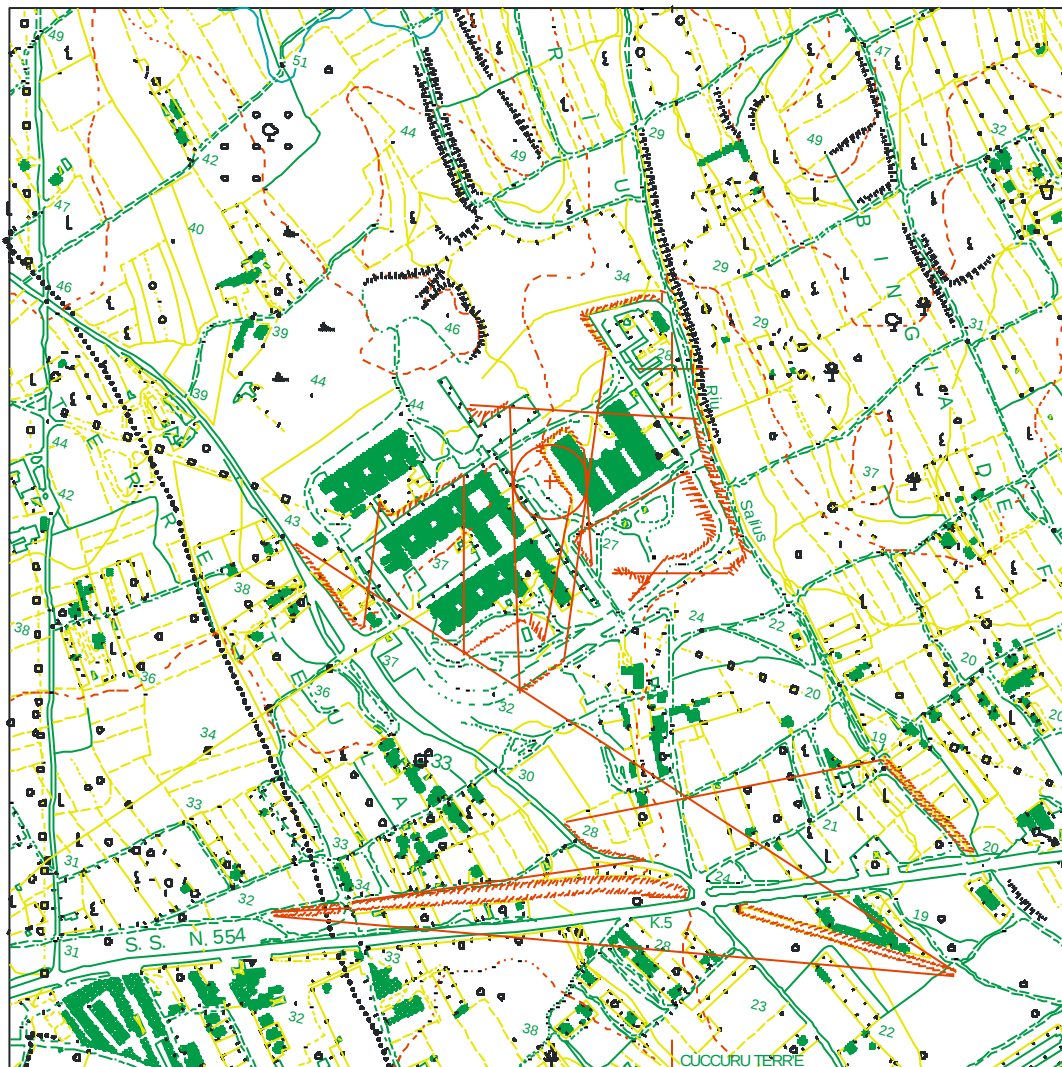


Fig. 1.2/B: stralcio del foglio 557100 "Monserrato" in scala 1:10000.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.5 di 25	Rev. 0



Fig. 1.2/C: Vista aerea del sito di interesse

2. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

2.1. Indagine geognostica e geotecnica

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame è stata eseguita in corrispondenza dell'area di ingombro dell'opera in progetto una serie di prove penetrometriche dinamiche continua (DPM).

Inoltre, al fine di ottenere ulteriori dati sulle caratteristiche meccaniche dei terreni di sedime dal pozzetto Pz1 alla profondità di 1,00 m dal piano di campagna si è provveduto al prelievo di un campione, denominato C1, successivamente sottoposto ad analisi di laboratorio. Nello specifico sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- Granulometrica;
- Taglio;
- Prova Edometrica.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.6 di 25	Rev. 0

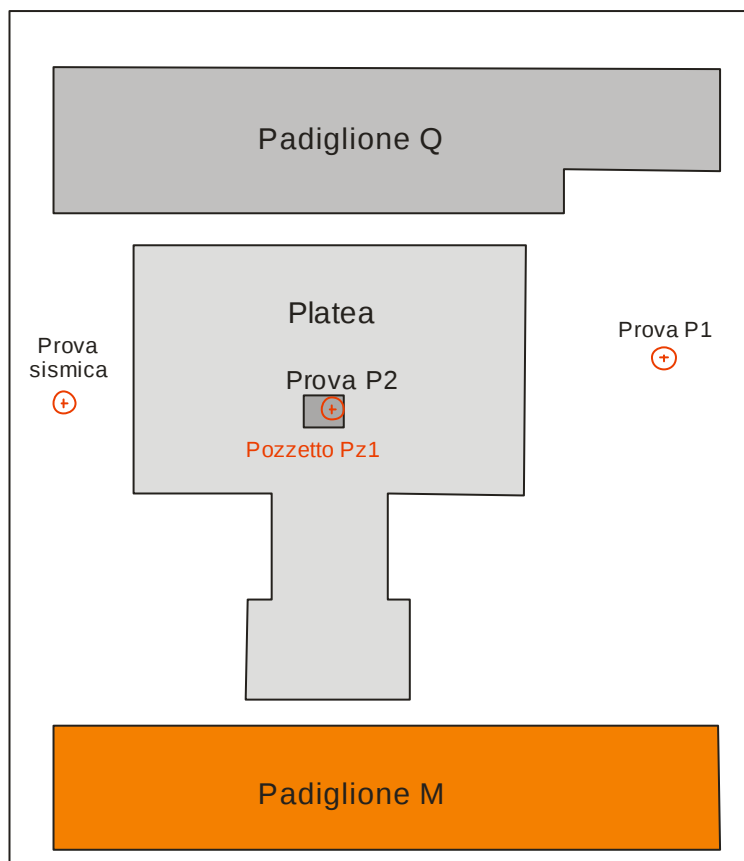


Fig. 2.1: ubicazione delle indagini

2.1.1 Prove in situ

Le prove sono state eseguite in data 11/04/2011, con un penetrometro dinamico leggero (maglio da 30 Kg) (per le caratteristiche tecniche si veda **Tab. 2.1/A**).

Motore	scoppio 4 tempi KW1.9 97CC - 4200giri/min
Carburante	Benzina Verde
Trasmissione	meccanica tramite cavo flessibile in guaina
Frequenza percussione	max 45 colpi/min (regolabile)
Altezza caduta libera	20 cm
Peso maglio	kg 20+10 aggiuntivi
Aste	$\phi=2.2$ cm, L=100cm con tacche di riferimento ogni 10cm, peso=2.9 kg/m
Punte	$\phi=3.56$ cm, $\beta=60^\circ$ S=10 cm ²
Peso gruppo motore-corda	kg 18
Peso gruppo maglio	kg 12.5
Peso estrattore	kg 12

Tab. 2.1.1/A: caratteristiche tecniche del penetrometro dinamico "Penny 30 della Compac"

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.7 di 25	Rev. 0

Questo tipo di prova consiste nell'infissione, mediante una massa battente, di una batteria di aste munita all'estremità di una punta conica e nella registrazione del numero di colpi necessari all'approfondimento di tratti consecutivi di 10 cm (N_{10}).

Attraverso questo tipo di prova si ottiene il valore di Rpd (kg/cmq). Tale valore deriva dall'applicazione della formula degli Olandesi, vedi certificati in allegato:

$$Rpd = M^2 \cdot H / A \cdot e \cdot (M + P + Pp) \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Dove:

M = Peso massa battente (kg)

A = Area base punta conica (cmq)

P = Peso aste per metro lineare (kg)

H = Altezza caduta libera (cm)

e = Infissione per colpo = $10/N$ (cm)

Pp = Peso sistema di battuta (kg)

I risultati delle prove sono stati restituiti sotto forma tabellare **Tab. 2.1.1/B** e di diagrammi aventi in ordinata la profondità ed in ascissa il numero dei colpi N_{10} (log penetrometrici) **Fig. 2.1.1/A e Fig. 2.1.1/B**.

		Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2
Profondità	N. aste	Npd	Npd	Rpd	Rpd
				kg/cm ²	kg/cm ²
da 0 a 10	1	16	4	64,1	16,0
da 10 a 20	1	12	4	48,1	16,0
da 20 a 30	1	17	8	68,2	32,1
da 30 a 40	1	12	10	48,1	40,1
da 40 a 50	1	7	9	28,1	36,1
da 50 a 60	1	7	10	28,1	40,1
da 60 a 70	1	15	19	60,1	76,2
da 70 a 80	1	24	24	96,2	96,2
da 80 a 90	1	26	24	104,2	96,2
da 90 a 100	2	29	8	109,2	30,1
da 100 a 110	2	24	17	90,4	64,0
da 110 a 120	2	12	14	45,2	52,7
da 120 a 130	2	13	14	49,0	52,7
da 130 a 140	2	6	8	22,6	30,1
da 140 a 150	2	15	16	56,5	60,3
da 150 a 160	2	55	13	207,1	49,0
da 160 a 170	2		15		56,5

Tab. 2.1/B: risultati delle prove penetrometriche P1 e P2

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.8 di 25	Rev. 0

		Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2
Profondità	N. aste	Npd	Npd	Rpd	Rpd
				kg/cm ²	kg/cm ²
da 170 a 180	2		15		56,5
da 180 a 190	2		14		52,7
da 190 a 200	3		16		56,8
da 200 a 210	3		28		99,4
da 210 a 220	3		30		106,5
da 220 a 230	3		28		99,4
da 230 a 240	3		40		142,0
da 240 a 250	3		49		174,0
da 250 a 260	3		43		152,7
da 260 a 270	3		80		284,0

