

COMUNE DI BARLETTA

il 18.12.2014

RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Indagini geologiche, geomorfologiche e caratterizzazione geotecnica di un suolo sito nel Cimitero Comunale di Barletta in zona di espansione Nord - Ovest per la realizzazione di n. 1.160 nicchie funerarie - settimo stralcio.

COMMITTENTE:

Comune di Barletta

IL GEOLOGO

dott.ssa Maddalena A. Corvasce



Maddalena Corvasce

FUNZIONARIO TECNICO INGEGNERE
(Ing. Francesco Cognetti)

Francesco Cognetti

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. PIANO DELLE INDAGINI.....	1
3. MODELLO GEOLOGICO GENERALE.....	2
3.1 Geomorfologia.....	2
3.2 Geologia.....	3
3.3 Idrogeologia.....	4
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	6
4.1 Indagini dirette.....	6
4.1.1 Indagini dirette: rilievi sezioni di scarpata.....	7
4.1.2 Indagini dirette: perforazioni a carotaggio continuo e pozzi per acqua.....	8
5. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	12
6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO	14
6.1 Carta geolitologica e stratigrafia.....	14
6.2 Idrogeologia.....	16
6.3 Geomorfologia e idrologia.....	18
7. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DELLE UNITÀ LITOTECNICHE (MODELLO GEOTECNICO)	19
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	22

BIBLIOGRAFIA

Allegato I

Tavole

Allegato II

Schede

Allegato III

Foto

Allegato IV

Certificati prove geotecniche di laboratorio

1. PREMESSA

A seguito di un incarico professionale conferito alla scrivente dal Comune di Barletta (determina-contratto del Comune di Barletta sottoscritta in data 06/11/2014 repertoriata n. 361), si è proceduto ad eseguire un'indagine conoscitiva al fine di accertare l'assetto geomorfologico, geologico e geotecnico di un'area ubicata nel cimitero comunale della città di Barletta in zona Nord – Ovest – settimo stralcio (Tavola I).

Lo studio si prefigge di verificare l'idoneità del sito alla realizzazione di opere e costruzioni accessorie al cimitero sulla base degli aspetti geomorfologici, idrogeologici e sismici (modellazione geologica) nonché in riferimento alle caratteristiche fisico meccaniche degli orizzonti litotecnici presenti nel sottosuolo (modellazione geotecnica).

Il lavoro è stato eseguito in ottemperanza alla normativa vigente per le costruzioni in area sismica ("Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, "Circolare N°617 del 2 febbraio 2009").

2. PIANO DELLE INDAGINI

Le principali fasi del lavoro possono essere sintetizzate come segue:

- indagini bibliografiche e di archivio
- rilevamento geologico di dettaglio di superficie
- perforazioni a carotaggio continuo
- misure piezometriche
- indagini sismiche MASW per la definizione della categoria del suolo di fondazione tramite misura del parametro Vs30
- indagini sismiche MASW 2D
- prove di laboratorio per la valutazione del comportamento meccanico dei litotipi incontrati in perforazione.

Ad integrazione del suddetto piano di indagini, vengono richiamate nel corso della presente trattazione, le risultanze di sondaggi e prove eseguite in aree limitrofe su commissione del Comune di Barletta, ma anche ad opera di privati.

In particolare si farà riferimento al seguente elaborato tecnico:

“Indagine geologica, geotecnica ed idrogeologica nell’ambito della progettazione preliminare finalizzate all’utilizzo delle aree da destinare ad espansione del cimitero (zona nord-ovest) (*Indagine 2011 - geol. Raffaele LOPEZ*)”.

3. MODELLO GEOLOGICO GENERALE

3.1 Geomorfologia

L’area è ubicata su di un terrazzo naturale, rilevato di circa 8 metri rispetto alla sottostante piana costiera, che costituisce una evidenza morfologica di stasi del livello del mare nell’ambito della più generale regressione avvenuta durante il Quaternario. Per quanto riguarda il territorio compreso nella tavoletta I.G.M. F° 176 I N.O. “Barletta”, Salvemini (1984) ha distinto 5 ordini di terrazzi marini, con relativi depositi, collegati ad oscillazioni positive del livello del mare. Caldara et al. (1996) individuano almeno 6 cadute di pendio (Tavola II); di queste, le ultime 3 delimitano spianate di abrasione marina sormontate da sedimenti di ambiente prevalentemente marino.

Successivamente alla loro deposizione, i terrazzi marini sono stati interessati da attività erosiva di tipo lineare ad opera di corsi d’acqua effimeri provenienti dalle aree interne.

Questi impluvi naturali, cui si deve la morfologia blandamente ondulata di alcune aree, trovano recapito nel fiume Ofanto o direttamente nel mare Adriatico.

3.2 Geologia

Il substrato geologico dell'area, non affiorante nel sito oggetto di studio, è costituito dalla successione di rocce calcareo-dolomitiche (Boenzi et al., 1971; Ciaranfi et al., 1988) riferibile alla formazione del Calcarea di Bari (Cc^{7-3}) del Cretaceo medio-superiore.

Sul calcarea di Bari poggiano i depositi ingressivi del Ciclo sedimentario della Fossa bradanica, quali la “Calcarenite di Gravina” (Q^{tc}) e le “Argille subappennine” (Q_{ca}), anch'essi non affioranti nel sito di interesse.

La “Calcarenite di Gravina”, localmente detta tufo, è rappresentata da una roccia a granulometria variabile; si va da micro-ruditi calcaree clinostatificate a calcareniti bianco giallastre, a tratti arrossate, più o meno cementate senza un'evidente stratificazione, in banchi di spessore variabile. La sedimentazione delle calcareniti nell'area di Barletta risale al Pleistocene inferiore.

Sui depositi calcarenitici poggia, in continuità di sedimentazione, la formazione delle “Argille subappennine”.

Le “Argille subappennine” (Pleistocene inferiore-medio), che si rinvencono in zona a circa 35 m dal piano campagna, rappresentano il termine distale e batimetricamente più profondo del Ciclo della Fossa bradanica. Si tratta di argille plastiche di colore dal grigio chiaro al grigio scuro, a luoghi sabbiose dal contenuto fossilifero ricco.

Affiorano, nell'area di studio, le unità riferibili alle *sabbie quarzose fini e calcareniti, a luoghi in terrazzi* (Q_m) riportate in letteratura (Boenzi et al., 1971), qui indicate con il termine informale di “depositi marini terrazzati” (Tavola III).

Questi sono costituiti da litologie sabbiose e arenacee, calcarenitico-siltose, subordinatamente argillose e siltose. L'ambiente di sedimentazione, deducibile dai resti organogeni presenti, è quello di spiaggia o di mare poco profondo, o, per alcuni termini argilloso-siltosi, di ambiente palustre e lagunare talvolta associati a paleosuoli. Tali depositi, spesso eteropici, sono riconducibili al Pleistocene medio-superiore.

Le variazioni del livello di base dell'erosione conseguente alle oscillazioni del livello del mare del Quaternario, hanno favorito l'alternarsi di fasi di alluvionamento e di erosione lungo le principali linee di deflusso delle acque, come lungo il fiume Ofanto e il torrente Camaggi, con la formazione dei depositi alluvionali di natura argilloso-sabbiosa-ghiaiosa, spesso terrazzati, che in letteratura sono indicati con il termine informale di "depositi alluvionali" (**at**, **a**). Questi passano lateralmente e verticalmente ai "depositi marini terrazzati".

Le sabbie delle spiagge attuali rappresentano, infine, i depositi più recenti e caratterizzano gli ampi ed estesi arenili che si osservano al piede della falesia. Dalla cartografia storica si evince che le spiagge antistanti la città di Barletta sono state prodotte da una regressione della linea di riva quantificabile in circa 300-400 m in poco meno di quarant'anni. La falesia di cui sopra è incisa nei depositi del terrazzo marino altimetricamente più basso, sul quale sorge l'area cimiteriale.

3.3 Idrogeologia

In base alle caratteristiche litostratigrafiche dell'area è possibile individuare due falde idriche: la "falda profonda" e la "falda superficiale", ben rappresentate nella colonna stratigrafica del pozzo N° 3/IS (caposaldo N°1113 dell'Ente Irrigazione), ubicato a circa 2 Km a SO dell'area di interesse (Tavola III, IV).

La falda profonda ha sede nel substrato calcareo-dolomitico affiorante nell'area delle Murge. Esso costituisce un vasto acquifero permeabile per fessurazione e/o carsismo. Il grado di permeabilità dell'acquifero profondo è molto variabile in funzione dello stato di fratturazione e della natura delle rocce calcaree e dolomitiche, la cui litologia può favorire o inibire il verificarsi del fenomeno carsico. Rilevante è l'esistenza di livelli di calcari poco fratturati e poco carsificati, praticamente impermeabili, che hanno un ruolo importante nel condizionare la circolazione idrica sotterranea. Per la presenza di questi livelli impermeabili, infatti, la falda circola in pressione, generalmente a notevole profondità al di sotto del livello del mare, frazionata in più livelli idrici sovrapposti.

La zona di principale alimentazione della falda si trova in corrispondenza delle parti più interne ed elevate delle Murge, dove sono presenti ampie aree caratterizzate da forme carsiche superficiali (inghiottitoi, doline, ecc.) che favoriscono una rapida infiltrazione delle acque di pioggia.

Il trasferimento in profondità delle acque meteoriche avviene sia in forma diffusa che concentrata; il prevalere dell'una o dell'altra modalità di infiltrazione dipende dalla frequenza delle fessure e dall'intensità dei fenomeni di dissoluzione carsica.

I livelli piezometrici all'interno dei pozzi che intercettano tale falda ad oltre 70 m di profondità si attestano mediamente tra i 5 e i 10 m s.l.m..

La falda superficiale si colloca, nel territorio di Barletta, a profondità variabili e comunque comprese fra i 4 e i 15 m dal piano campagna. Essa ha sede negli strati sabbiosi dei depositi marini terrazzati e dei depositi alluvionali. La circolazione di questa falda si esplica prevalentemente a pelo libero o lievemente in pressione, se gli strati acquiferi risultano confinati superiormente da livelli argillosi. Le acque di falda sono alimentate dalle acque meteoriche, pertanto le oscillazioni della superficie piezometrica risentono fortemente della variabilità stagionale delle precipitazioni. Le zone di alimentazione sono rappresentate dalle aree più interne del territorio di Barletta. Il deflusso è orientato verso il mare, che rappresenta il recapito finale delle acque di falda.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini per la caratterizzazione dei terreni che ospiteranno i nuovi lotti del cimitero, condotte per l'esecuzione del presente incarico professionale, sono consistite essenzialmente in:

- rilevamento geologico di dettaglio dell'area
- n°3 sondaggi geomeccanici a carotaggio continuo
- Esecuzione di 4 prove Standard Penetration Test (SPT)
- prelievo di n° 4 campioni indisturbati per le analisi geotecniche
- indagini sismiche MASW
- Misura di livelli della falda superficiale nei fori di sondaggio.

Tali indagini sono state pianificate ed ubicate sulla base delle conoscenze pregresse della scrivente e di quelle disponibili presso gli archivi dell'Ufficio Tecnico del Comune di Barletta (Tavola V).

Sono state pertanto utilizzate le indagini geognostiche a supporto del lavoro finalizzato all'utilizzo delle aree da destinare ad espansione del cimitero (zona nord-ovest) (*Indagine 2011 - geol. Raffaele LOPEZ*). Si tratta prevalentemente di sondaggi geomeccanici con prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio.

4.1.1 Indagini dirette: rilievi sezioni di scarpata

Il rilevamento geologico di superficie si è concentrato prevalentemente lungo la falesia che raccorda l'area del cimitero comunale con gli arenili della litoranea di Ponente. Sono stati quindi visionati alcuni fronti di scarpata dopo un'accurata pulizia dai materiali detritici di caduta e dalle alterazioni che ne mascheravano i caratteri sedimentologici e stratigrafici.

Come mostrato in Tavola V, le sezioni, di cui si riporta una stratigrafia media, sono ubicate lungo il fronte di scarpata a N del nucleo cimiteriale più antico (Sezioni 1 - 6). Vengono di seguito fornite le descrizioni delle sigle utilizzate per i litotipi più comunemente incontrati:

TR = terreno di riporto	TV = terreno vegetale
CS = sabbia calcarea siltosa con crosta	S = sabbia
SL = sabbia limosa	LS = limo sabbioso
AL_S = argilla limosa con livelli sabbiosi	S_LA = sabbia con livelli limoso argillosi
LA_S = limo argilloso con livelli sabbiosi	AL = argilla limosa
A = argilla	G = ghiaia

Sezioni 1-6 (Scheda I, tabella I, foto 14-15)

quota s.l.m.= 12,0 m

1 - coord. UTM33N WGS84 (m) = E 605043,02; N 4575853,06

6 - coord. UTM33N WGS84 (m) = E 605229,84; N 4575766,10

Spessore medio delle sezioni circa 4,00 m

Rinvenimento della falda = non rilevata

Tabella I - Sezioni 1-6		
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla
0,0 – 1,5	Terreno di riporto e terreno vegetale	TV
1,5 – 2,1	Sabbia calcarea a tratti molto cementata (crosta calcarea)	CS
2,1 – 3,0	Sabbia calcarea sciolta	
3,0 – 4,0	Limo argilloso grigio-oliva con livelli di sabbia laminata e noduli carbonatici cementati	LA

4.1.2 Indagini dirette: perforazioni a carotaggio continuo e pozzi per acqua

Sulla base delle risultanze scaturite dall'indagine geologica di superficie e dai dati di sottosuolo pregressi, sondaggio geomeccanico (P3) eseguito dalla Ditta Piazzola & Figli di Barletta, oltre ai dati delle perforazioni a carotaggio eseguite nel 2002 (P1, P2), sono stati ubicati i sondaggi S1, S2, S3 eseguiti dalla ditta Trivelpali di Miscioscia Alessandro di Corato (Tavola V).

Tra i metodi di perforazione si è scelto il metodo a rotazione con carotaggio continuo di piccolo diametro (10 cm) eseguito con attrezzatura leggera, in quanto risulta il metodo che meglio permette una campionatura il più possibile completa e indisturbata.

Le carote sono state collocate in cassette, sigillate e condotte in luogo riparato per successive osservazioni dei campioni.

Le perforazioni P1 e P3 sono state attrezzate con tubi piezometrici per misurare il livello della falda superficiale.

Pozzo PD2 (Scheda II, tabella II)

quota del boccapozzo s.l.m.= 10,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604760,96; N 4575912.79

Tale perforazione è stata realizzata con il metodo a percussione per lo scavo di un pozzo per acqua e si è spinta fino ad una profondità di 39 m dal piano campagna. Trattandosi di un metodo che comporta un elevato grado di disturbo dei litotipi perforati, l'indagine è stata utilizzata per evidenziare la variabilità verticale dei sedimenti riconducibili ai “depositi marini terrazzati”; è stato inoltre attraversato, come hanno dimostrato le associazioni fossilifere riconosciute, il locale top delle “Argille subappennine”.

Il pozzo, realizzato nel 1994, è contrassegnato con la sigla “pozzo” in tavola V e “PD2” in archivio.

Tabella II - Pozzo PD2		
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla
0,0 – 1,0	Terreno vegetale colore grigio biancastro	TV
1,0 – 3,0	Sabbia limosa	SL
3,0 – 7,0	Sabbia sciolta a tratti cementata con minerali femici	S
7,0 – 11,0	Argilla limosa bruno-giallastro molto consistente con noduli carbonatici	AL
11,0 – 13,0	Sabbia bruna debolmente argillosa molto addensata, satura	S
13,0 – 15,0	Sabbia sciolta passante a sabbia fine argillosa, satura	S
15,0 – 17,0	Ghiaia sciolta con clasti argilloso-marnosi biancastri	G
17,0 – 21,0	Argilla limosa bruno-oliva ed argilla consistente; presenza di un livello sabbioso di circa 50 cm	AL_S
21,0 – 31,0	Alternanza di livelli sabbiosi da poco a ben cementati e di livelli limosi	S_L
31,0 – 38,0	Limo sabbioso bruno con noduli carbonatici passante verso il basso a sabbia sciolta a tratti acquifera	L_S
38,0 – 39,0	Argilla grigio-oliva debolmente sabbiosa (Argille subappennine)	A

Sondaggio P1 (Scheda III, tabella III, foto 16, 17)

quota s.l.m.= 10,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604845,64; N 4575820,73

Profondità dei campioni indisturbati:

Profondità del sondaggio = 8,1 m

Rinvenimento della falda dal p.c.= 7,0 m

Livello statico dal p.c. (inverno 2002) = 5,0 m

Tabella III - Sondaggio P1		
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla
0,0 – 1,0	Terreno vegetale	TV
1,0 – 1,7	Sabbia calcarea debolmente limosa con noduli carbonatici polverulenti	SL

1,7 – 4,5	Limi argillosi color grigio-chiaro in presenza di noduli carbonatici, tendenti al verde oliva laddove prevalgono tracce di ossidazione e precipitazioni ferro-manganesifere; discontinui episodi centimetrici di natura più sabbiosa	LA
4,5 – 7,0	Argilla limosa di colore marrone-verdastro con frequenti livelli carboniosi e rari livelletti limoso-sabbiosi color grigio-chiaro e noduli carbonatici	AL
7,0 – 8,1	Alternanza di sabbia sciolta satura e sabbia argillosa	S

Sondaggio P2 (Scheda IV, tabella IV)

quota s.l.m. = 9,5 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604853,35; N 4575849,72

Campione P2C1 = 0,2 – 0,6 m

(Allegato IV - N° 17/02, 18/02, 19/02, 20/02)

Profondità del sondaggio = 2,0 m

Rinvenimento della falda = non rilevata

Tabella IV - Sondaggio P2		
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla
0,0 – 1,0	Terreno vegetale	TV
1,0 – 1,5	Sabbia calcarea debolmente limosa con noduli carbonatici polverulenti	SL
1,5 – 2,0	Limi argillosi	LA

Sondaggio P3 (Scheda V, tabella V, foto 18, 19, 20, 21)

quota s.l.m. = 10,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604801,92; N 4575881,04

Profondità del campione indisturbato:

Campione C1 = 2,0 – 2,5 m

(Allegato IV - N° 58/11-XI-P.C.V, 58/11-XI-P.F., 58/11-XI-A.G., 58/11-XI-T.D., 58/11-XI-C.E.)

