

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | IMPIANTO<br>Impianto idroelettrico di Coghinas  | CODICE CKS<br><b>GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.00</b> |
|   | TITOLO<br>Diga di Muzzone<br>Progetto di ripristino dello scarico di fondo<br><i>Indagini strutturali e geognostiche eseguite</i> | CODICE INTERNO<br>2020.0240.002-GT-GEN-501             |
|   |   | Data <b>15/07/2022</b>                                 |
|   |   | Pagina <b>1</b> di <b>2</b>                            |

## Impianto idroelettrico di Coghinas – Diga di Muzzone

Renewable Energies Italy - O&M Hydro Italy  
 Northern Central Area - Territorial Unit Cagliari - UE Coghinas

Comune di Oschiri - Provincia di Sassari

### Ripristino dello scarico di fondo

### Progetto Esecutivo

### Indagini strutturali e geognostiche eseguite

## Relazione Tecnica

|  |                           |                              |                  |
|--|---------------------------|------------------------------|------------------|
| IL COMMITTENTE<br> <b>ENEL GREEN POWER ITALIA SRL</b><br>Renewable Energies Italy<br>O&M Hydro Italy<br>Northern Central Area   |                           | 15/07/2022                   |                  |
|  |                           | DATA                         | ING. M. SESSEGO  |
| IL PROGETTISTA<br> <b>LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI</b><br><b>Lombardi SA Ingegneri Consulenti</b><br>Via del Tiglio, 2, C.P. 934,<br>CH-6512 Bellinzona, Giubiasco (Svizzera) |                           | 15/07/2022                   |                  |
|  |                           | DATA                         | ING. M. BRAGHINI |
| IL DIRETTORE LAVORI  | L' INGEGNERE RESPONSABILE | IL PROGETTISTA SPECIALISTICO |                  |
|  | 15/07/2022                | 15/07/2022                   |                  |
| DATA   |                           | DATA                         | ING. M. ARU      |
|  |                           | DATA                         | ING. A. BALESTRA |

LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI



Lombardi SA Ingegneri Consulenti  
 Via del Tiglio, 2, C.P. 934,  
 CH-6512 Bellinzona Giubiasco (Svizzera)

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|  | IMPIANTO<br>Impianto idroelettrico di Coghinas  | CODICE CKS<br><b>GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.00</b> |  |
|   | TITOLO<br>Diga di Muzzone<br>Progetto di ripristino dello scarico di fondo<br><i>Indagini strutturali e geognostiche eseguite</i> | CODICE INTERNO<br>2020.0240.002-GT-GEN-501             |  |
|   |   | Data <b>15/07/2022</b>                                 |  |
|   |   | Pagina <b>2 di 2</b>                                   |  |

|                 |             |                |                   |
|-----------------|-------------|----------------|-------------------|
|                 |             |                |                   |
| A               | 15.07.2022  | V.Scanu        | L.Usula/L.Amato   |
| <b>Versione</b> | <b>Data</b> | <b>Redatto</b> | <b>Verificato</b> |

**Lombardi SA** Ingegneri Consulenti  
 Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco  
 Telefono +41(0)91 735 31 00  
 www.lombardi.group, info@lombardi.group

# RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



*PROJECT:*

PROGETTAZIONE DI RIPRISTINO DELLO SCARICO DI FONDO "INDAGINI STRUTTURALE E GEOGNOSTICHE".

*LOCATION:*

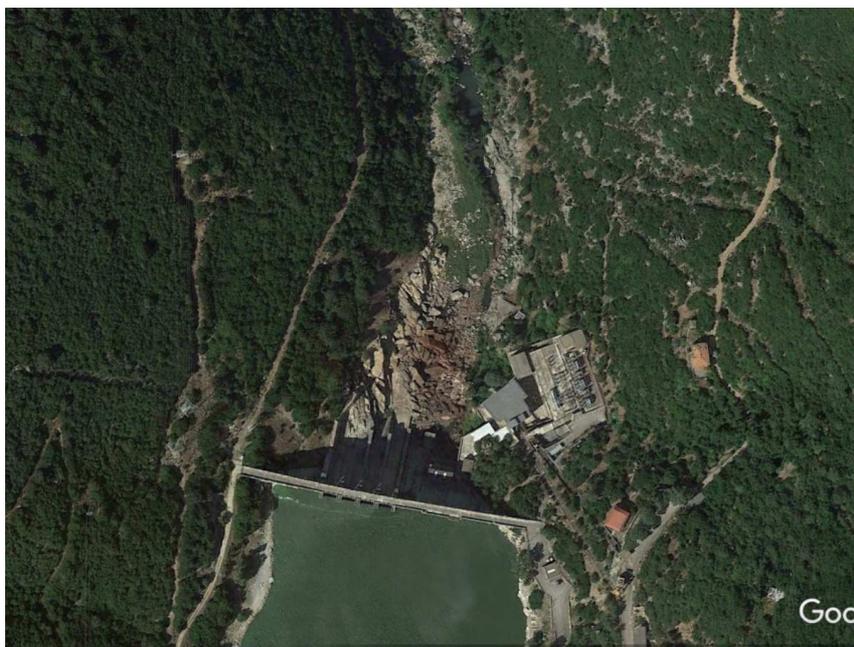
DIGA DI MUZZONE COMUNE DI OSCHIRI (SS)

*CLIENT:*

LOMBARDI INGEGNERIA S.R.L.

*OBJECT:*

SONDAGGI, PROVE LUGEON



Tecno In Ref.:  
Revision n°:  
Date:  
Description:

R.C-175bis/21  
1  
Ottobre 2021  
emissione

Redacted by:  
Reviewed by:  
Approved by:  
Document code:

D.ssa Geol. Virginia Scanu  
D.ssa Usula Lorella  
Dr. Geol. Lucio Amato  
175\_21\_01\_RGEO-diga.doc

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| 1. <b>PREMESSA</b>                            | <b>3</b>  |
| 2. <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>               | <b>3</b>  |
| 3. <b>UBICAZIONE DELLE INDAGINI</b>           | <b>3</b>  |
| 4. <b>ATTIVITÀ ESEGUITE</b>                   | <b>5</b>  |
| 5. <b>PRELIEVO CAMPIONI</b>                   | <b>9</b>  |
| 6. <b>CHIUSURA FORO DI SONDAGGIO</b>          | <b>10</b> |
| 7. <b>CAROTAGGI GALLERIA QUOTA 120 M SLMM</b> | <b>11</b> |

### ALLEGATI:

ALLEGATO 1: LOG STRATIGRAFICO E FOTO SONDAFGGI

ALLEGATO 2: ELABORATI PROVE LUGEON

ALLEGATO 3: CERTIFICATI LABORATORIO

ALLEGATO 4: CERTIFICATI LABORATORIO CAROTAGGI CUNICOLI

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di ripristino della capacità di scarico della diga di Muzzone (SS), situata in prossimità dell'impianto idroelettrico di Coghinas, la società TECNO IN S.p.A. è stata incaricata dalla società LOMBARDI Ingegneria S.r.l., di eseguire una campagna di indagini in situ così articolata:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo eseguito sul coronamento della diga spinto sino alla profondità di 90 m dal p.c.
- n. 4 prove di permeabilità/assorbimento Lugeon
- n. 10 prove di compressione su campioni di carotaggio

è stato realizzato inoltre, un log ottico ed acustico nel foro di sondaggio sul corpo diga per i cui risultati si rimanda alla relazione specifica, allegato alla presente relazione

- Relazione log in foro

Al contempo sono state eseguite dei carotaggi all'interno della galleria posta alla quota di 120 m slmm, in cui eseguire successivamente delle prove di compressione monoassiale.

Le attività di cantiere si sono espletate nei mesi di giugno e luglio 2021 e sono state coordinate da un geologo.

Tutte le indagini sono state effettuate nel rispetto delle disposizioni della D.L., nonché delle specifiche tecniche, delle norme AGI 1977/1994.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta, di seguito, l'elenco della normativa di riferimento osservata:

- Norme Tecniche per le Costruzioni "Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
- Allegati alle Norme Tecniche per le Costruzioni "Approvate con Decreto Ministeriale 14.01.2008"
- Raccomandazioni AGI (1977)
- SPC n. GR-GEN-ST-501 del 18/03/2021

## 3. UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Di seguito si riporta uno stralcio dalla tavola "Planimetria ubicazione carotaggi" ALL.4.



*Figura 1- ubicazione indagini*

## 4. ATTIVITÀ ESEGUITE

### 4.1 SONDAGGI

Per l'esecuzione della perforazione a carotaggio continuo, è stata utilizzata una perforatrice idraulica, gommata "Gelma 2", con le caratteristiche e gli accessori di seguito descritti:

- testa di rotazione coppia max NM 10000
- velocità di rotazione 550 giri/minuto
- slitta di avanzamento 3.40 m
- centralina oleodinamica
- argano idraulico
- freno blocca aste
- pompa acqua triplex 200 l-50 bar
- doppia morsa

La scelta del metodo di perforazione utilizzato (perforazione a carotaggio continuo) è stata dettata dagli scopi preposti, nonché dalle litologie presente nell'area di studio; si è applicato l'avanzamento ad acqua con doppio carotiere.

Le carote estratte sono state conservate in apposite cassette catalogatrici ed analizzate da un geologo.



Figura 2- Esempio cassetta catalogatrice

Per ogni sondaggio è stato realizzato il log stratigrafico (ALLEGATO 1) con annotazione delle caratteristiche e delle potenze litologiche attraversate.



| N. | Sigla ID | profondità (m dal p.c.) | Campioni | Lugeon |
|----|----------|-------------------------|----------|--------|
| 1  | P1       | 90                      | 10       | 4      |

Figura 4- tabella sintetica sondaggio

La squadra operativa è stata composta da n°1 sondatore, n° 1-2 aiuti e dal geologo, il quale ha provveduto alla stesura dei log stratigrafici ed alla esecuzione delle prove Lugeon.

Si segnala che durante il carotaggio con doppio carotiere è stata riscontrata la fuoriuscita dell'acqua di perforazione in corrispondenza del paramento di monte e all'interno del cunicolo di ispezione lungo le fratture delle pareti- Tale fuoriuscita d'acqua è stata riscontrata a diverse quote ed in particolare in corrispondenza della profondità compreso tra 4 e 9 m dal p.c. e 34 e 60 m dal p.c..



Figura 5 - Paramento di monte- fuoriuscita acqua di perforazione

## 4.2 PROVE LUGEON

Le indagini hanno previsto la realizzazione di **n. 4** prove di assorbimento/ permeabilità Lugeon, eseguite in corrispondenza dei tratti in muratura e in calcestruzzo.

La prova misura l'attitudine di un ammasso lapideo ad essere interessato da circolazione idrica; si esegue iniettando dell'acqua in pressione entro un tratto di foro di sondaggio isolato mediante otturatore (packer), perforato in materiali litoidi, misurando i volumi assorbiti a diverse pressioni.

Preliminarmente si testa il corretto funzionamento dei manometri ed il contalitri viene verificato riempiendo un contenitore di volume noto e superiore a 100 l.

Le prove sono state eseguite con packer singolo in discesa.

L'otturatore viene calato nel foro e, quindi, espanso sino ad isolare il tratto di prova, dopo avere misurato il livello del fluido nel sondaggio con sonda piezometrica; il tratto di prova deve essere privo di rivestimento e per la perforazione potrà essere usata solo acqua pulita priva di additivi.

Si procede iniettando acqua nel tratto di prova, eseguendo almeno 3÷5 diversi gradini di pressione crescente e ripetendo gli stessi in fase decrescente, misurando per ciascun gradino le portate assorbite sino a stabilizzazione.

Ciascun gradino di portata (a regime) viene mantenuto per 10 ÷ 20 minuti primi dopo il raggiungimento della stabilizzazione degli assorbimenti (regime di equilibrio). La costanza della portata deve essere controllata ogni 2 minuti e le variazioni non devono essere superiori a 0.1 l/s.

La scelta dei valori dei gradini di pressione dipende dal tipo di ammasso lapideo e dagli specifici obiettivi progettuali delle prove, a discrezione della Società e/o della Direzione Lavori.

E' di pratica comune non superare valori di 1 MPa ed, eventualmente, solo nei casi di elevata resistenza meccanica dell'ammasso roccioso.

Nel caso specifico, sono stati effettuati gradini da un minimo di 0.2 ad un massimo di 1 Mpa.

Durante la prova si deve mantenere pieno di acqua il foro di sondaggio, per osservare la perfetta tenuta idraulica dell'otturatore, resa evidente dalla assenza di variazioni di livello.

Nel caso di perdite la prova deve essere interrotta e ripresa dopo i necessari interventi correttivi.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle prove eseguite; per i risultati si rimanda agli elaborati allegati (ALL.2):

| N. | ID sondaggio | N. prova | Tratto di prova (m) | Note   |
|----|--------------|----------|---------------------|--|
| 1  | P1           | LG1      | 36.60-37.60         | Prova eseguita in corrispondenza di strati di muratura     |
| 2  |              | LG2      | 39.00-40.00         | Prova eseguita in corrispondenza di strati in calcestruzzo |
| 3  |              | LG3      | 42.00-43.00         | Prova eseguita in corrispondenza di strati di muratura     |
| 4  |              | LG4      | 43.00-44.00         | Prova eseguita in corrispondenza di strati in calcestruzzo |

*Figura 6- Scheda sintetica delle prove Lugeon*

## 5. PRELIEVO CAMPIONI

Durante l'esecuzione del sondaggio P1, sono stati prelevati n. 10 campioni litoidi, successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio; per la visione di dettaglio si rimanda all' ALLEGATO N3.

Di seguito si riporta uno schema sintetico dei campioni prelevati.

| N. | Sigla | da (m dal p.c.) | a (m dal p.c.) |
|----|-------|-----------------|----------------|
| 1  | C1    | 11.47           | 11.81          |
| 2  | C2    | 17.20           | 17.45          |
| 3  | C3    | 30.00           | 30.32          |
| 4  | C4    | 31.00           | 31.32          |
| 5  | C5    | 34.36           | 34.60          |
| 6  | C6    | 38.35           | 38.60          |
| 7  | C7    | 40.40           | 40.65          |
| 8  | C8    | 49.50           | 49.75          |
| 9  | C9    | 50.75           | 51.00          |
| 10 | C10   | 54.30           | 54.35          |

*Figura 7- Scheda sintetica dei campioni prelevati*

Nella tabella seguente sono riportate le risultanze delle prove di compressione eseguite sui campioni.

| Sigla ID | Sigla laboratorio | Carico di rottura (KN) | Tensione di rottura (Mpa) |
|----------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| C1       | CLS.762/1A        | 89.50                  | 18.7                      |
| C2       | CLS.762/2A        | 88.65                  | 18.1                      |
| C3       | CLS.762/3A        | 102.1                  | 20.9                      |
| C4       | CLS.762/4A        | 103.4                  | 21.1                      |
| C5       | CLS.762/5A        | 88.8                   | 18.2                      |
| C6       | CLS.762/6A        | 96.7                   | 19.8                      |
| C7       | CLS.762/7A        | 97.14                  | 19.9                      |
| C8       | CLS.762/8A        | 105.68                 | 21.6                      |
| C9       | CLS.762/9A        | 98.3                   | 20.1                      |
| C10      | CLS.762/10A       | 132.4                  | 27.1                      |

Figura 8- Scheda sintetica dei campioni prelevati

## 6. CHIUSURA FORO DI SONDAGGIO

Al termine delle terebrazioni il foro di sondaggio è stato sigillato mediante boiaccia di cemento in rapporto A/C  $\leq 0.45$  ed additivata con super fluidificante al 1,5%.

La boiaccia di cemento è stata iniettata a partire dal fondo foro con recupero per step del tubo di iniezione. Per il mescolamento della boiaccia è stato utilizzato un turbo mescolatore ad alimentazione idraulica modello MDPT 150 l.



Figura 9 Chiusura perforo P1

## 7. CAROTAGGI GALLERIA QUOTA 120 M SLMM

Come anticipato in premessa sono stati eseguiti n. 4 carotaggi di cui n. 2 in direzione orizzontale (P2 e P5, e n. 2 in direzione verticale (P3 e P4).

I prelievi sono stati effettuati con una carotatrice elettrica della serie hilti DD 250 corredata di carotiere diamantato di diametro 100 mm e 300 mm.

I campioni estratti sono stati posizionati in apposite cassette catalogatrici e successivamente trasportati presso il laboratorio Tecno In Il di Napoli, per essere sottoposti a prove meccaniche.



Figura 10- carotatrice hiltii

### 7.1 RISULTATI

#### Perforazione P2 – Direzione orizzontale

Diametro perforazione = 300 mm

Manovre di perforazione = 2

Profondità di perforazione = 73 cm

Materiale recuperato = 70 cm (n. 2 campioni, rispettivamente 40 cm e 30 cm)

Note: oltre la profondità di 73 cm, il materiale non si riesce a perforare



Profondità di perforazione



Campione recuperato

Il campione è costituito prevalentemente da una struttura granitica (grigia e rosata) attraversata da una inclusione di malta di cemento e calcestruzzo.

Dal campione è stato ricavato un provino di altezza 310 mm, sottoposto a prova di compressione in laboratorio.



### Perforazione P3 – Direzione verticale

Diametro perforazione = 300 mm

Manovre di perforazione = 1

Profondità di perforazione = 42 cm

Materiale recuperato = 40 cm

Note: oltre la profondità di 42 cm, il materiale non si riesce a perforare



Profondità di perforazione



Campione recuperato

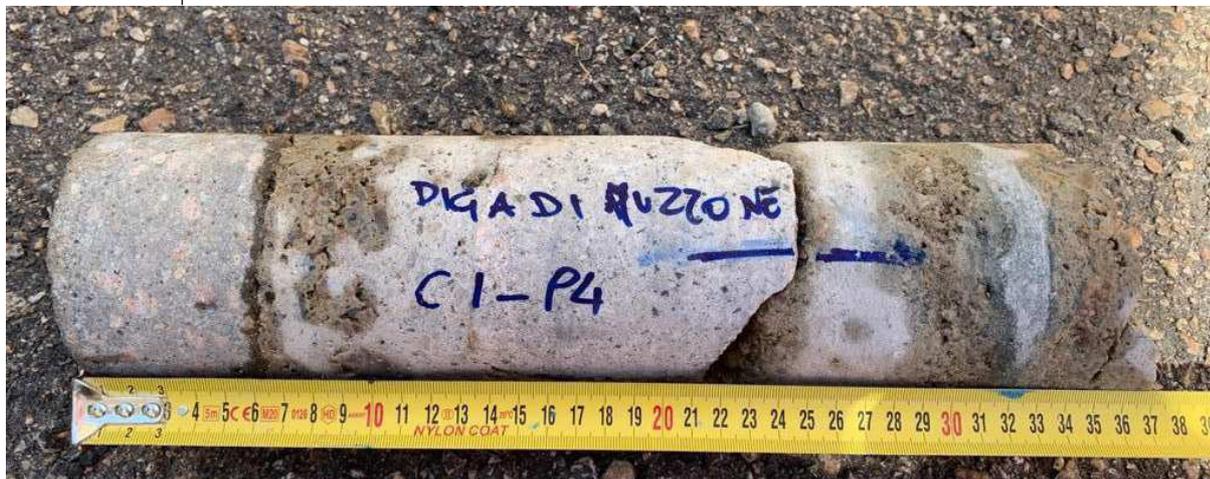
Il campione compatto è costituito da blocchi di granito rosa e grigio e a tratti di basalto inglobati in malta di cemento e calcestruzzo.



Dal campione è stato ricavato un provino di altezza 310 mm, sottoposto a prova di compressione in laboratorio.

Perforazione P4 - Direzione verticale

Diametro perforazione = 100 mm  
Manovra di perforazione = 1  
Profondità di perforazione = 42 cm  
Materiale recuperato = 36 cm



Diametro perforazione = 300 mm  
Manovra di perforazione = 1  
Profondità di perforazione = 42 cm  
Materiale recuperato = 42 cm  
Note: oltre la profondità di 42 cm, il materiale non si riesce a perforare



Profondità di perforazione



## Campione recuperato

Il campione è costituito da blocchi granito grigio immersi in malta di cemento e calcestruzzo; la struttura si presenta stratificata.



Dal campione di diametro 100 mm è stato ricavato un provino di altezza 95,8 mm sottoposto a prova di compressione in laboratorio; dal campione di diametro 300 mm è stato ricavato un provino di altezza 305,0 mm anch'esso sottoposto a prova di compressione in laboratorio

**Perforazione P5 - Direzione orizzontale**

Diametro perforazione = 100 mm

Manovra di perforazione = 1

Profondità di perforazione = 42 cm

Materiale recuperato = 36 cm



Diametro perforazione = 300 mm

Manovra di perforazione = 2

Profondità di perforazione = 73 cm

Materiale recuperato = 70 cm (n. 2 campioni, rispettivamente 40 cm e 30 cm)

Note: oltre la profondità di 73 cm, il materiale non si riesce a perforare. Si avvanza alla velocità di 1 cm ogni 120'.



Profondità di perforazione

Campione recuperato

Il campione è costituito da struttura granitica grigia con inclusioni di muratura in pietrame cementata, molta cementizia e calcestruzzo. In corrispondenza delle superfici di contatto tra i litotipi presenti: si notano in alcuni casi frattura discontinue caratterizzate dalla presenza di vucoili.



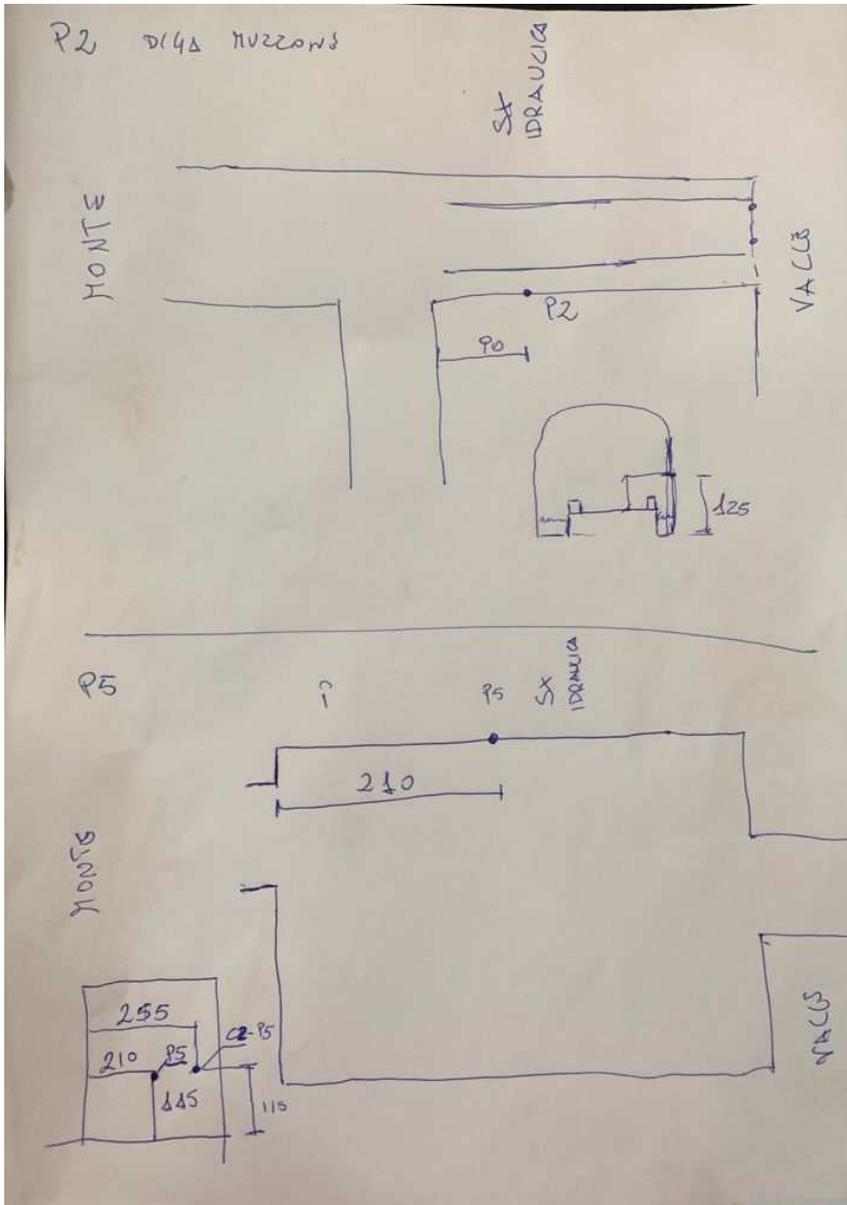
Dal campione di diametro 100 mm è stato ricavato un provino di altezza 94,4 mm sottoposto a prova di compressione in laboratorio; dal campione di diametro 300 mm è stato ricavato un provino di altezza 305,0 mm anch'esso sottoposto a prova di compressione in laboratorio

Nella tabella seguente sono riportate le risultanze delle prove di compressione eseguite sui campioni estratti all'interno del cunicolo.

| Sigla ID | Elemento   | Direzione prelievo | Dimensione provino (mm) |      | Massa volumica (Kg/m <sup>3</sup> ) | Carico di rottura (kN) | Resistenza (Mpa) |
|----------|------------|--------------------|-------------------------|------|-------------------------------------|------------------------|------------------|
|          |            |                    | h                       | Ø    |                                     |                        |                  |
| P2       | Carota cls | Orizzontale        | 310                     | 292  | 2361,6                              | 1092,25                | 16,31            |
| P3       | Carota cls | Verticale          | 310                     | 292  | 2324,9                              | 1417,66                | 21,17            |
| P4       | Carota cls | Verticale          | 305                     | 292  | 2116,2                              | 562,2                  | 8,39             |
| P4       | Carota cls | Verticale          | 95,8                    | 94,4 | 2252                                | 130,85                 | 18,70            |
| P5       | Carota cls | Orizzontale        | 305                     | 292  | 2292,5                              | 875,97                 | 13,08            |
| P5       | Carota cls | Orizzontale        | 94,4                    | 94,4 | 2240                                | 101,74                 | 14,50            |

Figura 11- Scheda sintetica dei campioni prelevati

Di seguito si riporta una pianta semplificata contenete l'ubicazione delle perforazioni effettuate.



Napoli ottobre 2021 Tecno In S.p.A.

# Allegato 1

## Log stratigrafico e foto sondaggio



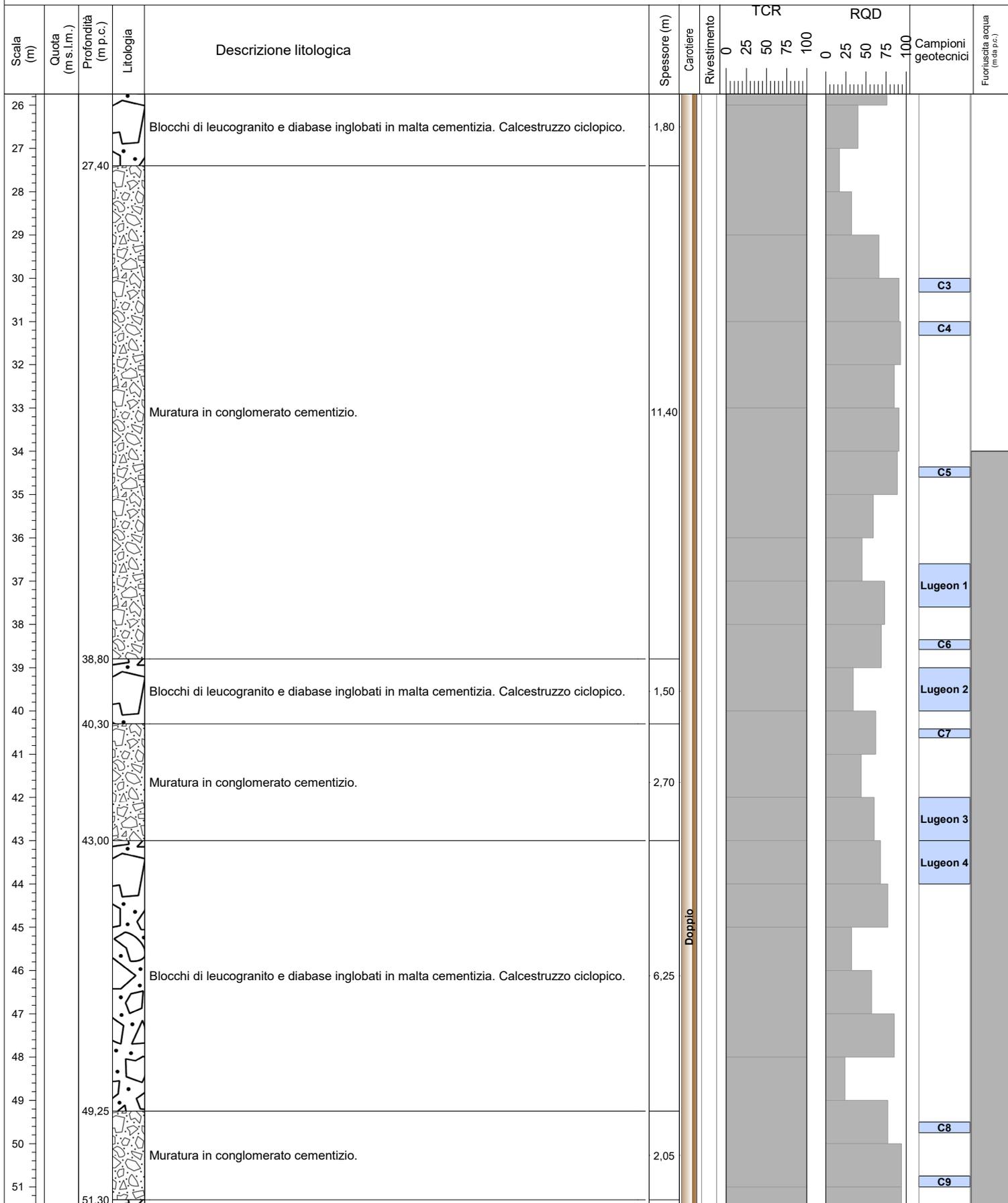
Progetto: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo. Indagini strutturali e geognostiche.

Località: Impianto idroelettrico di Coghinas – Diga di Muzzone - Comune di Oschiri - Provincia di Sassari

### ID sondaggio: P1

Sistema di coordinate Gauss Boaga

|                          |   |                        |
|--------------------------|---|------------------------|
| Coord. EST:              | Metodo di perforazione: Carotaggio continuo | Data esecuzione:       |
| Coord. NORD:             | Diam. min. (mm): 101 mm                     | 28/06/2021 - 14/07/21' |
| Quota p.c.: m s.l.m.     | Diam. max. (mm):                            | Sondatore: Sanna P. L. |
| Dislivello T.T.- P.C.: m | Sonda: Gelma 2                              | Redattore: Scanu V.    |
| Profondità: 90 m         | NOTE:                                       | Revisione: 0           |



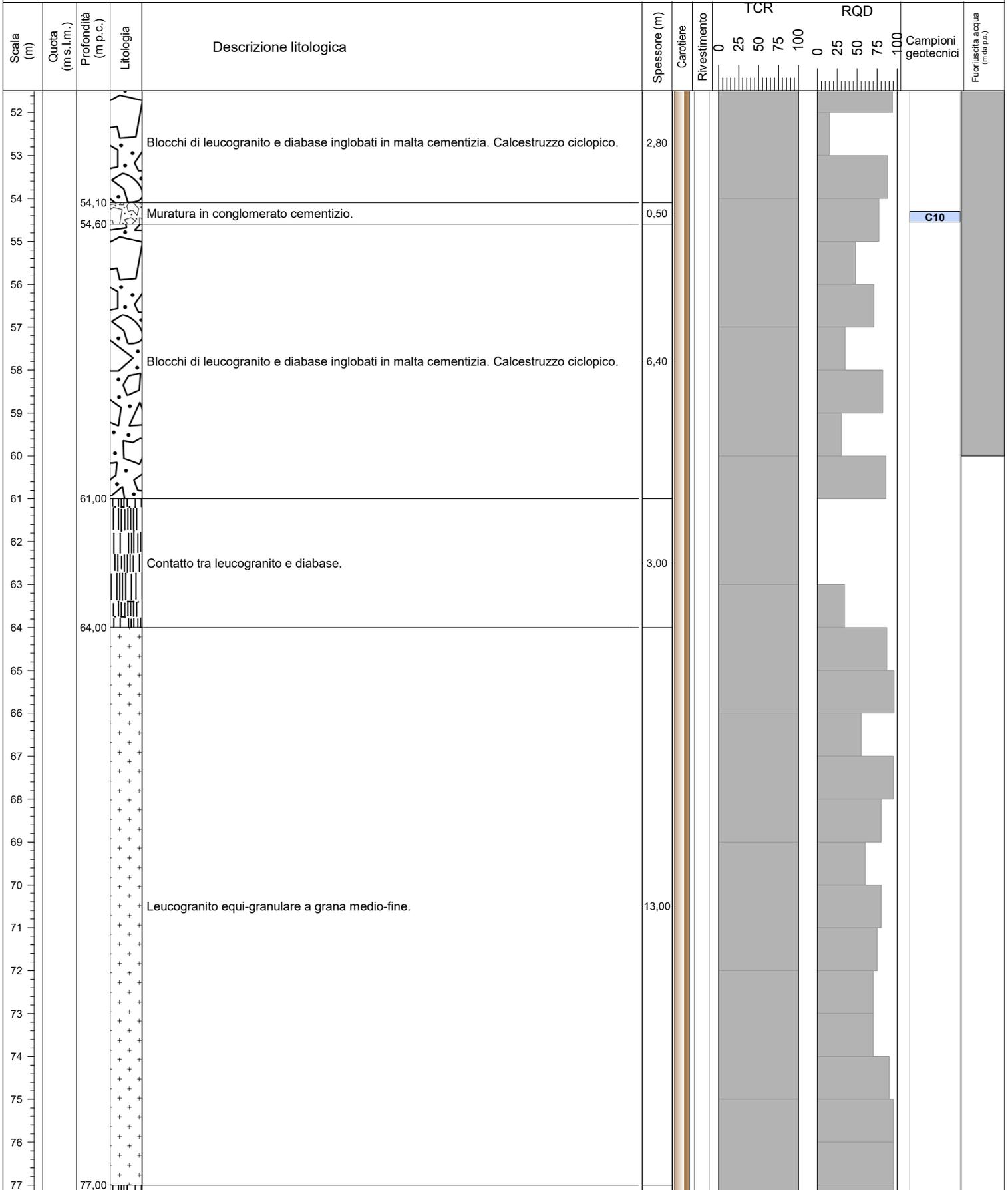
Progetto: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo. Indagini strutturali e geognostiche.

Località: Impianto idroelettrico di Coghinas – Diga di Muzzone - Comune di Oschiri - Provincia di Sassari

**ID sondaggio: P1**

Sistema di coordinate Gauss Boaga

Coord. EST:                      Metodo di perforazione: Carotaggio continuo      Data esecuzione:  
Coord. NORTH:                  Diam. min. (mm): 101 mm                                      28/06/2021 - 14/07/21'  
Quota p.c.: m s.l.m.              Diam. max. (mm):    Sondatore: Sanna P. L.  
Dislivello T.T.- P.C.: m              Sonda: Gelma 2    Redattore: Scanu V.  
Profondità: 90 m                      NOTE:    Revisione: 0



Progetto: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo. Indagini strutturali e geognostiche.

Località: Impianto idroelettrico di Coghinas – Diga di Muzzone - Comune di Oschiri - Provincia di Sassari

**ID sondaggio: P1**

Sistema di coordinate Gauss Boaga

Coord. EST:                      Metodo di perforazione: Carotaggio continuo      Data esecuzione:  
Coord. NORTH:                  Diam. min. (mm): 101 mm    28/06/2021 - 14/07/21'  
Quota p.c.: m s.l.m.              Diam. max. (mm):    Sondatore: Sanna P. L.  
Dislivello T.T.- P.C.: m              Sonda: Gelma 2    Redattore: Scanu V.  
Profondità: 90 m                      NOTE:    Revisione: 0

| Scala (m) | Quota (m s.l.m.) | Profondità (m p.c.) | Litologia | Descrizione litologica                          | Spessore (m) | Carotiere | Rivestimento | TCR |    |    |    | RQD |   |    |    | Campioni geotecnici | Fuoriuscita acqua (m da p.c.) |
|-----------|------------------|---------------------|-----------|---|--------------|-----------|--------------|-----|----|----|----|-----|---|----|----|---------------------|-------------------------------|
|           |                  |                     |           |   |              |           |              | 0   | 25 | 50 | 75 | 100 | 0 | 25 | 50 |                     |                               |
| 78        |                  |                     |           | Contatto tra leucogranito e diabase.            | 1,50         |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 79        |                  | 78,50               |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 80        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 81        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 82        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 83        |                  |                     |           | Leucogranito equi-granulare a grana medio-fine. | 8,20         |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 84        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 85        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 86        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 87        |                  | 86,70               |           | Contatto tra leucogranito e diabase.            | 3,05         |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 88        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 89        |                  |                     |           |   |              |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |
| 90        |                  | 89,75<br>90,00      |           | Leucogranito equi-granulare a grana medio-fine. | 0,25         |           |              |     |    |    |    |     |   |    |    |                     |                               |

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: *175bis/21*

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: *175bis/21*

Località: *Oschiri (SS)*

---

**SONDAGGIO: P1**

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: **175bis/21**

Località: **Oschiri (SS)**



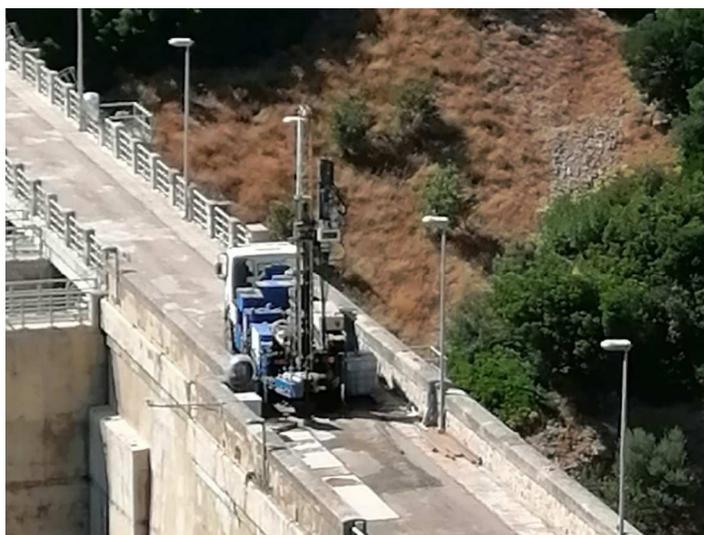
**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: 175bis/21

Località: *Oschiri (SS)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: 175bis/21

Località: *Oschiri (SS)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m



Cassetta n° 5: da 20.00 m a 25.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: 175bis/21

Località: *Oschiri (SS)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 6: da 25.00 m a 30.00 m



Cassetta n° 7: da 30.00 m a 35.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: **175bis/21**

Località: **Oschiri (SS)**



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 8: da 35.00 m a 40.00 m



Cassetta n° 9: da 40.00 m a 45.00 m

ALLEGATO 1 - log stratigrafico e foto sondaggio



Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: 175bis/21

Località: *Oschiri (SS)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 10: da 45.00 m a 50.00 m



Cassetta n° 11: da 50.00 m a 55.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: 175bis/21

Località: *Oschiri (SS)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 12: da 55.00 m a 60.00 m



Cassetta n° 13: da 60.00 m a 65.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: **175bis/21**

Località: **Oschiri (SS)**



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 14: da 65.00 m a 70.00 m



Cassetta n° 15: da 70.00 m a 75.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: **175bis/21**

Località: **Oschiri (SS)**



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 16: da 75.00 m a 80.00 m



Cassetta n° 17: da 80.00 m a 85.00 m

Committente: **LOMBARDI S.A.**

Commessa: **175bis/21**

Oggetto: *Progetto ripristino scarico di fondo : indagini strutturali e geognostiche*

Reg.Com.: 175bis/21

Località: *Oschiri (SS)*



**TECNO IN S.p.A.**

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### SONDAGGIO: P1



Cassetta n° 18: da 85.00 m a 90.00 m



chiusura foro di sondaggio

ALLEGATO 1 - log stratigrafico e foto sondaggio



# Allegato 2

## Prove di permeabilità Lugeon

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| Committente     | <b>Lombardi S.A.</b>             |
| Località        | <b>Diga Muzzone Oschiri (SS)</b> |
| Sigla sondaggio | <b>P1</b>                        |

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Prova n°   | <b>LG1</b>        |
| Data prova | <b>01/07/2021</b> |

|  |              |
|--|--------------|
| Profondità foro dal piano campagna (metri)           | <b>37,60</b> |
| Distanza tra la profondità prova ed il manometro (h) | 38,60        |
| Diametro tratto del foro in prova (mm)               | <b>101</b>   |
| Lunghezza tratto in prova (metri)                    | 1,00         |
| <b>Testa del tratto in prova dal p.c.</b>            | <b>36,60</b> |
| <b>Piede del tratto in prova dal p.c.</b>            | <b>37,60</b> |
| Altezza del manometro rispetto al p.c. (metri)       | <b>1,00</b>  |
| Densità dell'acqua (gr/cm <sup>3</sup> ) gw          | <b>1,00</b>  |
| Perdita di carico nel circuito (MPa) Pc              | <b>0,00</b>  |
| Livello statico della falda dal p.c. (metri)         | assente      |

La pressione letta al manometro deve essere riportata alla pressione reale che risulta pari a:

$$Pr = Pm + gw \cdot h - Pc$$

Pr = Pressione reale  
 Pm = Pressione letta al manometro  
 h = Distanza tra la profondità di prova ed il manometro  
 Pc = Perdita di carico nel circuito  
 gw = Densità dell'acqua

|  |        |
|--|--------|
| Volume totale assorbito in andata e ritorno (mc/min) | 0,0237 |
|--|--------|

### Gradini regolari di pressione

#### FASE DI CARICO

|  |                             |                       |
|--|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in andata (mc) |                             | 1,42                  |
| 1° gradino -fase di carico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa)     |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                  |                             | 0,59                  |
| Tempo (minuti)                         | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                      | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 4                                      | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 6                                      | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 8                                      | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 10                                     | 3,50                        | 7,00E-03              |
| Media (l/m)                            | 3,50                        | Vol. tot. mc 0,035    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Durata netta fase carico (min)     |                             | 50                    |
| 2° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,40                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 0,79                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 5,00                        | 1,00E-02              |
| 4                                  | 5,00                        | 1,00E-02              |
| 6                                  | 5,00                        | 1,00E-02              |
| 8                                  | 5,00                        | 1,00E-02              |
| 10                                 | 5,00                        | 1,00E-02              |
| Media (l/m)                        | 5,00                        | Vol. tot. mc 0,050    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 3° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,60                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 0,99                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 4                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 6                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 8                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 10                                 | 7,00                        | 1,40E-02              |
| Media (l/m)                        | 7,00                        | Vol. tot. mc 0,070    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 4° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,19                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 10,50                       | 2,21E-01              |
| 4                                  | 10,50                       | 2,21E-01              |
| 6                                  | 10,50                       | 2,21E-01              |
| 8                                  | 10,50                       | 2,21E-01              |
| 10                                 | 10,50                       | 2,21E-01              |
| Media (l/m)                        | 10,50                       | Vol. tot. mc 1,103    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 5° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 1,00                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,39                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 4                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 6                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 8                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 10                                 | 16,00                       | 3,20E-02              |
| Media (l/m)                        | 16,00                       | Vol. tot. mc 0,160    |

#### FASE DISCARICO

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,24                  |
| 1° gradino -fase di scarico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 1,19                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 4                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 6                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 8                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 10                                      | 14,00                       | 2,80E-02              |
| Media (l/m)                             | 14,00                       | Vol. tot. mc 0,140    |

|                                   |                             |                       |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Durata netta fase scarico (min)   |                             | 20                    |
| 2° gradino -fase di scarico-      |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa) |                             | 0,40                  |
| Pressione reale (MPa)             |                             | 0,79                  |
| Tempo (minuti)                    | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |
| 4                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |
| 6                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |
| 8                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |
| 10                                | 10,00                       | 2,00E-02              |
| Media (l/m)                       | 10,00                       | Vol. tot. mc 0,100    |

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,08                  |
| 3° gradino -fase di scarico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 0,59                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 8,00                        | 1,60E-02              |
| 4                                       | 8,00                        | 1,60E-02              |
| 6                                       | 8,00                        | 1,60E-02              |
| 8                                       | 8,00                        | 1,60E-02              |
| 10                                      | 8,00                        | 1,60E-02              |
| Media (l/m)                             | 8,00                        | Vol. tot. mc 0,080    |

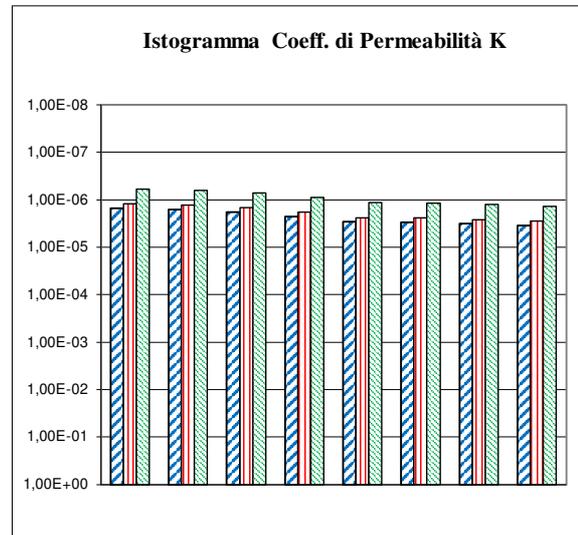
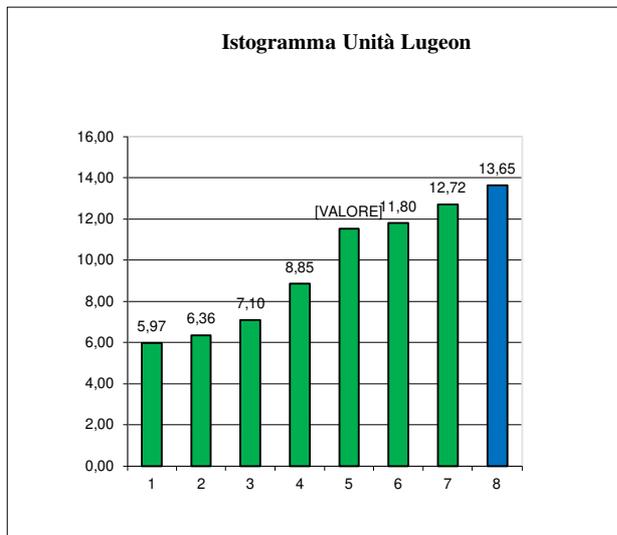
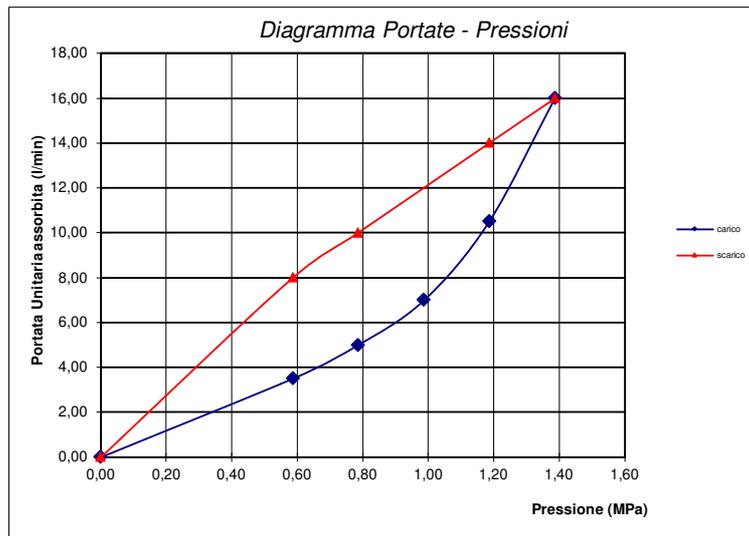
Committente: Lombardi S.A.  
Località: Diga Muzzone Oschiri (SS)  
Sigla sondaggio: P1

Prova n°: LG1

*h (carico d'acqua) (m)=* 38,60

| Tabella riepilogativa |                             |                                 |  |                          |   |  |   |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|---|--|---|
| Fase                  | Gradini di carico e scarico | "P"<br>Pressione reale<br>(MPa) | "Q"<br>Portata unitaria<br>(l/min/L prova) | U.L.<br>l/min*m<br>Q*1/P | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>Q/F*h<br>con F da<br>Horslev 1951 | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>Q/F*h<br>AGI (1977)<br>Tanzini-<br>Casadio | "K"<br>Permeabilità<br>K=ULx10 <sup>-7</sup><br>m/s |
| carico                | 1° Gradino                  | 0,59                            | 3,50                                       | 5,97                     | 1,51E-06  | 1,23E-06   | 5,97E-07  |
| carico                | 2° Gradino                  | 0,79                            | 5,00                                       | 6,36                     | 1,61E-06  | 1,31E-06   | 6,36E-07  |
| carico                | 3° Gradino                  | 0,99                            | 7,00                                       | 7,10                     | 1,80E-06  | 1,46E-06   | 7,10E-07  |
| carico                | 4° Gradino                  | 1,19                            | 10,50                                      | 8,85                     | 2,24E-06  | 1,82E-06   | 8,85E-07  |
| carico                | 5° Gradino                  | 1,39                            | 16,00                                      | 11,54                    | 2,92E-06  | 2,38E-06   | 1,15E-06  |
| scarico               | 1° Gradino                  | 1,19                            | 14,00                                      | 11,80                    | 2,98E-06  | 2,43E-06   | 1,18E-06  |
| scarico               | 2° Gradino                  | 0,79                            | 10,00                                      | 12,72                    | 3,22E-06  | 2,62E-06   | 1,27E-06  |
| scarico               | 3° Gradino                  | 0,59                            | 8,00                                       | 13,65                    | 3,45E-06  | 2,81E-06   | 1,37E-06  |
| Fattore di forma      |                             |                                 |  |                          | 1,71  | 2,10   |   |

**TIPO DI COMPORTAMENTO: il grafico indica un regime di flusso di svuotamento delle fessure alle alte pressioni. UNITA' LUGEON (valore rappresentativo) : 14**



|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| Committente     | <b>Lombardi S.A.</b>             |
| Località        | <b>Diga Muzzone Oschiri (SS)</b> |
| Sigla sondaggio | <b>P1</b>                        |

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Prova n°   | <b>LG2</b>        |
| Data prova | <b>01/07/2021</b> |

|  |              |
|--|--------------|
| Profondità foro dal piano campagna (metri)           | <b>40,00</b> |
| Distanza tra la profondità prova ed il manometro (h) | 41,00        |
| Diametro tratto del foro in prova (mm)               | <b>101</b>   |
| Lunghezza tratto in prova (metri)                    | 1,00         |
| <b>Testa del tratto in prova dal p.c.</b>            | <b>39,00</b> |
| <b>Piede del tratto in prova dal p.c.</b>            | <b>40,00</b> |
| Altezza del manometro rispetto al p.c. (metri)       | <b>1,00</b>  |
| Densità dell'acqua (gr/cm <sup>3</sup> ) gw          | <b>1,00</b>  |
| Perdita di carico nel circuito (MPa) Pc              | <b>0,00</b>  |
| Livello statico della falda dal p.c. (metri)         | assente      |

La pressione letta al manometro deve essere riportata alla pressione reale che risulta pari a:

$$Pr = Pm + gw \cdot h - Pc$$

Pr = Pressione reale  
 Pm = Pressione letta al manometro  
 h = Distanza tra la profondità di prova ed il manometro  
 Pc = Perdita di carico nel circuito  
 gw = Densità dell'acqua

|  |        |
|--|--------|
| Volume totale assorbito in andata e ritorno (mc/min) | 0,0246 |
|--|--------|

**Gradini regolari di pressione**

**FASE DI CARICO**

|  |                             |                       |
|--|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in andata (mc) |                             | 1,50                  |
| <b>1° gradino -fase di carico-</b>     |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa)     |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                  |                             | 0,61                  |
| Tempo (minuti)                         | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 4                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 6                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 8                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 10                                     | 2,50                        | 5,00E-03              |
| Media (l/m)                            | 2,50                        | Vol. tot. mc 0,025    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Durata netta fase carico (min)     |                             | 50                    |
| <b>2° gradino -fase di carico-</b> |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,40                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 0,81                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 4,00                        | 8,00E-03              |
| 4                                  | 4,00                        | 8,00E-03              |
| 6                                  | 4,00                        | 8,00E-03              |
| 8                                  | 4,00                        | 8,00E-03              |
| 10                                 | 4,00                        | 8,00E-03              |
| Media (l/m)                        | 4,00                        | Vol. tot. mc 0,040    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <b>3° gradino -fase di carico-</b> |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,60                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,01                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 4                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 6                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 8                                  | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 10                                 | 7,00                        | 1,40E-02              |
| Media (l/m)                        | 7,00                        | Vol. tot. mc 0,070    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <b>4° gradino -fase di carico-</b> |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,21                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 11,00                       | 2,42E-01              |
| 4                                  | 11,00                       | 2,42E-01              |
| 6                                  | 11,00                       | 2,42E-01              |
| 8                                  | 11,00                       | 2,42E-01              |
| 10                                 | 11,00                       | 2,42E-01              |
| Media (l/m)                        | 11,00                       | Vol. tot. mc 1,210    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <b>5° gradino -fase di carico-</b> |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 1,00                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,41                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 15,00                       | 3,00E-02              |
| 4                                  | 15,00                       | 3,00E-02              |
| 6                                  | 15,00                       | 3,00E-02              |
| 8                                  | 15,00                       | 3,00E-02              |
| 10                                 | 15,00                       | 3,00E-02              |
| Media (l/m)                        | 15,00                       | Vol. tot. mc 0,150    |

**FASE DISCARICO**

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,23                  |
| <b>1° gradino -fase di scarico-</b>     |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 1,21                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 4                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 6                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 8                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 10                                      | 13,00                       | 2,60E-02              |
| Media (l/m)                             | 13,00                       | Vol. tot. mc 0,130    |

|                                     |                             |                       |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Durata netta fase scarico (min)     |                             | 20                    |
| <b>2° gradino -fase di scarico-</b> |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)   |                             | 0,40                  |
| Pressione reale (MPa)               |                             | 0,81                  |
| Tempo (minuti)                      | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                   | 9,50                        | 1,90E-02              |
| 4                                   | 9,50                        | 1,90E-02              |
| 6                                   | 9,50                        | 1,90E-02              |
| 8                                   | 9,50                        | 1,90E-02              |
| 10                                  | 9,50                        | 1,90E-02              |
| Media (l/m)                         | 9,50                        | Vol. tot. mc 0,095    |

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,07                  |
| <b>3° gradino -fase di scarico-</b>     |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 0,61                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 7,25                        | 1,45E-02              |
| 4                                       | 7,25                        | 1,45E-02              |
| 6                                       | 7,25                        | 1,45E-02              |
| 8                                       | 7,25                        | 1,45E-02              |
| 10                                      | 7,25                        | 1,45E-02              |
| Media (l/m)                             | 7,25                        | Vol. tot. mc 0,073    |

**PROVA DI PERMEABILITA'  
METODO LUGEON - PACKER SINGOLO  
IN ASSENZA DI FALDA**

REG.COM.  
175bis/21  
pag. 2 di 2

Committente Lombardi S.A.  
Località Diga Muzzone Oschiri (SS)  
Sigla sondaggio P1

Prova n° LG2

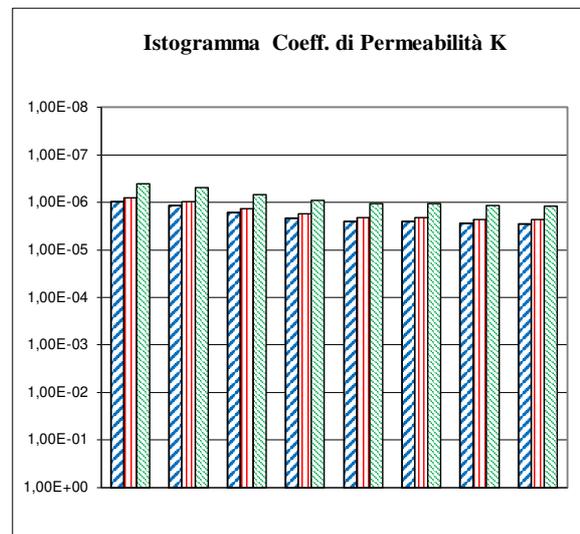
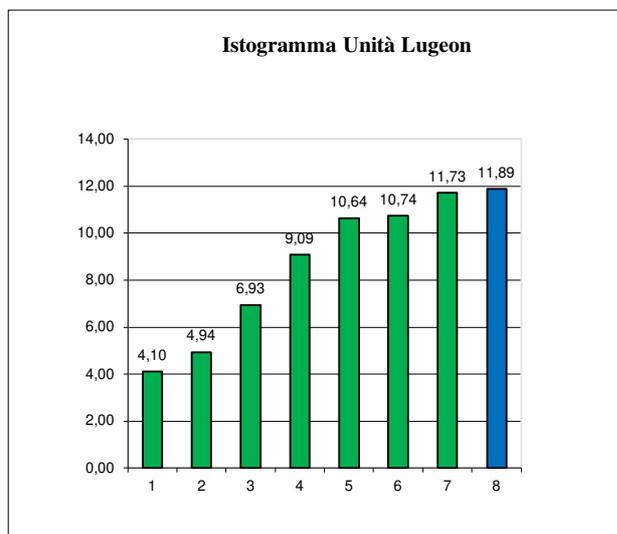
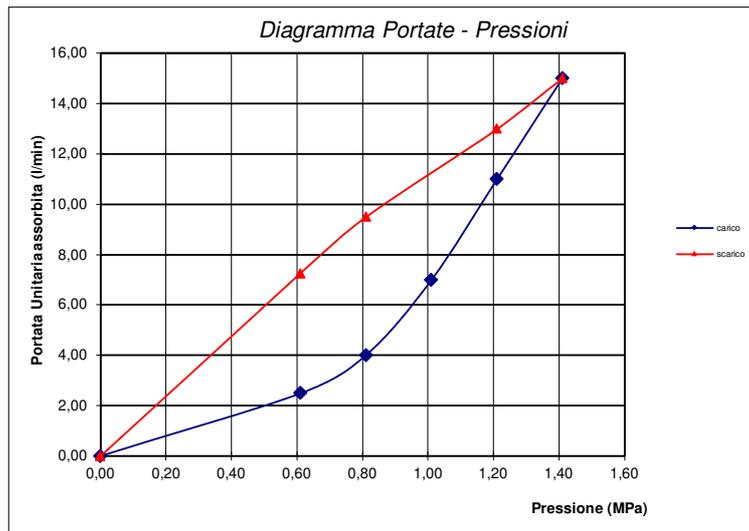


$h$  (carico d'acqua) (m)= 41,00

Tabella riepilogativa

| Fase             | Gradini di carico e scarico | "P"<br>Pressione reale<br>(MPa) | "Q"<br>Portata unitaria<br>(l/min/L prova) | U.L.<br>l/min*m<br>Q*1/P | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>Q/F*h<br>con F da<br>Horslev 1951 | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>Q/F*h<br>AGI (1977)<br>Tanzini-<br>Casadio | "K"<br>Permeabilità<br>K=ULx10 <sup>-7</sup><br>m/s |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|---|--|---|
| carico           | 1° Gradino                  | 0,61                            | 2,50                                       | 4,10                     | 9,76E-07  | 7,95E-07   | 4,10E-07  |
| carico           | 2° Gradino                  | 0,81                            | 4,00                                       | 4,94                     | 1,18E-06  | 9,58E-07   | 4,94E-07  |
| carico           | 3° Gradino                  | 1,01                            | 7,00                                       | 6,93                     | 1,65E-06  | 1,34E-06   | 6,93E-07  |
| carico           | 4° Gradino                  | 1,21                            | 11,00                                      | 9,09                     | 2,16E-06  | 1,76E-06   | 9,09E-07  |
| carico           | 5° Gradino                  | 1,41                            | 15,00                                      | 10,64                    | 2,53E-06  | 2,06E-06   | 1,06E-06  |
| scarico          | 1° Gradino                  | 1,21                            | 13,00                                      | 10,74                    | 2,56E-06  | 2,08E-06   | 1,07E-06  |
| scarico          | 2° Gradino                  | 0,81                            | 9,50                                       | 11,73                    | 2,79E-06  | 2,28E-06   | 1,17E-06  |
| scarico          | 3° Gradino                  | 0,61                            | 7,25                                       | 11,89                    | 2,83E-06  | 2,31E-06   | 1,19E-06  |
| Fattore di forma |                             |                                 |  |                          | 1,71  | 2,10   |   |

**TIPO DI COMPORTAMENTO: il grafico indica un regime di flusso di svuotamento delle fessure alle alte pressioni. UNITA' LUGEON (valore rappresentativo) : 12**



|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| Committente     | <b>Lombardi S.A.</b>             |
| Località        | <b>Diga Muzzone Oschiri (SS)</b> |
| Sigla sondaggio | <b>P1</b>                        |

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Prova n°   | <b>LG3</b>        |
| Data prova | <b>01/07/2021</b> |

|  |              |
|--|--------------|
| Profondità foro dal piano campagna (metri)           | <b>43,00</b> |
| Distanza tra la profondità prova ed il manometro (h) | 44,00        |
| Diametro tratto del foro in prova (mm)               | <b>101</b>   |
| Lunghezza tratto in prova (metri)                    | 1,00         |
| <b>Testa del tratto in prova dal p.c.</b>            | <b>42,00</b> |
| <b>Piede del tratto in prova dal p.c.</b>            | <b>43,00</b> |
| Altezza del manometro rispetto al p.c. (metri)       | <b>1,00</b>  |
| Densità dell'acqua (gr/cm <sup>3</sup> ) gw          | <b>1,00</b>  |
| Perdita di carico nel circuito (MPa) Pc              | <b>0,00</b>  |

La pressione letta al manometro deve essere riportata alla pressione reale che risulta pari a:

$$Pr = Pm + gw \cdot h - Pc$$

Pr = Pressione reale  
 Pm = Pressione letta al manometro  
 h = Distanza tra la profondità di prova ed il manometro  
 Pc = Perdita di carico nel circuito  
 gw = Densità dell'acqua

|  |         |  |        |
|--|---------|--|--------|
| Livello statico della falda dal p.c. (metri) | assente | Volume totale assorbito in andata e ritorno (mc/min) | 0,0184 |
|--|---------|--|--------|

### Gradini regolari di pressione

#### FASE DI CARICO

|  |                             |                       |
|--|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in andata (mc) |                             | 1,07                  |
| 1° gradino -fase di carico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa)     |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                  |                             | 0,64                  |
| Tempo (minuti)                         | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 4                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 6                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 8                                      | 2,50                        | 5,00E-03              |
| 10                                     | 2,50                        | 5,00E-03              |
| Media (l/m)                            | 2,50                        | Vol. tot. mc 0,025    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Durata netta fase carico (min)     |                             | 50                    |
| 2° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,40                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 0,84                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 4                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 6                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 8                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |
| 10                                 | 3,50                        | 7,00E-03              |
| Media (l/m)                        | 3,50                        | Vol. tot. mc 0,035    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 3° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,60                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,04                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 5,50                        | 1,10E-02              |
| 4                                  | 5,50                        | 1,10E-02              |
| 6                                  | 5,50                        | 1,10E-02              |
| 8                                  | 5,50                        | 1,10E-02              |
| 10                                 | 5,50                        | 1,10E-02              |
| Media (l/m)                        | 5,50                        | Vol. tot. mc 0,055    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 4° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,24                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 9,00                        | 1,62E-01              |
| 4                                  | 9,00                        | 1,62E-01              |
| 6                                  | 9,00                        | 1,62E-01              |
| 8                                  | 9,00                        | 1,62E-01              |
| 10                                 | 9,00                        | 1,62E-01              |
| Media (l/m)                        | 9,00                        | Vol. tot. mc 0,810    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 5° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 1,00                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,44                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 4                                  | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 6                                  | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 8                                  | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 10                                 | 14,00                       | 2,80E-02              |
| Media (l/m)                        | 14,00                       | Vol. tot. mc 0,140    |

#### FASE DISCARICO

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,22                  |
| 1° gradino -fase di scarico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 1,24                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 4                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 6                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 8                                       | 13,00                       | 2,60E-02              |
| 10                                      | 13,00                       | 2,60E-02              |
| Media (l/m)                             | 13,00                       | Vol. tot. mc 0,130    |

|                                   |                             |                       |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Durata netta fase scarico (min)   |                             | 20                    |
| 2° gradino -fase di scarico-      |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa) |                             | 0,40                  |
| Pressione reale (MPa)             |                             | 0,84                  |
| Tempo (minuti)                    | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                 | 9,00                        | 1,80E-02              |
| 4                                 | 9,00                        | 1,80E-02              |
| 6                                 | 9,00                        | 1,80E-02              |
| 8                                 | 9,00                        | 1,80E-02              |
| 10                                | 9,00                        | 1,80E-02              |
| Media (l/m)                       | 9,00                        | Vol. tot. mc 0,090    |

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,07                  |
| 3° gradino -fase di scarico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 0,64                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 4                                       | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 6                                       | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 8                                       | 7,00                        | 1,40E-02              |
| 10                                      | 7,00                        | 1,40E-02              |
| Media (l/m)                             | 7,00                        | Vol. tot. mc 0,070    |

**PROVA DI PERMEABILITA'  
METODO LUGEON - PACKER SINGOLO  
IN ASSENZA DI FALDA**

REG.COM.  
175bis/21  
pag. 2 di 2

Committente Lombardi S.A.  
Località Diga Muzzone Oschiri (SS)  
Sigla sondaggio P1

Prova n° LG3

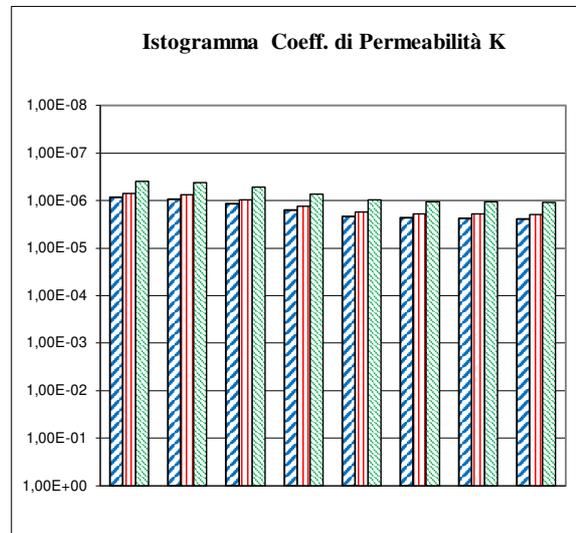
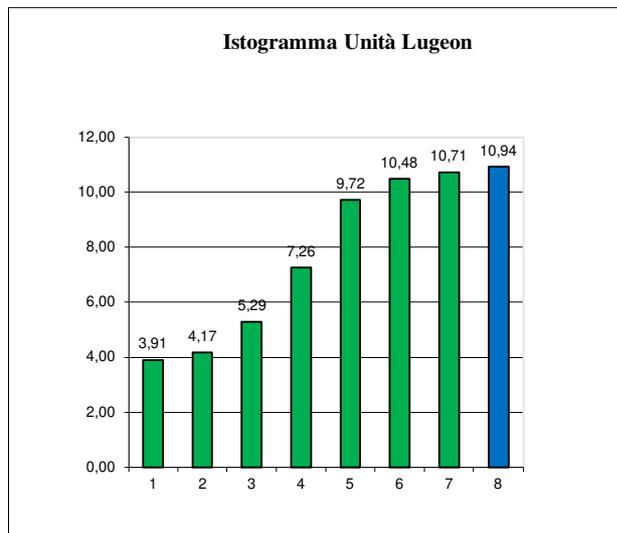
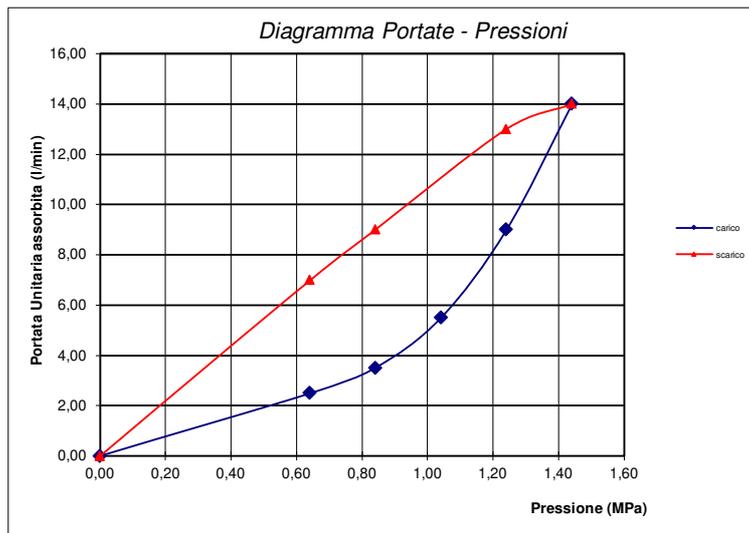


$h$  (carico d'acqua) (m)= 44,00

Tabella riepilogativa

| Fase             | Gradini di carico e scarico | "P"<br>Pressione reale<br>(MPa) | "Q"<br>Portata unitaria<br>(l/min/L prova) | U.L.<br>l/min*m<br>$Q*1/P$ | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>$Q/F*h$<br>con F da<br>Horslev 1951 | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>$Q/F*h$<br>AGI (1977)<br>Tanzini-<br>Casadio | "K"<br>Permeabilità<br>$K=UL*10^{-7}$<br>m/s |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|----------------------------|---|--|--|
| carico           | 1° Gradino                  | 0,64                            | 2,50                                       | 3,91                       | 8,67E-07  | 7,06E-07   | 3,91E-07                                     |
| carico           | 2° Gradino                  | 0,84                            | 3,50                                       | 4,17                       | 9,24E-07  | 7,53E-07   | 4,17E-07                                     |
| carico           | 3° Gradino                  | 1,04                            | 5,50                                       | 5,29                       | 1,17E-06  | 9,56E-07   | 5,29E-07                                     |
| carico           | 4° Gradino                  | 1,24                            | 9,00                                       | 7,26                       | 1,61E-06  | 1,31E-06   | 7,26E-07                                     |
| carico           | 5° Gradino                  | 1,44                            | 14,00                                      | 9,72                       | 2,16E-06  | 1,76E-06   | 9,72E-07                                     |
| scarico          | 1° Gradino                  | 1,24                            | 13,00                                      | 10,48                      | 2,33E-06  | 1,90E-06   | 1,05E-06                                     |
| scarico          | 2° Gradino                  | 0,84                            | 9,00                                       | 10,71                      | 2,38E-06  | 1,94E-06   | 1,07E-06                                     |
| scarico          | 3° Gradino                  | 0,64                            | 7,00                                       | 10,94                      | 2,43E-06  | 1,98E-06   | 1,09E-06                                     |
| Fattore di forma |                             |                                 |  |                            | 1,71  | 2,10   |  |

**TIPO DI COMPORTAMENTO: il grafico indica un regime di flusso di svuotamento delle fessure alle alte pressioni. UNITA' LUGEON (valore rappresentativo) : 11**



|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| Committente     | <b>Lombardi S.A.</b>             |
| Località        | <b>Diga Muzzone Oschiri (SS)</b> |
| Sigla sondaggio | <b>P1</b>                        |

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Prova n°   | <b>LG4</b>        |
| Data prova | <b>01/07/2021</b> |

|  |              |
|--|--------------|
| Profondità foro dal piano campagna (metri)           | <b>44,00</b> |
| Distanza tra la profondità prova ed il manometro (h) | 45,00        |
| Diametro tratto del foro in prova (mm)               | <b>101</b>   |
| Lunghezza tratto in prova (metri)                    | 1,00         |

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Testa del tratto in prova dal p.c.</b> | <b>43,00</b> |
| <b>Piede del tratto in prova dal p.c.</b> | <b>44,00</b> |

|  |             |
|--|-------------|
| Altezza del manometro rispetto al p.c. (metri) | <b>1,00</b> |
| Densità dell'acqua (gr/cm <sup>3</sup> ) gw    | <b>1,00</b> |
| Perdita di carico nel circuito (MPa) Pc        | <b>0,00</b> |

|  |         |
|--|---------|
| Livello statico della falda dal p.c. (metri) | assente |
|--|---------|

La pressione letta al manometro deve essere riportata alla pressione reale che risulta pari a:

$$Pr = Pm + gw \cdot h - Pc$$

Pr = Pressione reale  
Pm = Pressione letta al manometro  
h = Distanza tra la profondità di prova ed il manometro  
Pc = Perdita di carico nel circuito  
gw = Densità dell'acqua

|  |        |
|--|--------|
| Volume totale assorbito in andata e ritorno (mc/min) | 0,0216 |
|--|--------|

### Gradini regolari di pressione

#### FASE DI CARICO

|  |                             |                       |
|--|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in andata (mc) |                             | 1,28                  |
| 1° gradino -fase di carico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa)     |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                  |                             | 0,65                  |
| Tempo (minuti)                         | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                      | 2,00                        | 4,00E-03              |
| 4                                      | 2,00                        | 4,00E-03              |
| 6                                      | 2,00                        | 4,00E-03              |
| 8                                      | 2,00                        | 4,00E-03              |
| 10                                     | 2,00                        | 4,00E-03              |
| Media (l/m)                            | 2,00                        | Vol. tot. mc 0,020    |

|                                    |                             |                       |    |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----|
| Durata netta fase carico (min)     |                             |                       | 50 |
| 2° gradino -fase di carico-        |                             |                       |    |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,40                  |    |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 0,85                  |    |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |    |
| 2                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |    |
| 4                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |    |
| 6                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |    |
| 8                                  | 3,50                        | 7,00E-03              |    |
| 10                                 | 3,50                        | 7,00E-03              |    |
| Media (l/m)                        | 3,50                        | Vol. tot. mc 0,035    |    |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 3° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,60                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,05                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 6,00                        | 1,20E-02              |
| 4                                  | 6,00                        | 1,20E-02              |
| 6                                  | 6,00                        | 1,20E-02              |
| 8                                  | 6,00                        | 1,20E-02              |
| 10                                 | 6,00                        | 1,20E-02              |
| Media (l/m)                        | 6,00                        | Vol. tot. mc 0,060    |

|                                    |                             |                       |  |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|
| 4° gradino -fase di carico-        |                             |                       |  |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 0,80                  |  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,25                  |  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |  |
| 2                                  | 10,00                       | 2,00E-01              |  |
| 4                                  | 10,00                       | 2,00E-01              |  |
| 6                                  | 10,00                       | 2,00E-01              |  |
| 8                                  | 10,00                       | 2,00E-01              |  |
| 10                                 | 10,00                       | 2,00E-01              |  |
| Media (l/m)                        | 10,00                       | Vol. tot. mc 1,000    |  |

|                                    |                             |                       |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 5° gradino -fase di carico-        |                             |                       |
| Pressione letta al manometro (MPa) |                             | 1,00                  |
| Pressione reale (MPa)              |                             | 1,45                  |
| Tempo (minuti)                     | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 4                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 6                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 8                                  | 16,00                       | 3,20E-02              |
| 10                                 | 16,00                       | 3,20E-02              |
| Media (l/m)                        | 16,00                       | Vol. tot. mc 0,160    |

#### FASE DISCARICO

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,24                  |
| 1° gradino -fase di scarico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,80                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 1,25                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 4                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 6                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 8                                       | 14,00                       | 2,80E-02              |
| 10                                      | 14,00                       | 2,80E-02              |
| Media (l/m)                             | 14,00                       | Vol. tot. mc 0,140    |

|                                   |                             |                       |    |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----|
| Durata netta fase scarico (min)   |                             |                       | 20 |
| 2° gradino -fase di scarico-      |                             |                       |    |
| Pressione letta al manometro(MPa) |                             | 0,40                  |    |
| Pressione reale (MPa)             |                             | 0,85                  |    |
| Tempo (minuti)                    | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |    |
| 2                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |    |
| 4                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |    |
| 6                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |    |
| 8                                 | 10,00                       | 2,00E-02              |    |
| 10                                | 10,00                       | 2,00E-02              |    |
| Media (l/m)                       | 10,00                       | Vol. tot. mc 0,100    |    |

|   |                             |                       |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Volume totale assorbito in ritorno (mc) |                             | 0,08                  |
| 3° gradino -fase di scarico-            |                             |                       |
| Pressione letta al manometro(MPa)       |                             | 0,20                  |
| Pressione reale (MPa)                   |                             | 0,65                  |
| Tempo (minuti)                          | Assorbimento (litri/minuti) | Volume assorbito (mc) |
| 2                                       | 7,75                        | 1,55E-02              |
| 4                                       | 7,75                        | 1,55E-02              |
| 6                                       | 7,75                        | 1,55E-02              |
| 8                                       | 7,75                        | 1,55E-02              |
| 10                                      | 7,75                        | 1,55E-02              |
| Media (l/m)                             | 7,75                        | Vol. tot. mc 0,078    |

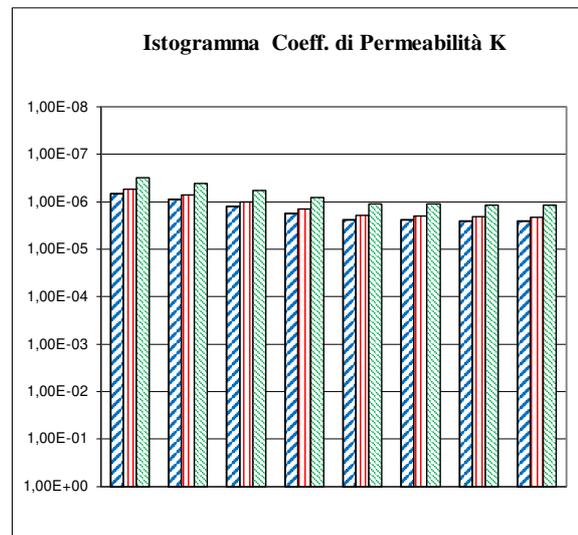
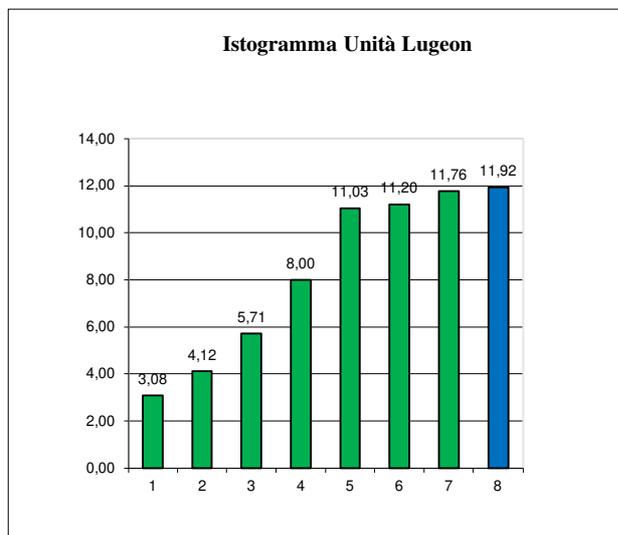
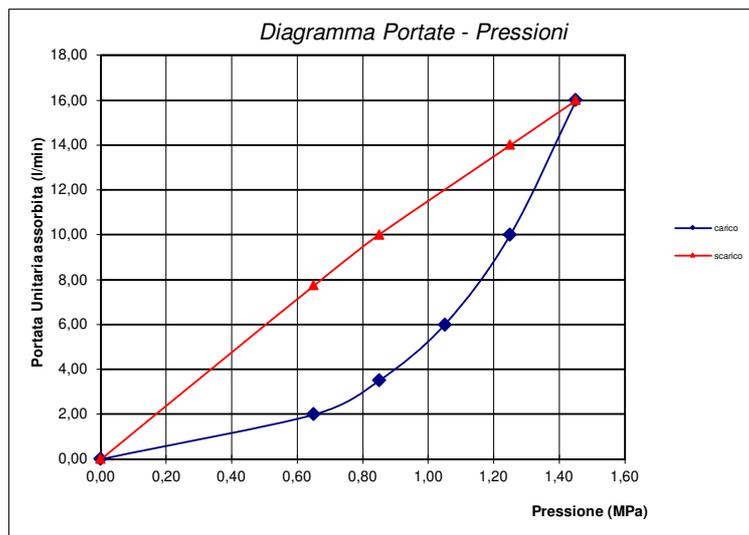
Committente: Lombardi S.A.  
Località: Diga Muzzone Oschiri (SS)  
Sigla sondaggio: P1

Prova n°: LG4

h (carico d'acqua) (m)= 45,00

| Tabella riepilogativa |                             |                                 |  |                          |   |  |  |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|---|--|--|
| Fase                  | Gradini di carico e scarico | "P"<br>Pressione reale<br>(MPa) | "Q"<br>Portata unitaria<br>(l/min/L prova) | U.L.<br>l/min*m<br>Q*1/P | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>Q/F*h<br>con F da<br>Horslev 1951 | "K"<br>Permeabilità<br>m/sec<br>Q/F*h<br>AGI (1977)<br>Tanzini-<br>Casadio | "K"<br>Permeabilità<br>K=ULx10^-7<br>m/s |
| carico                | 1° Gradino                  | 0,65                            | 2,00                                       | 3,08                     | 6,67E-07  | 5,44E-07   | 3,08E-07                                 |
| carico                | 2° Gradino                  | 0,85                            | 3,50                                       | 4,12                     | 8,93E-07  | 7,28E-07   | 4,12E-07                                 |
| carico                | 3° Gradino                  | 1,05                            | 6,00                                       | 5,71                     | 1,24E-06  | 1,01E-06   | 5,71E-07                                 |
| carico                | 4° Gradino                  | 1,25                            | 10,00                                      | 8,00                     | 1,74E-06  | 1,41E-06   | 8,00E-07                                 |
| carico                | 5° Gradino                  | 1,45                            | 16,00                                      | 11,03                    | 2,39E-06  | 1,95E-06   | 1,10E-06                                 |
| scarico               | 1° Gradino                  | 1,25                            | 14,00                                      | 11,20                    | 2,43E-06  | 1,98E-06   | 1,12E-06                                 |
| scarico               | 2° Gradino                  | 0,85                            | 10,00                                      | 11,76                    | 2,55E-06  | 2,08E-06   | 1,18E-06                                 |
| scarico               | 3° Gradino                  | 0,65                            | 7,75                                       | 11,92                    | 2,59E-06  | 2,11E-06   | 1,19E-06                                 |
| Fattore di forma      |                             |                                 |  |                          | 1,71  | 2,10   |  |

**TIPO DI COMPORTAMENTO: il grafico indica un regime di flusso di svuotamento delle fessure alle alte pressioni. UNITA' LUGEON (valore rappresentativo) : 12**



# Allegato 3

## Certificati laboratorio

**PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CILINDRICI DI CALCESTRUZZO PRELEVATI IN SITU**  
 eseguita ai sensi delle norme UNI EN ISO 12504-1:2019

 Rapporto di Prova n° **513** del **23/07/21** Pagina 1 di 1

 Accettazione n° **762** del **14/07/21** Pratica n° **1507** Richiesta n° ---- del ----

 Committente: **Enel Green Power**  
 Impresa esecutrice: **Tecno in S.p.A.**  
 Provenienza campioni: **Diga Muzzone, Oschiri (SS)**

**DATI RELATIVI ALLA RICHIESTA DI PROVE**

| Sigla campione | Dimensioni [mm]<br>Ø | Posizione in opera                     | Rek  | Prelievo |      |
|----------------|----------------------|--|------|----------|------|
|                |                      |  |      | Verbale  | Data |
| C1             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 11,47-11,81 m | N.D. | ----     | ---- |
| C2             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 17,20-17,45 m | N.D. | ----     | ---- |
| C3             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 30,00-30,32 m | N.D. | ----     | ---- |
| C4             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 31,00-31,32 m | N.D. | ----     | ---- |
| C5             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 34,36-34,60 m | N.D. | ----     | ---- |
| C6             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 38,35-38,60 m | N.D. | ----     | ---- |

**RISULTATI DELLE PROVE**

| Sigla campione | Sigla di laboratorio | Dimensioni provino [mm] |       | Massa provino [kg] | Massa volumica (1) [kg/m³] | Sezione resistiva [mm²] | Carico di rottura [kN] | Tensione di rottura [MPa] | Data di prova | Modalità di rottura (2) | Rettifica (3) |
|----------------|----------------------|-------------------------|-------|--------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                |                      | Ø                       | h     |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |
| C1             | CLS. 762 / 1 A       | 78,9                    | 157,8 | 1,756              | 2.276                      | 4.889                   | 89,50                  | 18,3                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C2             | CLS. 762 / 2 A       | 78,9                    | 157,4 | 1,827              | 2.374                      | 4.889                   | 88,65                  | 18,1                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C3             | CLS. 762 / 3 A       | 78,9                    | 156,4 | 1,736              | 2.270                      | 4.889                   | 102,1                  | 20,9                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C4             | CLS. 762 / 4 A       | 78,9                    | 158,4 | 1,779              | 2.297                      | 4.889                   | 103,4                  | 21,1                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C5             | CLS. 762 / 5 A       | 78,9                    | 159,9 | 1,735              | 2.219                      | 4.889                   | 88,8                   | 18,2                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C6             | CLS. 762 / 6 A       | 78,9                    | 156,6 | 1,772              | 2.314                      | 4.889                   | 96,7                   | 19,8                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |

**NOTE:**

- (1) Determinata ai sensi della norma UNI EN 12390-7-2019  
 (2) 1 = Rottura bipiramidale; 2 = Sfaldatura verticale; 3 = Sfaldamento obliquo; 4 = Sgretolamento.  
 (3) A = provino conforme alla norma UNI EN 12390-1-2012; B = provino rettificato mediante molatura; C = provino rettificato mediante cattatura.

E' vietata la copia non ufficiale della certificazione e la sua riproduzione, salvo approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

**Lo Sperimentatore**  
 Geom. Vincenzo Pone




**Il Direttore del Laboratorio**  
 Dott. Ing. Giuseppe Guadagno



**PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CILINDRICI DI CALCESTRUZZO PRELEVATI IN SITU**

eseguita ai sensi delle norme UNI EN ISO 12504-1:2019

Rapporto di Prova n° 513 del 23/07/21 Pagina 1 di 1

Accettazione n° 762 del 14/07/21 Pratica n° 1507 Richiesta n° ---- del ----

 Committente: **Enel Green Power**

 Impresa esecutrice: **Tecno in S.p.A.**

 Provenienza campioni: **Diga Muzzone, Oschiri (SS)**
**DATI RELATIVI ALLA RICHIESTA DI PROVE**

| Sigla campione | Dimensioni [mm]<br>Ø | Posizione in opera                     | Rck  | Prelievo |      |
|----------------|----------------------|--|------|----------|------|
|                |                      |  |      | Verbale  | Data |
| C7             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 40,40-40,65 m | N.D. | ----     | ---- |
| C8             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 49,50-49,75 m | N.D. | ----     | ---- |
| C9             | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 50,75-51,00 m | N.D. | ----     | ---- |
| C10            | 80                   | Sondaggio P1 -Profondità 54,30-54,55 m | N.D. | ----     | ---- |
|                |                      |  |      |          |      |
|                |                      |  |      |          |      |

**RISULTATI DELLE PROVE**

| Sigla campione | Sigla di laboratorio | Dimensioni provino [mm] |       | Massa provino [kg] | Massa volumica (1) [kg/m³] | Sezione resistiva [mm²] | Carico di rottura [kN] | Tensione di rottura [MPa] | Data di prova | Modalità di rottura (2) | Rettifica (3) |
|----------------|----------------------|-------------------------|-------|--------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                |                      | Ø                       | h     |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |
| C7             | CLS. 762 / 7 A       | 78,9                    | 158,8 | 1,771              | 2.281                      | 4.889                   | 97,14                  | 19,9                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C8             | CLS. 762 / 8 A       | 78,9                    | 158,8 | 1,775              | 2.286                      | 4.889                   | 105,68                 | 21,6                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C9             | CLS. 762 / 9 A       | 78,9                    | 158,8 | 1,767              | 2.276                      | 4.889                   | 98,3                   | 20,1                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
| C10            | CLS. 762 / 10 A      | 78,9                    | 157,9 | 1,814              | 2.350                      | 4.889                   | 132,4                  | 27,1                      | 21/07/2021    | 2                       | B             |
|                |                      |                         |       |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |
|                |                      |                         |       |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |

**NOTE:**

(1) Determinata ai sensi della norma UNI EN 12390-7:2019

(2) 1 = Rottura bipiramidale; 2 = Sfaldatura verticale; 3 = Sfaldamento obliquo; 4 = Sgretolamento.

(3) A = provino conforme alla norma UNI EN 12390-1-2012; B = provino rettificato mediante molatura; C = provino rettificato mediante cappatura.

E' vietata la copia non ufficiale della certificazione e la sua riproduzione, salvo approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

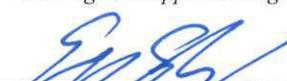
**Lo Sperimentatore**

Geom. Vincenzo Pone



**Il Direttore del Laboratorio**

Dott. Ing. Giuseppe Guadagno



# Allegato 4

## Cerificati laboratorio carotaggi cunicoli

**PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CILINDRICI DI CALCESTRUZZO PRELEVATI IN SITU**  
 eseguita ai sensi delle norme UNI EN ISO 12504-1:2019

 Rapporto di Prova n° 777 del 14/10/21 Pagina 1 di 1

Accettazione n° 762 del 14/07/21 Pratica n° 1507 Richiesta n° --- del ---

 Committente: **Enel Green Power**

 Impresa esecutrice: **Tecno in S.p.A.**

 Provenienza campioni: **Diga Muzzone, Oschiri (SS)**

**DATI RELATIVI ALLA RICHIESTA DI PROVE**

| Sigla campione | Dimensioni [mm]<br>Ø | Posizione in opera    | Rck  | Prelievo |      |
|----------------|----------------------|-----------------------|------|----------|------|
|                |                      |                       |      | Verbale  | Data |
| P4             | 100                  | Direzione verticale   | N.D. | ---      | ---  |
| P5             | 100                  | Direzione orizzontale | N.D. | ---      | ---  |
|                |                      |                       |      |          |      |
|                |                      |                       |      |          |      |
|                |                      |                       |      |          |      |
|                |                      |                       |      |          |      |

**RISULTATI DELLE PROVE**

| Sigla campione | Sigla di laboratorio | Dimensioni provino [mm] |      | Massa provino [kg] | Massa volumica (1) [kg/m³] | Sezione resistiva [mm²] | Carico di rottura [kN] | Tensione di rottura [MPa] | Data di prova | Modalità di rottura (2) | Rettifica (3) |
|----------------|----------------------|-------------------------|------|--------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                |                      | Ø                       | h    |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |
| P4             | CLS. 762 / 13 A      | 94,4                    | 95,8 | 1,510              | 2.252                      | 6.999                   | 130,85                 | 18,7                      | 06/09/2021    | 2                       | B             |
| P5             | CLS. 762 / 15 A      | 94,4                    | 94,4 | 1,480              | 2.240                      | 6.999                   | 101,74                 | 14,5                      | 06/09/2021    | 2                       | B             |
|                |                      |                         |      |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |
|                |                      |                         |      |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |
|                |                      |                         |      |                    |                            |                         |                        |                           |               |                         |               |

**NOTE:**

- (1) Determinata ai sensi della norma UNI EN 12390-7-2019  
 (2) 1 = Rottura bipiramidale; 2 = Sfaldatura verticale; 3 = Sfaldamento obliquo; 4 = Sgretolamento.  
 (3) A = provino conforme alla norma UNI EN 12390-1-2012; B = provino rettificato mediante molatura; C = provino rettificato mediante cappatura.

E' vietata la copia non ufficiale della certificazione e la sua riproduzione, salvo approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

**Lo Sperimentatore**  
 Geom. Vincenzo Pone



**Il Direttore del Laboratorio**  
 Dott. Ing. Giuseppe Guadagno





**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**DIPARTIMENTO di STRUTTURE per l' INGEGNERIA e l'ARCHITETTURA**  
**LABORATORIO UFFICIALE PROVE MATERIALI E STRUTTURE "Adriano Gallì"**  
 VIA CLAUDIO, 21 - 80125 NAPOLI  
 TEL 081/7683336 - FAX 081/7683332  
[www.dist.unina.it](http://www.dist.unina.it)

**DiSt**

Dipartimento di  
 Strutture per  
 l'Ingegneria e  
 l'Architettura

**RAPPORTO DI PROVA**

**DiSt/MOD/Rapp\_Prov.013**

**Gennaio 2011**  
**Edizione: 3**

Pratica n. 2021024 del 04/10/2021  
 Rapporto di prova n. 2021024  
 Data esecuzione prova 13/10/2021  
 Data emissione del rapporto 14/10/2021

|  |
|--|
| Committente                                    |
| TECNOIN S.P.A. GEOSOLUTIONS                    |
| II traversa Strettola S. Anna alle Paludi n.11 |
| 80142 Napoli                                   |

**RAPPORTO DI PROVA**  
**PROVE DI COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI**

Il presente rapporto viene fornito al richiedente in originale più una copia; un'ulteriore copia è conservata nell'archivio.

**Risultati della prova a compressione su n. 4 provini cilindrici di roccia/cls, estratti dalla Diga Muzzone del Comune di Oschiri (SS)**

|   |   |
|---|---|
| Riferimento normativo   | (D.M. 14.01.2008 - UNI EN 12390-1:2002, UNI EN 12390-3:2009, UNI EN 12504-1:2009 e UNI EN 12504-2:2012) |
| Provenienza del materiale                                     | Diga Muzzone sita nel Comune di Oschiri (SS)  |
| Prelievo effettuato per conto di                              | .....   |
| Prelievo effettuato da  | Committente   |
| Localizzazione dei prelievi                                   | P2-P3-P4-P5 prelevati dalla Diga  |
| Richiesta del   | 4 ottobre 2021  |
| Data del prelievo   | 14 luglio 2021  |
| Materiale pervenuto il  | 4 ottobre 2021  |
| Data esecuzione delle prove                                   | 13 ottobre 2021   |
| Condizioni di umidità della superficie al momento della prova | Asciutto  |

Si dichiara che i risultati di questo report di prova n. 2021024 si riferiscono al solo oggetto sottoposto alla prova.

Responsabile Commesse  
 (ing. ~~Marco Cocca~~)



Il Direttore del Dipartimento  
 (prof. ing. ~~Andrea Prota~~)

**RAPPORTO DI PROVA**

DiSt/MOD/Rapp\_Prov.013

**Gennaio 2011**  
**Edizione: 3**

Pratica n. 2021024

Rapporto di prova n. 2021024

Il giorno 4 ottobre 2021 la società TECNO IN S.p.A. ha consegnato in laboratorio quattro campioni cilindrici. Ad eccezione del campione con contrassegno P3 gli altri tre campioni presentavano, all'osservazione visiva, microlesioni superficiali e vuoti

| DATI FORNITI DAL COMMITTENTE |              |                    |                      |
|------------------------------|--------------|--------------------|----------------------|
| N.                           | Contrassegno | Posizione in opera | Data prelievo carota |
| 1                            | P2           | orizzontale        | 14/07/2021           |
| 2                            | P3           | verticale          |                      |
| 3                            | P4           | verticale          |                      |
| 4                            | P5           | orizzontale        |                      |

**RISULTATI DELLE PROVA**

| N. | Contr. provino | Peso provino [kg] | D [mm] | H [mm] | Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ] | H/D | Ac [mm <sup>2</sup> ] | F [kN]  | fc [N/mm <sup>2</sup> ] | TR |
|----|----------------|-------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----|-----------------------|---------|-------------------------|----|
| 1  | P2             | 49,000            | 292,0  | 310,0  | 2361,6                              | 1,1 | 66966,1               | 1092,25 | 16,31                   | S  |
| 2  | P3             | 48,240            | 292,0  | 310,0  | 2324,9                              | 1,1 | 66966,1               | 1417,66 | 21,17                   | S  |
| 3  | P4             | 43,200            | 292,0  | 305,0  | 2116,2                              | 1,0 | 66966,1               | 562,02  | 8,39                    | S  |
| 4  | P5             | 46,800            | 292,0  | 305,0  | 2292,5                              | 1,0 | 66966,1               | 875,97  | 13,08                   | S  |

Macchina utilizzata MATEST da 5000/1000 kN, mod. C088 matr. C088\*1\*04- certificato LAT 214 2019\_195 emesso 08/11/2019

|           |   |
|-----------|---|
| <b>D</b>  | Diametro del provino cilindrico   |
| <b>H</b>  | Altezza del provino cilindrico  |
| <b>Ac</b> | Area della sezione trasversale del provino su cui agisce la forza di compressione |
| <b>F</b>  | Carico massimo a rottura  |
| <b>fc</b> | Resistenza cilindrica a compressione  |
| <b>TR</b> | Tipo di rottura: S = soddisfacente; NS = non soddisfacente                        |

Responsabile Commesse

(ing. Marco Cocca)


 Il Direttore del Dipartimento  
 (prof. ing. Andrea Prota)
 