Tab. 2.1/B (segue): risultati delle prove penetrometriche P1 e P2

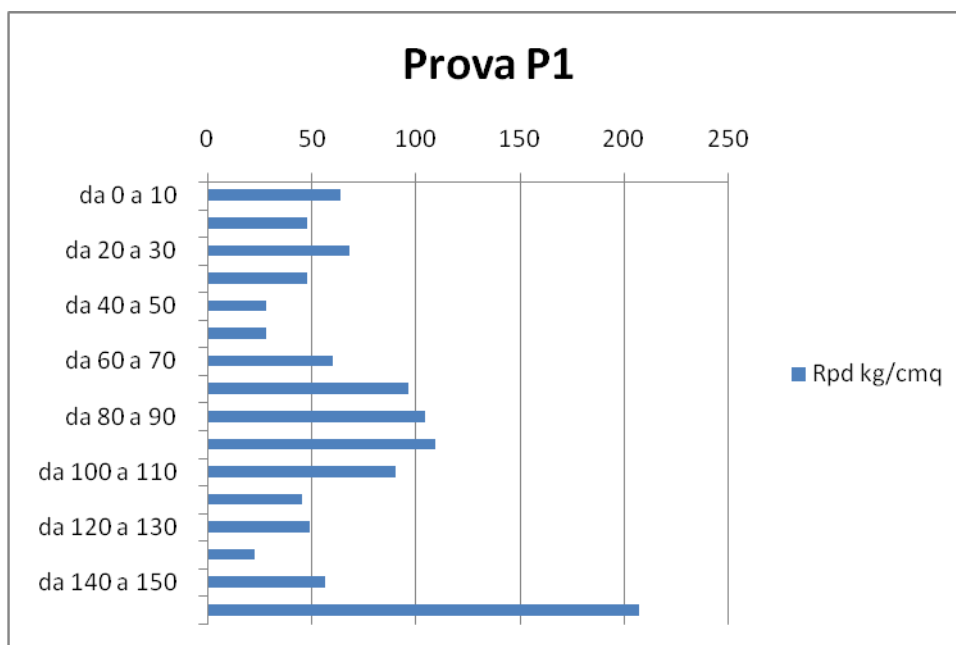


Fig. 2.1.1/A: istogramma dei valori di Rpd relativi alla prova P1

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.9 di 25	Rev. 0

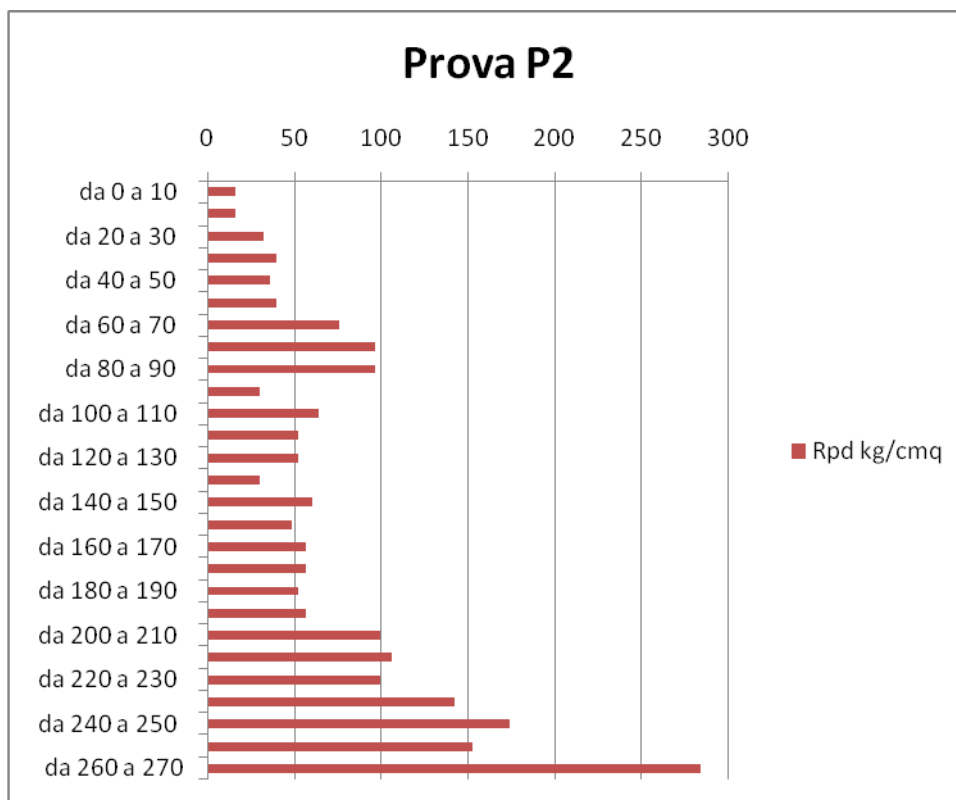


Fig. 2.1.1/B: istogramma dei valori di Rpd relativi alla prova P2

2.1.2 Analisi di laboratorio

• *Analisi Granulometrica*

Dall'analisi granulometrica (Norme di rif. ASTM D 421 e D 2217), attraverso la determinazione dimensionale e la successiva ripartizione in peso dei granuli, è stato possibile costruire la curva granulometrica cumulativa che consente di suddividere il terreno in classi dimensionali. La forma delle curve fornisce informazioni su classazione, uniformità (quindi origine) e caratteristiche di permeabilità dei depositi analizzati.

In una prima fase sul setaccio n. 200 (0.075 mm di apertura delle maglie), attraverso un prelavaggio, si asporta tutta la frazione limo-argillosa. Successivamente si sottopone a vagliatura il trattenuto recuperato in tale setaccio e, attraverso il calcolo della percentuale di passante a ciascun vaglio, si determina la distribuzione granulometrica.

La definizione della percentuale in peso di materiale trattenuto e passante ai singoli vagli consente di suddividere il terreno in classi granulometriche, quindi la costruzione, su diagrammi semilogaritmici, della curva granulometrica.

Per ogni singolo campione nelle **Tab. 2.1.2/A** e **2.1.2/B** si riportano rispettivamente la percentuale di trattenuto e la cumulativa di passante ai singoli vagli, mentre in **Tab. 2.1.2/C** la percentuale di Limo, sabbia e ghiaia.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.10 di 25	Rev. 0

Vaglio	<0,075	0,075	0,125	0,2	0,5	1	2	4
mm	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
C1	84,10	4.39	3.28	2.85	1.98	1.11	0.93	1.36

Tab. 2.1.2/A: percentuale di trattenuto ai singoli vagli

Vaglio	0,075	0,125	0,2	0,5	1	2	4
mm	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
C1	84.10	88.49	91.77	94.62	96.60	97.71	98.64

Tab. 2.1.2/B: percentuale cumulativa di passante

Campioni	Limi	Sabbie	Ghiaia
	%	%	%
C1	84.10	13.61	2.29

Tab. 2.1.2/C: percentuale di limo sabbia e ghiaia

Al fine di rappresentare graficamente le caratteristiche granulometriche del campione nella di **Fig. 2.1.2/A** si riporta la percentuale di trattenuto ai singoli vagli.

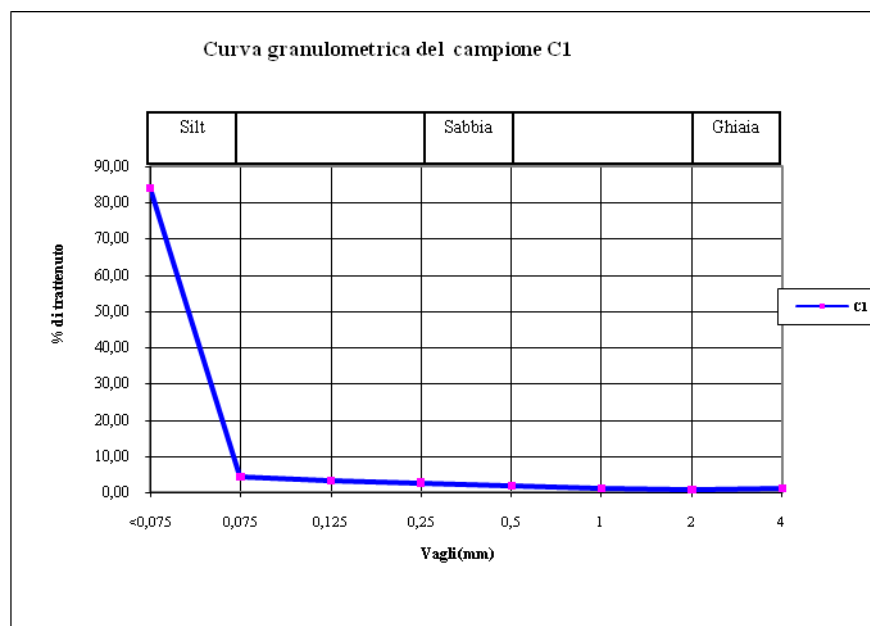


Fig. 2.1.2/A: andamento del trattenuto nei singoli vagli

Prova di Taglio

La prova di taglio sul campione C1 è stata eseguita mediante Scatola di Casagrande caratterizzata da L= 60 e H= 30 mm. La velocità di esecuzione è stata di 0,020 mm/min. Complessivamente sono stati eseguiti quattro rotture rispettivamente con valori di σ di 105, 202, 308 e 414 kPa. Il tempo di consolidazione è stato di 24 ore.

In **Tab 2.1.2/D** e **2.1.2/E** si riportano rispettivamente i parametri di prova ed i risultati della prova, mentre nella **Fig 2.1.2/B** il grafico della prova con la retta di regressione

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Mon serrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.11 di 25	Rev. 0

Campione	Provini			
Contenuto d'acqua %	1	2	3	4
Peso di volume g/cmc	1,918	1,917	1,924	1,917
Carico kPa	105	202	308	414
Resistenza al taglio kPa	54,12	97,42	140,72	184,02

Tab. 2.1.2/D: parametri di prova

Campione	Angolo di attrito	Coesione	Peso di volume
C1	σ	c	γ
	kPa	kPa	g/cm ³
	22,73	11,3	1,917

Tab. 2.1.2/E: risultati della prova di taglio

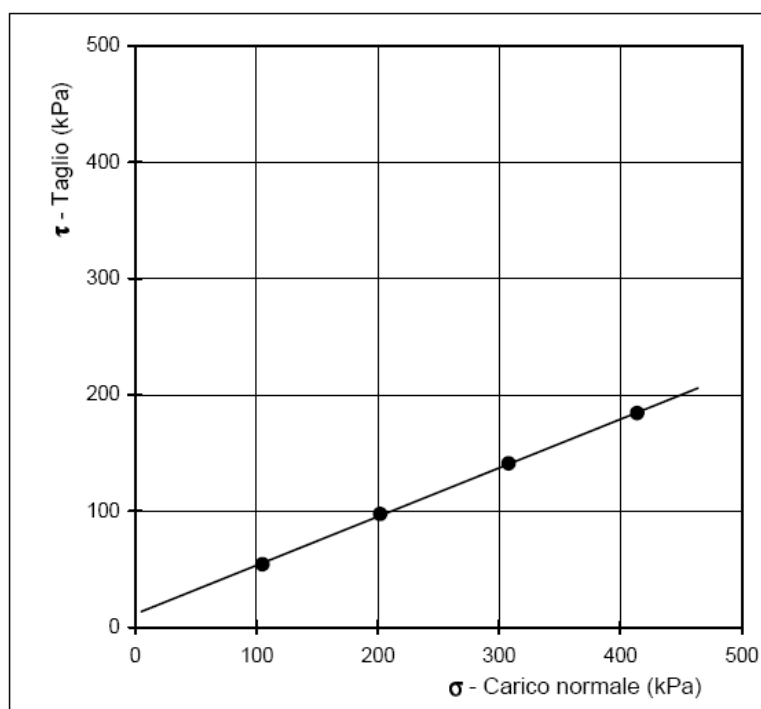


Fig. 2.1.2/A: grafico della prova di taglio

Prova edometrica

La prova edometrica sul campione C1 è stata eseguita mediante Edometro caratterizzato da un diametro di 50 mm ed un'altezza di 20 mm.