Profondità del sondaggio 10,0 m

Rinvenimento della falda dal p.c. = 6,9 m

Livello statico dal p.c. (primavera 2011) = 6,3 m

Tabella V - Sondaggio P3		
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla
0,0 – 1,0	Terreno vegetale grigio chiaro con inclusi clasti calcarenitici	TV
1,0 – 2,5	Sabbia limosa debolmente argillosa bruno chiaro	SL A
2,5 – 4,0	Sabbia fina color avana	S
4,0 – 5,0	Argilla con noduli carbonatici cementati	A
5,0 – 6,5	Argilla limosa colore bruno-verdastro con livelli carboniosi e rari	AL

	livelletti sabbiosi	
6,5 – 8,0	Sabbia limosa satura	SL
8,0 – 9,2	Argilla limosa	AL
9,2 – 10,0	Sabbia fina calcarea addensata	S

Sondaggio S1 (Scheda VI, tabella VI, foto 1, 2, 3, 4)

quota s.l.m.= 11,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604920,95; N 4575797,07;

Esecuzione di una prova SPT (Standard Penetration Test) alla profondità di 1,50 m dal piano campagna ($N_2+N_3 = 24$).

Profondità del campione indisturbato:

Campione S1 = 1,95 – 2,45 m (foto 12)

(Allegato IV - Certificati in allegato dal N. 5631 al N. 5636)

Profondità del sondaggio 10,0 m circa

Rinvenimento della falda dal p.c. = non rinvenuta

Tabella VI – sondaggio S1				
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla	SPT	N_{SPT}
0,0 – 1,50	Terreno di riporto	TR		
1,50 – 3,95	Limo sabbioso di colore verde – nocciola, a medio-alta plasticità	LS	1,50	4
			1,65	10
			1,80	14
3,95– 6,5	Argilla sabbiosa / sabbia argillosa ricca di minerali femici e noduli carbonatici. Presenti livelli carboniosi e patine di ossidazione	AS-SA		
6,5 - 10	Argilla verdastra con tracce carboniose	A		

Sondaggio S2 (Scheda VII, tabella VII, foto 5, 6, 7, 8)

quota s.l.m.= 11,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604884,91; N 4575792,49;

Esecuzione di due prove SPT (Standard Penetration Test) alla profondità di 1,0 m dal piano campagna ($N_2+N_3 = 10$) e di 4,5 dal piano campagna ($N_2+N_3 = 27$).

Profondità del sondaggio 5,0 m circa

Tabella VII – sondaggio S2				
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla	SPT	N_{SPT}
0,0 – 1,45	Terreno di riporto	TR	1,0	4
			1,15	4
			1,3	6
1,45 – 2,5	Terreno sabbioso grigio scuro	TS		
2,5–3,3	Sabbia avana ricca di minerali femici	S		
3,3 –5	Argilla sabbiosa con noduli carbonatici, patine di	A	4,5	8

	ossidazione e minerali femici		4,65 4,80	11 16
--	-------------------------------	--	--------------	----------

Sondaggio S3 (Scheda VIII, tabella VIII, foto 9,10, 11)

quota s.l.m.= 11,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604892,41; N 4575816,03;

Esecuzione di una prova SPT (Standard Penetration Test) alla profondità di 2,50 m dal piano campagna ($N_2+N_3 = 38$).

Profondità del campione indisturbato:

Campione S3 = 4,5 – 5,0 m (foto 13)

(Allegato IV - Certificati in allegato dal N. 5637 al N. 5642)

Profondità del sondaggio 5,0 m circa

Tabella VIII – sondaggio S3				
Profondità (m)	Descrizione litotipi	Sigla	SPT	N_{SPT}
0,0 – 1,5	Terreno di riporto	TR		
1,5 – 2,95	Sabbia avana ricca di minerali femici	S	2,5 2,65 2,80	13 20 18
2,95–4,5	Argilla sabbiosa con piccoli noduli carbonatici e patine carboniose intercalata da livelletti sabbiosi e patine di ossidazione	AS		
4,5 – 5,0	Argilla leggermente scagliettata di colore avana nocciola, campione indisturbato	A		

5. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Nelle verifiche in condizioni sismiche, è necessario valutare il rischio di liquefazione dei terreni di fondazione. Il fenomeno si verifica quando un terreno saturo non coesivo durante un sisma subisce una riduzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza per l'aumento della pressione interstiziale.

Il sito di interesse è fra quelli in cui è possibile che si verifichino terremoti con magnitudo maggiore di 5, anche se con bassa probabilità di accadimento. Le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti sono superiori a 0,1 g.

Tuttavia la composizione granulometrica del terreno di fondazione, costituito da terreni coesivi non saturi (argilla sabbiosa e limo sabbioso), sabbie addensate, sature a partire dai

6,50 m dal piano campagna, fanno escludere che i terreni presenti nel volume di fondazione possano andare incontro a fenomeni di liquefazione.

A tal fine si riportano di seguito alcune verifiche condotte con i metodi Seed e Idriss e Tokimatsu e Yoshimi, ipotizzando la presenza di terreni sabbiosi incoerenti (sabbia satura) a profondità di 6,50 m e 9,20 m, potenzialmente suscettibili alla liquefazione e caratterizzati da valori di SPT=10/11/13.

Tabella IX. Metodo di calcolo di Seed e Idriss	
Immissione dati	
Profondità di calcolo (m)	6,5
Profondità della falda dal p. c. (m)	6,5
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,43
Numero di colpi SPT o SCPT	24
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0,150
Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,8294
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,8294
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	31,6771
Resistenza alla liquefazione (R)	2,9335
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,089
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	32,9544
Il deposito non è liquefacibile	

Tabella X. Metodo di calcolo di Tokimatsu e Yoshimi	
Immissione dati	
Profondità di calcolo (m)	6,5
Profondità della falda dal p. c. (m)	6,5
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,43
Numero di colpi SPT o SCPT	24
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0,150
Tipo di deposito	Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie medio-dense
Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,8294
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,8294
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	26,6771
Resistenza alla liquefazione (R)	3,5437
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0801
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	44,2318
Il deposito non è liquefacibile	

Tabella XI. Metodo di calcolo di Seed e Idriss	
Immissione dati	
Profondità di calcolo (m)	9,20
Profondità della falda dal p. c. (m)	9,20
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,43
Numero di colpi SPT o SCPT	24
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0,150
Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	1,1297
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	1,1297
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	27,2987
Resistenza alla liquefazione (R)	1,1702
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0859
Coefficiente di sicurezza ($F_s = R / T$)	13,6159
Il deposito non è liquefacibile	

Tabella XII. Metodo di calcolo di Tokimatsu e Yoshimi	
Immissione dati	
Profondità di calcolo (m)	9,20
Profondità della falda dal p. c. (m)	9,20
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,43
Numero di colpi SPT o SCPT	24
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0,150
Tipo di deposito	Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie medio-dense
Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	1,1297
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	1,1297
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	22,2987
Resistenza alla liquefazione (R)	1,3838
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0774
Coefficiente di sicurezza ($F_s = R / T$)	17,8899
Il deposito non è liquefacibile	

6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO

6.1 Carta geolitologica e stratigrafia

Le indagini e i rilievi in sito effettuati, unitamente ai dati bibliografici disponibili, hanno consentito di cartografare le unità litologiche riconosciute e ricostruire in dettaglio la locale successione lito-stratigrafica, che di seguito si riporta, fino ad una profondità di 10 m dal piano campagna (Tavole VIa, VIb, VIc).

Al di sotto di una coltre di circa 1,0-1,5 m di terreno vegetale da franco-sabbioso a limo-argilloso (**TV**) e talvolta di riporto (**TR**), affiora una unità eluvio-colluviale, qui denominata **Unità 1 (U1)** rappresentata nella parte sud-orientale da litotipi sabbiosi debolmente limosi (**U1-SL**) passanti a litotipi più fini sabbioso-limosi debolmente argillosi (**U1-SL_A**) nella porzione centro-settentrionale dell'area. Gli spessori di U1 vanno da 0,7 m a sud-est fino a circa 3,0 m nelle zone prossime alla scarpata; tale unità rappresenta il prodotto del disfacimento della porzione superiore dei “depositi marini terrazzati”.

Questi ultimi, affioranti nell'area del vecchio cimitero con termini calcarenitici e sabbiosi (**U2-CS**) spessi circa 1,5 m, sembrano interessare anche il settore occidentale. Il passaggio fra l'Unità 1 e l'Unità 2 è presumibilmente di tipo erosivo dal momento che è presente un drenaggio orientato SSE-NNO che attraversa l'area incidendo la porzione sommitale dei “depositi marini terrazzati”.

Segue l'**U3** costituita da argille con noduli carbonatici cementati (**U3-A**) e limi argillosi dal grigio-chiaro al verde oliva (**U3-LA**) con spessori variabili da 1,0 m a 2,8 m.

I “depositi marini terrazzati” continuano in profondità con litotipi argillosi (**U4-AL**) di colore bruno caratterizzati da frequenti livelli carboniosi e livelletti limo-sabbiosi riconducibili all'**U4** il cui spessore è di circa 1,5 m.

Segue l'**U5** costituita da sabbia (**U5-S**) e sabbia limo-argillosa (**U5-SL**) sature di acqua con uno spessore di circa 1,5 m.

L'**U6** è costituita da litotipi argilloso-limosi (**U6-AL**) di circa 1,2 m di spessore che limitano al tetto il deposito sabbioso (**U7-S**) qui denominato **U7**.

I “depositi marini terrazzati” proseguono con alternanze di litologie sabbiose e arenacee, calcarenitico-siltose, subordinatamente argillose e siltose fino alla profondità di 38 m dal piano campagna dove sono state rinvenute le “Argille subappennine”.

6.2 Idrogeologia

La presenza di una falda idrica superficiale sotto la città di Barletta è documentata dalla presenza di antichi pozzi scavati a mano, maggiormente concentrati in prossimità del centro storico e degli arenili della litoranea, da alcuni rigagnoli che attraversano gli stessi arenili, nonché dai riferimenti riportati in alcuni lavori scientifici già citati.

Poiché la falda influenza i valori della capacità portante del terreno di fondazione, durante l’esecuzione dei sondaggi geomeccanici si è avuta cura di annotare quali fossero i terreni ospitanti falde idriche superficiali, anche di modesta entità, Tuttavia durante le perforazioni a carotaggio continuo (S1, S2, S3) eseguite il 6 novembre 2014 non si è rilevato nessun livello di sabbia satura.

Di seguito si riporta la tabella XIII e la tabella XIV con le misure della superficie piezometrica riferite al livello del mare e al piano campagna effettuate rispettivamente nel piezometro P1 (foto 17) nel 2002, e nel piezometro P3 nel 2011.

Tabella XIII - Misure della superficie piezometrica riferite al piano campagna e al livello del mare effettuate nel piezometro P1 nel periodo febbraio-marzo 2002

Data misura	P1 (10,00 m s.l.m.)	P1 (m dal p.c.)
07.02.02	5,00	5,0
09.02.02	4,75	5,3
11.02.02	4,30	5,7
12.02.02	3,70	6,3
13.02.02	3,50	6,5
07.03.02	2,60	7,4
10.03.02	2,60	7,4
11.03.02	2,50	7,5
13.03.02	2,50	7,5

Tabella XIV -Misure piezometriche riferite al piano campagna e al livello del mare effettuate nel piezometro P3 nel periodo febbraio-marzo 2011

Data misura	P3 (10.00 m s.l.m.)	P3 (m dal p.c.)
05.02.11	3,7	6,4
10.03.11	3,1	6,9

L'inserimento di tubi in pvc nei perfori dei sondaggi P1 (indagine febbraio 2002) e P3 (indagine febbraio 2011) ha consentito inoltre di misurare la posizione del livello statico (quota di stabilizzazione della superficie piezometrica).

Dalle misure effettuate (tabelle XIII, XIV) e dai dati rinvenuti durante i sondaggi S1,S2,S3 risulta che la falda è presente a profondità tali da non interferire con le strutture di fondazione dei loculi a realizzarsi.

Poiché le misure effettuate si posizionano tutte poco al di sopra del livello medio marino, si può concludere che si tratta della stessa falda superficiale, impostata nei litotipi sabbiosi e sabbioso-limosi dei “depositi marini terrazzati”, a luoghi confinata da terreni più argillosi sovrastanti. Il deflusso della falda è orientato prevalentemente da sud verso nord. Essendo alimentata dalle acque meteoriche che si infiltrano nell'immediato entroterra

di Barletta, la posizione della superficie piezometrica risente fortemente della variabilità stagionale delle precipitazioni.

6.3 Geomorfologia e idrologia

L'area che sarà interessata dalla realizzazione delle nicchie funerarie è parte di un'estesa piattaforma di abrasione, associata a depositi di ambiente litorale, corrispondente al terrazzo marino più recente tra quelli cartografati nel territorio di Barletta (Salvemini, 1984; Caldara et al., 1996).

Tale piattaforma è delimitata verso N da una scarpata-falesia alta circa 6m che funge da raccordo con la sottostante piattaforma di abrasione degli arenili depositatisi in tempi relativamente recenti (Olocene–Attuale).

Il terrazzo marino in questione è attraversato da una modesta incisione, in parte colmata da depositi eluvio-colluviali (Unità 1), in cui vengono convogliate le acque di ruscellamento provenienti dalle zone topograficamente più elevate del cimitero e dalla strada vicinale “vecchio camposanto”, secondo un reticolo di deflusso orientato SE-NO.

Il confronto fra le rilevazioni topografiche della cartografia storica (IGM 1:25.000 del 1954 e CTR CASMEZ del 1974) e le ortofoto del 2005 ha consentito di tracciare l'andamento del ciglio della falesia nel tempo e di apprezzare il relativo arretramento.

In alcune zone esso ha raggiunto un'ampiezza di 30 metri in un arco temporale che va dal 1954 al 2005.

Poiché la falesia non è interessata da scalzamenti alla base, tali arretramenti della falesia sono senz'altro da attribuirsi alle acque di ruscellamento superficiale che determinano distacchi di terreno lungo i principali assi drenanti.

Ad aggravare lo stato di disordine idrologico dell'area si aggiungono le acque provenienti dal vicino depuratore che da notizie raccolte in zona pare che in più un'occasione in

concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi si siano sommate alle acque di ruscellamento.

Malgrado la situazione appena descritta, dalla consultazione degli strati informativi del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia, l'area non è inserita fra quelle a rischio idraulico e a rischio geomorfologico (Tavola VII).

7. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DELLE UNITÀ LITOTECNICHE (MODELLO GEOTECNICO)

In questo paragrafo verranno considerate le caratteristiche fisiche, meccaniche e deformative dei litotipi rappresentativi delle unità litotecniche evidenziate nel modello geologico.

Tali parametri provengono sia da prove geotecniche di laboratorio eseguite presso laboratori specializzati i cui certificati sono riportati integralmente nell'allegato IV, che da indagini in situ (SPT), eseguite durante le perforazioni a carotaggio continuo. In particolare sono state effettuate n. 4 prove penetrometriche in foro del tipo SPT (Standard Penetration Test).

La prova consiste nel far cadere, con un ritmo di 20/25 colpi al minuto una mazza da 63,5 kg da un'altezza di 76,2 cm (standard europeo) su una batteria di aste che possiedono nella parte terminale un campionatore cilindrico standard.

Il campionatore viene infisso per tre avanzamenti successivi di 15 cm ciascuno. Il primo tratto detto di avviamento, comprende l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio e quindi viene escluso. La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dalla somma del numero di colpi necessari all'avanzamento del secondo e terzo tratto (N_{SPT}).

Le prove di laboratorio sono state effettuate essenzialmente su quattro campioni riconducibili alle unità litotecniche più rappresentative del sito in questione.

Campione P2C1 (certificati Ni 17/02, 18/02, 19/02, 20/02 – Laboratorio Degiovanni), prelevato nel sondaggio P2 dall'intervallo 0,2–0,6 m dal piano campagna e rappresentativo di un orizzonte limo-argilloso riferibile al terreno vegetale (**Unità TV**)

Campione C1 (certificati Ni 58/11-XI-P.F., 58/11-XI-A.G., 58/11-XI-T.D., 58/11-XI-C.E., 58/11-XI-P.C.V – Laboratorio Terre), proveniente dall'intervallo 2,0–2,5 m dal piano campagna e prelevato dal sondaggio P3, rappresentativo dei litotipi sabbioso-limosi riconducibili **all'Unità 1**.

Campione S1 (certificati Ni 5631, 5632, 5633, 5634, 5635, 5636 – Laborgeo s.r.l.), proveniente dall'intervallo 1,95–2,45 m dal piano campagna e prelevato dal sondaggio S1, rappresentativo dei litotipi limoso-sabbiosi riconducibili **all'Unità 1**.

