

---

**COMUNE DI BARLETTA**

**lì 21.12.2020**



## **RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Indagini geologiche, geomorfologiche e caratterizzazione geotecnica di un suolo sito nel Cimitero del comune di Barletta per la realizzazione di n. 1.160 loculi cimiteriali VIII lotto.

COMMITTENTE:  
Comune di Barletta

IL GEOLOGO  
dott.sa Maddalena A. Corvasce

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. PREMESSA</b> .....   | 1  |
| <b>2. PIANO DELLE INDAGINI</b> .....   | 1  |
| <b>3. MODELLO GEOLOGICO GENERALE</b> .....   | 2  |
| 3.1 <i>Geomorfologia</i> .....   | 2  |
| 3.2 <i>Geologia</i> .....  | 3  |
| 3.3 <i>Idrogeologia</i> .....  | 5  |
| <b>4. INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> .....  | 6  |
| 4.1.1 <i>Indagini dirette: rilievi sezioni di scarpata</i> .....                           | 7  |
| 4.1.2 <i>Indagini dirette: perforazioni a carotaggio continuo</i>                          | 8  |
| <b>5. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE</b> .....                                 | 12 |
| <b>6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO</b>                          | 14 |
| 6.1 <i>Carta geolitologica e stratigrafia</i> .....  | 14 |
| 6.2 <i>Idrogeologia</i> .....  | 15 |
| 6.3 <i>Geomorfologia e idrologia</i> .....   | 16 |
| <b>7. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DELLE UNITÀ LITOTECNICHE (MODELLO GEOTECNICO)</b> | 17 |
| <b>8. ESITI INDAGINI AMBIENTALI</b>  | 21 |
| <b>9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>  | 23 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>  | 25 |

### **Allegato I**

Tavole

### **Allegato II**

Schede

### **Allegato III**

Foto indagini pregresse

### **Allegato IV**

Certificati prove geotecniche di laboratorio indagini pregresse

### **Allegato V**

Esiti Indagini 2020 -Ditta PRO-GEO s.a.s.

## 1. PREMESSA

A seguito di un incarico professionale conferito alla scrivente dal Comune di Barletta (Convenzione Prot. n.80586 del 26/11/2020 del Settore Lavori Pubblici e Manutenzione del Comune di Barletta), si è proceduto ad eseguire un'indagine conoscitiva al fine di accertare l'assetto geomorfologico, geologico e caratterizzazione geotecnica di un'area ubicata nel settore occidentale del Cimitero comunale della città di Barletta (Tavola I).

Lo studio si prefigge di verificare l'idoneità del sito alla realizzazione di opere accessorie al cimitero, nello specifico n.1160 loculi, 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. 17 gennaio 2018, "CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.").

## 2. PIANO DELLE INDAGINI

Le principali fasi del lavoro sono di seguito sintetizzate:

1. indagini bibliografiche e di archivio;
2. rilevamento geologico di dettaglio di superficie;
3. perforazioni a carotaggio continuo;
4. misure piezometriche;
5. indagini sismiche MASW per la definizione della categoria del suolo di fondazione tramite misura del parametro  $V_{s,eq}$ ;
6. prove di laboratorio per la valutazione del comportamento meccanico dei litotipi caratterizzanti il sottosuolo;

7. campionamento ed analisi chimiche su campioni di materiale da scavo, ai sensi del DPR 120/2017, per la verifica di idoneità al riutilizzo.

Oltre alle indagini eseguite per questo specifico intervento, sono state altresì utilizzate le risultanze di indagini riguardanti l'area di interesse eseguite dalla scrivente, nonché da altri Colleghi geologi, per conto del comune di Barletta.

Si farà riferimento, pertanto, ai seguenti elaborati tecnici:

- i. “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*);
- ii. “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 (*Indagini del 2014 – geol. Maddalena A. Corvasce*)”.

### **3. MODELLO GEOLOGICO GENERALE**

#### *3.1 Geomorfologia*

L'area è ubicata su di un terrazzo naturale, rilevato di circa 10 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 regionale, non affiorante nel sito, è costituito dalla successione di rocce calcareo-dolomitiche (Boenzi et al., 1971; Ciaranfi et al., 1988) riferibile alla formazione del Calcarea di Bari (Cc<sup>7-3</sup>) del Cretaceo medio-superiore.

Sul calcarea di Bari poggiano i depositi ingressivi del Ciclo sedimentario della Fossa bradanica, quali la “Calcarenite di Gravina” (Q<sup>tc</sup>) e le “Argille subappennine” (Q<sup>ca</sup>), 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 clinostratificate 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 30 m dal piano campagna (vedi pozzo ISPRA 152241), 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<sub>m</sub>)* 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, conseguenti 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”.

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 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.

Tale falda è alimentata dalle acque meteoriche, pertanto le oscillazioni della piezometrica risentono fortemente della variabilità delle precipitazioni. Le zone di alimentazione sono le aree più interne del territorio di Barletta e 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 1160 loculi, provengono dalla correlazione dei dati relativi alle indagini condotte per l'incarico specifico oltre che quelli significativi provenienti dalle campagne di indagini citate al Paragrafo 2 (Figura 1 - Tavola IV) e in particolare:

- n°1 sondaggio geomeccanico (P3) a carotaggio continuo da Indagine 2011;
- n°1 sondaggio geomeccanico (S1) a carotaggio continuo da Indagine 2014;
- n°2 sondaggi geomeccanici (S1\_20, S2\_20) a carotaggio continuo da Indagine 2020;
- Standard Penetration Test (SPT): n.1 da Indagine 2014, n.4 da Indagine 2020;
- Prove geotecniche su campioni in fustella: n°1 campione da Indagine 2011, n°1 campione da Indagine 2014, n°2 campioni da Indagine 2020;

- livelli idrici della falda superficiale misurata nel foro di sondaggio da Indagine 2011;
- indagini sismiche MASW da Indagine 2014, 2020.

Per la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo è stato condotto il rilevamento stratigrafico sulle sezioni di scarpata affioranti e reperita la stratigrafia di un pozzo per acqua dall'Archivio nazionale ISPRA delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984).

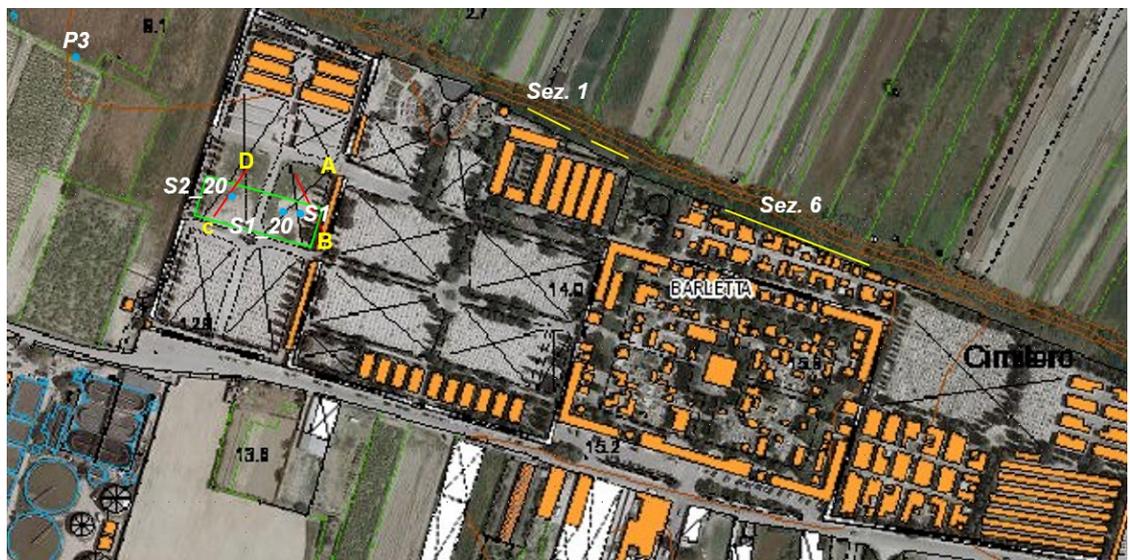


Fig. 1 – Sondaggi e linee sismiche del Piano delle indagini (figura non in scala)

#### 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 IV (Allegato I), le sezioni, di cui si riporta una stratigrafia media (Allegato II), documentate dalle foto in Allegato III, 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                                |  |

Sezioni 1- 6 (Scheda I, tabella I, foto 1 - 2)

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

| 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)                                | Cr    |
| 2,1 – 3,0               | Sabbia calcarea sciolta   | CS    |
| 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*

Si riportano di seguito le risultanze delle indagini dirette richiamate al paragrafo 2 e di quelle realizzate per l’incarico specifico di cui alla presente relazione tecnica.

Come riportato in *Allegati I e II* (Tavole IV-V e Schede) si tratta del sondaggio “P3” eseguito dalla Ditta Piazzola & Figli di Barletta nel 2011, sondaggio “S1” eseguito dalla ditta Trivelpali di Miscioscia Alessandro di Corato nel 2014, dei sondaggi “S1\_2020” e “S2\_2020” in *Allegato V*, eseguiti nel dicembre 2020 dalla ditta PROGEO di Barletta.

Sono state considerate anche le risultanze di una perforazione del pozzo per acqua indicizzato nell'Archivio ISPRA con la sigla "ISPRA 152241" ubicato in Tavole IV-V.

Dai sondaggi geognostici, realizzati con il metodo a rotazione con carotaggio continuo di piccolo diametro (10 cm), sono stati prelevati campioni indisturbati per prove di laboratorio.

Il sondaggio "P3" è stato attrezzato con tubo piezometrico per misurare il livello della falda superficiale.

Sondaggio P3 (Scheda II, tabella II, foto 3, 4, 5, 6)

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

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

Profondità del sondaggio 10,0 m

Campione n.1 = 2,00-2,50m (foto 6)

(Allegato IV - Certificati 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.)

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

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

| Tabella II - Sondaggio P3 (2011) |   |       |
|----------------------------------|---|-------|
| 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 livelletti sabbiosi | AL    |
| 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 III, tabella III, foto 7, 8, 9, 10, 11)

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 11)

(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

| Profondità (m) | Descrizione litotipi   | Sigla | SPT                  | NSPT          |
|----------------|--|-------|----------------------|---------------|
| 0,0 – 1,50     | Terreno di riporto   | TR    |                      |               |
| 1,50 – 3,95    | Limo sabbioso di colore verde – nocciola   | LS    | 1,50<br>1,65<br>1,80 | 4<br>10<br>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 S1\_2020 (Allegato V - tabella IV)

quota s.l.m.= 11,70 m s.l.m.

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604913,277; N 4575797,719

Esecuzione di n.1 prova SPT (Standard Penetration Test) alla profondità di 4,0 m dal piano campagna ( $N_2+N_3 = 23$ ).

Profondità del campione indisturbato per prove geotecniche:

Campione P1 = 1,50 – 2,00 m (Allegato V - lab. GEOPROVE s.r.l. n. 1436/gr/20, 1436/u/20, 1436/pdv/20, 1436/ps/20, 1436/lc/20, 1436/td/20).

Profondità del campione per indagini ambientali:

Campione 0,4 – 0,6 m (Allegato V - lab. CHIMILAB RdP 2.344\_20).

Profondità del sondaggio 10,0 m circa.

| Profondità (m) | Descrizione litotipi   | Sigla | SPT                 | NSPT          |
|----------------|--|-------|---------------------|---------------|
| 0,0 – 1,00     | Terreno di riporto e vegetale  | TR    |                     |               |
| 1,00 – 3,00    | Sabbia avana fina  | S     |                     |               |
| 3,00 – 3,50    | Limo sabbioso giallastro   | LS    |                     |               |
| 3,5 – 7,80     | Argilla con noduli carbonatici, tracce di ossidazione di colore giallastro-verdolino | A     | 4,0<br>4,15<br>4,30 | 4<br>10<br>13 |
| 7,80 – 8,20    | Sabbia satura di colore marrone chiaro   | A     |                     |               |
| 8,20 – 10,00   | Argilla con noduli carbonatici   | A     |                     |               |

### Sondaggio S2\_2020 (Allegato V - tabella V)

quota s.l.m.= 11,88 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 604875,451; N 4575805,156;

Esecuzione di n.3 prove SPT (Standard Penetration Test) alla profondità di 1,50 m dal piano campagna (N2+N3 = 11), 3,00 m dal p.c. (N2+N3 = 34), 5,50 m dal p.c. (N2+N3 = 24).

Profondità del campione indisturbato per prove geotecniche:

Campione P2 = 5,00 – 5,50 m (Allegato V - lab. GEOPROVE s.r.l. n.1437/u/20, 1437/pdv/20, 1437/ps/20, 1437/ED/20).

Profondità del campione per indagini ambientali:

Campione 0,9 - 1,1 m (Allegato V - lab. CHIMILAB RdP 1.344\_20).

Profondità del sondaggio 10,0 m circa.

| <b>Tabella V – sondaggio S2_2020</b> |  |              |            |             |
|--------------------------------------|--|--------------|------------|-------------|
| <b>Profondità (m)</b>                | <b>Descrizione litotipi</b>  | <b>Sigla</b> | <b>SPT</b> | <b>NSPT</b> |
| 0,0 – 0,20                           | Terreno di riporto con piastrelle  | TR           |            |             |
| 0,20 – 1,50                          | Terreno vegetale sabbioso  | TV           | 1,5        | 6           |
|                                      |  |              | 1,65       | 4           |
|                                      |  |              | 1,80       | 7           |
| 1,95–4,40                            | Sabbia di colore marrone chiaro<br>Livello di sabbia satura da 2,60 a 2,70 m | S            | 3,0        | 11          |
|                                      |  |              | 3,15       | 13          |
|                                      |  |              | 3,30       | 21          |
| 3,45 – 4,40                          | Sabbia limosa con noduli centimetrici carbonatici                            | S            |            |             |
| 4,50 – 7,00                          | Argilla  | A            | 5,50       | 6           |
|                                      |  |              | 5,65       | 9           |
|                                      |  |              | 5,80       | 15          |
| 7,00-7,30                            | Sabbia   | S            |            |             |
| 7,30-9,00                            | Argilla  | A            |            |             |
| 9,0-10,00                            | Argilla sabbiosa con noduli carbonatici di colore verde chiaro               | A            |            |             |

### Pozzo per acqua “ISPRA 152241” (tabella VI)

Si riporta di seguito la stratigrafia di un pozzo per acqua acquisita dall'Archivio ISPRA disponibile al link [www.sgi2.isprambiente.it/mapviewer](http://www.sgi2.isprambiente.it/mapviewer) coerente con il quadro geologico ricostruito per il sito di interesse.

quota s.l.m.= 13,0 m

coord. UTM33N WGS84 (m) = E 605511,00; N 4575611,01.

| <b>Tabella VI – pozzo ISPRA 152241</b> |                             |              |            |             |
|--|-----------------------------|--------------|------------|-------------|
| <b>Profondità (m)</b>                  | <b>Descrizione litotipi</b> | <b>Sigla</b> | <b>SPT</b> | <b>NSPT</b> |
| 0,0 – 1,00                             | Terreno vegetale            | TV           |            |             |
| 1,0 – 2,00                             | Cappello                    | Cr           |            |             |
| 2,00 – 6,00                            | Sabbia gialla               | S            |            |             |
| 6,00 – 11,00                           | Argilla gialla              | AS           |            |             |
| 11,00 – 22,00                          | Sabbia gialla               | S            |            |             |
| 22,00 – 23,00                          | Sabbia gialla con falda     | S            |            |             |
| 23,00 – 24,00                          | Ghiaia di fiume             | G            |            |             |
| 24,00 – 28,00                          | Ghiaia di fiume con falda   | G            |            |             |
| 28,00 – 30,00                          | Argilla Bleu                | A sub.       |            |             |

## 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 rigidità 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, a luoghi saturi a partire dai 6,50 m dal piano campagna (sondaggio P3), 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 prudenzialmente associabili a valori di SPT=10/11/13.

| <b>Tabella VII. Metodo di calcolo di Seed e Idriss</b> |      |
|--|------|
| 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 |
| <b>Il deposito non è liquefacibile</b>           |         |

| <b>Tabella VIII. Metodo di calcolo di Tokimatsu e Yoshimi</b> |                    |
|---|--------------------|
| 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            |
| <b>Il deposito non è liquefacibile</b>                        |                    |

| <b>Tabella IX. Metodo di calcolo di Seed e Idriss</b> |         |
|---|---------|
| 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 (Fs = R / T)                | 13,6159 |
| <b>Il deposito non è liquefacibile</b>                |         |

| <b>Tabella X. Metodo di calcolo di Tokimatsu e Yoshimi</b> |                    |
|--|--------------------|
| 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            |
| <b>Il deposito non è liquefacibile</b>                     |                    |

## 6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO

### 6.1 Carta geolitologica e stratigrafia

Le indagini e i rilievi in sito, unitamente ai dati bibliografici disponibili, hanno consentito di ricostruire in dettaglio la locale successione lito-stratigrafica fino ad una profondità di 15 m dal piano campagna (Tavola V).

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), è presente sabbia calcarea in alternanza a sabbie limose (CS) e limi sabbiosi (LS) fino a circa 6,50 dal p.c. con uno spessore di circa 70 cm di crosta evaporitica (Cr) nella porzione superiore. Tale unità costituisce il tetto del terrazzo marino qui presente e che affiora diffusamente nell'area del vecchio cimitero con termini calcarenitici e sabbiosi di spessore non inferiore a 1,5 m e che costituiscono il litotipo che caratterizza il piano di posa delle fondazioni delle opere a realizzarsi

Seguono sabbie limose e limi argillosi (AL) fino a circa 9,80 m passanti a sabbie sature (SL) fino a circa 11,80 m. La ricostruzione stratigrafica vede la presenza nuovamente di litotipi

argilloso limosi (AL) fino 13,20 passante a sabbia fine addensata (S) fino a 15,00 metri dal p.c..

I “depositi marini terrazzati” proseguono con alternanze di litologie sabbiose e arenacee, calcarenitico-siltose, subordinatamente argillose e siltose ed episodici livelli ghiaiosi con falda fino alla profondità di 28 m dal piano campagna dove si rinvencono 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 tecnico scientifici.

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 eseguite nel 2014 non si è rilevato nessun livello di sabbia satura, anche se non si può escludere la presenza di livelli idrici sub-superficiali vista la presenza in zona di antichi pozzi scavati a mano nonché il ritrovamento della falda a modesta profondità nel corso della terebrazione del sondaggio “P3” e di altre indagini pregresse, che sono state consultate, ma non riportate nel presente elaborato.

Di seguito si riportano in tabella XI le misure della superficie piezometrica riferite al livello del mare e al piano campagna effettuate nel 2011 nel sondaggio attrezzato a piezometro “P3”.

| <b>Tabella XI -Misure piezometriche riferite al piano campagna e al livello del mare effettuate nel piezometro P3 nel periodo febbraio-marzo 2011</b> |                            |                        |
|---|----------------------------|------------------------|
| <b>Data misura</b>  | <b>P3 (10.00 m s.l.m.)</b> | <b>P3 (m dal p.c.)</b> |
| 05.02.11  | 3,7                        | 6,4                    |
| 10.03.11  | 3,1                        | 6,9                    |

Pertanto, si ritiene che i primi livelli idrici della falda superficiale si possano incontrare a partire dai 6 metri dal piano campagna ossia a profondità tali da non interferire con le comuni quote di imposta di fondazioni superficiali.

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 dei loculi cimiteriali VIII lotto, 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 6 m 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, ad Est del Cimitero, 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.

Malgrado la situazione appena descritta, dalla consultazione degli strati informativi del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Distretto idrografico dell’Appennino Meridionale, l’area non è inserita fra quelle a rischio idraulico e a rischio geomorfologico (Tavola VI).

## **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 eseguite presso laboratori specializzati i cui certificati sono riportati negli Allegati IV e V, che da indagini in situ (SPT), eseguite durante le perforazioni. In particolare, si riportano gli esiti di n. 5 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 sui campioni indisturbati, prelevati durante le perforazioni, riconducibili alle unità litotecniche più rappresentative del sito in questione.

**Campione P1** (cert. Ni 1436/gr/20, 1436/u/20, 1436/pdv/20, 1436/ps/20, 1436/lc/20, 1436/td/20 - GEOPROVE), dall'intervallo 1,50–2,00 m del sondaggio “S1\_2020”, rappresentativo di litotipi sabbiosi (S) presenti da 1,00–3,00 m dal p.c..

**Campione n.1/P3** (cert. 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), dall'intervallo 2,00-2,50 metri dal p.c. nel sondaggio “P3” (2011) e rappresentativo di litotipi riferibili a sabbie calcaree (S) e sabbie limose (SL\_A) con crosta evaporitica (Cr).

**Campione S1** (cert. Ni 5631, 5632, 5633, 5634, 5635, 5636 - LABORGEO), prelevato nell'intervallo 1,95 – 2,45 m dal p.c. del sondaggio “S1” (2014), rappresentativo di litotipi limo sabbiosi (LS) presenti da 1,50-3,95 dal p.c..

**Campione P2** (cert. Ni 1437/u/20, 1437/pdv/20, 1437/ps/20, 1437/ED/20 - GEOPROVE), dall'intervallo 5,00 – 5,50 m del sondaggio “S2\_2020”, rappresentativo di litotipi argillosi (A) presenti da 4,50 – 7,00 m dal p.c..