In **Tab. 2.1.2/F** si riportano valori iniziali del campione, mentre in **Tab. 2.1.2/G** e **Tab. 2.1.2/H**

Peso di volume naturale	Peso specifico dei grani	Contenuto d'acqua	Peso di volume secco	Indice dei vuoti	Grado di saturazione
(g/cmc)	(g/cmc)	(%)	(g/cmc)	E0	(%)
1,901	2,677	23,1	1,544	0,734	84,3

Tab. 2.1.2/F: caratteristiche fisiche iniziali

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Mon serrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fig.12 di 25	Rev. 0

Pressione	Cedimento	Cedimento	Indice dei vuoti	Modulo edometrico	Coeff. di cons. primario	Coeff. di cons. secondario
				(Eed)	(Cv)	(Ca)
kPa	mm	%		kPa	cmq/sec	%
12,7	0,038	0,19	0,730			
25,5	0,080	0,40	0,727	5041,9	1,09E-02	0,049
51,0	0,160	0,80	0,720	6318,5	1,80E-03	0,086
101,9	0,320	1,60	0,706	7267,5	4,01E-04	0,101
203,8	0,540	2,70	0,687	9014,5	4,50E-04	0,228
407,6	0,930	4,65	0,653	9966,4	3,38E-04	0,351
815,3	1,550	7,75	0,599	12130,7	4,12E-04	0,555
1630,6	2,260	11,30	0,538	20370,7	8,44E-04	0,785

Tab. 2.1.2/G: risultati della prova edometrica

Pressione	Coeff. di permeabilità	Indice di compr.
	(K)	Cc
kPa	cm/sec	
51,0		
101,9		
203,8		
407,6	3,39E-09	
815,3	3,40E-09	
1630,6	4,14E-09	0,204

Tab. 2.1.2/H: altri parametri

2.2. Caratterizzazione stratigrafica e geotecnica

I risultati della prove eseguite e i dati disponibili da precedenti indagini geotecniche sono stati quindi correlati con la stratigrafia. L'esame dei dati stratigrafici (**Fig. 2.2/A**), ha messo in evidenza a partire dal piano di campagna e fino alla profondità di 2,60 m la presenza di limi debolmente sabbiosi, colore giallo paglierino, derivanti dall'alterazione delle sottostanti marne. Dai 2,60 m fino ai 25,00 m corrispondente alla massima profondità raggiunta dai sondaggi geognostici, sono presenti marne sovra consolidate di consistenza lapidea di colore giallo che passa a grigio in profondità. Questo litotipo costituisce il bed rock del settore e viste le potenze di questa formazione, si ipotizza che si estendano a profondità superiori ai 25,00 m alla quale sono state rinvenute.

Le caratteristiche geotecniche e quindi i valori dei parametri geotecnici dei singoli strati sono stati derivati da analisi di laboratorio, prove penetrometriche dinamiche, dati disponibili derivati da precedenti indagini geognostiche eseguite nel settore.

Tali valori sono per i due strati di interesse riportati nella **Tab. 2.2/A**

Strat o	Prof. letto	Carico di rottura	Peso volume	Angolo di resistenza al taglio	Coesione	Coesione non drenata	Modulo edometrico
		σ_r	γ	ϕ	c'_k	c_{uk}	Ed
	m	kg/cm²	t/m³	gradi	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
1	2,60		1.917	22,73	0,115	-	91,92
2	25,00	100,00	2.100	-	-	10.00	∞

Tab. 2.2/A: parametri caratteristici dei terreni di sedime

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.13 di 25	Rev. 0

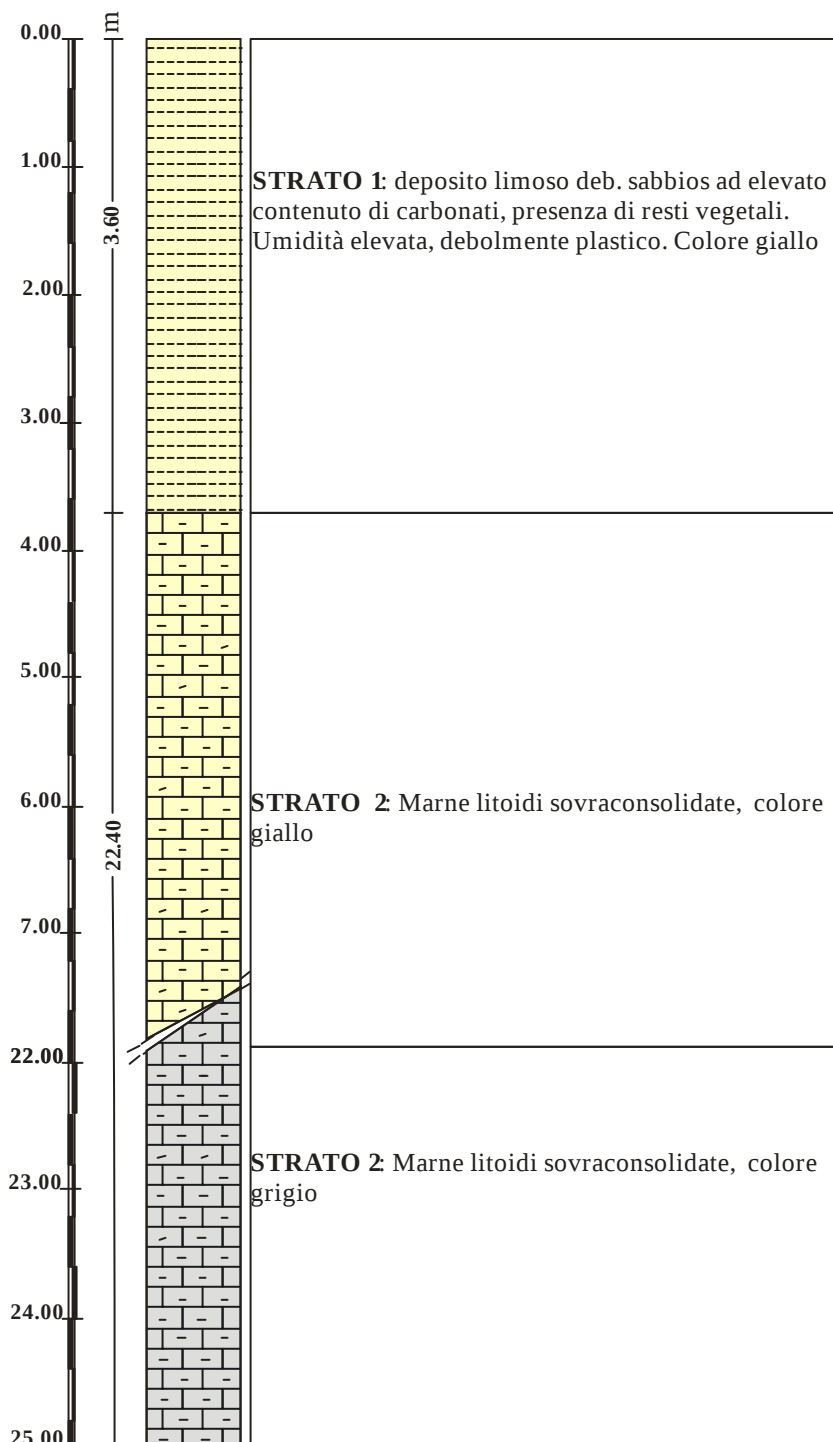


Fig. 2.2/A: stratigrafia dei terreni di sedime

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.14 di 25	Rev. 0

2.3. Falda acquifera

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche come durante la campagna di sondaggi geognostici non si è riscontrata la presenza di falde idriche sotterranee. Non si esclude che a profondità superiori a quelle investigate in corrispondenza di livelli sabbiosi presenti nelle marne di Gesturi si possano instaurare falde confinate. Si ritiene tuttavia che queste non ricadano nel volume di roccia direttamente ed indirettamente interessato dalle opere in progetto.

3. FONDAZIONI: TIPOLOGIA, RESISTENZE E CEDIMENTI

3.1. Modello geotecnico e parametri caratteristici del terreno

Ai fini della definizione esecutiva dell'intervento in progetto, sono state sviluppate apposite indagini (rilievi topografici di dettaglio, indagini geognostiche, analisi generali di carattere geologico), i cui risultati hanno permesso la definizione degli aspetti progettuali correlati alle problematiche accertate; ovvero: le condizioni morfologiche, litologiche e geotecniche dei terreni.

La caratterizzazione del sito, la definizione dell'assetto litologico e la modellazione geotecnica, costituiscono una delle basi progettuali dell'opera. Tali valutazioni, basate sui risultati delle indagini geognostiche effettuate, sono state ritenute commisurate alla dimensione ed alla scala del problema, all'importanza ed all'estensione dell'opera, e conseguentemente alle finalità progettuali; la profondità e l'estensione delle analisi condotte comprendono, infatti, i volumi di terreno direttamente od indirettamente coinvolti dalle sollecitazioni di progetto.

Sulla base delle indagini geotecniche eseguite e sugli studi effettuati, ai fini del dimensionamento delle opere e delle relative verifiche di stabilità si assumono i dati riportati nelle **Fig. 2.2/A** e **Tab. 2.2/B**.