Campione S3 (certificati Ni 5637, 5638, 5639, 5640, 5641, 5642 – Laborgeo s.r.l.), proveniente dall'intervallo 4,5–5,0 m dal piano campagna e prelevato dal sondaggio S3, rappresentativo dei litotipi argillosi riconducibili **all'Unità 3**.

Si riportano di seguito (tabella XV), in sintesi, i parametri fisico-meccanici minimi delle unità litotecniche significative presenti al di sopra e al di sotto della futura fondazione ricavate facendo un confronto tra i risultati delle prove di laboratorio e delle prove in situ SPT.

Tabella XV - Proprietà fisico – meccaniche delle unità litologiche incontrate in perforazione			
Parametri misurati	<u>Unità TV</u> Intervallo 0-1,0 m	<u>Unità 1</u> Campione S1 intervallo 1,95-2,45	<u>Unità 3</u> Campione S3 intervallo 4,5-5,0
γ_v (kN/m ³)	16,37	18,39	18,64
γ_s (kN/m ³)	23,73	26,80	27,3
γ_d (kN/m ³)	14,51	14,87	15,61
γ_{sat} (kN/m ³)	***	19,32	19,89

w (%)	12,84	23,64	3,80
n (%)	38,84	44,50	42,81
e	0,635	0,802	0,749
S _r (%)	48,91	79,01	70,71
Ghiaia %	***	1,28	2,49
sabbia (%)	***	41,89	13,58
limo (%)	35,5	41,44	54,43
argilla (%)	64,5	15,39	29,59
classificazione AASHTO	A - 7- 5	A-4 ML	A-6 CL
LL (%)	52,5	29	35
LP (%)	32,5	23	24
IP (%)	20	6	11
φ (°)	21	27,5	-
c (kN/m ²)	1,96	12,59	-
cu (kN/m ²)			75,14

γ_v=peso di volume naturale; γ_s=peso specifico dei granuli; γ_d=peso di volume secco; γ_{sat}=peso di volume saturo; W=umidità naturale; n=porosità; e=indice dei vuoti; S_r=grado di saturazione; LL=limite di liquidità; LP=limite di plasticità; IP=indice di plasticità; φ=angolo di attrito interno; c=coesione; cu = coesione non drenata

I limiti di Atterberg (LL, LP, IP), detti anche limiti di consistenza, vengono determinati sulla frazione passante al setaccio n. 40 (0,42 mm) e dipendono dal tipo di argilla presente nella miscela del terreno.

Le proprietà granulometriche (% di sabbia, limo e argilla) e i limiti di Atterberg consentono di classificare le terre a grana fine secondo il sistema AASHTO (Associazione americana statale delle strade e dei trasporti, 1978) basato sui valori del limite di liquidità, dell'indice di plasticità e sui passanti ai setacci n.10 (2 mm), n.40 (0,42 mm) e n.200 (0,075 mm).

I valori dell'angolo di attrito interno (ϕ) e della coesione (c) sono stati ottenuti da prove di taglio diretto eseguite con l'apparecchio di Casagrande in condizioni consolidate e drenate.

I campioni con i più elevati contenuti di argilla sono stati sottoposti a prove edometriche per la determinazione delle caratteristiche di compressibilità; i risultati di tali prove si ritrovano nell'Allegato IV.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area individuata per la realizzazione di nuove nicchie funerarie presso il cimitero comunale di Barletta, in zona di espansione Nord-Ovest, si inserisce in un contesto stratigrafico caratterizzato da depositi di ambiente litorale (terrazzo marino) in parte rimaneggiati da un reticolo idrografico effimero che ha determinato una notevole variabilità laterale e verticale delle unità litotecniche.

Il sottosuolo per i primi 5 metri è caratterizzato da terreni limoso-sabbioso e argillosi asciutti, idonei ad ospitare le strutture fondali delle nuove nicchie funerarie a realizzarsi a partire da circa 1,0 m dal piano calpestio.

Dopo aver asportato il primo metro di terreno di riporto e vegetale, che ha caratteristiche geotecniche scadenti, lo strato limo-sabbioso sottostante risulta idoneo ad ospitare fondazioni superficiali o dirette a **trave rovescia**.

Da quanto sin qui esposto, nell'ipotesi di strutture fondali dirette e continue tipo reticolo di travi rovesce, poggiante su uno strato omogeneo prevalentemente caratterizzato da limo-sabbioso, ***si ritiene fattibile l'intervento per la realizzazione delle 1.160 nuove nicchie funerarie così come da progetto.***

Sulla base dell'analisi sismica e stratigrafica condotta (Relazione sismica allegata alla presente), risulta che il sottosuolo su cui poggeranno le strutture fondali è caratterizzato da valori di Vs30 compresi tra **315 - 333 m/s**. Secondo quanto indicato nel D.M 14/01/2008, i suoli con velocità media di taglio Vs compresi tra 180 m/s e 360 m/s ricadono in **categoria C**: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero nei terreni a grana grossa da valori NSPT30 compresi fra 15 e 50 e nei terreni a grana fine da valori Cu30 compresi fra 70 e 250 kPa)”*.

La posizione della falda a profondità superiori ai 6,0 m dal piano calpestio, non influenza i valori di resistenza del terreno trovandosi al di sotto del cuneo di rottura della fondazione.

Il Geologo

dott.sa Maddalena A. CORVASCE

BIBLIOGRAFIA

- BOENZI F., PALMENTOLA G., PIERI P. & VALDUGA A. (1971) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 176 "Barletta"*. Minist. Ind. Comm. E Artig. (Serv. Geol. Ital.).
- CALDARA M., LOPEZ R. & PENNETTA L. (1996) – *L'entroterra di Barletta (Bari): considerazioni sui rapporti fra stratigrafia e morfologia*. Il Quaternario, 9(1), 337-344.
- CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1988) - *Carta geologica delle Murge e del Salento*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41 (1), 1988, pp. 449 – 460, Roma.
- LATTANZIO M., SALVEMINI A. & VENTRELLA N. A. (1992) - *Le falde idriche sotterranee nel territorio comunale di Barletta (Bari -Puglia): tipizzazione e connessioni con talune problematiche idrogeologiche ed ingegneristiche*. 2° convegno nazionale dei giovani ricercatori di geologia applicata 30 pp., Viterbo 28 -31 ottobre 1992.
- SALVEMINI A. (1984) - *Osservazioni preliminari sui depositi quaternari affioranti nella tavoletta 176 I NW "Barletta"*. Geol. Appl. Idrogeol., 19, pp. 17 – 41. Bari.
- CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1988) - *Carta geologica delle Murge e del Salento*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41 (1), 1988, pp. 449 – 460, Roma.
- LATTANZIO M., SALVEMINI A. & VENTRELLA N. A. (1992) - *Le falde idriche sotterranee nel territorio comunale di Barletta (Bari -Puglia): tipizzazione e connessioni con talune problematiche idrogeologiche ed ingegneristiche*. 2° convegno nazionale dei giovani ricercatori di geologia applicata 30 pp., Viterbo 28 -31 ottobre 1992.
- SALVEMINI A. (1984) - *Osservazioni preliminari sui depositi quaternari affioranti nella tavoletta 176 I NW "Barletta"*. Geol. Appl. Idrogeol., 19, pp. 17 – 41. Bari.

ALLEGATO I
(TAVOLE)



TAVOLA I

Ubicazione dell'area di nuova espansione del Cimitero di Barletta su ortofoto 2005 e CTR CASMEZ (elementi 423071, 423084) georeferenziate nel sistema UTM33N WGS84.

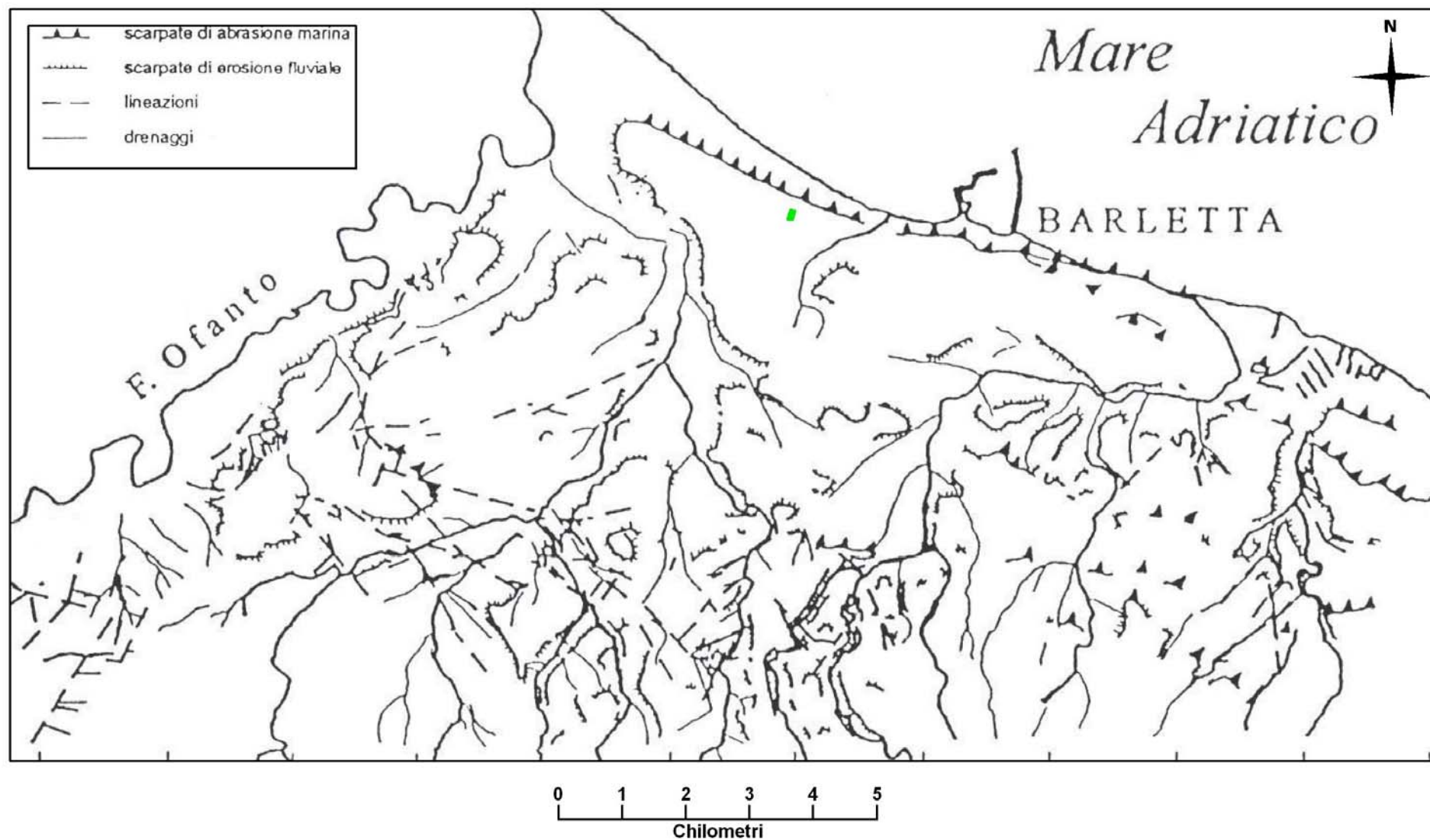


TAVOLA II

Carta morfologica schematica dell'entroterra di Barletta con in evidenza (verde) l'area di studio

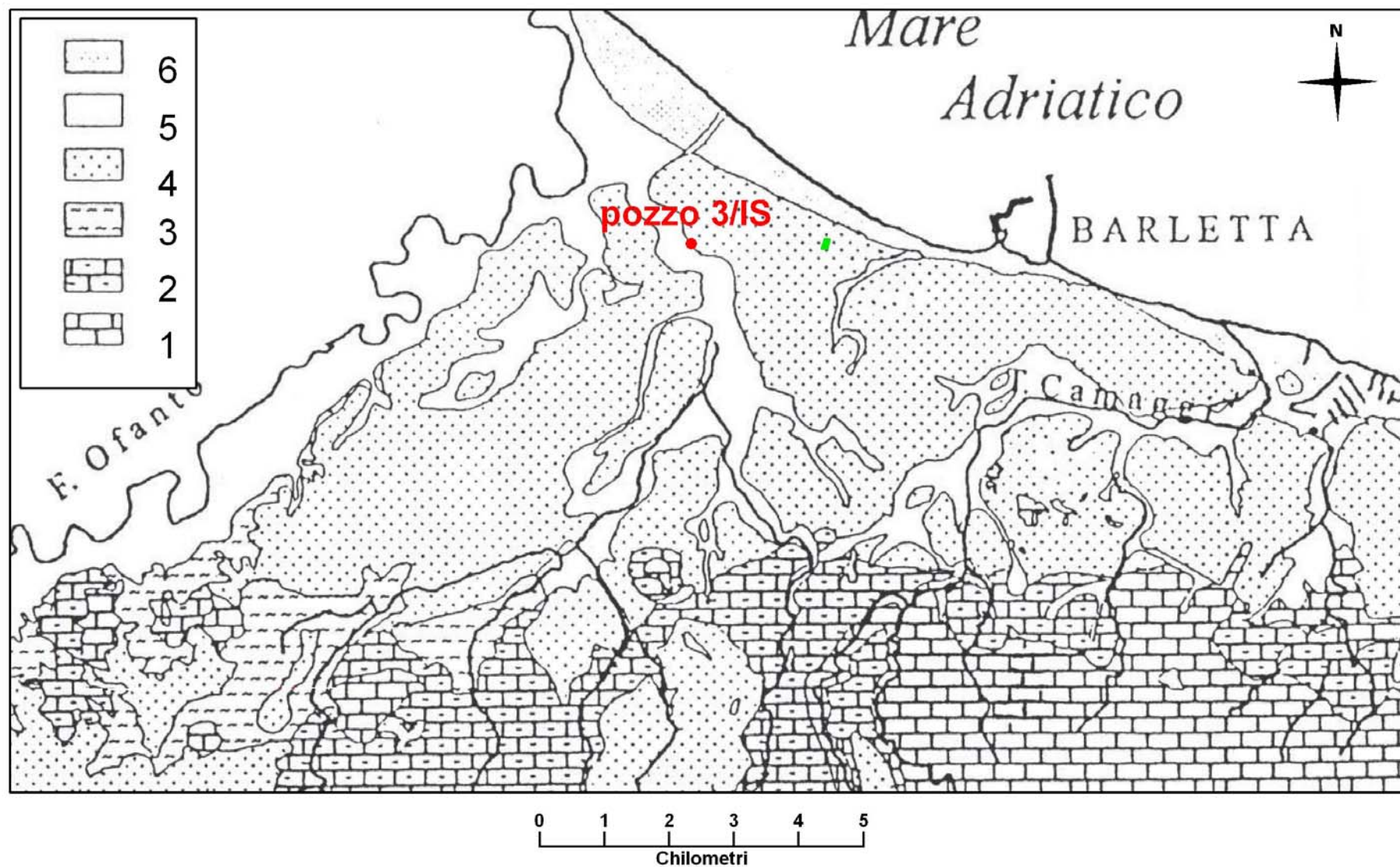


TAVOLA III

Carta geologica schematica dell'entroterra di Barletta con in evidenza (verde) l'area di studio e il pozzo profondo (rosso) riportato in tavola IV. Legenda: 1) substrato mesozoico (*Calcarea di Bari*); 2) *Calcareenite di Gravina*; 3) *Argille subappennine*; 4) depositi marini terrazzati; 5) depositi alluvionali recenti; 6) sabbie delle spiagge attuali

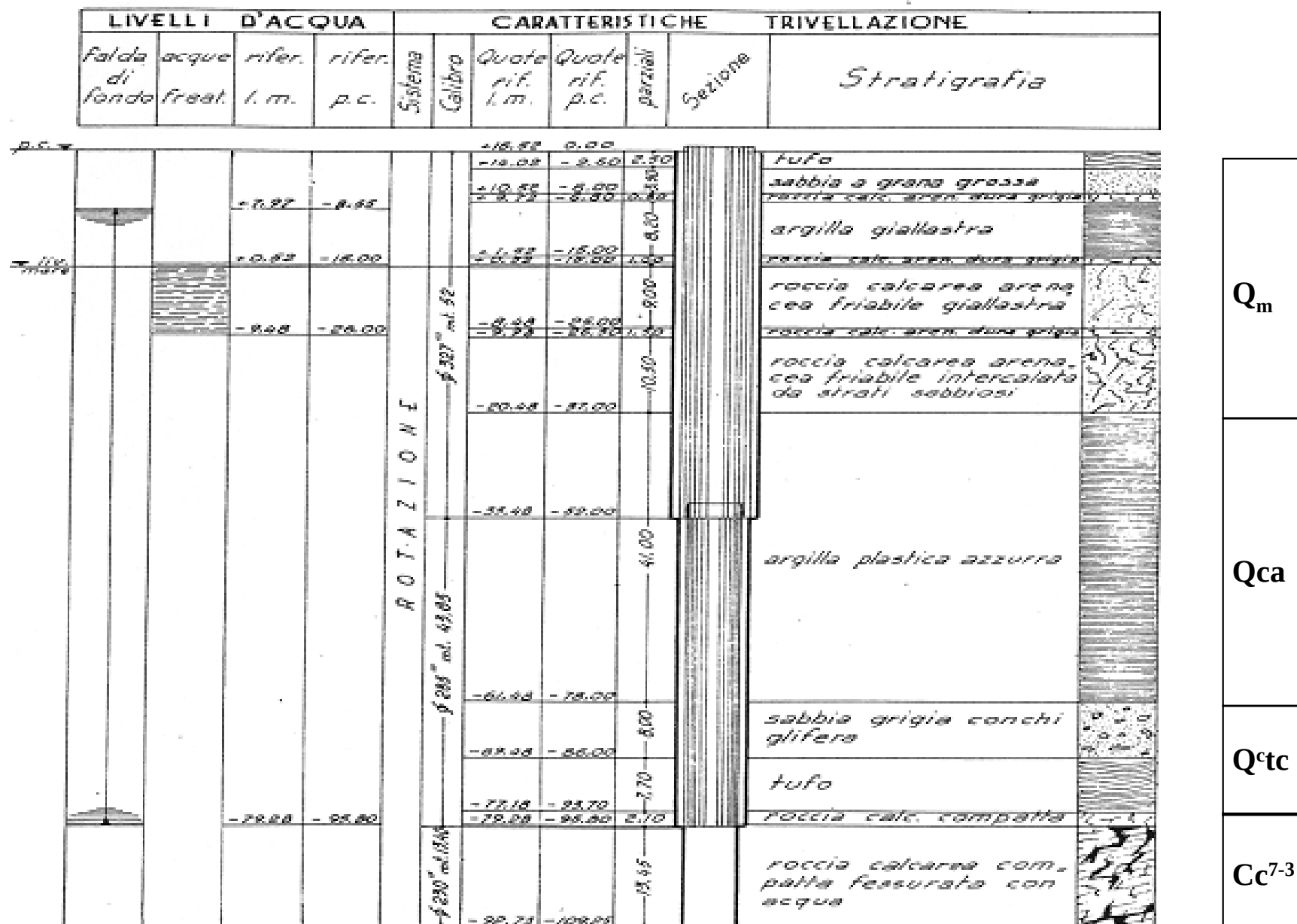


TAVOLA IV

Sezione stratigrafica del pozzo N° 3/IS (quota 16,52 m s.l.m. - caposaldo N°1113 dell'Ente Irrigazione)



TAVOLA V

Piano delle indagini pregresse e di recente esecuzione.