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

| <b>Tabella XII - Proprietà delle Unità litologiche (TV, S, S/SL_A/Cr, LS, A) presenti a diversi intervalli di profondità (m)</b> |                       |                      |                              |                       |                      |
|--|-----------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|
|  | <b>TV<sup>1</sup></b> | <b>S<sup>2</sup></b> | <b>S/SL_A/Cr<sup>3</sup></b> | <b>LS<sup>4</sup></b> | <b>A<sup>5</sup></b> |
| <b>Parametri misurati</b>  | 0-1,0                 | 1,5-2,0              | 2,0-2,5                      | 1,95 – 2,45           | 5,0-5,5              |
| $\gamma_v$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 16,37                 | 15,6                 | 16,74                        | 18,39                 | 19,2                 |
| $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 23,73                 | 25,6                 | 27,14                        | 26,80                 | 26,7                 |
| $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 14,51                 | 14,5                 | 13,98                        | 14,87                 | 16,0                 |
| $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | ***                   | 18,7                 | 18,73                        | 19,32                 | 19,9                 |
| w (%)  | 12,84                 | 7,7                  | 19,78                        | 23,64                 | 20,3                 |
| n (%)  | 38,84                 | 43,4                 | 48,50                        | 44,50                 | 40,1                 |
| e  | 0,635                 | 0,768                | 0,94                         | 0,802                 | 0,668                |
| S <sub>r</sub> (%)   | 48,91                 | 26,1                 | 58,13                        | 79,01                 | 82,5                 |
| Ghiaia %   | ***                   | ***                  | 1,28                         | 1,28                  | ***                  |
| sabbia (%)   | ***                   | 84,3                 | 75,05                        | 41,89                 | ***                  |
| limo (%)   | 35,5                  | 11,2                 | 19,23                        | 41,44                 | ***                  |
| argilla (%)  | 64,5                  | 4,5                  | 5,57                         | 15,39                 | ***                  |
| Classificazione UNI-11531/14   | A - 7- 5              | A2-4                 | ***                          | A-4                   | ***                  |
| LL (%)   | 52,5                  | 26,1                 | ***                          | 29                    | ***                  |
| LP (%)   | 32,5                  | 20,7                 | ***                          | 23                    | ***                  |
| IP (%)   | 20                    | 5,4                  | ***                          | 6                     | ***                  |
| IC   | ***                   | 3,41                 | ***                          | ***                   | ***                  |
| $\varphi$ (°)  | 21                    | 31,3                 | 34,18                        | 27,5                  | ***                  |
| c (kN/m <sup>2</sup> )   | 1,96                  | 4,2                  | 6                            | 12,59                 | ***                  |

$\gamma_v$ =peso di volume naturale;  $\gamma_s$ =peso specifico dei granuli;  $\gamma_d$ =peso di volume secco;  $\gamma_{sat}$ =peso di volume saturo; W=umidità naturale; n=porosità; e=indice dei vuoti; S<sub>r</sub>=grado di saturazione; LL=limite di liquidità; LP=limite di plasticità; IC=Indice di Consistenza; IP=indice di plasticità;  $\varphi$ =angolo di attrito interno; c=coesione; cu = coesione non drenata

<sup>1</sup> Ricavati per correlazione da prove SPT e dati bibliografici

<sup>2</sup> Campione P1 sondaggio "S1\_2020"

<sup>3</sup> Campione n.1/P3 sondaggio "P3" (2011)

<sup>4</sup> Campione S1 sondaggio "S1" (2014)

<sup>5</sup> Campione P2 sondaggio "S2\_2020", gli esiti della prova edometrica sono contenuti nel certificato "1437/ED/20" in Allegato V

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 di Classificazione UNI-11531/14 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 ( $\phi$ ) 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 V.

| Tabella XIII – Sintesi delle prove SPT |            |                                |      |                                    |                           |               |                               |                |
|--|------------|--------------------------------|------|------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------|----------------|
| Sondaggio                              | Profondità | Litotipo                       | Nspt | $\gamma_v$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | c<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$<br>(°) | $c_u$<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | I <sub>c</sub> |
| S1 (2014)                              | 1,50       | Limo sabbioso                  | 24   | 17                                 | 6                         | 18            | **                            | **             |
| S1 (2020)                              | 4,0        | Argilla con noduli carbonatici | 23   | 19                                 |                           |               | 2                             | 1              |
| S2 (2020)                              | 1,50       | Terreno vegetale sabbioso      | 11   | 16                                 | 0                         | 30            | **                            | **             |
| S2 (2020)                              | 3,00       | Sabbia                         | 34   | 18                                 | 0                         | 35            | **                            | **             |
| S2 (2020)                              | 5,50       | Argilla                        | 24   | 19                                 | **                        | *             | 2                             | 1              |

Vengono sintetizzati in tabella XIII i risultati delle prove SPT condotte con il valore Nspt misurato. I parametri scaturiscono da correlazioni bibliografiche: per il peso di volume ( $\gamma$ ) di terreni coesivi (argille) è stata considerata la correlazione di Bowles (1982) e Terzaghi- Peck (1948 – 1967), per il valore dell'angolo d'attrito ( $\phi$ ) per depositi prevalentemente sabbiosi è stata considerata la correlazione di De Mello (1971).

## 8. ESITI “INDAGINI AMBIENTALI”

Per consentire una preliminare verifica per l'idoneità al riutilizzo delle terre e rocce da scavo che saranno prodotte dal cantiere, sono stati prelevati campioni di terreno per analisi chimiche sul materiale tal quale e per l'esecuzione del test di cessione secondo le metodiche di cui al D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i..

È stato quindi raccolto un campione di terreno rimaneggiato dal sondaggio "S2\_2020", intervallo di profondità 0,9 - 1,1 m, la cui componente "tal quale" è stata sottoposta ad analisi chimiche di laboratorio ai sensi del DPR 120/2017. Sono stati determinati il set di parametri minimo costituito da arsenico, cadmio, cobalto, nichel, piombo, rame, zinco, mercurio, idrocarburi pesanti C>12, cromo totale, cromo VI, amianto, BTEX, IPA, così come elencato nell'allegato 4 del DPR. I risultati dell'analisi condotta sul materiale tal quale sono stati raffrontati con i valori limite delle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V della parte IV del Decreto legislativo 152/2006.

È stato inoltre preso un campione di terreno rimaneggiato dal sondaggio "S1\_2020", intervallo di profondità 0,4 – 0,6 m, sul quale è stato condotto il test di cessione secondo le metodiche indicate dal DM 5 febbraio 1998 ricercando il set analitico minimo previsto dall'Allegato 3 del suddetto decreto ossia Cianuri, Cloruri, Fluoruri, Nitrati, Solfati, Antimonio, Arsenico, Bario, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco per una prima verifica se essi possano rappresentare fonte di contaminazione, come sorgente primaria, per le acque sotterranee; pertanto, gli esiti del test di cessione sono stati confrontati con i valori limite della tabella 2, allegato 5 al titolo V della parte IV del D.lgs 152/2006 e s.m.i..

Come è possibile verificare dal Rapporto di Prova in “Allegato 5” alla presente relazione, le analisi condotte sul "tal quale" (RdP 1.344\_20 in Allegato V) hanno evidenziato il superamento per il parametro Idrocarburi Pesanti (C>12) rispetto ai valori limite della colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) della tabella 1, allegato 5 al titolo V della parte IV del Decreto legislativo 152/2006, nonché rispetto al limite stabilito per i suoli delle aree agricole di cui all'Allegato 2 al D.M. 46/2019.

Per quanto riguarda invece il campione prelevato per l'esecuzione del test di cessione (RdP 2.344\_20 in Allegato V) non sono stati registrati superamenti rispetto alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla tabella 2 allegato 5 Titolo V alla Parte IV del D.Lgs 152/2006 relativamente al set analitico minimo eseguito; pertanto, si può ritenere idoneo al riutilizzo.

Quindi, limitatamente ai campioni puntuali analizzati, si ritiene che il materiale possa essere idoneo al riutilizzo esclusivamente in siti che da Certificato di Destinazione Urbanistica siano classificati come "siti ad uso commerciale ed industriale".

Si raccomanda tuttavia, vista l'esiguità del campione sottoposto a verifica di idoneità al riutilizzo, in fase di esecuzione scavi e lavori, prima di destinare il materiale all'eventuale riutilizzo di eseguire un certo numero di analisi integrando il set analitico per il test di cessione previsto dall'Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. con la determinazione del Boro, Nitriti, tutti i metalli previsti dalla tabella 2 allegato 5 Titolo V alla Parte IV del D.Lgs 152/2006, nonché Bario e Vanadio per i quali bisognerà considerare rispettivamente i valori limite 700 µl/litro e 50 µl/litro contemplati nella Banca Dati dell'Istituto Superiore di Sanità (<https://w3.iss.it/site/BancaDatiBonifiche/>).

## 9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area individuata per la realizzazione di 1160 loculi cimiteriali 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 6 metri è caratterizzato da terreni sabbioso calcarei e sabbioso limosi idonei ad ospitare le strutture fondali dei loculi a realizzarsi **a partire da circa 1,00/1,50 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 dei loculi cimiteriali così come da progetto.***

Si evidenzia che l'area di sedime non si trova in prossimità di versanti/scarpate che possano minare la stabilità dell'opera né determinare un incremento della instabilità geomorfologica; pertanto non si è ritenuto necessario dover effettuare analisi di stabilità pre e post operam. L'area non ricade altresì fra quelle tematizzate dall'Autorità di Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale, come a rischio idraulico e a rischio geomorfologico.

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  $V_{s,eq}$  compresi tra **315 - 333 m/s**.

Secondo quanto indicato nel D.M 17/01/2018, i suoli con velocità media di taglio  $V_s$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s ricadono in **categoria C**.

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

Dalle analisi ambientali eseguite sui campioni prelevati durante le perforazioni a carotaggio continuo, si ritiene che il materiale possa essere idoneo al riutilizzo in siti che da Certificato di Destinazione Urbanistica siano classificati come "siti ad uso commerciale ed industriale". Si raccomanda tuttavia, vista l'esiguità del campione sottoposto a verifica di idoneità al riutilizzo, in fase di esecuzione scavi e lavori, di eseguire ulteriori campionamenti ed analisi, così come indicato al paragrafo 8, per stabilire definitivamente la destinazione finale dei materiali escavati.

Il Geologo

dott.sa Maddalena A. CORVASCE

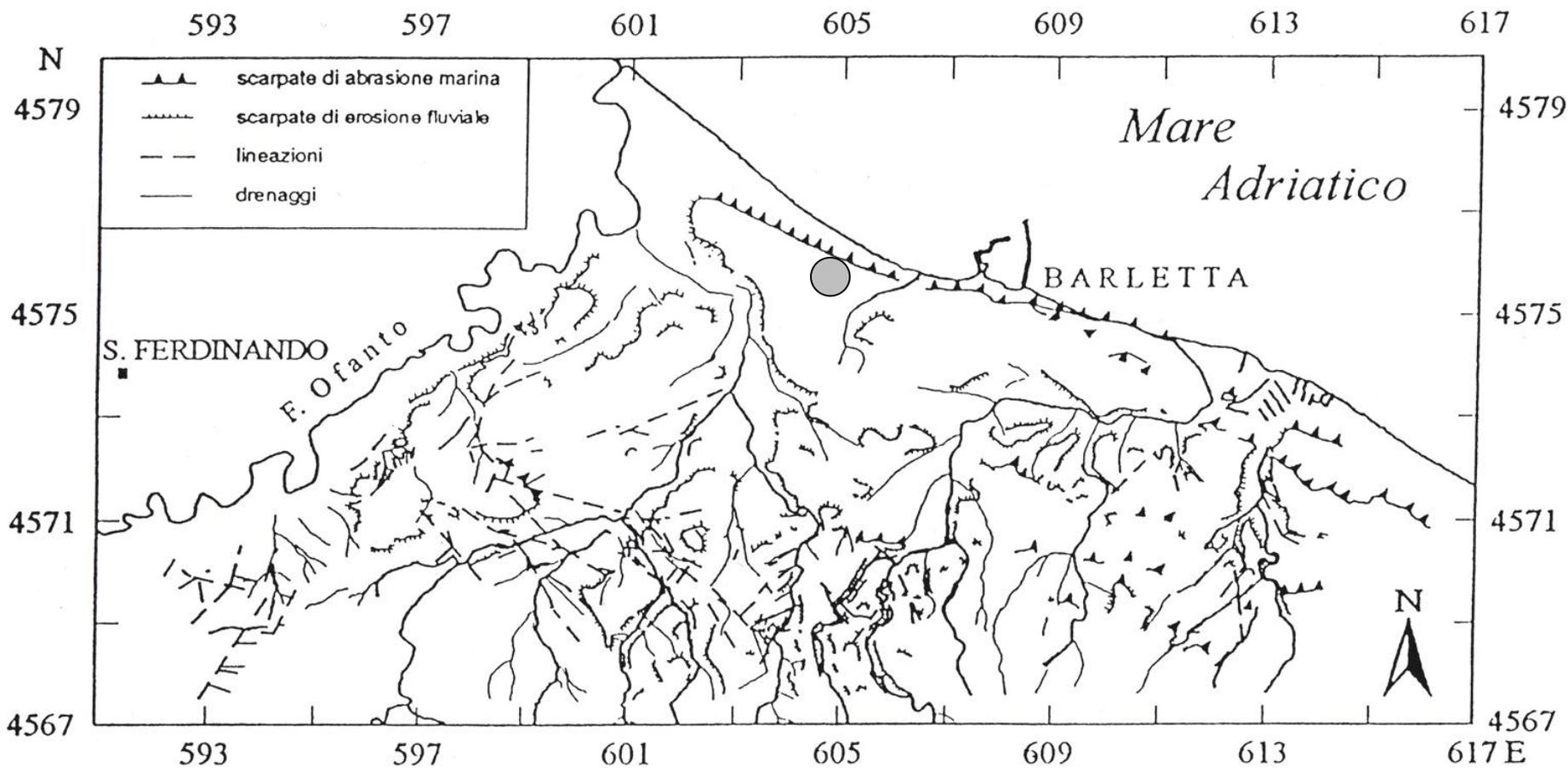
## BIBLIOGRAFIA

- 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**

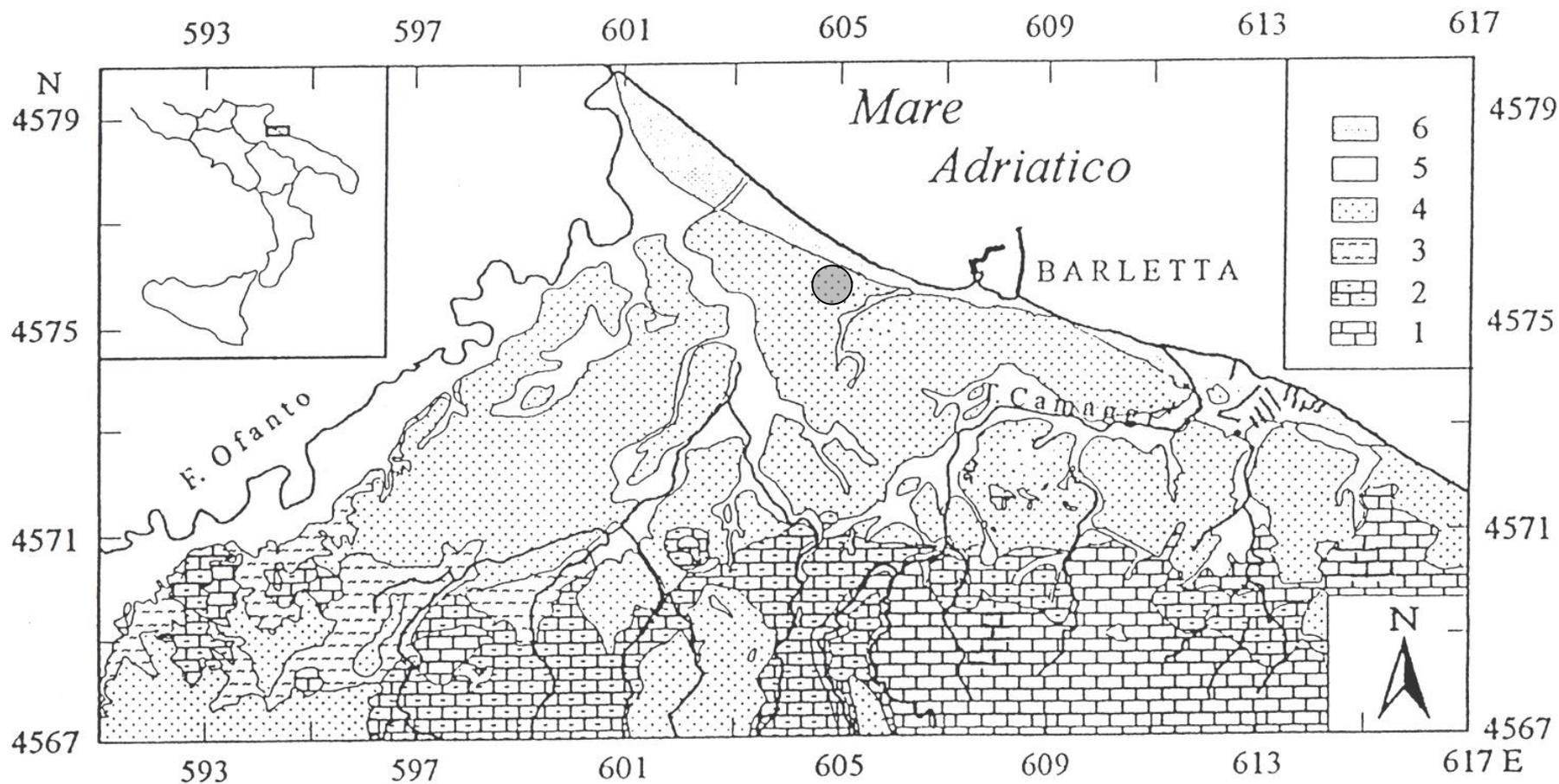
## **Tavole**





## TAVOLA II

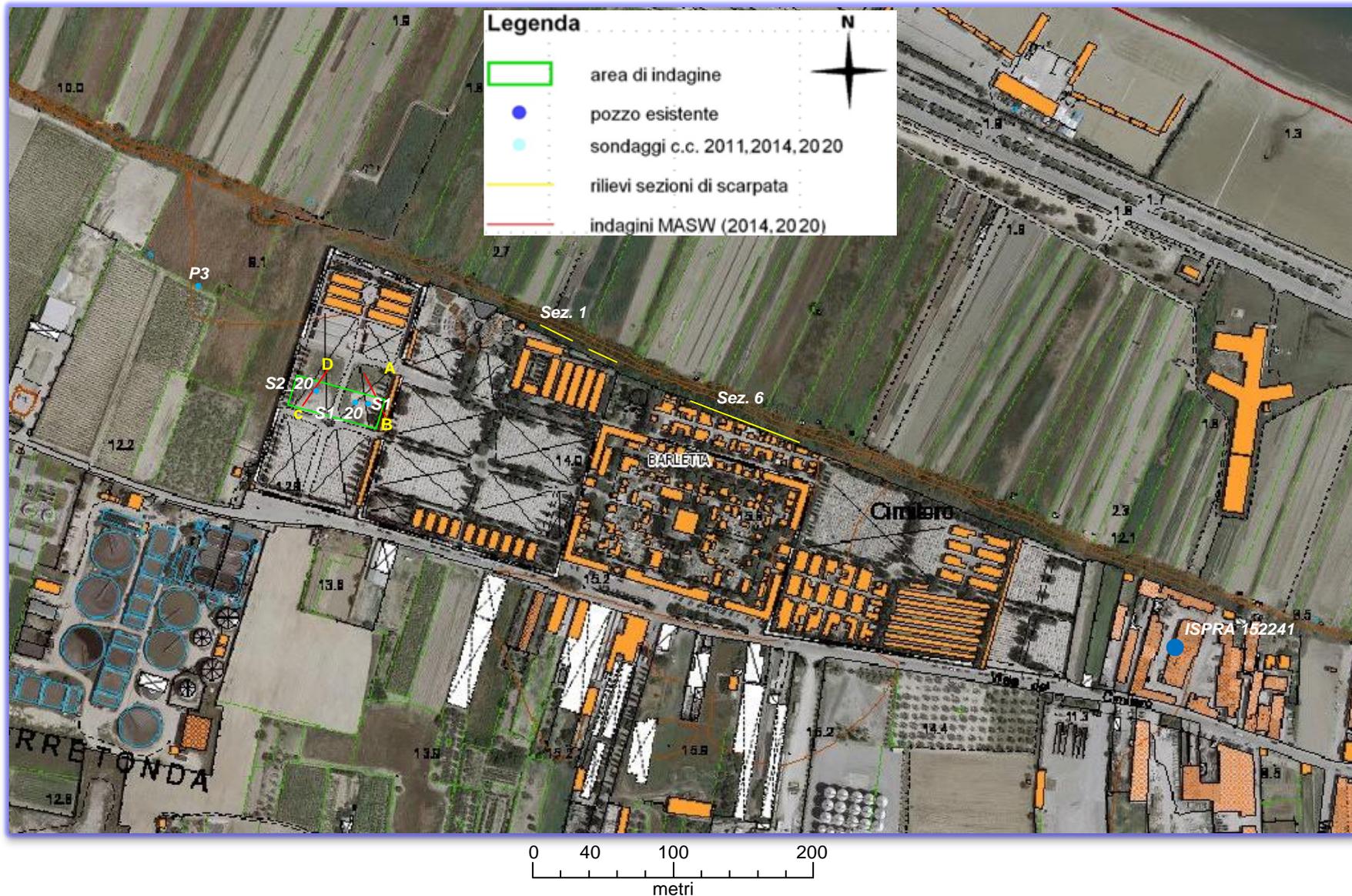
Carta morfologica schematica dell'entroterra di Barletta con delimitazione dell'area di studio



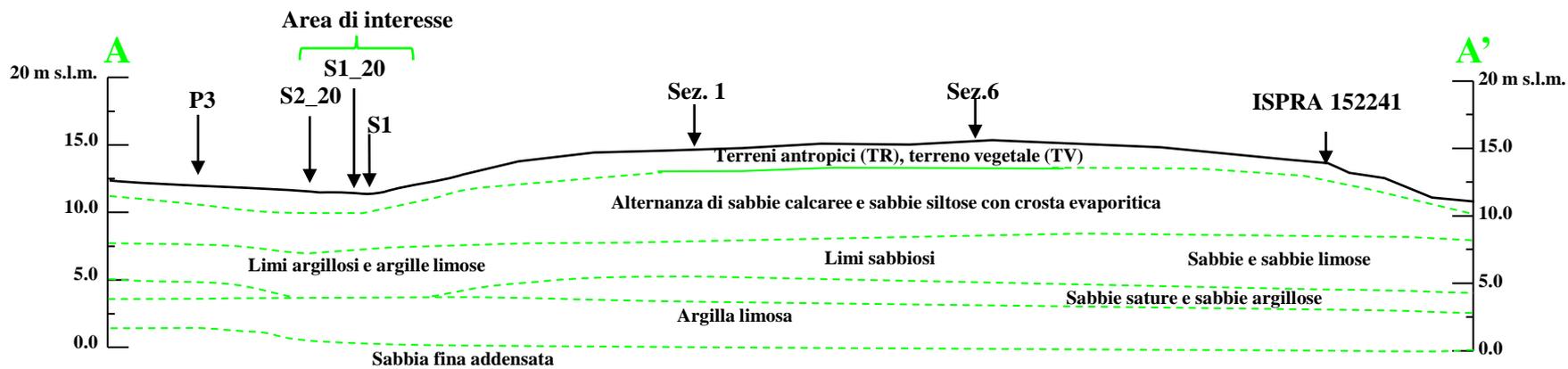
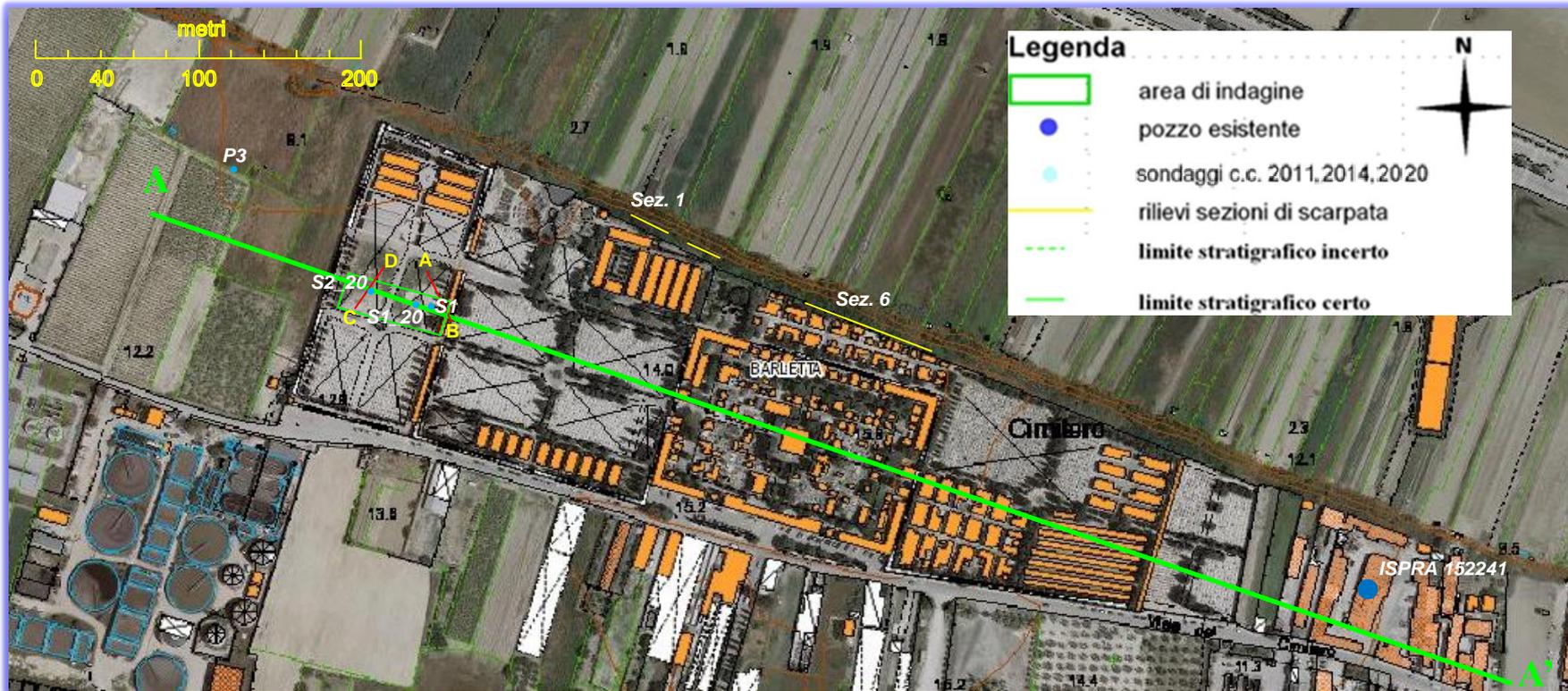
### TAVOLA III

Carta geologica schematica dell'entroterra di Barletta con delimitazione dell'area di studio.