3.2. Caratteristiche tipologiche delle fondazioni e descrizione del progetto

La natura e le caratteristiche del terreno di fondazione, unitamente alle indicazioni progettuali di massima (con previsione di limitati carichi trasmessi sul terreno), sono tali da consentire l'uso generalizzato di fondazioni dirette superficiali. In particolare la fondazione sarà di tipo diretto a platea di forma rettangolare e caratterizzata da un lato **B=10.00** m e da un lato **L=15.00** **Fig. 3.2/A**.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Mon serrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.15 di 25	Rev. 0

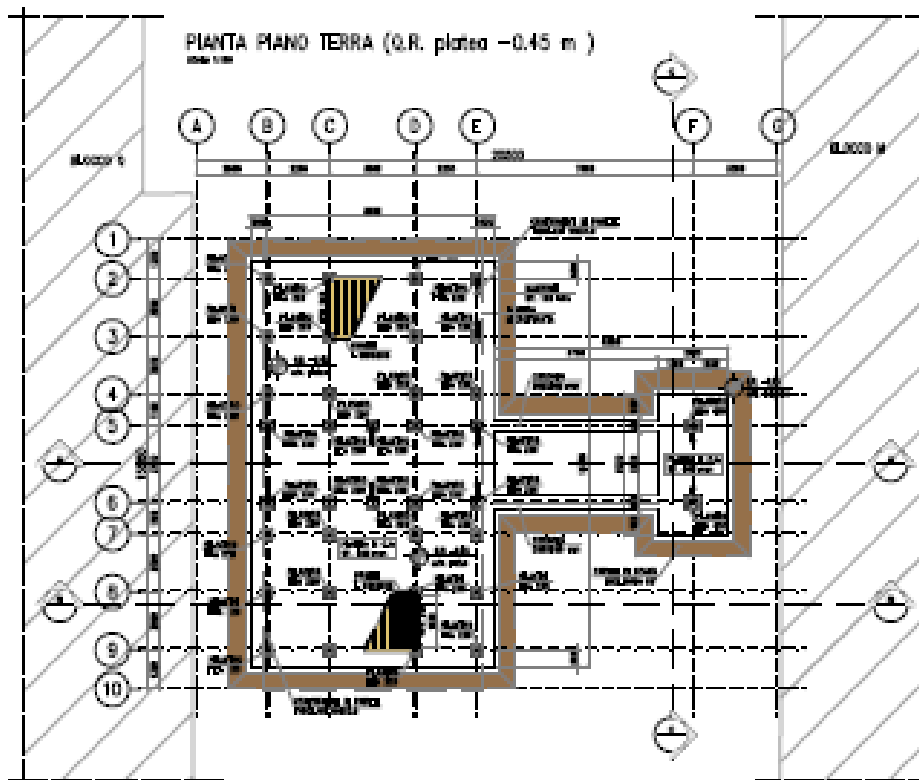


Fig. 3.2/A: tipologia di fondazione prevista

Per quanto riguarda la profondità di posa D delle fondazioni il progetto prevede di portare l'estradosso della platea a 0.50 metri dal piano campagna, il che significa uno scavo di circa 0.90 (imposta della fondazione), essendo la platea prevista di 0.40 metri di spessore. Tale soluzione non si rende attuabile in quanto nell'area di ingombro della platea è presente un tunnel per sottoservizi. La presenza del tunnel implica che verosimilmente il piano di posa dovrà essere posizionato ad una profondità minima di 2,20 m dal p.c.

Tuttavia al fine di favorire le diverse soluzioni progettuali il calcolo delle resistenze R sarà sviluppato mantenendo costanti i valori di B e L e facendo variare quello di D .

Ne consegue che le opere di fondazione interesseranno, a seconda della profondità di posa, sia lo strato 1, sia lo strato 2.

3.3. Carico limite delle fondazioni dirette (Resistenza R_d)

In accordo alle N.T.C., par. 6.2.3.1.2, di seguito sono esposti i risultati ottenuti per i valori della resistenza R nei riguardi degli stati limite di resistenza con il "metodo dei coefficienti parziali".

A tal fine si utilizzano il "modello geotecnico" ed i "parametri caratteristici" riassunti nelle precedenti tabelle ed i "coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno" esposti nelle N.T.C., Par. 6.2.3.1.2 *Resistenze*, nelle due condizioni:

- Verifiche allo Stato Limite Ultimo [Condizioni SLU (M1 e M2)];

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Mon serrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.16 di 25	Rev. 0

- Verifiche agli Stati Limite di Esercizio [Condizioni SLE coincidente con la condizione SLU (M1)].

I valori caratteristici dei parametri geotecnici caratteristici del terreno sono stati divisi per i coefficienti parziali γ_M specificati nelle successive tabelle. In particolare nella **Tab. 3.3/A**, si riportano i dati relativi ai terreni interessati dalla tettoia, mentre nella **Tab. 3.3/B** quelli relativi al muro di sostegno.

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale		Coefficiente parziale γ_M		Parametro di calcolo		Strato
		(M1)	(M2)	(M1)	(M2)	
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\phi'_k$	$\gamma_\phi = 1.0$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\phi = 22.73$	$\phi = 18.18^\circ$	1
Coesione efficace (kN/m^2)	c'_k	$\gamma_c = 1.0$	$\gamma_c = 1.25$	$c'_k = 0.115$	$c'_k = 0.09$	1
Coesione non drenata (kN/m^2)	c_{uk}	$\gamma_{cu} = 1.0$	$\gamma_{cu} = 1.4$	$c_{uk} = 10.00$	$c_{uk} = 7.43$	2
Peso di volume (t/m^3)	γ	$\gamma_\gamma = 1.0$	$\gamma_\gamma = 1.0$	$\gamma = 1.97$ $\gamma = 2.10$	$\gamma = 1.97$ $\gamma = 2.10$	1 2
Peso di volume saturo (t/m^3)	γ	$\gamma_\gamma = 1.0$	$\gamma_\gamma = 1.0$	$\gamma = 2.00$ $\gamma = 2.10$	$\gamma = 2.10$ $\gamma = 2.10$	1 2

Tab. 3.3/A: Coefficienti parziali e parametri geotecnici di calcolo dei terreni interessati dalla tettoia

Il carico limite, R, per le fondazioni dirette è stato calcolato, mediante apposito foglio di calcolo basato sulla formula di Brinch-Hansen (1970)

$$R = 0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma + \sigma_{v0} \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c$$

in funzione delle dimensioni minime (B) dell'impronta di fondazione, sotto le due ipotesi di calcolo:

- carico esterno perfettamente centrato, essendo necessario tenere conto dell'eccentricità dei carichi con il valore massimo esposto nel successivo paragrafo;
- fondazioni rigide.

I valori del carico limite per una platea con lato $B = 10.00$ m poggianti alla profondità $D = 0.50 - 3.00$ m rispetto al p.c. finale, sono riassunti nella sottostante **Tab. 3.3/C**, per lo stato limite ultimo **S.L.U**, e **Tab. 3.3/D** per quello di esercizio **S.L.E**.

	B (m)	L (m)	D (m)	Carico SLU I2 (kg/cm ²)
1	10	15	1	5,60
2	10	15	1,5	6,12
3	10	15	2	6,86
4	10	15	2,5	7,34
5	10	15	3	8,01
6	10	15	3,5	8,45

Tab. 3.3/C: Valori di R per fondazioni S.L.U.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.17 di 25	Rev. 0

	B (m)	L (m)	D (m)	Carico SLE (kg/cm ²)
1	10	15	1	7,93
2	10	15	1,5	8,62
3	10	15	2	9,57
4	10	15	2,5	10,19
5	10	15	3	11,04
6	10	15	3,5	11,58

Tab. 3.3/D: Valori di R per fondazioni S.L.E.

In particolare (cfr. par. 6.2.3.1 N.T.C.) nelle verifiche agli Stati Limite, per le resistenze, il relativo valore di progetto dovrà essere calcolato come:

$$R_d = \frac{R}{\gamma_R}$$

Il Progettista dovrà tener conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera (cfr. N.T.C., par. 6.4 Opere di Fondazione e 6.5 Opere di Sostegno).

Per fondazioni superficiali per la verifica allo stato limite ultimo, approccio 2 combinazione 2 il valore di γ_r è posto uguale a 1.8.

In **Tab. 3.3/G** si riportano i valori di R_d .

	B (m)	L (m)	D (m)	Carico SLU I2 (kg/cm ²)
1	10	15	1	3,11
2	10	15	1,5	3,40
3	10	15	2	3,81
4	10	15	2,5	4,08
5	10	15	3	4,45
6	10	15	3,5	4,69

Tab. 3.3/G : Valori di R_d della tettoia S.L.U.

3.4. Carichi eccentrici

Si fa osservare che nel caso di carico eccentrico, con eccentricità e_B in una data direzione (B), si deve fare riferimento alle dimensioni equivalenti (area equivalente) della fondazione (Meyerhof, 1963). Analogamente, nel caso di carico eccentrico in entrambe le direzioni:

$$A = (B - 2 \cdot e_B) \cdot (L - 2 \cdot e_L) \leq B \cdot L$$

Il concetto dell'area equivalente (= area rispetto alla quale il carico esterno risulta baricentrico) è rappresentato dalla precedente espressione.

Pertanto, il tasso di sollecitazione massimo indotto sul terreno dai carichi di fondazione, sia in relazione al carico limite che ai cedimenti attesi, sarà valutato secondo l'espressione suggerita da Meyerhof (1963):

$$\sigma_t = \frac{N}{(B - 2e_B)(L - 2e_L)} \quad \text{dove:}$$

N = carico totale massimo agente sul piano di posa della fondazione;

B, L = larghezza e lunghezza della fondazione, rispettivamente;

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.18 di 25	Rev. 0

e_B, e_L = eccentricità di N rispetto a B ed a L.

3.5. Cedimenti

La valutazione dei cedimenti di fondazioni dirette è stata effettuata mediante il programma di calcolo "QSB2", basato sul metodo che prevede la valutazione dell'incremento delle tensioni verticali efficaci secondo la teoria di Boussinesq (1883), e dei cedimenti per ogni verticale in esame secondo l'espressione semplificata:

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma'_{zi}}{M_{0i}} h_i \quad \text{dove:}$$

I valori dei cedimenti attesi per le previste tipologie di fondazione e per i probabili carichi di esercizio, sono riassunti, per impronta di carico infinitamente rigida, nelle seguenti **Tab. 3.5/A e 3.5/B**.

Tipologia di Fondazione	Dimensione Fondazione (m)	Carico di Esercizio Kg/cm ²	Cedimento massimo mm					
			10.3	8.7	6.1	4.4	1.7	0
Platea	10x15	0,50	10.3	8.7	6.1	4.4	1.7	0
Platea	10x15	1,00	20.7	17.3	12.2	8.7	3.5	0
Platea	10x15	1.50	31.0	26.0	18.3	13.1	5.2	0
Platea	10x15	2.00	41.4	34.7	24.4	17.4	7.0	0
Profondità D (m)			-1.00	-1.50	-2.00	-2.50	-3.00	-3.50

Tab. 3.5/A: Cedimenti massimi previsti

3.6. Interazione terreno-struttura - [terreno alla Winkler]

Per le valutazioni dell'interazione tra le strutture di fondazione ed il terreno di fondazione, questo può essere caratterizzato mediante l'assunzione di un modulo di reazione verticale.