Legenda

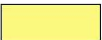
	falda		U2. Sabbie calcaree con croste calcarenitiche	Depositi marini terrazzati. Pleistocene medio - superiore.
	limite certo		U3. Argille e limi argillosi	
	limite incerto		U4. Argille brune con livelli carboniosi	
	area di indagine		U5. Sabbia limo-argillosa	
	traccia di sezione		U6. Argilla-limosa	
	TR. Terreno di riporto		U7. Sabbia	
	dt. Falda di detrito. Attuale.		Argille subappennine. Pleistocene inferiore.	
	s. Sabbie delle spiagge. Olocene-Attuale.			
	U1. Depositi eluvio-colluviali. Pleistocene superiore-Olocene.			

TAVOLA VI a

Legenda alla Carta geolitologica e relative sezioni

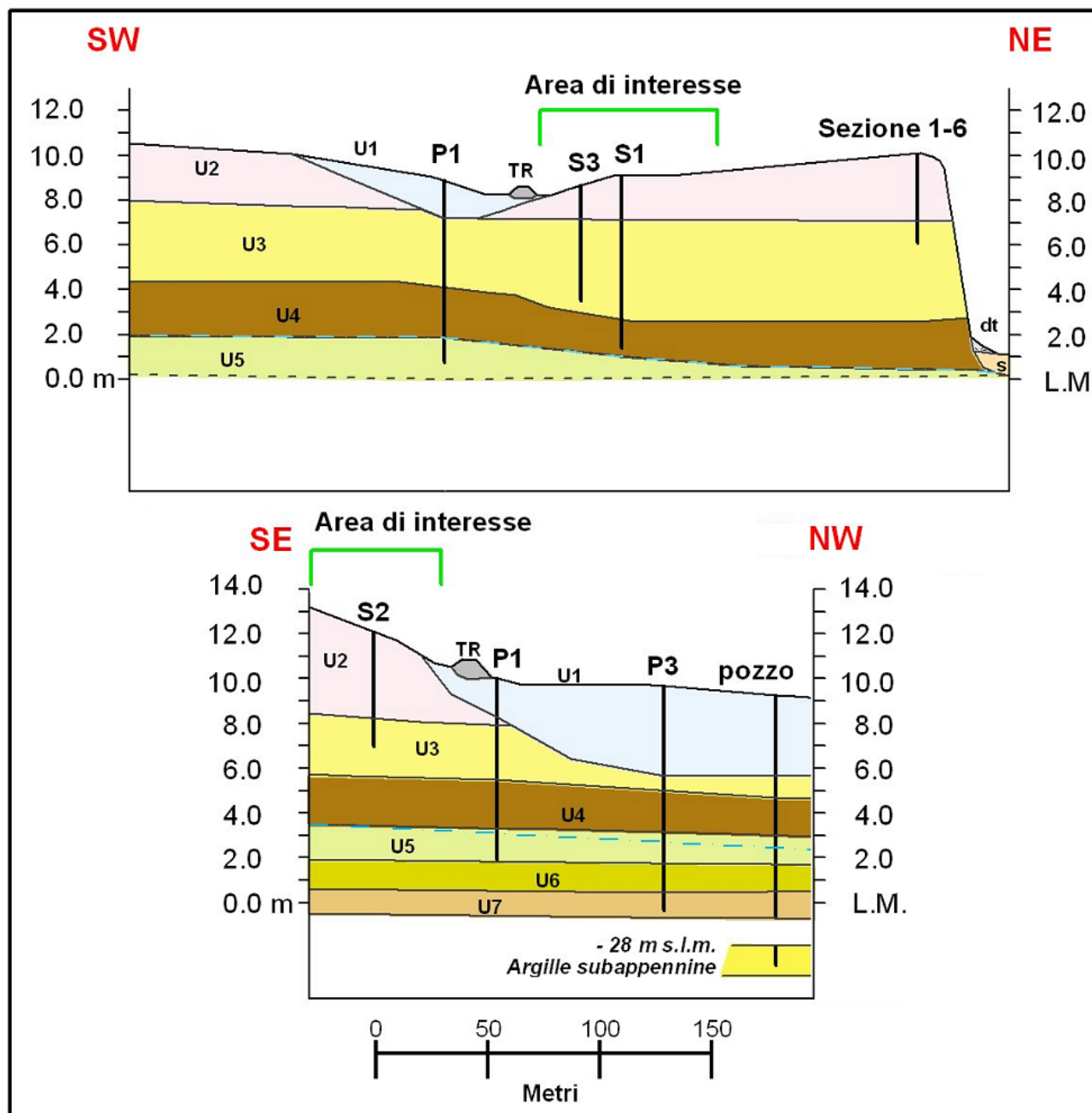


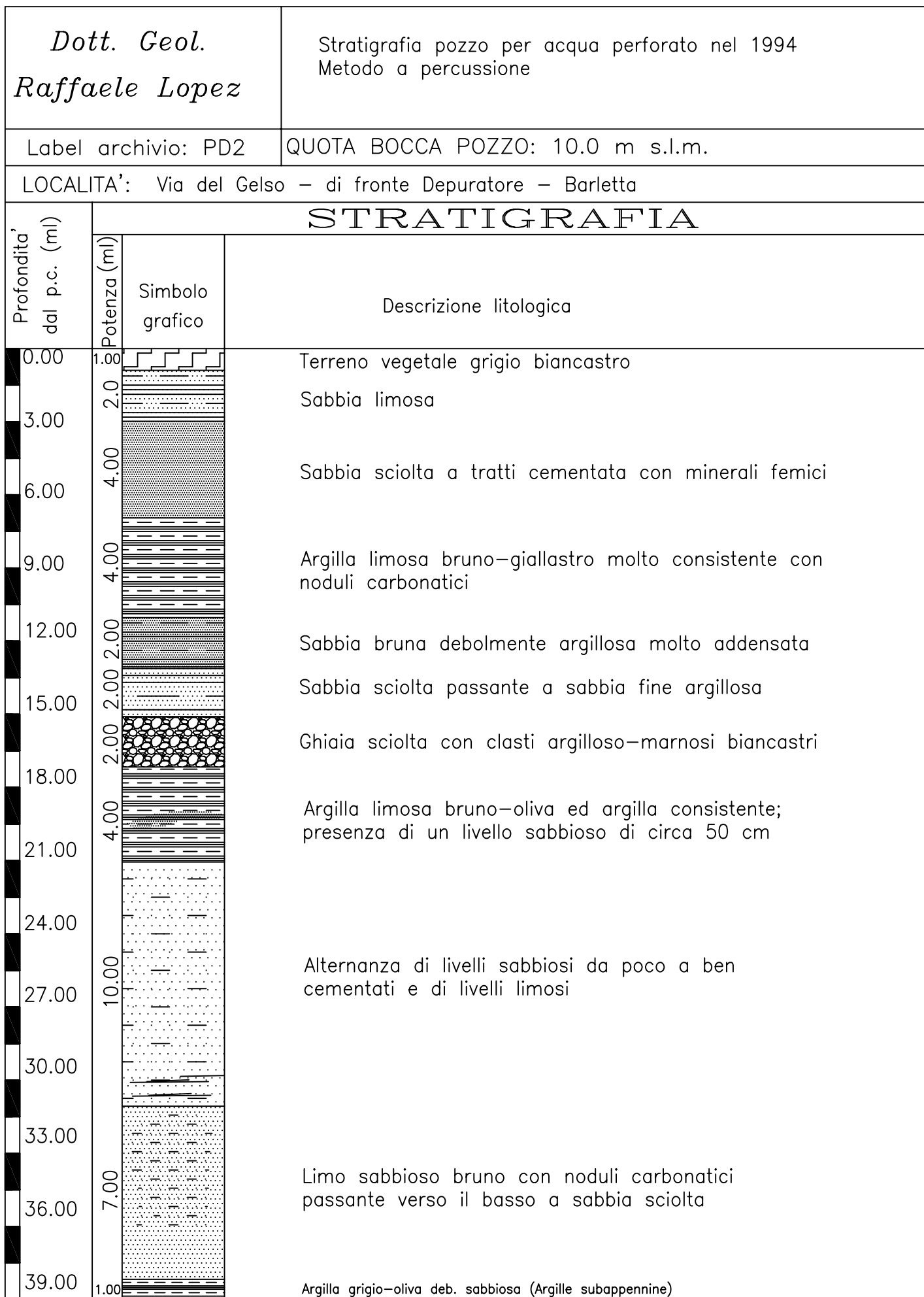
TAVOLA VI c
Sezioni geolitologiche



TAVOLA VII

Inquadramento dell'area di interesse nel webgis dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia

ALLEGATO II
(SCHEDE)



<i>Dott. Geol.</i> <i>Raffaele Lopez</i>	COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA		
	LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW		
	SONDAGGIO N. : P1	QUOTA BOCCAFORO: 10.0 m s.l.m.	
	PROFONDITA' (m): 8.10 m	INCLINAZIONE: 0	
	Febbraio 2002		

METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO

STRATIGRAFIA			CAMPIONI		CAROTAGGIO %	R.Q.D. %	POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq)	S.P.T. prof. / n.colpi	Coefficiente di Permeabilità	IDROLOGIA		PARAMETRI GEOTECNICI		
Profondita' dal p.c. (ml)	Potenza (ml)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondita' di prelievo (ml)	Campionatore					Profondita' di rinven. (ml)	Profondita' di stabil. (ml)	C'	Φ'	γ
				Tipo di prelievo										
0.00	1.00		Terreno vegetale											
1.00	0.70		Sabbia calcarea deb. limosa con noduli carbonatici polverulenti											
2.00			Limi argillosi colore dal grigio chiaro al verde oliva; discontinui livelletti sabbiosi											
3.00	2.80		Argilla limosa colore bruno-verdastro con livelli carboniosi e rari livelletti sabbiosi	5.20							5.00			
4.00			Sabbie limose sature in alternanza con argille di colore avana-chiara	7.50							7.00			
5.00														
6.00	2.50													
7.00														
8.00	1.10													

Dott. Geol. Raffaele Lopez		COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA																							
		LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW																							
		SONDAGGIO N. : P2					QUOTA BOCCAFORO: 9.5 m s.l.m.																		
		PROFONDITA' (m): 2.0 m					INCLINAZIONE: 0																		
Febbraio 2002																									
METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO																									
STRATI GRAFIA				CAMPIONI		CAROTAGGIO %			R.Q.D. %			POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq)			S.P.T. $\frac{\text{prof.}}{\text{n.colpi}}$			Coefficiente di Permeabilità			IDROLOGIA		PARAMETRI GEOTECNICI		
Potenza (ml)		Simbolo grafico		Profondita' di prelievo (ml)																	Campionatore				
Profondita' dal p.c. (ml)				Descrizione litologica																					
0.00		1.0		Terreno vegetale		0.2																			
1.00		0.5		Sabbia calcarea deb. limosa																					
2.00		0.5		Limi argillosi																					

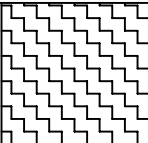
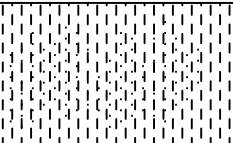
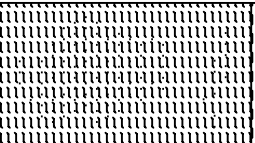
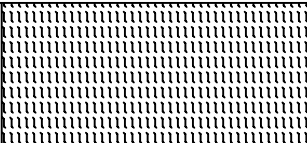
<i>Dott. Geol.</i> <i>Raffaele Lopez</i>	COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA		
	LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW		
	SONDAGGIO N. : P3	QUOTA BOCCAFFORO: 10.0 m s.l.m.	
	PROFONDITA' (m): 10.0 m	INCLINAZIONE: 0	

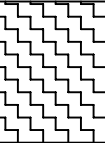
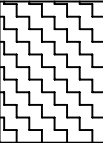
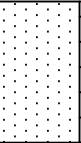
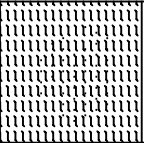
Febbraio 2011

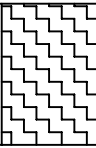
METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO																	
STRATIGRAFIA				CAMPIONI			CAROTAGGIO %	R.Q.D. %	POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq)	S.P.T. prof. n.colpi	Coefficiente di Permeabilità	IDROLOGIA			PARAMETRI GEOTECNICI		
Profondita' dal p.c. (ml)	Potenza (ml)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondita' di prelievo (ml)	Campionatore	Tipo di prelievo						Profondita' di rinven. (ml)	Profondita' di stabil. (ml)	C'	φ'	γ	
0.00	1.00		Terreno vegetale grigio chiaro con inclusi clasti calcarentici														
1.00	1.50		Sabbia limosa debolmente argillosa bruno chiaro	2.00													
2.00	1.50		Sabbia fina color avana														
3.00	1.00		Argilla con noduli carbonatici cementati														
4.00	1.50		Argilla limosa colore bruno-verdastro con livelli carboniosi e rari livelletti sabbiosi														
5.00	1.50		Sabbia limosa satura														
6.00	1.20		Argilla limosa														
7.00	0.80		Sabbia fina calcarea addensata														
8.00																	
9.00																	
10.0																	

<i>Dott.ssa Geol.</i> <i>Maddalena A. Corvasce</i>	COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA		
	LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW		
	SONDAGGIO N. :	S1	QUOTA BOCCAFORO: 11.0 m s.l.m.
	PROFONDITA' (m):	9.50 m	INCLINAZIONE: 0

Novembre 2014

METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO																
STRATIGRAFIA				CAMPIONI			CAROTAGGIO			IDROLOGIA			PARAMETRI GEOTECNICI			
Profondita' dal p.c. (ml)		Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondita' di prelievo (ml)	Campionatore	Tipo di prelievo	R.Q.D. %	POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq)	S.P.T. prof. n.colpi	Coefficiente di Permeabilità	Profondita' di rinven. (ml)	Profondita' di stabil. (ml)	C'	φ'	γ	
Potenza (ml)																
0.0	1.50		Terreno di riporto													
1.0	2.45		Limo sabbioso di colore verde nocciola in alternanza con sabbia calcarea						1.50 4 14							
2.0	2.55		Argilla sabbiosa/sabbia argillosa ricca di minerali ferfici e noduli carbonatici e livelli carboniosi e patine di ossidazione													
3.0	3.00		Argilla verdastra con tracce carboniose													
4.0																
5.0																
6.0																
7.0																
8.0																
9.0																
10.0																

<i>Dott.ssa Geol. Maddalena A. Corvasce</i>		COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA														
		LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW														
		SONDAGGIO N. : S2					QUOTA BOCCAFORO: 11.0 m s.l.m.									
		PROFONDITA' (m): 4.95 m					INCLINAZIONE: 0									
Novembre 2014																
METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO																
STRATIGRAFIA																
Profondita' dal p.c. (ml)	Potenza (ml)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondita' di prelievo (ml)	Campionatore	Tipo di prelievo	CAROTAGGIO %	R.Q.D. %	POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq)	S.P.T. $\frac{\text{prof.}}{\text{n.colpi}}$	Coefficiente di Permeabilit�	IDROLOGIA Profondita' di rinven. (ml) Profondita' di stabil. (ml)	PARAMETRI GEOTECNICI C' ϕ' γ			
0.0	1.45		Terreno di riporto							$\frac{1.00}{4}$						
1.0	1.05		Terreno sabbioso grigio scuro													
2.0	0.80		Sabbia avana ricca di minerali femici													
3.0	1.65		Argilla sabbiosa con noduli carbonatici, patine di ossidazione e minerali femici							$\frac{4.50}{8}$						
4.0										$\frac{8}{16}$						
5.0																
6.0																

<i>Dott.ssa Geol. Maddalena A. Corvasce</i>		COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA	
		LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW	
		SONDAGGIO N. : S3	QUOTA BOCCAFORO: 11.0 m s.l.m.
Novembre 2014		PROFONDITA' (m): 5.00 m	INCLINAZIONE: 0
METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO			
STRATIGRAFIA			CAMPIONI
Profondita' dal p.c. (ml)	Potenza (ml)	Simbolo grafico	Descrizione litologica
0.0	1.50		Terreno di riporto
1.0	1.45		Sabbia avana ricca di minerali femici
2.0	2.05		Argilla sabbiosa con noduli carbonatici e patine carboniose intercalata da livelletti sabbiosi e patine di ossidazione
3.0			fine investigation
4.0			
5.0			
6.0			
		Profondita' di prelievo (ml)	
		Campionatore	
		Tipo di prelievo	
		CAROTAGGIO %	
		R.Q.D. %	
		POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq)	
		S.P.T. $\frac{\text{prof.}}{\text{n.colpi}}$	2.50 $\frac{13}{18}$
		Coefficiente di Permeabilit�	
		IDROLOGIA	
		Profondita' di rinven. (ml)	
		Profondita' di stabil. (ml)	
		PARAMETRI GEOTECNICI	
		C'	
		ϕ'	
		γ	

ALLEGATO III
(FOTO)



Foto 1- Ubicazione sondaggio S1 ed esecuzione prova SPT da 1,5 m a 1,95 m



Foto 2. Carota prova SPT S1 – profondità di campionamento 1,5 m a 1,95 m



Foto 3 - Cassetta da 0,0 a 5,0 m del sondaggio S1



Foto 4 - Cassetta da 5,0 a 10,0 m del sondaggio S1



Foto 5 – Ubicazione sondaggio S2 ed esecuzione di una delle due prove SPT effettuate ad 1,0 m e 4,5 m dal p.c.