Legenda: 1) substrato mesozoico (*Calccare di Bari*); 2) *Calcarenite di Gravina*; 3) *Argille subappennine*; 4) depositi terrazzati marini; 5) depositi alluvionali recenti; 6) sabbie delle spiagge attuali



**TAVOLA IV**  
Piano delle indagini.



**TAVOLA V**  
Modello geologico



## TAVOLA VI

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

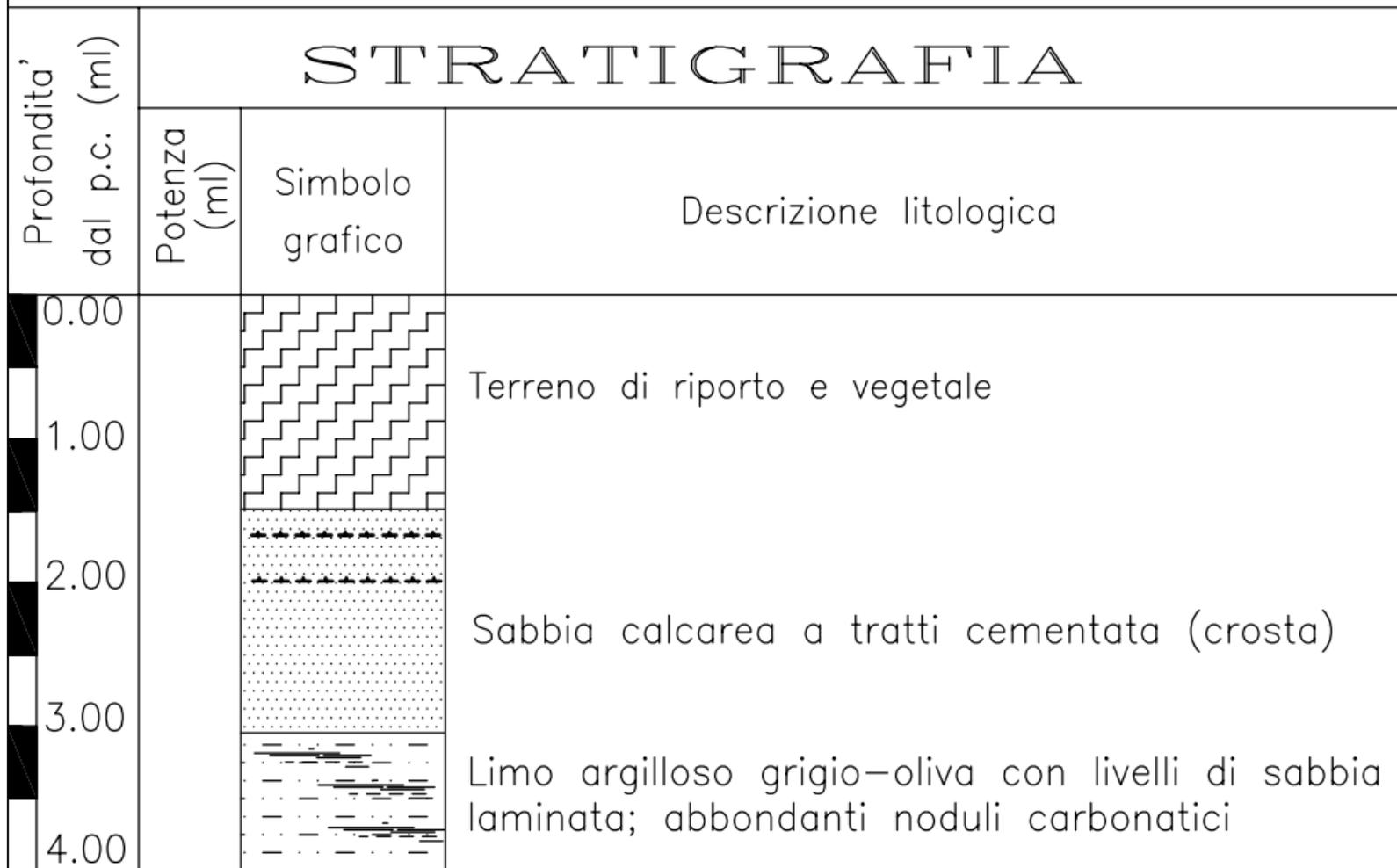
## **ALLEGATO II**

**Schede strategiche e  
indagini pregresse**

SEZIONE N. : 1 - 6

QUOTA TOP SEZIONE: 12.0 m s.l.m.

LOCALITA': Scarpata Cimitero - Barletta



**SCHEDA I**

*Dott. Geol.  
Raffaele Lopez*

COMMITTENTE: COMUNE DI BARLETTA

LOCALITA': CIMITERO COMUNALE LATO NW

SONDAGGIO N. : P3

QUOTA BOCCAFORO: 10.0 m s.l.m.

PROFONDITA' (m): 10.0 m

INCLINAZIONE: 0

Febbraio 2011

METODO PERFORAZIONE: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO

| Profondita' dal p.c. (ml) | STRATIGRAFIA |                 | CAMPIONI  |                              |              | CAROTAGGIO % | R.Q.D. % | POCKET PENETROMETER (Cu kg/cmq) | S.P.T. prof. n.colpi | Coefficiente di Permeabilità | IDROLOGIA        |                             | PARAMETRI GEOTECNICI         |    |    |   |  |
|---------------------------|--------------|-----------------|---|------------------------------|--------------|--------------|----------|---------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|----|----|---|--|
|                           | Potenza (ml) | Simbolo grafico | Descrizione litologica  | Profondita' di prelievo (ml) | Campionatore |              |          |                                 |                      |                              | Tipo di prelievo | Profondita' di rinven. (ml) | Profondita' di stabili. (ml) | C' | φ' | γ |  |
|                           |              |                 |   |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 0.00                      | 1.00         |                 | Terreno vegetale grigio chiaro con inclusi clasti calcarenitici                         |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 1.00                      | 1.50         |                 | Sabbia limosa debolmente argillosa bruno chiaro   | 2.00                         |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 2.00                      | 3.00         |                 | Sabbia fina color avana   |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 3.00                      | 4.00         |                 | Argilla con noduli carbonatici cementati  |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 4.00                      | 5.00         |                 | Argilla limosa colore bruno-verdastro con livelli carboniosi e rari livelletti sabbiosi |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 5.00                      | 6.00         |                 | Argilla limosa colore bruno-verdastro con livelli carboniosi e rari livelletti sabbiosi |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 6.00                      | 7.00         |                 | Sabbia limosa satura  |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  | 6.9                         | 6.9                          |    |    |   |  |
| 7.00                      | 8.00         |                 | Argilla limosa  |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 8.00                      | 9.00         |                 | Sabbia fina calcarea addensata  |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |
| 9.00                      | 10.00        |                 | Sabbia fina calcarea addensata  |                              |              |              |          |                                 |                      |                              |                  |                             |                              |    |    |   |  |

**SCHEDA II**

|   |                                      |                                |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| <p><i>Dott.ssa Geol.</i><br/><i>Maddalena A. Corvasce</i></p> | 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

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

**SCHEDA III**

## **ALLEGATO III**

### **Foto indagini pregresse**



Foto 1 - 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 2 - Erosione differenziale nell'ambito dell'Unità CS della crosta rispetto alla sabbia calcarea sottostante (Sezioni 1-6)



Foto 3 - Esecuzione del sondaggio P3



Foto 4 - Cassetta da 0,0 a 5,0 m del sondaggio P3



Foto 5 - Casseta da 5,0 a 10,0 m del sondaggio P3



Foto 6 - Prelievo del campione in fustella dal sondaggio P3



Foto 7 - Ubicazione sondaggio S1 ed esecuzione prova SPT da 1,5 m a 1,95 m



Foto 8 - Carota prova SPT S1 – profondità di campionamento 1,5 m a 1,95 m



Foto 9 - Casseta da 0,0 a 5,0 m del sondaggio S1



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



Foto 11 - Campione indisturbato S1 prelevato nell'intervallo 1,95 – 2,45 m - Certificati in allegato dal N. 5631 al N. 5636

**ALLEGATO IV**  
**(CERTIFICATI DI LABORATORIO)**

**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**

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

|  |  |                         |                                |                    |               |
|--|--|-------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|
| <b>Località prelievo campione</b>      | BARLETTA (BAT)   |                         |                                |                    |               |
| <b>Sondaggio n°</b>                    | 1  | <b>Campione n°</b>      | 1                              | <b>Profondità:</b> | 1.95 - 2.45 m |
| <b>Classe di qualità dichiarata</b>    | Q.5  | <b>Tipo contenitore</b> | Fustella metallica tipo Shelby |                    |               |
| <b>Descrizione visiva del campione</b> | 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.            |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------------|
| <b>Altezza media</b>      | 2.00      | 2.00      | cm              |
| <b>Lato del provino</b>   | 6.00      | 6.00      | cm              |
| <b>Area del provino</b>   | 36.00     | 36.00     | cm <sup>2</sup> |
| <b>Volume del provino</b> | 72.00     | 72.00     | cm <sup>3</sup> |

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

**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. 5632 Del 28.11.2014**

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

|  |  |                          |                                |                    |               |
|--|--|--------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|
| <b>Località prelievo campione</b>      | BARLETTA (BAT)   |                          |                                |                    |               |
| <b>Sondaggio n°</b>                    | 1  | <b>Campione n°</b>       | 1                              | <b>Profondità:</b> | 1.95 - 2.45 m |
| <b>Classe di qualità dichiarata</b>    | Q.5  | <b>Tipo contenitore:</b> | Fustella metallica tipo Shelby |                    |               |
| <b>Descrizione visiva del campione</b> | 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  | <b>23.64</b> |        | %    |

**Data Inizio Prova: 24.11.2014**  
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. 5633 Del 28.11.2014**

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

|  |  |                          |                                |                   |               |
|--|--|--------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------|
| <b>Località prelievo campione</b>      | BARLETTA (BAT)   |                          |                                |                   |               |
| <b>Sondaggio n°</b>                    | 1  | <b>Campione n°</b>       | 1                              | <b>Profondità</b> | 1.95 - 2.45 m |
| <b>Classe di qualità dichiarata</b>    | Q.5  | <b>Tipo contenitore:</b> | Fustella metallica tipo Shelby |                   |               |
| <b>Descrizione visiva del campione</b> | 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 <sup>3</sup>   |
| Temperatura di prova                                  | 20     | 20     | °C                |
| Peso specifico dei grani a T=20°C                     | 26.82  | 26.81  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico dei grani medio a T=20°C               | 26.8   |        | kN/m <sup>3</sup> |

**Data Inizio Prova: 27.11.2014**  
**Note:**

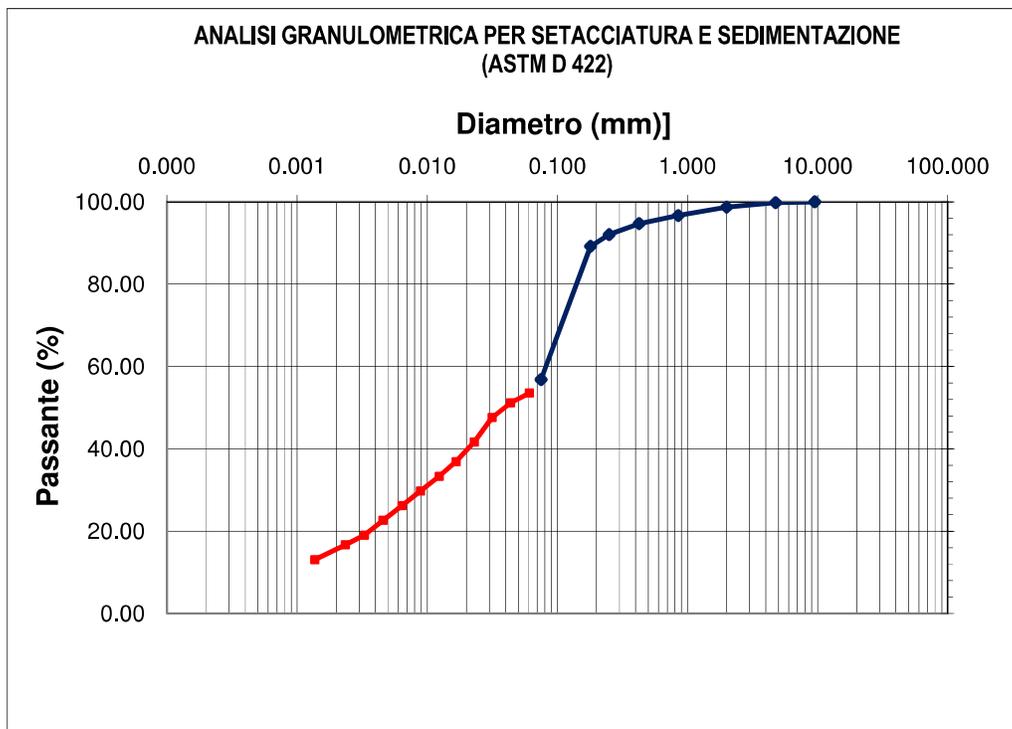
**Data Fine Prova: 28.11.2014**

**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**

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

|  |  |                             |                                |
|--|--|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>Località prelievo campione</b>      | BARLETTA (BAT)   |                             |                                |
| <b>Sondaggio n°</b>                    | 1  | <b>Campione n°</b>          | 1                              |
|  |  | <b>Profondità:</b>          | 1.95 - 2.45 m                  |
| <b>Classe di qualità dichiarata</b>    | Q.5  | <b>Tipo di contenitore:</b> | Fustella metallica tipo Shelby |
| <b>Descrizione visiva del campione</b> | 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**

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

|  |  |                          |                                |
|--|--|--------------------------|--------------------------------|
| <b>Località prelievo campione</b>      | BARLETTA (BAT)   |                          |                                |
| <b>Sondaggio n°</b>                    | 1  | <b>Campione n°</b>       | 1                              |
|  |  | <b>Profondità:</b>       | 1.95 - 2.45 m                  |
| <b>Classe di qualità dichiarata</b>    | Q.5  | <b>Tipo contenitore:</b> | Fustella metallica tipo Shelby |
| <b>Descrizione visiva del campione</b> | 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 % |
| <b>LIMITE LIQUIDO</b>       | 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 % |
| <b>LIMITE PLASTICO</b>      | 23.00 % |         |

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| <b>INDICE PLASTICO</b> | 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**

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

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

|  |  |
|--|--|
| <b>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</b>   |  |
| <b>(ASTM D 3080)</b>   |  |
| Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata |  |

**Caratteristiche fisiche dei provini**

| Caratteristiche fisiche iniziali 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 <sup>3</sup> |
| Peso specifico dei grani                     | 26.80     | 26.80     | 26.80     | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso dell'unità di volume secco              | 14.87     | 14.88     | 14.87     | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti                             | 0.802     | 0.802     | 0.803     |                   |
| Grado di saturazione                         | 79.01     | 78.98     | 79.11     | %                 |

| Caratteristiche fisiche finali 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 <sup>3</sup> |
| Peso specifico dei grani                   | 26.80     | 26.80     | 26.80     | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso dell'unità di volume secco            | 14.97     | 14.98     | 14.97     | kN/m <sup>3</sup> |
| 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**

|                                   |              |                                 |        |                   |                       |                     |                      |
|-----------------------------------|--------------|---------------------------------|--------|-------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Altezza media</b>              | 2.0 cm       | <b>Lato</b>                     | 6.0 cm | <b>Area media</b> | 36.00 cm <sup>2</sup> | <b>Volume medio</b> | 72.0 cm <sup>3</sup> |
| <b>Tipo di scatola</b>            | Quadrata     | <b>Velocità di deformazione</b> |        | 5.00E-08 m/s      |                       |                     |                      |
| <b>Tipo di campione</b>           | indisturbato |                                 |        |                   |                       |                     |                      |
| <b>Tensione Normale provino 1</b> | 100.00       | kPa                             |        |                   |                       |                     |                      |
| <b>Tensione Normale provino 2</b> | 200.00       | kPa                             |        |                   |                       |                     |                      |
| <b>Tensione Normale provino 3</b> | 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  |     |            |
|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|
| $\delta x$ | F   | $\delta h$ | $\delta x$ | F   | $\delta h$ | $\delta x$ | F   | $\delta h$ |
| 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      |

$\delta x$ =Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N);  $\delta h$ =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

| $\delta x$ | T     | $\delta h$ |
|------------|-------|------------|
| 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

| $\delta x$ | T      | $\delta h$ |
|------------|--------|------------|
| 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

| $\delta x$ | T      | $\delta h$ |
|------------|--------|------------|
| 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      |

$\delta x$ =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa);  $\delta h$  =Deformazione Verticale (mm/100)

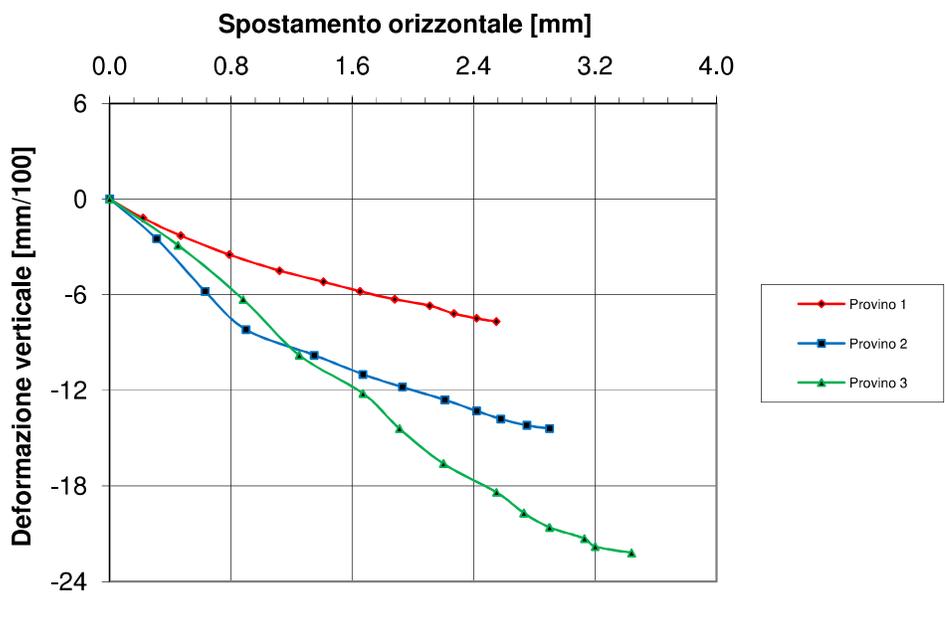
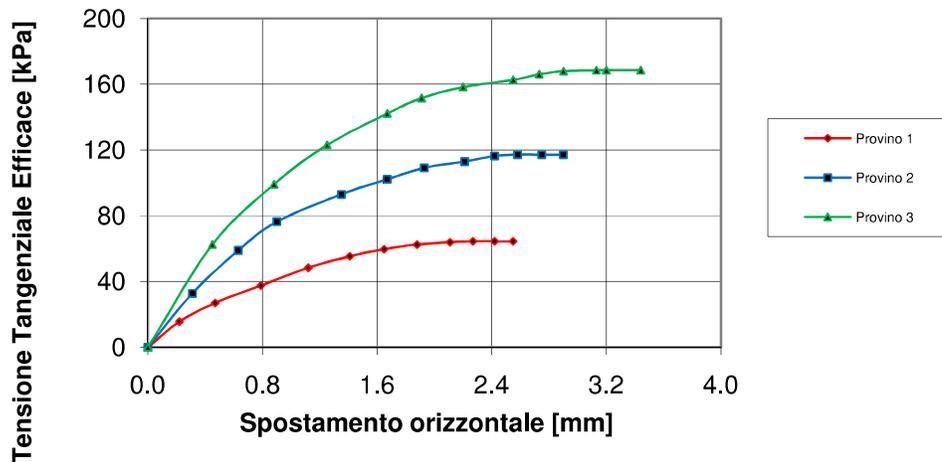
**Data Inizio Prova: 24.11.2014**