Il **coefficiente** o **modulo di reazione del terreno** viene definito come quel legame che vi è tra la pressione esercitata su un terreno ed il suo cedimento. Tale strumento è largamente usato nelle analisi strutturali sia per la buona approssimazione dei risultati ottenuti sia per la semplicità d'uso.

Viene indicato come:

$$k = q/d \text{ [kg/cm}^3\text{]}$$

dove **q** è la pressione esercitata e **d** è il cedimento.

In **Tab. 3.6/A** si ripartano i valori di k per le diverse geometrie della platea.

B (m)	L (m)	D (m)	Valori k
m	m	m	Kg/cm ³
10	15	1	0,50
10	15	1,5	1.10
10	15	2	1.60
10	15	2,5	2.30
10	15	3	5.90
10	15	3,5	Infinito

Tab. 3.6/A: modulo di reazione per i terreni di sedime dell'opera

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Mon serrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.19 di 25	Rev. 0

4. CONCLUSIONI

L'esecuzione di due prove penetrometriche e la disponibilità di dati geotecnici derivati da precedenti indagini eseguiti in aree adiacenti, ha consentito di ricostruire l'assetto stratigrafico e geotecnico dei terreni di sedime.

L'elaborazione dei dati ha permesso di determinare le resistenze R dei terreni per le diverse opere in progetto.

Per le diverse opere in progetto l'elaborazione dei dati (si veda la relazione) ha fornito una serie di valori in relazione alle diverse geometrie di fondazione ipotizzate.

I calcoli della resistenza Rd (**S.L.U**) hanno fornito, per le diverse profondità di posa, valori compresi tra un minimo di **3,11** ed un massimo di **4,69 kg/cm²** **Tab. 3.3/G.**

Considerando, verosimilmente carichi di esercizio di 0,50 e 1,00, 1,50 e 2,00 kg/cmq si sono ottenuti, i risultati della tabella.

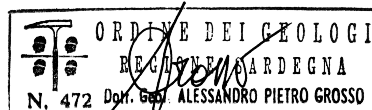
<i>Tipologia di Fondazione</i>	<i>Dimensione Fondazione (m)</i>	<i>Carico di Esercizio Kg/cm²</i>	<i>Cedimento massimo mm</i>					
Platea	10x15	0,50	10.3	8.7	6.1	4.4	1.7	0
Platea	10x15	1,00	20.7	17.3	12.2	8.7	3.5	0
Platea	10x15	1.50	31.0	26.0	18.3	13.1	5.2	0
Platea	10x15	2.00	41.4	34.7	24.4	17.4	7.0	0
Profondità D (m)			-1.00	-1.50	-2.00	-2.50	-3.00	-3.50

Come si evince dalla tabella i cedimenti maggiori sono associati alla tipologia di fondazione più superficiale e tendono a diminuire in modo significativo con l'aumentare della profondità. Tali risultati si spiegano con il passaggio in profondità alle marne litoidi caratterizzate da un modulo edometrico molto elevato che appunto limita i cedimenti.

Sulla base di quanto emergerà durante l'apertura degli scavi e l'esecuzione dei lavori, soprattutto nel caso si dovessero incontrare situazioni impreviste, potrà essere opportuno un sopralluogo da parte del geologo, sulla base del quale potranno essere formulate raccomandazioni più mirate e/o dovranno essere valutati eventuali interventi correttivi.

Cagliari, maggio 2011

I Geologi



COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.20 di 25	Rev. 0

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bazaraa A. R. S. S. (1967) - *Use of the Standard Penetration Test for estimating settlement of shallow foundation on sand* - Ph. D. Thesis, Univeristy of Illinois, Urbana, USA.

Boussinesq J. (1883) - *Application des potentials à l'etude de l'équilibre et du mouvement des solides elastiques* - Gauthier-Villars, Paris.

Bowles J. E. (1984) - *Physical and Geotechnical Properties of Soils* - McGraw-Hill International Editions.

Brinch-Hansen J. (1970) - *A revised and extended formula for bearing capacity* - Bull. n. 28, Danish Geotec. Institute, Copenhagen.

D'Appolonia D. J. et al. (1970) - *Discussion on settlement of spread footings on sands* - J. of S. M. F. D., ASCE, Vol. 36, No. SM2.

Das M. B. (1990) - *Principles of geotechnical engineering* - second edition, PWS-KENT Publishing Company, Boston.

Denver H. (1982) - *Modulus of elasticity for sand determinated by SPT and CPT* - Proceeding of the second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam.

Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command (1982) - *Soil Mechanics, Design Manual 7.1* - NAVFAC DM - 7.1 MAY 1982.

Lancellotta R. (1993) - *Geotecnica* - Zanichelli, Bologna.

Lancellotta R., Calavera J. (1999) - *Fondazioni* – McGraw-Hill, Milano.

Meyerhof G. G. (1953) - *The bearing capacity of foundation under eccentric and inclined loads* - Proceedings, 3rd International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 1, 440-445.

Pasqualini, E. (1983) - *Standard Penetration Test*, Conferenze di Geotecnica di Torino XI Ciclo,

Shioi E. & Fukui J. (1982) - *Application of N-Value to Design of Foundations in Japan*, Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam.

Terzaghi K. (1955) - *Evaluation of coefficients of subgrade reaction* - Geotechnique, Vol. 5, No. 4, 1955, pp. 297-326.

Yoshida Y. et al. (1988) - *Empirical formulas of SPT blow-counts for gravelly soils* - Penetration Testing 1988, ISOPT-1, De Ruiter (ed.), 1988 Balkema, Rotterdam.

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.21 di 25	Rev. 0

6. ALLEGATI

Rapporti prove penetrometriche

Rapporto prova granulometrica

Rapporto prova di taglio diretta

Rapporto prova edometrica

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.22 di 25	Rev. 0

Rapporto prove penetrometriche

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

GENERALITA'

Committente:	Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari	Data:	22-4-2011
Cantiere:	policlinico Universitario	Prof.tà prova:	160 cm
Località:	Monsserrato (CA)	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Compac Penni 30
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA Rpd (Formula Olandese)

$$Rpd = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Tabella valori di resistenza

GENERALITA'

Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari
Cantiere: policlinico Universitario
Località: Monserrato (CA)

Data: 22-4-2011
Prof.tà prova: 160 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata

Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste	Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste
da 0 a 10	16	64,1	1	da 80 a 90	26	104,2	1
da 10 a 20	12	48,1	1	da 90 a 100	29	109,2	2
da 20 a 30	17	68,2	1	da 100 a 110	24	90,4	2
da 30 a 40	12	48,1	1	da 110 a 120	12	45,2	2
da 40 a 50	7	28,1	1	da 120 a 130	13	49,0	2
da 50 a 60	7	28,1	1	da 130 a 140	6	22,6	2
da 60 a 70	15	60,1	1	da 140 a 150	15	56,5	2
da 70 a 80	24	96,2	1	da 150 a 160	55	207,1	2



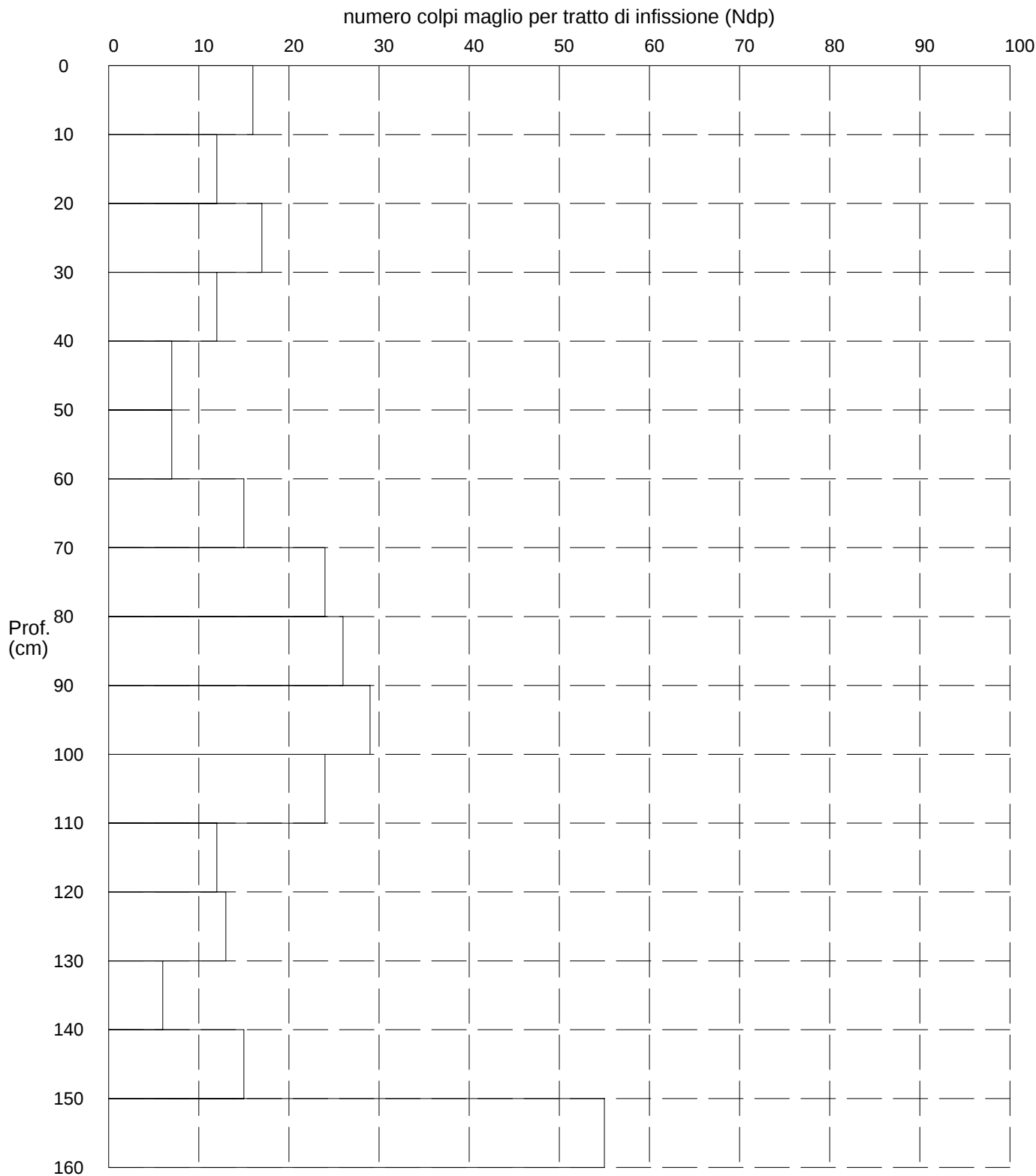
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari
Cantiere: policlinico Universitario
Località: Monserrato (CA)