Foto 6. Carota prova SPT S2 – profondità di campionamento 1,0 m a 1,45 m



Foto 7. Carota prova SPT S2 – profondità di campionamento 4,5 m a 4,95 m



Foto 8 – Cassetta da 0,0 a 5,0 m - sondaggio S2



Foto 9 – Ubicazione sondaggio S3 ed esecuzione della prova SPT da 2,5 m a 2,95 m



Foto 10 - Carota prova SPT S3 – profondità di campionamento 4,5 m a 4,95 m



1,0 2,0 3,0 4,0 5,0

Foto 11 - Cassetta da 0,0 a 4,5 m - sondaggio S3



Foto 12- Campione indisturbato S1 prelevato nell'intervallo 1,95 – 2,45 m - Certificati in allegato dal N. 5631 al N. 5636

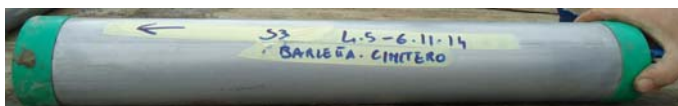


Foto 13 - Campione indisturbato S3 prelevato nell'intervallo 4,5 m - Certificati in allegato dal N. 5637 al N. 5642



Foto14. Unità della scarpata naturale ed in particolare l'unità calcarenitico sabbiosa (Unità CS) al di sopra di quella limoso-argillosa (Unità LA) (Sezioni 1-6)



Foto 15. Erosione differenziale nell'ambito dell'Unità CS della crosta rispetto alla sabbia calcarea sottostante (Sezioni 1-6)



Foto 16. Esecuzione del sondaggio P1



Foto17. Tubo piezometrico del sondaggio P1



Foto 18. Esecuzione del sondaggio P3



Foto 19. Cassetta da 0,0 a 5,0 m del sondaggio P3



Foto 20. Cassetta da 5,0 a 10,0 m del sondaggio P3



Foto 21. Prelievo del campione in fustella dal sondaggio P3

ALLEGATO IV
(CERTIFICATI DI LABORATORIO)



Laborgéo s.r.l.
Via Dei Mestieri n° 16 – 75100 MATERA
Tel. 0835.387641 - E-mail: laborgéo@tin.it

***LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE, AUTORIZZATO AI SENSI DELL'ART.
 59 DEL D.P.R. N° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi***

**Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie press oil
 cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo
 stralcio - Barletta**

Committente:

LABORATORIO TERRE sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Via I° Maggio n° 31
75100 MATERA

Verbale di accettazione n° 312/2014 del 19.11.2014

Certificati emessi dal n° 5631/2014 al n° 5642/2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5631 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità:	1.95 - 2.45 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Limo sabbioso di colore verde-nocciola, a medio-alta plasticità.		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
 (BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm ²
Volume del provino	72.00	72.00	cm ³

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	132.95	131.81	g
Volume provino	72.00	72.00	cm ³
Peso dell'unità di volume	18.47	18.31	KN/m ³
Peso dell'unità di volume medio	18.39		KN/m ³

Data Inizio Prova: 25.11.2014

Data Fine Prova: 25.11.2014

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5632 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 1.95 - 2.45 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Limo sabbioso di colore verde-nocciola, a medio-alta plasticità.

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	U.M.
Massa tara	68.45	66.18	g
Massa tara + massa campione umido	829.25	815.25	g
Massa tara + massa campione secco	685.01	670.81	g
Contenuto naturale d'acqua	23.39	23.89	%
Contenuto naturale medio d'acqua	23.64		%

Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 25.11.2014

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5633 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1
		Profondità	1.95 - 2.45 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Limo sabbioso di colore verde-nocciola, a medio-alta plasticità.		

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	U.M.
Massa picnometro	36.67	36.88	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.75	61.89	g
Massa campione secco	25.08	25.01	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	165.93	174.18	g
Massa picnometro + massa acqua	140.85	49.17	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	156.58	164.85	g
Volume del campione	9.35	9.33	cm ³
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.82	26.81	kN/m ³
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	26.8		kN/m ³

Data Inizio Prova: 27.11.2014
Note:

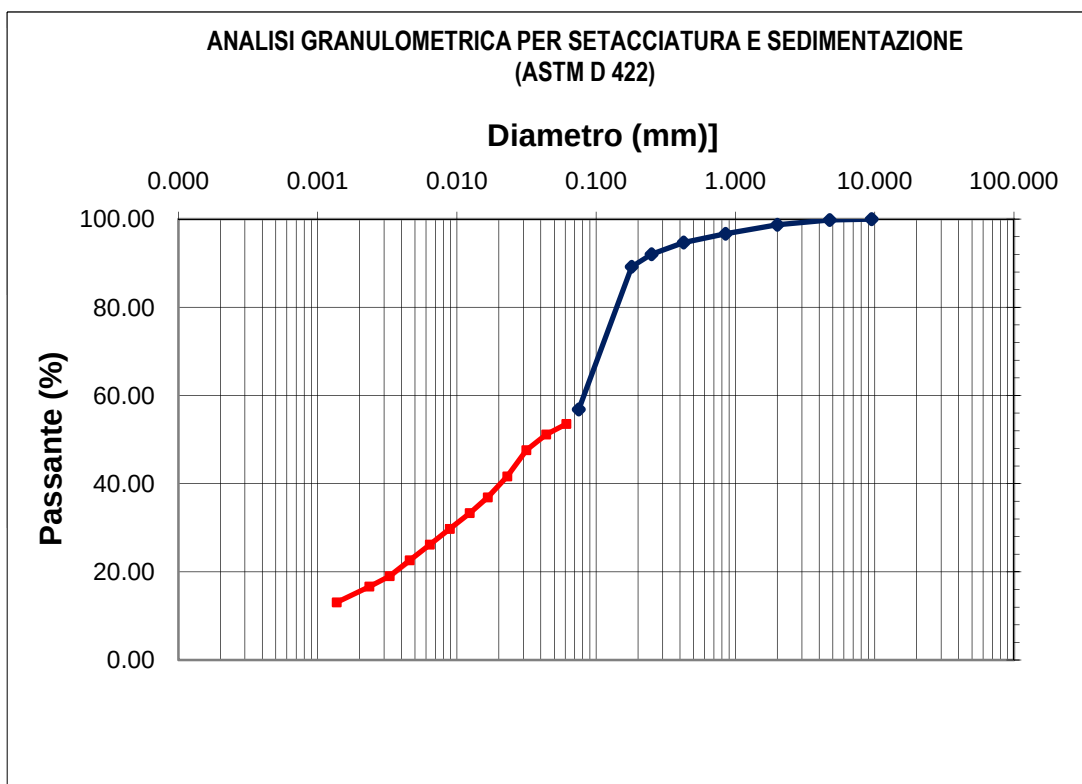
Data Fine Prova: 28.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5634 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità:	1.95 - 2.45 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo di contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Limo sabbioso di colore verde-nocciola, a medio-alta plasticità.		



Apertura setaccio, mm	Passante %	Diametro equivalente (mm)	Passante %
9.500	100.00	0.06105	53.54
4.750	99.80	0.04375	51.16
2.000	98.72	0.03154	47.60
0.850	96.68	0.02299	41.65
0.425	94.70	0.01664	36.89
0.250	92.04	0.01236	33.32
0.180	89.20	0.00888	29.75
0.075	56.83	0.00638	26.18
		0.00458	22.61
		0.00329	19.04
		0.00235	16.66
		0.00137	13.09

Data Inizio Prova: 25.11.2014

Data Fine Prova: 28.11.2014

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5635 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 1.95 - 2.45 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Limo sabbioso di colore verde-nocciola, a medio-alta plasticità.

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	13	24	34	
Massa campione umido + tara	30.16	29.82	29.74	g
Massa campione secco + tara	27.92	27.50	27.53	g
Massa acqua contenuta	2.24	2.32	2.21	g
Massa tara	20.33	19.49	19.78	g
Massa campione secco	7.59	8.01	7.75	g
Contenuto d'acqua	29.51	28.96	28.52	%
LIMITE LIQUIDO	29.00			%

MISURA	1	2	U.M.
Massa campione umido + tara	20.52	21.04	g
Massa campione secco + tara	19.09	19.63	g
Massa acqua contenuta	1.43	1.41	g
Massa tara	12.92	13.62	g
Massa campione secco	6.17	6.01	g
Contenuto d'acqua	23.18	23.46	%
LIMITE PLASTICO	23.00		%

INDICE PLASTICO	6.00	%
-----------------	------	---

Data Inizio Prova: 26.11.2014

Data Fine Prova: 28.11.2014

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campioni	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1
		Profondità:	1.95 - 2.45 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Limo sabbioso di colore verde-nocciola, a medio-alta plasticità.		

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Caratteristiche fisiche dei provini

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	23.64	23.62	23.69	%
Peso dell'unità di volume	18.39	18.39	18.39	kN/m ³
Peso specifico dei grani	26.80	26.80	26.80	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	14.87	14.88	14.87	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.802	0.802	0.803	
Grado di saturazione	79.01	78.98	79.11	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	23.15	23.11	23.18	%
Peso dell'unità di volume	18.44	18.44	18.44	kN/m ³
Peso specifico dei grani	26.80	26.80	26.80	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	14.97	14.98	14.97	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.790	0.789	0.790	
Grado di saturazione	78.55	78.47	78.61	%

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.0 cm	Lato	6.0 cm	Area media	36.00 cm ²	Volume medio	72.0 cm ³
Tipo di scatola	Quadrata			Velocità di deformazione	5.00E-08 m/s		
Tipo di campione	indisturbato						
Tensione Normale provino 1	100.00	kPa					
Tensione Normale provino 2	200.00	kPa					
Tensione Normale provino 3	300.00	kPa					

Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi**

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Dati Sperimentali della Fase di Taglio**

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
δx	F	δh	δx	F	δh	δx	F	δh
0.22	56	-1.2	0.31	118	-2.5	0.45	225	-2.9
0.47	97	-2.3	0.63	212	-5.8	0.88	357	-6.3
0.79	135	-3.5	0.9	275	-8.2	1.25	443	-9.8
1.12	174	-4.5	1.35	335	-9.8	1.67	512	-12.2
1.41	199	-5.2	1.67	368	-11	1.91	546	-14.4
1.65	215	-5.8	1.93	393	-11.8	2.2	570	-16.6
1.88	225	-6.3	2.21	407	-12.6	2.55	586	-18.4
2.11	230	-6.7	2.42	419	-13.3	2.73	598	-19.7
2.27	232	-7.2	2.58	422	-13.8	2.9	605	-20.6
2.42	232	-7.5	2.75	422	-14.2	3.13	607	-21.3
2.55	232	-7.7	2.9	422	-14.4	3.2	607	-21.8
						3.44	607	-22.2

δx =Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N); δh =Deformazione verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi**

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Calcoli della fase di taglio**

Provino 1		
δx	T	δh
0	0	0
0.22	15.56	-1.2
0.47	26.94	-2.3
0.79	37.50	-3.5
1.12	48.33	-4.5
1.41	55.28	-5.2
1.65	59.72	-5.8
1.88	62.50	-6.3
2.11	63.89	-6.7
2.27	64.44	-7.2
2.42	64.44	-7.5
2.55	64.44	-7.7

Provino 2		
δx	T	δh
0	0	0
0.31	32.78	-2.5
0.63	58.89	-5.8
0.9	76.39	-8.2
1.35	93.06	-9.8
1.67	102.22	-11
1.93	109.17	-11.8
2.21	113.06	-12.6
2.42	116.39	-13.3
2.58	117.22	-13.8
2.75	117.22	-14.2
2.9	117.22	-14.4

Provino 3		
δx	T	δh
0	0	0
0.45	62.50	-2.9
0.88	99.17	-6.3
1.25	123.06	-9.8
1.67	142.22	-12.2
1.91	151.67	-14.4
2.2	158.33	-16.6
2.55	162.78	-18.4
2.73	166.11	-19.7
2.9	168.06	-20.6
3.13	168.61	-21.3
3.2	168.61	-21.8
3.44	168.61	-22.2

δx =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa); δh =Deformazione Verticale (mm/100)

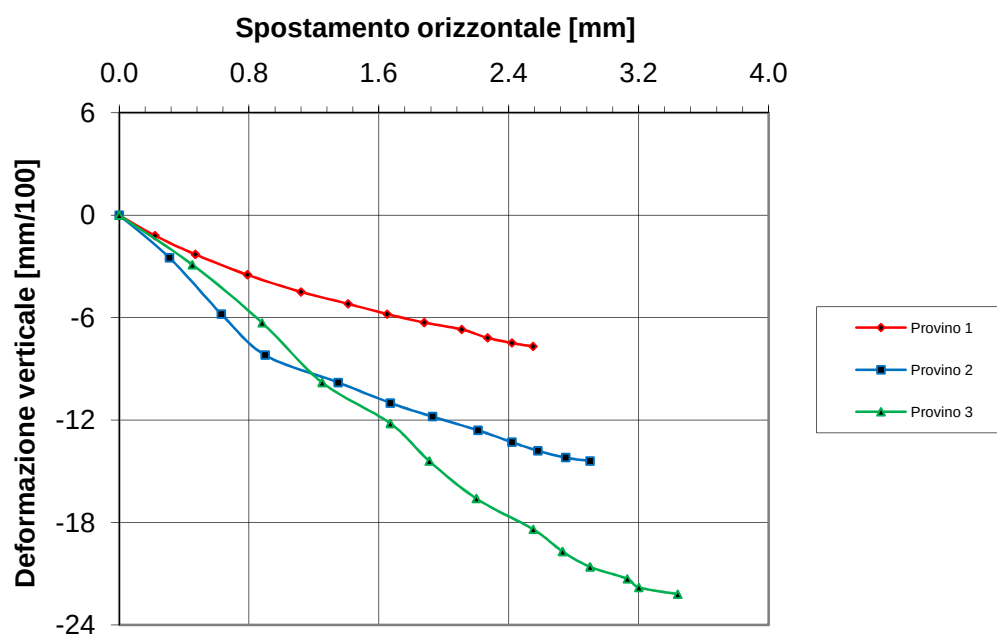
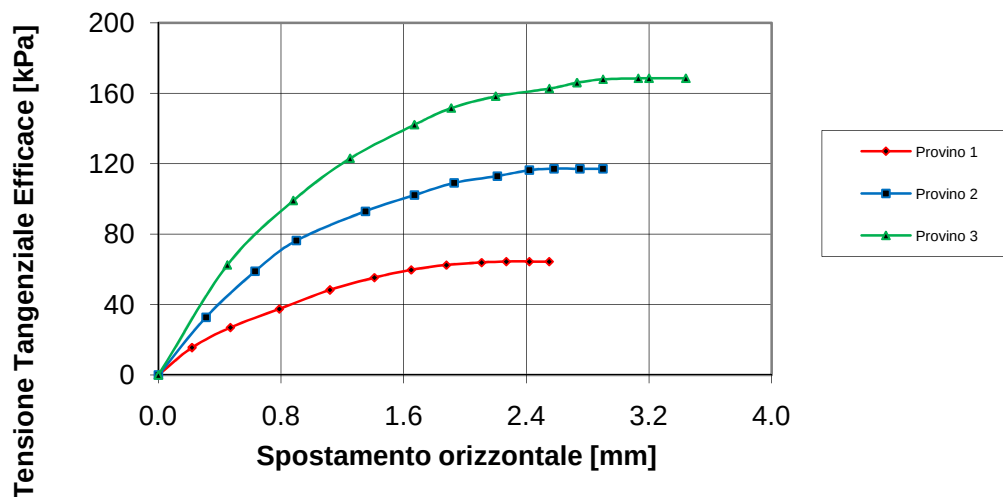
Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014

PROVA DI TAGLIO DIRETTO Diagrammi della fase di taglio



Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

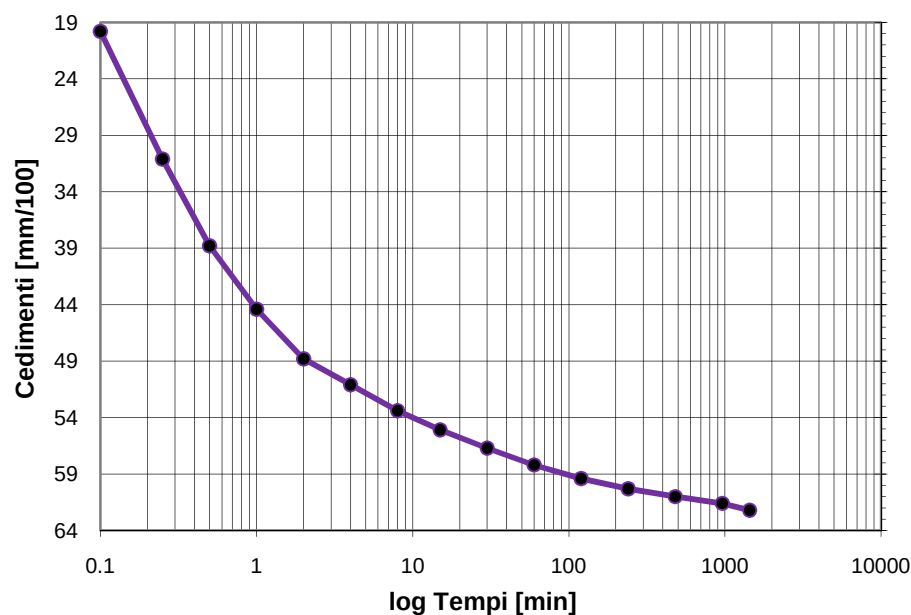
Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

Fase di consolidazione (Provino 1)

Diagramma Cedimenti - Log Tempi



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	19.8
0.25	31.1
0.5	38.8
1	44.4
2	48.8
4	51.1
8	53.4
15	55.1
30	56.7
60	58.2
120	59.4
240	60.3
480	61
960	61.6
1440	62.2

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	115.65	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

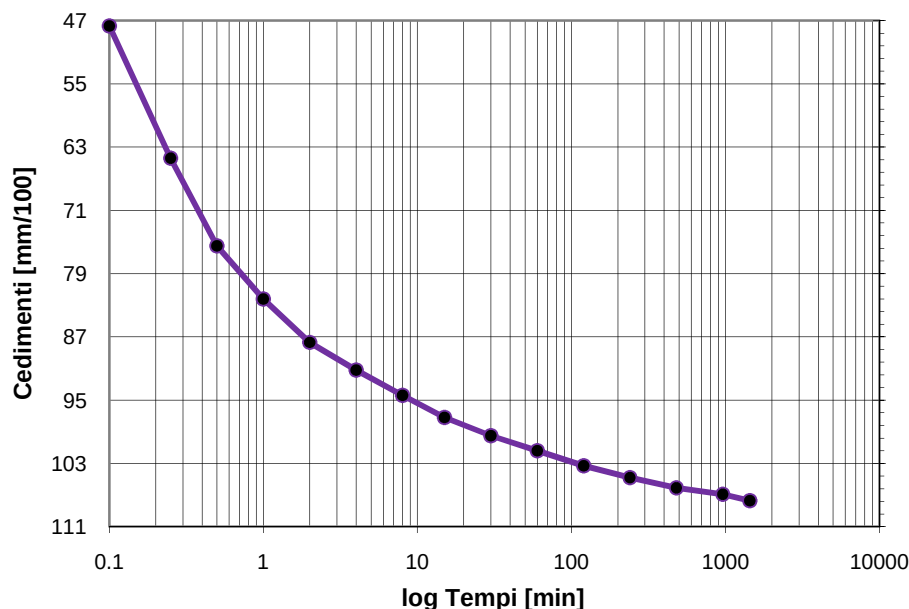
Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)
Fase di consolidazione (Provino 2)
Diagramma Cedimenti - Log Tempi



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	47.7
0.25	64.4
0.5	75.5
1	82.2
2	87.7
4	91.2
8	94.4
15	97.2
30	99.5
60	101.4
120	103.3
240	104.8
480	106.1
960	106.9
1440	107.7

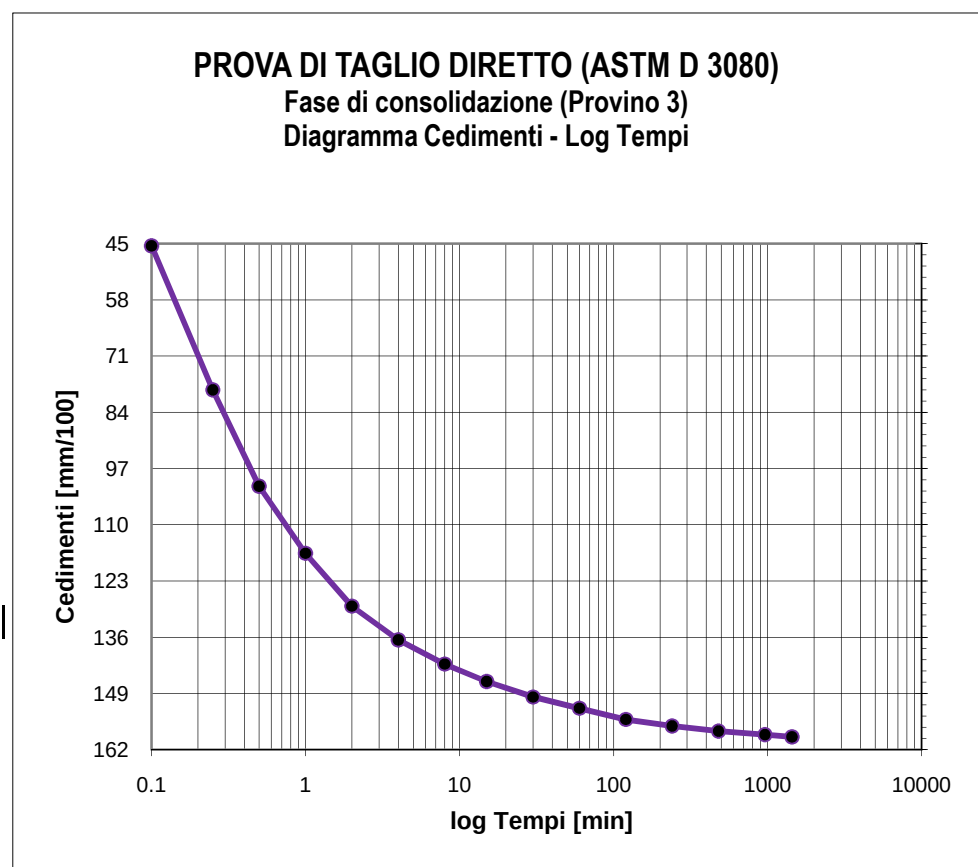
Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	111.23	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5636 Del 28.11.2014



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	45.5
0.25	78.8
0.5	101.1
1	116.6
2	128.8
4	136.6
8	142.2
15	146.2
30	149.8
60	152.4
120	155
240	156.5
480	157.7
960	158.5
1440	159

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	115.76	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5637 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n°	3	Campione n°	1 Profondità: 4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla leggermente scagliettata di colore avana-nocciola, a media plasticità.		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm ²
Volume del provino	72.00	72.00	cm ³

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	134.08	134.31	g
Volume provino	72.00	72.00	cm ³
Peso dell'unità di volume	18.62	18.65	KN/m ³
Peso dell'unità di volume medio	18.64		KN/m ³

Data Inizio Prova: 25.11.2014
Note:

Data Fine Prova: 25.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5638 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n° 3	Campione n° 1	Profondità:	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla leggermente scagliettata di colore avana-nocciola, a media plasticità.		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	U.M.
Massa tara	67.85	65.58	g
Massa tara + massa campione umido	790.25	777.55	g
Massa tara + massa campione secco	674.58	660.29	g
Contenuto naturale d'acqua	19.06	19.72	%
Contenuto naturale medio d'acqua	19.39		%

Data Inizio Prova: 24.11.2014

Data Fine Prova: 25.11.2014

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5639 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n°	3	Campione n°	1
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla leggermente scagliettata di colore avana-nocciola, a media plasticità.		

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	U.M.
Massa picnometro	36.24	35.98	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.29	61.07	g
Massa campione secco	25.05	25.09	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	169.46	164.16	g
Massa picnometro + massa acqua	144.41	139.07	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	160.28	154.96	g
Volume del campione	9.18	9.20	cm ³
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	27.29	27.27	kN/m ³
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	27.3		kN/m ³

Data Inizio Prova: 27.11.2014
Note:

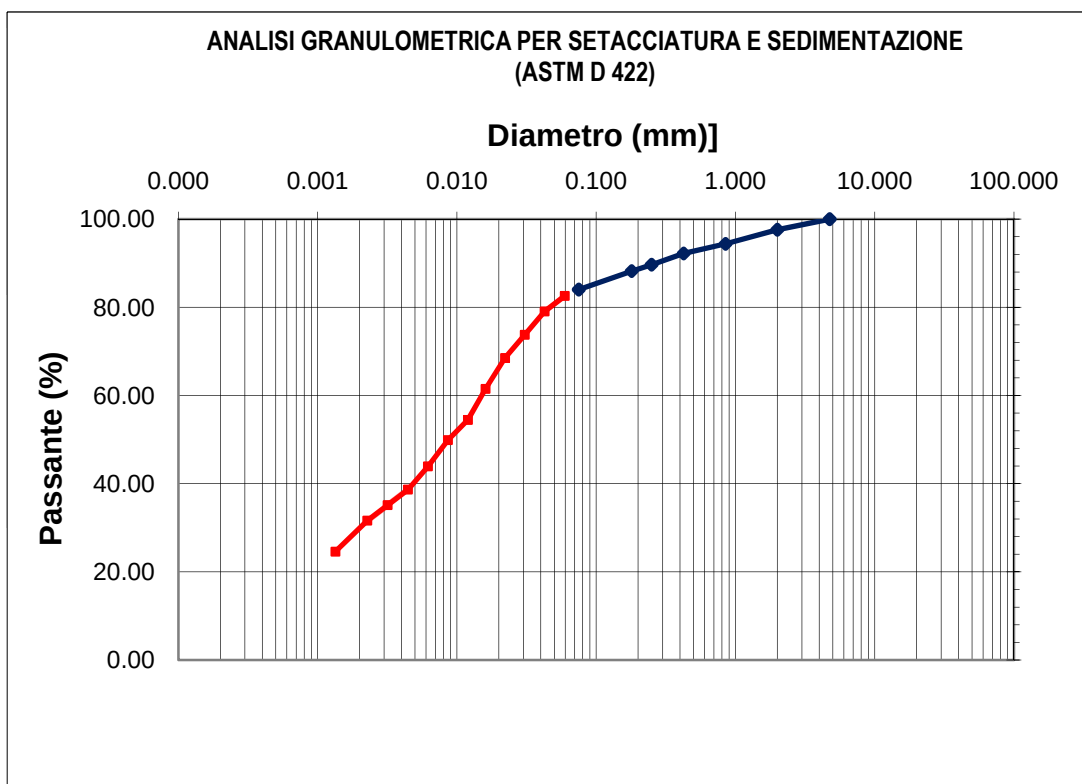
Data Fine Prova: 28.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5640 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)		
Sondaggio n° 3	Campione n° 1	Profondità:	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo di contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla leggermente scagliettata di colore avana-nocciola, a media plasticità.		



Apertura setaccio, mm	Passante %	Diametro equivalente (mm)	Passante %
4.750	100.00	0.05939	82.57
2.000	97.60	0.04257	79.05
0.850	94.39	0.03071	73.78
0.425	92.21	0.02213	68.51
0.250	89.66	0.01603	61.49
0.180	88.21	0.01198	54.46
0.075	84.02	0.00862	49.90
		0.00619	43.92
		0.00445	38.65
		0.00318	35.14
		0.00227	31.62
		0.00134	24.59

Data Inizio Prova: 25.11.2014

Data Fine Prova: 28.11.2014

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5641 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione	BARLETTA (BAT)
Sondaggio n° 3	Campione n° 1 Profondità: 4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla leggermente scagliettata di colore avana-nocciola, a media plasticità.

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	16	26	37	
Massa campione umido + tara	30.34	32.70	31.28	g
Massa campione secco + tara	27.73	30.17	28.70	g
Massa acqua contenuta	2.61	2.53	2.58	g
Massa tara	20.64	22.92	20.91	g
Massa campione secco	7.09	7.25	7.79	g
Contenuto d'acqua	36.81	34.90	33.12	%
LIMITE LIQUIDO	35.00			%

MISURA	1	2	U.M.
Massa campione umido + tara	21.28	21.13	g
Massa campione secco + tara	19.75	19.61	g
Massa acqua contenuta	1.53	1.52	g
Massa tara	13.51	13.32	g
Massa campione secco	6.24	6.29	g
Contenuto d'acqua	24.52	24.17	%
LIMITE PLASTICO	24.00		%

INDICE PLASTICO	11.00	%
-----------------	-------	---

Data Inizio Prova: 26.11.2014
Note:

Data Fine Prova: 28.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5642 Del 28.11.2014

Committente	Laboratorio Terre sas (per conto di Dr. Geol. Maddalena A. CORVASCE)
Indirizzo	Via I Maggio n° 31 - 75100 MATERA
Progetto/Lavoro	Lavori di realizzazione di n° 1160 nicchie funerarie presso il cimitero comunale in zona di espansione Nord-Ovest settimo stralcio - Barletta

Località prelievo campione:	BARLETTA (BAT)
Sondaggio n° 3	Campione n° 1 Profondità: 4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva	Argilla leggermente scagliettata di colore avana-nocciola, a media plasticità.

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
(ASTM D2166)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Dimensioni iniziali dei provini	Provino 1	U.M.
Altezza media	7.60	cm
Diametro medio	3.8	cm
Sezione media	11.34	cm ²
Volume medio	86.15	cm ³
Rapporto H/D	1.99	

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Provino 1	U.M.
Massa provino	159.94	g
Contenuto d'acqua	19.39	%
Peso dell'unità di volume	18.64	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.30	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	15.61	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.749	-
Grado di saturazione	70.71	%

Tipo di campione	indisturbato
------------------	--------------

Velocità di deformazione	1.67E-05	m/s
--------------------------	----------	-----

Data Inizio Prova: 27.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5642 Del 28.11.2014

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Dati della fase di compressione

δh	F
0.50	40
1.00	73
1.50	99
2.00	119
2.50	134
3.00	144
3.50	152
4.00	158
4.50	164
5.00	170
5.50	177
6.00	182
6.50	186
7.00	188
7.50	190
8.00	189
8.50	188
9.00	186

F= Carico Assiale (N);

Δh = Deformazione verticale (mm)

Data Inizio Prova: 27.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5642 Del 28.11.2014

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
ASTM D2166

Calcoli della fase di compressione

ε	$\sigma_1 - \sigma_3$
0	0
0.66	35.04
1.32	63.53
1.97	85.58
2.63	102.18
3.29	114.28
3.95	121.97
4.61	127.87
5.26	132.00
5.92	136.06
6.58	140.05
7.24	144.79
7.89	147.82
8.55	149.99
9.21	150.52
9.87	151.01
10.53	149.12
11.18	147.24
11.84	144.60

$\sigma_1 - \sigma_3$ = Tensione deviatorica (kPa);

ε = Deformazione assiale (%)

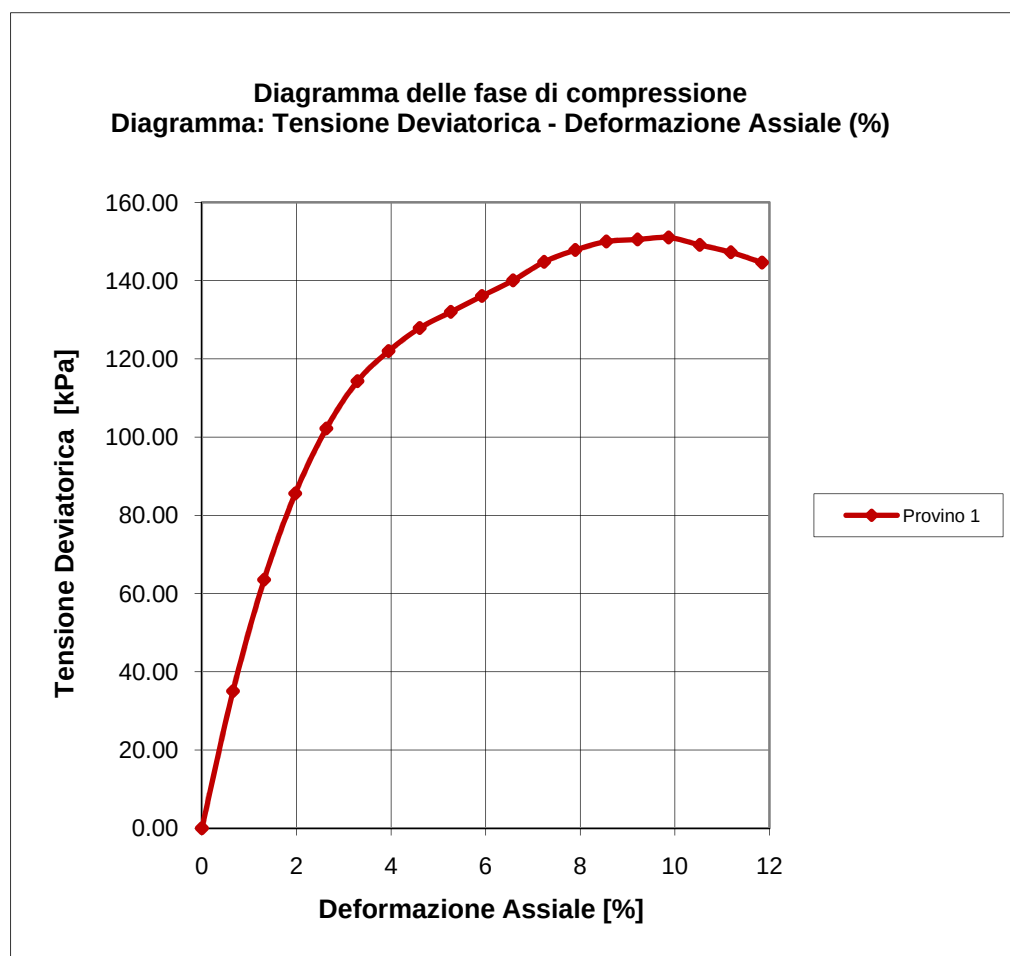
Data Inizio Prova: 27.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

Verbale Accettazione N. 312/2014 Del 19.11.2014 Certificato N. 5642 Del 28.11.2014

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
(ASTM D2166)



Data Inizio Prova: 27.11.2014

Data Fine Prova: 27.11.2014

PROPRIETA' INDICE E LIMITI DI ATTERBERG

CAMPIONE: P2C1
PROFONDITA': 0,20-0,60 m dal p.c.
PROVENIENZA: BARLETTA - Litoranea di Ponente
COMMITTENTE: dott. Geol. Raffaele LOPEZ
DESCRIZIONE: Terreno vegetale a granulometria limoso-argillosa di colore marrone scuro.

CLASSIFICAZIONE:
 (CNR-UNI 10006)

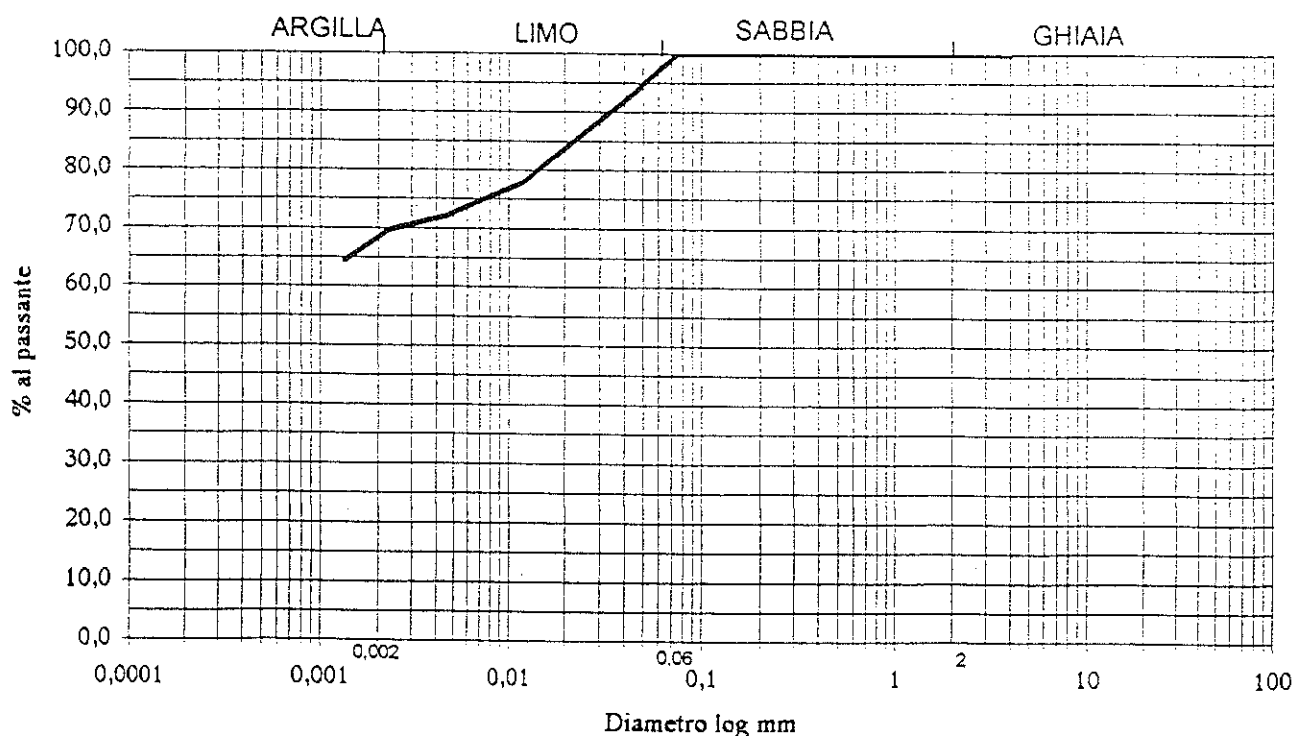
oggetto	simbolo	unità di misura	DATO	LIMITI di ATTERBERG	simbolo	DATO
Peso-volume naturale	γ_u	g/cmc	1,67	Limite liquido	wl (%)	52,5
Peso-volume secco	γ_d	g/cmc	1,48	Limite plastico	wp (%)	32,5
Contenuto naturale di acqua	w	%	12,84	Indice di plasticità	Ip (%)	20
Peso specifico assoluto	γ_G	g/cmc	2,42	Frazione ghiaiosa	%	***
Porosità	n	%	38,84	Frazione sabbiosa	%	***
Indice dei pori	e		0,635	Frazione limosa	%	35,5
Grado di saturazione	Sr	%	48,91	Frazione argillosa	%	64,5

ANALISI GRANULOMETRICA

CAMPIONE: P2C1
PROFONDITA': 0,20-0,60 m dal p.c.
PROVENIENZA: BARLETTA - Litoranea di Ponente
COMMITTENTE: dott. Geol. Raffaele LOPEZ

Setacciatura		SETACCIATURA				SEDIMENTAZIONE	
Peso campione iniziale (g):		225,00				Frazione <0,075 mm	
Setacci		Peso (g)	Parziale (%)	Trattenuto (%)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
ASTM	mm						
1"	>25,0	0	0	0,00	100,0	0,0642	97,8
5/8"	>16,0	0	0	0,00	100,0	0,0460	93,8
5/16"	>8,0	0	0,00	0,00	100,0	0,0330	89,8
N° 5	>4,0	0	0,00	0,00	100,0	0,0236	85,9
N° 10	>2,0	0	0,00	0,00	100,0	0,0169	81,9
N° 18	>1,0	0	0,00	0,00	100,0	0,0121	77,9
N° 40	>0,425	0	0,00	0,00	100,0	0,0090	74,0
N° 60	>0,250	0	0,00	0,00	100,0	0,0064	72,0
N° 120	>0,125	0	0,00	0,00	100,0	0,0045	72,0
N° 200	>0,075	0	0,00	0,00	100,0	0,0023	69,7
	<0,075	225				0,0013	64,5
Somma (g)		225					
Perdita (g)		0	Percentuale < 0,075 (%):			100,00	

CURVA GRANULOMETRICA



PROVA DI TAGLIO

CAMPIONE: P2C1
PROFONDITA': 0,20-0,60 m dal p.c.
PROVENIENZA: BARLETTA - Litoranea di Ponente
COMMITTENTE: dott. Geol. Raffaele LOPEZ

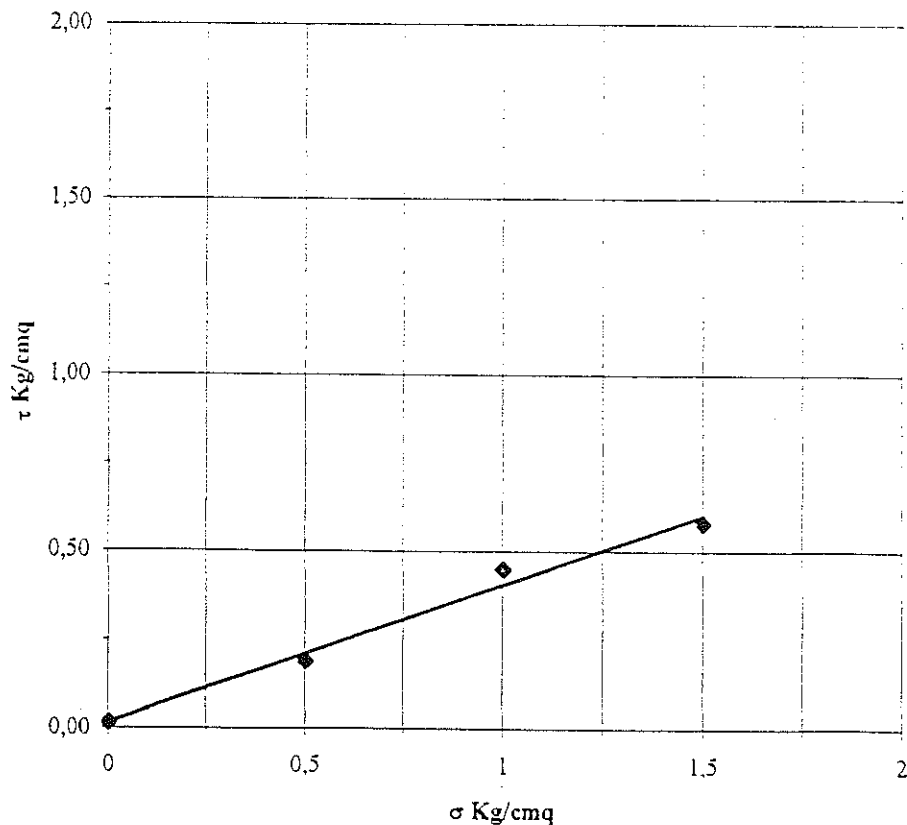


Il Direttore del Laboratorio

PROVINO N.	1	2	3
Peso di volume (gr/cmq)	1,67	1,68	1,78
Contenuto naturale d'acqua (%)	12,84	11,5	13
Pressione verticale (Kg/cmq)	0,5	1	1,5
Deformazione verticale a rottura (mm)	**	**	**
Deformazione trasversale a rottura (mm)	**	**	**
Sollecitazione di taglio a rottura (Kg/cmq)	0,19	0,45	0,58
Contenuto d'acqua finale (%)	**	**	**

CARATTERISTICHE DELLA PROVA	
Velocità di deformazione (mm/min)	0,005
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00
Tipo di prova eseguita:	C.D.

Angolo d'attrito interno (°)	21°
Coesione (Kg/cmq)	0,02



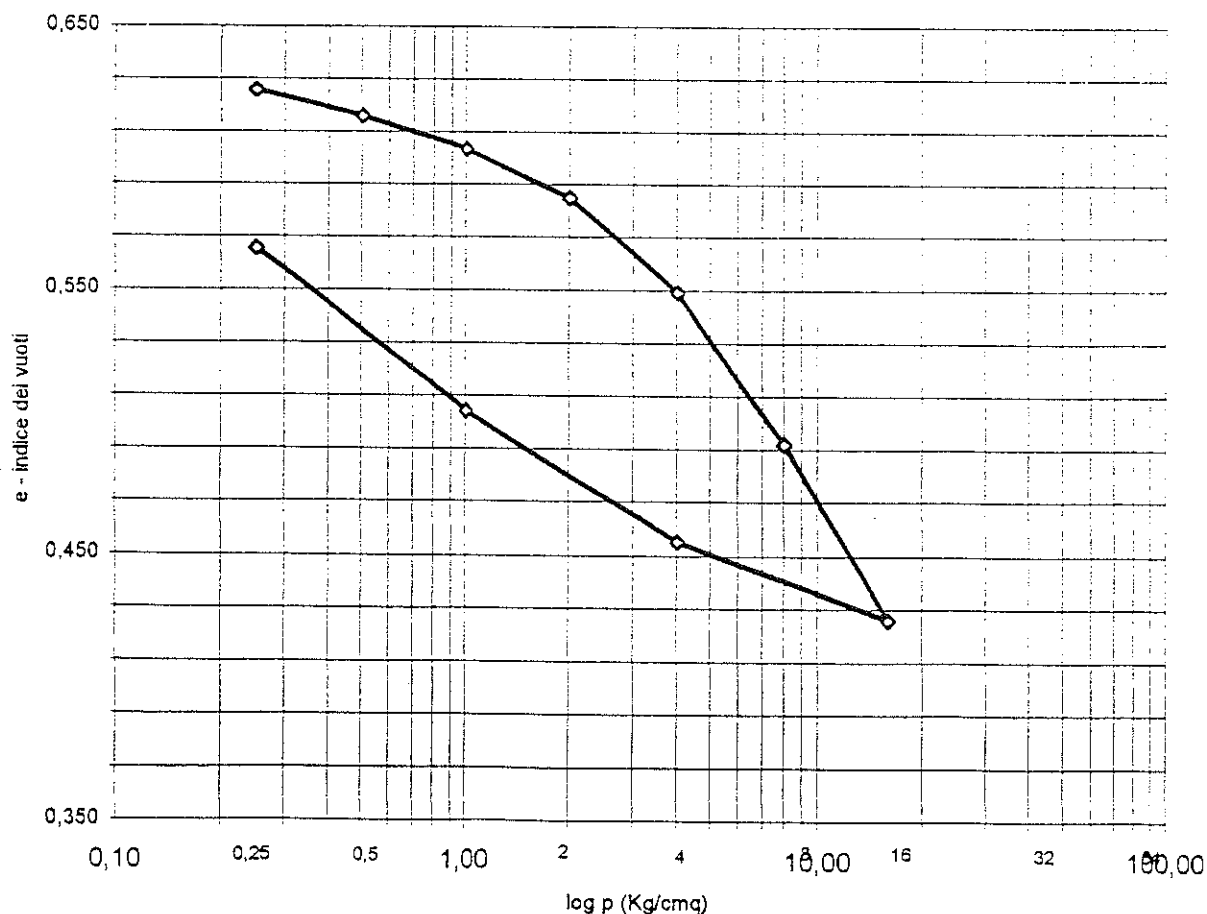
PROVA EDOMETRICA



CAMPIONE: P2C1
PROFONDITA': 0,20-0,60 m dal p.c.
COMMITTENTE: dott. Geol. Raffaele LOPEZ
PROVENIENZA: BARLETTA - Litoranea di Ponente

DATI INIZIO PROVA		Pressione p verticale (kg/cmq)	DH cedim. verticale (mm)	e indice vuoti (adimen.)	dv deform. verticale (%)	Ed modulo edometrico (kg/cmq)	mv coeff. compress. (cmq/kg)	C _c Indice compress.
Indice dei vuoti iniziale	0,635	0,000	0,000	0,635	0			
		0,250	0,115	0,626	0,58	43,5	0,0230	
Altezza del provino (mm)	20	0,500	0,235	0,616	1,18	41,4	0,0241	0,0326
		1,000	0,389	0,603	1,95	64,2	0,0156	0,0418
Area del provino (cmq)	20	2,000	0,515	0,585	3,08	86,8	0,0115	0,0614
		4,000	1,050	0,549	5,25	89,1	0,0112	0,1181
Contenuto natu- rale d'acqua (%)	12,84	8,000	1,750	0,492	8,75	108,3	0,0092	0,1901
		16,000	2,560	0,426	12,80	180,2	0,0055	0,2200
		4,000	2,200	0,455	11,00			0,0489
		1,000	1,600	0,504	8,00			0,0815
		0,250	0,850	0,566	4,25			0,1018

CURVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA





Laboratorio Terre

Laboratorio Terre sas di Rocco Porsia e C.
via I Maggio, 31 - Zona PAIP I - 75100 MATERA
Tel./Fax: +39 0835 385946 - +39 0835 1970026
www.laboratorioterre.it - info@laboratorioterre.it
P.Iva e Cod.Fisc.: 01033110774 - C.C.I.A.A. MT n. 67387



Certificato n° 58/11 - XI - P.F.

Matera, li 22/02/2011

Committente: Geol. Raffaele LOPEZ per conto del Comune di Barletta

Riferimento: Lavori di espansione in zona nord-ovest del cimitero di Barletta

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Profondità: 2,00 m - 2,50 m

Proprietà Fisiche

Peso di volume naturale	γ = 16,74 kN/m ³
Peso specifico solido	γ_s = 27,14 kN/m ³
Peso di volume secco	γ_d = 13,98 kN/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat} = 18,73 kN/m ³
Contenuto d'acqua	w = 19,78 %
Porosità	n = 48,50 %
Indice dei vuoti	e = 0,94
Grado di saturazione	S_r = 58,13 %

Descrizione: Sabbia limosa debolmente argillosa di colore brunoastro.

Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

Sperimentatore: Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE



Laboratorio Terre

Laboratorio Terre sas di Rocco Porsia e C.
via I Maggio, 31 - Zona PAIP I - 75100 MATERA
Tel./Fax: +39 0835 385946 - +39 0835 1970026
www.laboratorioterre.it - info@laboratorioterre.it
P.Iva e Cod.Fisc.: 01033110774 - C.C.I.A.A. MT n. 67387



Certificato n° 58/11 - XI - A.G.

