

|   |  |                             |                         |
|---|--|-----------------------------|-------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br>NR/19373 | <b>UNITÀ</b><br>00      |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br>REGIONE PUGLIA  | <b>RIG-001</b>              |                         |
|   | <b>PROGETTO</b><br>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500<br>(20"), DP 75 bar                | Pagina 1 di 12              | <b>Rev.</b><br><b>1</b> |

### METANODOTTO:

## ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500 (20"), DP 75 bar

### RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



| Rev. | Descrizione                            | Elaborato | Verificato | Approvato | Data       |
|------|--|-----------|------------|-----------|------------|
| 1    | Aggiornamento - Emissione per Permessi | G.Canna   | G. Vecchio | M.Begini  | 19/12/2019 |
| 0    | Emissione per Permessi                 | G.Canna   | G. Vecchio | M.Begini  | 22/11/2019 |

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500</b><br><b>(20"), DP 75 bar</b>  | Pagina 2 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

## INDICE

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>GENERALITÀ'</b> .....   | <b>3</b>  |
|           | 1.1 INTRODUZIONE.....  | 3         |
| <b>2</b>  | <b>CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA</b> .....                            | <b>5</b>  |
|           | 2.1 SONDAGGI MECCANICI.....  | 5         |
|           | 2.2 PROVE GEOTECNICHE IN SITU .....  | 5         |
|           | 2.3 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE<br>S.P.T..... | 6         |
|           | 2.4 PROVE DI LABORATORIO.....  | 8         |
|           | 2.5 PROSPEZIONI GEOFISICHE .....   | 9         |
|           | 2.5.1 GEOELETTRICHE.....   | 9         |
| <b>3.</b> | <b>CONCLUSIONI</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>4</b>  | <b>ANNESI</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>5</b>  | <b>ALLEGATI</b> .....  | <b>12</b> |

|   |  |                             |                         |
|---|--|-----------------------------|-------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br>NR/19373 | <b>UNITÀ</b><br>00      |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>              |                         |
|   | <b>PROGETTO</b><br>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500 (20"), DP 75 bar                   | Pagina 3 di 12              | <b>Rev.</b><br><b>1</b> |

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Introduzione

La presente relazione riporta i risultati della campagna di indagini geognostiche eseguite per la realizzazione del "Met. All. Centrale ENEL di Brindisi sud DN 500 (20") DP 75 bar in comune di Brindisi.



**Figura 1.1** – Inquadramento geografico del metanodotto in progetto con evidenza dei 4 punti di sondaggio

Con la seguente campagna geognostica sono stati eseguiti **n. 4 sondaggi** (S2-S5) a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 m con **n. 16 prove S.P.T.** (Standard Penetration Test), **n. 8** prelievi di campioni indisturbati, **n. 16** prelievi di campioni

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500 (20"), DP 75 bar</b>            | Pagina 4 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

rimaneggiati al fine di caratterizzare più dettagliatamente, dal punto di vista litologico e stratigrafico le aree interessate dagli interventi in progetto.

Parallelamente ai sondaggi geognostici sono state eseguite n. 4 prospezioni geofisiche mediante metodo geoelettrico di resistività. Tali indagini sono state finalizzate alla ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dei tratti investigati.

L'ubicazione delle indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo) e delle indagini geofisiche (geoelettriche), è riportata all'interno dell'allegato Dis.: PG-IG-001 – Planimetria Indagini Geognostiche.

Sono stati sottoposti alle analisi geotecniche di laboratorio n. 5 campioni indisturbati e n. 5 campioni rimaneggiati.

Per i risultati delle indagini geognostiche, ovvero per le stratigrafie dei sondaggi, i certificati di laboratorio e le sezioni geoelettriche si rimanda all'Annesso 1 – Report sulle indagini.



|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500</b><br><b>(20"), DP 75 bar</b>  | Pagina 5 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

## 2 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

### 2.1 Sondaggi meccanici

La finalità delle indagini in sito è stata quella di ricostruire più dettagliatamente le principali caratteristiche e i lineamenti del sottosuolo, con particolare riferimento alla natura litologica e stratigrafica delle aree per le quali è previsto l'attraversamento in sotterraneo. Inoltre è stato possibile avere utili informazioni circa lo spessore degli strati e le loro caratteristiche strutturali ed idrogeologiche.

Per l'esecuzione della campagna geognostica, al fine di caratterizzare gli spessori dei litotipi presenti, la loro continuità spaziale ed i parametri geotecnici ad essi associati, sono state utilizzate due sonde cingolate, a rotazione, tipo CMV MK420 E CMV MK600.

### 2.2 Prove geotecniche in situ

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento sul fondo del foro di sondaggio dalle quali si ricava la resistenza alla penetrazione in funzione della profondità. Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Le prove penetrometriche dinamiche (tipo S.P.T.) sono state eseguite tramite strumentazione costituita da un dispositivo automatico di sganciamento del maglio (massa battente) del peso di 63,5 Kg con caduta libera da un'altezza di 76 cm. La massa battente scorre lungo aste di collegamento al terminale di infissione aventi peso per metro lineare di circa 7 Kg. L'esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n D 1586/68 e compresa nelle "Raccomandazioni ISSMFE" per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Lo strumento viene infisso nel terreno facendo avanzare la punta di 45 cm, registrando separatamente i colpi relativi agli intervalli 0-15 (N1); 15-30 (N2) e 30-45 (N3). I valori riferiti ai primi 15 cm generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione; si registrano solo se il numero di colpi è maggiore di 50 (lo strumento va a rifiuto).

Il valore di  $N_{spt}$  è quindi dato dalla somma dei colpi ottenuti nei restanti 30 cm.

Le prove sono state realizzate con la punta chiusa.

Per i terreni nel quale si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso  $N_{spt}=100$ ; a tale valore sono inoltre state applicate le correzioni di litologia e di falda.

Di seguito (Tabella 2.2.A) vengono riportate le prove S.P.T. effettuate con le relative profondità in riferimento.

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500</b><br><b>(20"), DP 75 bar</b>  | Pagina 6 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

| Sondaggio N° | Progressiva chilometrica | Prove S.P.T. |                       |              |                         |
|--------------|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------------------|
|              |                          | N.           | Profondità m. da p.c. | Numero colpi | Valore N <sub>SPT</sub> |
| S2           | 5+410                    | 1            | 1,50                  | 3-7-10       | 17                      |
|              |                          | 2            | 2,50                  | 7-11-11      | 22                      |
|              |                          | 3            | 4,50                  | 47-50/4 cm   | Rifiuto                 |
|              |                          | 4            | 9,00                  | 41-50/3 cm   | Rifiuto                 |
| S3           | 5+250                    | 1            | 1,50                  | 4-7-8        | 15                      |
|              |                          | 2            | 3,00                  | 12-24-48     | 72                      |
|              |                          | 3            | 4,50                  | 48-50/7cm    | Rifiuto                 |
|              |                          | 4            | 9,00                  | 50/3cm       | Rifiuto                 |
| S4           | 3+335                    | 1            | 1,50                  | 7-8-10       | 18                      |
|              |                          | 2            | 3,00                  | 11-13-23     | 36                      |
|              |                          | 3            | 4,50                  | 11-12-15     | 27                      |
|              |                          | 4            | 9,00                  | 8-10-10      | 20                      |
| S5           | 2+900                    | 1            | 1,50                  | 8-9-10       | 19                      |
|              |                          | 2            | 3,00                  | 14-16-26     | 42                      |
|              |                          | 3            | 4,50                  | 8-7-10       | 17                      |
|              |                          | 4            | 9,00                  | 50/2 cm      | Rifiuto                 |

Tabella 2.2.A – Valori prove S.P.T.

## 2.3

### Ricostruzione stratigrafica e parametri geotecnici desunti dalle prove S.P.T.

Il riconoscimento delle caratteristiche geologiche permette di definire l'assetto stratigrafico dei terreni presenti nell'area investigata. Vengono infatti individuate le singole unità litologiche, le modalità ed età della loro messa in posto, rapporti geometrici, definizione delle caratteristiche idrologiche e geotecniche.

#### SONDAGGIO S2

Il sondaggio S2 è stato effettuato a valle dell'attraversamento dell'Asse Attrezzato Policombustibile.

Dalla stratigrafia prodotta si evince che, al di sotto di una sottile coltre agraria rimaneggiata argilloso-limosa sabbiosa di colore marrone scuro e spessore pari a 0,80 metri, si ha un livello argilloso limoso fino alla profondità di 4.50 metri, quota alla quale inizia un consistente strato di sabbia grossolana con livelli calcarenitici, ghiaia e ciottoli fino alla profondità di 15,40 m. Al di sotto di questo strato tornano le argille limose con rari clasti di ghiaia fino a fondo foro (20 m). La profondità della falda è rilevata a circa 6,5 m dal p.c.

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500 (20"), DP 75 bar</b>            | Pagina 7 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

### SONDAGGIO S3

Il sondaggio S3 è stato effettuato a monte dell'attraversamento dell'Asse Attrezzato Policombustibile.

Dalla stratigrafia prodotta si evince che, al di sotto di una prima coltre agraria di argille debolmente limose con intercalazioni sabbiose di colore marrone scuro e spessore pari a circa 2 metri, inizia uno strato di sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli fino alla profondità di 14 m, al di sotto del quale tornano le argille limose con rari clasti di ghiaia fino a fondo foro (20 m). La profondità della falda è rilevata a circa 7,2 m dal p.c.

### SONDAGGIO S4

Il sondaggio S4 è stato effettuato in destra idrografica del canale Foggia di Rau (valle senso gas dell'attraversamento).

Dalla stratigrafia prodotta si evince che, al di sotto di una prima coltre di argille limose con intercalazioni sabbiose di colore ocra e spessore pari a circa 2,20 metri, inizia uno strato di sabbia limosa gialla con ghiaia, che si estende fino alla quota di 8 m circa dal p.c. Al di sotto si estendono le argille limose di colore grigio, con rari clasti di ghiaia oltre gli 11 m di profondità e fino a fondo foro. La profondità della falda è rilevata a circa 7,8 m dal p.c.

### SONDAGGIO S5

Il sondaggio S5 è stato effettuato in sinistra idrografica del canale Foggia di Rau (monte senso gas dell'attraversamento).

Dalla stratigrafia prodotta si evince che, al di sotto di una prima coltre di argille limose con intercalazioni sabbiose di colore ocra e spessore pari a circa 2 metri, inizia uno strato di sabbia addensata con ghiaia e ciottoli fino a circa 6 m di profondità, che lascia spazio alle sabbie limose dai 6 ai 13 m dal p.c. Al di sotto si estendono le argille limose sabbiose di colore grigio fino a fondo foro. La profondità della falda è rilevata a circa 10,10 m dal p.c.

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500 (20"), DP 75 bar</b>            | Pagina 8 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

## 2.4 Prove di laboratorio

La disciplina geotecnica permette di studiare i differenti tipi di terreno attraverso la definizione di una serie di indici, parametri e caratteri fisici ricavabili da prove "in situ" o da prove di laboratorio.

Le prove di laboratorio sono state distinte in 2 categorie: a) prove di identificazione (peso di volume, contenuto in acqua, granulometria e classificazione granulometrica); b) prove di resistenza meccanica per determinare le proprietà fisico-meccaniche dei terreni (prove di taglio dirette).

Le analisi effettuate sono state scelte in funzione dello stato dei campioni prelevati, ovvero, sono state effettuate sia le prove di identificazione che di resistenza meccanica per i campioni indisturbati, mentre solo le prove di identificazione per i campioni rimaneggiati.

In totale, durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati n. 8 campioni di terreno indisturbato, dei quali n. 5 analizzati in laboratorio, e n. 16 campioni di terreno rimaneggiato, dei quali n. 5 analizzati in laboratorio. Nella tabella seguente vengono indicati i campioni analizzati in laboratorio.

| Sondaggio | Sigla campione | Profondità (m) | Tipologia campione |
|-----------|----------------|----------------|--------------------|
| S2        | Ci1            | 2,00-2,50      | Indisturbato       |
|           | Cr4            | 9,00-9,50      | Rimaneggiato       |
| S3        | Ci1            | 2,00-2,50      | Indisturbato       |
|           | Cr4            | 9,00-9,50      | Rimaneggiato       |
| S4        | Ci1            | 7,50-8,00      | Indisturbato       |
|           | Cr2            | 3,00-3,50      | Rimaneggiato       |
| S5        | Ci1            | 2,00-2,50      | Indisturbato       |
|           | Ci2            | 15,00-15,50    | Indisturbato       |
|           | Cr4            | 9,00-9,50      | Rimaneggiato       |
|           | Cr5            | 11,00-13,00    | Rimaneggiato       |

**Tabella 2.4** – Tabella riassuntiva dei campioni analizzati in laboratorio.

I campioni una volta prelevati sono stati opportunamente sigillati e portati in laboratorio per l'esecuzione delle seguenti prove:

- Contenuto d'acqua % (W);
- Peso di volume kN/m<sup>3</sup> ( $\gamma$ );
- Limiti di consistenza % (WI);
- Analisi granulometrica;
- Prova di taglio diretta in gradi e in kPa ( $\Phi'$  e  $c'$ ).

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500 (20"), DP 75 bar</b>            | Pagina 9 di 12                     | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

Dal punto di vista granulometrico i campioni prelevati risultano essere prevalentemente argilloso-sabbiosi o argille sabbioso-limose nei campioni superficiali con angoli d'attrito compresi tra 14° e 24°; valori più elevati sia di angolo d'attrito sia di coesione sono stati riscontrati nei livelli più profondi con una componente sabbioso-limosa, con rare ghiaie e ciottoli, talvolta saturi.

Per i risultati dei singoli campioni si rimanda ai certificati riportati nell'Annesso 1.

## 2.5 Prospezioni Geofisiche

Le prospezioni geofisiche eseguite nella campagna geognostica sono state finalizzate alla definizione delle principali caratteristiche litologico-stratigrafiche dei litotipi presenti nelle aree investigate. In particolare, per tale scopo sono state realizzate n. 4 prospezioni geofisiche mediante metodo geoelettrico di resistività, per un totale di 810 metri lineari di stendimenti.

Di seguito, vengono sintetizzati i risultati ottenuti, rimandando all'Annesso 1 per ulteriori approfondimenti.

### 2.5.1 Geoelettriche

Il metodo geoelettrico si basa sulla misura della resistenza elettrica, opposta dal terreno, al passaggio di una corrente elettrica appositamente prodotta mediante l'ausilio di un apparato energizzante che invia corrente con una certa potenza ad appositi elettrodi infissi nel terreno. Nel nostro caso sono state realizzate quattro stese elettrodiche costituite da un numero di elettrodi tali da coprire le distanze da investigare. La distanza elettrodica è stata pari a 5.00 metri. Questo assetto geometrico delle misure ha permesso l'elaborazione delle resistività reali di ogni singola stesa elettrodica (inversione 2D), tale da fornire informazioni sulle resistività reali dei terreni. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle indagini eseguite.

| Geoelettrica | Progressiva Chilometrica (Km) | Lunghezza (m) | Caratterizzazione      |
|--------------|-------------------------------|---------------|------------------------|
| <b>GEO 1</b> | 2+830                         | 380           | Fattibilità Trenchless |
| <b>GEO 2</b> | 3+250                         | 200           | Fattibilità Trenchless |
| <b>GEO 3</b> | 5+200                         | 130           | Fattibilità Trenchless |
| <b>GEO 4</b> | 5+390                         | 100           | Fattibilità Trenchless |

**Tabella 2.5.1** – Tabella riassuntiva delle indagini geofisiche eseguite. Le progressive chilometriche indicano il punto di inizio della stesa elettrodica. Per la GEO 4, invece, indica il punto di intersezione con il tracciato in progetto.

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITA'</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>  | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500</b><br><b>(20"), DP 75 bar</b>  | Pagina 10 di 12                    | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

### **Modelli di resistività GEO1 e GEO 2 (Attraversamento Canale Foggia di Rau)**

Entrambi i modelli di resistività riscontrati, ricadenti in destra e sinistra idrografica del Canale Foggia di Rau mostrano moderate variazioni di resistività comprese in un range tra 8 e 30  $\Omega$ m. Tali valori possono essere attribuiti al prevalere delle componenti medio-fini costituiti dall'alternarsi tra unità molto conduttive, costituite prevalentemente da argille e limi e da limi e sabbie limose.

Dall'elaborazione dell'indagine geoelettrica si ha la presenza di un livello superficiale costituito da limi e sabbie limose, avente uno spessore di circa 1 m, al di sotto del quale si ritrova un livello argilloso limoso avente spessore variabile tra i 5 e gli 8 m. In continuità stratigrafica si rinvengono i depositi limosi e sabbioso-limosi, costituenti un livello spesso tra i 15 e i 20 metri, al di sotto si ha nuovamente un livello argilloso-limoso la cui profondità si spinge oltre i 35 m, ovvero la massima profondità investigata.

In sintesi la prospezione geoelettrica ha evidenziato un'alternanza di depositi costituiti da argille limose e sabbie limose.

### **Modello di resistività GEO3 e GEO 4 (Attraversamento Asse attrezzato Policombistibile)**

Entrambi i modelli di resistività riscontrati, mostrano ampie variazioni di resistività, che risulta aumentare con la profondità, passando da valori di 10  $\Omega$ m circa in superficie fino a 50-80 $\Omega$ m a 10 m di profondità. Questi ultimi valori possono essere attribuiti ad un'unità moderatamente resistiva, costituita da sabbie con orizzonti calcarenitici.

In particolare si può ricostruire una stratigrafia caratterizzata da un primo livello argilloso-limosi, con spessore variabile da 3 a 7 metri, al di sotto del quale si ha la presenza di un livello sabbioso con intercalazioni calcarenitici, sino alla profondità di 20-25 m dal piano campagna. Al di sotto, e sino alla massima profondità investigata si riscontra nuovamente i depositi argilloso-limosi.



|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500</b><br><b>(20"), DP 75 bar</b>  | Pagina 11 di 12                    | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

3.

### CONCLUSIONI

Dalla campagna di indagini eseguita è stato possibile ricostruire la litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche dei sedimenti in corrispondenza del corridoio interessato dal tracciato in progetto. Inoltre, le indagini geognostiche sono state finalizzate anche alla prefattibilità delle trenchless e quindi alla metodologia di perforazione da utilizzare.

In particolare, dalle stratigrafie dei sondaggi e dalle indagini geofisiche effettuate è emersa sostanzialmente la presenza di una coltre superficiale di argille limose con intercalazioni sabbiose, di colore marrone scuro, con spessore variabile da 2,00 a 4,50 m, che sovrasta uno strato di sabbie limose con intercalazioni ghiaiose e calcarenitiche, avente spessore variabile tra i 6,00 e gli 11,00 metri. In continuità stratigrafica, e sino alla massima profondità investigata, si ritrovano, invece, argilla limosa grigia, con intercalazioni sabbiose.

La profondità della falda varia lungo il tracciato tra i 7 m e i 10 m circa dal p.c.

|   |  |                                    |                           |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>NR/19373</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>REGIONE PUGLIA</b>   | <b>RIG-001</b>                     |                           |
|   | <b>PROGETTO</b><br><b>ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN 500</b><br><b>(20"), DP 75 bar</b>  | Pagina 12 di 12                    | <b>Rev.</b><br><b>1</b>   |

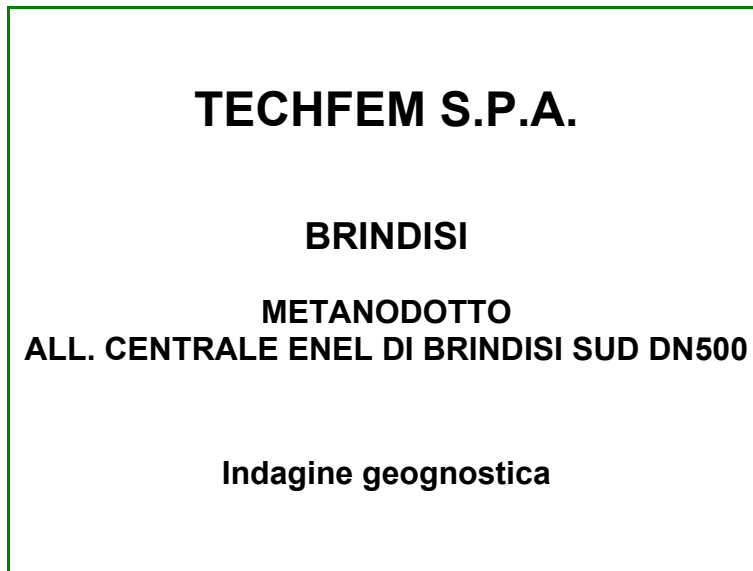
#### 4 ANNESSI

Annesso 1 – Report sulle Indagini

#### 5 ALLEGATI

PG-IG-001 – Planimetria Indagini Geognostiche

## ANNESSO 1



REVISIONE N° 01

DATA DI EMISSIONE: 19/12/2019

REDATTA DA: dott. A. Freddo geologo



APPROVATA DA: dott. E. Fornasiero ingegnere  
Direttore Tecnico



**TECHFEM S.P.A.**  
**BRINDISI**  
**METANODOTTO**  
**ALLACCIAMENTO CENTRALE ENEL DI BRINDISI SUD DN500**  
**INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLO STUDIO DI**  
**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA LINEA**  
**REPORT SULLE INDAGINI**

**INDICE**

1. INTRODUZIONE
2. INDAGINE GEOGNOSTICA
  - 2.1 Descrizione del terreno
  - 2.2 Prove S.P.T.
  - 2.3 Prove con Pocket Penetrometer
  - 2.4 Prelievo dei campioni
3. ANALISI GEOELETTRICA 2D
  - 3.1 Metodologie di analisi
  - 3.2 Risultati e conclusioni
4. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

**TAVOLE TECNICHE**

- N° 2 FOGLI PLANIMETRICI  
N° 4 FOGLI STRATIGRAFICI  
N° 16 FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI

**ALLEGATI**

1. SEZIONI GEOELETTRICHE
2. CERTIFICATI LABORATORIO TERRE

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico di **TECHFEM S.p.A.**, per conto di Snam Rete Gas S.p.A., nella presente relazione si riportano i risultati ottenuti dall'indagine geognostica eseguita in Comune di Brindisi (BR) propedeutica alla progettazione del metanodotto SGR Allacciamento alla Centrale Enel di Brindisi SUD DN500.



*Inquadramento dell'area d'indagine,  
in rosso il tracciato del metanodotto*

Finalità dell'indagine è l'individuazione delle caratteristiche litostratigrafiche e meccaniche del sottosuolo, a tale scopo sono stati eseguiti:

- N° 4 sondaggi a carotaggio continuo;
- N° 4 stendimenti geoelettrici;
- Analisi geotecniche di laboratorio.

## 2. INDAGINE GEOGNOSTICA

Si è proceduto all'esecuzione di N° 4 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo spinti alla profondità di ml 20,00 da p.c.

I sondaggi sono stati eseguiti in conformità alle norme ANISIG e sotto il diretto controllo in cantiere di tecnici e responsabili della scrivente ditta.

L'ubicazione dei sondaggi, come riportato nella planimetria allegata, è stata scelta in accordo con la committente e compatibilmente alle effettive possibilità di accesso ai punti d'indagine.

I sondaggi sono stati eseguiti a rotazione a carotaggio continuo con l'impiego di carotiere semplice con corona al widia e carotiere doppio con corona diamantata del diametro 101 mm. Si è provveduto al sistematico sostentamento delle pareti del foro con l'uso di tubi di rivestimento metallici del diametro di 127 mm.

I risultati, nel dettaglio, sono riportati nelle tavole tecniche allegate. Nei fogli stratigrafici la rappresentazione grafica del terreno è stata eseguita con le simbologie comunemente in uso e secondo le raccomandazioni dell'ANISIG.

Nei fogli stratigrafici sono riportate le descrizioni in dettaglio delle tipologie di terreno incontrate e, su apposite colonne, tipo, numero di campioni prelevati e prove eseguite in foro.

Il terreno, prelevato senza soluzione di continuità, è stato accuratamente analizzato, catalogato, fotografato e riposto in apposite cassette catalogatrici per la sua conservazione.

### 2.1 Descrizione del terreno

In corrispondenza dei sondaggi eseguiti, per il sottosuolo indagato, si riscontrano le seguenti successioni stratigrafiche:

Sondaggio S2: da 0,00 a 1,70 ml da p.c. argilla limosa sabbiosa

Da 1,70 a 4,50 ml argilla limosa con ghiaia

Da 4,50 a 15,40 ml sabbia grossolana con ghiaia e ciottoli, frequenti livelli decimetrici calcarenitici



Da 15,40 a 20,00 ml argilla limosa sabbiosa con ghiaia.

Sondaggio S3: da 0,00 a 2,50 ml da p.c. argilla debolmente limosa con intercalazioni sabbiose

Da 2,50 a 14,00 ml sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli, frequenti livelli decimetrici calcarenitici

Da 14,00 a 20,00 ml argilla limosa sabbiosa.

Sondaggio S4: da 0,00 a 2,20 ml da p.c. argilla limosa con intercalazioni centimetriche sabbiose, frequenti clasti di ghiaia e ciottoli

Da 2,20 a 7,50 ml sabbia grossolana con ghiaia e ciottoli, frequenti livelli decimetrici calcarenitici

Da 7,50 a 11,00 ml argilla limosa sabbiosa

Da 11,00 a 20,00 ml argilla limosa sabbiosa con clasti di ghiaia.

Sondaggio S5: da 0,00 a 2,50 ml da p.c. argilla limosa più o meno sabbiosa con clasti di ghiaia e ciottoli

Da 2,50 a 10,50 ml sabbia con ghiaia e ciottoli, livelli decimetrici calcarenitici

Da 10,50 a 13,00 ml sabbia limosa

Da 13,00 a 20,00 ml argilla limosa sabbiosa.

La profondità della falda misurata in foro al termine delle operazioni di carotaggio risulta la seguente:

Sondaggio S2: 6,50 m da p.c.

Sondaggio S3: 7,20 m da p.c.

Sondaggio S4: 7,80 m da p.c.

Sondaggio S5: 10,10 m da p.c.

## **2.2 Prove S.P.T.**

All'interno dei fori di sondaggio sono state eseguite in totale N° 16 prove S.P.T.

La prova S.P.T. consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso dal fondo di un foro di sondaggio.

La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno.

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standardizzate.

Il numero di colpi ( $N_{SPT}$ ) necessario per una penetrazione del campionatore pari a 300 mm, è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione.

La prova è stata eseguita nel rispetto degli standard ASTM (D.1586-67 riapprovati nel 1974). Per l'esecuzione della prova, date le caratteristiche del terreno esaminato, è stata utilizzata la punta chiusa.

I valori di  $N_{SPT}$  così misurati sono riportati nella seguente tabella:

| Sondaggio<br>N° | PROVE S.P.T.               |                          |                 |                  |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|
|                 | N.                         | Profondità<br>m. da p.c. | Numero<br>colpi | Valore $N_{spt}$ |
| <b>S2</b>       | 1                          | 1.50 – 1.65              | 3               | 17               |
|                 |                            | 1.65 – 1.80              | 7               |                  |
|                 |                            | 1.80 – 1.95              | 10              |                  |
|                 | 2                          | 2.50 – 2.65              | 7               | 22               |
| 2.65 – 2.80     |                            | 11                       |                 |                  |
| 2.80 – 2.95     |                            | 11                       |                 |                  |
| 3               | 4.50 – 4.65                | 47<br>50/4 cm            | Rifiuto         |                  |
|                 | 4.65 – 4.80<br>4.80 – 4.95 |                          |                 |                  |
| 4               | 9.00 – 9.15                | 41<br>50/3cm             | Rifiuto         |                  |
|                 | 9.15 – 9.30                |                          |                 |                  |
|                 | 9.30 – 9.45                |                          |                 |                  |
| <b>S3</b>       | 1                          | 1.50 – 1.65              | 4               | 15               |
|                 |                            | 1.65 – 1.80              | 7               |                  |
|                 |                            | 1.80 – 1.95              | 8               |                  |
|                 | 2                          | 3.00 – 3.15              | 12              | 72               |
| 3.15 – 3.30     |                            | 24                       |                 |                  |
| 3.30 – 3.45     |                            | 48                       |                 |                  |
| 3               | 4.50 – 4.65                | 48<br>50/7cm             | Rifiuto         |                  |
|                 | 4.65 – 4.80                |                          |                 |                  |
|                 | 4.80 – 4.95                |                          |                 |                  |
| 4               | 9.00 – 9.15                | 50/3cm                   | Rifiuto         |                  |
|                 | 9.15 – 9.30                |                          |                 |                  |
|                 | 9.30 – 9.45                |                          |                 |                  |
| Sondaggio<br>N° | PROVE S.P.T.               |                          |                 |                  |
|                 | N.                         | Profondità<br>m. da p.c. | Numero<br>colpi | Valore $N_{spt}$ |
| <b>S4</b>       | 1                          | 1.50 – 1.65              | 7               | 18               |
|                 |                            | 1.65 – 1.80              | 8               |                  |
| 1.80 – 1.95     |                            | 10                       |                 |                  |
| 2               | 3.00 – 3.15                | 11                       | 36              |                  |
|                 | 3.15 – 3.30                | 13                       |                 |                  |
|                 | 3.30 – 3.45                | 23                       |                 |                  |

|           |   |   |                |         |
|-----------|---|---|----------------|---------|
|           | 3 | 4.50 – 4.65<br>4.65 – 4.80<br>4.80 – 4.95 | 11<br>12<br>15 | 27      |
|           | 4 | 9.00 – 9.15<br>9.15 – 9.30<br>9.30 – 9.45 | 8<br>10<br>10  | 20      |
| <b>S5</b> | 1 | 1.50 – 1.65<br>1.65 – 1.80<br>1.80 – 1.95 | 8<br>9<br>10   | 19      |
|           | 2 | 3.00 – 3.15<br>3.15 – 3.30<br>3.30 – 3.45 | 14<br>16<br>26 | 42      |
|           | 3 | 4.50 – 4.65<br>4.65 – 4.80<br>4.80 – 4.95 | 8<br>7<br>10   | 17      |
|           | 4 | 9.00 – 9.15<br>9.15 – 9.30<br>9.30 – 9.45 | 50/2cm         | Rifiuto |

### 2.3 Prove con Pocket Penetrometer

Il pocket penetrometer, o penetrometro tascabile, è uno strumento utilizzato in cantiere per eseguire rapide prove penetrometriche su campioni di terreno coesivo prelevati direttamente dai sondaggi.

La prova consiste nell'infiggere nel campione, a partire da una superficie ben levigata e fino alla profondità di un centimetro, una punta cilindrica misurando direttamente lo sforzo necessario per la penetrazione della stessa.

| TABELLA RIEPILOGATIVA RESISTENZA ALLA PUNTA |                |                             |
|---|----------------|-----------------------------|
| Sondaggio                                   | Profondità (m) | Resistenza alla punta (kPa) |
| S2  | 1,00           | >400                        |
|   | 1,50           | >400                        |
|   | 3,60           | >400                        |
|   | 16,50          | 350                         |
|   | 17,60          | 275                         |
|   | 19,50          | 250                         |
| Sondaggio                                   | Profondità (m) | Resistenza alla punta (kPa) |
| S3  | 0,50           | >400                        |
|   | 1,50           | >400                        |
|   | 14,50          | 150                         |
|   | 15,50          | 150                         |
|   | 16,50          | 150                         |
|   | 17,50          | 150                         |
|   | 19,50          | >400                        |

| Sondaggio | Profondità (m) | Resistenza alla punta (kPa) |
|-----------|----------------|-----------------------------|
| S4        | 0,50           | >400                        |
|           | 1,50           | >400                        |
|           | 8,50           | 300                         |
|           | 9,50           | 350                         |
|           | 12,50          | 250                         |
|           | 14,50          | 250                         |
|           | 16,50          | 250                         |
|           | 17,50          | 200                         |
|           | 18,50          | 200                         |
| Sondaggio | Profondità (m) | Resistenza alla punta (kPa) |
| S5        | 0,70           | >400                        |
|           | 13,50          | 400                         |
|           | 14,50          | >400                        |
|           | 16,50          | 250                         |
|           | 18,50          | 175                         |

## 2.4 Prelievo dei campioni

Sono stati prelevati n° 16 campioni rimaneggiati di terreno per analisi geotecniche in corrispondenza delle prove S.P.T. eseguite e N° 8 campioni indisturbati.

I campioni rimaneggiati sono stati prelevati direttamente con campionatore semplice e riposti immediatamente in sacchetti in polietilene sigillati ermeticamente e contrassegnati. I campioni indisturbati sono stati prelevati dal sottosuolo con l'utilizzo di campionatore a pressione Shelby e fustelle metalliche. Una volta prelevati, i campioni sono stati sigillati ermeticamente con paraffina e tappi di testa e di fondo, dopodiché sono stati contrassegnati con indicazione di località del prelievo, numero del sondaggio e profondità.

Sono stati, inoltre, prelevati N° 13 campioni di terreno per analisi chimiche ambientali. I campioni per analisi ambientali sono stati prelevati con campionatore semplice, selezionati mediante quartatura e riposti in contenitori in PEHD atossico, sigillati ermeticamente e contrassegnati.

I campioni per analisi chimiche sono stati consegnati ad un laboratorio chimico certificato ACCREDIA indicato dalla Committente

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei campioni prelevati.

| Sondaggio | Campioni ambientali N° | Campioni geotecnici |                 |
|-----------|------------------------|---------------------|-----------------|
|           |                        | Rimaneggiati N°     | Indisturbati N° |
| S2        | 4                      | 4                   | 2               |
| S3        | 3                      | 4                   | 2               |
| S4        | 3                      | 4                   | 2               |
| S5        | 3                      | 4                   | 2               |

### 3. ANALISI GEOELETTRICA 2D

#### 3.1 Metodologie di analisi

Nella prospezione geoelettrica si determina il parametro fisico resistività elettrica ( $r$ ), caratteristico delle formazioni che costituiscono il sottosuolo.