**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

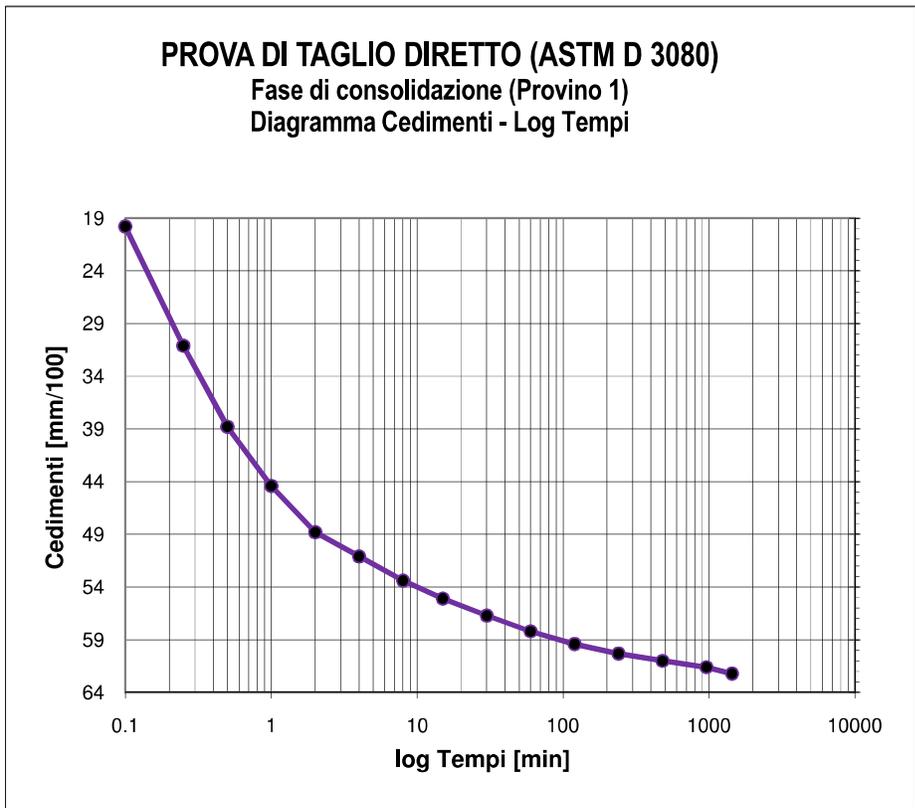


Data Inizio Prova: 24.11.2014

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**



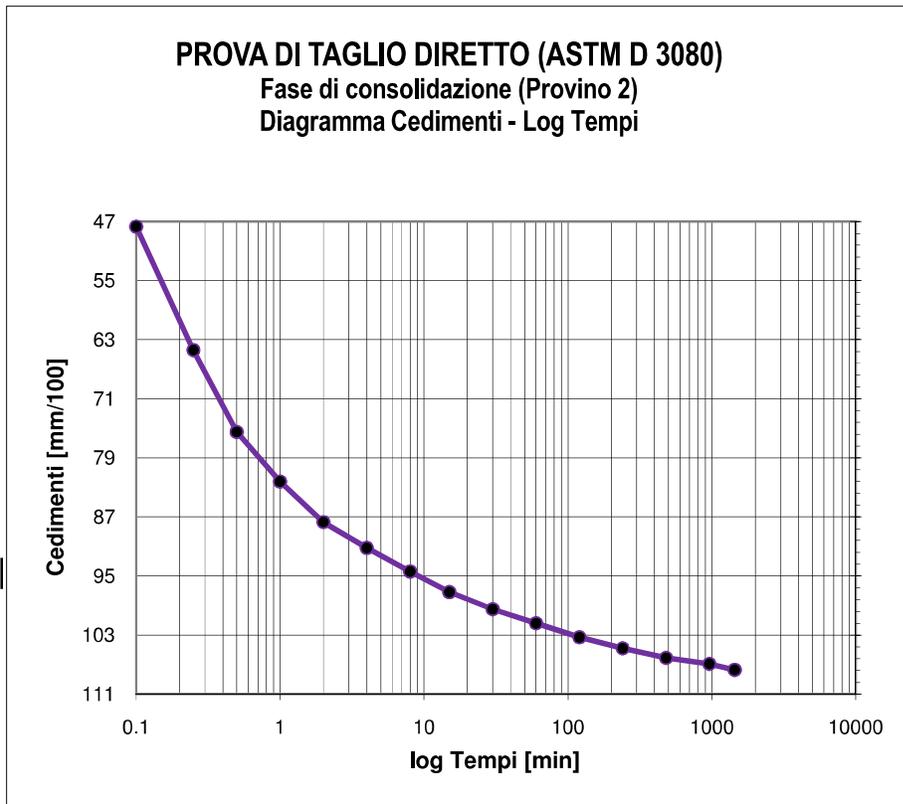
| Tempo (min) | Cedimenti (mm/100) |
|-------------|--------------------|
| 0           | 0                  |
| 0.1         | 19.8               |
| 0.25        | 31.1               |
| 0.5         | 38.8               |
| 1           | 44.4               |
| 2           | 48.8               |
| 4           | 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 <sup>2</sup> |
| 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



| 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              |

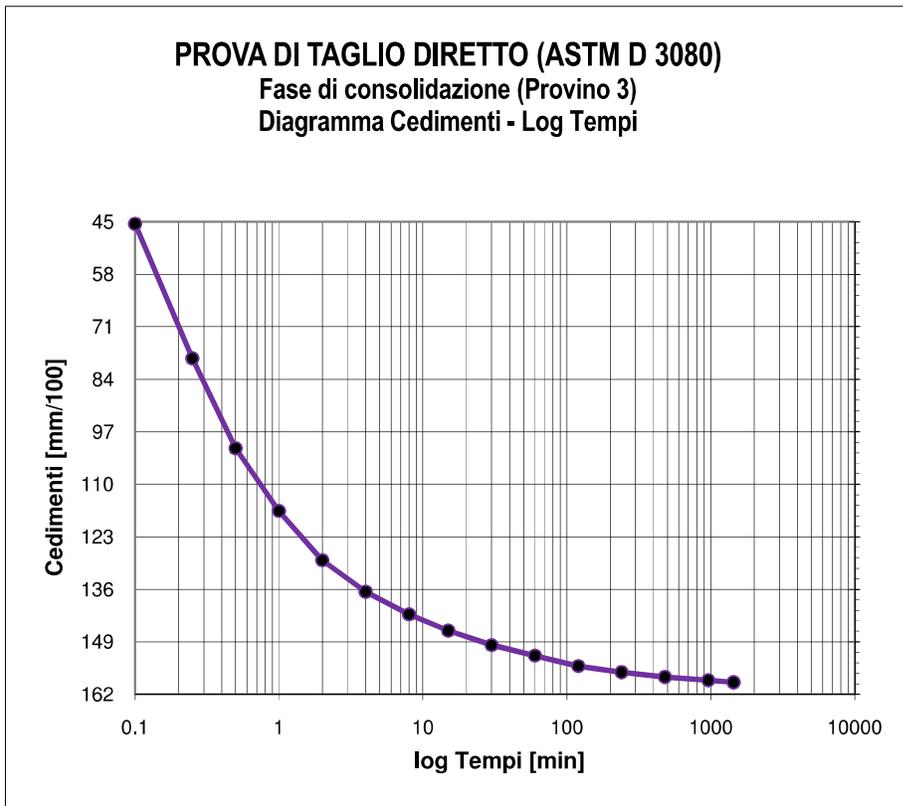
|                                |        |                 |
|--------------------------------|--------|-----------------|
| Tensione di consolidazione     | 200    | kPa             |
| Altezza provino                | 2      | cm              |
| Sezione provino                | 36     | cm <sup>2</sup> |
| 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 <sup>2</sup> |
| 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 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 | $\gamma = 16,74 \text{ kN/m}^3$              |
| Peso specifico solido   | $\gamma_s = 27,14 \text{ kN/m}^3$            |
| Peso di volume secco    | $\gamma_d = 13,98 \text{ kN/m}^3$            |
| Peso di volume saturo   | $\gamma_{\text{sat}} = 18,73 \text{ kN/m}^3$ |
| 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 brunastro.

Direttore tecnico: *Dott. Geol. Rocco PORSIA*

*Rocco Porsia*

Sperimentatore: *Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE*

*Gianfranco Scalcione*

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                         |

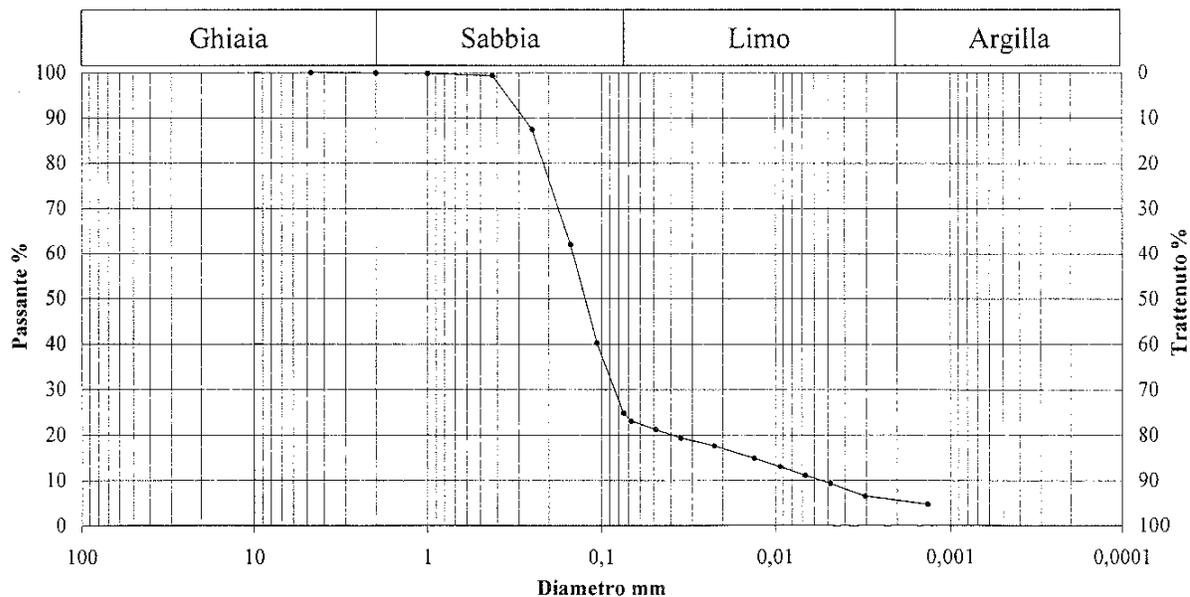
Analisi per sedimentazione

| 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                          |

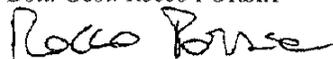
|                       |
|-----------------------|
| $D_{10} = 0,00548$ mm |
| $D_{50} = 0,12388$ mm |
| $D_{60} = 0,14521$ mm |
| $D_{90} = 0,27797$ mm |

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

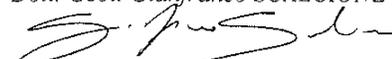
Curva Granulometrica



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 - 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**

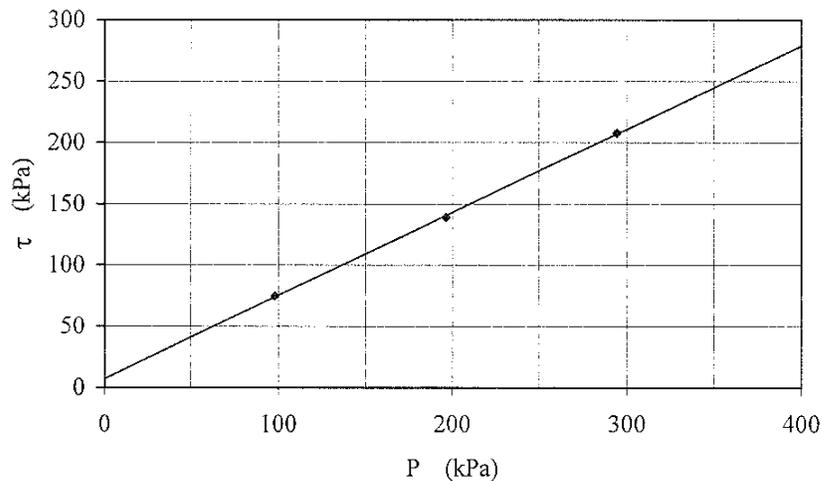
**Profondità: 2,00 m - 2,50 m**

### Taglio diretto

(ASTM D 3080)

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 <sup>3</sup> | 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 <sup>2</sup>   | 36    | 36    | 36    |



$c'$  (coesione) = 6 kPa

$\varphi'$  (angolo d'attrito) = 34,18°

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 - 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

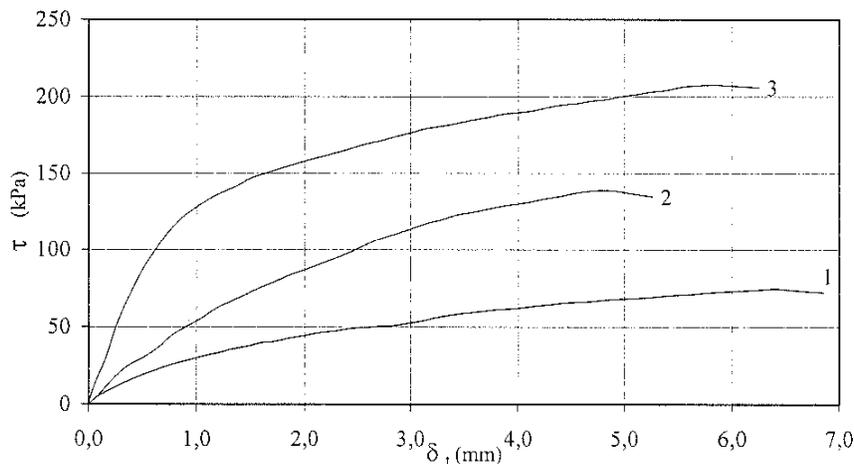
Campione n° 1

Profondità: 2,00 m - 2,50 m

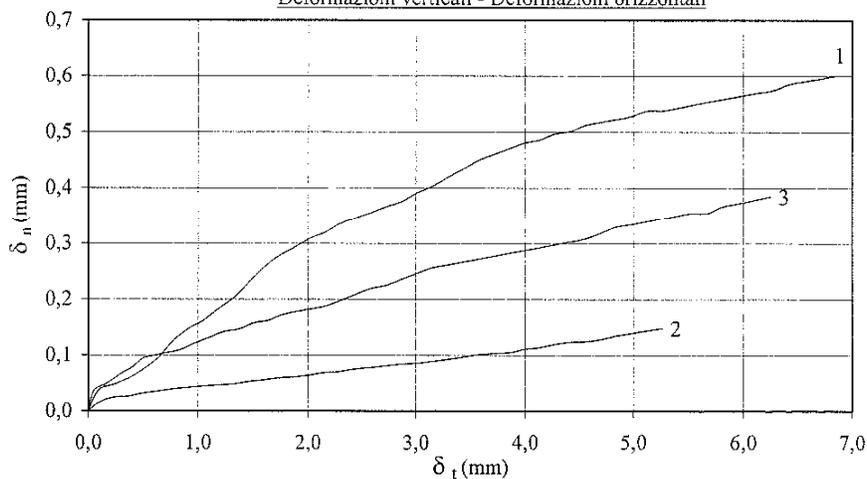
### Taglio diretto

(ASTM D 3080)

Tensioni - Deformazioni orizzontali



Deformazioni verticali - Deformazioni orizzontali



Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

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 - 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

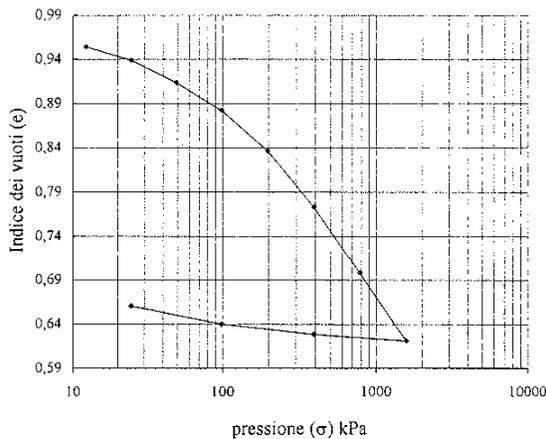
### Compressione Edometrica (ASTM D 2435)

| Peso di volume 19,98 kN/m <sup>3</sup> ;<br>Contenuto d'acqua 22,63 %; |              | Peso specifico 26,69 kN/m <sup>3</sup> ;<br>Indice vuoti iniziale 0,64; |                           | Altezza iniz. provino 2,00 cm;<br>Volume provino 80,00 cm <sup>3</sup> ; |                                 |   |   |
|--|--------------|---|---------------------------|--|---------------------------------|---|---|
| Pressione $\sigma$<br>(kPa)  | Tempo<br>(T) | Cedimento<br>(mm)   | Deformazione $e_v$<br>(%) | Indice dei vuoti<br>(e)  | Modulo<br>Edometrico M<br>(kPa) | Coeff. di<br>consolidazione<br>$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec) | Coeff. di<br>permeabilità K<br>(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  |                                 |   |   |

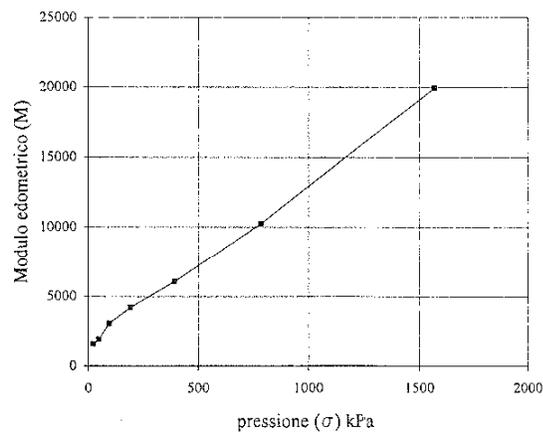
Pressione di preconsolidazione: 120 kPa

\*Metodo di Casagrande

Pressione - Indice dei vuoti



Pressione - Modulo edometrico



Direttore tecnico: Dott. Geol. Rocco PORSIA

Sperimentatore: Dott. Geol. Gianfranco SCALCIONE

Prove Geotecniche di Laboratorio Prove di Carico su Piastra Prove e Misurazioni in Sito



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, 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**

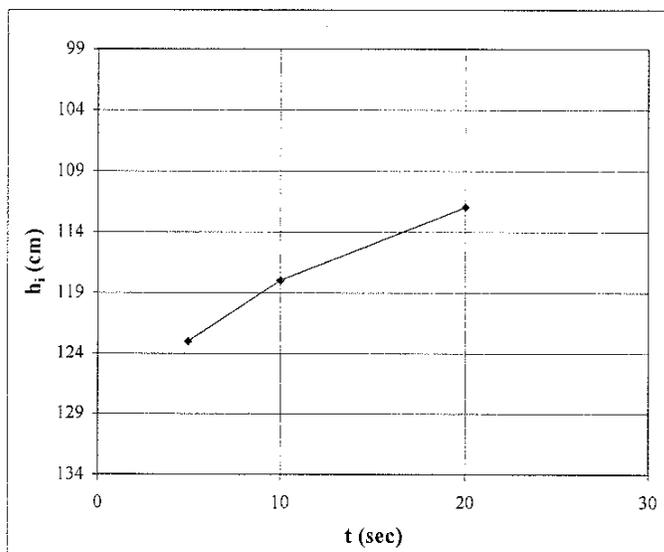
**Campione n° 1**

**Profondità:** 2,00 m - 2,50 m

### 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 (cm<sup>2</sup>) - A = sezione del provino (cm<sup>2</sup>) - 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*

**ALLEGATO V**  
**Indagini 2020**  
**Ditta PRO-GEO s.a.s.**



COMUNE DI BARLETTA



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BAT  
(BARLETTA ANDRIA TRANI)

## OGGETTO

Lavori di realizzazione di n.1160 loculi cimiteriali - VIII lotto nel Cimitero comunale".  
Incarico della Realizzazione di indagini geognostiche ai sensi dell'art.1 c.2 lettera a)  
della L.120/2020.

CIG: ZC82F915C0

DATA: DICEMBRE 2020

## LOCALITÀ

BARLETTA

## COMMITTENTE

COMUNE DI BARLETTA  
Settore Lavori Pubblici - Manutenzioni del Comune  
(C.F.00741610729)

## ELABORATO

INDAGINE GEOGNOSTICHE

## DITTA ESECUTRICE INDAGINI



Geologia e Geofisica  
Prospezioni geofisiche in superficie e in foro  
Indagini idrogeologiche e geotecniche

### PRO-GEO s.a.s

di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C.  
Via M. R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta  
P. IVA: 05578650722  
TEL.E FAX: 0883-390511  
EMAIL: progeosas@alice.it  
MOB. 3356098214  
PEC: info@pec.progeosas.net

**GEOLOGIA E GEOFISICA**

PROSPEZIONI GEOFISICHE IN SUPERFICIE ED IN FORO  
INDAGINI IDROGEOLOGICHE E GEOLOGICO-TECNICHE

**INDICE**

|   |   |
|---|---|
| 1 <b>PREMESSA</b> .....                             | 2 |
| 2 <b>SONDAGGI MECCANICI</b> .....                   | 3 |
| 2.1 <i>Analisi geotecniche di laboratorio</i> ..... | 5 |
| 2.2 <i>Analisi chimico-ambientali</i> .....         | 6 |

**ELENCO ALLEGATI**

***Ubicazione area d'indagine (da CTR) - scala 1:15.000***

***Ubicazione indagini geognostiche (da CTR e Ortofoto) - scala 1:500***

***Allegato SONDAGGI MECCANICI S1 e S2***

- ***Schede stratigrafiche***
- ***Documentazione fotografica***
- ***Certificati di laboratorio prove geotecniche***
- ***Certificati prove ambientali***

## 1 PREMESSA

Per incarico conferito alla PRO-GEO s.a.s. di Alberto Quarto & C. dal Comune di Barletta stata eseguita un'indagine geognostica per i "lavori di realizzazione di n.1160 loculi cimiteriali - VIII lotto", all'interno del Cimitero Monumentale di Barletta (BT).