Data: 22-4-2011
Prof.tà prova: 160 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

GENERALITA'

Committente:	Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari	Data:	22-4-2011
Cantiere:	policlinico Universitario	Prof.tà prova:	270 cm
Località:	Monserrato (CA)	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Compac Penni 30
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA Rpd (Formula Olandese)

$$Rpd = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cmq}]$$

M = Peso massa battente [kg]

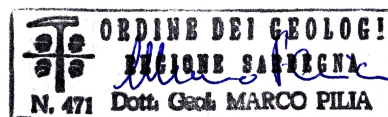
A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Tabella valori di resistenza

GENERALITA'

Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari
Cantiere: policlinico Universitario
Località: Monserrato (CA)

Data: 22-4-2011
Prof.tà prova: 270 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata

Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste	Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste
da 0 a 10	4	16,0	1	da 130 a 140	8	30,1	2
da 10 a 20	4	16,0	1	da 140 a 150	16	60,3	2
da 20 a 30	8	32,1	1	da 150 a 160	13	49,0	2
da 30 a 40	10	40,1	1	da 160 a 170	15	56,5	2
da 40 a 50	9	36,1	1	da 170 a 180	15	56,5	2
da 50 a 60	10	40,1	1	da 180 a 190	14	52,7	2
da 60 a 70	19	76,2	1	da 190 a 200	16	56,8	3
da 70 a 80	24	96,2	1	da 200 a 210	28	99,4	3
da 80 a 90	24	96,2	1	da 210 a 220	30	106,5	3
da 90 a 100	8	30,1	2	da 220 a 230	28	99,4	3
da 100 a 110	17	64,0	2	da 230 a 240	40	142,0	3
da 110 a 120	14	52,7	2	da 240 a 250	49	174,0	3
da 120 a 130	14	52,7	2	da 250 a 260	43	152,7	3
				da 260 a 270	80	284,0	3



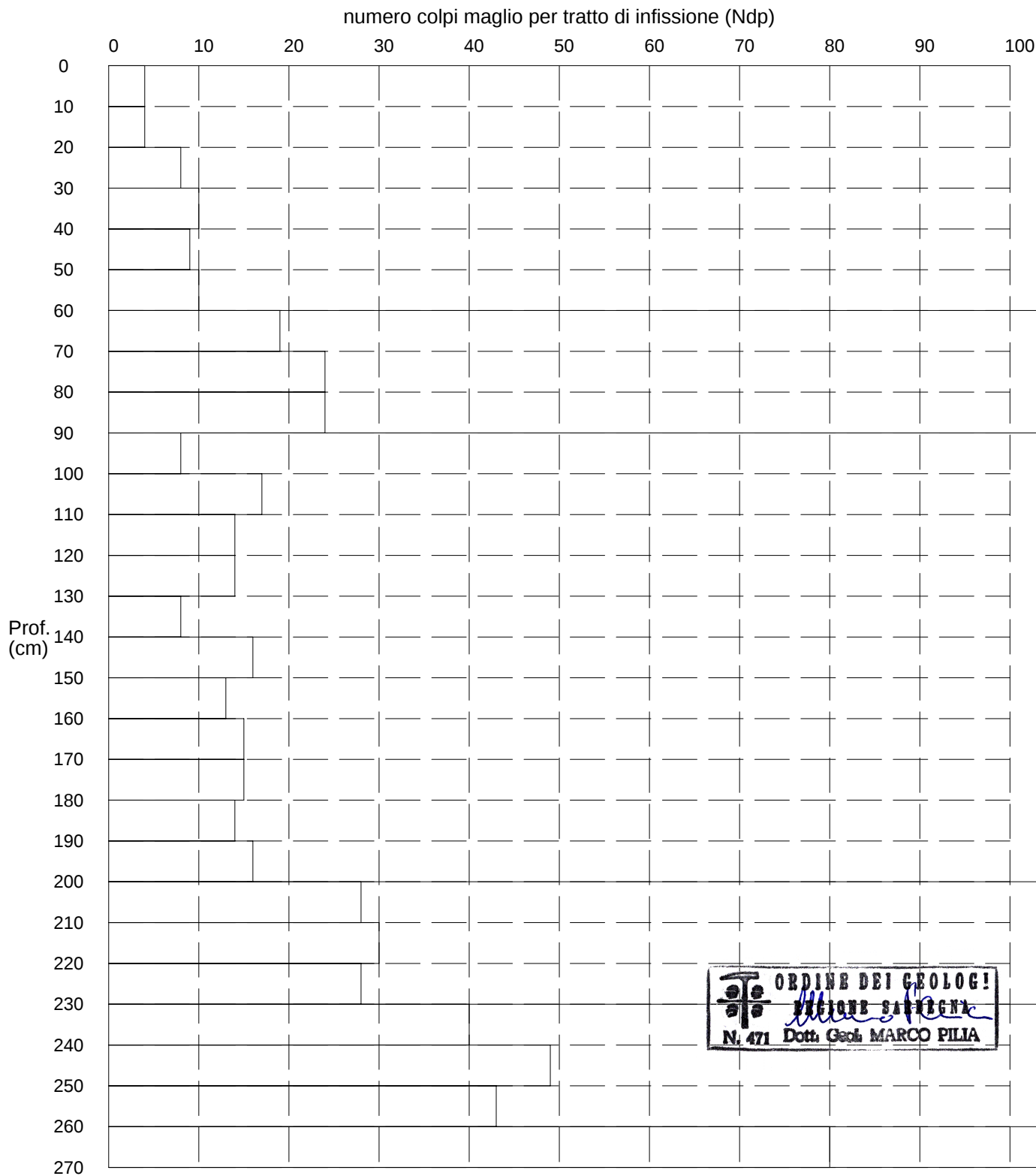
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari
Cantiere: policlinico Universitario
Località: Monserrato (CA)

Data: 22-4-2011
Prof.tà prova: 270 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



Studio Tecnico di Geologia Dr. MARCO PILIA

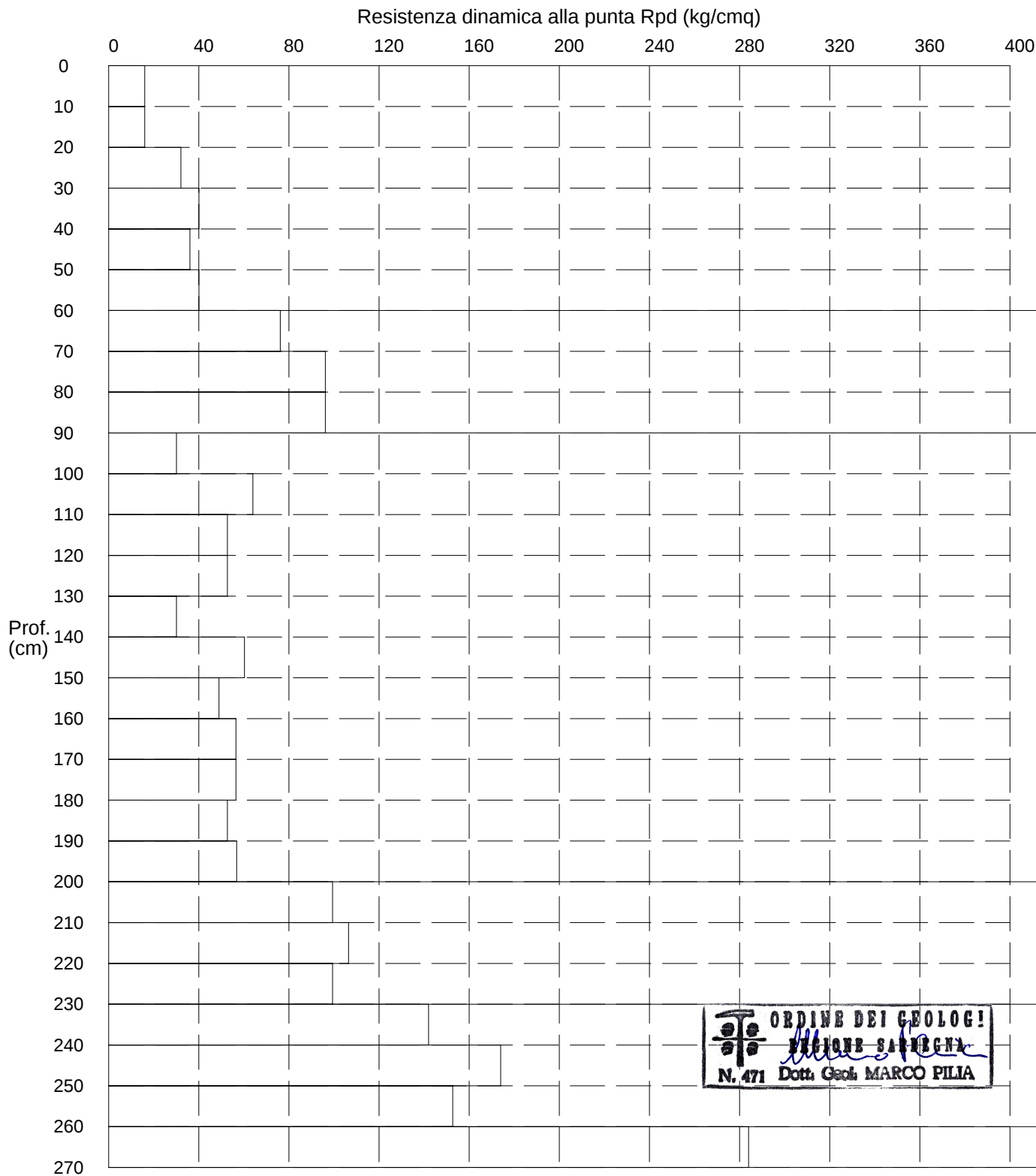
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari
Cantiere: policlinico Universitario
Località: Monserrato (CA)

Data: 22-4-2011
Prof.tà prova: 270 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



Studio Tecnico di Geologia Dr. MARCO PILIA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria Cagliari
Cantiere: policlinico Universitario
Località: Monserrato (CA)