Matera, li 22/02/2011

Committente: Geol. Raffaele LOPEZ per conto del Comune di Barletta

Riferimento: Lavori di espansione in zona nord-ovest del cimitero di Barletta

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Profondità: 2,00 m - 2,50 m

Analisi Granulometrica (ASTM D 422)

Analisi per setacciatura

D (Diametro-mm)	% particelle con diametro < D
25,400	-
19,100	-
12,500	-
6,300	-
4,760	100,00
2,000	99,85
1,000	99,80
0,425	99,29
0,250	87,35
0,150	62,04
0,106	40,20
0,075	24,80

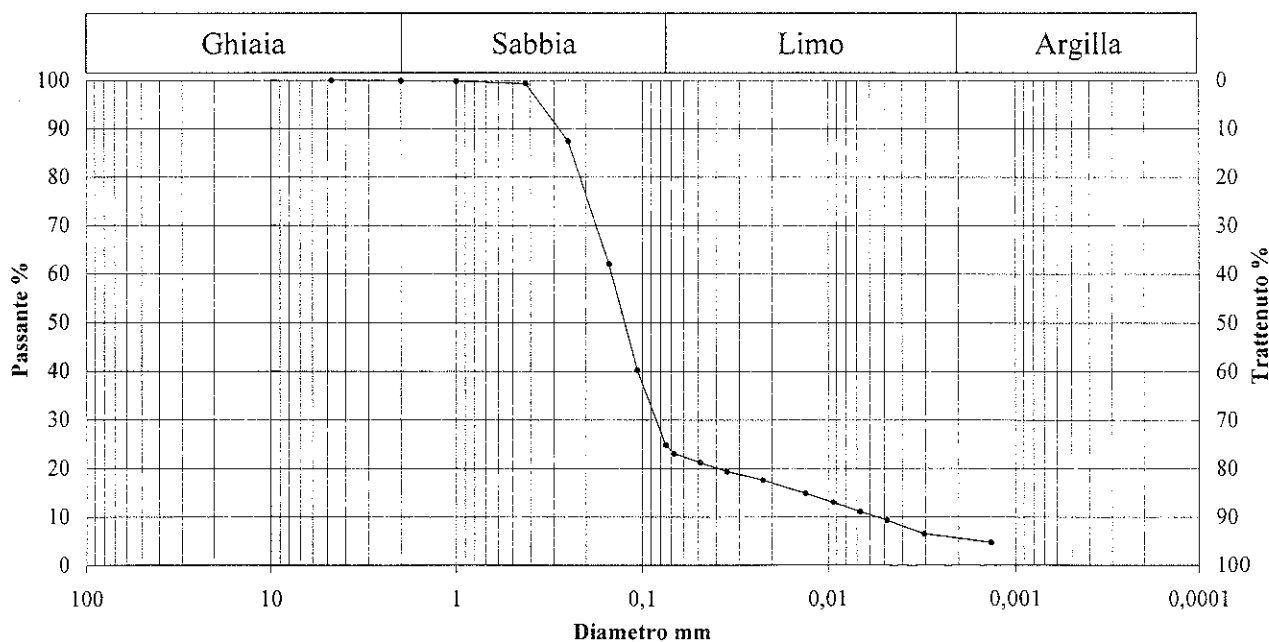
Analisi per sedimentazione

D (Diametro-mm)	% particelle con diametro < D
0,06787	23,04
0,04858	21,20
0,03490	19,35
0,02232	17,51
0,01313	14,74
0,00939	12,90
0,00671	11,06
0,00481	9,22
0,00305	6,45
0,00134	4,61

$D_{10} = 0,00548 \text{ mm}$
$D_{50} = 0,12388 \text{ mm}$
$D_{60} = 0,14521 \text{ mm}$
$D_{90} = 0,27797 \text{ mm}$

Ghiaia: 0,15 %
Sabbia: 75,05 %
Limo: 19,23 %
Argilla: 5,57 %

Curva Granulometrica



Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

Rocco Porsia

Sperimentatore: Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE

Gianfranco Scalcione



Laboratorio Terre

Laboratorio Terre sas di Rocco Porsia e C.
via I Maggio, 31 - Zona PAIP I - 75100 MATERA
Tel./Fax: +39 0835 385946 - +39 0835 1970026
www.laboratorioterre.it - info@laboratorioterre.it
P.Iva e Cod.Fisc.: 01033110774 - C.C.I.A.A. MT n. 67387



Certificato n° 58/11 - XI - T.D.

Matera, lì 22/02/2011

Committente: Geol. Raffaele LOPEZ per conto del Comune di Barletta

Riferimento: Lavori di espansione in zona nord-ovest del cimitero di Barletta

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

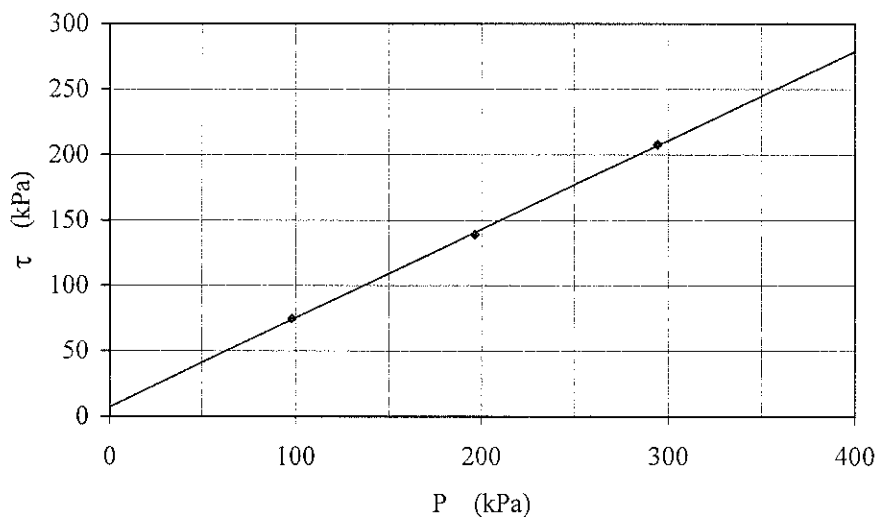
Profondità: 2,00 m - 2,50 m

Taglio diretto

(ASTM D 3080)

Prova consolidata drenata - velocità di deformazione: 0,005 mm/min

Provino n°		1	2	3
Contenuto iniziale d'acqua	%	16,23	3,37	22,59
Peso di volume iniziale	kN/m ³	16,76	16,75	17,03
Tempo di consolidazione	h	24	24	24
Pressione verticale	kPa	98	196	294
Tensione a rottura	kPa	74	139	208
Tensione a rottura residua	kPa	-	-	-
Sezione di taglio	cm ²	36	36	36



c' (coesione) = 6 kPa

φ' (angolo d'attrito) = 34,18°

Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

Rocco Porsia

Sperimentatore: Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE

Gianfranco Scalcione



Laboratorio Terre

Laboratorio Terre sas di Rocco Porsia e C.
via I Maggio, 31 - Zona PAIP I - 75100 MATERA
Tel./Fax: +39 0835 385946 - +39 0835 1970026
www.laboratorioterre.it - info@laboratorioterre.it
P.Iva e Cod.Fisc.: 01033110774 - C.C.I.A.A. MT n. 67387



Certificato n° 58/11 - XI - T.D.

Matera, li 22/02/2011

Committente: Geol. Raffaele LOPEZ per conto del Comune di Barletta

Riferimento: Lavori di espansione in zona nord-ovest del cimitero di Barletta

Sondaggio n° 1

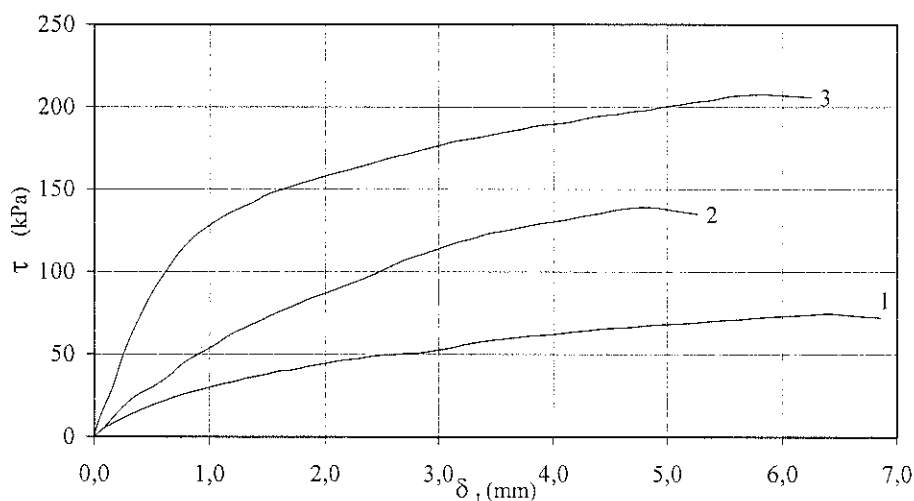
Campione n° 1

Profondità: 2,00 m - 2,50 m

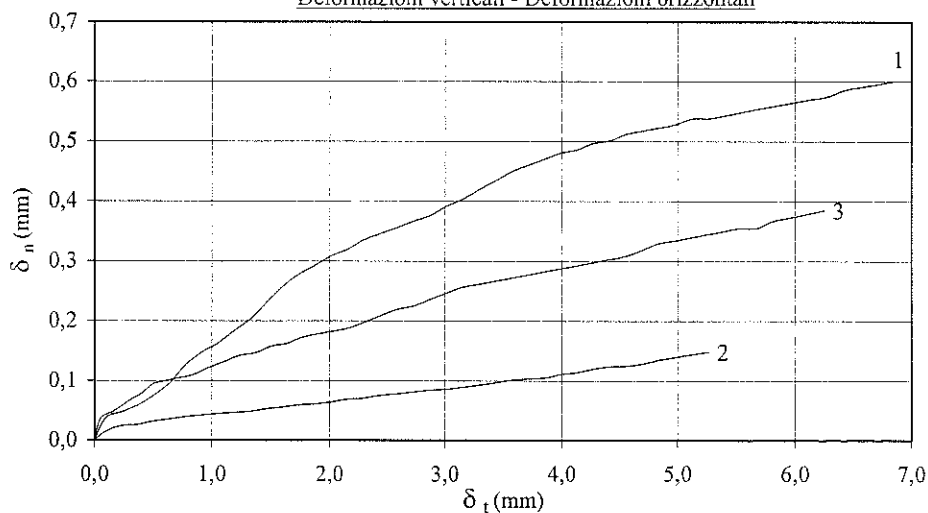
Taglio diretto

(ASTM D 3080)

Tensioni - Deformazioni orizzontali



Deformazioni verticali - Deformazioni orizzontali



Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

Rocco Porsia

Sperimentatore: Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE

G. Scalcione



Laboratorio Terre

Laboratorio Terre sas di Rocco Porsia e C.
via I Maggio, 31 - Zona PAIP I - 75100 MATERA
Tel./Fax: +39 0835 385946 - +39 0835 1970026
www.laboratorioterre.it - info@laboratorioterre.it
P.Iva e Cod.Fisc.: 01033110774 - C.C.I.A.A. MT n. 67387

S.O.S.
italia
Certificato n° 0105011 09

Certificato n° 58/11 - XI - C.E.

Matera, li 22/02/2011

Committente: Geol. Raffaele LOPEZ per conto del Comune di Barletta

Riferimento: Lavori di espansione in zona nord-ovest del cimitero di Barletta

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Profondità: 2,00 m - 2,50 m

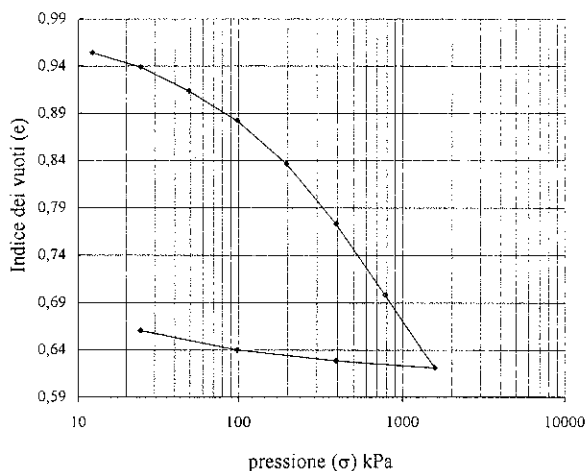
Compressione Edometrica (ASTM D 2435)

Peso di volume 19,98 kN/m ³ ; Contenuto d'acqua 22,63 %;		Peso specifico 26,69 kN/m ³ ; Indice vuoti iniziale 0,64;		Altezza iniz. provino 2,00 cm; Volume provino 80,00 cm ³ ;			
Pressione σ (kPa)	Tempo (T)	Cedimento (mm)	Deformazione ϵ_v (%)	Indice dei vuoti (e)	Modulo Edometrico M (kPa)	Coeff. di consolidazione C_v (cm ² /sec)	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)
12	24 h	0,026	0,13	0,954			
25	24 h	0,182	0,91	0,939	1572		
49	24 h	0,441	2,21	0,913	1893		
98	24 h	0,762	3,81	0,882	3058		
196	24 h	1,229	6,15	0,836	4197		
392	24 h	1,876	9,38	0,773	6063		
785	24 h	2,643	13,21	0,698	10233		
1569	24 h	3,430	17,15	0,621	19928		
392	24 h	3,355	16,78	0,628			
98	24 h	3,237	16,18	0,640			
25	24 h	3,029	15,15	0,660			

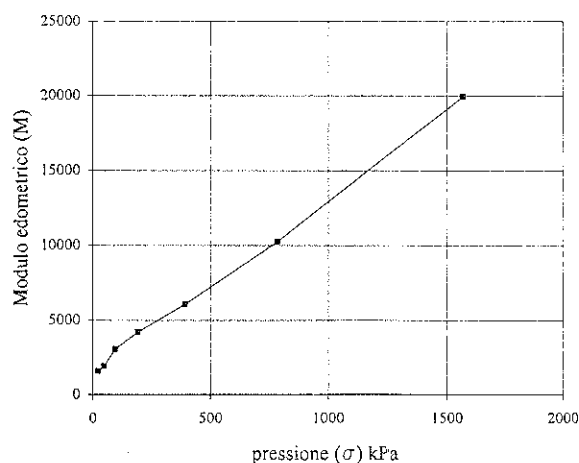
Pressione di preconsolidazione: 120 kPa

*Metodo di Casagrande

Pressione - Indice dei vuoti



Pressione - Modulo edometrico

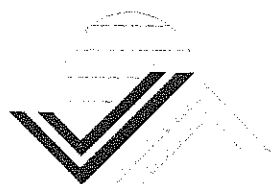


Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

Rocco Porsia

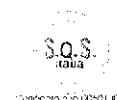
Sperimentatore: Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE

Gianfranco Scalcione



Laboratorio Terre

Laboratorio Terre sas di Rocco Porsia e C.
via I Maggio, 31 - Zona PAIP I - 75100 MATERA
Tel./Fax: +39 0835 385946 - +39 0835 1970026
www.laboratorioterre.it - info@laboratorioterre.it
P.Iva e Cod.Fisc.: 01033110774 - C.C.I.A.A. MT n. 67387



Certificato n° 58/11 - XI - P.C.V.

Matera, lì 22/02/2011

Committente: Geol. Raffaele LOPEZ per conto del Comune di Barletta

Riferimento: Lavori di espansione in zona nord-ovest del cimitero di Barletta

Sondaggio n° 1

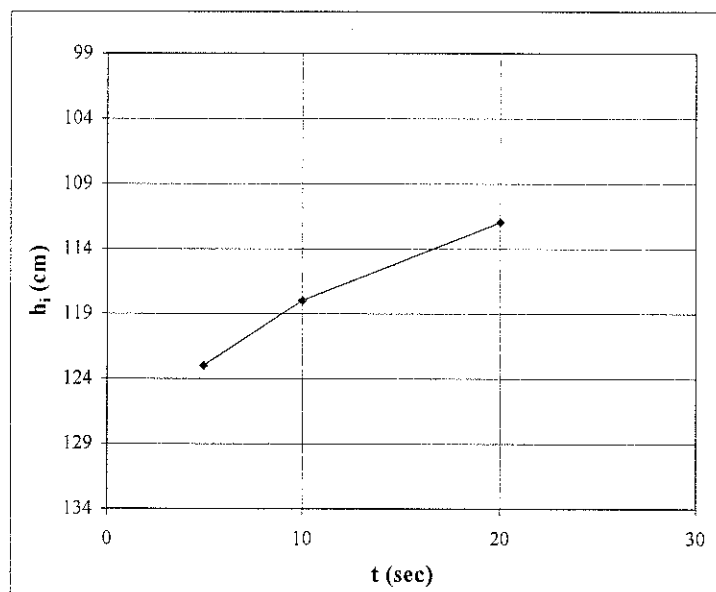
Campione n° 1

Profondità: 2,00 m - 2,50 m

Prova di Permeabilità a Carico Variabile

a	A	L	t	h_0	h_i	k
0,0314	81,03	11,64	5,000	134,00	123,00	7,72E-05
0,0314	81,03	11,64	10,000	134,00	118,00	5,73E-05
0,0314	81,03	11,64	20,000	134,00	112,00	4,04E-05

Legenda: a = sezione interna della buretta (cm²) - A = sezione del provino (cm²) - L = lunghezza del provino (cm)
t = tempo per passare da h_0 ad h_i (sec) - h_0 = carico idraulico iniziale (cm) - h_i = carico idraulico finale (cm)
k = coefficiente di permeabilità (cm/sec)



Direttore tecnico: *Dott. Geol. Rocco PORSIA*

Rocco Porsia

Sperimentatore: *Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE*

Gianfranco Scalcione