L'indagine è stata mirata alla definizione della stratigrafia del sito e delle principali caratteristiche geotecniche dei terreni investigati. Inoltre, per l'accertamento della qualità ambientale delle terre, sono stati prelevati dei campioni all'interno dei terreni che saranno interessati dagli scavi.

A tal fine sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;
- n. 2 prelievi di campioni indisturbati;
- n. 2 prelievi di campioni ambientali;
- n. 4 misure SPT in foro.



Ubicazione del sito d'indagine

## 2 SONDAGGI MECCANICI

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda a rotazione tradizionale con testa idraulica in grado di agire sia in rotazione che con percussione in modo da poter inserire anche l'eventuale tubazione di rivestimento senza o con poca circolazione di fluido. Le operazioni di carotaggio sono avvenute con l'utilizzo del carotiere semplice e manovre di lunghezza tale da garantire il massimo recupero di materiale ed il minimo disturbo.

Le manovre sono state eseguite in modo tale da permettere la valutazione del reale recupero del materiale attraverso la registrazione su apposito taccuino di campagna.

Le "carote" estratte, con le manovre del carotiere, sono state ordinatamente sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisorii. Sui bordi delle cassette sono state indicate le profondità rispetto al piano campagna, la sigla e la data di esecuzione del sondaggio. Le cassette sono state fotografate con macchina digitale a colori ad alta risoluzione. Sono state effettuate anche foto panoramiche della postazione del sondaggio.



Trivella utilizzata (modello GEO 405 della Comacchio S.r.l.)

Nel corso delle operazioni di sondaggio è stata compilata la scheda della stratigrafia completa della descrizione della natura e delle caratteristiche del terreno, data, attrezzatura impiegata, campioni e prove eseguite, nominativo del compilatore, quote e coordinate del sito (allegato “Sondaggi meccanici”). Non sono emerse problematiche particolari durante le fasi lavorative.

| Sondaggio eseguito<br>07/12/2020 | Coordinate UTM 33T (WGS84)       | Quota m<br>s.l.m. | Profondità<br>raggiunta (m) | Livello falda (m) |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| S1                               | 4575797.719 m N – 604913.277 m E | 11.70             | 10                          | -                 |
| S2                               | 4575805.156 m N – 604875.451 m E | 11.88             | 10                          | -                 |

*Tabella 1 - Sondaggi realizzati e relative coordinate*

Durante le operazioni di carotaggio sono state eseguite 4 **prove SPT (Standard Penetration Test)** in foro. La prova consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Durante la prova si misura:

- $N_1$  = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di “avviamento”;
- $N_2$  = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- $N_3$  = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$

| Sondaggio | N° prova | Profondità inizio prova (m dal p.c.) | Numero colpi/15 cm (N1 - N2 - N3) | NSPT |
|-----------|----------|--------------------------------------|-----------------------------------|------|
| S1        | SPT 1    | 4.0                                  | 4-10-13                           | 23   |
| S2        | SPT 1    | 1.5                                  | 6-4-7                             | 11   |
| S2        | SPT 2    | 3.0                                  | 11-13-21                          | 34   |
| S2        | SPT 3    | 5.5                                  | 6-9-15                            | 24   |

**Tabella 2 – Risultati delle prove SPT**

Per ciò che concerne la correlazione nel valore di  $N_{SPT}$  con la consistenza dei terreni e la coesione si può fare riferimento alla seguente tabella di riferimento (Cestelli Guidi).

| Nspt |    | Stato di consistenza | Cu (kPa) |     |
|------|----|----------------------|----------|-----|
| < 2  |    | Molto soffice        | < 10     |     |
| 2    | 4  | Soffice              | 10       | 25  |
| 4    | 8  | Plastico             | 25       | 50  |
| 8    | 15 | Compatto             | 50       | 100 |
| 15   | 30 | Molto compatto       | 100      | 200 |
| > 30 |    | Estrem. compatto     | > 200    |     |

### **2.1 Analisi geotecniche di laboratorio**

Durante le operazioni di carotaggio sono stati prelevati campioni sottoposti a prove di laboratorio eseguite dalla “GEOPROVE s.r.l.”, laboratorio autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove su terre, su materiale da costruzione, su rocce e prove in sito. Di seguito la tabella illustrativa delle prove eseguite ed i moduli che riassumono i risultati:

| Sondaggio | Campioni | Profondità prelievo (m dal p.c.) | Prove di laboratorio   |
|-----------|----------|----------------------------------|--|
| S1        | P1       | 1.5-2.0                          | Caratteristiche fisiche - analisi granulometrica - prova di taglio diretta |
| S2        | P2       | 5.0-5.5                          | Caratteristiche fisiche - Prova edometrica                                 |

**Tabella 2 – Quadro riassuntivo delle prove di laboratorio eseguite**

CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 7.7   | %                 |
| Peso di volume         | 15.6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 14.5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 18.7  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 25.6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       | 0.768 |                   |
| Porosità               | 43.4  | %                 |
| Grado di saturazione   | 26.1  | %                 |
| Limite di liquidità    | 26.1  | %                 |
| Limite di plasticità   | 20.7  | %                 |
| Indice di plasticità   | 5.4   | %                 |
| Indice di consistenza  | 3.41  |                   |
| Passante al set. n° 40 | SI    |                   |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| UNI 11531/14           | A2-4  | I.G. = 0          |

ANALISI GRANULOMETRICA

|                   |          |    |
|-------------------|----------|----|
| Ghiaia            |          | %  |
| Sabbia            | 84.3     | %  |
| Limo              | 11.2     | %  |
| Argilla           | 4.5      | %  |
| D 10              | 0.022400 | mm |
| D 50              | 0.202652 | mm |
| D 60              | 0.263434 | mm |
| D 90              | 0.399829 | mm |
| Passante set. 10  | 100.0    | %  |
| Passante set. 42  | 93.5     | %  |
| Passante set. 230 | 17.8     | %  |

PERMEABILITA'

|                |        |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

COMPRESSIONE

|          |     |              |     |
|----------|-----|--------------|-----|
| $\sigma$ | kPa | $\sigma$ Rim | kPa |
| $c_u$    | kPa | $c_u$ Rim    | kPa |

TAGLIO DIRETTO

|                         |     |     |                |
|-------------------------|-----|-----|----------------|
| Prova consolidata-lenta |     |     |                |
| $c'$                    | 4.2 | kPa | $\phi'$ 31.3 ° |
| $c'$ Res                |     | kPa | $\phi'$ Res °  |

COMPRESSIONE TRIASSIALE

|      |           |     |                |
|------|-----------|-----|----------------|
| C.D. | $c_d$     | kPa | $\phi_d$ °     |
| C.U. | $c'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ ° |
|      | $c_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$ °  |
| U.U. | $c_u$     | kPa | $\phi_u$ °     |

PROVA EDOMETRICA

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
|                 |          |                               |             |

*Modulo riassuntivo della prova P1 – Sondaggio S1*

CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 20.3  | %                 |
| Peso di volume         | 19.2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 16.0  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 19.9  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 26.7  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       | 0.668 |                   |
| Porosità               | 40.1  | %                 |
| Grado di saturazione   | 82.5  | %                 |
| Limite di liquidità    |       | %                 |
| Limite di plasticità   |       | %                 |
| Indice di plasticità   |       | %                 |
| Indice di consistenza  |       |                   |
| Passante al set. n° 40 |       |                   |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| CNR-UNI 10006/00       |       |                   |

ANALISI GRANULOMETRICA

|                   |    |
|-------------------|----|
| Ghiaia            | %  |
| Sabbia            | %  |
| Limo              | %  |
| Argilla           | %  |
| D 10              | mm |
| D 50              | mm |
| D 60              | mm |
| D 90              | mm |
| Passante set. 10  | %  |
| Passante set. 42  | %  |
| Passante set. 200 | %  |

PERMEABILITA'

|                |        |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

COMPRESSIONE

|          |     |              |     |
|----------|-----|--------------|-----|
| $\sigma$ | kPa | $\sigma$ Rim | kPa |
| $c_u$    | kPa | $c_u$ Rim    | kPa |

TAGLIO DIRETTO

|                         |     |             |   |
|-------------------------|-----|-------------|---|
| Prova consolidata-lenta |     |             |   |
| $c'$                    | kPa | $\phi'$     | ° |
| $c'$ Res                | kPa | $\phi'$ Res | ° |

COMPRESSIONE TRIASSIALE

|      |           |     |              |   |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | $c_d$     | kPa | $\phi_d$     | ° |
| C.U. | $c'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ | ° |
|      | $c_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$  | ° |
| U.U. | $c_u$     | kPa | $\phi_u$     | ° |

PROVA EDOMETRICA

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
| 12.5 ÷ 24.5     | 4103     | 0.001320                      | 3.15E-08    |
| 24.5 ÷ 49.0     | 4391     | 0.000469                      | 1.05E-08    |
| 49.0 ÷ 98.0     | 4554     | 0.000443                      | 9.54E-09    |
| 98.0 ÷ 196.0    | 7680     | 0.000616                      | 7.86E-09    |
| 196.0 ÷ 392.0   | 9347     | 0.002136                      | 2.24E-08    |
| 392.0 ÷ 784.0   | 13102    | 0.002154                      | 1.61E-08    |
| 784.0 ÷ 1568.0  | 23333    | 0.000498                      | 2.09E-09    |
| 1568.0 ÷ 3136.0 | 44993    | 0.000682                      | 1.49E-09    |

**Modulo riassuntivo della prova P2 – Sondaggio S2**

## 2.2 Analisi chimico-ambientali

Al fine di verificare eventuali contaminazioni dei materiali che saranno interessati dagli scavi, sono stati prelevati 2 campioni sottoposti ad analisi chimiche-ambientali, ai sensi del D. Lgs. 152/2006. Il prelievo dei campioni è avvenuto in tutti i sondaggi alle profondità riportate nella tabella 3:

| Sondaggio | Campioni | Profondità prelievo (m dal p.c.) |
|-----------|----------|----------------------------------|
| S1        | P1       | 0.4÷0.6                          |
| S2        | P2       | 0.9÷1.1                          |

**Tabella 3** - Campioni prelevati sottoposti ad analisi chimiche-ambientali.

Durante il campionamento, è stata costantemente verificata la pulizia degli strumenti e l'assenza di perdite liquide. Il campionamento è avvenuto al momento dell'estrazione dei materiali utilizzando buste sterili pronte per il trasferimento in laboratorio.

Le analisi sono state eseguite dal laboratorio certificato "CHIMILAB" con sede legale in Viale degli Artigiani, 13 – 73049 Ruffano (LE).

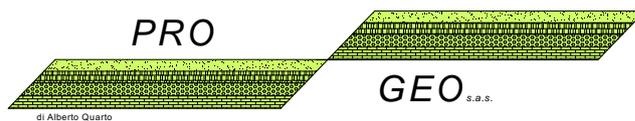
In riferimento ai valori analitici riscontrati il **campione P1** analizzato presenta una concentrazione di inquinanti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC), stabiliti dal D. Lgs. 152/2006, Parte IV, titolo V, Allegato 5, Tab. 1 Colonna B (siti ad uso commerciale ed industriale), **mentre per il parametro Idrocarburi pesanti (C>12) risulta superato il limite stabilito per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale** di cui alla Colonna A Tab.1, All. 5, Parte IV del D. Lgs. 152/2006, nonché il valore limite stabilito per i suoli delle aree agricole di cui all'All. 2 al DM 46/2019.

In riferimento ai valori analitici riscontrati per il **campione P2**, i parametri del test di cessione analizzati rispettano le concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee di cui alla Tab. 2 dell'All. 5 alla Parte IV del D. Lgs. 152/2006.

Per ciò che concerne gli elaborati si rimanda ai rapporti di prova allegati.

## PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

- 
- **UBICAZIONE AREA D'INDAGINE (da CTR) scala 1:10.000 (formato foglio A3)**
  - **UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (da CTR-ORTOFOTO) scala 1:5.000 (formato foglio A3)**
- 



di Alberto Quano

GEOLOGIA E GEOFISICA

# Ubicazione area d'indagine (da CTR)

CIMITERO COMUNALE

Comune di BARLETTA (BT)

Area d'indagine

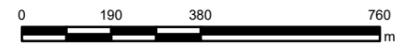
Area d'indagine

## LEGENDA



Area d'indagine

1 cm = 150 m



Scala : 1:15.000

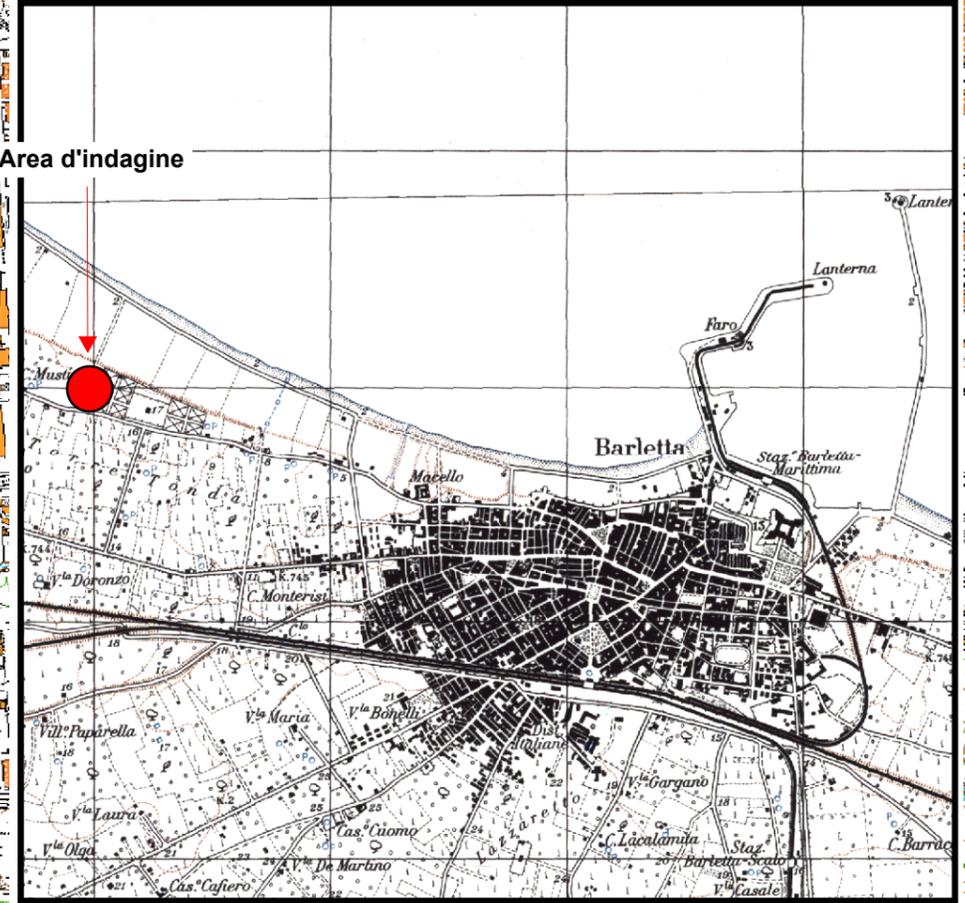
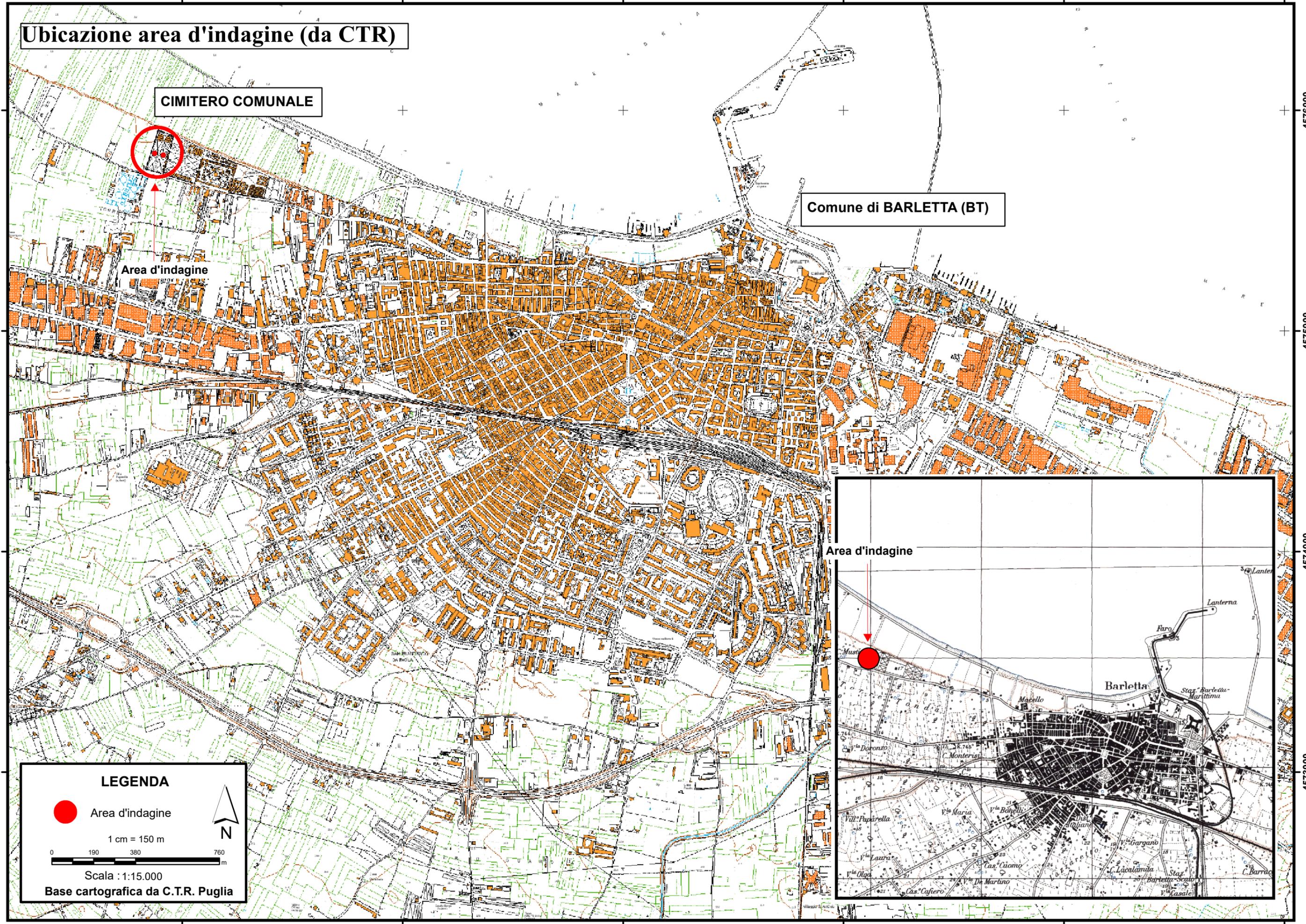
Base cartografica da C.T.R. Puglia



4576000  
4575000  
4574000  
4573000

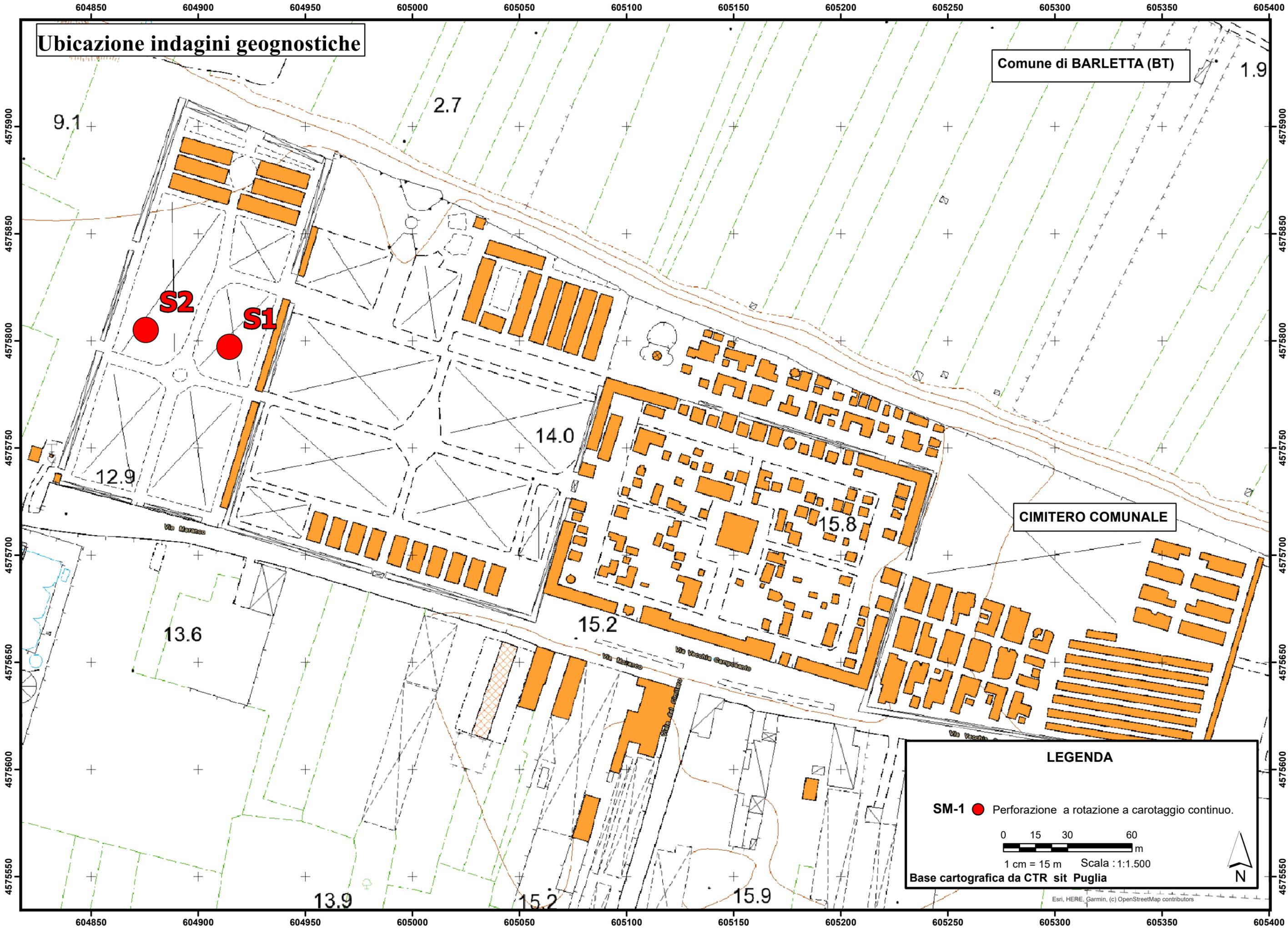
4576000  
4575000  
4574000  
4573000

605000 606000 607000 608000 609000 610000



# Ubicazione indagini geognostiche

Comune di BARLETTA (BT)



CIMITERO COMUNALE

**LEGENDA**

SM-1 ● Perforazione a rotazione a carotaggio continuo.

0 15 30 60 m

1 cm = 15 m Scala : 1:1.500

Base cartografica da CTR sit Puglia

Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors

# Ubicazione indagini geognostiche

Comune di BARLETTA (BT)

S2

S1

CIMITERO COMUNALE

## LEGENDA

SM-1 ● Perforazione a rotazione a carotaggio continuo.

0 15 30 60  
m

1 cm = 15 m Scala : 1:1.500

Base cartografica da ORTOFOTO sit Puglia



## **ALLEGATO "PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO" S1**

- 
- Scheda stratigrafica
  - Documentazione fotografica
  - Prove Geotecniche di Laboratorio
  - Analisi di laboratorio chimico-fisiche
- 

**PRO**

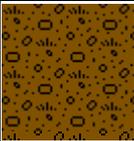
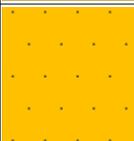
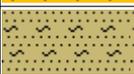
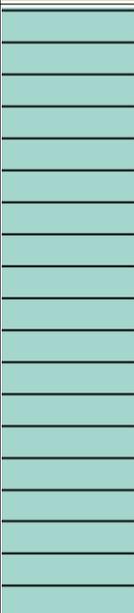
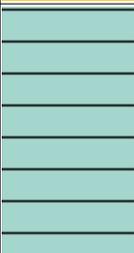
**GEO** s.a.s.

di Alberto Quirio

GEOLOGIA E GEOFISICA

|                                    |  |                  |                                   |                               |
|------------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Committente:<br>Comune di Barletta | Operatore:<br>Dott. Geol. Luigi Mandrisi | Sondaggio:<br>S1 | Profondità raggiunta:<br>10 metri | Quota P.C.:<br>11.70 m s.l.m. |
|------------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|

|   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| Oggetto lavori:<br>Lavori di realizzazione di n.1160 loculi cimiteriali<br>VIII Lotto nel cimitero comunale | Data esecuzione:<br>07/12/2020 | Coordinate UTM-WGS84:<br>604913.277 m E - 4575797.719 m N |
|   | Tipo Carotaggio:<br>Continuo   | Località:<br>Barletta cimitero Monumentale                |

| Scala (mt) | Litologia   | Descrizione  | Spessore | Parametri geotecnici | S.P.T.<br>(n° di colpi) | Campioni<br>indisturbati | Metodo<br>Perforazione | Campioni<br>ambientali | Falda |
|------------|---|--|----------|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------|
|            |   |  |          |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 1          |    | Terreno di riporto vegetale  | 1.00     |                      |                         |                          |                        | 0.40<br>0.60           |       |
|            |    | Sabbia avana fine  | 0.50     |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 2          |    | Sabbia limosa di color<br>marrone-giallastro chiaro  | 0.50     |                      |                         | 1.50                     |                        |                        |       |
|            |    | sabbia avana fine  | 1.00     |                      |                         | 2.00                     |                        |                        |       |
| 3          |    | Limo sabbioso giallastro   | 0.50     |                      |                         |                          |                        |                        |       |
|            |   | Argilla con noduli carbonatici,<br>tracce di ossidazione di colore<br>giallastro-verdolino | 4.30     |                      | 4-10-13<br>4.00 PA      |                          | (CS)                   |                        |       |
| 8          |  | Sabbia satura di colore marrone<br>chiaro  | 0.40     |                      |                         |                          |                        |                        |       |
|            |  | Argilla con noduli carbonatici   | 1.80     |                      |                         |                          | (CS)                   |                        |       |
| 10         |   |  |          |                      |                         |                          | 10.00                  |                        |       |

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
 Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
 Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
 Carotaggio:Continuo

Sonda:Carotaggio:Continuo

## SONDAGGIO S1



## CASSETTE CATALOGATRICI



Cassa N° 1: da 0 m a 5 m.



Cassa N° 2: da 5 m a 10 m.

|   |   |
|---|---|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |   |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |   |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P1 <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 7.7   | %                 |
| Peso di volume         | 15.6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 14.5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 18.7  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 25.6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       | 0.768 |                   |
| Porosità               | 43.4  | %                 |
| Grado di saturazione   | 26.1  | %                 |
| Limite di liquidità    | 26.1  | %                 |
| Limite di plasticità   | 20.7  | %                 |
| Indice di plasticità   | 5.4   | %                 |
| Indice di consistenza  | 3.41  |                   |
| Passante al set. n° 40 | SI    |                   |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| UNI 11531/14           | A2-4  | I.G. = 0          |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|                   |          |    |
|-------------------|----------|----|
| Ghiaia            |          | %  |
| Sabbia            | 84.3     | %  |
| Limo              | 11.2     | %  |
| Argilla           | 4.5      | %  |
| D 10              | 0.022400 | mm |
| D 50              | 0.202652 | mm |
| D 60              | 0.263434 | mm |
| D 90              | 0.399829 | mm |
| Passante set. 10  | 100.0    | %  |
| Passante set. 42  | 93.5     | %  |
| Passante set. 230 | 17.8     | %  |

### PERMEABILITA'

|                |        |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

### COMPRESSIONE

|          |     |              |     |
|----------|-----|--------------|-----|
| $\sigma$ | kPa | $\sigma$ Rim | kPa |
| $c_u$    | kPa | $c_u$ Rim    | kPa |

### TAGLIO DIRETTO

|                         |     |     |                |
|-------------------------|-----|-----|----------------|
| Prova consolidata-lenta |     |     |                |
| $c'$                    | 4.2 | kPa | $\phi'$ 31.3 ° |
| $c'$ Res                |     | kPa | $\phi'$ Res °  |

### COMPRESSIONE TRIASSIALE

|      |           |     |                |
|------|-----------|-----|----------------|
| C.D. | $c_d$     | kPa | $\phi_d$ °     |
| C.U. | $c'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ ° |
|      | $c_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$ °  |
| U.U. | $c_u$     | kPa | $\phi_u$ °     |

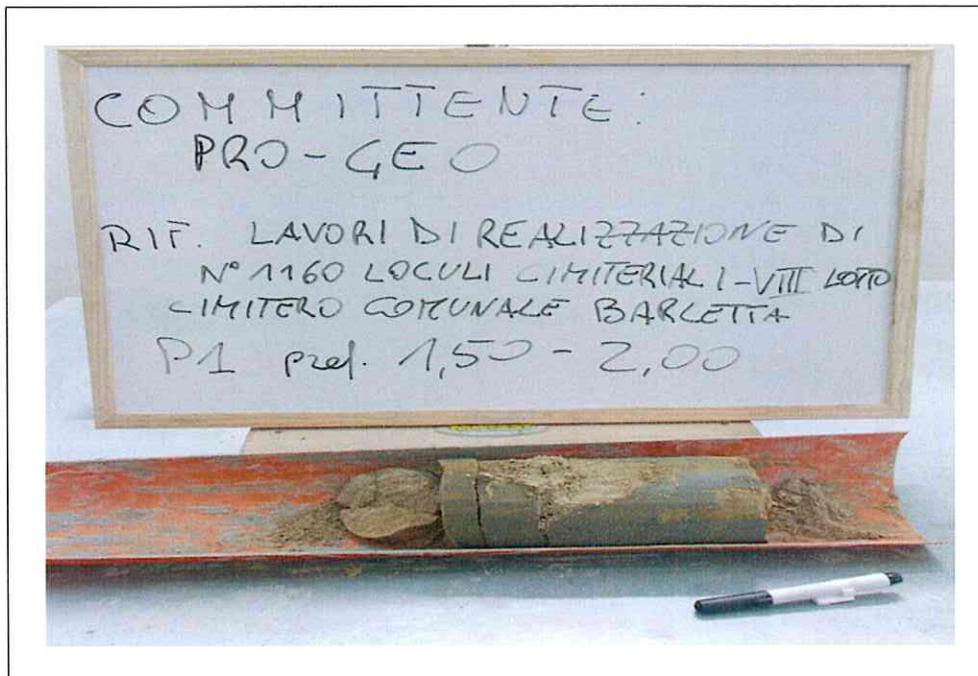
### PROVA EDOMETRICA

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
|                 |          |                               |             |

SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

| Posizione delle prove<br>CF GR TD | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE   |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|--|
|                                   | 0  |           |           |    | SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.                                       |
|                                   | 10 |           | 5         |    |  |
|                                   | 20 |           | 7         |    | CL - Argille inorganiche a bassa compressibilità dell'Abaco di plasticità di Casagrande. |
|                                   | 30 |           |           |    | MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 6/4 Light yellowish brown                                       |
|                                   | 40 |           | 7         |    |  |
|                                   |    |           |           | 45 |  |



**TIPO DI CAMPIONE**

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

**QUALITA' DEL CAMPIONE**

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.



|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/gr/20</b> Allegato 1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 12/12/20   |

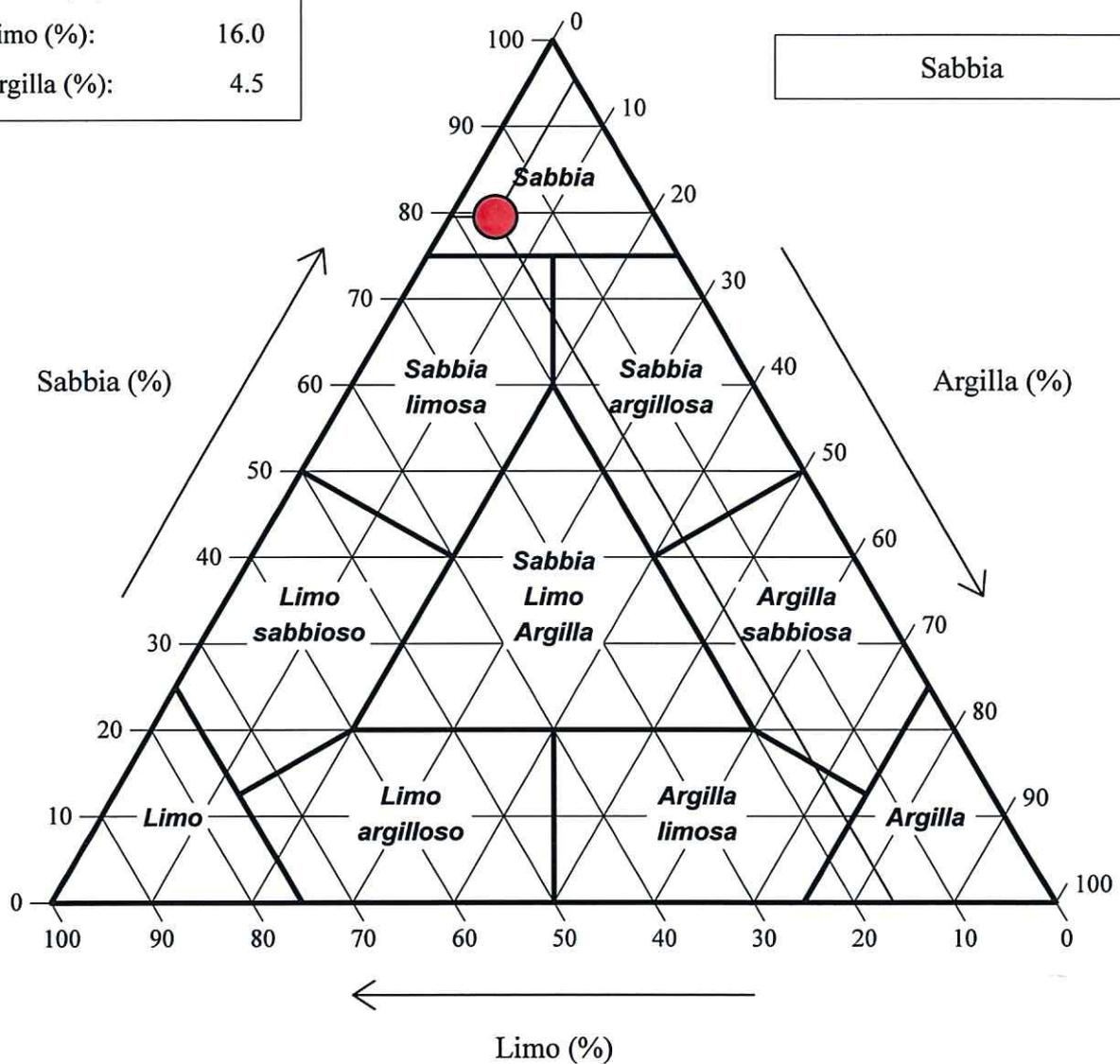
|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

|              |      |
|--------------|------|
| Sabbia (%):  | 79.5 |
| Limo (%):    | 16.0 |
| Argilla (%): | 4.5  |

### Diagramma di Shepard



SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/u/20</b> Pagina 1/1  | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 10/12/20   |
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                                    |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                                    |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1                | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |
| <u><b>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</b></u>   |                                    |                                 |
| Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1   |                                    |                                 |

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 7.7 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0.42 mm

SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

|  |                                    |                                 |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/pdv/20</b> pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201 del 09/12/20</b>    | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 09/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 15.6 kN/m<sup>3</sup>**

SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/ps/20</b> Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 10/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 201 del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 10/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 25.6 kN/m<sup>3</sup>**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 25.6 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:      A      B

Capacità del picnometro:     100 ml

Temperatura di prova:     17.2 °C

Dimensione massima delle particelle:     0.42 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis  
 DIREZIONE DI LABORATORIO

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/lc/20</b> Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 10/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 201 del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 11/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

### LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

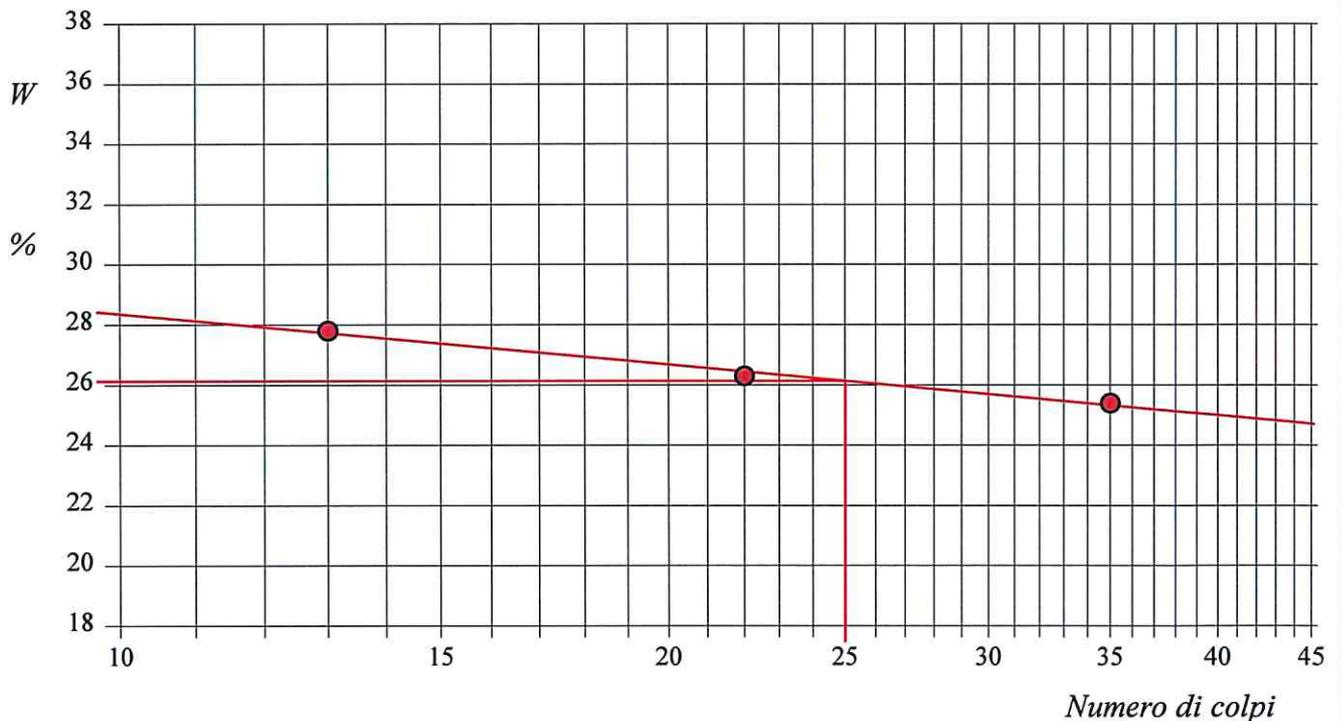
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Limite di liquidità  | 26.1 % |
| Limite di plasticità | 20.7 % |
| Indice di plasticità | 5.4 %  |

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

| LIMITE DI LIQUIDITA' |      |      |      |  | LIMITE DI PLASTICITA' |      |      |
|----------------------|------|------|------|--|-----------------------|------|------|
| Numero di colpi      | 13   | 22   | 35   |  | Umidità (%)           | 20.7 | 20.7 |
| Umidità (%)          | 27.8 | 26.3 | 25.4 |  | Umidità media         | 20.7 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità



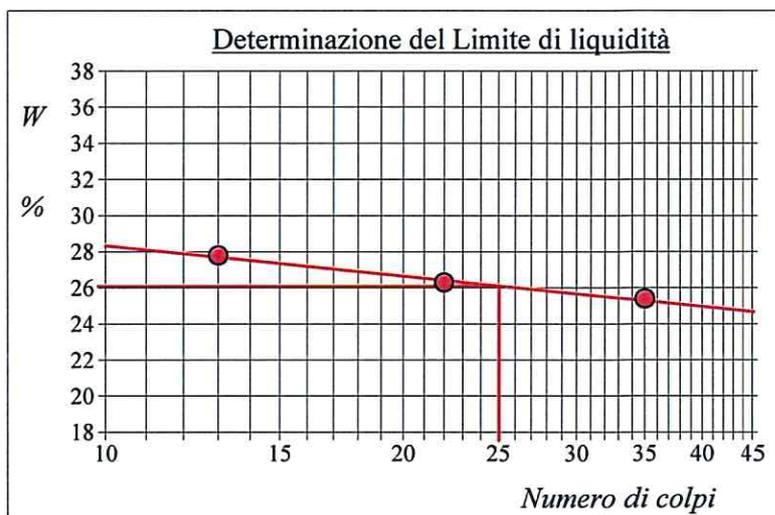
SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/lc/20</b> Allegato I   | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 10/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 11/12/20   |
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                                    |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                                    |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1                | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

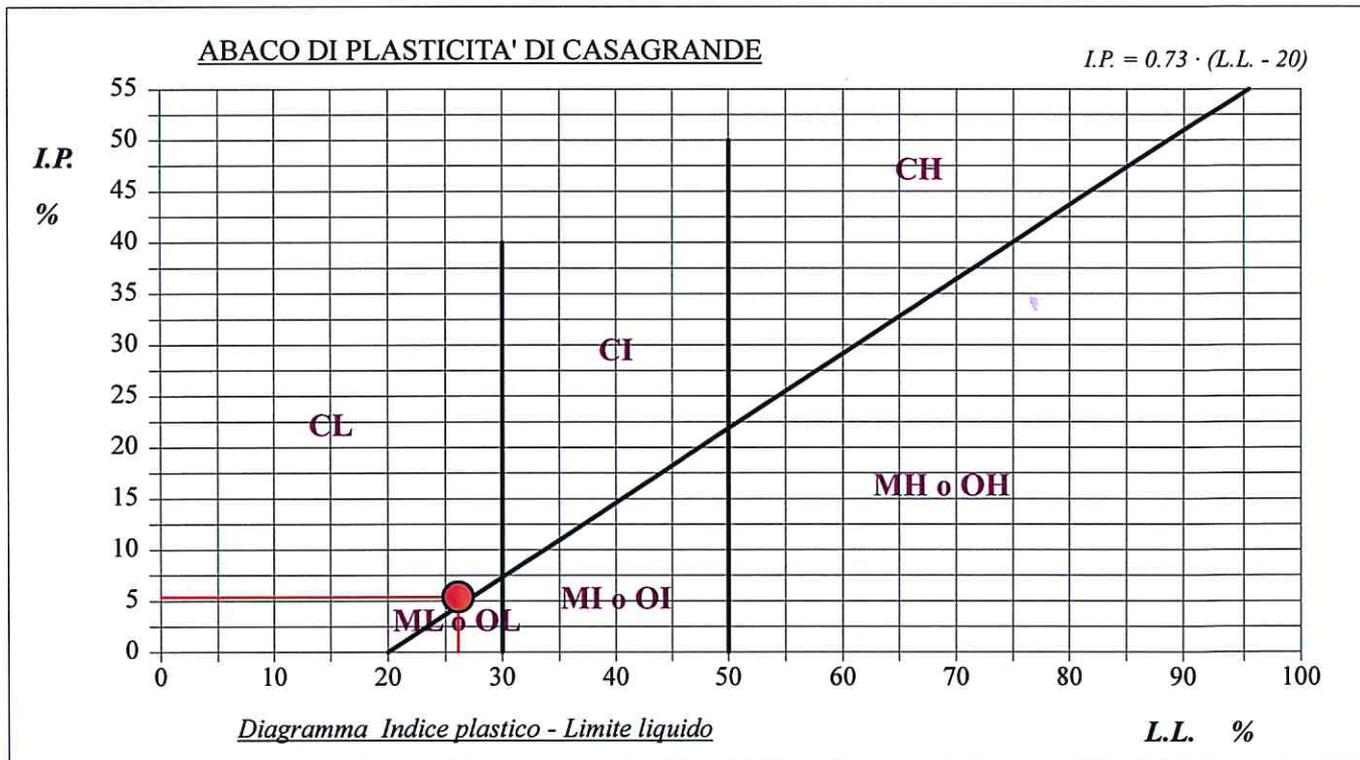
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 26.1 | % |
| Limite di plasticità   | 20.7 | % |
| Indice di plasticità   | 5.4  | % |
| Indice di consistenza  | 3.41 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |



|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <b>C - Argille inorganiche</b> | <b>L - Bassa compressibilità</b> |
| M - Limi inorganici            | I - Media compressibilità        |
| O - Argille e limi organici    | H - Alta compressibilità         |



SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/gr/20</b> Allegato 1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 201 del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 12/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

|                                  |       |   |
|----------------------------------|-------|---|
| Passante setaccio 10 (2 mm)      | 100.0 | % |
| Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 93.5  | % |
| Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 20.5  | % |