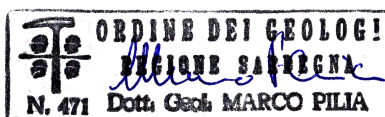
Data: 22-4-2011
Prof.tà prova: 270 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,60	Ndp	4	10	7,5	5,7
		Rpd (kg/cm ^q)	16,0	40,1	30,1	
2	da 0,60 a 0,90	Ndp	19	24	22,3	16,9
		Rpd (kg/cm ^q)	76,2	96,2	89,5	
3	da 0,90 a 2,00	Ndp	8	17	13,6	10,3
		Rpd (kg/cm ^q)	30,1	64,0	51,0	
4	da 2,00 a 2,30	Ndp	28	30	28,7	21,7
		Rpd (kg/cm ^q)	99,4	106,5	101,8	
5	da 2,30 a 2,60	Ndp	40	49	44,0	33,3
		Rpd (kg/cm ^q)	142,0	174,0	156,2	
6	da 2,60 a 2,70	Ndp	80	80	80,0	60,6
		Rpd (kg/cm ^q)	284,0	284,0	284,0	

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato n°	Profondità (m)	Nspt	INCOERENTE			COESIVO		
			Dr (%)	ϕ (°)	Y (t/mc)	Ic (-)	Cu (t/mq)	Y (t/mc)
1	da 0,00 a 0,60	5,7	-----	-----	-----	0,46	4,73	1,88
2	da 0,60 a 0,90	16,9	-----	-----	-----	0,92	15,07	2,11
3	da 0,90 a 2,00	10,3	-----	-----	-----	0,71	9,02	2,05
4	da 2,00 a 2,30	21,7	-----	-----	-----	0,99	19,19	2,15
5	da 2,30 a 2,60	33,3	-----	-----	-----	1,06	26,73	2,20
6	da 2,60 a 2,70	60,6	-----	-----	-----	2,45	29,00	2,20



Studio Tecnico di Geologia Dr. MARCO PILIA

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.23 di 25	Rev. 0

Rapporto prova granulometrica



Dott. Geol. Marco Pilia

Sede legale: Via Catalani, 7

Sede operativa: 09128 Cagliari (CA)-070 4525793

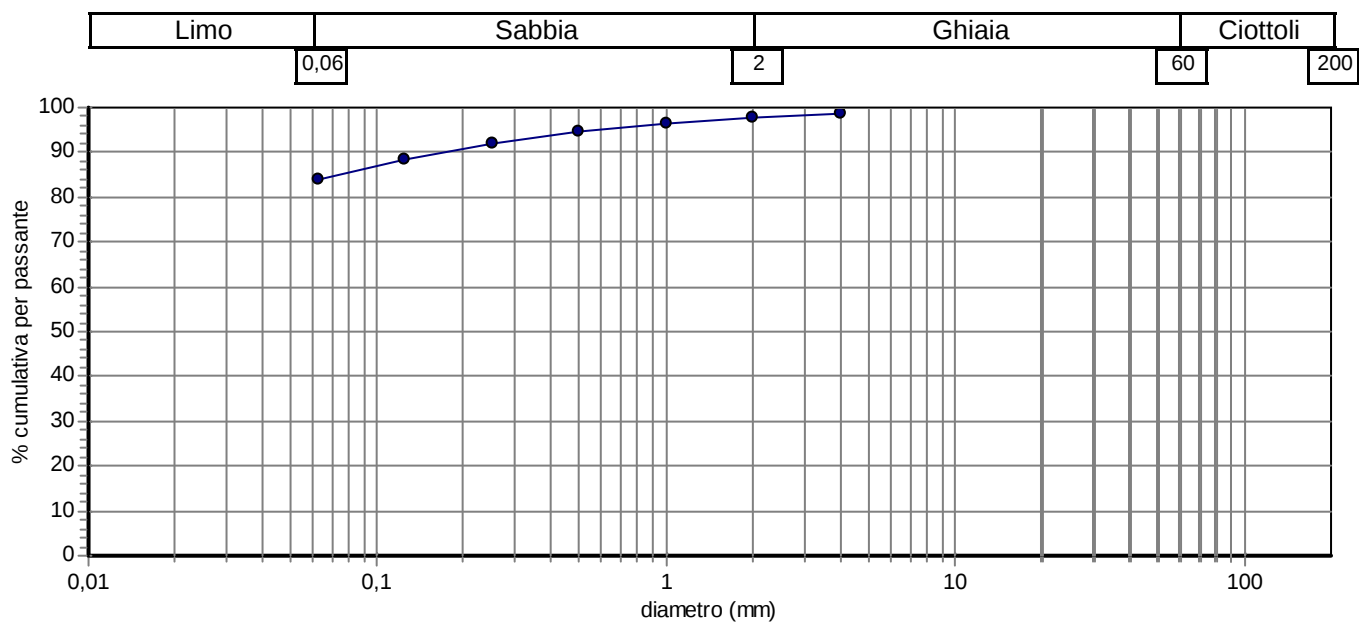
Committente: Azienda Ospedaliera Universitaria di Cagliari

Località: Monserrato

Descrizione: Campione di suolo C1 a forte componente limoso-argillosa

ANALISI GRANULOMETRICA - Setacciatura (sec. Normativa ASTM D421 e D2217)

Setaccio	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe	% ponderale
5	4	98,64	Ghiaia	2,29
10	2	97,71		
18	1	96,6		
35	0,5	94,62		
60	0,25	91,77		
120	0,125	88,49	Sabbia	97,71
200	0,063	84,1		



Frazione di peso < 0,075 mm (N):

135,9

Frazione di peso > 0,075 mm (N):

25,7

Percentile 10 (d10) (mm):

N.C.

Percentile 30 (d30) (mm):

N.C.

Percentile 60 (d60) (mm):

N.C.

Coefficiente di curvatura (Cc):

N.C.

Coefficiente di uniformità (Cu):

N.C.

Descrizione sec. A.G.I. :

limo deb sabbioso

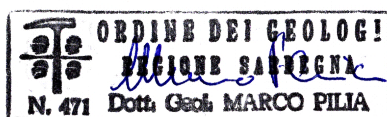
Certificato n.:

Data certificato:

Verbale di Accettazione n.:

Data Verbale:

Il Tecnico Sperimentatore



Il Direttore Tecnico

allegato 1/1

1 / 1

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.24 di 25	Rev. 0

Rapporto prova di taglio diretta

DOCUMENTO DI PROVA

Data inizio prova: 11-apr-11

Rif. laboratorio: 5511/11

Committente: Dott. Geol. Marco Pilia

Cantiere: Fondazioni passerella - Cittadella Universitaria - Comune di Monserrato

Data del campionamento: 11-apr-11

Ubicazione pozzetto n°: P1

Sigla del campione: C1

Profondità prelievo dal p.c. (mt): 1,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

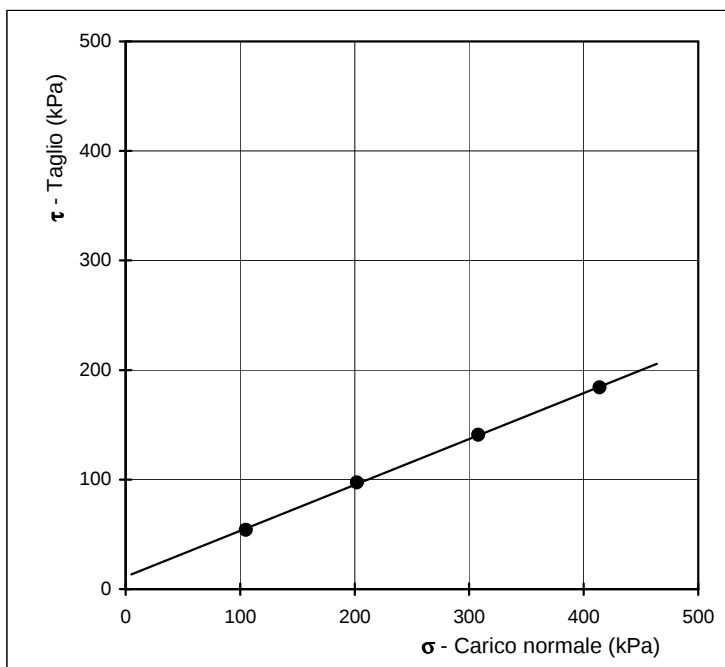
Apparecchio di Casagrande

Descrizione del campione: Materiale a forte componente argillosa
Caratteristiche della prova: CD su provini indisturbati
Dimensioni della cella (mm): L 60,00 H 30,00 Velocità di esecuzione (mm/min): 0,020

Caratteristiche del provino	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	23,1			
Peso di volume	g/cmc	1,918	1,917	1,924	1,917
Determinazioni della prova	Carico kPa	105,00	202,00	308,00	414,00
Tempo di consolidazione	ore	24			
Resistenza massima al taglio	kPa	54,12	97,42	140,72	184,02

Angolo d'attrito: 22,73

Coesione: kPa 11,3



Quartu Sant'Elena 18 aprile 2011

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI CAGLIARI Via Ospedale, 54 - 09124 Cagliari	I Geologi:	Comune: Monserrato	RELAZIONE GEOTECNICA	
	Dott. Geol. A. Grosso Dott. Geol. M. Pilia		Incarico del 25/05/2011	
	Lavori di completamento del Padiglione "Q" del Presidio Ospedaliero di Monserrato		Fg.25 di 25	Rev. 0