La resistività è un parametro indipendente dalle caratteristiche geometriche della formazione litologica cui si riferisce ed è definito come la resistenza elettrica per unità di volume.

Ogni corpo roccioso presenta un ampio campo di variabilità dei propri valori di resistività; essi dipendono dal grado di omogeneità, dal livello di alterazione e, per rocce litoidi dal grado di fratturazione. Nel caso di terreni sciolti, quali i depositi alluvionali recenti, la resistività dipende dalla granulometria, dai fluidi in essi contenuti e dal quantitativo in sali disciolti. A questa regola fanno eccezione le argille che, anche se compatte, hanno sempre valori di resistività estremamente bassi; questo è dovuto principalmente alle caratteristiche del reticolo cristallino dei minerali che le compongono ed al loro grado di saturazione.

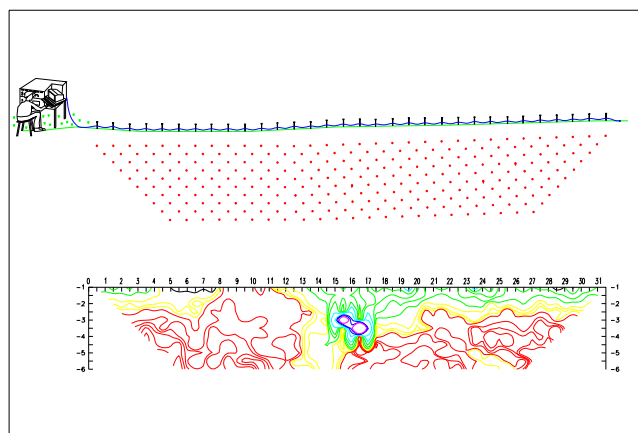


Figura 1

Le sezioni geoelettriche multipolari vengono realizzate misurando i valori della derivata

del campo elettrico in corrispondenza di un allineamento di elettrodi di misura equispaziati. Il campo elettrico viene generato da un polo di corrente posto all'interno della linea di misura, il quale viene spostato all'interno della stessa, dal primo all'ultimo elettrodo.

Le sezioni geoelettriche forniscono una sezione del terreno mediante una molteplicità di valori di resistività apparente riportabili su una maglia regolare. La resistività apparente è definita come rapporto fra differenza di potenziale al dipolo di misura e corrente immessa al polo di corrente, rapporto che viene moltiplicato per un opportuno fattore geometrico dipendente dalla posizione reciproca degli elettrodi.

Ipotesizzando di eseguire le misure su un semispazio a resistività omogenea, il fattore geometrico  $K$  è quel valore che servirebbe a fare in modo che il rapporto  $dV/I \cdot K$  fosse esattamente uguale al valore di resistività del semispazio. Variando  $dV/I$  per i diversi dipoli,  $K$  è un valore che dipende solo dalla posizione degli elettrodi.

### **Descrizione dell'attrezzatura**

L'acquisizione dei dati viene gestita completamente da una apposita strumentazione in grado di acquisire i necessari canali simultaneamente e di comandare automaticamente l'inversione della corrente.

Lo strumento di misura che utilizziamo è estremamente veloce e dotato di una dinamica molto ampia. Per alcuni aspetti è oggettivamente unico.

Questi aspetti sono:

- Sottrazione analogica del potenziale di contatto e di quello naturale, prima dell'amplificazione e del campionamento e per tutti i canali simultanei che vengono acquisiti. Ciò consente di ottimizzare l'utilizzo degli amplificatori analogici.
- Acquisizione simultanea di un quantitativo teoricamente illimitato di dipoli di potenziale. Ciò consente di misurare in un solo ciclo di corrente tutte le coppie di elettrodi di misura programmate. Una sezione standard a 48 elettrodi viene acquisita in pochi minuti ed è costituita da più di 800 misure di resistività valide e non equivalenti
- Immissione automatica nel terreno di corrente controllata. Ciò consente di energizzare il suolo con cicli simmetrici e aumenta la stabilità delle misure in condizioni di instabilità dei contatti.



Caratteristiche tecniche:

- Potenza = 300 W
- Massima corrente 1,5 A
- Massima differenza di potenziale misurabile = 10.000 mV
- Minimo potenziale misurabile 0,005 mV
- Dinamica equivalente 22 bit

### **Descrizione del dispositivo elettrodico**

Il dispositivo elettrodico che più si adatta e meglio sfrutta le potenzialità dello strumento di misura è quello polo-dipolo.

Questo dispositivo prevede l'immissione di corrente in un solo polo interno alla stesa e l'acquisizione di tutto il campo che si crea lungo l'allineamento elettrodico. Verrà quindi misurato il campo sugli elettrodi disposti prima del polo di corrente e anche quello sugli elettrodi disposti dopo. Da queste misure si ricavano due sezioni di resistività apparente diverse, ciascuna costituita da circa 400 misure, ma relative allo stesso terreno indagato. Il programma di elaborazione quindi tratterà questi dati come un tutt'uno. Tutti questi dati vengono acquisiti con sole 48 diverse energizzazioni.

I vantaggi del dispositivo polo-dipolo sono:

- 1) il segnale è più forte di quello misurato nell'equivalente dipolo-dipolo (ove il campo elettrico a distanza decresce come  $1/R^3$ ) ed è solo la metà dell'equivalente Schlumberger.
- 2) E' un sistema asimmetrico più sensibile alle variazioni laterali rispetto ai sistemi simmetrici (Wenner o Schlumberger)
- 3) Consente di ricostruire facilmente l'equivalente sistema simmetrico ove questo fosse richiesto.
- 4) A differenza dei sistemi simmetrici consente di misurare simultaneamente i canali MN e di sfruttare appieno la velocità dello strumento
- 5) Consente di avere sempre un elettrodo a bassa resistenza comune a tutte le misure. Questo elettrodo di corrente detto "polo all'infinito" può essere posizionato a distanza nel posto più adatto.

La sezione ottenuta consente quindi il miglior dettaglio possibile nella definizione di una sezione elettrica del sottosuolo ed è validamente utilizzabile per ubicare cavità, cunicoli, anomalie laterali e presenza di inquinanti nonché ogni genere di anomalia

elettrica del terreno sia verticale che orizzontale.

Ciascuno degli asterischi riportati in figura 1 corrisponde ad una diversa misura di resistività del sottosuolo, ottenuta da una diversa coppia di dipoli di misura e da diverse posizioni del polo di corrente.

I dati di resistività apparente vengono quindi elaborati con un apposito programma in grado di ricostruire i valori reali di resistività per inversione numerica 2D. (Res2Dinv)

Nel caso specifico di queste indagini è stato utilizzato il dispositivo elettrodico polo-dipolo. In particolare, per ogni posizione del picchetto di corrente (in tutto 48) sono stati acquisiti non meno di 13 valori di resistività apparente su 13 dipoli MN di misura.

Lo schema di acquisizione viene applicato sia per i dipoli a progressive maggiori del polo di corrente sia per i dipoli a progressive minori, per un totale massimo di 20 misure per polo di corrente.

### **Descrizione degli allegati**

Le tavole grafiche allegate, relative alle sezioni 2D, illustrano i risultati delle indagini nel rispetto della seguente modalità rappresentativa:

La prima sezione in alto a sinistra rappresenta le resistività apparenti calcolate dal modello di resistività reali posto in centro tavola. Il modello delle resistività reali è il risultato dell'inversione numerica dei dati sperimentali.

La seconda sezione in alto a destra illustra i valori di tutte le resistività apparenti effettivamente misurate, quindi i dati sperimentali di cui si è detto.

In corrispondenza di ciascuna di queste misure è anche graficata una piccola croce bianca. Si notano parecchi livelli di dati a profondità diverse e logaritmicamente crescenti.

La più o meno perfetta coincidenza della prima e della seconda sezione corrisponde graficamente all'errore "rms" di inversione.

La terza sezione, centrale nell'allegato, costituisce il risultato finale della procedura di inversione che, a partire dalle resistività apparenti misurate, produce una sezione di resistività reali.

La quarta ed ultima sezione in basso riporta l'interpretazione stratigrafica della sezione di resistività reali. In questo caso l'interpretazione più opportuna corrisponde alla semplificazione del modello numerico continuo tramite superfici delimitate con retini di diverso colore.

### **3.2 Risultati e conclusioni**

Tra le Tavole Tecniche è riportata la planimetria delle indagini eseguite con l'ubicazione delle sezioni geoelettriche. Per ciascuna, in posizione iniziale e finale, vengono indicati il primo e l'ultimo elettrodo e, in posizione centrale, il nome della sezione stessa.

In allegato la sezione interpretata viene illustrata secondo la modalità rappresentativa descritta nel paragrafo precedente. Il grafico in basso nell'allegato illustra i risultati ottenuti mediante una delimitazione dei vari strati di terreno presenti, secondo la relativa legenda presente nell'allegato.

La sezione GEO1 è stata eseguita con N° 2 stese parzialmente sovrapposte ed elaborate insieme con la tecnica roll-over.

L'indagine geoelettrica ha consentito di evidenziare con chiarezza ed adeguata precisione l'estensione e lo spessore degli orizzonti stratigrafici principali, raggiungendo l'obiettivo dell'indagine.

Le stese geoelettriche eseguite mettono in evidenza la presenza di un orizzonte limoso e argilloso superficiale, un orizzonte intermedio limoso e sabbioso con intercalazioni calcarenitiche e un successivo orizzonte profondo costituito nuovamente da terreni limosi e argillosi.

### **4. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

Sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio N° 5 campioni indisturbati e N° 5 campioni rimaneggiati.

I campioni di terreno sottoposti ad analisi sono stati catalogati e su di essi, date le caratteristiche degli stessi e secondo le indicazioni della Committenza, sono state eseguite le analisi granulometriche, la determinazione delle caratteristiche fisiche, la determinazione della densità relativa e la prova di taglio diretta consolidata drenata con scatola di Casagrande.

Le prove sono eseguite secondo le normative vigenti dal nostro laboratorio terre autorizzato per il Settore "A" dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto 0000011 del 13/02/2017 secondo l'art. 59 del DPR n. 380/2001 circolare 7618 STC 2010.

## **TAVOLE TECNICHE**

N° 2 FOGLI PLANIMETRICI

N° 4 FOGLI STRATIGRAFICI

N° 16 FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI



*Ubicazione planimetrica delle indagini relative ai sondaggi S2 e S3*

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Committente: TECHFEM S.P.A.         | Sondaggio: S2       |
| Riferimento: BRINDISI               | Data: 03-04/09/2019 |
| Coordinate:                         | Quota:              |
| Perforazione: a carotaggio continuo |                     |

SCALA 1 :125

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

| o<br>mm | R<br>v | prove<br>in<br>foro | Campioni                | Cass.<br>RP | Standard Penetration Test |           | N<br>Pt | metri<br>barr. | LITOLOGIA | prof<br>m  | DESCRIZIONE |
|---------|--------|---------------------|-------------------------|-------------|---------------------------|-----------|---------|----------------|-----------|--|-------------|
|         |        |                     |                         |             | m                         | S.P.T.    |         |                |           |  |             |
|         |        |                     | 1) Dis < 0,05<br>1,00   | >400        |                           |           |         |                | 0,80      | Argilla limosa sabbiosa marrone scuro.   |             |
|         |        |                     | 2) Rim < 1,50<br>2,00   | >400        | 1,5                       | 3-7-10    | 17      | A              | 1,70      | Argilla limosa sabbiosa marrone e ocra.  |             |
|         |        |                     | 3) She < 2,00<br>2,50   |             |                           |           |         |                | 2,00      | Argilla limosa marrone chiaro con ghiaia.  |             |
|         |        |                     | 4) Dis < 2,50<br>3,00   | 1           | 2,5                       | 7-11-11   | 22      | A              | 2,50      | Prelievo di campione indisturbato.   |             |
|         |        |                     |                         | >400        |                           |           |         |                |           | Argilla limosa più o meno sabbiosa marrone chiaro con ghiaia.                                |             |
|         |        |                     | 5) She < 4,00<br>4,50   |             | 4,5                       | 47-50/4cm | Rif     | A              | 4,00      | Prelievo di campione indisturbato.   |             |
|         |        |                     | 6) Rim < 4,50<br>5,00   |             |                           |           |         |                | 4,50      | Sabbia grossolana gialla con frequenti livelli decimetrici calcarenitici, ghiaia e ciottoli. |             |
|         |        |                     |                         | 2           |                           |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     | 7) Dis < 8,00<br>9,00   |             | 9,0                       | 41-50/3cm | Rif     | A              |           |  |             |
|         |        |                     | 8) Rim < 9,00<br>9,50   |             |                           |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     | 9) Dis < 11,00<br>13,00 | 3           |                           |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     |                         |             | 250                       |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     |                         | 4           |                           |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     |                         |             | 350                       |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     |                         |             | 275                       |           |         |                |           |  |             |
|         |        |                     |                         |             |                           |           |         |                | 15,40     | Argilla limosa a tratti sabbiosa grigia con qualche clasto di ghiaia.                        |             |
| 101     |        |                     |                         |             |                           |           |         |                | 20,00     |  |             |

Terreno conservato in N° 4 cassette catalogatrici.  
 Foto delle cassette catalogatrici.  
 Prelievo di N° 3 campioni per analisi chimiche e N° 6 campioni per analisi geotecniche.  
 Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.





Cassetta 1 metri 0,00 – 5,00

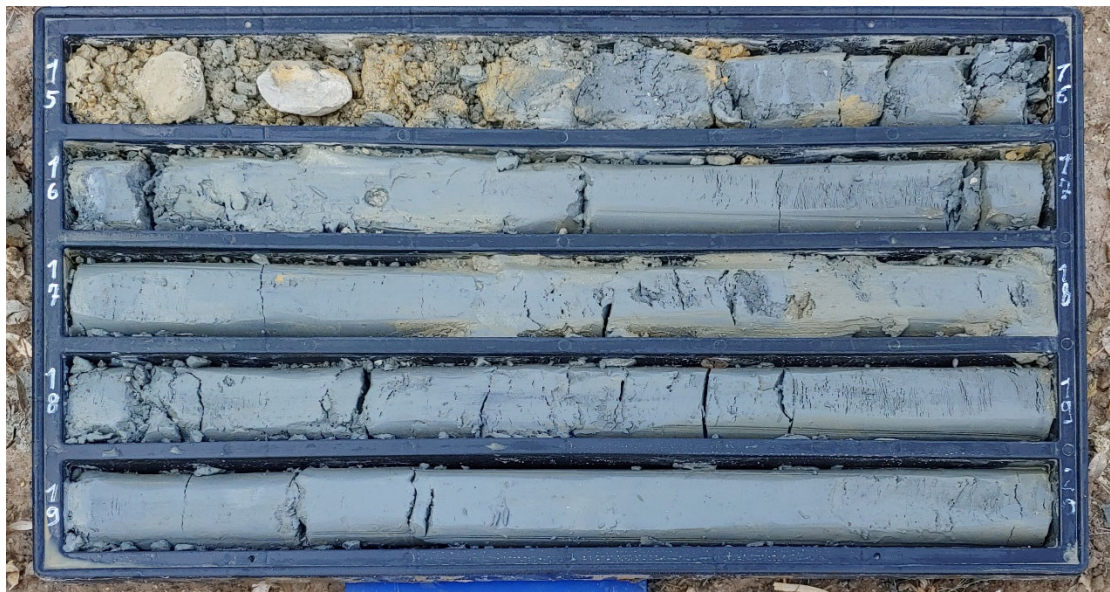


Cassetta 2 metri 5,00 – 10,00





Cassetta 3 metri 10,00 – 15,00



Cassetta 4 metri 15,00 – 20,00



|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Committente: TECHFEM S.P.A.         | Sondaggio: S3       |
| Riferimento: BRINDISI               | Data: 04-05/09/2019 |
| Coordinate:                         | Quota:              |
| Perforazione: a carotaggio continuo |                     |

SCALA 1 :125

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

| o<br>mm | R<br>v | prove<br>in<br>foro | Campioni                | Cass | RP   | Standard Penetration Test |           | N   | Rt | metri<br>barr. | APz | LITOLOGIA | prof<br>m | DESCRIZIONE   |
|---------|--------|---------------------|-------------------------|------|------|---------------------------|-----------|-----|----|----------------|-----|-----------|-----------|---|
|         |        |                     |                         |      |      | m                         | S.P.T.    |     |    |                |     |           |           |   |
|         |        |                     | 1) Dis < 0,05<br>1,00   |      | >400 |                           |           |     |    |                |     |           |           | Argilla debolmente limosa marrone scuro con intercalazioni centimetriche sabbiose, qualche clasto di ghiaia nei livelli più superficiali. |
|         |        |                     | 2) Rim < 1,50<br>2,00   |      | >400 | 1,5                       | 4-7-8     | 15  | C  | 1              |     |           |           |   |
|         |        |                     | 3) She < 2,00<br>2,50   |      |      |                           |           |     |    | 2              |     | 2,00      |           |   |
|         |        |                     | 4) She < 3,00<br>3,50   | 1    |      | 3,0                       | 12-24-48  | 72  | C  | 3              |     | 2,50      |           | Prelievo di campione indisturbato.  |
|         |        |                     | 5) Rim < 4,50<br>5,00   |      |      | 4,5                       | 48-50/7cm | Rif | C  | 4              |     |           |           | Sabbia debolmente limosa gialla con ghiaia e ciottoli, frequenti livelli decimetrici di calcarenite.                                      |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |           |     |    | 5              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |           |     |    | 6              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |           |     |    | 7              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         | 2    |      |                           |           |     |    | 8              |     |           |           |   |
|         |        |                     | 6) Dis < 8,00<br>9,00   |      |      | 9,0                       | 50/3cm    | Rif | C  | 9              |     |           |           |   |
|         |        |                     | 7) Rim < 9,00<br>9,50   |      |      |                           |           |     |    | 10             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |           |     |    | 11             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |           |     |    | 12             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         | 3    |      |                           |           |     |    | 13             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |           |     |    | 14             |     | 14,00     |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      | 150                       |           |     |    | 15             |     |           |           | Argilla limosa sabbiosa grigia con gusci calcarei.  |
|         |        |                     |                         |      |      | 150                       |           |     |    | 16             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      | 150                       |           |     |    | 17             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |      |      | 150                       |           |     |    | 18             |     | 18,00     |           |   |
|         |        |                     |                         | 4    |      |                           |           |     |    | 19             |     | 18,50     |           | Prelievo di campione indisturbato.  |
|         |        |                     | 9) She < 18,00<br>18,50 |      |      |                           |           |     |    | 20             |     | 20,00     |           | Argilla limosa sabbiosa grigia con gusci calcarei.  |
| 101     |        |                     |                         |      | >400 |                           |           |     |    |                |     |           |           |   |

Terreno conservato in N° 4 cassette catalogatrici.  
 Foto delle cassette catalogatrici.  
 Prelievo di N° 3 campioni per analisi chimiche e N° 6 campioni per analisi geotecniche.  
 Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.



Cassetta 1 metri 0,00 – 5,00

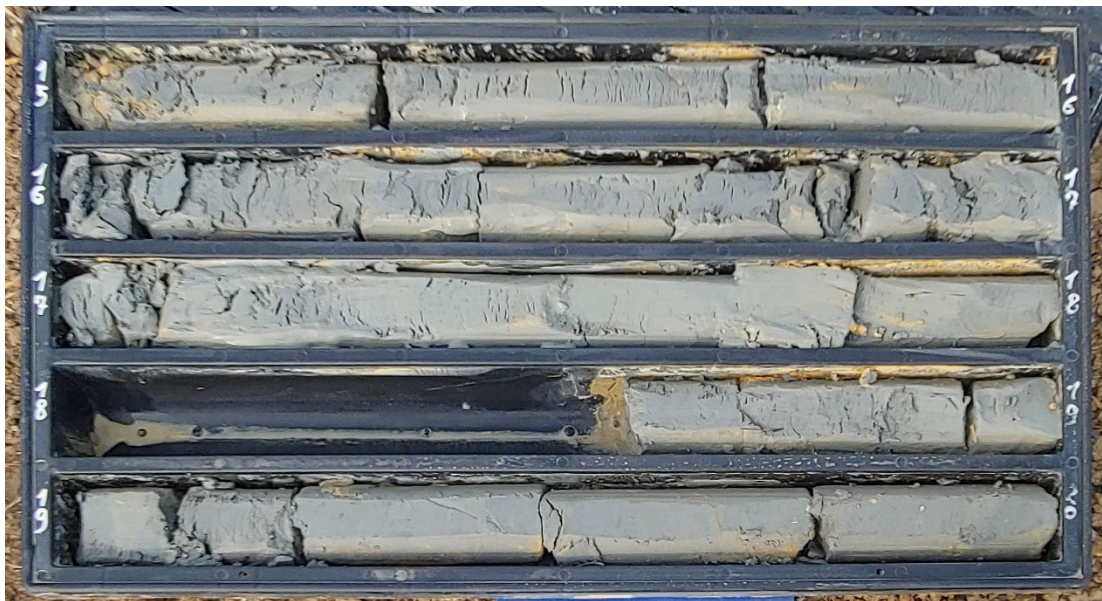


Cassetta 2 metri 5,00 – 10,00





Cassetta 3 metri 10,00 – 15,00



Cassetta 4 metri 15,00 – 20,00





*Ubicazione planimetrica delle indagini relative ai sondaggi S4 e S5*

|                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| Committente: TECHFEM S.P.A.         | Sondaggio: S4    |
| Riferimento: BRINDISI               | Data: 07/09/2019 |
| Coordinate:                         | Quota:           |
| Perforazione: a carotaggio continuo |                  |

SCALA 1 :125

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

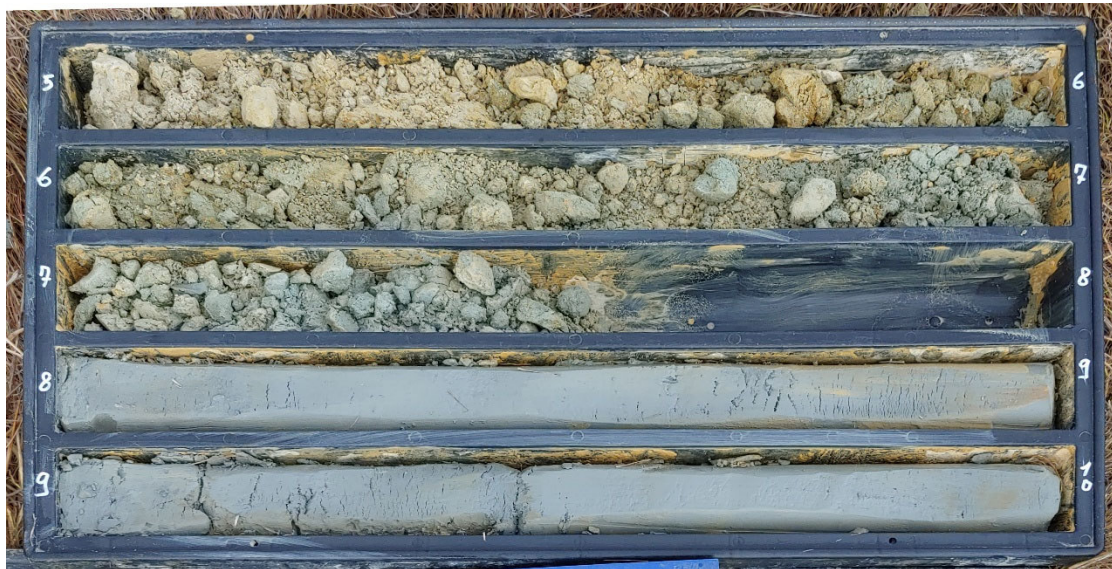
| o<br>mm | R<br>v | prove<br>in<br>foro | Campioni                | Cass.    | RP  | Standard Penetration Test |        | N | P | metri<br>barr. | APz | LITOLOGIA | prof<br>m | DESCRIZIONE   |
|---------|--------|---------------------|-------------------------|----------|-----|---------------------------|--------|---|---|----------------|-----|-----------|-----------|---|
|         |        |                     |                         |          |     | m                         | S.P.T. |   |   |                |     |           |           |   |
|         |        |                     | 1) Dis < 0,05<br>1,00   |          |     |                           |        |   |   |                |     |           |           | Argilla limosa marrone scuro con intercalazioni centimetriche sabbiose ocra, frequenti clasti di ghiaia e ciottoli. |
|         |        |                     | 2) Rim < 1,50<br>2,00   |          | 1,5 | 7-8-10                    | 18     | C |   | 1              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         | <b>1</b> |     |                           |        |   |   |                |     |           |           |   |
|         |        |                     | 3) Rim < 3,00<br>3,50   |          | 3,0 | 11-13-23                  | 36     | C |   | 2              |     |           | 2,20      | Sabbia limosa gialla con ciottoli e trovanti, livelli calcarenitici.  |
|         |        |                     | 4) Rim < 4,50<br>5,00   |          | 4,5 | 11-12-15                  | 27     | C |   | 3              |     |           | 4,00      | Sabbia con ghiaia e ciotoli.  |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 4              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 5              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 6              |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 7              |     |           |           |   |
|         |        |                     | 5) She < 7,50<br>8,00   | <b>2</b> |     |                           |        |   |   | 7              |     |           | 7,50      |   |
|         |        |                     | 6) Dis < 8,00<br>9,00   |          |     |                           |        |   |   | 8              |     |           | 8,00      | Prelievo di campione indisturbato.  |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 9              |     |           |           | Argilla limosa sabbiosa grigia.   |
|         |        |                     | 7) Rim < 9,00<br>9,50   |          | 9,0 | 8-10-10                   | 20     | C |   | 10             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 11             |     |           |           |   |
|         |        |                     | 8) She < 10,50<br>11,10 |          |     |                           |        |   |   | 11             |     |           | 10,50     | Prelievo di campione indisturbato.  |
|         |        |                     | 9) Dis < 11,00<br>13,00 |          |     |                           |        |   |   | 12             |     |           | 11,10     | Argilla limosa sabbiosa grigia con qualche raro clasto di ghiaia e gusci calcarei.                                  |
|         |        |                     |                         | <b>3</b> | 250 |                           |        |   |   | 13             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 14             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 15             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          | 300 |                           |        |   |   | 16             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 17             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         | <b>4</b> | 260 |                           |        |   |   | 18             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          | 200 |                           |        |   |   | 19             |     |           |           |   |
|         |        |                     |                         |          | 200 |                           |        |   |   | 20             |     |           |           |   |
| 101     |        |                     |                         |          |     |                           |        |   |   | 20             |     |           | 20,00     |   |

Terreno conservato in N° 4 cassette catalogatrici.  
 Foto delle cassette catalogatrici.  
 Prelievo di N° 3 campioni per analisi chimiche e N° 6 campioni per analisi geotecniche.  
 Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.



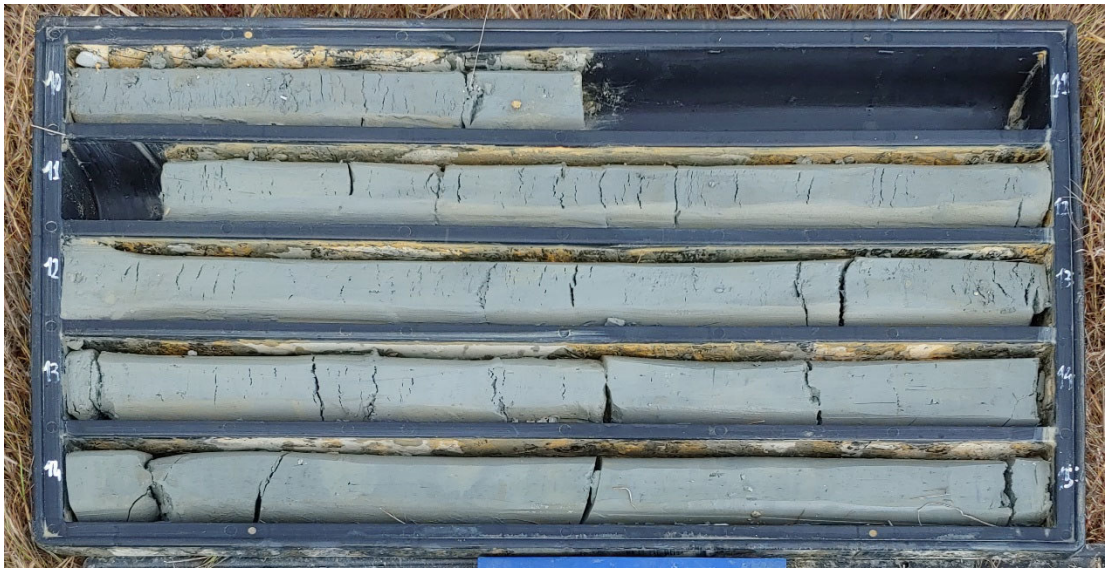


Cassetta 1 metri 0,00 – 5,00

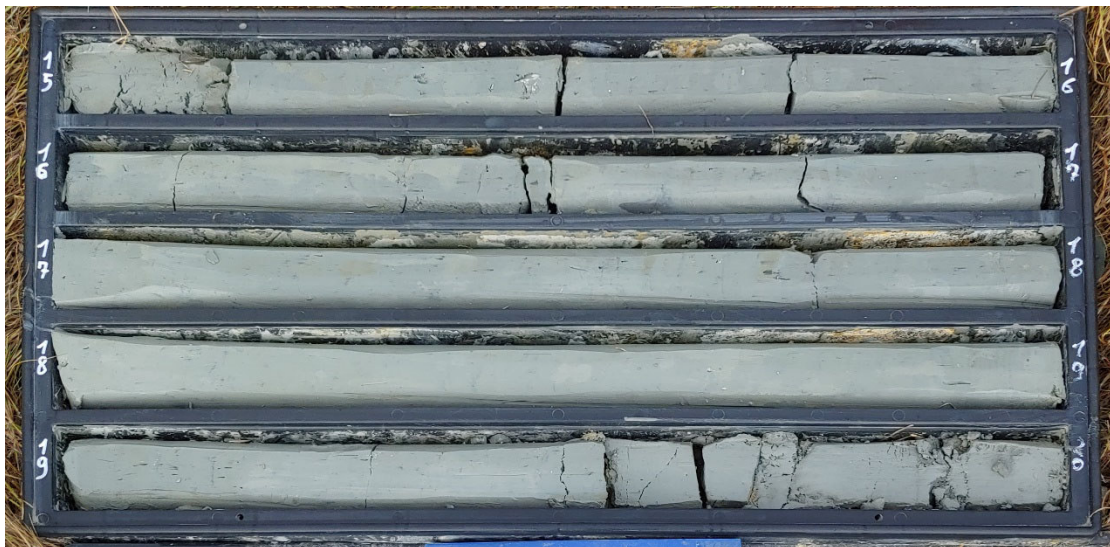


Cassetta 2 metri 5,00 – 10,00





Cassetta 3 metri 10,00 – 15,00



Cassetta 4 metri 15,00 – 20,00

|                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| Committente: TECHFEM S.P.A.         | Sondaggio: S5    |
| Riferimento: BRINDISI               | Data: 10/09/2019 |
| Coordinate:                         | Quota:           |
| Perforazione: a carotaggio continuo |                  |

SCALA 1 :125

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

| o<br>mm | R<br>v | prove<br>in<br>foro | Campioni                | Cass | RP   | Standard Penetration Test |          | N   | Rif | metri<br>barr. | APz | LITOLOGIA | prof<br>m | DESCRIZIONE  |
|---------|--------|---------------------|-------------------------|------|------|---------------------------|----------|-----|-----|----------------|-----|-----------|-----------|--|
|         |        |                     |                         |      |      | m                         | S.P.T.   |     |     |                |     |           |           |  |
|         |        |                     | 1) Dis < 0,05<br>1,00   |      | >400 |                           |          |     |     |                |     |           |           | Argilla limosa più o meno sabbiosa marrone scuro con clasti di ghiaia e ciottoli.      |
|         |        |                     | 2) Rim < 1,50<br>2,00   |      |      | 1,5                       | 8-9-10   | 19  | C   |                |     |           | 2,00      |  |
|         |        |                     | 3) She < 2,50           |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 2,50      | Prelievo di campione indisturbato.   |
|         |        |                     | 4) Rim < 3,00<br>3,50   | 1    |      | 3,0                       | 14-16-26 | 42  | C   |                |     |           | 3,00      | Sabbia molto addensata marrone rossiccia con ghiaia e ciottoli, livelli calcarenitici. |
|         |        |                     | 5) Rim < 4,50<br>5,00   |      |      | 4,5                       | 8-7-10   | 17  | C   |                |     |           | 4,50      |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 5,00      |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 6,00      | Sabbia debolmente limosa gialla con ghiaia e ciottoli, livelli calcarenitici.          |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 7,00      |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 8,00      |  |
|         |        |                     | 6) Dis < 8,00<br>9,00   | 2    |      |                           |          |     |     |                |     |           | 8,00      |  |
|         |        |                     | 7) Rim < 9,00<br>9,50   |      |      | 9,0                       | 50/2cm   | Rif | C   |                |     |           | 9,00      |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 10,00     |  |
|         |        |                     | 8) Dis < 11,00<br>13,00 | 3    |      |                           |          |     |     |                |     |           | 10,50     | Sabbia limosa grigia con gusci calcarei.   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 11,00     |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 12,00     |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 13,00     | Argilla limosa sabbiosa grigia.  |
|         |        |                     |                         |      | 400  |                           |          |     |     |                |     |           | 14,00     |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 15,00     |  |
|         |        |                     | 9) She < 15,00<br>15,50 |      | >400 |                           |          |     |     |                |     |           | 15,00     | Prelievo di campione indisturbato.   |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 15,50     | Argilla limosa sabbiosa grigio chiara a tratti ocrea.                                  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 16,00     |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 17,00     |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 18,00     |  |
|         |        |                     |                         |      |      |                           |          |     |     |                |     |           | 19,00     |  |
| 101     |        |                     |                         | 4    |      | 175                       |          |     |     |                |     |           | 20,00     |  |

Terreno conservato in N° 4 cassette catalogatrici.  
 Foto delle cassette catalogatrici.  
 Prelievo di N° 3 campioni per analisi chimiche e N° 6 campioni per analisi geotecniche.  
 Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.





Cassetta 1 metri 0,00 – 5,00



Cassetta 2 metri 5,00 – 10,00





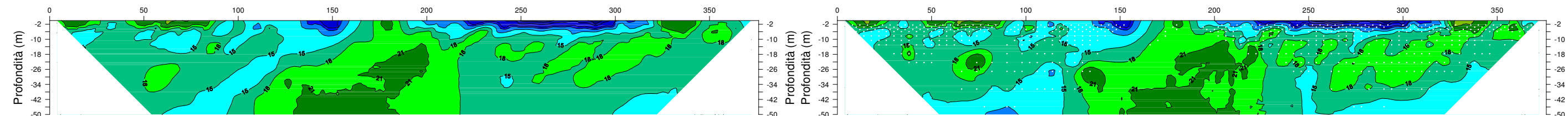
Cassetta 3 metri 10,00 – 15,00



Cassetta 4 metri 15,00 – 20,00

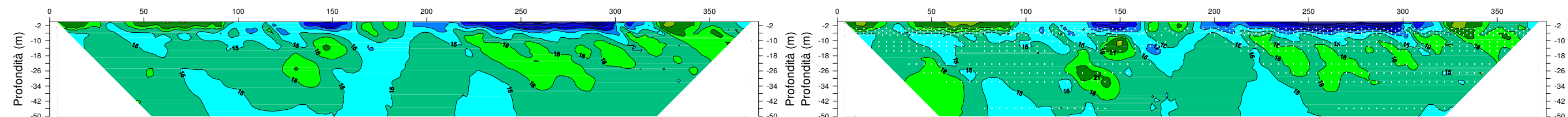
# **ALLEGATO 1**

**N° 4 SEZIONI GEOELETTRICHE**



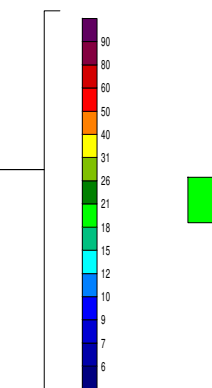
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti

Resistività apparenti misurate - dipoli diretti




Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi

Resistività apparenti misurate - dipoli inversi





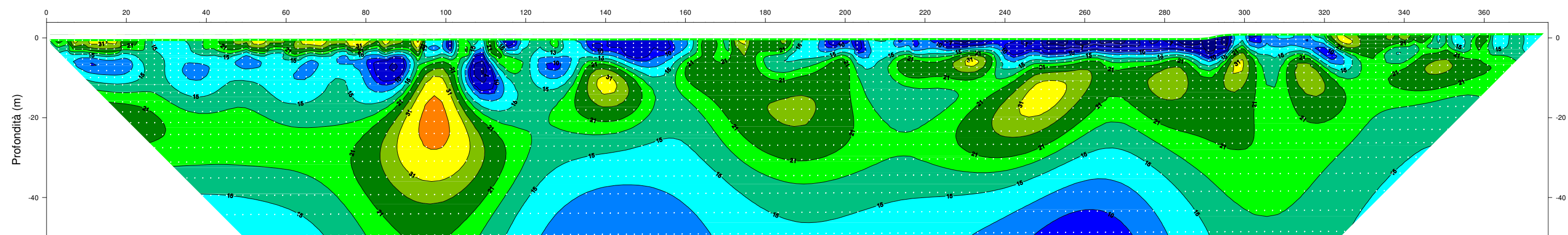
Resistività (ohm\*m)

 Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

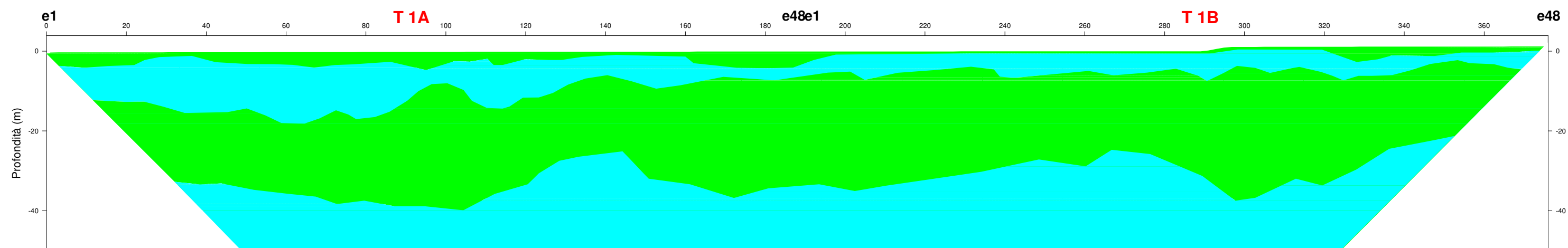
Strumento: EEG AL48b  
 Elettrodi: 48  
 Energizzazione: 200W  
 Elaborazione 2D: Res2dInv  
 Valori di resistività validi = 1320  
 Errore di inversione (res.) = 6,6%

**LEGENDA**

-  Unità molto conduttiva, costituita prevalentemente da argille e limi
-  Unità conduttiva, costituita probabilmente da limi e sabbie limose



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività



**INDAGINE GEOELETTRICA**

**TECHFEM S.P.A.**

**BRINDISI**

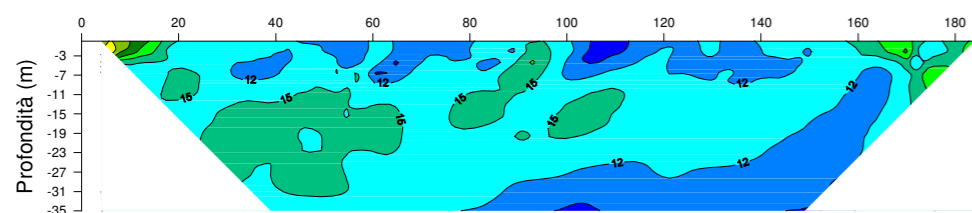
**ALL.TO CENTRALE ENEL BRINDISI SUD**

**SEZIONI GEOELETTRICHE 2D  
 SEZIONE GEO1**

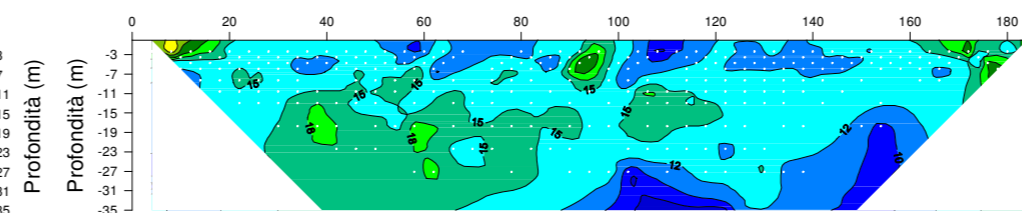
All.1/a

Settembre 2019

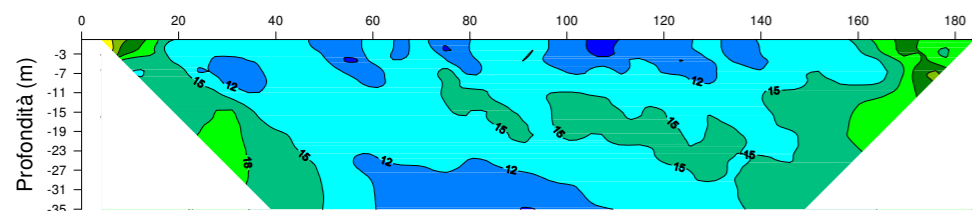




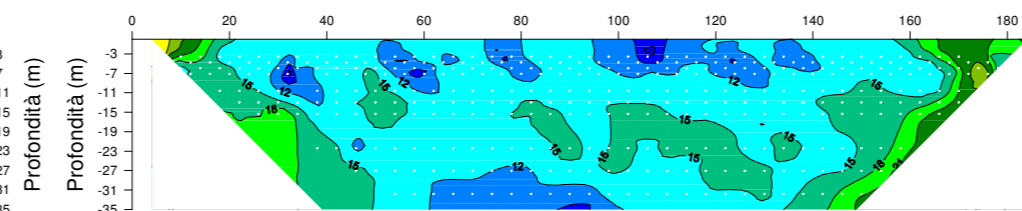
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



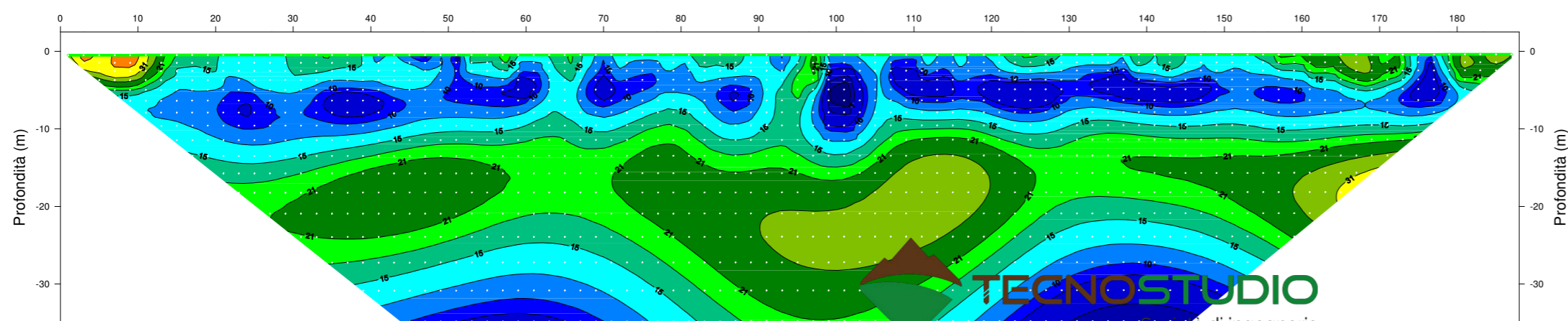
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



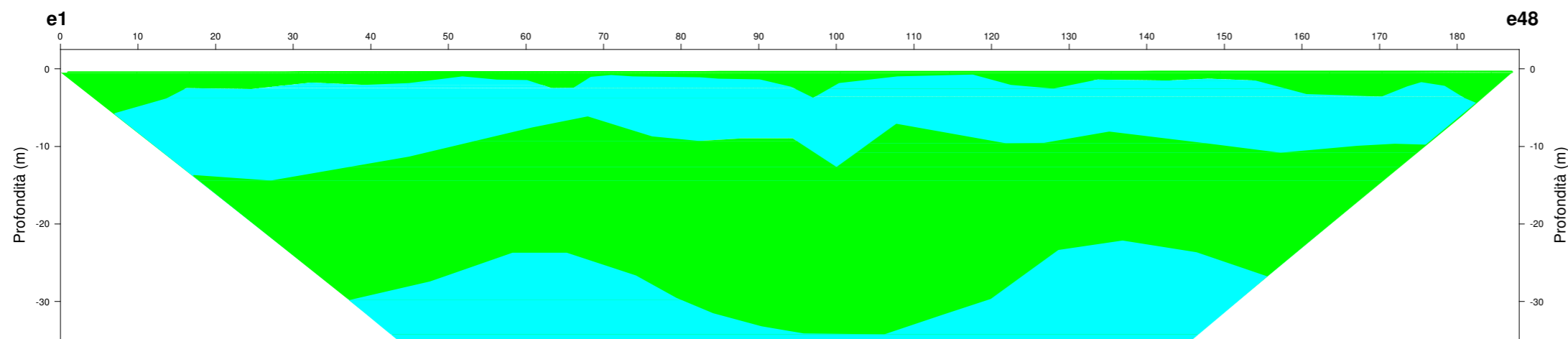
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



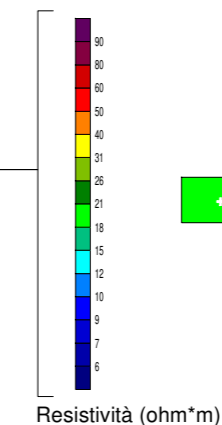
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività





Resistività (ohm\*m)

Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

Strumento: EEG AL48b  
 Elettrodi: 48  
 Energizzazione: 200W  
 Elaborazione 2D: Res2dInv  
 Valori di resistività validi = 695  
 Errore di inversione (res.) = 9,2%

### LEGENDA

-  Unità molto conduttiva, costituita prevalentemente da argille e limi
-  Unità conduttiva, costituita probabilmente da limi e sabbie limose



**INDAGINE GEOELETTRICA**

**TECHFEM S.P.A.**

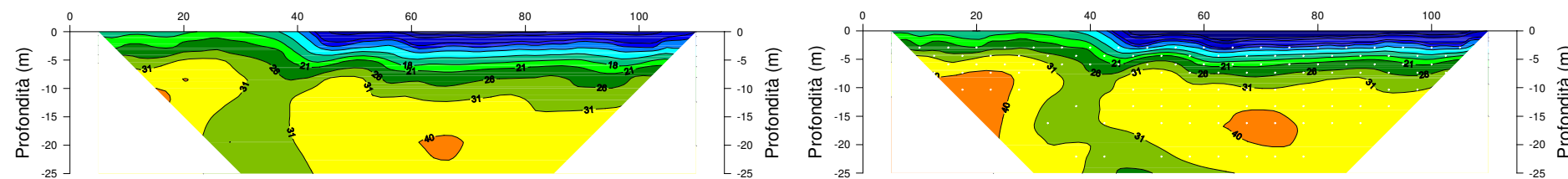
**BRINDISI**

**ALL.TO CENTRALE ENEL BRINDISI SUD**

**SEZIONI GEOELETTRICHE 2D  
 SEZIONE GEO2**

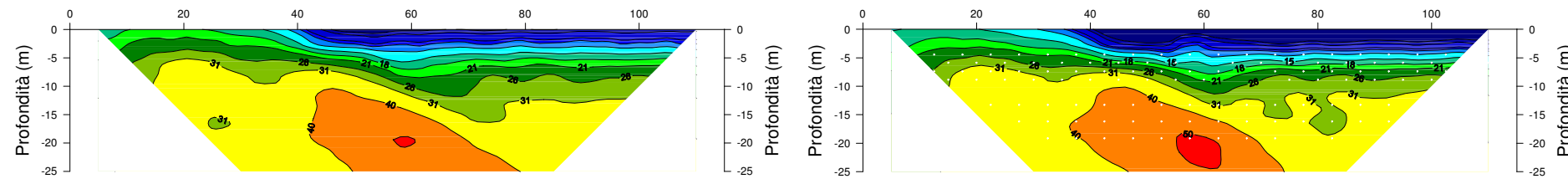
All.1/b

Settembre 2019



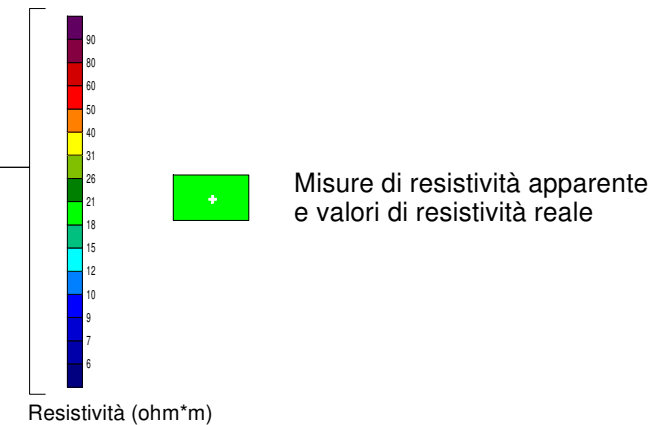
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti

Resistività apparenti misurate - dipoli diretti





Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi

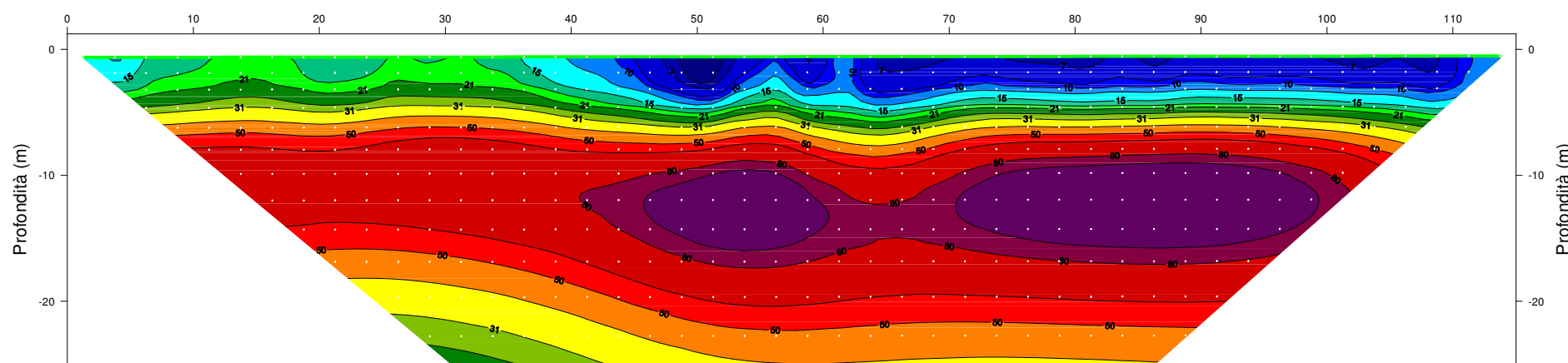
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



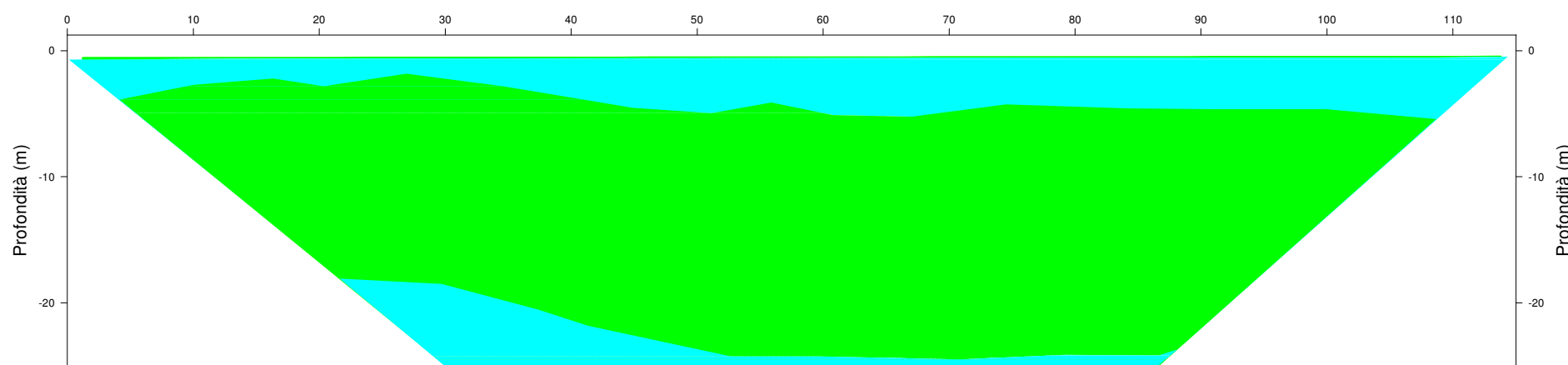
Strumento: EEG AL48b  
 Elettrodi: 48  
 Energizzazione: 200W  
 Elaborazione 2D: Res2dInv  
 Valori di resistività validi = 261  
 Errore di inversione (res.) = 7,7%

**LEGENDA**

-  Unità molto conduttiva, costituita prevalentemente da argille e limi
-  Unità moderatamente resistiva, costituita da sabbie con orizzonti calcarenitici



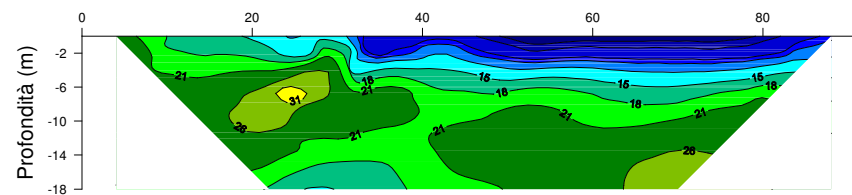
Modello di resistività reali del terreno



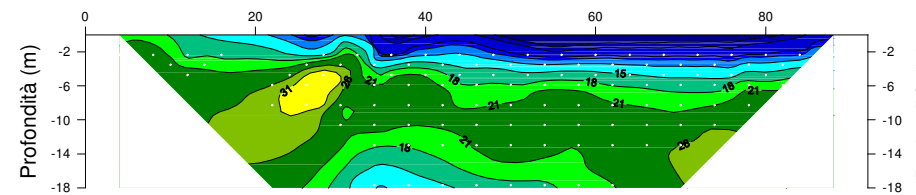
Interpretazione del modello di resistività



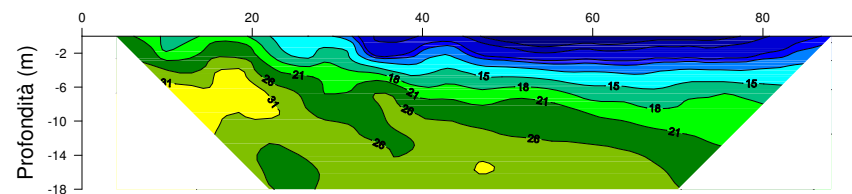
|  |                |  |
|--|----------------|--|
| <b>INDAGINE GEOELETTRICA</b>             |                |  |
| <b>TECHFEM S.P.A.</b>                    |                |  |
| <b>BRINDISI</b>                          |                |  |
| <b>ALL.TO CENTRALE ENEL BRINDISI SUD</b> |                |  |
| <b>SEZIONI GEOELETTRICHE 2D</b>          |                |  |
| <b>SEZIONE GEO3</b>                      |                |  |
| All.1/c                                  | Settembre 2019 |  |



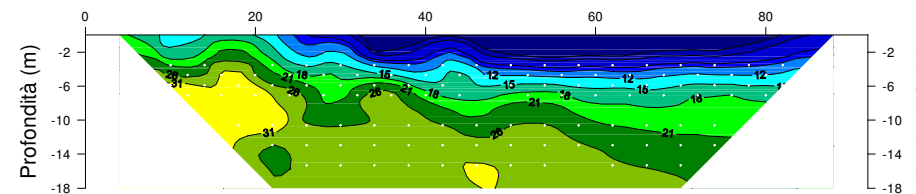
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



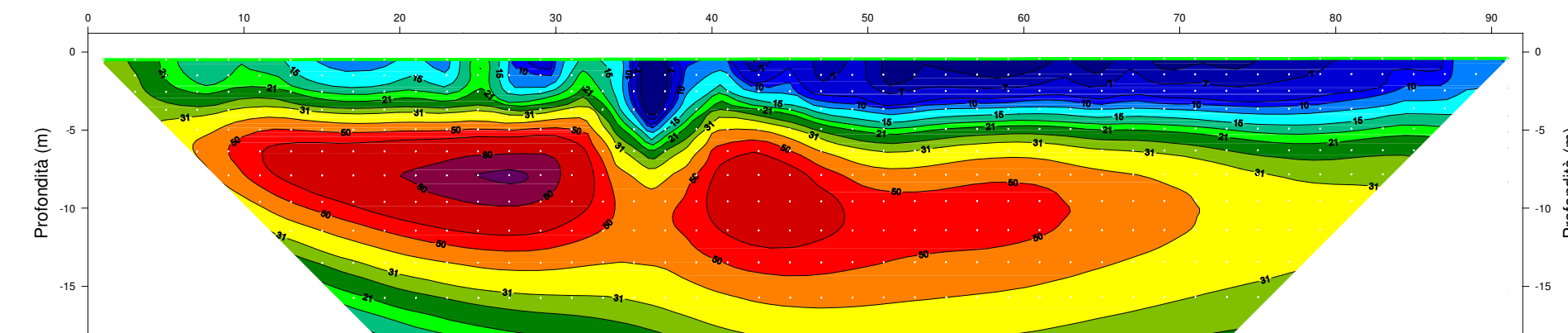
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



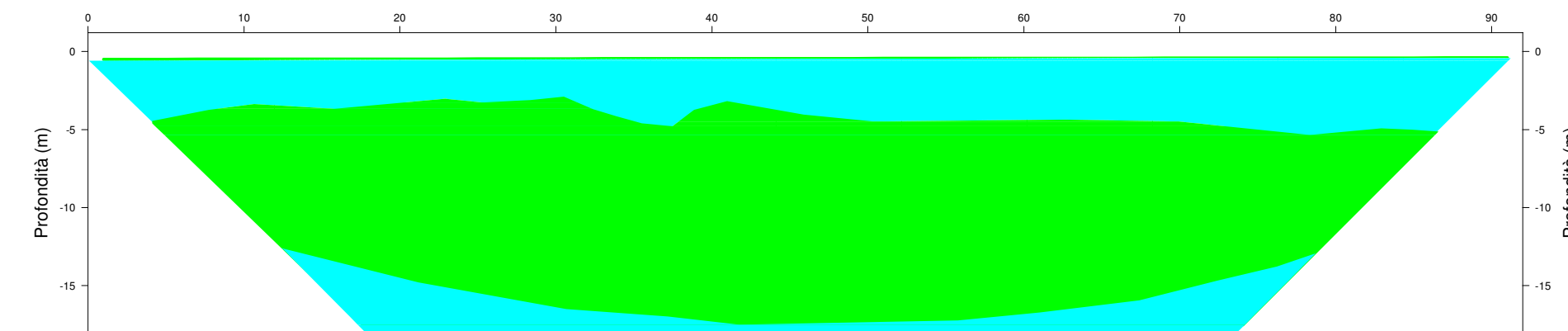
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



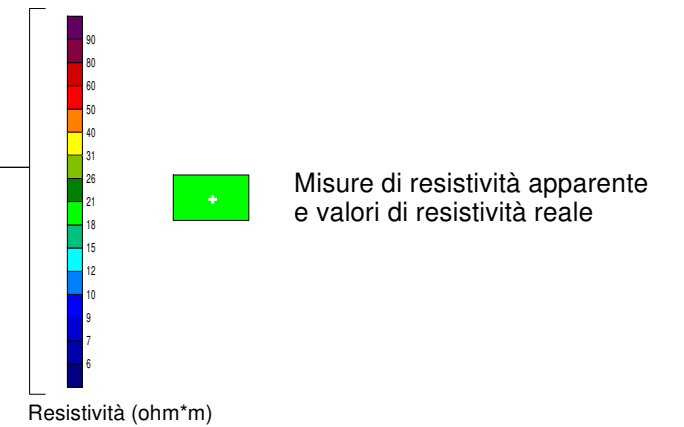
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno





Interpretazione del modello di resistività



Strumento: EEG AL48b  
 Elettrodi: 48  
 Energizzazione: 200W  
 Elaborazione 2D: Res2dInv  
 Valori di resistività validi = 257  
 Errore di inversione (res.) = 7,1%

**LEGENDA**

-  Unità molto conduttiva, costituita prevalentemente da argille e limi
-  Unità moderatamente resistiva, costituita da sabbie con orizzonti calcarenitici



**INDAGINE GEOELETTRICA**

**TECHFEM S.P.A.**

**BRINDISI**

**ALL.TO CENTRALE ENEL BRINDISI SUD**

**SEZIONI GEOELETTRICHE 2D  
 SEZIONE 4**

All.1/d

Settembre 2019

# **ALLEGATO 2**

**N° 75 CERTIFICATI LABORATORIO GEOTECNICO**



COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: ci1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale      | 14,4  | %                 |
| Peso di volume        | 19,2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco  | 16,8  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo | 20,4  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico        | 26,7  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti      | 0,589 |                   |
| Porosità              | 37,1  | %                 |
| Grado di saturazione  | 66,5  | %                 |

### LIMITI DI CONSISTENZA

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 45,3 | % |
| Limite di plasticità   | 20,9 | % |
| Indice di plasticità   | 24,4 | % |
| Indice di consistenza  | 1,27 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 2,0  | % |
| Sabbia  | 41,0 | % |
| Limo    | 15,0 | % |
| Argilla | 42,0 | % |

### TAGLIO DIRETTO

|                            |      |     |
|----------------------------|------|-----|
| Coesione:                  | 17,3 | kPa |
| Angolo di attrito interno: | 14,4 | °   |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR TD | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE   |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|--|
|                                   | 0  |           |           |    |  |
|                                   | 10 | >600      |           |    | Argilla sabbiosa debolmente limosa nocciola con rari grani di ghiaia fine. |
|                                   | 20 |           |           |    |  |
|                                   | 30 | >600      |           |    |  |
|                                   | 40 |           |           |    |  |
|                                   | 50 |           |           | 50 |  |

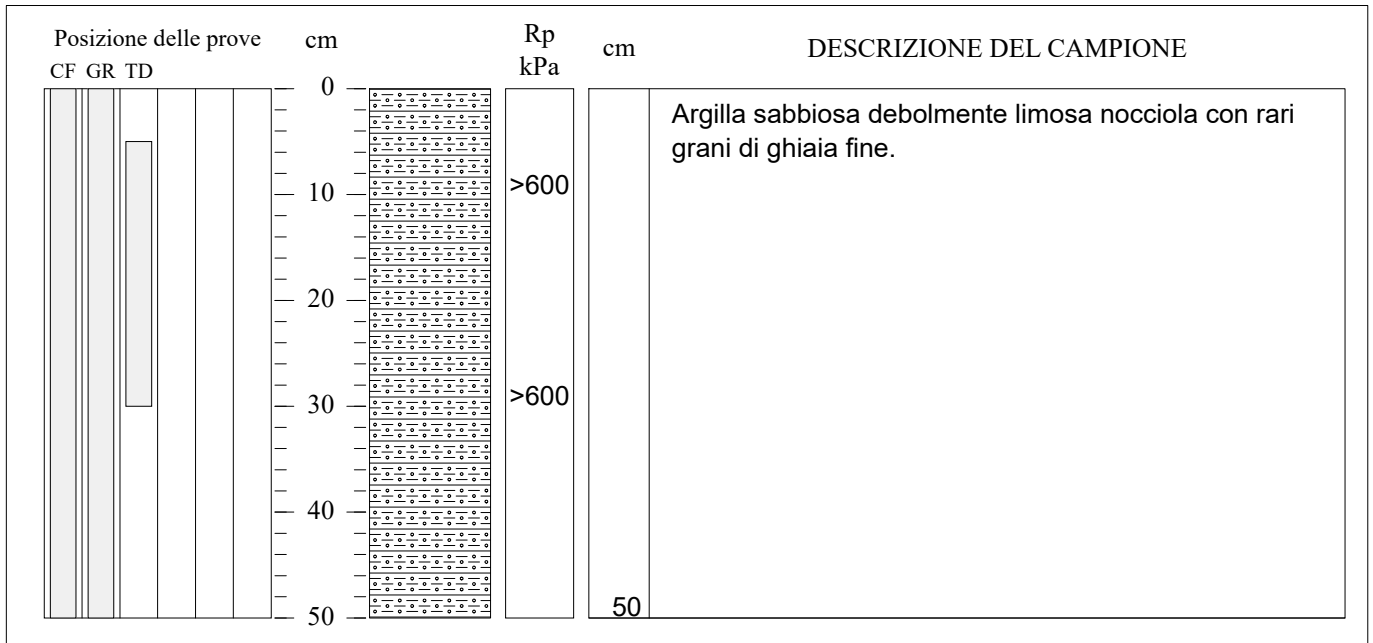
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: ci1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05638</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 09/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 10/10/19   |

|  |               |                |             |
|--|---------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14,4 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05639</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 09/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 09/10/19   |

|  |               |                |             |
|--|---------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19,2 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05640</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 14/10/19   |

|  |               |                |             |
|--|---------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,7 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,7 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,3 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05641</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 15/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

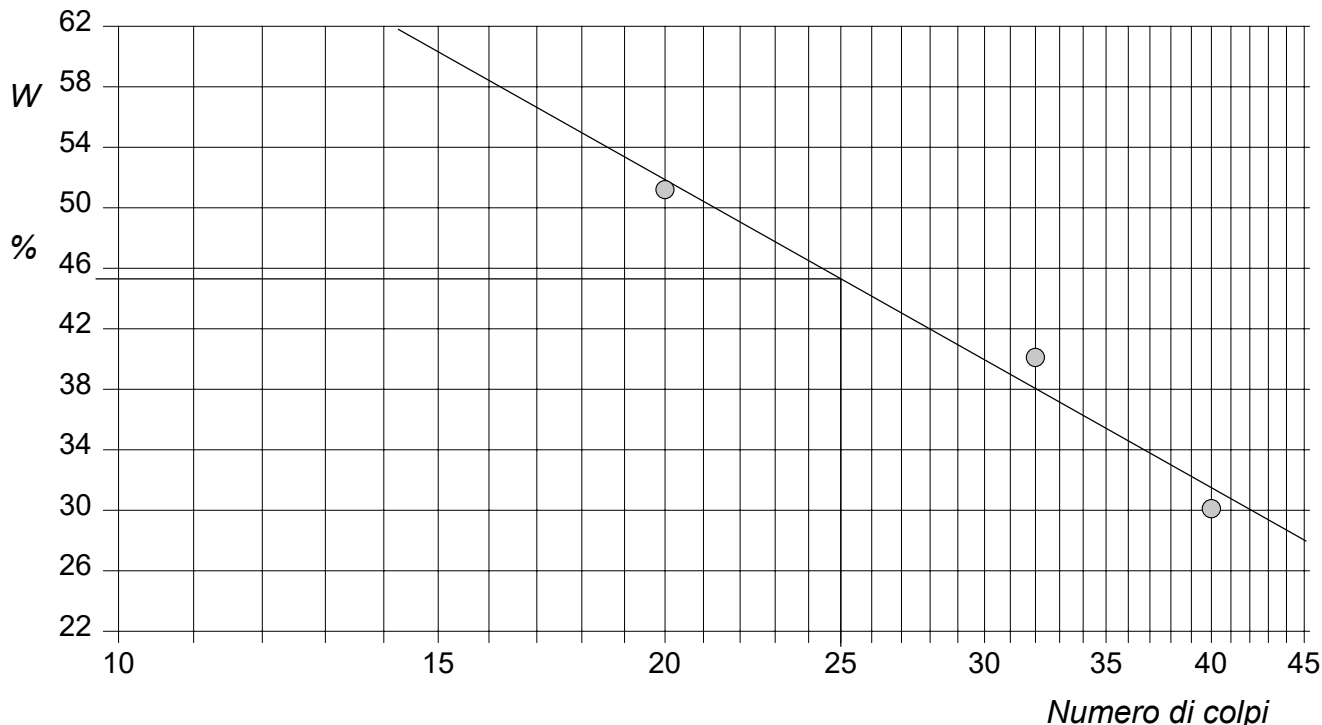
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Limite di liquidità  | 45,3 % |
| Limite di plasticità | 20,9 % |
| Indice di plasticità | 24,4 % |

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      | 20   | 32   | 40   |  | Umidità (%)           | 21,2 | 20,6 |
| Umidità (%)          | 51,2 | 40,1 | 30,1 |  | Umidità media         | 20,9 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità



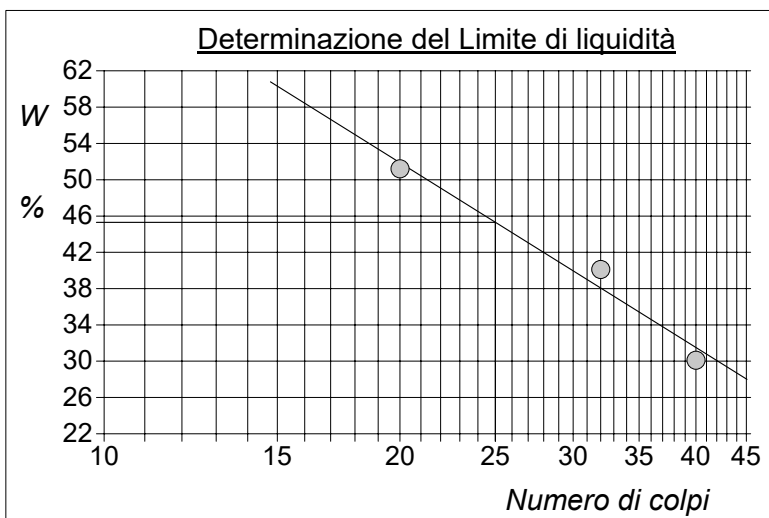
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05641</b>             | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 15/10/19   |

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |

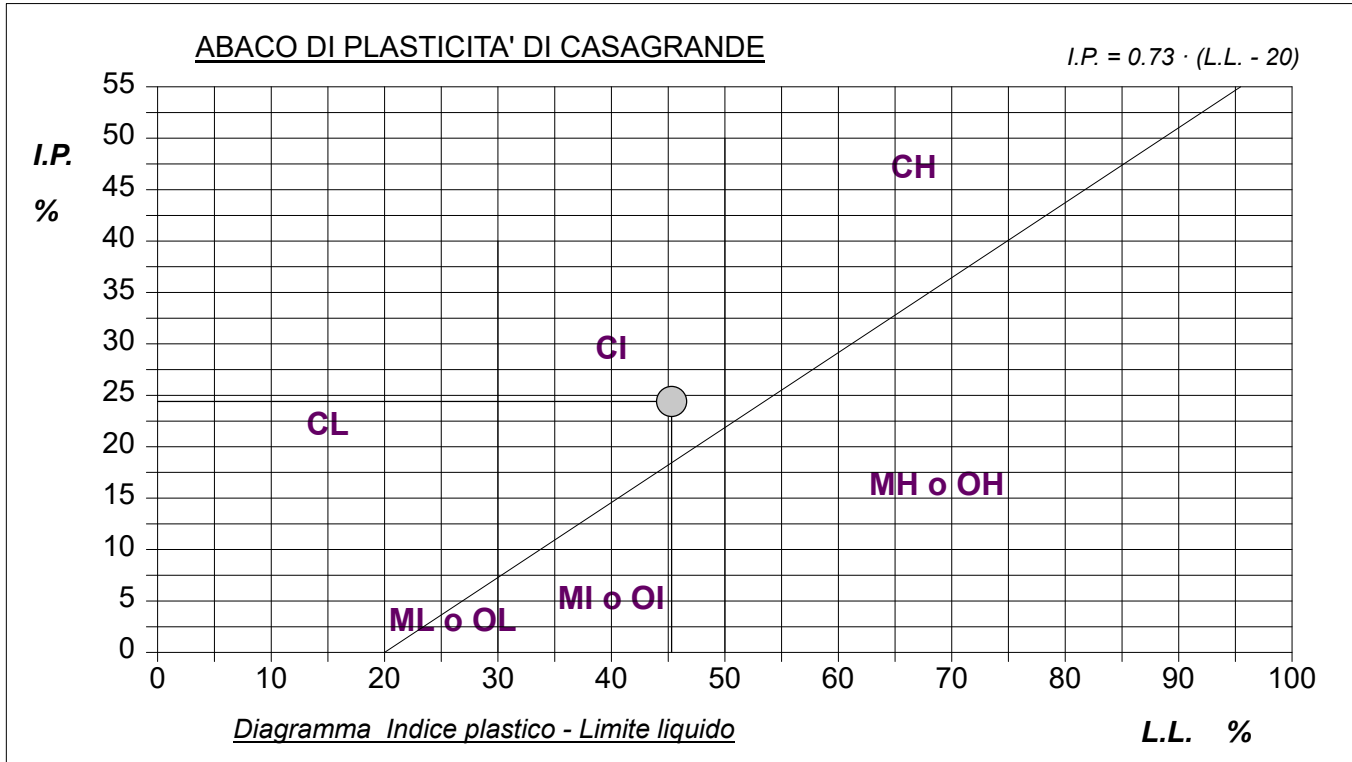
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 45,3 | % |
| Limite di plasticità   | 20,9 | % |
| Indice di plasticità   | 24,4 | % |
| Indice di consistenza  | 1,27 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |



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



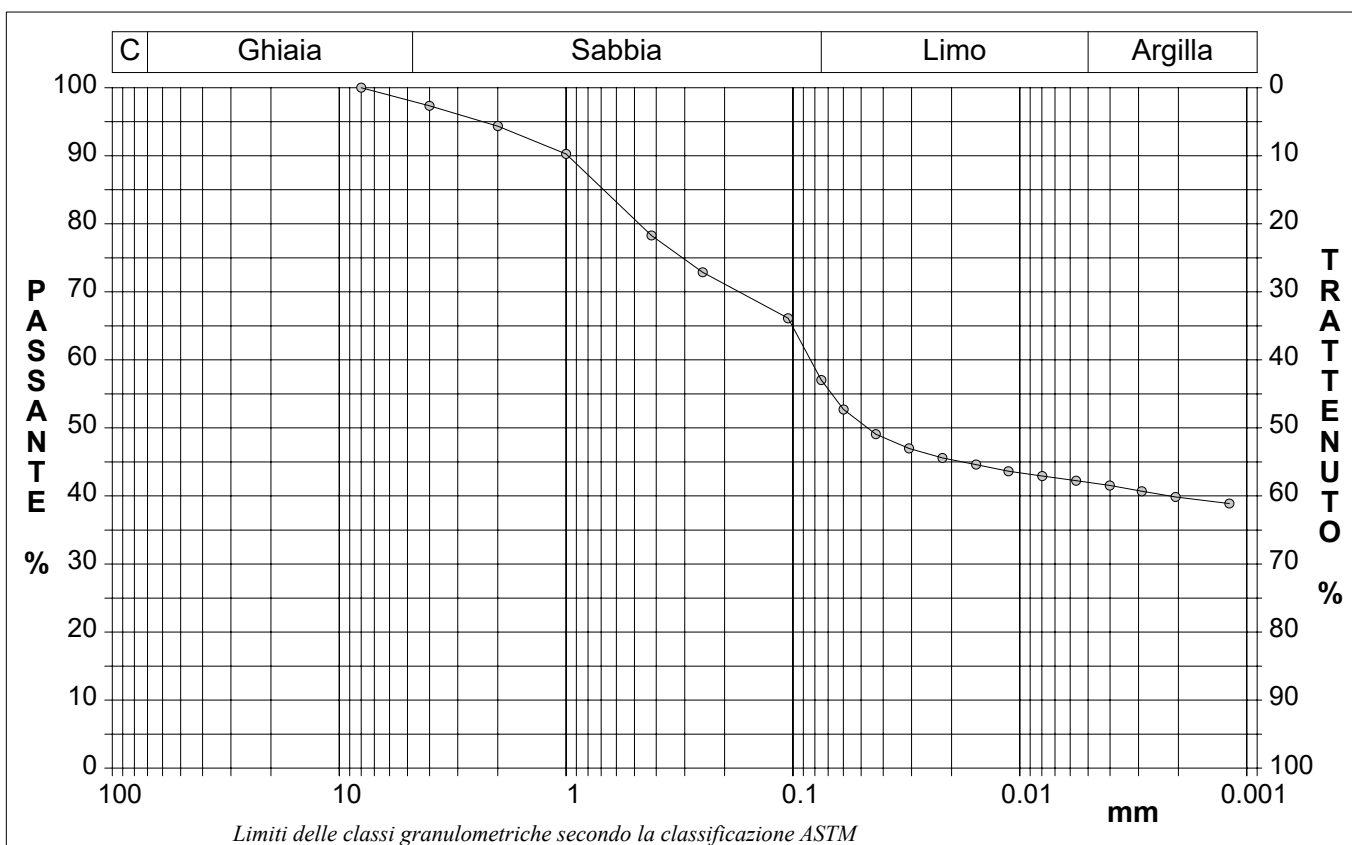
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05642</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 09/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 12/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |         |     |         |    |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|---------|-----|---------|----|
| Ghiaia                     | 2,0 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 94,4 %                    | D10 | ---     | mm  |         |    |
| Sabbia                     | 41,0 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 77,8 %                    | D30 | ---     | mm  |         |    |
| Limo                       | 15,0 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 57,0 %                    | D50 | 0,04682 | mm  |         |    |
| Argilla                    | 42,0 % |                                  |                           | D60 | 0,08372 | mm  |         |    |
| Coefficiente di uniformità |        | ---                              | Coefficiente di curvatura |     | ---     | D90 | 0,98170 | mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 8,0000      | 100,00     | 0,2500      | 72,87      | 0,0308      | 46,98      | 0,0057      | 42,24      |             |            |
| 4,0000      | 97,34      | 0,1050      | 66,11      | 0,0219      | 45,59      | 0,0040      | 41,54      |             |            |
| 2,0000      | 94,35      | 0,0750      | 57,03      | 0,0156      | 44,61      | 0,0029      | 40,70      |             |            |
| 1,0000      | 90,25      | 0,0598      | 52,71      | 0,0112      | 43,63      | 0,0021      | 39,86      |             |            |
| 0,4200      | 78,29      | 0,0431      | 49,08      | 0,0080      | 42,93      | 0,0012      | 38,88      |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.



|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05643</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 10/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 15/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 100          | 200          | 300          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 45           | 66           | 97           |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 3,50         | 6,00         | 8,00         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 0,96         | 0,55         | 0,43         |
| Umidità naturale (%):                    | ---          | ---          | ---          |
| Peso di volume (kN/m³):                  | ---          | ---          | ---          |

### DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,002 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

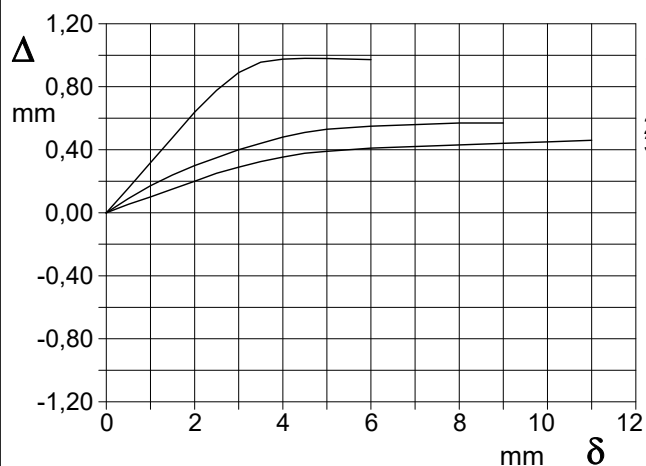
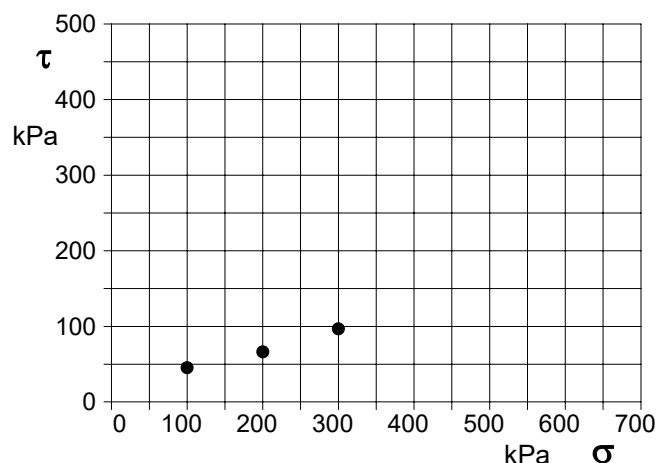


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

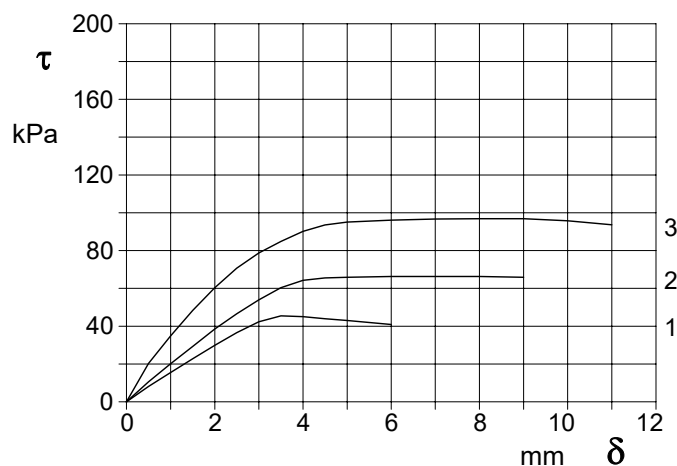


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05643</b>             | Pagina 3/1 | DATA DI EMISSIONE: 22/10/19 | Inizio analisi: 10/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 15/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 1                   |       |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)             | 100   |
| Altezza iniziale (cm)       | 2,000 |
| Altezza finale (cm)         | 1,964 |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ): | 28,30 |
| T <sub>100</sub> (min)      | 61,0  |
| Df (mm)                     | 7     |
| Vs (mm/min)                 | 0,011 |

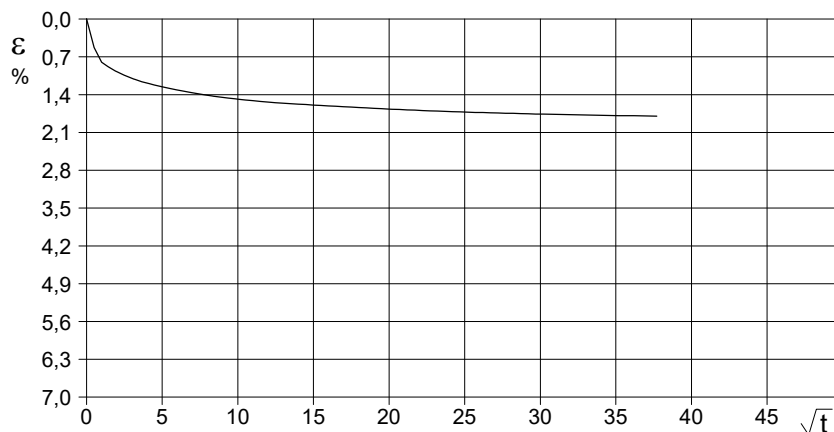


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 2                   |       |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)             | 200   |
| Altezza iniziale (cm)       | 2,000 |
| Altezza finale (cm)         | 1,929 |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ): | 28,30 |
| T <sub>100</sub> (min)      | 57,8  |
| Df (mm)                     | 7     |
| Vs (mm/min)                 | 0,012 |

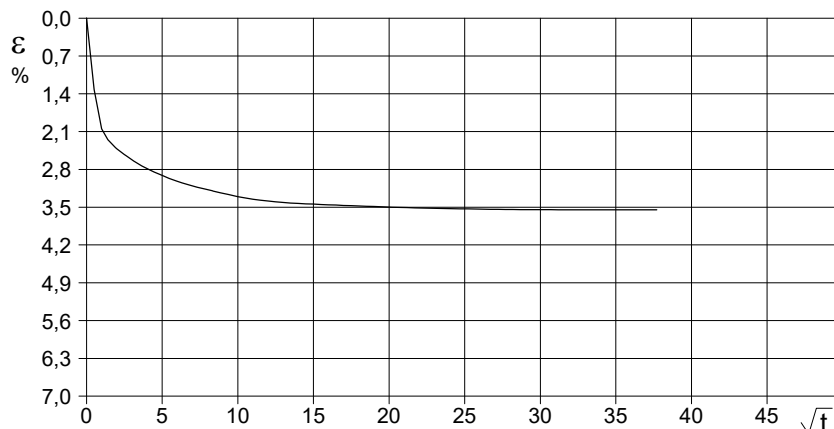
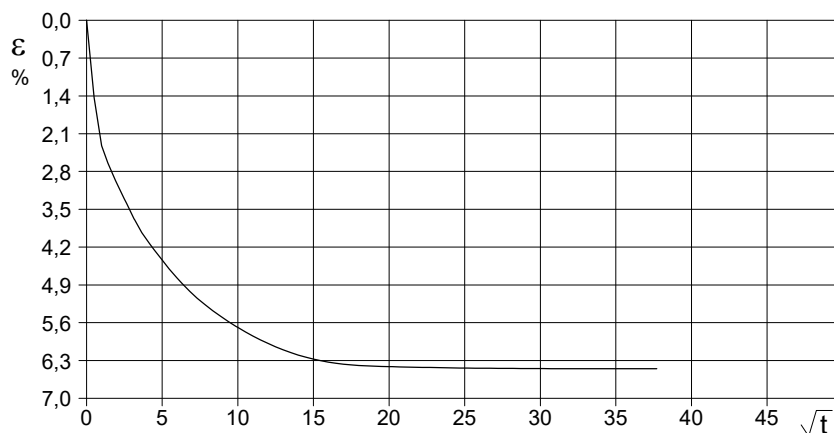


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 3                   |       |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)             | 300   |
| Altezza iniziale (cm)       | 2,000 |
| Altezza finale (cm)         | 1,871 |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ): | 28,30 |
| T <sub>100</sub> (min)      | 60,5  |
| Df (mm)                     | 7     |
| Vs (mm/min)                 | 0,012 |



$V_s$  = Velocità stimata di prova   
  $D_f$  = Deformazione a rottura stimata   
  $t_f = 10 \times T_{100}$    
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: cr4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                |      |                   |
|----------------|------|-------------------|
| Peso di volume | 16,0 | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico | 26,9 | kN/m <sup>3</sup> |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 16,3 | % |
| Sabbia  | 56,6 | % |
| Limo    | 23,6 | % |
| Argilla | 3,5  | % |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE                            |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|----|---|
|                                | 0  |           |           |    | Sabbia debolmente limosa oca con ghiaia e ciottoli. |
|                                | 10 |           |           |    |   |
|                                | 20 |           |           |    |   |
|                                | 30 |           |           |    |   |
|                                | 40 |           |           |    |   |
|                                | 50 |           |           | 50 |   |

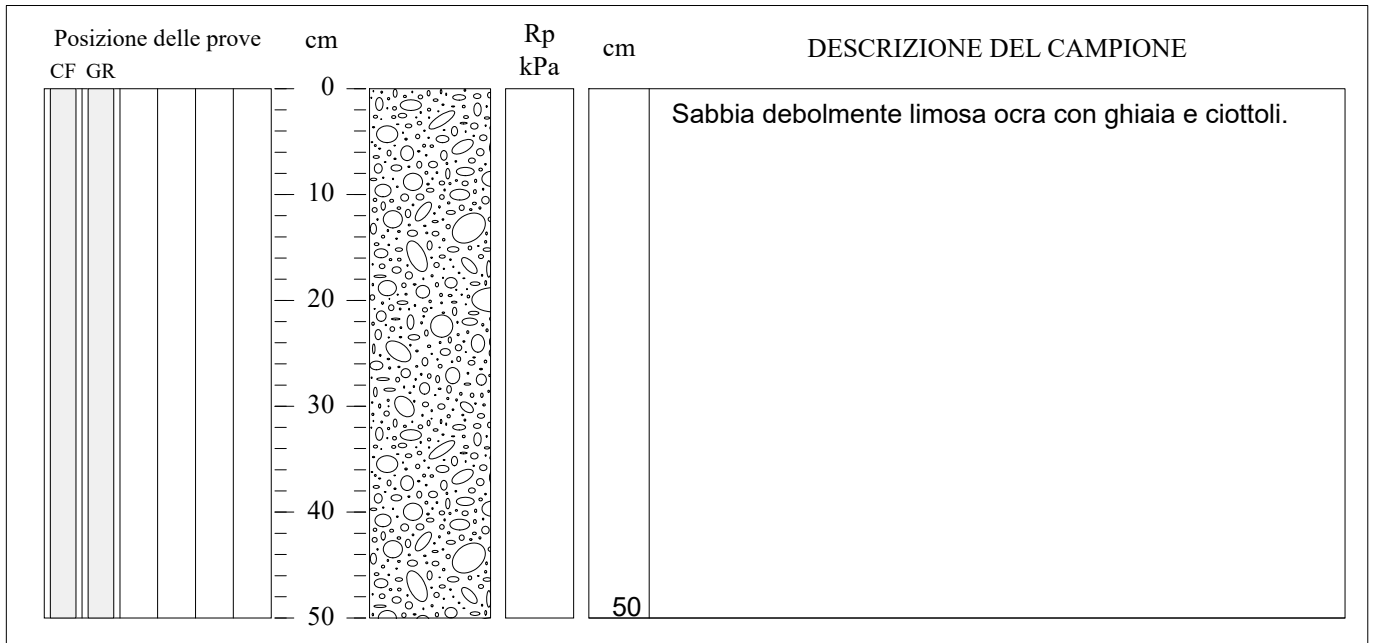
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: cr4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico  
 Cubico  
 Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05644</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 15/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m | 9,00 - 9,50 |  |  |

## PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume minimo = 14,3 kN/m<sup>3</sup>**

**Peso di volume massimo = 17,8 kN/m<sup>3</sup>**



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05645</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m | 9,00 - 9,50 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,9 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,9 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

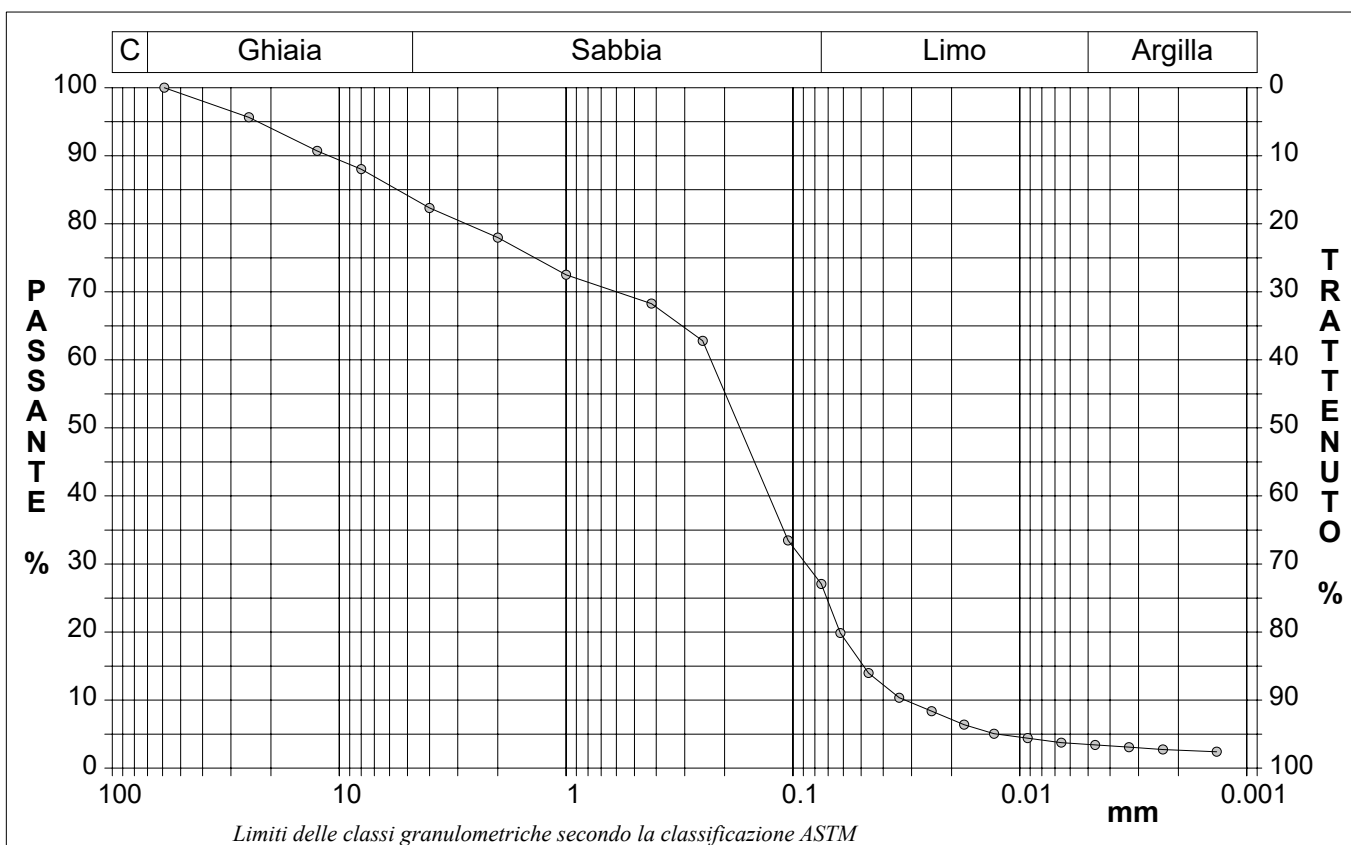
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05646</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S2  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m 9,00 - 9,50 |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |            |             |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|-------------|
| Ghiaia                     | 16,3 % | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 78,0 %                    | D10 | 0,03205 mm |             |
| Sabbia                     | 56,6 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 67,8 %                    | D30 | 0,08750 mm |             |
| Limo                       | 23,6 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 27,1 %                    | D50 | 0,17124 mm |             |
| Argilla                    | 3,5 %  |                                  |                           | D60 | 0,23016 mm |             |
| Coefficiente di uniformità |        | 7,18                             | Coefficiente di curvatura |     | 1,04       |             |
|                            |        |                                  |                           |     | D90        | 11,09532 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 59,0000     | 100,00     | 2,0000      | 77,97      | 0,0750      | 27,07      | 0,0176      | 6,39       | 0,0033      | 3,09       |
| 25,0000     | 95,66      | 1,0000      | 72,50      | 0,0618      | 19,86      | 0,0130      | 5,07       | 0,0023      | 2,76       |
| 12,5000     | 90,72      | 0,4200      | 68,27      | 0,0465      | 13,99      | 0,0092      | 4,41       | 0,0014      | 2,43       |
| 8,0000      | 88,03      | 0,2500      | 62,80      | 0,0340      | 10,35      | 0,0066      | 3,75       |             |            |
| 4,0000      | 82,32      | 0,1050      | 33,46      | 0,0245      | 8,37       | 0,0047      | 3,42       |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale      | 13,5  | %                 |
| Peso di volume        | 19,2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco  | 16,9  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo | 20,5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico        | 26,5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti      | 0,562 |                   |
| Porosità              | 36,0  | %                 |
| Grado di saturazione  | 65,0  | %                 |

### LIMITI DI CONSISTENZA

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 48,5 | % |
| Limite di plasticità   | 20,4 | % |
| Indice di plasticità   | 28,1 | % |
| Indice di consistenza  | 1,24 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |

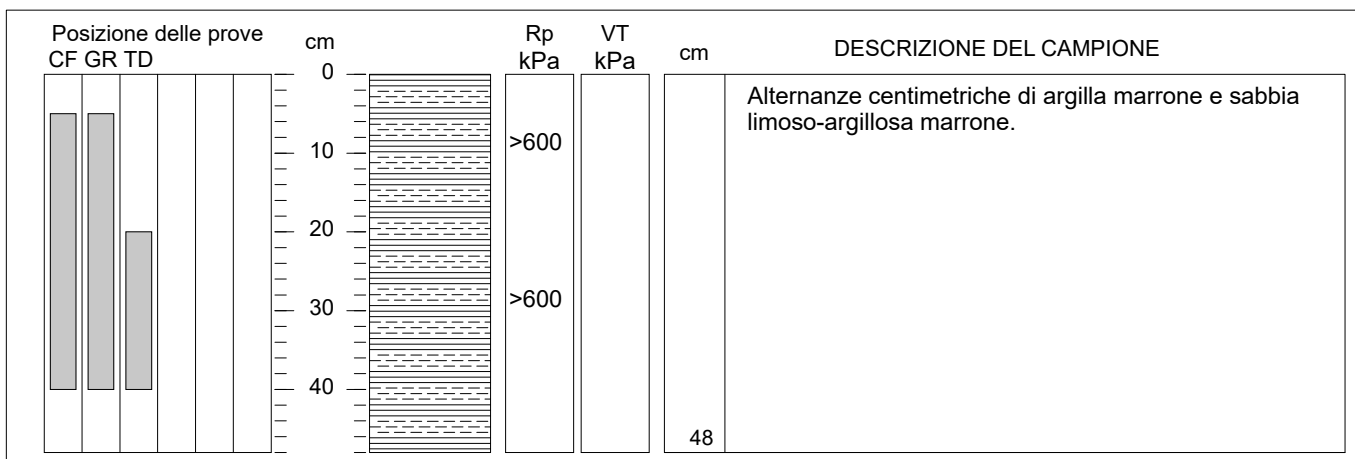
### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 2,5  | % |
| Sabbia  | 36,6 | % |
| Limo    | 33,5 | % |
| Argilla | 27,4 | % |

### TAGLIO DIRETTO

|                            |      |     |
|----------------------------|------|-----|
| Coesione:                  | 18,6 | kPa |
| Angolo di attrito interno: | 17,8 | °   |

### FOTOGRAFIA



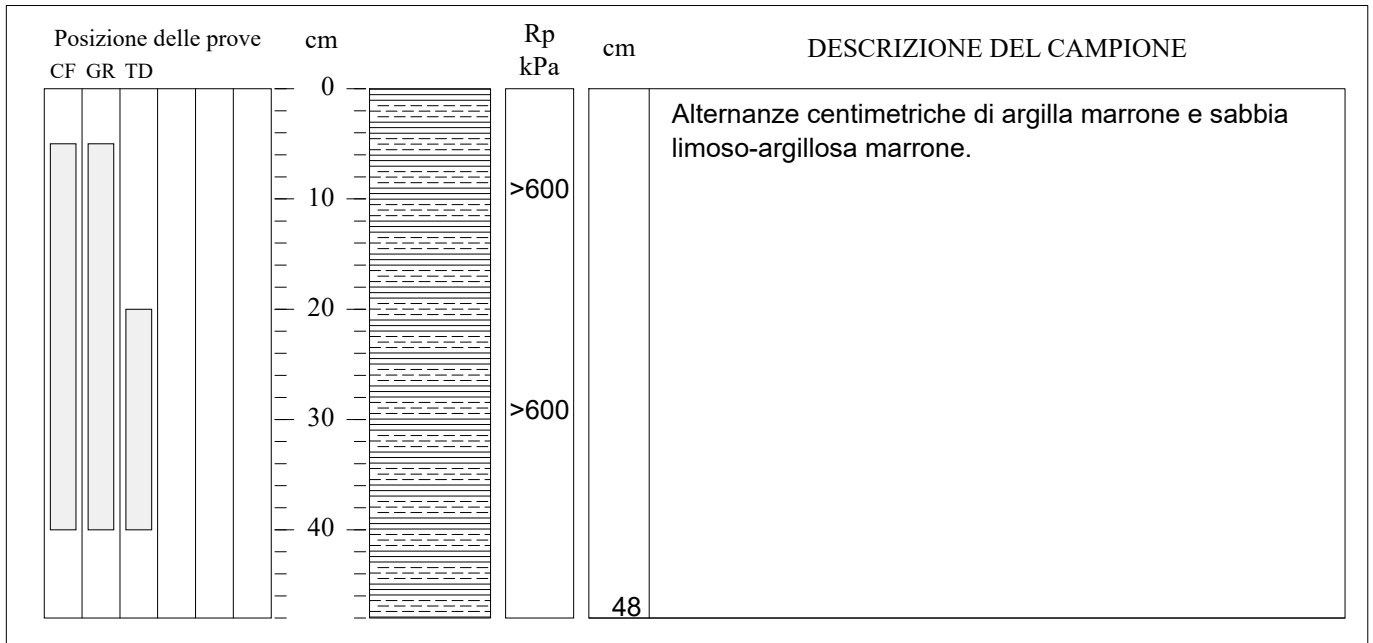
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: ci1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05647</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 09/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 09/10/19 | Fine analisi:   | 10/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |  |  |

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 13,5 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05648</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 09/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 09/10/19 | Fine analisi:   | 09/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |  |  |

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19,2 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05649</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 09/10/19 | Fine analisi:   | 14/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,5 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,5 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,7 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05650</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 15/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

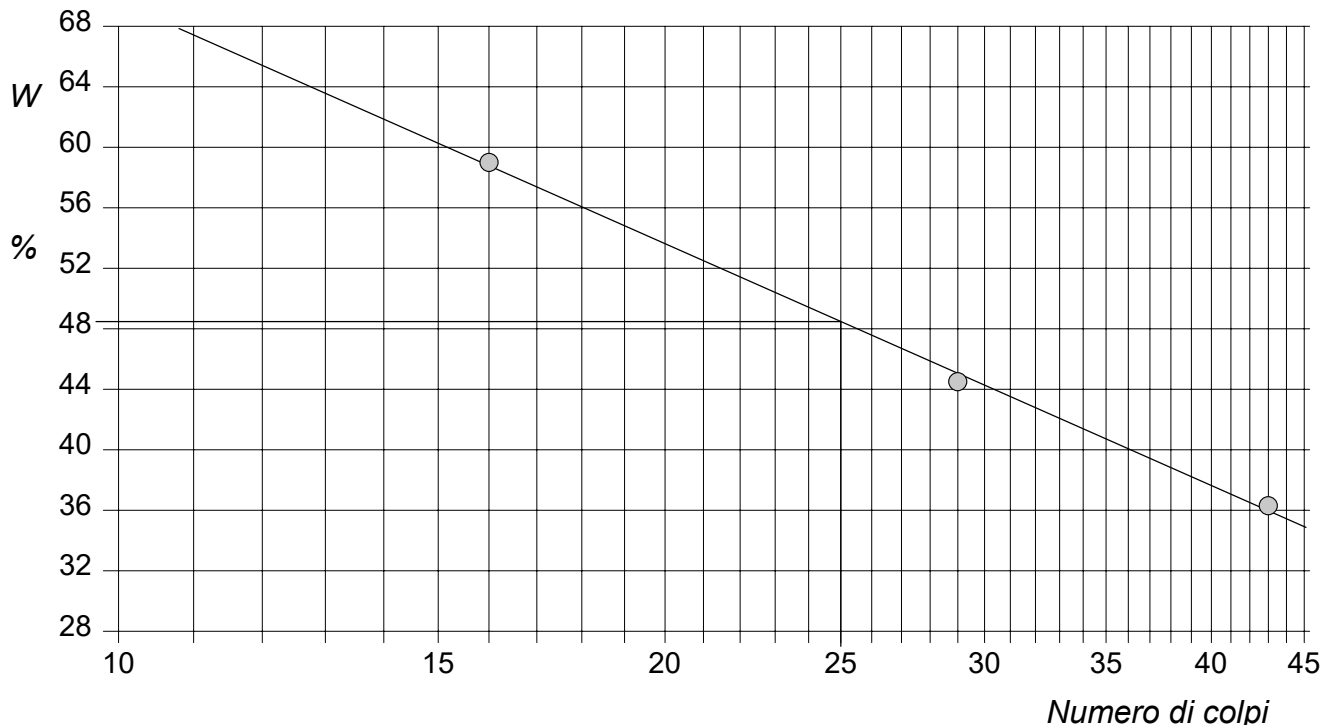
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Limite di liquidità  | 48,5 % |
| Limite di plasticità | 20,4 % |
| Indice di plasticità | 28,1 % |

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      | 16   | 29   | 43   |  | Umidità (%)           | 20,1 | 20,6 |
| Umidità (%)          | 59,0 | 44,5 | 36,3 |  | Umidità media         | 20,4 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità



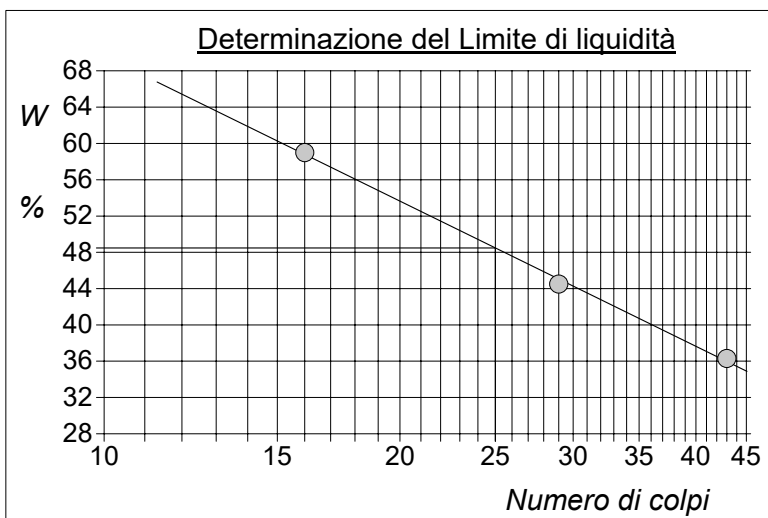
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05650</b>             | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 15/10/19   |

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |

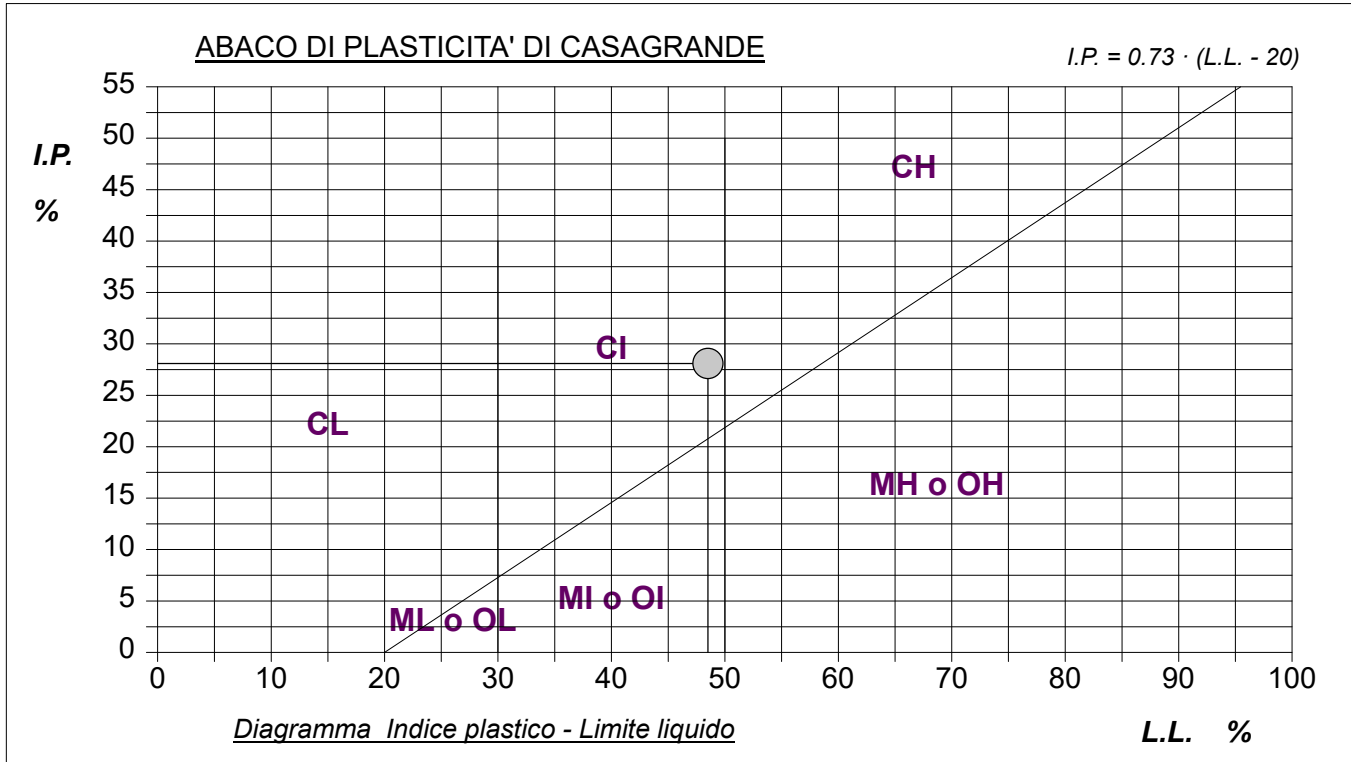
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 48,5 | % |
| Limite di plasticità   | 20,4 | % |
| Indice di plasticità   | 28,1 | % |
| Indice di consistenza  | 1,24 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |



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





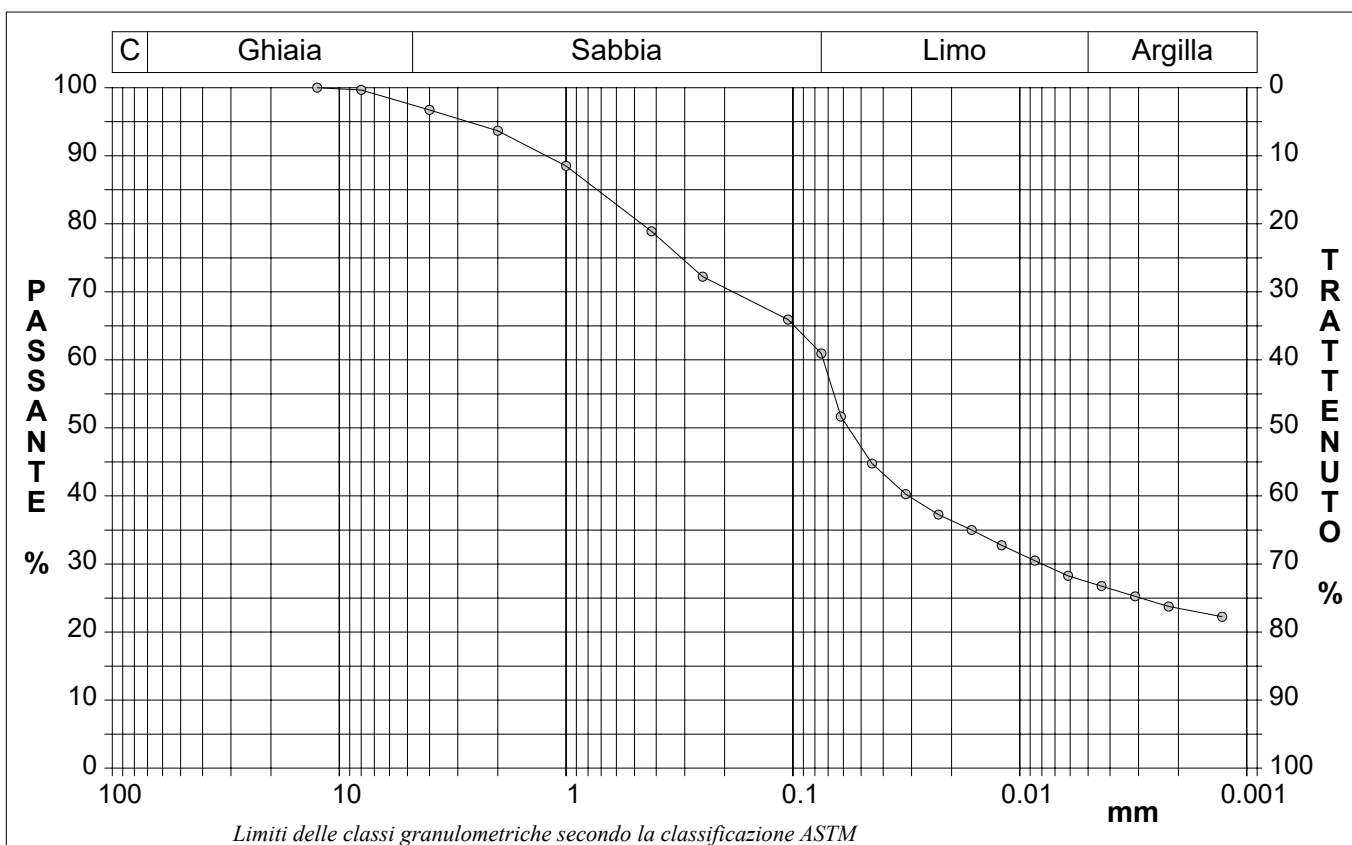
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05651</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 09/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 12/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |            |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|------------|
| Ghiaia                     | 2,5 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 93,7 %                    | D10 | --- mm     |            |
| Sabbia                     | 36,6 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 78,3 %                    | D30 | 0,00796 mm |            |
| Limo                       | 33,5 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 60,9 %                    | D50 | 0,05698 mm |            |
| Argilla                    | 27,4 % |                                  |                           | D60 | 0,07349 mm |            |
| Coefficiente di uniformità |        | ---                              | Coefficiente di curvatura | --- | D90        | 1,22375 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 12,5000     | 100,00     | 0,4200      | 78,89      | 0,0449      | 44,76      | 0,0086      | 30,51      | 0,0013      | 22,26      |
| 8,0000      | 99,66      | 0,2500      | 72,23      | 0,0319      | 40,26      | 0,0061      | 28,26      |             |            |
| 4,0000      | 96,73      | 0,1050      | 65,91      | 0,0228      | 37,26      | 0,0044      | 26,76      |             |            |
| 2,0000      | 93,68      | 0,0750      | 60,95      | 0,0163      | 35,01      | 0,0031      | 25,26      |             |            |
| 1,0000      | 88,49      | 0,0615      | 51,66      | 0,0120      | 32,76      | 0,0022      | 23,76      |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05652</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 10/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 14/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 100          | 200          | 300          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 47           | 86           | 111          |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 9,00         | 7,00         | 7,00         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 1,25         | 0,70         | 0,43         |
| Umidità naturale (%):                    | ---          | ---          | ---          |
| Peso di volume (kN/m³):                  | ---          | ---          | ---          |

### DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,002 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

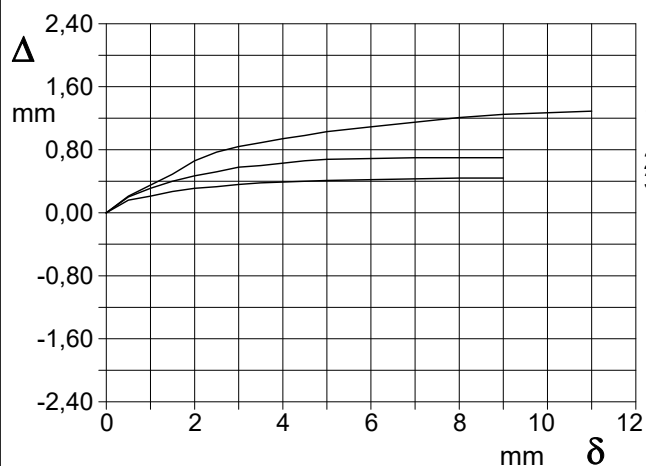
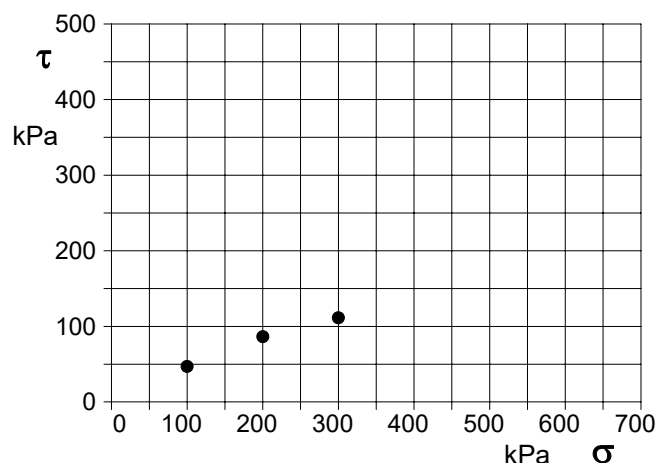


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

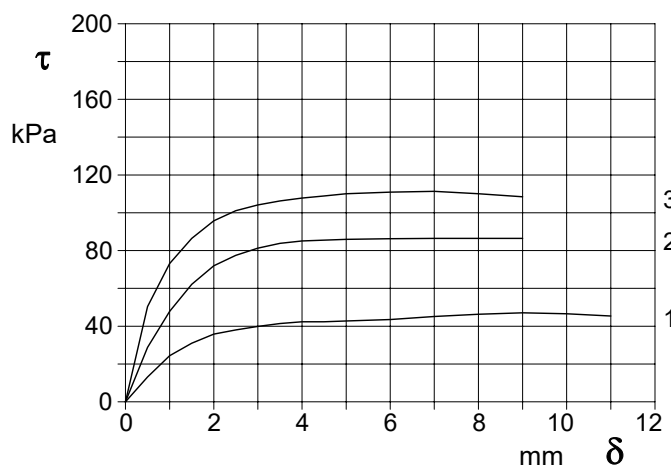


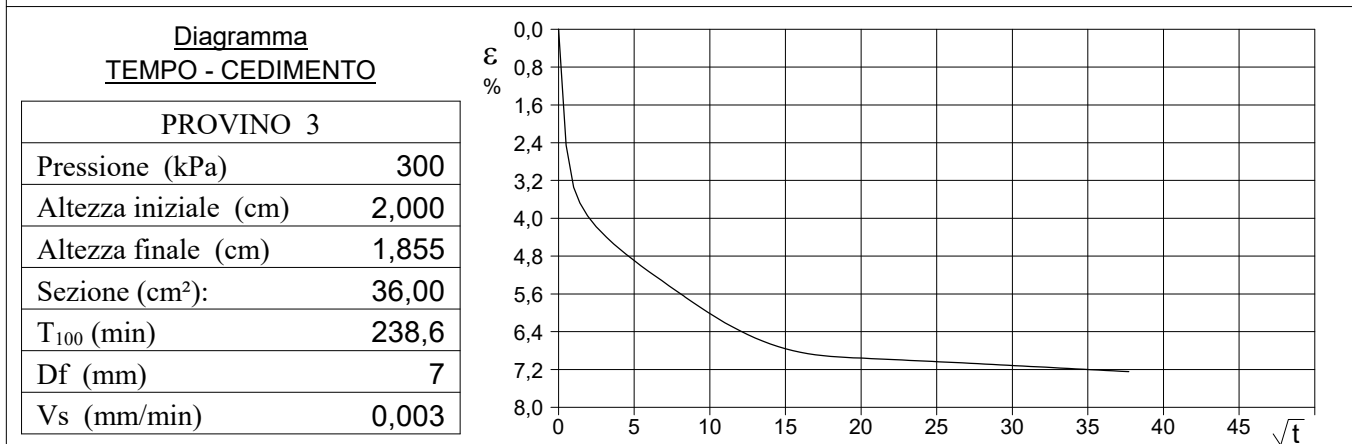
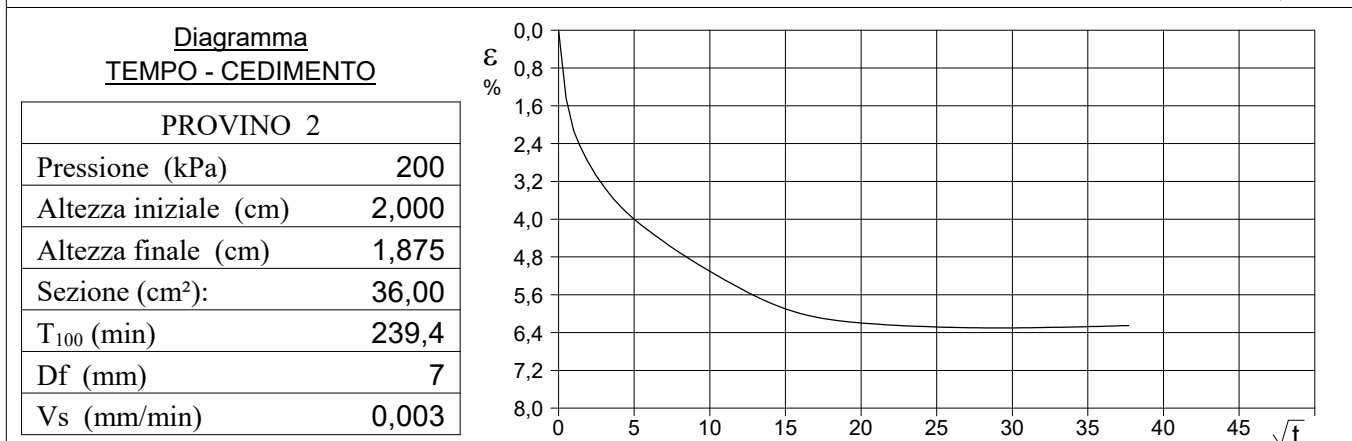
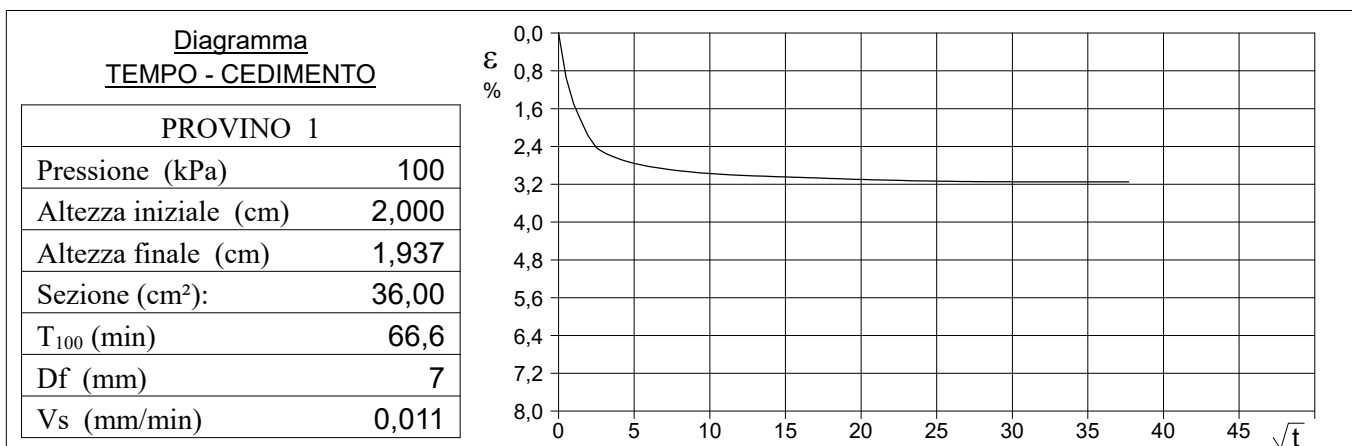
DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05652</b>             | Pagina 0/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 10/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 09/10/19 | Fine analisi: 14/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03



|                                |                                     |                          |              |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Vs = Velocità stimata di prova | Df = Deformazione a rottura stimata | $tf = 10 \times T_{100}$ | Vs = Df / tf |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m 9,00 - 9,50 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                |      |                   |
|----------------|------|-------------------|
| Peso di volume | 17,1 | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico | 26,3 | kN/m <sup>3</sup> |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 63,4 | % |
| Sabbia  | 19,7 | % |
| Limo    | 14,4 | % |
| Argilla | 2,5  | % |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE                               |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|----|--|
|                                | 0  |           |           |    | Ghiaia e ciottoli in poca matrice sabbioso limosa oca. |
|                                | 10 |           |           |    |  |
|                                | 20 |           |           |    |  |
|                                | 30 |           |           |    |  |
|                                | 40 |           |           |    |  |
|                                | 50 |           |           | 50 |  |

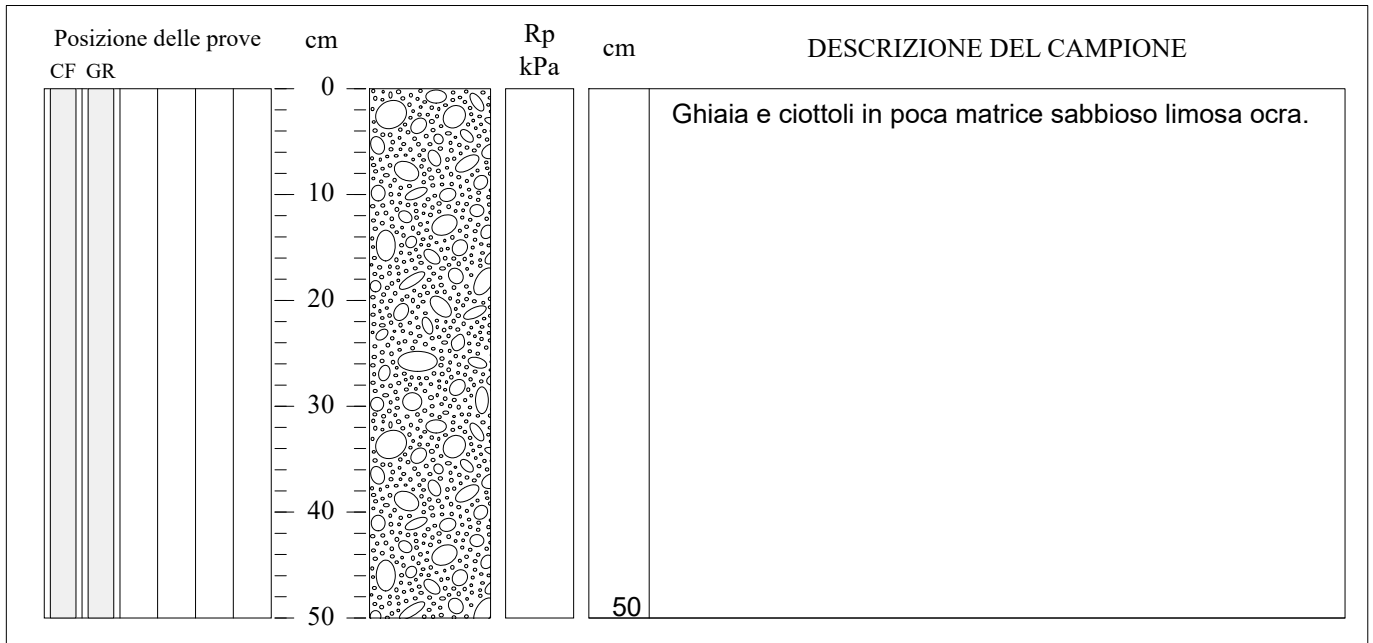
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: cr4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico  
 Cubico  
 Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05653</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m | 9,00 - 9,50 |  |  |

### PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume minimo = 15,7 kN/m<sup>3</sup>**

**Peso di volume massimo = 18,4 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05654</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 21/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 21/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m | 9,00 - 9,50 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,3 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,3 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

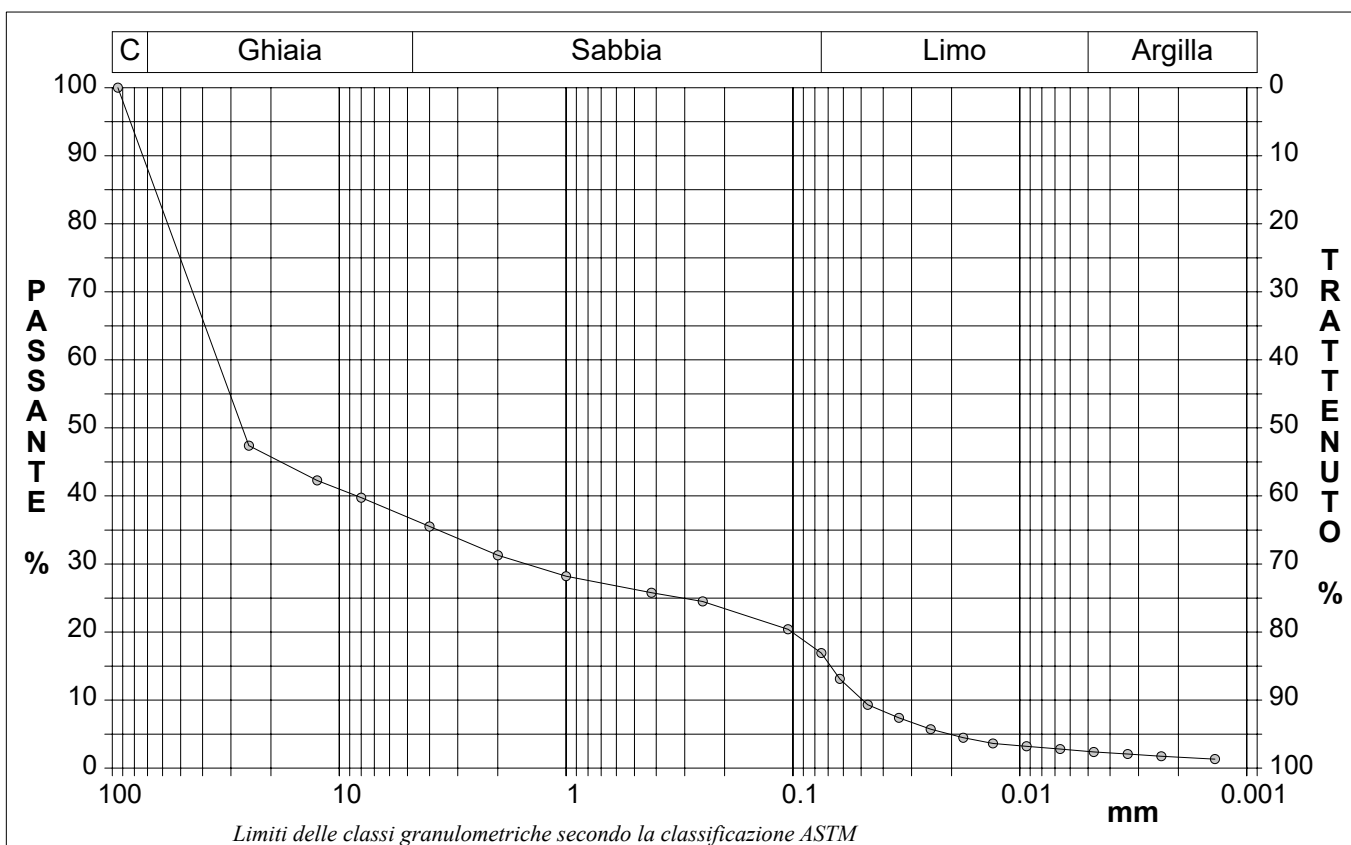
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05655</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S3  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m 9,00 - 9,50 |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                                   |   |                 |
|-----------------------------------|---|-----------------|
| Ghiaia e ciottoli 63,4 %          | Passante setaccio 10 (2 mm) 31,3 %      | D10 0,04925 mm  |
| Sabbia 19,7 %                     | Passante setaccio 40 (0.42 mm) 25,7 %   | D30 1,49565 mm  |
| Limo 14,4 %                       | Passante setaccio 200 (0.075 mm) 16,9 % | D50 26,70431 mm |
| Argilla 2,5 %                     |   | D60 34,38361 mm |
| Coefficiente di uniformità 698,11 | Coefficiente di curvatura 1,32          | D90 73,39420 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 94,5000     | 100,00     | 2,0000      | 31,29      | 0,0750      | 16,92      | 0,0178      | 4,47       | 0,0033      | 2,09       |
| 25,0000     | 47,39      | 1,0000      | 28,22      | 0,0621      | 13,12      | 0,0131      | 3,64       | 0,0024      | 1,76       |
| 12,5000     | 42,29      | 0,4200      | 25,79      | 0,0468      | 9,32       | 0,0093      | 3,22       | 0,0014      | 1,34       |
| 8,0000      | 39,76      | 0,2500      | 24,51      | 0,0341      | 7,40       | 0,0066      | 2,80       |             |            |
| 4,0000      | 35,51      | 0,1050      | 20,41      | 0,0247      | 5,73       | 0,0047      | 2,39       |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 7,50 - 8,00 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale      | 25,0  | %                 |
| Peso di volume        | 18,6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco  | 14,9  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo | 19,2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico        | 26,6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti      | 0,782 |                   |
| Porosità              | 43,9  | %                 |
| Grado di saturazione  | 86,4  | %                 |

### LIMITI DI CONSISTENZA

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 50,6 | % |
| Limite di plasticità   | 31,7 | % |
| Indice di plasticità   | 18,9 | % |
| Indice di consistenza  | 1,36 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  |      | % |
| Sabbia  | 58,0 | % |
| Limo    | 28,6 | % |
| Argilla | 13,4 | % |

### TAGLIO DIRETTO

|                            |      |     |
|----------------------------|------|-----|
| Coesione:                  | 7,2  | kPa |
| Angolo di attrito interno: | 28,1 | °   |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR TD | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE   |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|--|
|                                   | 0  |           |           |    | Sabbia limosa debolmente argillosa ocrea con rari clasti calcarei spigolosi. |
|                                   | 10 | 220       |           |    |  |
|                                   | 20 | 130       |           |    |  |
|                                   | 30 | 130       |           |    |  |
|                                   | 40 | 195       |           | 43 |  |

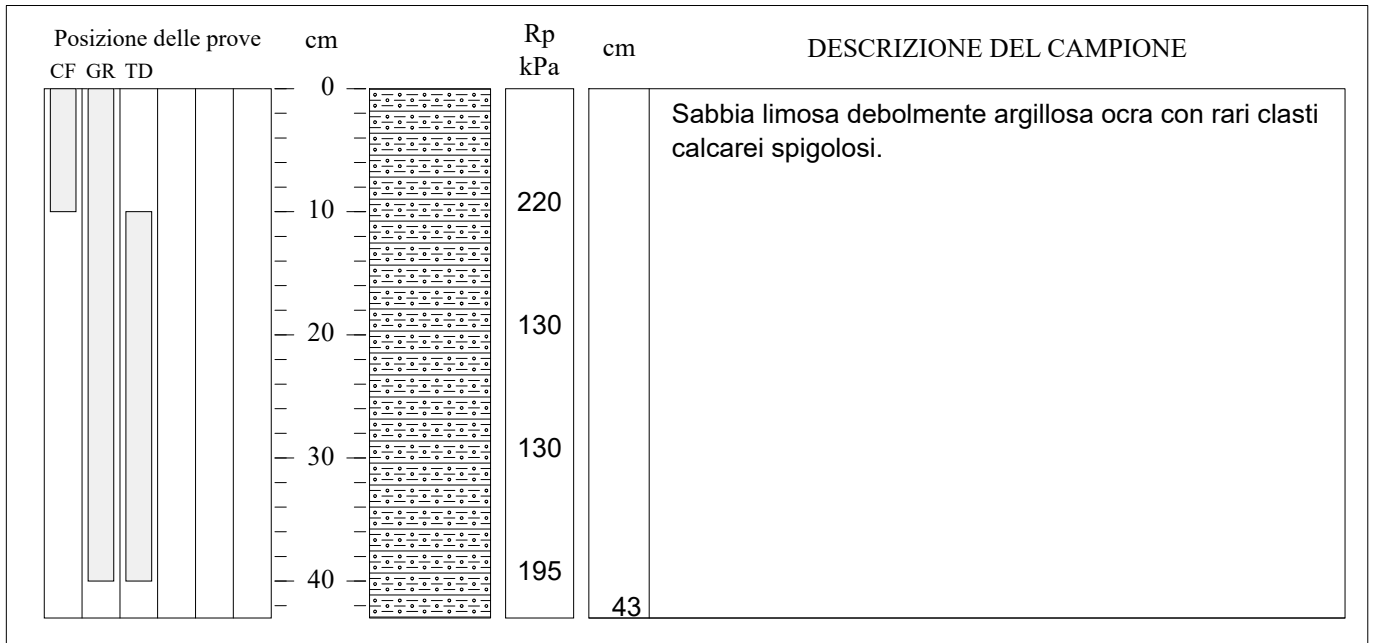
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: ci1

PROFONDITA': m 7,50 - 8,00



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05659</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 08/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 08/10/19 | Fine analisi:   | 09/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 7,50 - 8,00 |  |  |

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,0 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05660</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 08/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 08/10/19 | Fine analisi:   | 08/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 7,50 - 8,00 |  |  |

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05661</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 11/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 08/10/19 | Fine analisi:   | 11/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 7,50 - 8,00 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,6 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,5 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05662</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 11/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 08/10/19 | Fine analisi: 12/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 7,50 - 8,00 |  |

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

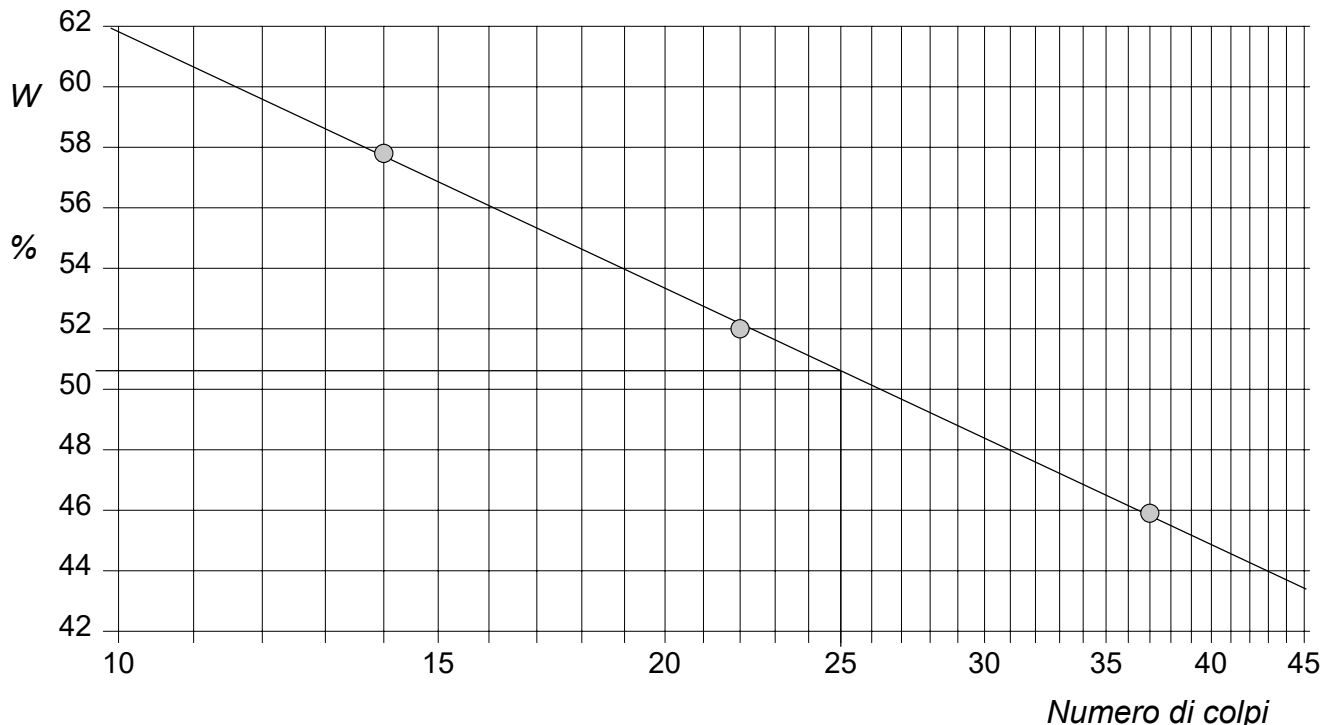
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Limite di liquidità  | 50,6 % |
| Limite di plasticità | 31,7 % |
| Indice di plasticità | 18,9 % |

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      | 14   | 22   | 37   |  | Umidità (%)           | 31,8 | 31,5 |
| Umidità (%)          | 57,8 | 52,0 | 45,9 |  | Umidità media         | 31,7 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità



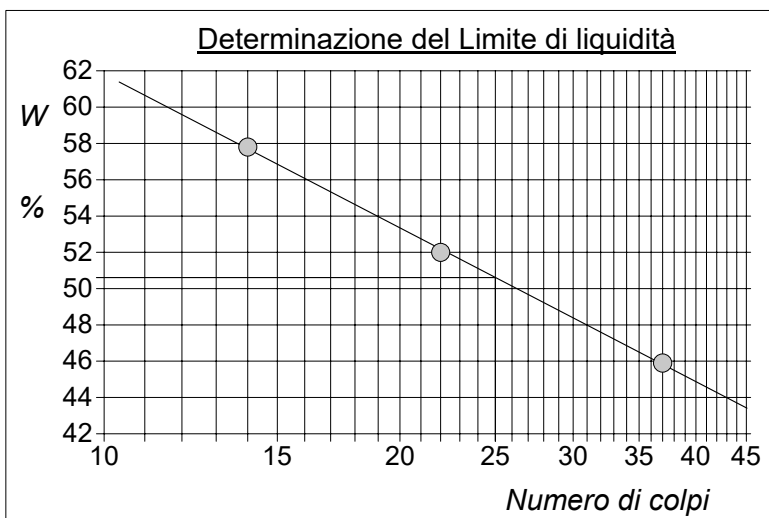
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05662</b>             | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 11/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 08/10/19 | Fine analisi: 12/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 7,50 - 8,00 |  |

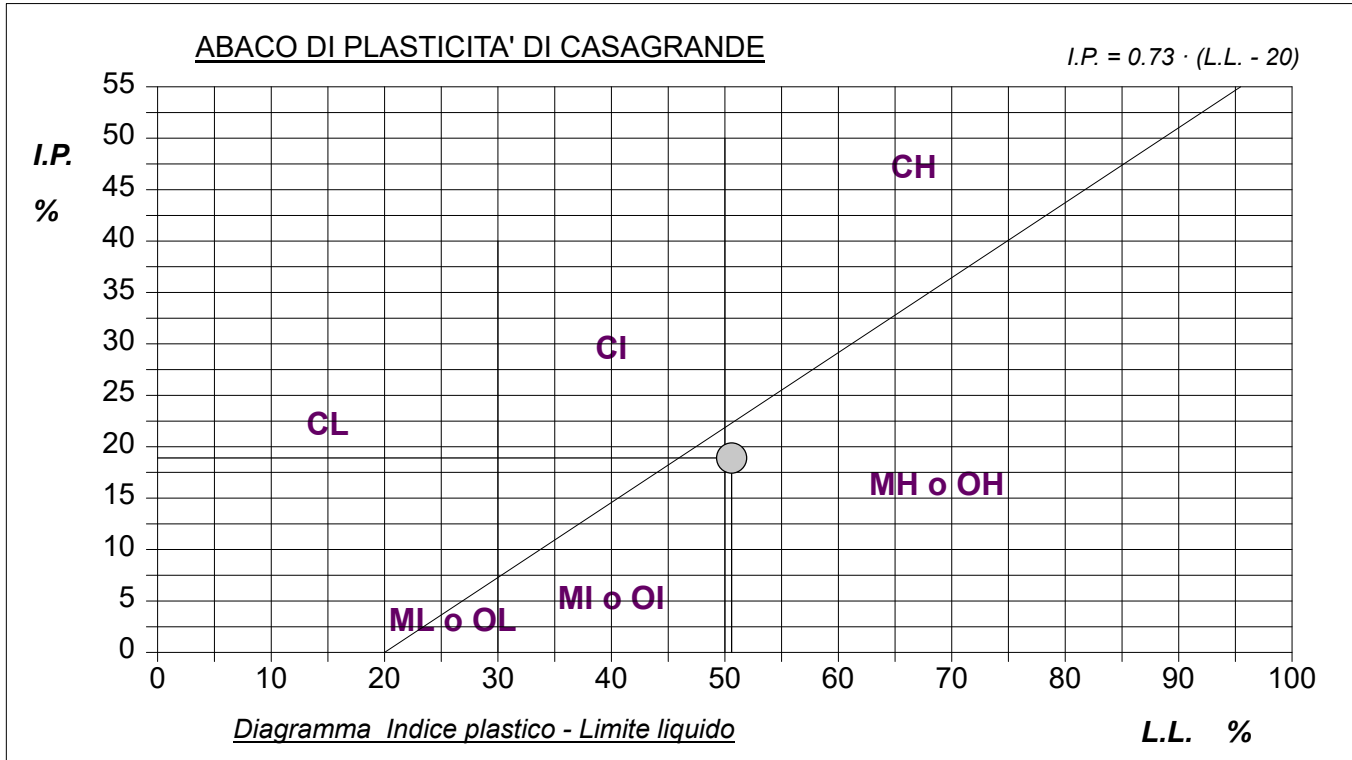
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 50,6 | % |
| Limite di plasticità   | 31,7 | % |
| Indice di plasticità   | 18,9 | % |
| Indice di consistenza  | 1,36 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |



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





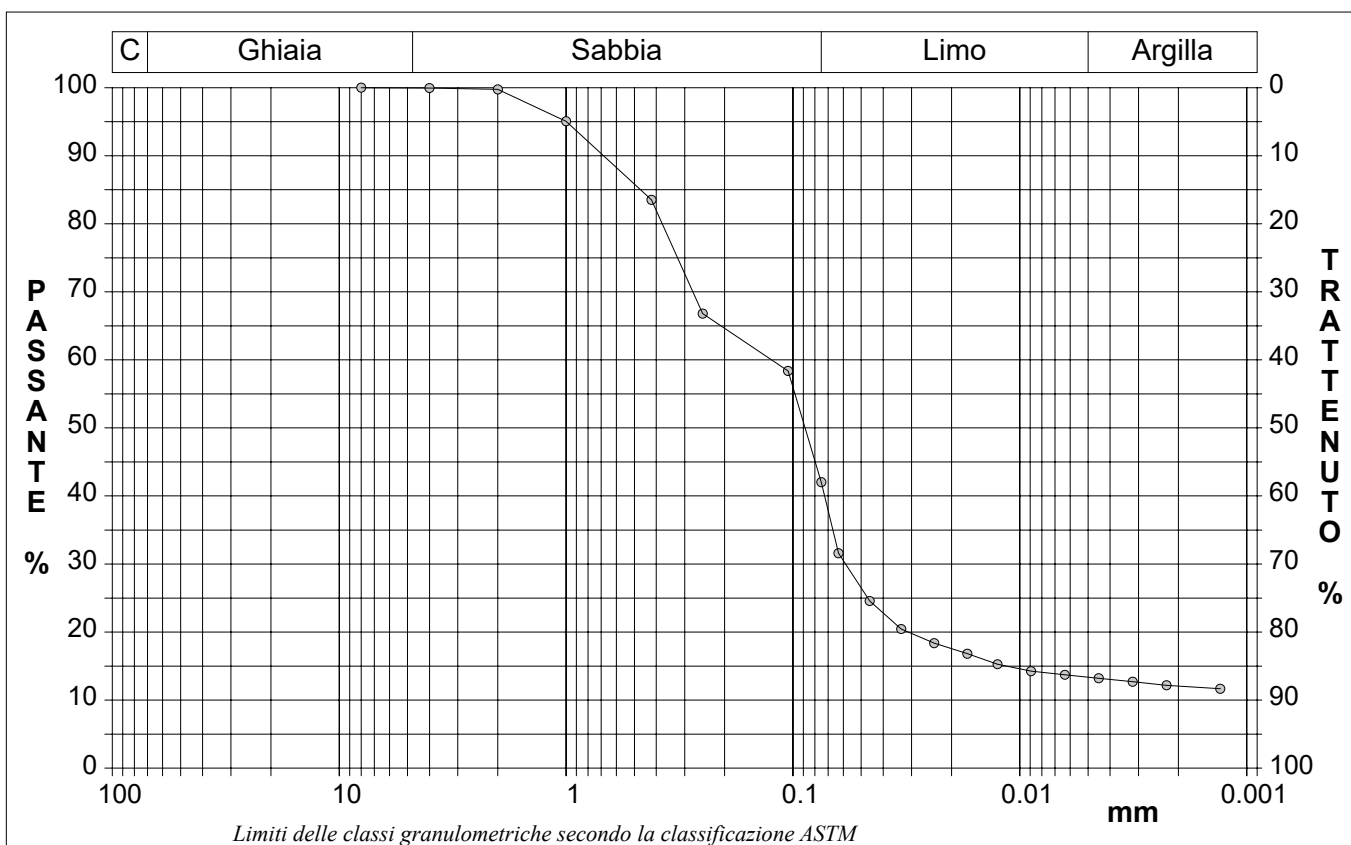
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05663</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 08/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 08/10/19 | Fine analisi: 11/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 7,50 - 8,00 |  |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |            |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|------------|
| Ghiaia                     | 0,0 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 99,7 %                    | D10 | --- mm     |            |
| Sabbia                     | 58,0 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 82,0 %                    | D30 | 0,05864 mm |            |
| Limo                       | 28,6 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 42,0 %                    | D50 | 0,08839 mm |            |
| Argilla                    | 13,4 % |                                  |                           | D60 | 0,12423 mm |            |
| Coefficiente di uniformità |        | ---                              | Coefficiente di curvatura | --- | D90        | 0,68310 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 8,0000      | 100,00     | 0,2500      | 66,80      | 0,0333      | 20,44      | 0,0063      | 13,73      |             |            |
| 4,0000      | 99,94      | 0,1050      | 58,37      | 0,0239      | 18,38      | 0,0045      | 13,22      |             |            |
| 2,0000      | 99,74      | 0,0750      | 42,02      | 0,0170      | 16,83      | 0,0032      | 12,70      |             |            |
| 1,0000      | 95,07      | 0,0630      | 31,59      | 0,0125      | 15,28      | 0,0023      | 12,19      |             |            |
| 0,4200      | 83,53      | 0,0459      | 24,57      | 0,0089      | 14,25      | 0,0013      | 11,67      |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05664</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 08/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 08/10/19 | Fine analisi: 14/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 7,50 - 8,00 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 100          | 200          | 300          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 65           | 110          | 171          |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 3,50         | 4,00         | 4,00         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 0,39         | 0,55         | 0,86         |
| Umidità naturale (%):                    | ---          | ---          | ---          |
| Peso di volume (kN/m³):                  | ---          | ---          | ---          |

### DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,054 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

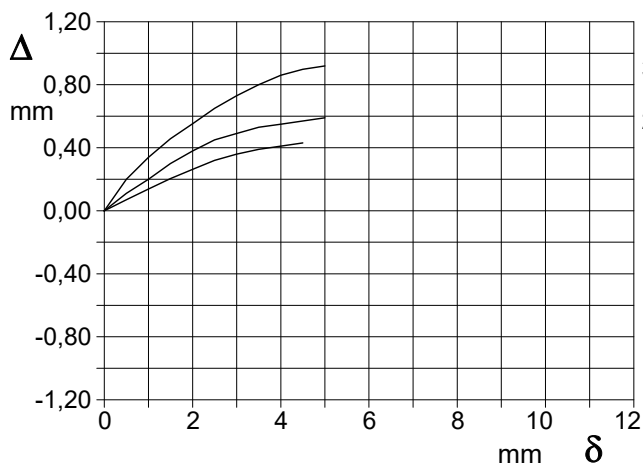
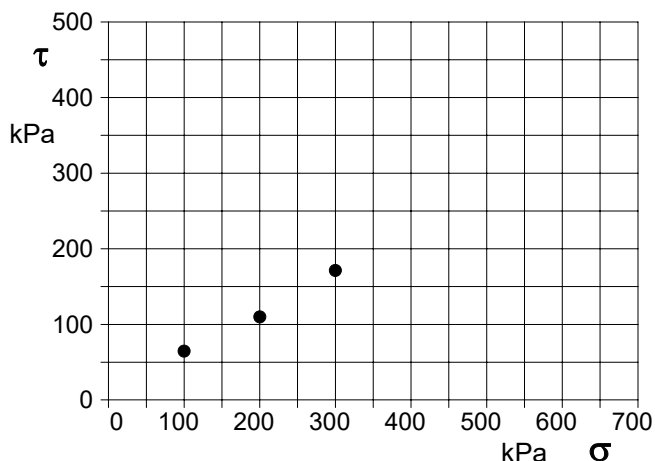


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

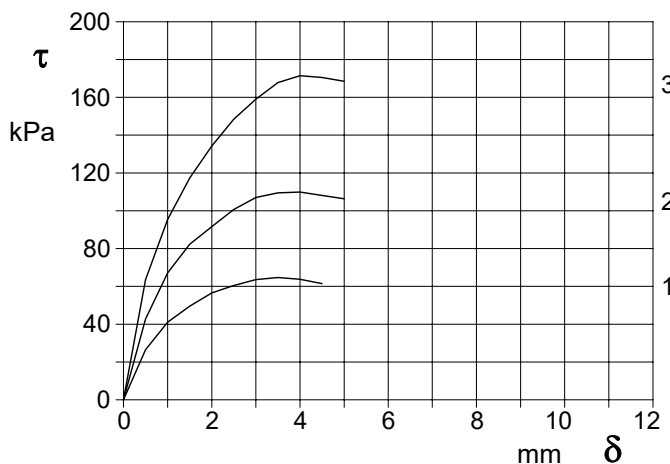


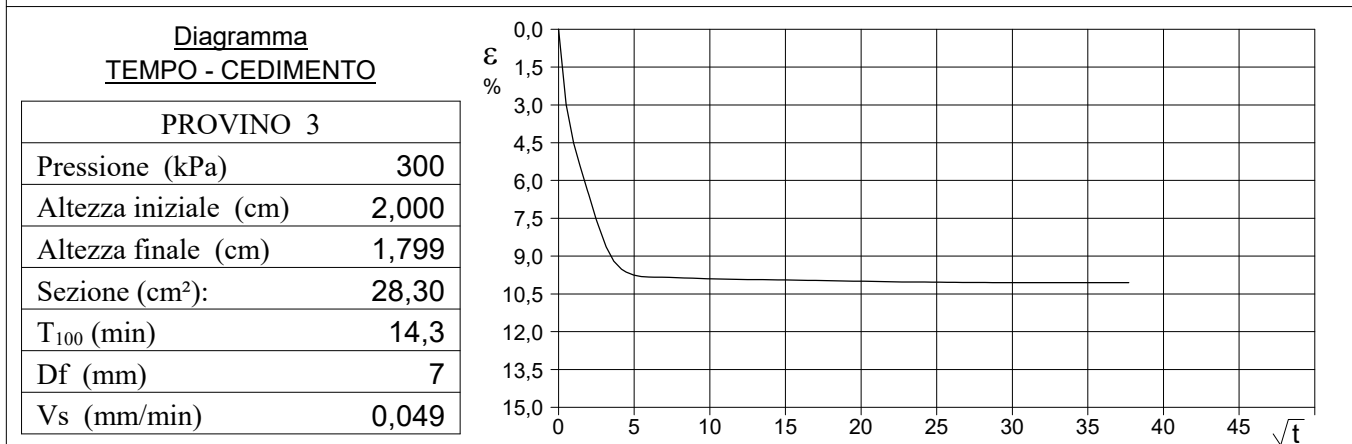
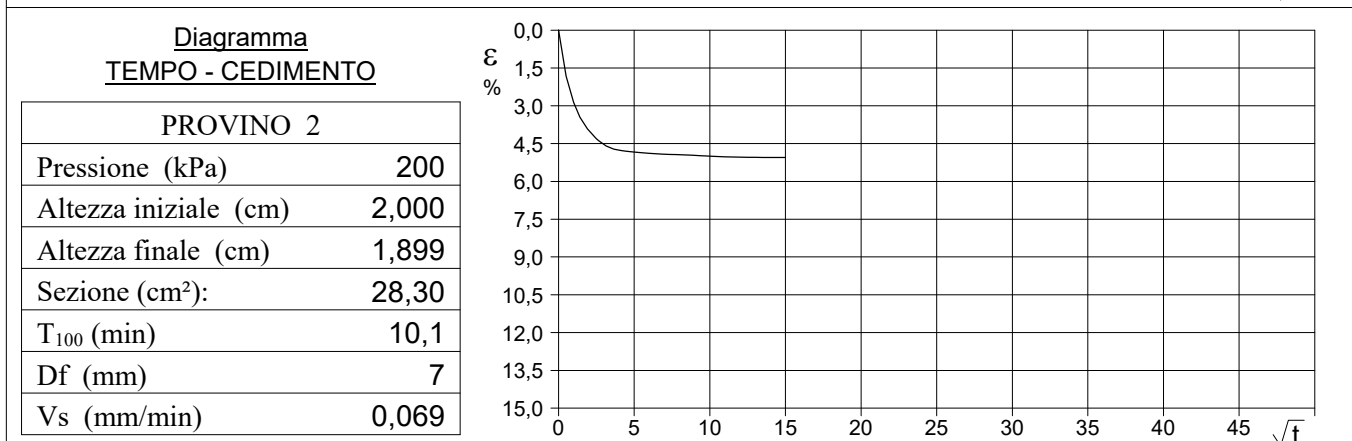
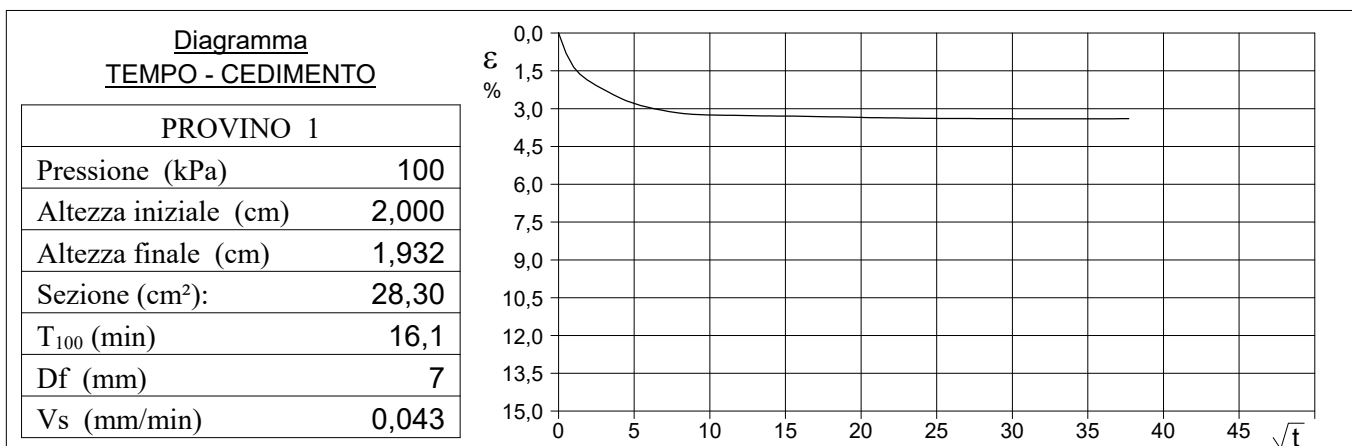
DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05664</b>             | Pagina 0/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 08/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 08/10/19 | Fine analisi: 14/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 7,50 - 8,00 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03



|                                |                                     |                          |              |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Vs = Velocità stimata di prova | Df = Deformazione a rottura stimata | $tf = 10 \times T_{100}$ | Vs = Df / tf |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|

COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: cr2

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                |      |                   |
|----------------|------|-------------------|
| Peso di volume | 15,9 | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico | 26,7 | kN/m <sup>3</sup> |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 17,2 | % |
| Sabbia  | 61,2 | % |
| Limo    | 15,7 | % |
| Argilla | 5,9  | % |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE   |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|----|--|
|                                | 0  |           |           |    | Sabbia debolmente limosa oca a tratti anche debolmente argillosa con poca ghiaia medio fine. |
|                                | 10 |           |           |    |  |
|                                | 20 |           |           |    |  |
|                                | 30 |           |           |    |  |
|                                | 40 |           |           |    |  |
|                                | 50 |           |           | 50 |  |

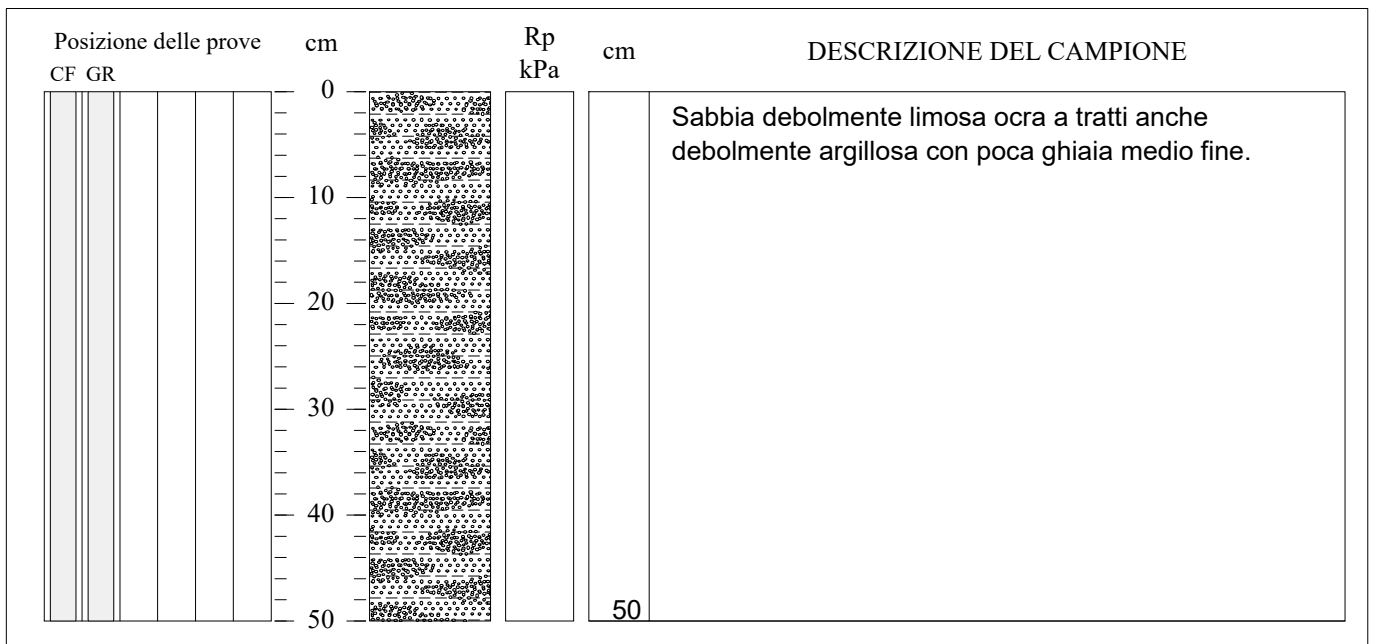
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: cr2

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico  
 Cubico  
 Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05656</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: cr2 | PROFONDITA': m | 3,00 - 3,50 |  |  |

## PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume minimo = 14,4 kN/m<sup>3</sup>**

**Peso di volume massimo = 17,4 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05657</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: cr2 | PROFONDITA': m | 3,00 - 3,50 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,7 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,7 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,6 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

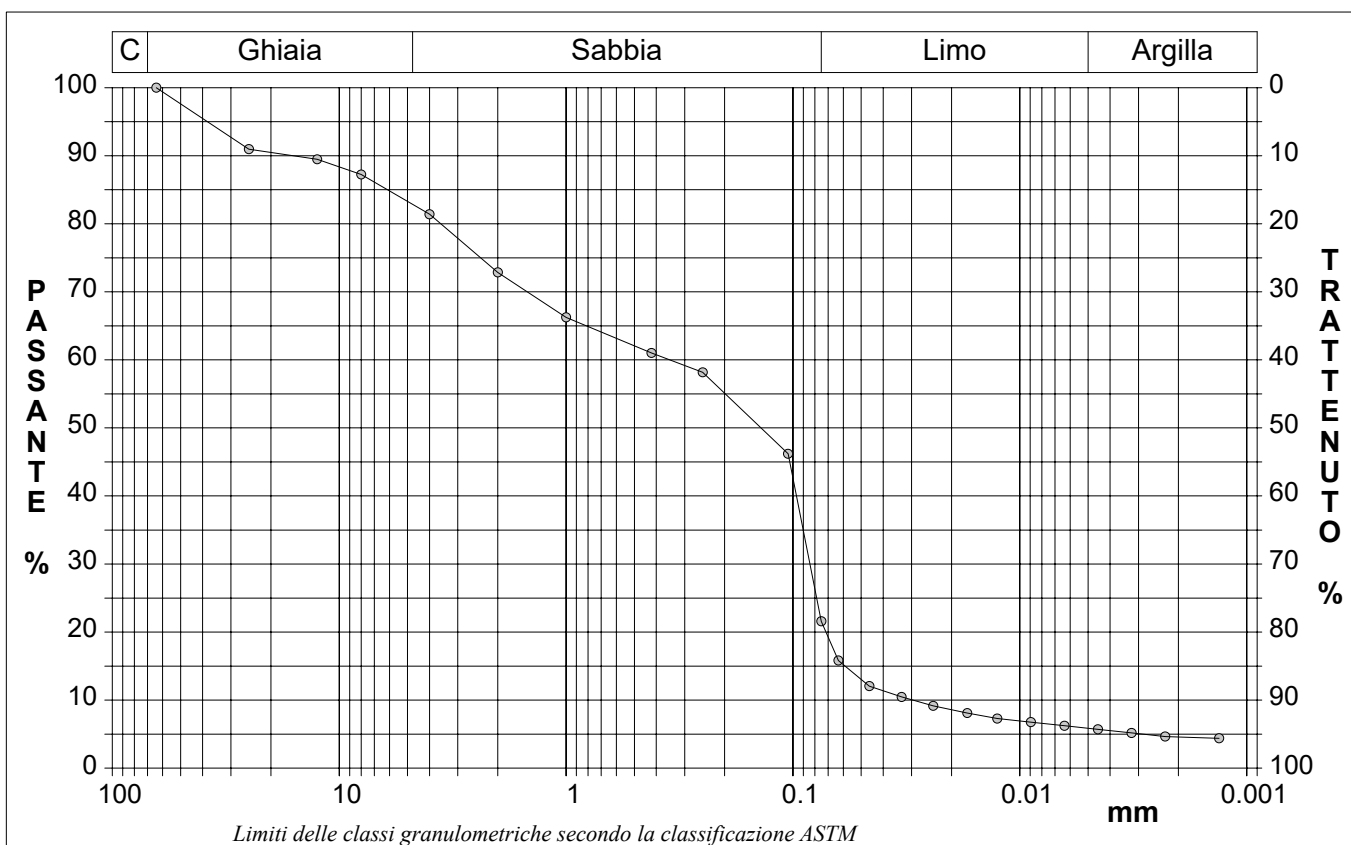
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05658</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S4  | CAMPIONE: cr2 | PROFONDITA': m 3,00 - 3,50 |  |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |            |             |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|-------------|
| Ghiaia                     | 17,2 % | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 72,9 %                    | D10 | 0,02956 mm |             |
| Sabbia                     | 61,2 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 60,7 %                    | D30 | 0,08413 mm |             |
| Limo                       | 15,7 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 21,6 %                    | D50 | 0,13825 mm |             |
| Argilla                    | 5,9 %  |                                  |                           | D60 | 0,34896 mm |             |
| Coefficiente di uniformità |        | 11,80                            | Coefficiente di curvatura |     | 0,69       |             |
|                            |        |                                  |                           |     | D90        | 15,99765 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 64,0000     | 100,00     | 2,0000      | 72,86      | 0,0750      | 21,59      | 0,0171      | 8,10       | 0,0032      | 5,19       |
| 25,0000     | 90,96      | 1,0000      | 66,25      | 0,0631      | 15,82      | 0,0126      | 7,30       | 0,0023      | 4,66       |
| 12,5000     | 89,47      | 0,4200      | 61,01      | 0,0460      | 12,06      | 0,0089      | 6,77       | 0,0013      | 4,39       |
| 8,0000      | 87,24      | 0,2500      | 58,18      | 0,0332      | 10,48      | 0,0064      | 6,25       |             |            |
| 4,0000      | 81,39      | 0,1050      | 46,20      | 0,0241      | 9,15       | 0,0045      | 5,72       |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale      | 15,1  | %                 |
| Peso di volume        | 19,2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco  | 16,6  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo | 20,4  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico        | 26,8  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti      | 0,613 |                   |
| Porosità              | 38,0  | %                 |
| Grado di saturazione  | 67,6  | %                 |

### LIMITI DI CONSISTENZA

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 45,4 | % |
| Limite di plasticità   | 22,0 | % |
| Indice di plasticità   | 23,4 | % |
| Indice di consistenza  | 1,29 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 0,1  | % |
| Sabbia  | 25,8 | % |
| Limo    | 29,1 | % |
| Argilla | 45,0 | % |

### TAGLIO DIRETTO

|                            |      |     |
|----------------------------|------|-----|
| Coesione:                  | 18,7 | kPa |
| Angolo di attrito interno: | 24,3 | °   |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR TD | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE  |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|---|
|                                   | 0  |           |           |    |   |
|                                   | 10 | >600      |           |    | Alternanze millimetriche di argilla ± limosa e argillosa marrone scuro. |
|                                   | 20 | >600      |           |    |   |
|                                   | 30 | >600      |           |    |   |
|                                   | 40 |           |           |    |   |
|                                   | 50 |           |           | 50 |   |

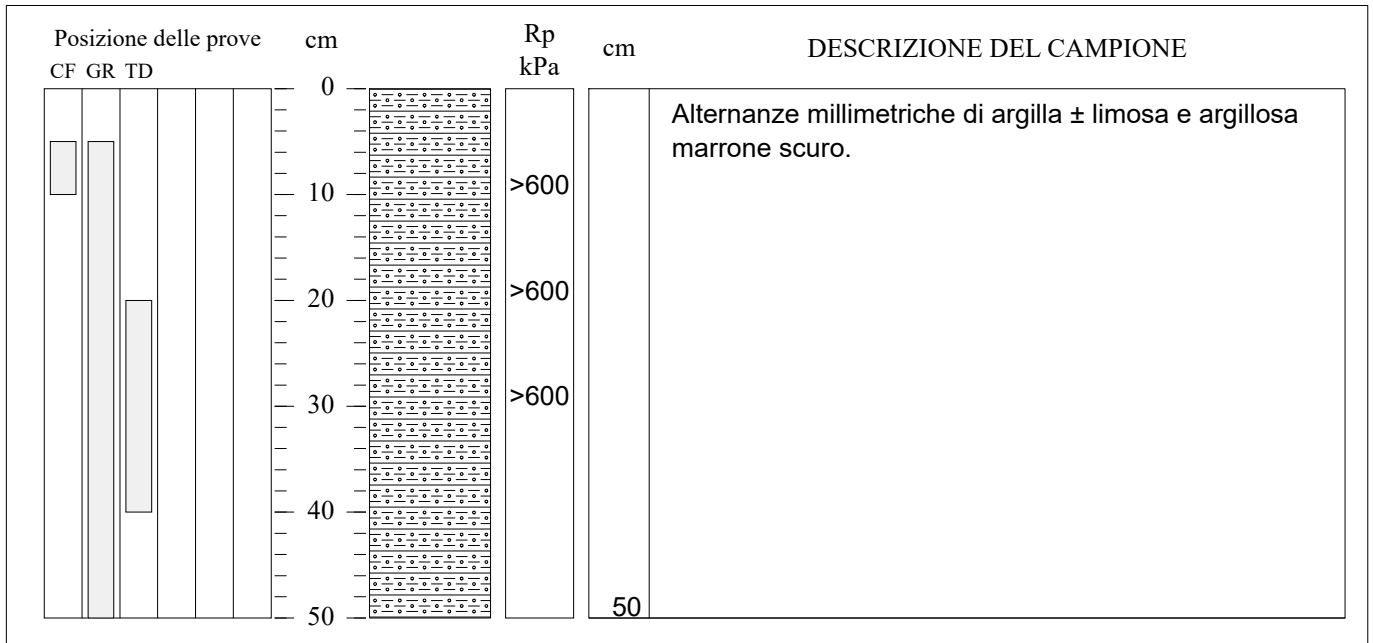
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: ci1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05665</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 14/10/19 | Fine analisi:   | 15/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |  |  |

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15,1 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05666</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 14/10/19 | Fine analisi:   | 14/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |  |  |

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19,2 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05667</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 17/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 14/10/19 | Fine analisi: 17/10/19   |

|  |               |                |             |
|--|---------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m | 2,00 - 2,50 |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,8 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,8 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05668</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 17/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 14/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

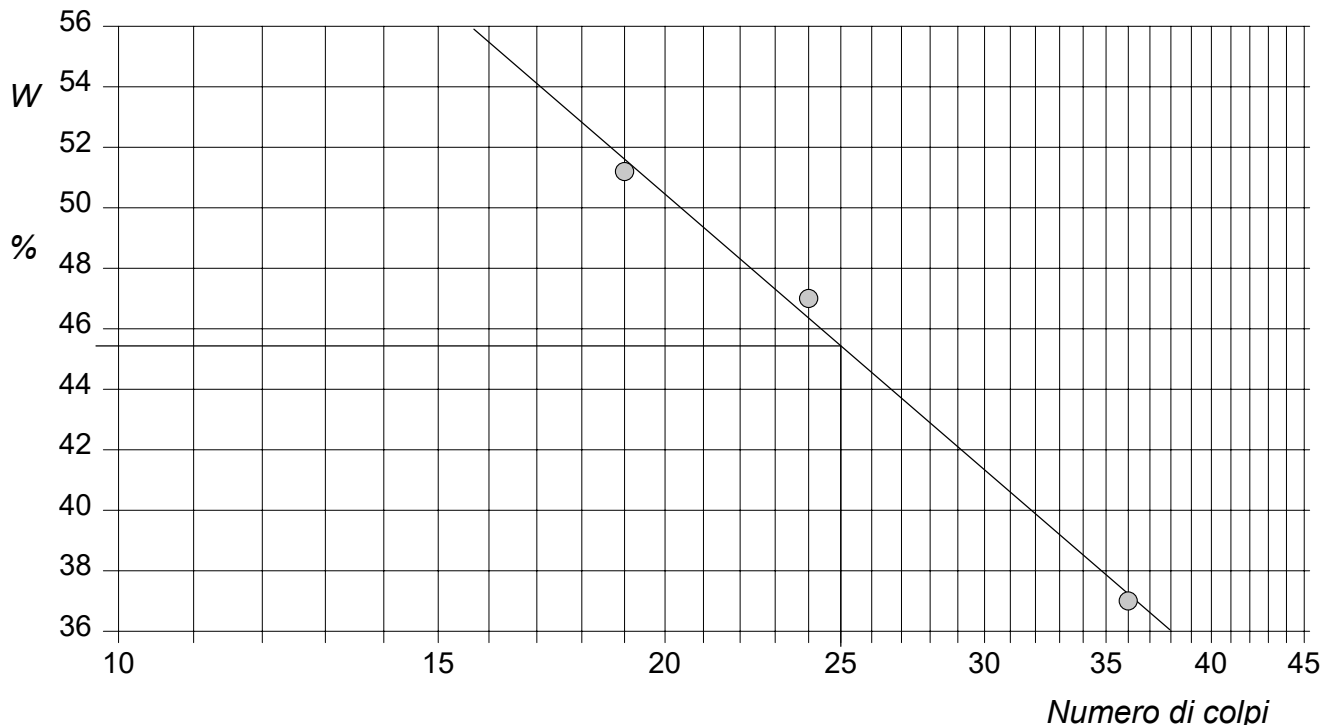
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Limite di liquidità  | 45,4 % |
| Limite di plasticità | 22,0 % |
| Indice di plasticità | 23,4 % |

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      | 19   | 24   | 36   |  | Umidità (%)           | 22,3 | 21,7 |
| Umidità (%)          | 51,2 | 47,0 | 37,0 |  | Umidità media         | 22,0 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità



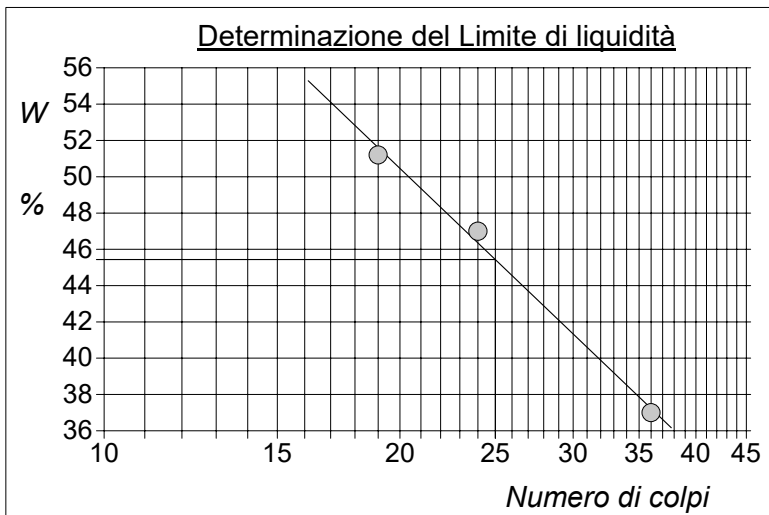
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05668</b>             | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 17/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 14/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |
|--|---------------|----------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |

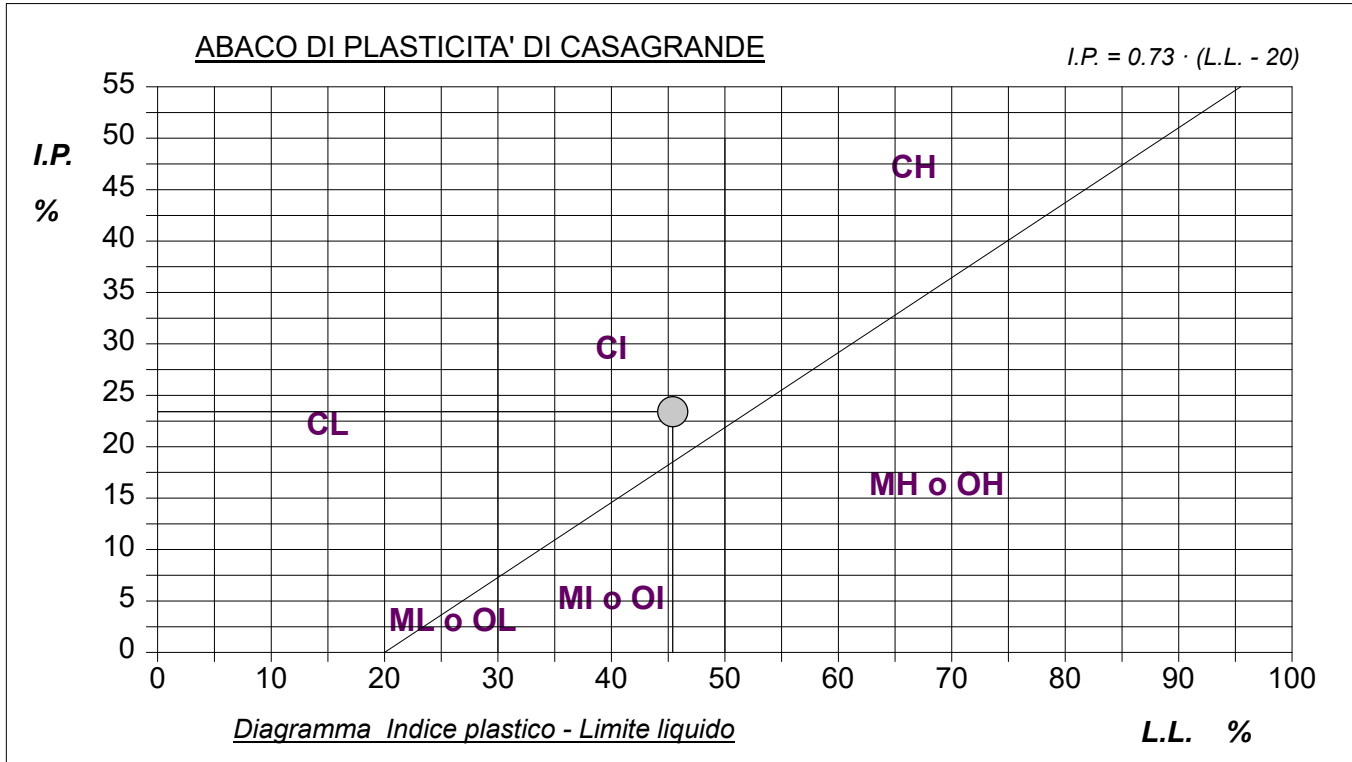
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 45,4 | % |
| Limite di plasticità   | 22,0 | % |
| Indice di plasticità   | 23,4 | % |
| Indice di consistenza  | 1,29 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |



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



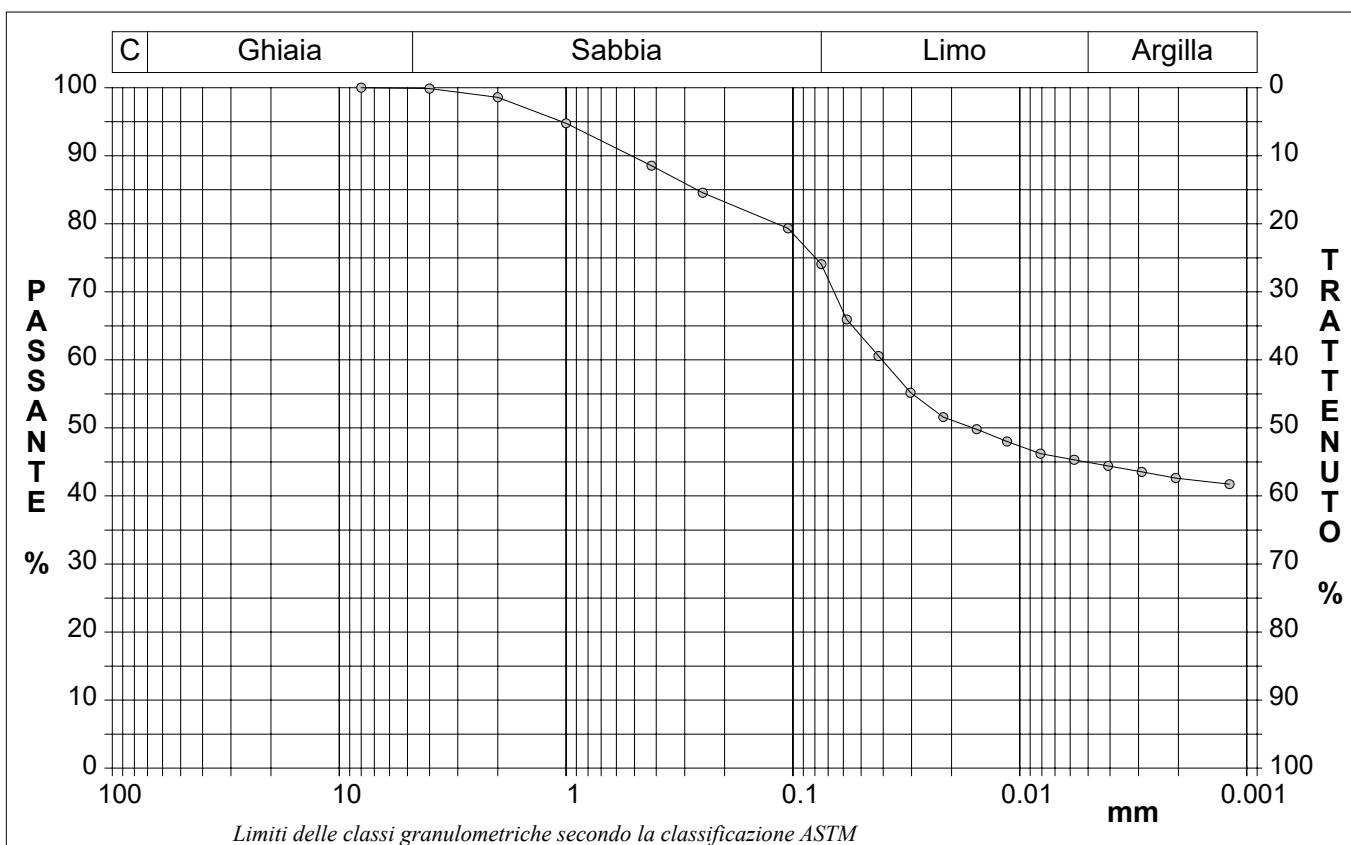
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05669</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 14/10/19 | Fine analisi: 17/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |         |     |         |    |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|---------|-----|---------|----|
| Ghiaia                     | 0,1 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 98,6 %                    | D10 | ---     | mm  |         |    |
| Sabbia                     | 25,8 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 88,2 %                    | D30 | ---     | mm  |         |    |
| Limo                       | 29,1 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 74,1 %                    | D50 | 0,01607 | mm  |         |    |
| Argilla                    | 45,0 % |                                  |                           | D60 | 0,04053 | mm  |         |    |
| Coefficiente di uniformità |        | ---                              | Coefficiente di curvatura |     | ---     | D90 | 0,51558 | mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 8,0000      | 100,00     | 0,2500      | 84,56      | 0,0303      | 55,19      | 0,0058      | 45,32      |             |            |
| 4,0000      | 99,86      | 0,1050      | 79,32      | 0,0218      | 51,60      | 0,0041      | 44,43      |             |            |
| 2,0000      | 98,58      | 0,0750      | 74,08      | 0,0155      | 49,81      | 0,0029      | 43,53      |             |            |
| 1,0000      | 94,76      | 0,0579      | 65,95      | 0,0114      | 48,01      | 0,0021      | 42,63      |             |            |
| 0,4200      | 88,53      | 0,0419      | 60,57      | 0,0081      | 46,22      | 0,0012      | 41,74      |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.



|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05670</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 14/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 200          | 400          | 600          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 111          | 197          | 291          |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 5,00         | 5,00         | 3,50         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 0,68         | 0,40         | 0,31         |
| Umidità naturale (%):                    | ---          | ---          | ---          |
| Peso di volume (kN/m³):                  | ---          | ---          | ---          |

### DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,018 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

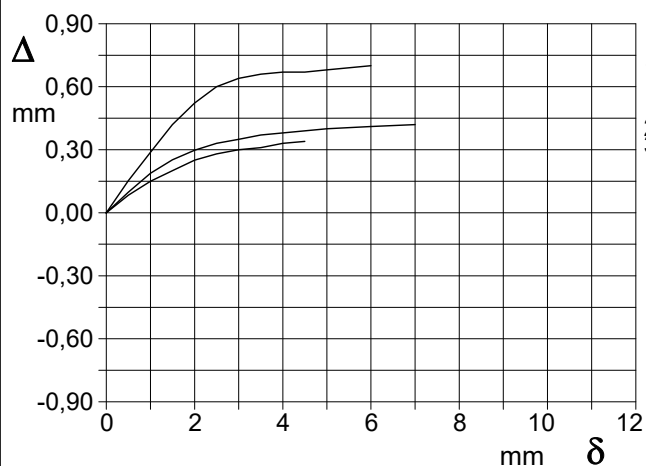
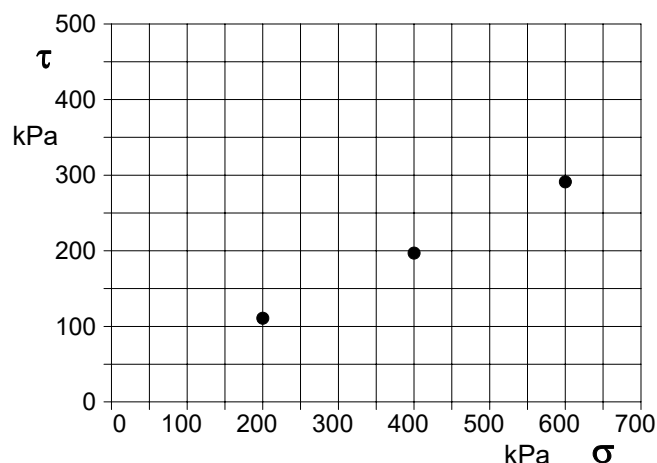


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

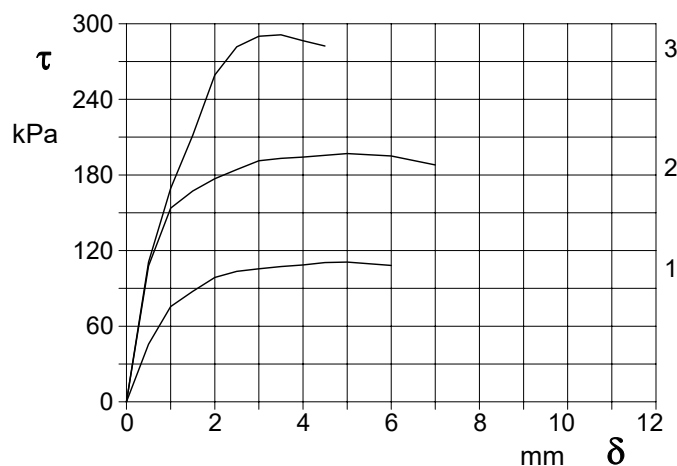


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05670</b>             | Pagina 0/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 14/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 14/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                            |  |
|--|---------------|----------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                            |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                            |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci1 | PROFONDITA': m 2,00 - 2,50 |  |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 1                   |       |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)             | 200   |
| Altezza iniziale (cm)       | 2,000 |
| Altezza finale (cm)         | 1,857 |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ): | 28,30 |
| T <sub>100</sub> (min)      | 46,5  |
| Df (mm)                     | 7     |
| Vs (mm/min)                 | 0,015 |

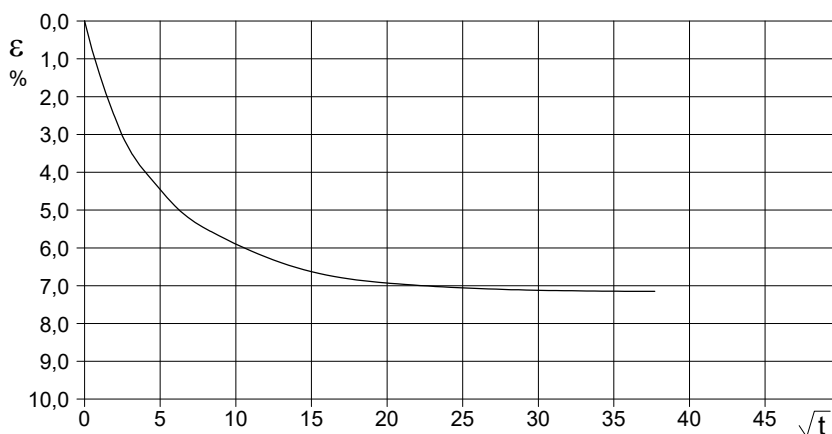


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 2                   |       |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)             | 400   |
| Altezza iniziale (cm)       | 2,000 |
| Altezza finale (cm)         | 1,873 |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ): | 28,30 |
| T <sub>100</sub> (min)      | 41,2  |
| Df (mm)                     | 7     |
| Vs (mm/min)                 | 0,017 |

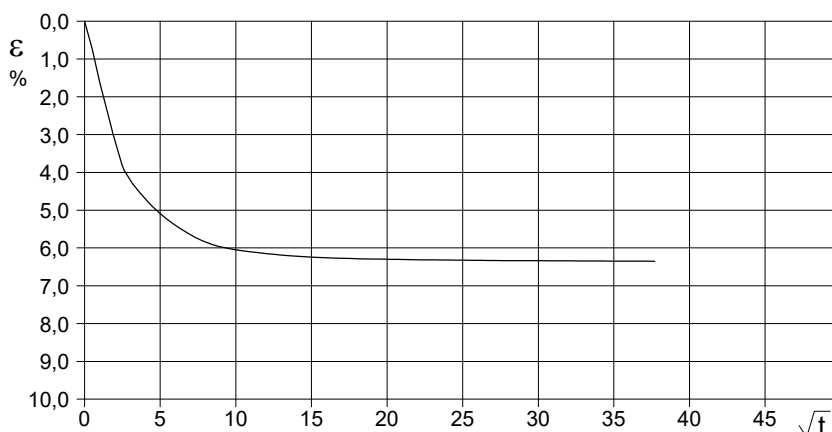
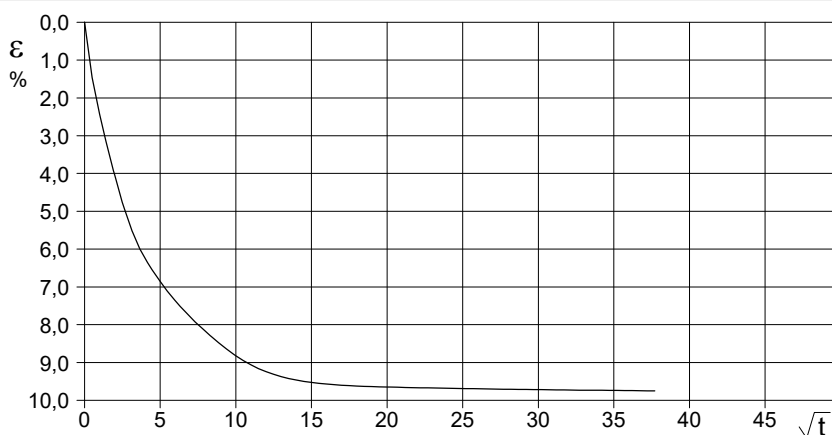


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 3                   |       |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa)             | 600   |
| Altezza iniziale (cm)       | 2,000 |
| Altezza finale (cm)         | 1,805 |
| Sezione (cm <sup>2</sup> ): | 28,30 |
| T <sub>100</sub> (min)      | 30,6  |
| Df (mm)                     | 7     |
| Vs (mm/min)                 | 0,023 |



Vs = Velocità stimata di prova    Df = Deformazione a rottura stimata

$tf = 10 \times T_{100}$      $Vs = Df / tf$

COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: ci2

PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale      | 25,4  | %                 |
| Peso di volume        | 19,4  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco  | 15,5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo | 19,7  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico        | 27,2  | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti      | 0,756 |                   |
| Porosità              | 43,0  | %                 |
| Grado di saturazione  | 93,0  | %                 |

### LIMITI DI CONSISTENZA

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 43,0 | % |
| Limite di plasticità   | 30,0 | % |
| Indice di plasticità   | 13,0 | % |
| Indice di consistenza  | 1,36 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 0,5  | % |
| Sabbia  | 35,6 | % |
| Limo    | 25,1 | % |
| Argilla | 38,8 | % |

### TAGLIO DIRETTO

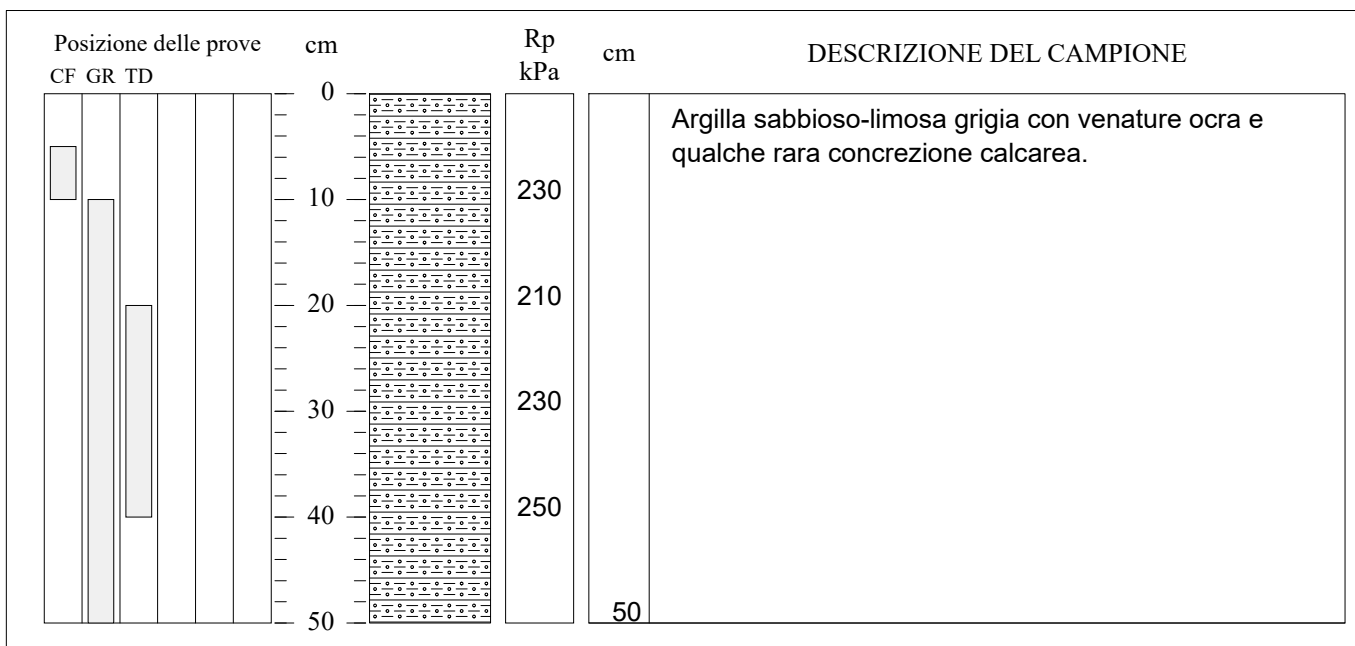
|                            |      |     |
|----------------------------|------|-----|
| Coesione:                  | 48,6 | kPa |
| Angolo di attrito interno: | 6,4  | °   |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove<br>CF GR TD | cm | Rp<br>kPa | VT<br>kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE  |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|---|
|                                   | 0  |           |           |    |   |
|                                   | 10 | 230       |           |    | Argilla sabbioso-limosa grigia con venature ocre e qualche rara concrezione calcarea. |
|                                   | 20 | 210       |           |    |   |
|                                   | 30 | 230       |           |    |   |
|                                   | 40 | 250       |           |    |   |
|                                   | 50 |           |           | 50 |   |

|  |
|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI   |
| SONDAGGIO: S5                      CAMPIONE: ci2                      PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 |



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05677</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 16/10/19 |

|  |               |                |               |  |  |
|--|---------------|----------------|---------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci2 | PROFONDITA': m | 15,00 - 15,50 |  |  |

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,4 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05678</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 15/10/19 |

|  |               |                |               |  |  |
|--|---------------|----------------|---------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci2 | PROFONDITA': m | 15,00 - 15,50 |  |  |

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19,4 kN/m<sup>3</sup>**



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05679</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |               |  |  |
|--|---------------|----------------|---------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci2 | PROFONDITA': m | 15,00 - 15,50 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **27,2 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **27,2 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,2 °C

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05680</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 19/10/19   |

|  |               |                              |  |
|--|---------------|------------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                              |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                              |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci2 | PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 |  |

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

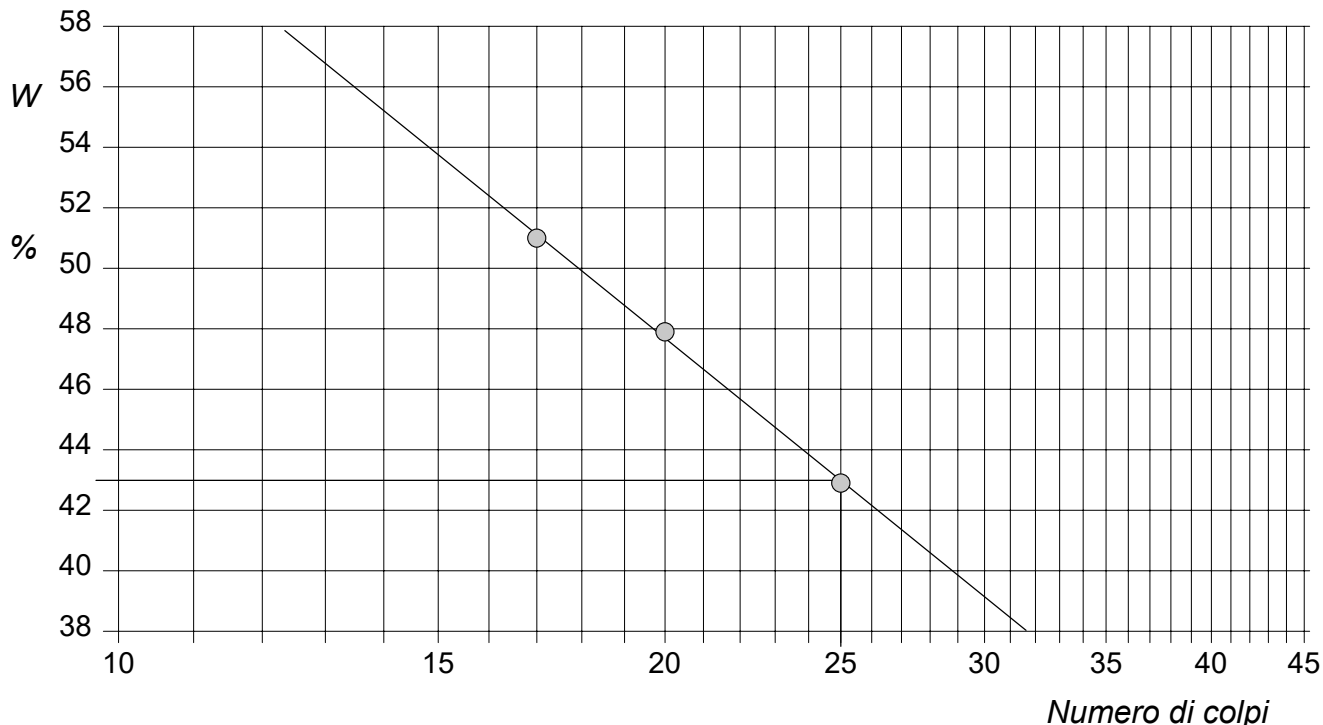
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Limite di liquidità  | 43,0 % |
| Limite di plasticità | 30,0 % |
| Indice di plasticità | 13,0 % |

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      | 17   | 20   | 25   |  | Umidità (%)           | 30,0 | 30,0 |
| Umidità (%)          | 51,0 | 47,9 | 42,9 |  | Umidità media         | 30,0 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità



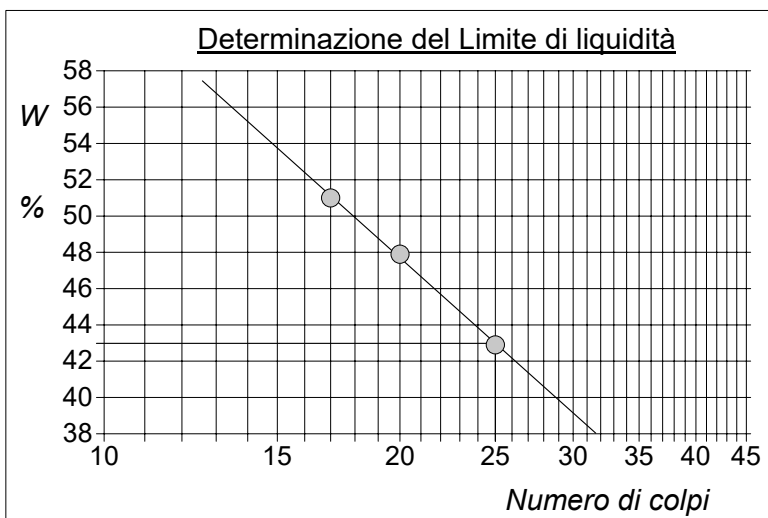
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05680</b>             | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 19/10/19   |

|  |               |                              |  |
|--|---------------|------------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                              |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                              |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci2 | PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 |  |

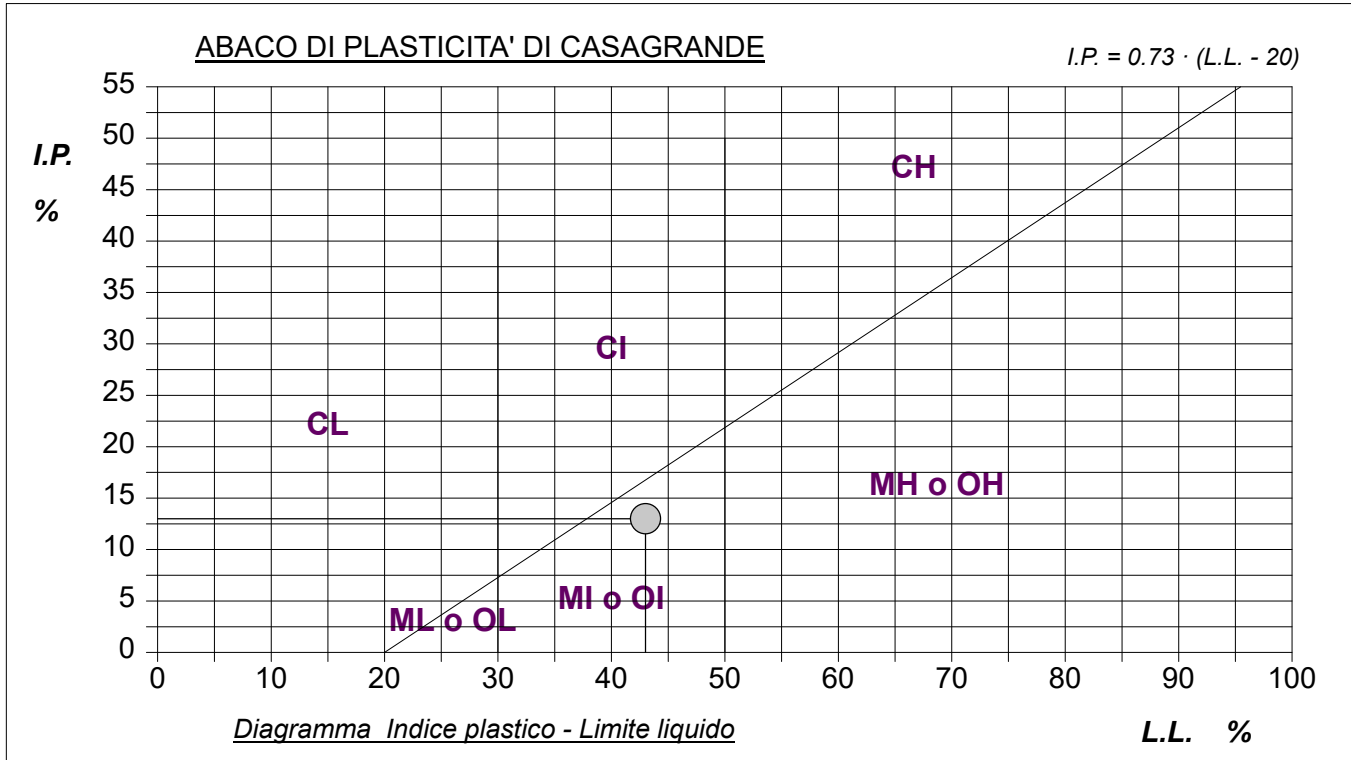
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

|                        |      |   |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità    | 43,0 | % |
| Limite di plasticità   | 30,0 | % |
| Indice di plasticità   | 13,0 | % |
| Indice di consistenza  | 1,36 |   |
| Passante al set. n° 40 | SI   |   |



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



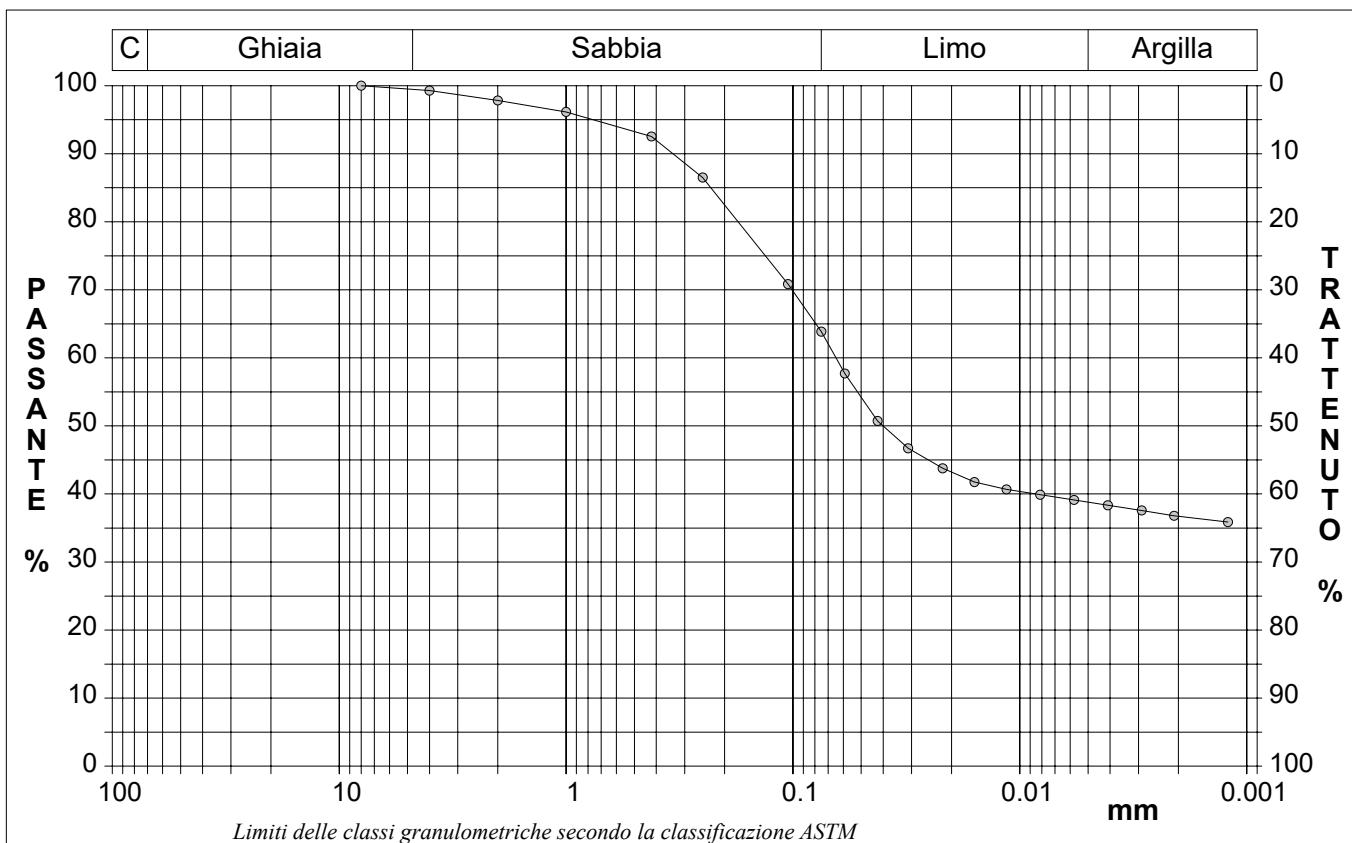
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05681</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |
|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI   |
| SONDAGGIO: S5                                      CAMPIONE: ci2                                      PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |        |     |         |    |
|----------------------------|--------|----------------------------------|--------|-----|---------|----|
| Ghiaia                     | 0,5 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 97,8 % | D10 | ---     | mm |
| Sabbia                     | 35,6 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 92,0 % | D30 | ---     | mm |
| Limo                       | 25,1 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 63,9 % | D50 | 0,04001 | mm |
| Argilla                    | 38,8 % |                                  |        | D60 | 0,06461 | mm |
| Coefficiente di uniformità | ---    | Coefficiente di curvatura        | ---    | D90 | 0,33777 | mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 8,0000      | 100,00     | 0,2500      | 86,51      | 0,0311      | 46,71      | 0,0058      | 39,13      |             |            |
| 4,0000      | 99,28      | 0,1050      | 70,84      | 0,0219      | 43,77      | 0,0041      | 38,35      |             |            |
| 2,0000      | 97,83      | 0,0750      | 63,86      | 0,0159      | 41,76      | 0,0029      | 37,58      |             |            |
| 1,0000      | 96,14      | 0,0591      | 57,70      | 0,0115      | 40,67      | 0,0021      | 36,80      |             |            |
| 0,4200      | 92,53      | 0,0423      | 50,74      | 0,0081      | 39,90      | 0,0012      | 35,88      |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05682</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 16/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 23/10/19   |

|  |               |                |               |
|--|---------------|----------------|---------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: ci2 | PROFONDITA': m | 15,00 - 15,50 |

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

| Provino n°:                              | 1            | 2            | 3            |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                  | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa):               | 100          | 200          | 300          |
| Tensione a rottura (kPa):                | 67           | 64           | 89           |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 2,50         | 3,50         | 4,00         |
| Deformazione verticale a rottura (mm):   | 0,06         | 0,65         | 1,15         |
| Umidità naturale (%):                    | ---          | ---          | ---          |
| Peso di volume (kN/m³):                  | ---          | ---          | ---          |

### DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova:                 | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione:      | 0,005 mm / min      |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24                  |

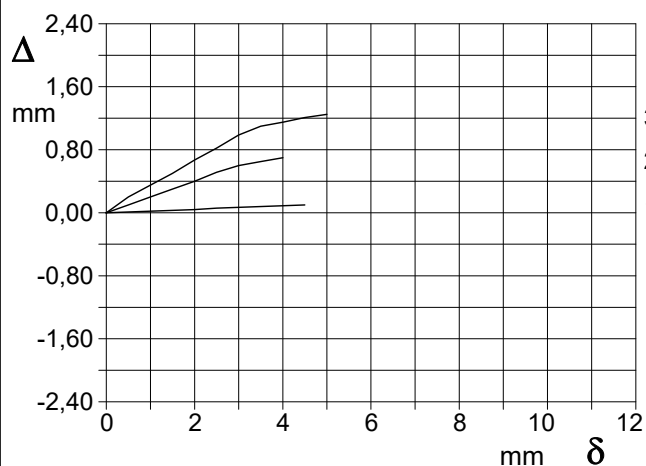
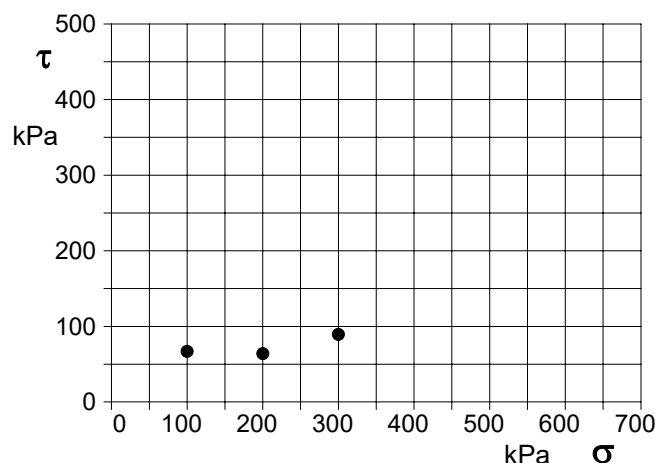


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

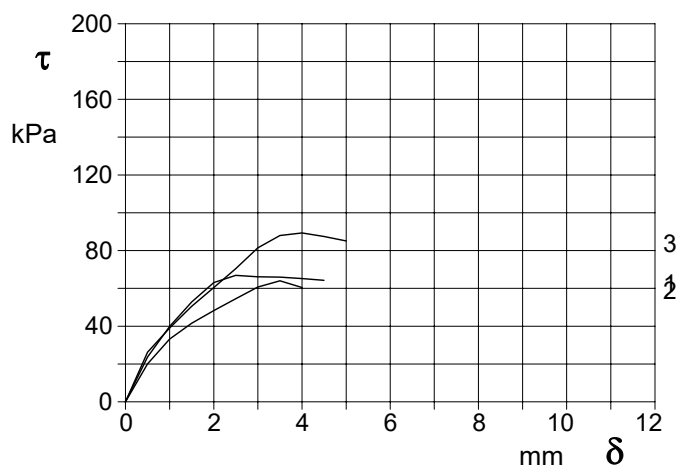


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.





COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: cr4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                |      |                   |
|----------------|------|-------------------|
| Peso di volume | 16,9 | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico | 26,4 | kN/m <sup>3</sup> |

### ANALISI GRANULOMETRICA

|         |      |   |
|---------|------|---|
| Ghiaia  | 5,0  | % |
| Sabbia  | 76,4 | % |
| Limo    | 10,2 | % |
| Argilla | 8,4  | % |

### FOTOGRAFIA



| Posizione delle prove |    | cm | Rp  | VT  | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE   |
|-----------------------|----|----|-----|-----|----|--|
| CF                    | GR |    | kPa | kPa |    |  |
|                       |    | 0  |     |     |    | Sabbia debolmente limoso-argillosa ocrea con qualche raro grano di ghiaia. |
|                       |    | 10 |     |     |    |  |
|                       |    | 20 |     |     |    |  |
|                       |    | 30 |     |     |    |  |
|                       |    | 40 |     |     |    |  |
|                       |    | 50 |     |     |    |  |
|                       |    |    |     |     | 50 |  |

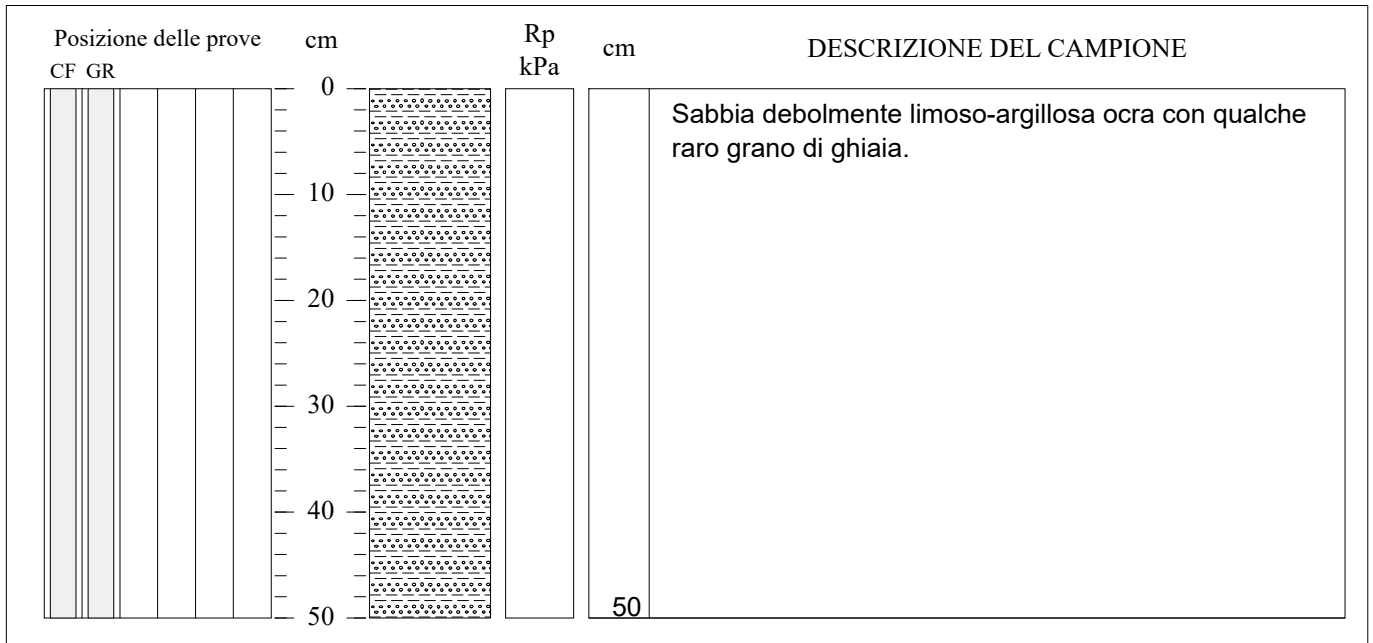
COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: cr4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico  
 Cubico  
 Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

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

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05671</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 15/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m | 9,00 - 9,50 |  |  |

## PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume minimo = 15,2 kN/m<sup>3</sup>**

**Peso di volume massimo = 18,6 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05672</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |             |  |  |
|--|---------------|----------------|-------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |             |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |             |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: cr4 | PROFONDITA': m | 9,00 - 9,50 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,4 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,3 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,3 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

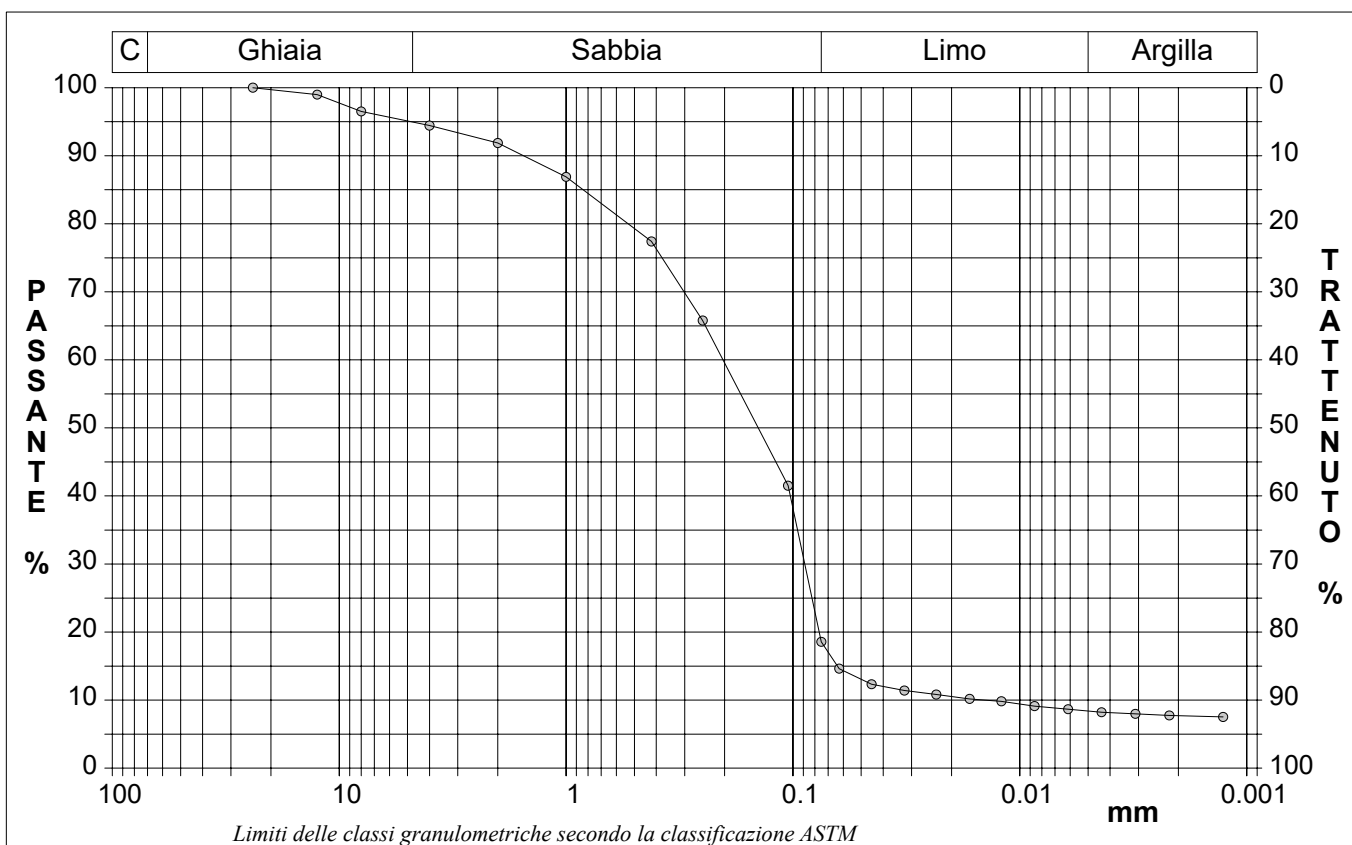
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05673</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |
|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI   |
| SONDAGGIO: S5                                      CAMPIONE: cr4                                      PROFONDITA': m 9,00 - 9,50 |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |      |            |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|------|------------|------------|
| Ghiaia                     | 5,0 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 91,9 %                    | D10  | 0,01415 mm |            |
| Sabbia                     | 76,4 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 76,3 %                    | D30  | 0,08869 mm |            |
| Limo                       | 10,2 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 18,6 %                    | D50  | 0,14224 mm |            |
| Argilla                    | 8,4 %  |                                  |                           | D60  | 0,20338 mm |            |
| Coefficiente di uniformità |        | 14,37                            | Coefficiente di curvatura | 2,73 | D90        | 1,54250 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 24,0000     | 100,00     | 1,0000      | 86,88      | 0,0626      | 14,63      | 0,0121      | 9,82       | 0,0022      | 7,76       |
| 12,5000     | 98,99      | 0,4200      | 77,41      | 0,0450      | 12,34      | 0,0086      | 9,13       | 0,0013      | 7,53       |
| 8,0000      | 96,52      | 0,2500      | 65,77      | 0,0323      | 11,42      | 0,0061      | 8,67       |             |            |
| 4,0000      | 94,44      | 0,1050      | 41,51      | 0,0233      | 10,83      | 0,0044      | 8,21       |             |            |
| 2,0000      | 91,87      | 0,0750      | 18,57      | 0,0166      | 10,18      | 0,0031      | 7,99       |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.

|  |               |                              |
|--|---------------|------------------------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                              |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                              |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: cr5 | PROFONDITA': m 11,00 - 13,00 |

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |      |                   |
|------------------------|------|-------------------|
| Umidità naturale       |      | %                 |
| Peso di volume         | 16,9 | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   |      | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  |      | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 26,8 | kN/m <sup>3</sup> |
| Indice dei vuoti       |      |                   |
| Porosità               |      | %                 |
| Grado di saturazione   |      | %                 |
| 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            | 4,2      | %  |
| Sabbia            | 69,5     | %  |
| Limo              | 16,7     | %  |
| Argilla           | 9,6      | %  |
| D 10              | 0,006865 | mm |
| D 50              | 0,192747 | mm |
| D 60              | 0,415185 | mm |
| D 90              | 3,135892 | mm |
| Passante set. 10  | 80,5     | %  |
| Passante set. 42  | 59,7     | %  |
| Passante set. 200 | 26,3     | %  |

### 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 |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
|                 |          |                               |             |



COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.

RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: cr5

PROFONDITA': m 11,00 - 13,00

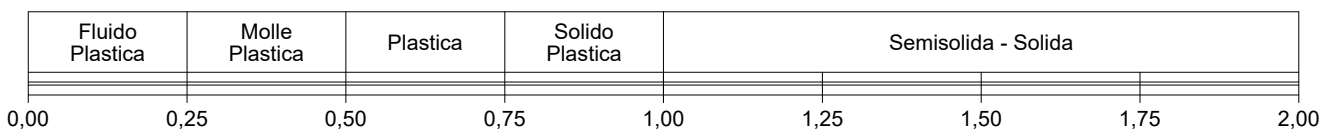
## CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

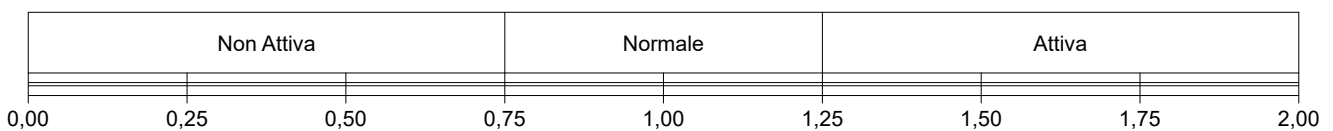
## CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

Abaco di plasticità di Casagrande

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 0,00$

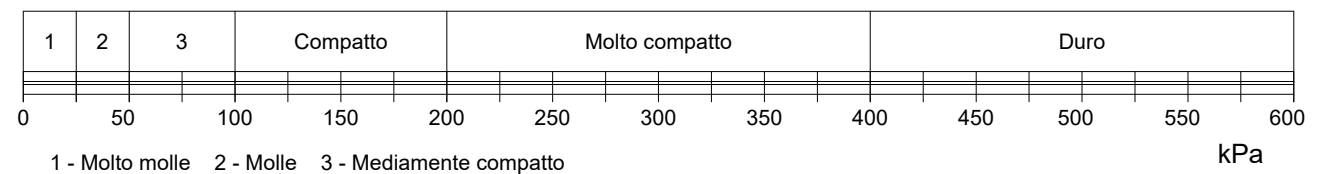


A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0,00



## CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa

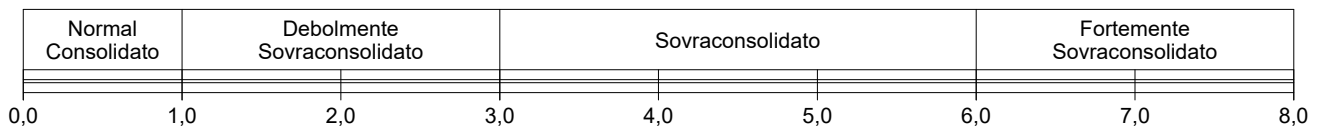


## CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0,0kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0,0kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,00



|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05674</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |               |  |  |
|--|---------------|----------------|---------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: cr5 | PROFONDITA': m | 11,00 - 13,00 |  |  |

## PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume minimo = 14,9 kN/m<sup>3</sup>**

**Peso di volume massimo = 19,0 kN/m<sup>3</sup>**

|   |            |                    |          |                 |          |
|---|------------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05675</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: | 30/10/19 | Inizio analisi: | 18/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: | 15/10/19 | Fine analisi:   | 18/10/19 |

|  |               |                |               |  |  |
|--|---------------|----------------|---------------|--|--|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |  |  |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |  |  |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: cr5 | PROFONDITA': m | 11,00 - 13,00 |  |  |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = **26,8 kN/m<sup>3</sup>**

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = **26,7 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

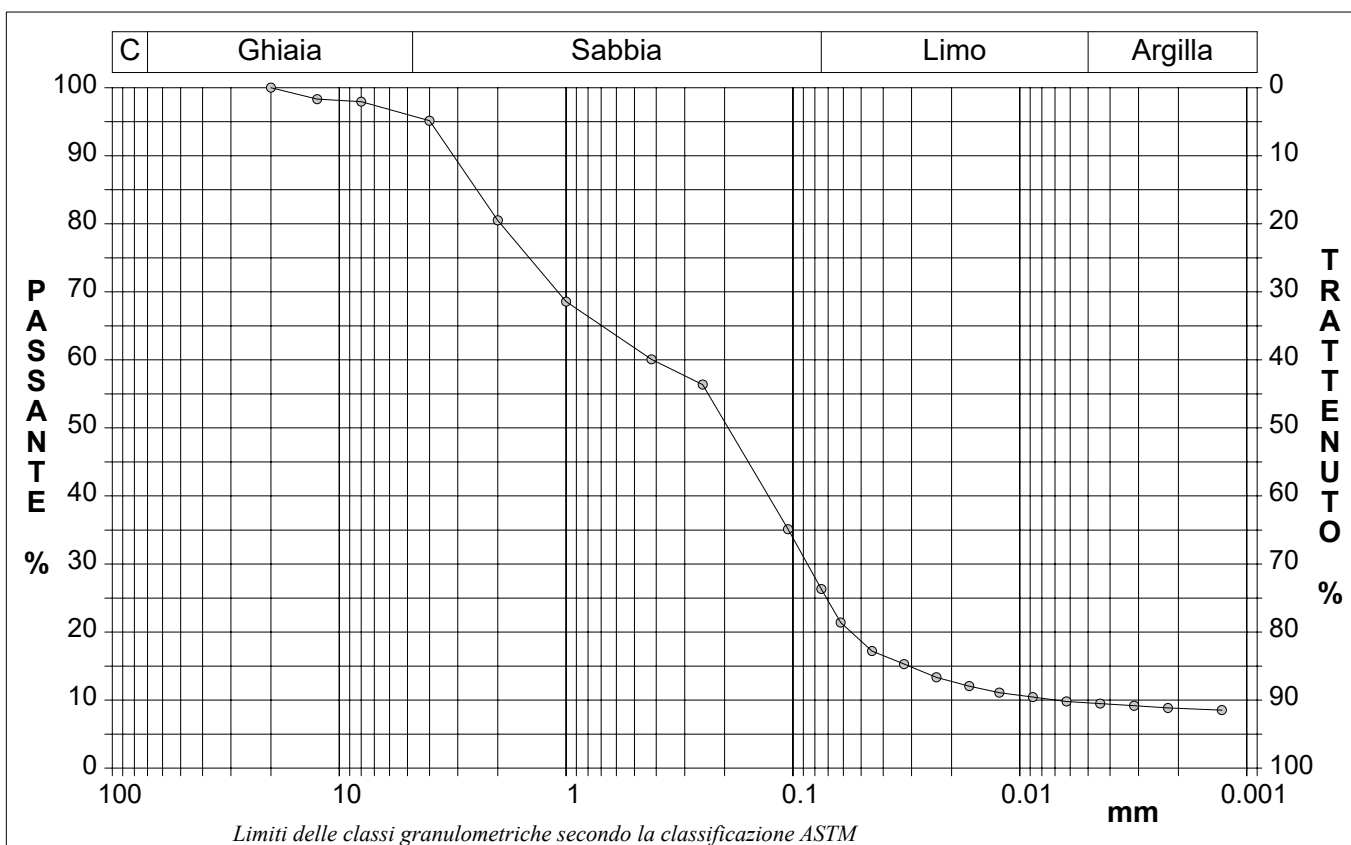
|   |            |                             |                          |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 05676</b>             | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/10/19 | Inizio analisi: 15/10/19 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10419122 del 07/10/19 |            | Apertura campione: 15/10/19 | Fine analisi: 18/10/19   |

|  |               |                |               |
|--|---------------|----------------|---------------|
| COMMITTENTE: TECHFEM S.P.A.                          |               |                |               |
| RIFERIMENTO: Allacciamento centrale ENEL di BRINDISI |               |                |               |
| SONDAGGIO: S5  | CAMPIONE: cr5 | PROFONDITA': m | 11,00 - 13,00 |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

|                            |        |                                  |                           |     |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|------------|
| Ghiaia                     | 4,2 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 80,5 %                    | D10 | 0,00687 mm |
| Sabbia                     | 69,5 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 59,7 %                    | D30 | 0,08632 mm |
| Limo                       | 16,7 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 26,3 %                    | D50 | 0,19275 mm |
| Argilla                    | 9,6 %  |                                  |                           | D60 | 0,41519 mm |
| Coefficiente di uniformità |        | 60,48                            | Coefficiente di curvatura |     | 2,61       |
|                            |        |                                  |                           | D90 | 3,13589 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 20,0000     | 100,00     | 1,0000      | 68,56      | 0,0616      | 21,41      | 0,0123      | 11,10      | 0,0022      | 8,85       |
| 12,5000     | 98,31      | 0,4200      | 60,08      | 0,0448      | 17,22      | 0,0088      | 10,46      | 0,0013      | 8,53       |
| 8,0000      | 97,94      | 0,2500      | 56,38      | 0,0323      | 15,29      | 0,0062      | 9,82       |             |            |
| 4,0000      | 95,14      | 0,1050      | 35,10      | 0,0233      | 13,36      | 0,0044      | 9,49       |             |            |
| 2,0000      | 80,49      | 0,0750      | 26,34      | 0,0167      | 12,07      | 0,0031      | 9,17       |             |            |

Analisi granulometrica per via umida.