**LIMITI DI CONSISTENZA**

|                      |      |   |
|----------------------|------|---|
| Limite di liquidità  | 26.1 | % |
| Limite di plasticità | 20.7 | % |
| Indice di plasticità | 5.4  | % |

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A2-4      INDICE DI GRUPPO: 0**

**Tipi usuali dei materiali principali:**  
 Ghiaia limosa o argillosa e sabbia

**SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**



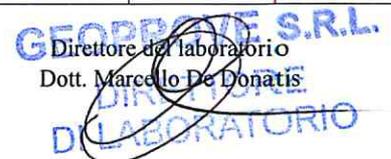
|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/td/20</b> Pagina 0/4 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 14/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1  | <b>CAMPIONE:</b> C1 | <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00 |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

| Provino 1   |              |                  | Provino 2   |              |                  | Provino 3   |              |                  |
|-------------|--------------|------------------|-------------|--------------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| Spostam. mm | Tensione kPa | Deform. vert. mm | Spostam. mm | Tensione kPa | Deform. vert. mm | Spostam. mm | Tensione kPa | Deform. vert. mm |
| 0.250       | 7.5          | -0.01            | 0.250       | 16.2         | -0.01            | 0.250       | 20.8         | -0.01            |
| 0.500       | 15.2         | -0.01            | 0.500       | 31.2         | -0.02            | 0.500       | 43.8         | -0.02            |
| 0.750       | 22.4         | -0.01            | 0.750       | 46.1         | -0.02            | 0.750       | 63.1         | -0.02            |
| 1.000       | 29.9         | -0.01            | 1.000       | 58.8         | -0.02            | 1.000       | 80.6         | -0.02            |
| 1.250       | 35.2         | -0.01            | 1.250       | 69.5         | -0.02            | 1.250       | 94.3         | -0.02            |
| 1.500       | 40.0         | -0.01            | 1.500       | 78.8         | -0.02            | 1.500       | 106.9        | -0.02            |
| 2.000       | 48.0         | -0.01            | 2.000       | 92.4         | -0.02            | 2.000       | 125.5        | -0.02            |
| 2.500       | 53.0         | -0.01            | 2.500       | 102.0        | -0.02            | 2.500       | 139.7        | -0.02            |
| 3.000       | 56.4         | -0.01            | 3.000       | 110.3        | -0.01            | 3.000       | 151.6        | -0.01            |
| 3.500       | 58.9         | 0.00             | 3.250       | 113.1        | -0.01            | 3.500       | 160.1        | -0.01            |
| 4.000       | 60.5         | 0.00             | 3.500       | 115.6        | -0.01            | 4.000       | 167.0        | 0.00             |
| 4.500       | 61.2         | 0.01             | 4.000       | 119.5        | 0.00             | 4.500       | 172.2        | 0.00             |
| 5.000       | 61.3         | 0.01             | 4.500       | 122.7        | 0.01             | 5.000       | 176.1        | 0.01             |
| 5.500       | 60.8         | 0.01             | 5.000       | 124.8        | 0.02             | 5.500       | 178.6        | 0.01             |
| 6.000       | 59.8         | 0.02             | 5.500       | 125.6        | 0.02             | 6.000       | 179.9        | 0.01             |
| 6.500       | 58.9         | 0.02             | 6.000       | 125.4        | 0.03             | 6.500       | 180.4        | 0.02             |
| 7.000       | 57.9         | 0.02             | 6.500       | 124.8        | 0.03             | 7.000       | 179.1        | 0.02             |
| 7.500       | 57.0         | 0.02             | 7.000       | 123.6        | 0.03             | 7.500       | 178.0        | 0.02             |
| 8.000       | 56.0         | 0.02             | 7.500       | 122.2        | 0.03             | 8.000       | 176.9        | 0.02             |
| 8.500       | 54.9         | 0.02             | 8.000       | 121.1        | 0.03             | 8.500       | 176.1        | 0.02             |
| 9.000       | 53.4         | 0.02             | 8.500       | 119.3        | 0.03             | 9.000       | 174.0        | 0.02             |
|             |              |                  | 9.000       | 117.1        | 0.03             |             |              |                  |

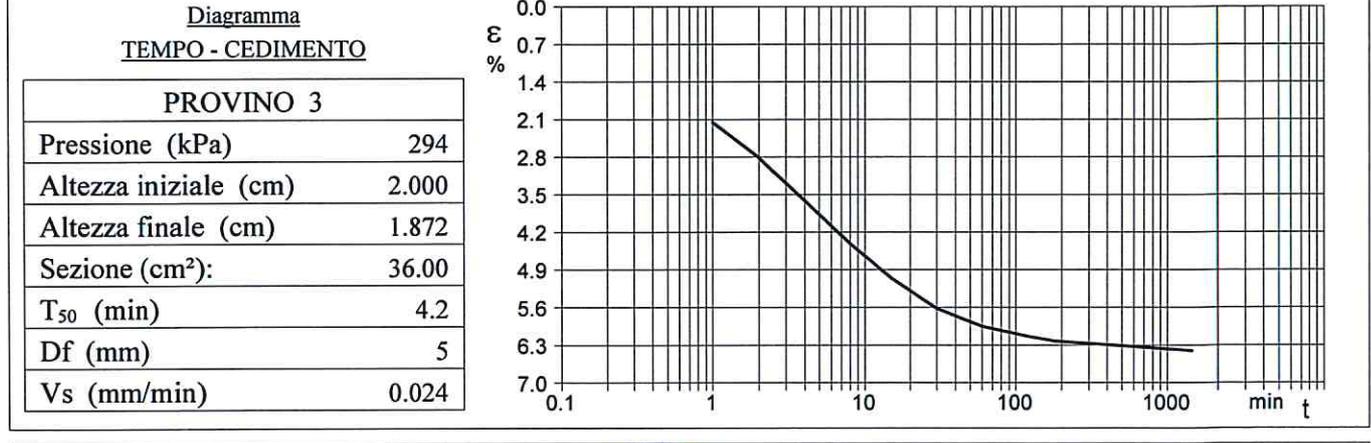
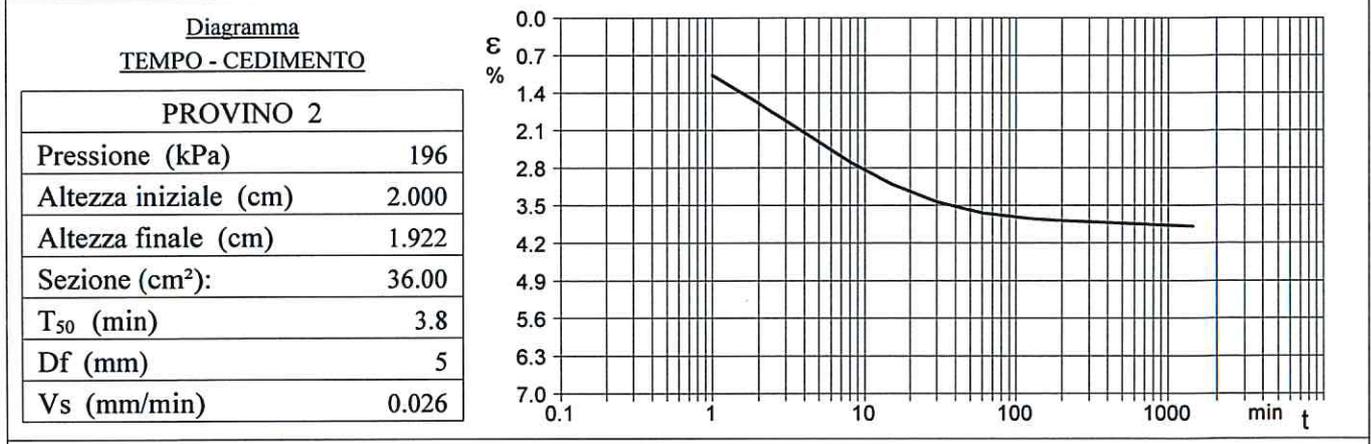
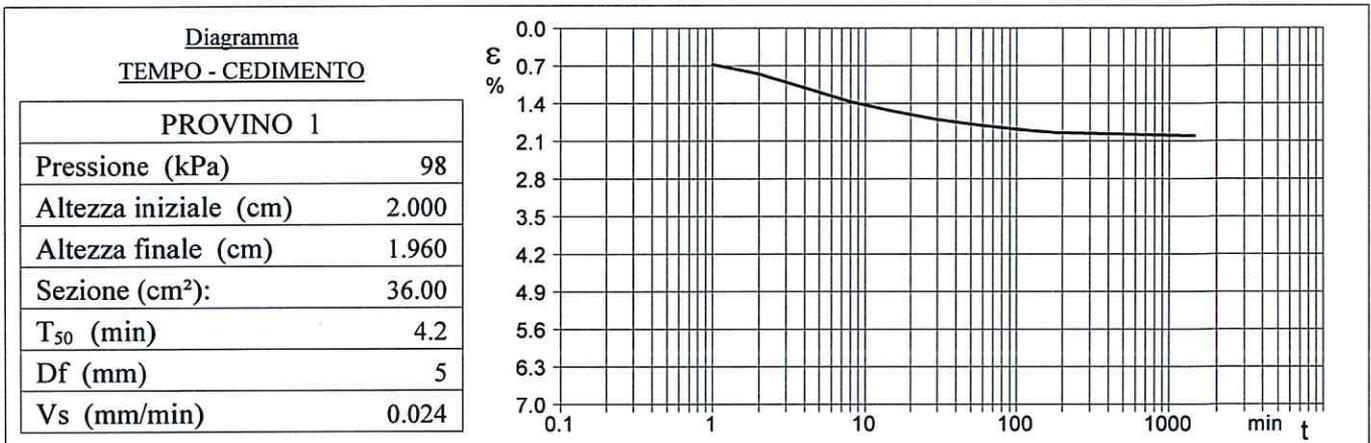


|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1436/td/20</b> Pagina 3/4 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 14/12/20   |

|   |
|---|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |
| <b>SONDAGGIO:</b> P1 <b>CAMPIONE:</b> C1 <b>PROFONDITA':</b> m 1.50-2.00  |

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10



$V_s =$  Velocità stimata di prova     $D_f =$  Deformazione a rottura stimata     $t_f = 50 \times T_{50}$      $V_s = D_f / t_f$



Committente: PRO GEO S.a.s. di Alberto Angelo Raffaele Quarto e C.  
M.R. IMBRIANI 13 76121 BARLETTA - BT

Data emissione: 16-12-2020

Codice cliente: 865

Categoria merceologica: Terreni  
 Descrizione del campione: (4) terreno etichettato P1 (0,4 - 0,6 m)  
 Punto di campionamento: (4) Cantiere "Lavori di realizzazione di n.1160 loculi cimiteriali - VIII lotto nel Cimitero comunale" - Barletta (BT)  
 Procedura di campionamento: (2)(4) a cura del committente  
 Doc. di accompagnamento: -  
 Tipo imballaggio/contenitore: Busta in plastica  
 Descrizione suggello: No  
 Campionatore: a cura del committente  
 Quantità conferita: 1200 g

Data prelievo: (4) 07/12/2020  
 Data accettazione: 09/12/2020  
 Temp. all'arrivo: 4 °C

## RAPPORTO DI PROVA 2.344\_20

Il presente Rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione dichiarato e sottoposto ad analisi, esso non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta del laboratorio che lo emette. Eventuali copie saranno da ritenersi valide solo se reccheranno su ogni pagina il timbro con la dicitura "copia conforme all'originale" e firma del chimico in originale. Ove il campionamento non venga effettuato dal laboratorio i dati di prelievo e le parti di procedure che lo prevedono sono sotto la responsabilità del committente.

| PARAMETRI                                  | RISULTATI      | UdM         | U <sup>(1)</sup> | LIMITI                   | CODICI | INIZIO-FINE             | METODI    |
|--|----------------|-------------|------------------|--------------------------|--------|-------------------------|-----------|
| <b>MATERIALI DI ORIGINE ANTROPICA</b>      |                |             |                  |                          |        |                         |           |
| *Materiale di origine antropica            | 0              | %           |                  |                          |        | 09/12/2020 - 09/12/2020 | met.(254) |
| <b>PREPARAZIONE ELUATO</b>                 |                |             |                  |                          |        |                         |           |
| * Preparazione eluato da test di cessi one | --             | -           |                  |                          |        | 10/12/2020 - 11/12/2020 | met.(191) |
| <b>ELUATO DA TEST DI CESSIONE</b>          |                |             |                  |                          |        |                         |           |
| pH   | 7,96 [±0,03]   | unità di pH |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(5)   |
| *Cianuri                                   | < 0,020        | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(116) |
| Cloruri                                    | 24,8 [±2,0]    | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(281) |
| *Fluoruri                                  | < 0,1          | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(107) |
| Nitrati                                    | 1,735 [±0,055] | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(14)  |
| *Solfati                                   | 24,26          | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(106) |
| *Antimonio                                 | <0,0005        | mg/l        |                  | <0,005 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Arsenico                                  | 0,0061         | mg/l        |                  | <0,010 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Bario                                     | 0,0101         | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Berillio                                  | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,004 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Cadmio                                    | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,005 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Cobalto                                   | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,050 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Cromo                                     | 0,0006         | mg/l        |                  | <0,050 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Mercurio                                  | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,001 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Nichel                                    | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,020 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Piombo                                    | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,010 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Rame                                      | 0,0022         | mg/l        |                  | <1 <sup>ref.35</sup>     |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Selenio                                   | < 0,0005       | mg/l        |                  | <0,010 <sup>ref.35</sup> |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Vanadio                                   | 0,0177         | mg/l        |                  |                          |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |
| *Zinco                                     | < 0,0005       | mg/l        |                  | <3 <sup>ref.35</sup>     |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(264) |

### METODI:

Met.(5): APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003;  
 Met.(14): APAT CNR IRSA 4040A1 Man 29-2003;  
 Met.(106): UNI EN 12457-2+APAT IRSA CNR 29-2003 Met. n. 4140B;  
 Met.(107): UNI EN 12457-2+APAT IRSA CNR 29-2003 Met. n. 4100A;  
 Met.(116): UNI EN 12457-2+APAT IRSA CNR 29-2003 Met. n. 4070;

Met.(191): UNI EN 12457-2:2004;  
Met.(254): D.P.R. 120/2017 Allegato 10;  
Met.(264): UNI EN 12457-2:2004+UNI EN 16192:2012 +UNI EN ISO 11885:2009;  
Met.(281): APAT CNR IRSA 4090A1 MAN 29 2003 ;

**LEGISLAZIONE:**

rif.35: D. Lgs. 152/2006, Parte IV, Allegato 5, Tab. 2

**NOTE GENERALI:**

- Se il risultato viene espresso come <....., si intende minore del limite di quantificazione LQ che è la più bassa concentrazione di analita nel campione che può essere rilevata con accettabile precisione ed accuratezza. Si precisa che ogni risultato espresso come < LQ non indica, in ogni caso, l'assenza del parametro ricercato nel campione in esame. Inoltre per "assente" si intende non superiore al limite di rilevabilità della metodica utilizzata.

UdM = Unità di misura

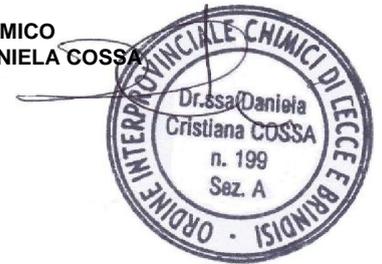
- In mancanza di norme, regolamenti o specifiche del cliente, il laboratorio emette eventuali giudizi di conformità basati sul risultato della prova non tenendo conto dell'incertezza di misura ma attraverso il confronto diretto del risultato ottenuto con il valore di riferimento.

**NOTE SPECIFICHE:**

In riferimento ai valori analitici riscontrati (limitatamente ai parametri analizzati scelti e richiesti dal committente in base all'origine/provenienza del materiale), i parametri del test di cessione analizzati rispettano le concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee di cui alla Tab. 2 dell'All. 5 alla Parte IV del D. Lgs. 152/2006.

Fine del RAPPORTO DI PROVA 2.344\_20

**IL CHIMICO**  
**DOTT.SSA DANIELA COSSA**



\* Prova non accreditata da ACCREDIA

(1) Incertezza estesa, laddove indicato, calcolata applicando un fattore di copertura pari a 2 corrispondente ad un livello di fiducia circa del 95%.

(2) Il campionamento è escluso dall'accREDITAMENTO ACCREDIA

(4) Dati forniti dal cliente

|                                    |  |                  |                                   |                               |
|------------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Committente:<br>Comune di Barletta | Operatore:<br>Dott. Geol. Luigi Mandrisi | Sondaggio:<br>S2 | Profondità raggiunta:<br>10 metri | Quota P.C.:<br>11.88 m s.l.m. |
|------------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|

|   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| Oggetto lavori:<br>Lavori di realizzazione di n.1160 loculi cimiteriali<br>VIII Lotto nel cimitero comunale | Data esecuzione:<br>07/12/2020 | Coordinate UTM-WGS84:<br>604875.451 m E 4575805.156 m N |
|   | Tipo Carotaggio:<br>Continuo   | Località:<br>Barletta cimitero Monumentale              |

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione  | Spessore | Parametri geotecnici | S.P.T.<br>(n° di colpi) | Campioni<br>indisturbati | Metodo<br>Perforazione | Campioni<br>ambientali | Falda |
|------------|-----------|--|----------|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------|
|            |           |  |          |                      |                         |                          |                        |                        |       |
|            |           | Pavimentazione   | 0.20     |                      |                         |                          |                        |                        |       |
|            |           | Sabbia terrosa   |          |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 1          |           |  | 1.30     |                      | 6-4-7                   |                          |                        | 0.90<br>1.10           |       |
| 2          |           | Sabbia di colore marrone chiaro.<br>Livello di sabbia satura da<br>2,60 a 2,70 | 1.50     |                      | 1.50 PA                 |                          |                        |                        |       |
| 3          |           |  |          |                      | 11-13-21                |                          |                        |                        |       |
| 4          |           | Sabbia limosa con noduli<br>centimetrici carbonatici                           | 1.40     |                      | 3.00 PA                 |                          |                        |                        |       |
| 5          |           | Argilla  |          |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 6          |           |  | 2.60     |                      | 6-9-15<br>5.50 PA       | 5.00<br>5.50             | (CS)<br>5.00           |                        |       |
| 7          |           | Sabbia   | 0.30     |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 8          |           | Argilla  |          |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 9          |           |  | 1.70     |                      |                         |                          |                        |                        |       |
| 10         |           | Argilla sabbiosa con noduli<br>carbonatici di colore verde<br>chiaro           | 1.00     |                      |                         |                          | (CS)                   |                        |       |
|            |           |  |          |                      |                         |                          | 10.00                  |                        |       |

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
 Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
 Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
 Carotaggio:Continuo

Sonda:Carotaggio:Continuo

## SONDAGGIO S2



## CASSETTE CATALOGATRICI



Cassa N° 1: da 0 m a 5 m.



Cassa N° 2: da 5 m a 10 m.

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P2 | <b>PROFONDITA':</b> m 5.00-5.50 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 20.3  | %                 |
| Peso di volume         | 19.2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 16.0  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 19.9  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 26.7  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       | 0.668 |                   |
| Porosità               | 40.1  | %                 |
| Grado di saturazione   | 82.5  | %                 |
| Limite di liquidità    |       | %                 |
| Limite di plasticità   |       | %                 |
| Indice di plasticità   |       | %                 |
| Indice di consistenza  |       |                   |
| Passante al set. n° 40 |       |                   |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| CNR-UNI 10006/00       |       |                   |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|                   |    |
|-------------------|----|
| Ghiaia            | %  |
| Sabbia            | %  |
| Limo              | %  |
| Argilla           | %  |
| D 10              | mm |
| D 50              | mm |
| D 60              | mm |
| D 90              | mm |
| Passante set. 10  | %  |
| Passante set. 42  | %  |
| Passante set. 200 | %  |

### PERMEABILITA'

|                |        |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

### COMPRESSIONE

|          |     |              |     |
|----------|-----|--------------|-----|
| $\sigma$ | kPa | $\sigma$ Rim | kPa |
| $c_u$    | kPa | $c_u$ Rim    | kPa |

### TAGLIO DIRETTO

|                         |     |             |   |
|-------------------------|-----|-------------|---|
| Prova consolidata-lenta |     |             |   |
| $c'$                    | kPa | $\phi'$     | ° |
| $c'$ Res                | kPa | $\phi'$ Res | ° |

### COMPRESSIONE TRIASSIALE

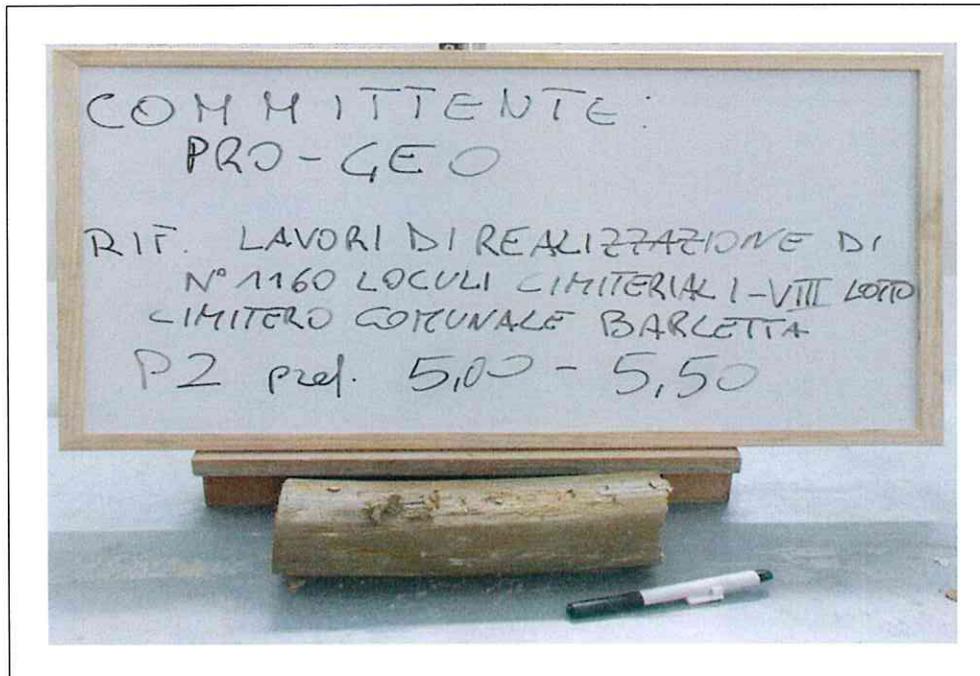
|      |           |     |              |   |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | $c_d$     | kPa | $\phi_d$     | ° |
| C.U. | $c'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ | ° |
|      | $c_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$  | ° |
| U.U. | $c_u$     | kPa | $\phi_u$     | ° |

### PROVA EDMETRICA

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
| 12.5 ÷ 24.5     | 4103     | 0.001320                      | 3.15E-08    |
| 24.5 ÷ 49.0     | 4391     | 0.000469                      | 1.05E-08    |
| 49.0 ÷ 98.0     | 4554     | 0.000443                      | 9.54E-09    |
| 98.0 ÷ 196.0    | 7680     | 0.000616                      | 7.86E-09    |
| 196.0 ÷ 392.0   | 9347     | 0.002136                      | 2.24E-08    |
| 392.0 ÷ 784.0   | 13102    | 0.002154                      | 1.61E-08    |
| 784.0 ÷ 1568.0  | 23333    | 0.000498                      | 2.09E-09    |
| 1568.0 ÷ 3136.0 | 44993    | 0.000682                      | 1.49E-09    |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P2 | <b>PROFONDITA':</b> m 5.00-5.50 |

| Posizione delle prove<br>CF ED | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|----|--------------------------|
|                                | 0  |           |           |    |                          |
|                                | 10 |           | 180       |    |                          |
|                                | 20 |           | 180       |    |                          |
|                                | 30 |           | 180       |    |                          |
|                                | 40 |           | 180       |    |                          |
|                                |    |           |           | 45 |                          |



**TIPO DI CAMPIONE**

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

**QUALITA' DEL CAMPIONE**

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

|  |                                    |                                 |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1437/u/20</b> Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20  | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 10/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P2 | <b>PROFONDITA':</b> m 5.00-5.50 |

**CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20.3 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0.42 mm



|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1437/pdv/20</b>   | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201 del 09/12/20</b>   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 09/12/20   |
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                                    |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                                    |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P2                | <b>PROFONDITA': m</b> 5.00-5.50 |
| <b><u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u></b>  |                                    |                                 |
| Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2   |                                    |                                 |

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19.2 kN/m<sup>3</sup>**

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1437/ps/20</b> Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 10/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201</b> del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 10/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P2 | <b>PROFONDITA':</b> m 5.00-5.50 |

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m}^3) = 26.7 \text{ kN/m}^3$   
 $\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ \text{ (kN/m}^3) = 26.7 \text{ kN/m}^3$

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 17.2 °C

Dimensione massima delle particelle: 0.42 mm

Disaerazione eseguita per bollitura



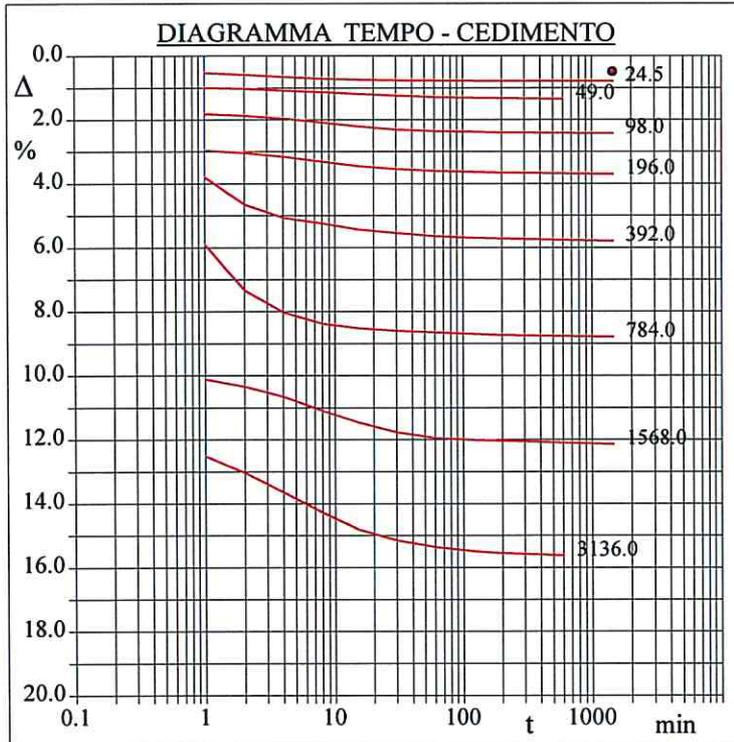
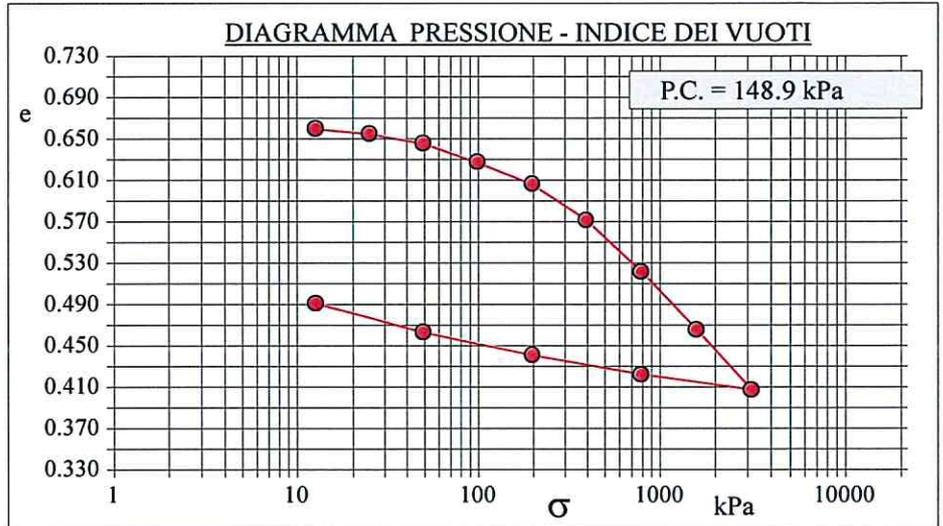
|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 1437/ED/20 Pagina 1/2 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 201 del 09/12/20   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 15/12/20   |

|   |
|---|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |
| <b>SONDAGGIO:</b> CAMPIONE: P2 PROFONDITA': m 5.00-5.50   |

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

| Caratteristiche del campione        |       |
|-------------------------------------|-------|
| Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> ) | 19.23 |
| Umidità (%)                         | 20.3  |
| Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> ) | 26.67 |
| Altezza provino (cm)                | 2.00  |
| Diametro provino (cm)               | 5.00  |
| Sezione provino (cm <sup>2</sup> )  | 19.63 |
| Volume provino (cm <sup>3</sup> )   | 39.27 |
| Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> ) | 15.73 |
| Indice dei vuoti                    | 0.67  |
| Porosità (%)                        | 40.06 |
| Saturazione (%)                     | 82.5  |



| Pressione kPa | Cedim. mm/100 | Indice Vuoti | Cc    |
|---------------|---------------|--------------|-------|
| 12.5          | 9.8           | 0.660        |       |
| 24.5          | 15.6          | 0.655        | 0.005 |
| 49.0          | 26.8          | 0.646        | 0.007 |
| 98.0          | 48.3          | 0.628        | 0.011 |
| 196.0         | 73.8          | 0.607        | 0.011 |
| 392.0         | 115.8         | 0.572        | 0.015 |
| 784.0         | 175.6         | 0.522        | 0.019 |
| 1568.0        | 242.8         | 0.466        | 0.019 |
| 3136.0        | 312.5         | 0.408        | 0.018 |
| 784.0         | 294.9         | 0.422        |       |
| 196.0         | 272.0         | 0.441        |       |
| 49.0          | 245.6         | 0.464        |       |
| 12.5          | 212.1         | 0.491        |       |

|   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1437/ED/20</b> Pagina 2/2 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 15/12/20 | <b>Inizio analisi:</b> 09/12/20 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 201 del 09/12/20</b>   | <b>Apertura campione:</b> 09/12/20 | <b>Fine analisi:</b> 15/12/20   |

|   |                     |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|
| <b>COMMITTENTE:</b> Pro-Geo S.a.s di Alberto Angelo Raffaele Quarto & C. Via M.R. Imbriani, 13 - 76121 Barletta (Bt)          |                     |                                 |
| <b>RIFERIMENTO:</b> Barletta (Bt) - Lavori di Realizzazione di n. 1160 loculi cimiteriali - VIII Lotto nel cimitero comunale. |                     |                                 |
| <b>SONDAGGIO:</b>   | <b>CAMPIONE:</b> P2 | <b>PROFONDITA': m</b> 5.00-5.50 |

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

### LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

| Pressione 24.5 kPa |               | Pressione 49.0 kPa |               | Pressione 98.0 kPa |               | Pressione 196.0 kPa |               |
|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Tempo minuti       | Cedim. mm/100 | Tempo minuti       | Cedim. mm/100 | Tempo minuti       | Cedim. mm/100 | Tempo minuti        | Cedim. mm/100 |
| 0.00               | 9.8           | 0.00               | 15.6          | 0.00               | 26.8          | 0.00                | 48.3          |
| 1.00               | 10.2          | 1.00               | 19.6          | 1.00               | 36.1          | 1.00                | 58.9          |
| 2.00               | 11.5          | 2.00               | 20.3          | 2.00               | 37.2          | 2.00                | 60.5          |
| 4.00               | 12.9          | 4.00               | 21.4          | 4.00               | 38.9          | 4.00                | 62.9          |
| 8.00               | 14.1          | 8.00               | 22.5          | 8.00               | 41.5          | 8.00                | 66.1          |
| 15.00              | 14.7          | 15.00              | 23.6          | 15.00              | 43.9          | 15.00               | 68.8          |
| 30.00              | 15.0          | 30.00              | 24.7          | 30.00              | 46.0          | 30.00               | 70.6          |
| 60.00              | 15.3          | 60.00              | 25.6          | 60.00              | 47.0          | 60.00               | 71.8          |
| 120.00             | 15.4          | 120.00             | 26.0          | 120.00             | 47.5          | 120.00              | 72.5          |
| 180.00             | 15.4          | 180.00             | 26.2          | 180.00             | 47.8          | 180.00              | 72.8          |
| 1440.00            | 15.6          | 600.00             | 26.8          | 1440.00            | 48.3          | 1440.00             | 73.8          |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |
|                    |               |                    |               |                    |               |                     |               |

| Pressione 392.0 kPa |               | Pressione 784.0 kPa |               | Pressione 1568.0 kPa |               | Pressione 3136.0 kPa |               |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| Tempo minuti        | Cedim. mm/100 | Tempo minuti        | Cedim. mm/100 | Tempo minuti         | Cedim. mm/100 | Tempo minuti         | Cedim. mm/100 |
| 0.00                | 73.8          | 0.00                | 115.8         | 0.00                 | 175.6         | 0.00                 | 242.8         |
| 1.00                | 75.9          | 1.00                | 118.0         | 1.00                 | 202.1         | 1.00                 | 250.4         |
| 2.00                | 92.8          | 2.00                | 146.5         | 2.00                 | 206.6         | 2.00                 | 260.8         |
| 4.00                | 101.1         | 4.00                | 160.2         | 4.00                 | 213.1         | 4.00                 | 273.0         |
| 8.00                | 104.6         | 8.00                | 167.6         | 8.00                 | 222.1         | 8.00                 | 285.8         |
| 15.00               | 108.5         | 15.00               | 170.3         | 15.00                | 229.3         | 15.00                | 296.4         |
| 30.00               | 110.8         | 30.00               | 171.8         | 30.00                | 235.4         | 30.00                | 303.1         |
| 60.00               | 112.7         | 60.00               | 172.9         | 60.00                | 238.9         | 60.00                | 307.4         |
| 120.00              | 113.7         | 120.00              | 173.8         | 120.00               | 240.2         | 120.00               | 310.0         |
| 180.00              | 114.1         | 180.00              | 174.4         | 180.00               | 240.7         | 180.00               | 310.8         |
| 1440.00             | 115.8         | 1440.00             | 175.6         | 1440.00              | 242.8         | 600.00               | 312.5         |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |
|                     |               |                     |               |                      |               |                      |               |

Committente: PRO GEO S.a.s. di Alberto Angelo Raffaele Quarto e C.  
M.R. IMBRIANI 13 76121 BARLETTA - BT

Data emissione: 16-12-2020

Codice cliente: 865

Categoria merceologica: Terra e Roccia da scavo  
 Descrizione del campione: <sup>(4)</sup> materiale da scavo etichettato P2 (0,9 - 1,1 m)  
 Punto di campionamento: <sup>(4)</sup> Cantiere "Lavori di realizzazione di n.1160 loculi cimiteriali - VIII lotto nel Cimitero comunale" - Barletta (BT)  
 Lavori di realizzazione d  
 Procedura di campionamento: <sup>(2)(4)</sup> a cura del committente  
 Doc. di accompagnamento: -  
 Tipo imballaggio/contenitore: Busta in plastica  
 Descrizione suggello: No  
 Campionatore: a cura del committente  
 Quantità conferita: 1200 g

Data prelievo: <sup>(4)</sup> 07/12/2020  
 Data accettazione: 09/12/2020  
 Temp. all'arrivo: 5,0 °C

## RAPPORTO DI PROVA 1.344\_20

Il presente Rapporto di prova riguarda esclusivamente il campione dichiarato e sottoposto ad analisi, esso non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta del laboratorio che lo emette. Eventuali copie saranno da ritenersi valide solo se receranno su ogni pagina il timbro con la dicitura "copia conforme all'originale" e firma del chimico in originale. Ove il campionamento non venga effettuato dal laboratorio i dati di prelievo e le parti di procedure che lo prevedono sono sotto la responsabilità del committente.

| PARAMETRI                    | RISULTATI      | UdM        | U <sup>(1)</sup> | LIMITI  | CODICI | INIZIO-FINE             | METODI    |
|------------------------------|----------------|------------|------------------|---|--------|-------------------------|-----------|
| <b>SCHELETRO</b>             |                |            |                  |   |        |                         |           |
| Scheletro                    | 11,94 [±0,46]  | %          |                  |   |        | 10/12/2020 - 10/12/2020 | met.(118) |
| <b>UMIDITA'</b>              |                |            |                  |   |        |                         |           |
| Umidità                      | 1,58 [±0,23]   | %          |                  |   |        | 10/12/2020 - 10/12/2020 | met.(119) |
| <b>METALLI</b>               |                |            |                  |   |        |                         |           |
| Arsenico                     | 5,77 [±0,71]   | mg/kg (ss) |                  | <20 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup><br><30 <sup>ref.55</sup>     |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Cadmio                       | 0,242 [±0,036] | mg/kg (ss) |                  | <2 <sup>ref.23</sup><br><15 <sup>ref.24</sup><br><5 <sup>ref.55</sup>       |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Cobalto                      | 3,71 [±0,71]   | mg/kg (ss) |                  | <20 <sup>ref.23</sup><br><250 <sup>ref.24</sup><br><30 <sup>ref.55</sup>    |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Cromo                        | 8,7 [±1,4]     | mg/kg (ss) |                  | <150 <sup>ref.23</sup><br><800 <sup>ref.24</sup><br><150 <sup>ref.55</sup>  |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| *Mercurio                    | <0,05          | mg/kg (ss) |                  | <1 <sup>ref.23</sup><br><5 <sup>ref.24</sup><br><1 <sup>ref.55</sup>        |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Nichel                       | 7,9 [±1,3]     | mg/kg (ss) |                  | <120 <sup>ref.23</sup><br><500 <sup>ref.24</sup><br><120 <sup>ref.55</sup>  |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Piombo                       | 9,8 [±1,3]     | mg/kg (ss) |                  | <100 <sup>ref.23</sup><br><1000 <sup>ref.24</sup><br><100 <sup>ref.55</sup> |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Rame                         | 16,2 [±2,5]    | mg/kg (ss) |                  | <120 <sup>ref.23</sup><br><600 <sup>ref.24</sup><br><200 <sup>ref.55</sup>  |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| Zinco                        | 38,3 [±4,7]    | mg/kg (ss) |                  | <150 <sup>ref.23</sup><br><1500 <sup>ref.24</sup><br><300 <sup>ref.55</sup> |        | 15/12/2020 - 15/12/2020 | met.(197) |
| <b>CROMO ESAVALENTE</b>      |                |            |                  |   |        |                         |           |
| Cromo esavalente             | <0,2           | mg/kg (ss) |                  | <2 <sup>ref.23</sup><br><15 <sup>ref.24</sup><br><2 <sup>ref.55</sup>       |        | 11/12/2020 - 11/12/2020 | met.(104) |
| <b>IDROCARBURI AROMATICI</b> |                |            |                  |   |        |                         |           |
| *Benzene                     | < 0.1          | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><2 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 12/12/2020 | met.(101) |

RAPPORTO DI PROVA N° 1.344\_20

| PARAMETRI   | RISULTATI | UdM        | U <sup>(1)</sup> | LIMITI   | CODICI | INIZIO-FINE             | METODI    |
|---|-----------|------------|------------------|--|--------|-------------------------|-----------|
| *Etilbenzene                                      | < 0.1     | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 12/12/2020 | met.(101) |
| *Stirene  | < 0.1     | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 12/12/2020 | met.(101) |
| *Toluene  | < 0.1     | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 12/12/2020 | met.(101) |
| *Xilene   | < 0.1     | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 12/12/2020 | met.(101) |
| * Sommatoria Organici Aromatici (escluso benzene) | < 0.1     | mg/kg (ss) |                  | <1 <sup>ref.23</sup><br><100 <sup>ref.24</sup>                               |        | 11/12/2020 - 12/12/2020 | met.(97)  |
| <b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>          |           |            |                  |  |        |                         |           |
| Benzo(a)antracene                                 | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup><br><1 <sup>ref.55</sup>      |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Benzo(a)pirene                                    | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup><br><0,1 <sup>ref.55</sup>    |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Benzo(b)fluorantene                               | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup><br><1 <sup>ref.55</sup>      |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Benzo(k)fluorantene                               | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,5 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup><br><1 <sup>ref.55</sup>      |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Benzo(g,h,i)perilene                              | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup><br><5 <sup>ref.55</sup>      |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Crisene   | <0,001    | mg/kg (ss) |                  | <5 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup><br><1 <sup>ref.55</sup>        |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Dibenzo(a,e)pirene                                | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Dibenzo(a,l)pirene                                | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Dibenzo(a,i)pirene                                | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Dibenzo(a,h)pirene                                | <0,0005   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Dibenzo(a,h)antracene                             | <0,0001   | mg/kg (ss) |                  | <0,1 <sup>ref.23</sup><br><10 <sup>ref.24</sup><br><0,1 <sup>ref.55</sup>    |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| Pirene  | <0,001    | mg/kg (ss) |                  | <5 <sup>ref.23</sup><br><50 <sup>ref.24</sup>                                |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(99)  |
| *Sommatoria Policiclici Aromatici                 | < 0.1     | mg/kg (ss) |                  | <10 <sup>ref.23</sup><br><100 <sup>ref.24</sup>                              |        | 11/12/2020 - 14/12/2020 | met.(97)  |
| <b>IDROCARBURI PESANTI (C &gt; 12)</b>            |           |            |                  |  |        |                         |           |
| Idrocarburi pesanti (C >12)                       | 110 [±16] | mg/kg (ss) |                  | <50 <sup>ref.23</sup><br><750 <sup>ref.24</sup><br><50 <sup>ref.55</sup>     |        | 14/12/2020 - 15/12/2020 | met.(329) |
| <b>AMIANTO</b>                                    |           |            |                  |  |        |                         |           |
| *Amianto  | assente   | mg/kg (ss) |                  | <1000 <sup>ref.23</sup><br><1000 <sup>ref.24</sup><br><100 <sup>ref.55</sup> |        | 10/12/2020 - 11/12/2020 | met.(124) |

**METODI:**

Met.(97): Calcolo (sommatoria);  
 Met.(99): EPA 3550C 2007, EPA 8270E 2018;  
 Met.(101): EPA 5035 A 2002, EPA 8260 D 2018;  
 Met.(104): IRSA-CNR Quad. 64 Vol. 3 Met. 16 - 1986;  
 Met.(118): D.M. 13 Settembre 1999 Met. II.1;  
 Met.(119): D.M. 13 Settembre 1999 Met. II.2;  
 Met.(124): Spettrofotometria FT-IR;  
 Met.(197): UNI EN 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003;  
 Met.(329): UNI EN ISO 16703:2011;

**LEGISLAZIONE:**

ref.23: D. Lgs. 152/2006, Parte IV, Allegato 5, Tab. 1 Col. A;  
 ref.24: D. Lgs. 152/2006, Parte IV, Allegato 5, Tab. 1 Col. B;  
 ref.55: D.M. 01/03/2019 n. 46, All. 2

**NOTE GENERALI:**

- Se il risultato viene espresso come <....., si intende minore del limite di quantificazione LQ che è la più bassa concentrazione di analita nel campione che può essere rilevata con accettabile precisione ed accuratezza. Si precisa che ogni risultato espresso come < LQ non indica, in ogni caso, l'assenza del parametro ricercato nel campione in esame. Inoltre per "assente" si intende non superiore al limite di rilevabilità della metodica utilizzata.

UdM = Unità di misura

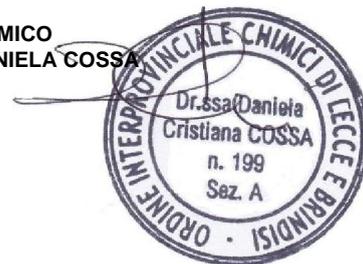
- In mancanza di norme, regolamenti o specifiche del cliente, il laboratorio emette eventuali giudizi di conformità basati sul risultato della prova non tenendo conto dell'incertezza di misura ma attraverso il confronto diretto del risultato ottenuto con il valore di riferimento.

#### NOTE SPECIFICHE:

In riferimento ai valori analitici riscontrati (limitatamente ai parametri analizzati scelti e richiesti dal committente in base all'origine/provenienza del materiale) il campione analizzato presenta una concentrazione di inquinanti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC), stabiliti dal D. Lgs. 152/2006, Parte IV, titolo V, Allegato 5, Tab. 1 Colonna B (siti ad uso commerciale ed industriale), mentre per il parametro Idrocarburi pesanti (C>12) risulta superato il limite stabilito per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale di cui alla Colonna A Tab. 1, All. 5, Parte IV del D. Lgs. 152/2006, nonché il valore limite stabilito per i suoli delle aree agricole di cui all'All. 2 al DM 46/2019.

Fine del RAPPORTO DI PROVA 1.344\_20

**IL CHIMICO**  
**DOTT.SSA DANIELA COSSA**



\* Prova non accreditata da ACCREDIA

(1) Incertezza estesa, laddove indicato, calcolata applicando un fattore di copertura pari a 2 corrispondente ad un livello di fiducia circa del 95%.

(2) Il campionamento è escluso dall'accREDITAMENTO ACCREDIA

(4) Dati forniti dal cliente