Rapporto della prova edometrica

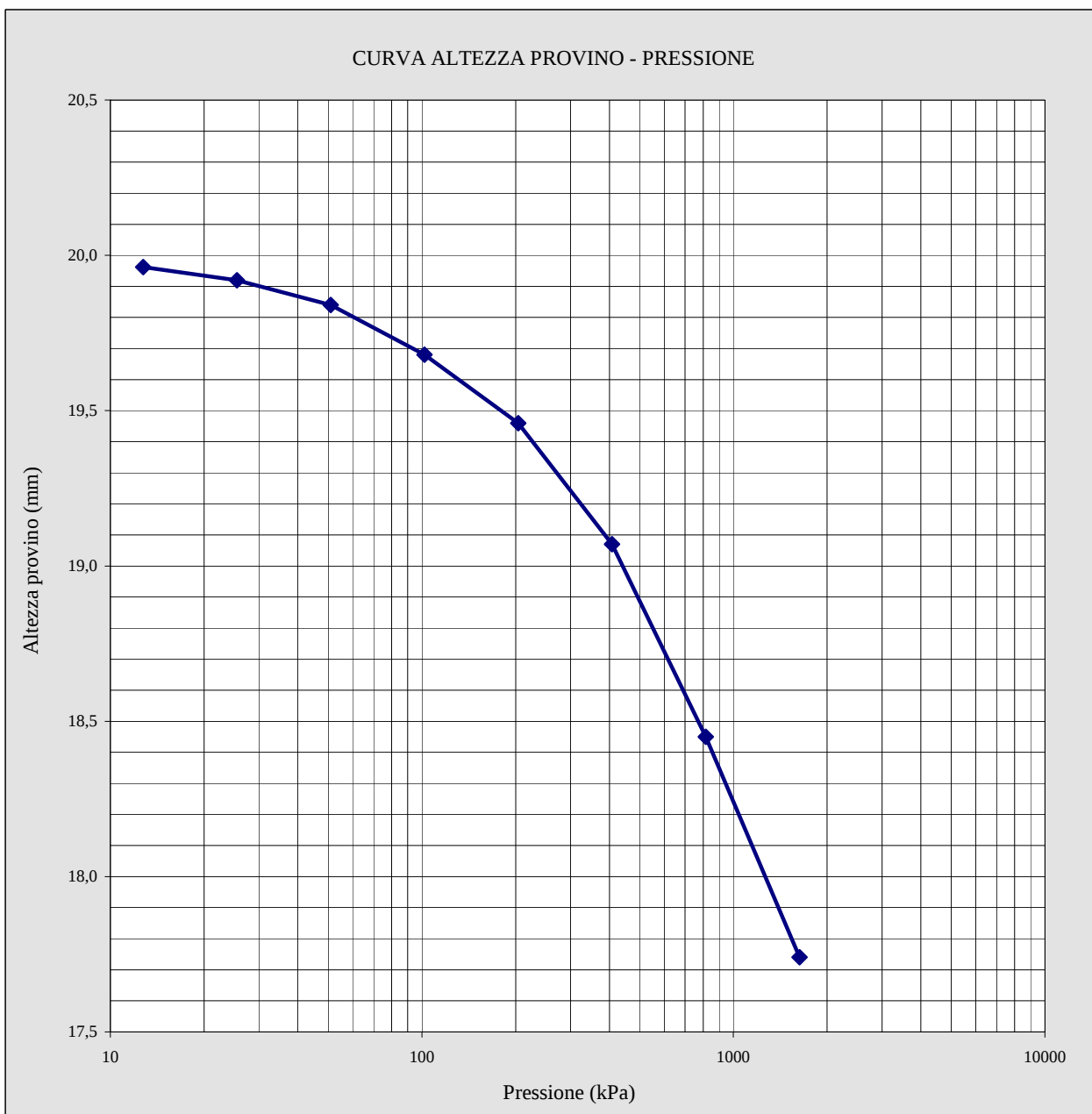
DOCUMENTO DI PROVA

Allegato:

I

Rif. laboratorio:

5510/11



Quartu Sant'Elena, 22 aprile 2011

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

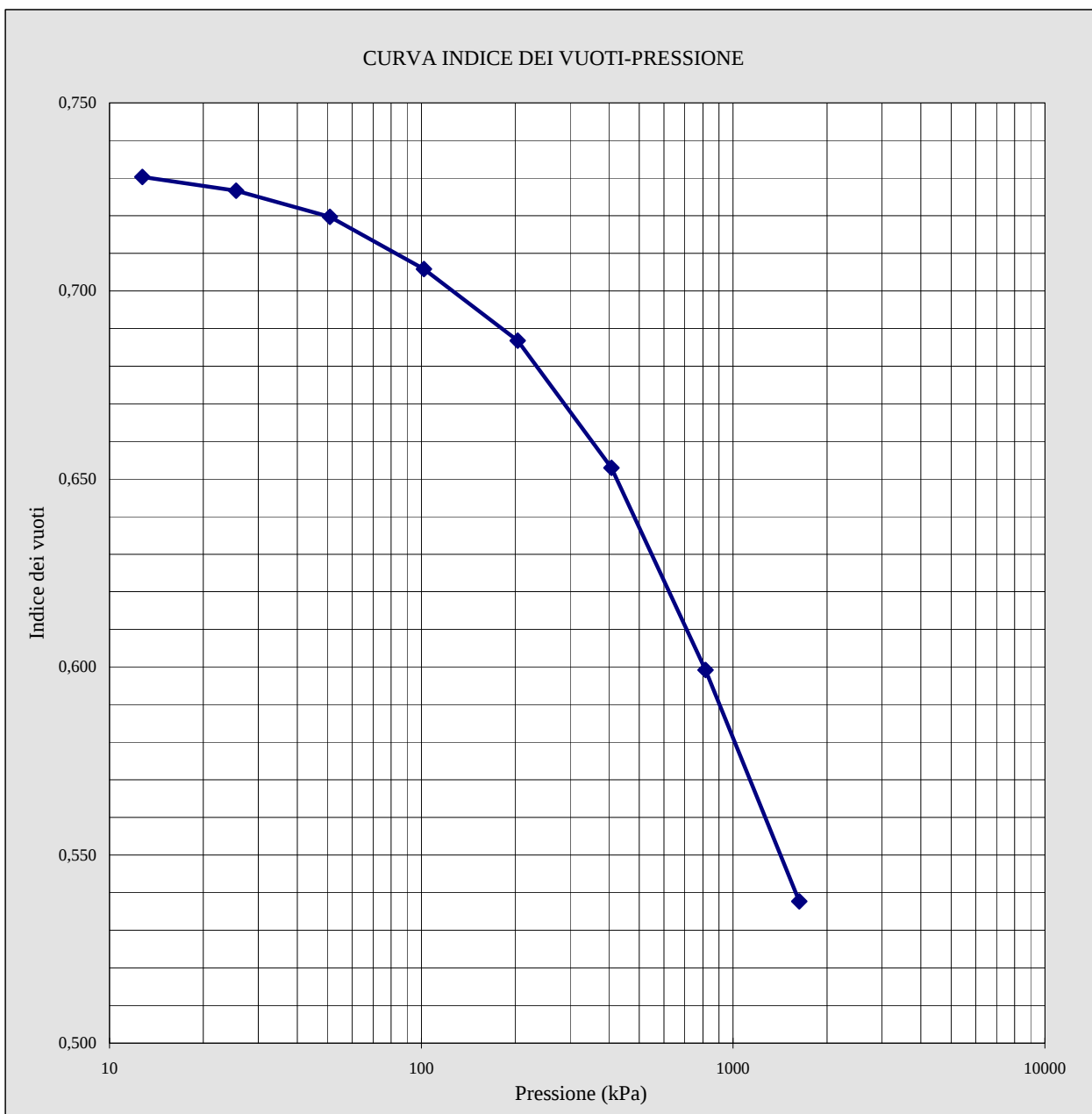
DOCUMENTO DI PROVA

Allegato:

II

Rif. laboratorio:

5510/11



Quartu Sant'Elena, 22 aprile 2011

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

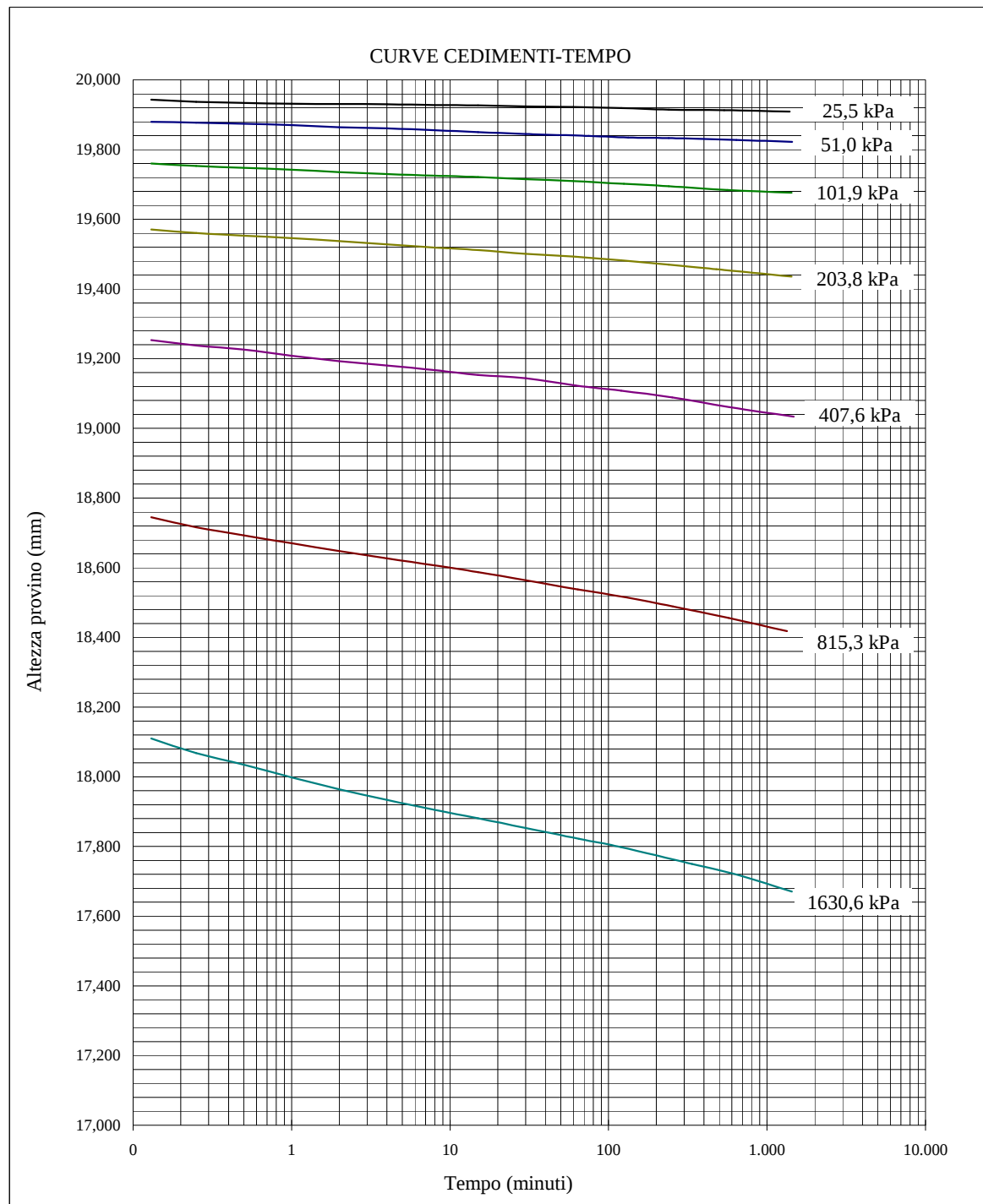
DOCUMENTO DI PROVA

Allegato:

III

Rif. laboratorio:

5510/11



Quartu Sant'Elena, 22 aprile 2011

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì