COMUNE DI GENOVA

**OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA**
**TRATTA CANEPARI RIVAROLO**
**SERVIZI DI AGGIORNAMENTO E**
**INTEGRAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**

**PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA RAFFORZATO**


Il Progettista:

*Ing. Mario Bordi*
*Ordine Ing. Genova n.5723*

Firmato digitalmente
da: MARIO BORDI
Luogo: Genova
Data: 30/01/2026
17:48:16

Il Responsabile dell'Integrazione tra levarie discipline specialistiche:

*Ing. Mario Bordi*
*Ordine Ing. Genova n.5723*

Firmato digitalmente
da: MARIO BORDI
Luogo: Genova
Data: 30/01/2026
17:48:23

Il Project Engineering Manager:

*Ing. Marco Marchesini*
*Ordine Ing. Roma n. 39603*

Il Coordinatore per la sicurezza in fase di Progettazione:

*Geom. Bruno Bucari*
*Ordine geom. Genova n.3004*

Il Geologo:

*Dott. Geol. Roberto Pedone*
*Ordine Geologi della Liguria n 183*

Il Reponsabile Unico del Progetto
Dirigente Grandi Infrastrutture di Trasporto - Area Project Management Office

*Ing. Manuela Sciutto*
*Ordine Ing. Genova n. 8953*


# GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

## Relazione sulle indagini

| CODICE PROGETTO | NOME FILE | REVISIONE | SCALA: |
|---|---|---|---|
| PROGETTO: P0044365 / LIV. PROG.: P / ANNO: 25 | P0_SIGI_GEO_R_007_1 | 1 | - |
| | CODICE ELAB.: P0 SIGI GEO R 007 | | |

| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 1 | INTEGRAZIONE A SEGUITO PARERI CDS | 31/01/2026 | L. PAVIGLIANITI | M. MARCHESINI | M. BORDI |
| 0 | PRIMA EMISSIONE | 20/03/2025 | L. PAVIGLIANITI | M. MARCHESINI | M. BORDI |


RINA
MM
EXENET
Your Expert Network
P.ENGINEERING

# INDICE

Pag.

**LISTA DELLE TABELLE** **2**
**LISTA DELLE FIGURE** **2**
**1 PREMESSA** **3**
**2 RIFERIMENTI** **4**
**3 INDAGINI PREGRESSE** **5**
3.1 CAMPAGNA DI INDAGINI PREGRESSE 5
3.2 CAMPAGNA DI INDAGINI PD BRIN – CANEPARI (2020) 6
3.3 CAMPAGNA DI INDAGINI PFTE CANEPARI - RIVAROLO (2020) 7
3.4 CAMPAGNA DI INDAGINI TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI (COCIV, 2019 E 2020) 8
**4 CAMPAGNA INDAGINI INTEGRATIVA - PFTE INTEGRATO** **9**

# LISTA DELLE TABELLE

Pag.

Tabella 3-1 – Tabella riassuntiva indagini pregresse 5
Tabella 3-2 – Tabella riassuntiva indagini Progetto definitivo Brin - Canepari 6
Tabella 3-3 – Tabella riassuntiva indagini PFTE Canepari - Rivarolo 7
Tabella 3-4 – Tabella riassuntiva indagini COCIV - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi 8

# LISTA DELLE FIGURE

Pag.

Figura 3-1 – Planimetria ubicazione indagini pregresse 5
Figura 3-2 - Planimetria ubicazione indagini Progetto definitivo Brin - Canepari 6
Figura 3-3 - Planimetria ubicazione indagini PFTE Canepari - Rivarolo 7
Figura 3-4 - Planimetria ubicazione indagini COCIV - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi 8
Figura 4-1 - Planimetria ubicazione indagini Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica – Indagini integrativa 9

# 1 PREMESSA

L'intervento consiste nella progettazione delle opere di prolungamento della metropolitana - tratta Canepari – Rivarolo- procedura aperta per l'affidamento in appalto dei servizi di aggiornamento e integrazione del progetto di fattibilità tecnico-economica. Il presente rapporto descrive i riferimenti normativi e tecnici presi a riferimento per la redazione della presente specifica tecnica, riporta sommariamente le caratteristiche geologiche e stratigrafiche del sito in esame e infine, espone in dettaglio i contenuti della campagna d'indagine integrativa necessaria per l'aggiornamento del progetto di fattibilità tecnico-economica.

# 2 RIFERIMENTI

- ✓ Ministero dei Lavori Pubblici, 1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», Decreto 17 gennaio 2018;
- ✓ D.G.R. n.IX/2616 del 30 novembre 2011-Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008,n.8/7374

# 3 INDAGINI PREGRESSE

Nel presente capitolo viene fornita una sintesi delle indagini in sito ricadenti nell'area oggetto di studio, le seguenti sono state utilizzate per la definizione della nuova campagna integrativa:

- Campagna indagini pregresse (1983-2008) lungo la tratta Canepari-Rivarolo;
- Campagna indagini 2020 nell'ambito del progetto definitivo della tratta Brin – Canepari
- Campagna indagini 2020 nell'ambito del progetto di fattibilità economica Canepari – Rivarolo
- Campagna indagini 2019 e 2020 nell'ambito del progetto esecutivo del collegamento parco Rugna/Bettolo – Bivio Fegino via Campasso;

## 3.1 CAMPAGNA DI INDAGINI PREGRESSE

La campagna di indagini pregresse che ricade lungo la tratta in oggetto considerata ai fini progettuali è riportata in Tabella 3-1.

**Tabella 3-1 – Tabella riassuntiva indagini pregresse**

| | Sondaggi | | | | | | Prove in sito | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Codice indagine | Anno | Profondità [m] | piezometro | Down-hoe | CR. | C.I. | SPT | pressiometro | Permeabilità Lefranc |
| SA49/83 | 1983 | 12 | | | | | | | |
| SA50/83 | 1983 | 15 | | | | | | | |
| SA51/83 | 1983 | 25.50 | | | | | | | |
| SA52/83 | 1983 | 16.70 | | | | | | | |
| S42/08 | 2008 | 36 | si | | | | 8 | | 2 |
| S41/08 | 2008 | 36 | si | | | | 7 | | 2 |
| SA54/83 | 1983 | 15 | | | | | | | |

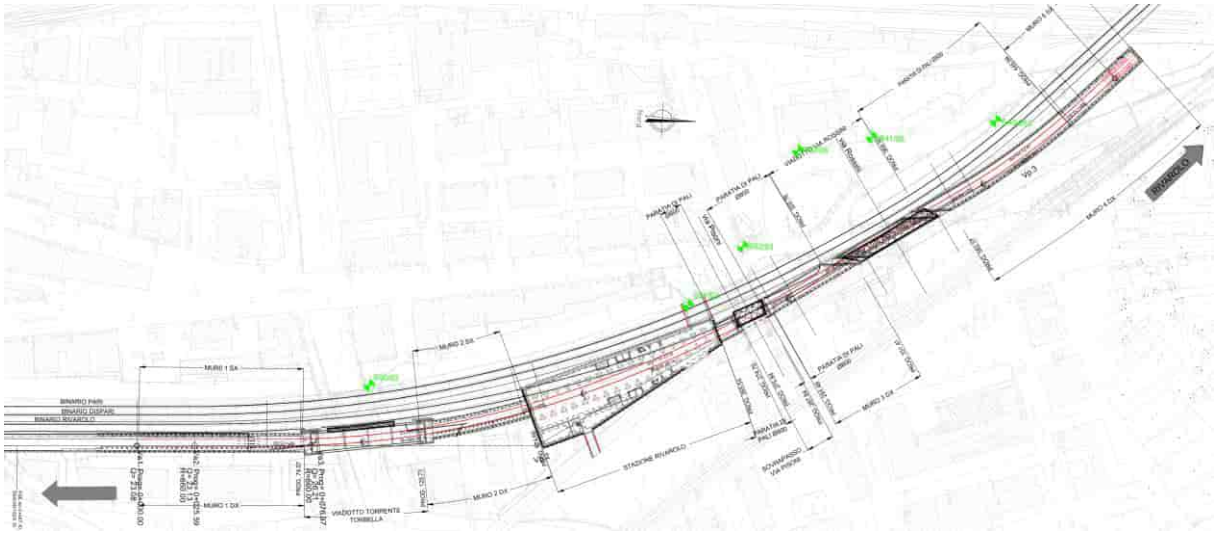


**Figura 3-1 – Planimetria ubicazione indagini pregresse**

## 3.2 CAMPAGNA DI INDAGINI PD BRIN – CANEPARI (2020)

Le indagini geognostiche effettuate nel 2020, nell'ambito del Progetto Definitivo della tratta Brin-Canepari, sono riportate in Tabella 3-2. Di queste indagini, quelle ricadenti lungo la tratta in esame sono i sondaggi MIF5/PZ e MIF6/PZ. In tabella si riportano anche le indagini non strettamente ricadenti lungo la tratta oggetto del presente studio, in quanto sono incluse nella tratta immediatamente contigua e comprendono informazioni utili sulle medesime formazioni geologico/geotecniche.

**Tabella 3-2 – Tabella riassuntiva indagini Progetto definitivo Brin - Canepari**

| | Sondaggi | | | | | | Prove in sito | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Codice indagine | Anno | Profondità [m] | piezometro | Down-hoe | CR. | C.I. | SPT | pressiometro | Permeabilità Lefranc |
| MIF1/DH | 2020 | 37 | | si | 2 | - | 8 | | 1 |
| MIF2/PZ | 2020 | 40 | si | | 3 | - | 5 | | 1 |
| MIF3/DH | 2020 | 30 | | si | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| MIF4/PZ | 2020 | 25 | si | | 2 | 2 | 5 | | 1 |
| MIF5/PZ | 2020 | 30 | si | | 2 | - | 5 | | 1 |
| MIF6/PZ | 2020 | 35 | si | | 1 | 1 | 7 | | 1 |

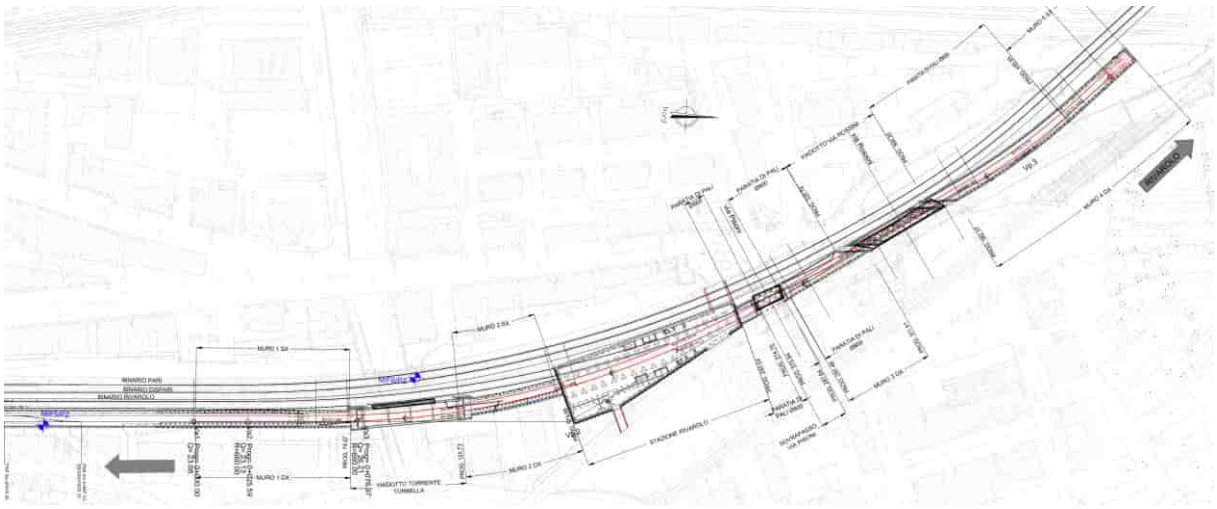


**Figura 3-2 - Planimetria ubicazione indagini Progetto definitivo Brin - Canepari**

## 3.3 CAMPAGNA DI INDAGINI PFTE CANEPARI - RIVAROLO (2020)

Le indagini geognostiche effettuate nel 2020, nell'ambito del Progetto di fattibilità tecnico economica della tratta Canepari - Rivarolo, sono riportate in Tabella 3-3.

**Tabella 3-3 – Tabella riassuntiva indagini PFTE Canepari - Rivarolo**

| | Sondaggi | | | | | | Prove in sito | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Codice indagine | Anno | Profondità [m] | piezometro | Down-hoe | CR. | C.I. | SPT | pressiometro | Permeabilità Lefranc |
| MIF7/DH | 2020 | 35 | | si | 1 | - | 6 | | 1 |
| MIF8/PZ | 2020 | 50 | si | | 1 | 2 | 8 | | 1 |

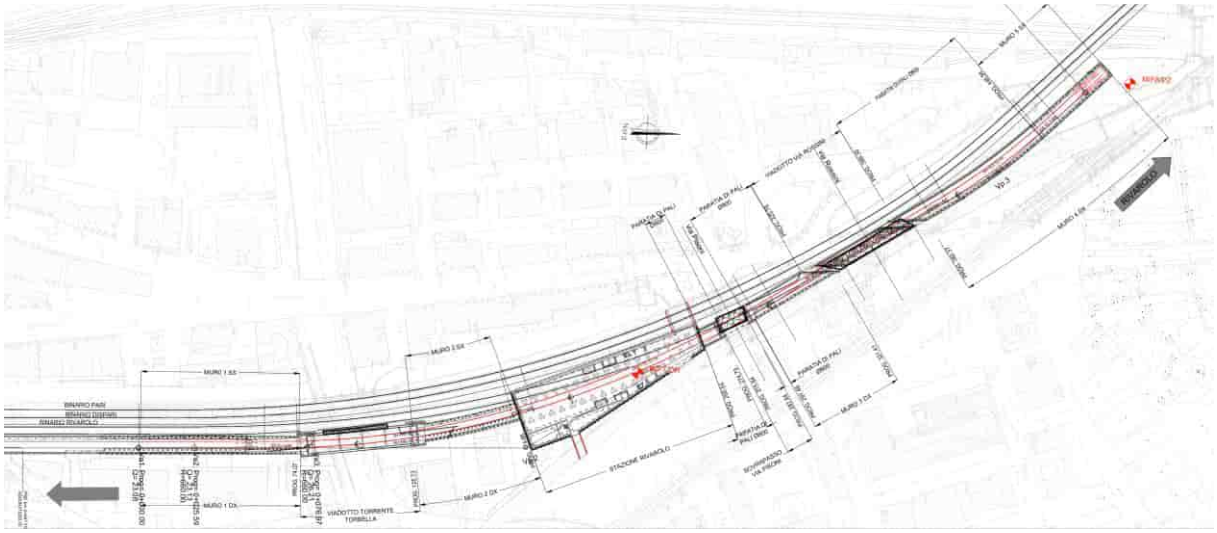


**Figura 3-3 - Planimetria ubicazione indagini PFTE Canepari - Rivarolo**

## 3.4 CAMPAGNA DI INDAGINI TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI (COCIV, 2019 E 2020)

Le indagini geognostiche effettuate nel 2019 e 2020 in corrispondenza del Viadotto Rossini, nell'ambito del progetto esecutivo del collegamento parco Rugna/Bettolo – Bivio Fegino via Campasso sono riportate in Tabella 3-4.

**Tabella 3-4 – Tabella riassuntiva indagini COCIV - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi**

| | Sondaggi | | | | | | Prove in sito | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Codice indagine | Anno | Profondità [m] | piezometro | Down-hoe | CR. | C.I. | SPT | pressiometro | Permeabilità Lefranc |
| 1N | 2019 | 35 | | si | - | - | 11 | | - |
| S02 | 2020 | 50 | - | | - | - | 10 | | - |

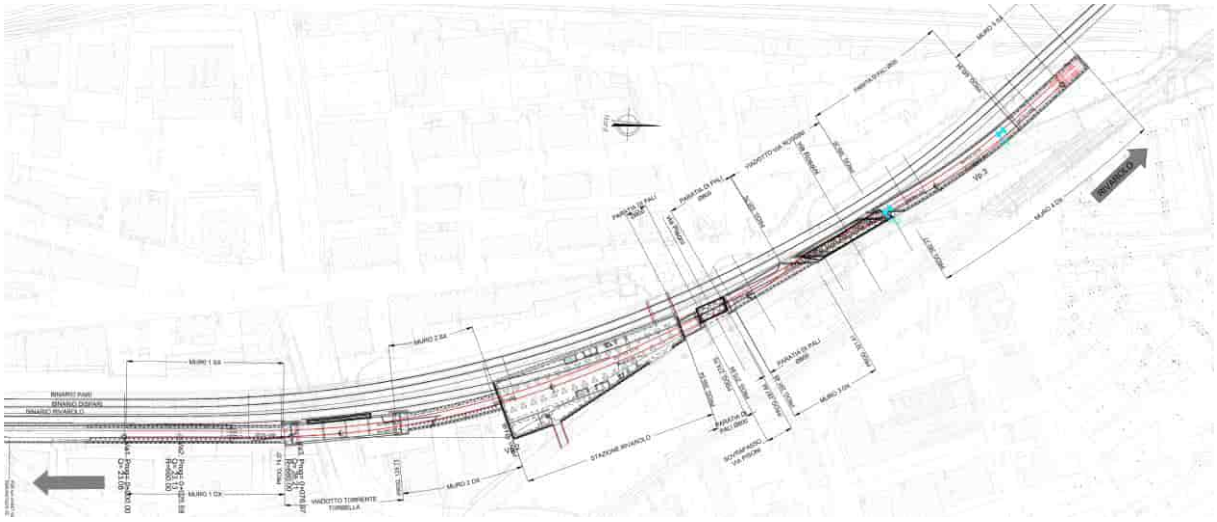


**Figura 3-4 - Planimetria ubicazione indagini COCIV - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi**

# 4 CAMPAGNA INDAGINI INTEGRATIVA - PFTE INTEGRATO

Nel presente capitolo viene fornita una sintesi della campagna indagini integrativa, condotta tra Ottobre e Novembre 2025, al fine di avere un maggior grado di approfondimento geotecnico in corrispondenza delle fondazioni dei nuovi Viadotti di Via Rossini, Torbella e tra il sovrappasso Pisoni e la stazione di Rivarolo.
In particolare, la campagna indagini si articola:

- N. 2 sondaggi a carotaggio continuo di profondità massima di 35 da p.c.
- N. 1 sondaggio a carotaggio continuo di profondità massima di 30 da p.c.
- N. 1 prova sismica in foro di tipo Down-hole eseguita all'interno del sondaggio BH03;
- N. 1 piezometro a tubo aperto installato all'interno del sondaggio BH02;
- N. 2 stendimenti sismici con acquisizione di tipo MASW/Re.mi denominato (MASW-01 e MASW-02)
- N. 4 pozzetti ambientali, denominati (PZ01. PZ02, PZ03, PZ04)

| | Sondaggi | | | | | | Prove in sito | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Codice indagine | Anno | Profondità [m] | piezometro | Down-hoe | CR. | C.I. | SPT | pressiometro | Permeabilità Lefranc |
| BH01 | 2025 | 35 | - | - | 1 | 4 | 5 | - | - |
| BH02 | 2025 | 30 | si | - | 4 | 2 | 5 | - | - |
| BH03 | 2025 | 35 | - | si | 5 | 1 | 6 | - | - |

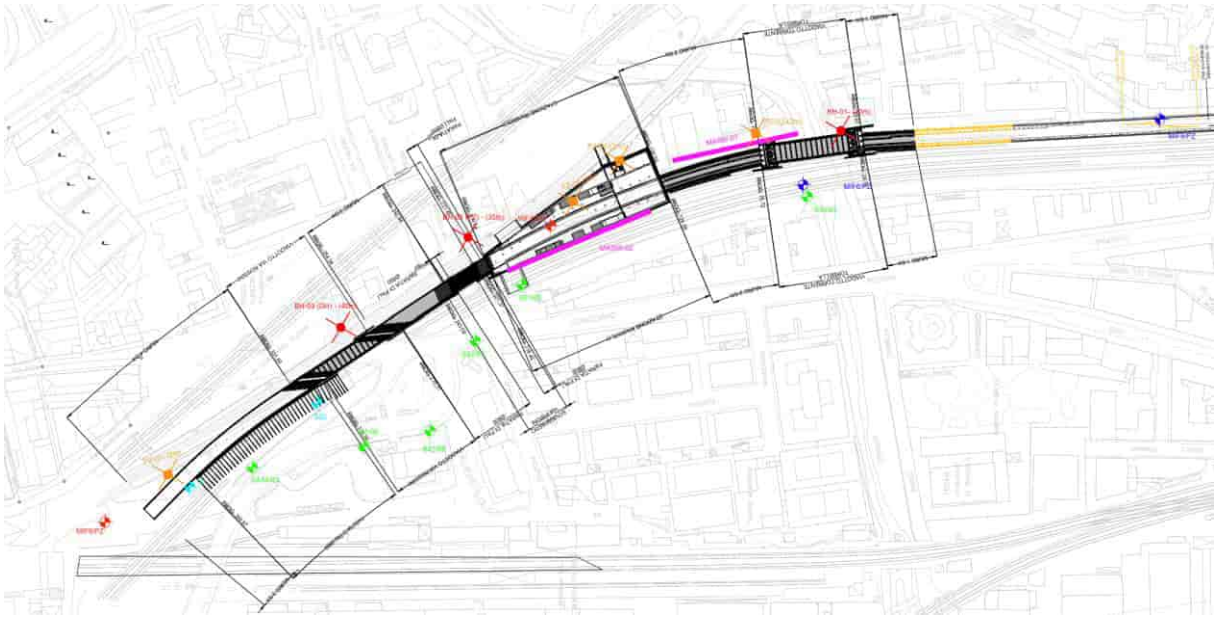


**Figura 4-1 - Planimetria ubicazione indagini Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica – Indagini integrativa**

Stazione Appaltante:

COMUNE DI GENOVA

Intervento/Opera:

# OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA DI GENOVA

## TRATTE FUNZIONALI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ

BRIN-CANEPARI CUP: B34J18000220001 BRIGNOLE-MARTINEZ CUP: B34J1800023001 CIG: 8344689F31

# PROGETTO ESECUTIVO

| RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: | DIRETTORE DEI LAVORI: | COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE |
|---|---|---|
| Ing. Pierpaolo FOGLINO | Ing. Alessandro ALIOTTA | Ing. Vincenzo SECRETI |

APPALTATORE:

CAPOGRUPPO

MANDANTE

PROGETTISTI:

CAPOGRUPPO

DT: Ing. Vincenzo SECRETI

MANDANTI

DT: Ing. Antonio DI LEO

DT: Ing. Giambattista PARIETTI

DT: Ing. Giulio FILIPPELLO

Titolo elaborato:

TRATTA BRIN-CANEPARI
RILIEVI E INDAGINI
GENERALE
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

Coordinatore della Progettazione e Responsabile integrazioni specialistiche

Ing. Vincenzo SECRETI

Codice elaborato:

| COMMESSA | ANNO | RTP | FASE | OPERA | DISCIPLINA | WBS | TIPO | PROGR. | REV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A124VI | 21 | H | PE | MGC | RIL | COM | RR | 001 | 0 |

SCALA: -

| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 10/09/2021 | Prima Emissione | C. LEONETTI | G. CERCHIARO | V. SECRETI |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

# INDICE


| | | |
|---|---|---|
| **1.** | **PREMESSA** | **3** |
| **2.** | **NORME TECNICHE APPLICATE** | **3** |
| **3.** | **INDAGINI GEOGNOSTICHE** | **4** |
| **3.1** | **UBICAZIONE** | **4** |
| **3.2** | **ATTREZZATURE E PROCEDURE OPERATIVE DI PERFORAZIONE** | **6** |
| **3.3** | **GEOLOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE** | **8** |
| **3.4** | **PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI E RIMANEGGIATI** | **9** |
| **4.** | **PROVE IN FORO** | **10** |
| **4.1** | **PROVE IN FORO – PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT)** | **10** |
| **4.2** | **PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO DI SONDAGGIO – PROVE LEFRANC CV** | **11** |
| **4.3** | **PROVE DI DEFORMABILITÀ DEI TERRENI IN FORO DI SONDAGGIO – PROVE PRESSIOMETRICHE** | **13** |
| 4.3.1 | STRUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 14 |
| 4.3.2 | MODALITÀ ESECUTIVE | 14 |
| 4.3.3 | ELABORAZIONE | 16 |
| **5.** | **CONDIZIONAMENTO DEI FORI DI SONDAGGIO** | **18** |
| **5.1** | **INSTALLAZIONE PIEZOMETRO A TUBO APERTO IN PVC TIPO NORTON 2''** | **19** |
| **5.2** | **INSTALLAZIONE IN PVC PER PROSPEZIONE SISMICA IN FORO (DOWN-HOLE)** | **19** |

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Area di Lavoro 5
Le coordinate, determinate attraverso GPS, sono indicate nelle monografie e nei certificati di prova presenti in allegato. 5
Figura 2. Caratteristiche tecniche sonda Nenzi Gelma 1 6
Figura 3. Caratteristiche tecniche sonda Casagrande M3D 7
Figura 4. GPS GNSS Leica – Controller ed antenna 9
Figura 5. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile 12
Figura 6. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile 15

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Elenco lavorazioni eseguite e strumentazione installata per sondaggio 4
Tabella 2. Elenco campioni prelevati per sondaggio e loro destinazione 9
Tabella 3. Elenco prove SPT eseguite (AGI 1977) 11
Tabella 4. Elenco prove Lefranc a CV eseguite 13
Tabella 5. Caratteristiche sonda tricellulare tipo Ménard-Apageo 14
Tabella 6. Elenco strumentazione installata per sondaggio 18

## ALLEGATI (RIF. CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI PROGETTO DEFINITIVO)

ALLEGATO 1 – MIF1
- ALL. 1.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 1.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV

ALLEGATO 2 – MIF2
- ALL. 2.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 2.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV
- ALL. 2.4 PROVA PRESSIOMETRICA MPM

ALLEGATO 3 – MIF3
- ALL. 3.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 3.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 3.3 PROVA LEFRANC CV

ALLEGATO 4 – MIF4
- ALL. 4.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 4.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 4.3 PROVA LEFRANC CV
- ALL. 4.4 PROVA PRESSIOMETRICA MPM

ALLEGATO 5 – MIF5
- ALL. 5.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 5.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 5.3 PROVA LEFRANC CV

ALLEGATO 6 – MIF6
- ALL. 6.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 6.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 6.3 PROVA LEFRANC CV

# 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto esecutivo definito:

"OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA DI GENOVA TRATTE FUNZIONALI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ" non sono state eseguite indagini geognostiche. Ci si rifà, quindi alle indagini eseguite nell'ambito del progetto definitivo 'METROPOLITANA DI GENOVA - Opere di prolungamento della tratta da BRIN a CANEPARI', Indagini geognostiche e prove in sito eseguite dalla Società GEOTEC S.p.A.

Scopo delle indagini è stato la ricostruzione della successione stratigrafica del sottosuolo e le caratteristiche litotecniche dei terreni ivi presenti.

La campagna indagini è stata articolata in:

- Esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Analisi geomeccanica dei sondaggi;
- Prove penetrometriche in foro di sondaggio (Prove SPT);
- Prove di permeabilità in foro di sondaggio (Prove Lefranc);
- Prove di deformabilità dei terreni in foro di sondaggio (Prove Pressiometriche);
- Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per analisi di laboratorio;
- Installazione di strumentazione in foro di sondaggio (Piezometri a tubo aperto e Tubi per esecuzione di Prove sismiche Down Hole).

Il presente elaborato riporta le risultanze delle indagini effettuate, esplicandone le procedure e le modalità operative. Fornisce, altresì, i dati tecnici sui mezzi d'opera impiegati.

# 2. NORME TECNICHE APPLICATE

Il carotaggio, l'installazione delle attrezzature, l'esecuzione delle prove in situ e il prelievo dei campioni, sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1977;

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e le prescnz1on1 per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;

Norme standard previste per l'esecuzione delle prove 1n situ e ID laboratorio (ASTM,AASHO, AASHTO, AGI);

D.M. 471/99 - Procedure per il campionamento ambientale dei terreni e delle acque sotterranee;

Specifiche Tecniche redatte da ITALFERR S.p.A. - U.O. GEOLOGIA

# 3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nell'ambito del progetto definitivo 'METROPOLITANA DI GENOVA - Opere di prolungamento della tratta da BRIN a CANEPARI' sono stati realizzati n°6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con tecnica tradizionale, con una profondità massima raggiunta pari a 40 mt dal p.c..

Tabella 1. **Elenco lavorazioni eseguite e strumentazione installata per sondaggio**

| SOND. | Z | TIPO (*) | STRUM. INSTALLATA (**) | CAMPIONI (***) | SPT | LEFRANC CV | MPM | DATA | | COORDINATE | | QUOTA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | *m* | | - | *n°* | *n°* | *n°* | *n°* | *INIZIO* | *FINE* | *EST* | *NORD* | *m s.l.m.* |
| MIF1 | 37 | DH | TB SIS 3'' 0-40 m C | CI=0 CR=6 | 8 | 1 | 0 | 15/01/2020 | 21/01/2021 | 8°53'38.51'' | 44°25'43.81'' | 12,6 |
| MIF2 | 40 | PZ | PZ TA 2'' 0-6 m C 6-40 m F | CI=0 CR=5 | 5 | 1 | 1 | 21/01/2020 | 04/02/2020 | 8°53'38.38'' | 44°25'46.63'' | 13,8 |
| MIF3 | 30 | DH | TB SIS 3'' 0-30 m C | CI=1 CR=2 | 1 | 1 | 0 | 09/01/2020 | 13/01/2020 | 8°53'37.56'' | 44°25'52.67'' | 19,3 |
| MIF4 | 25 | PZ | PZ TA 2'' 0-6 m C 6-25 m F | CI=2 CR=7 | 5 | 1 | 1 | 17/01/2020 | 21/01/2020 | 8°53'37.64'' | 44°25'57.12'' | 17,5 |
| MIF5 | 30 | PZ | PZ TA 2'' 0-6 m C 6-30 m F | CI=0 CR=7 | 5 | 1 | 0 | 08/01/2020 | 14/01/2020 | 8°53'37.10'' | 44°26'0.49'' | 23,0 |
| MIF6 | 35 | PZ | PZ TA 2'' 0-6 m C 6-35 m F | CI=1 CR=7 | 7 | 1 | 0 | 13/01/2020 | 17/01/2020 | 8°53'36.13'' | 44°26'6.65'' | 23,0 |

* DH = Down Hole; PZ = Piezometro
**CI=Campioni Indisturbati; CR=Campioni Rimaneggiati
** PZ TA 2''= Piezometro a tubo aperto da 2''; TB SIS 3'' = Tubo sismica da 3''

## 3.1 Ubicazione

I punti di indagine sono stati indicati dalla DD.LL. (Fig.1), la Geotec S.p.a. ha provveduto a localizzare i punti di indagine più consoni dove installare una piazzola di lavoro adeguata ed a contattare i proprietari dei fondi, i quali hanno rilasciato una specifica autorizzazione per l'accesso, l'esecuzione dei sondaggi e le successive fasi di misurazione.

Nelle occasioni in cui si è verificata l'impossibilità di eseguire l'indagine nel punto previsto o nelle sue immediate vicinanze, si è provveduto ad individuare posizioni alternative, tempestivamente trasmesse alla Committente per ottenere l'autorizzazione allo spostamento.

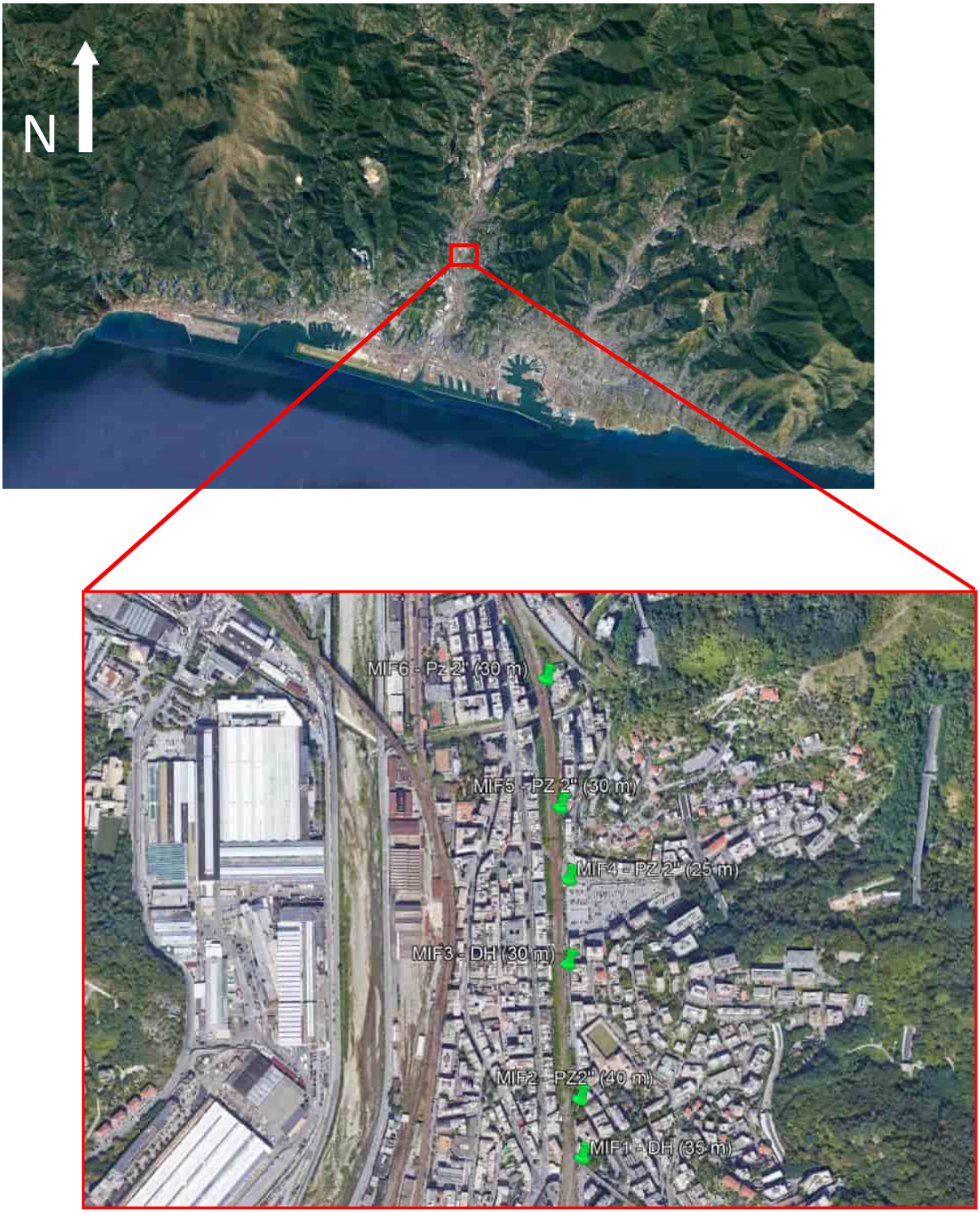



Figura 1. Area di Lavoro

Le coordinate, determinate attraverso GPS, sono indicate nelle monografie e nei certificati di prova presenti in allegato.

## 3.2 Attrezzature e procedure operative di perforazione

L'esecuzione dei sondaggi è avvenuta a mezzo di due perforatrici carro cingolate: **NENZI GELMA 1** e **CASAGRANDE M3D**, si riportano le caratteristiche tecniche (Fig. 2 e Fig.3).





| | | |
|---|---|---|
| Coppia max | Nm | 6000 |
| Velocità di rotazione | giri/min | 30-550 |
| Corsa testa idraulica | mm | 3400 |
| Spinta | kg | 3000 |
| Tiro | kg | 4500 |
| Cap. tiro max argano | kg | 2000 |
| Morse e svitatore cap. | mm | 50-203 |
| Pompa acqua Triplex | l/min | 200 |
| Motore diesel | KW | 80 |
| Martello idraulico energia | J/colpo | 70 |
| Martello idraulico frequenza | c/min | 1000 |
| Peso sonda | Kg | 10000 |
| Lunghezza in spostamento | mm | 5200 |
| Larghezza in spostamento | mm | 2500 |
| Altezza in spostamento | mm | 3000 |
| Lunghezza in lavoro | mm | 5200/6600 |
| Larghezza in lavoro | mm | 2500 |
| Altezza in lavoro | mm | 8100-5200 |

Figura 2. Caratteristiche tecniche sonda Nenzi Gelma 1





| TECHNICAL SPECIFICATIONS | | |
|---|---|---|
| Year of construction | | 2001 |
| Year of last complete revision | | 2013 |
| Engine | Type | HATZ |
| | Power (kW) | 45 |
| Drilling Specs. | Rotary Head max rpm | 330 |
| | Stroke (mm) | 2000 |
| | Operational height (mm) | 3500 |
| | Pull up forcec(kg) | 3000 |
| | Pull down force (kg) | 3000 |
| | Clamp Diameter (mm) | 160 |
| Weight (kg) | | 5740 |
| Approx. Dimensions (m) | | 3300 X 1200 X 2500 |
| Mud Pump spec. | | Progressing cavity pumps Bellin p 20 bar, Q 150 l/min |
| Auxiliary equipment | | |
| Special Features | | Mast rotation systems |

Figura 3. Caratteristiche tecniche sonda Casagrande M3D

Le normative e raccomandazioni seguite sono:

- Associazione geotecnica italiana (1977) - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";
- ASTM D4220-95 (2000) – “Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples”;
- ASTM D5079-90 (1996) – “Standard Practices for Preserving and Transporting Rock Core Samples”;
- ASTM D6032-96 – “Standard Test Method for Determining Rock Quality Designation (RQD) of Rock Core”.

Per la lubrificazione degli strumenti di perforazione, si è utilizzata, dove necessario, acqua chiara con aggiunta additivi biodegradabili.

La perforazione e l’infissione del rivestimento provvisorio (casing ϕ 127) sono stati condotti in modo da minimizzare la variazione di stato dei terreni attraversati. Sono stati utilizzati inoltre batterie di aste con filettatura tronco conica, di diametro nominale esterno pari a 85 mm e lunghezza pari a 3.0 m, a meno delle aste di manovra da 1.0/1.5 m.

Durante la perforazione, si è monitorato il livello di falda tramite freatimetro a precisione millesimale.

Le letture effettuate sono riportate nelle osservazioni del profilo stratigrafico (vedi Allegati).

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica, munite di scomparti divisori e di coperchio apribile (modello Italia). Sui bordi e all’interno di dette cassette sono state indicate le quote dei recuperi e tutti gli elementi utili per il riconoscimento delle quote dei campionamenti. Le cassette catalogatrici, infine, sono state fotografate complete di tutte le indicazioni utili al loro riconoscimento. Dette fotografie sono allegate nel presente rapporto.

Per ogni sondaggio è stata preparata una documentazione fotografica e la redazione di un profilo stratigrafico in cui sono state segnalate le principali caratteristiche litologiche dei terreni attraversati. In ultima analisi l’attrezzatura da perforazione è stata pulita mediante l’impiego di idro pulitrice.

Nel corso delle fasi di perforazione è stato monitorato il livello di falda tramite freatimetro, eseguendo letture ad inizio e fine giornata, installato lo strumento sono stati eseguite ulteriori indagini.

## 3.3 Geolocalizzazione dei punti di indagine

La campagna di misurazione delle coordinate relative ai punti d’indagine, è stata condotta tramite dispositivo GPS GNSS Leica mod. CS15 – GS15 (Fig. 4).




Figura 4. GPS GNSS Leica – Controller ed antenna

Per l'accuratezza posizionale è stato utilizzato il metodo Real Time Kinematic (RTK) con appoggio alla rete Leica – Italpos che fornisce una correzione alle coordinate nel sistema di riferimento ITRF 2000 – RDN (http://it.smartnet-eu.com/mappa-delle-stazioni_19.htm). Come punto di misura è stato considerato il bocca foro.

## 3.4 Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati

Nel corso dell'attività di perforazione sono stati prelevati sia campioni indisturbati che rimaneggiati (Tab.3) questi sono stati inviati presso il laboratorio laboratorio BRAINSTORMERS di Potenza (PZ) per le analisi geotecniche o presso il laboratorio POLLUTION di Maddaloni (CE) per le analisi ambientali.

Tabella 2. **Elenco campioni prelevati per sondaggio e loro destinazione**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MIF1** | | | | |
| CA1 | 0,0 | 5,0 | Campione Ambientale prelevato in cassetta | LAB. ANALISI AMBIENTALI POLLUTION |
| CR1 | 16,0 | 16,3 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR2 | 28,5 | 28,8 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| **MIF2** | | | | |
| CA1 | 0,0 | 5,0 | Campione Ambientale prelevato in cassetta | LAB. ANALISI AMBIENTALI POLLUTION |
| CR1 | 9,6 | 10,0 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR2 | 14,0 | 14,4 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR3 | 37,0 | 37,4 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| **MIF3** | | | | |
| CA1 | 0,0 | 5,0 | Campione Ambientale prelevato in cassetta | LAB. ANALISI AMBIENTALI POLLUTION |
| CR1 | 5,5 | 6,0 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CI1 | 23,0 | 23,5 | Campione Indisturbato tipo T6Trx | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| **MIF4** | | | | |
| CA1 | 0,0 | 5,0 | Campione Ambientale prelevato in cassetta | LAB. ANALISI AMBIENTALI POLLUTION |
| CR1 | 5,0 | 5,2 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR2 | 7,8 | 8,0 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CI1 | 12,0 | 12,6 | Campione Indisturbato tipo Mazier | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CI2 | 21,6 | 22,0 | Campione Indisturbato tipo T6Trx | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| **MIF5** | | | | |
| CA1 | 0,0 | 5,0 | Campione Ambientale prelevato in cassetta | LAB. ANALISI AMBIENTALI POLLUTION |
| CR1 | 6,7 | 7,0 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR2 | 12,5 | 13,0 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| **MIF6** | | | | |
| CA1 | 0,0 | 5,0 | Campione Ambientale prelevato in cassetta | LAB. ANALISI AMBIENTALI POLLUTION |
| CR1 | 8,0 | 8,5 | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CI1 | 20,4 | 21,0 | Campione Indisturbato tipo Mazier | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |

I campioni indisturbati prelevati nel corso delle fasi di perforazione con carotiere Mazier in terreni in prevalenza granulari fini e con carotiere T6 TRX in terreni litoidi e semi litoidi.

# 4. PROVE IN FORO

Durante l'esecuzione dei sondaggi, secondo le richieste della DD.LL., sono state eseguite diverse tipologie di prove in foro, per una caratterizzazione geologico tecnica del terreno (SPT e Pressiometriche) e per una caratterizzazione della permeabilità (Lefranc a carico variabile).

I risultati sono riportati negli allegati come da elenco.

## 4.1 Prove in foro – Prove Standard Penetration Test (SPT)

La prova SPT. consiste nell'infissione a percussione di uno speciale campionatore (a parete grossa, di forma e dimensioni normalizzate) che, penetrando nel terreno, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (come numero N di colpi di un apposito maglio per un dato avanzamento) e subordinatamente di prelevare piccoli campioni del terreno stesso. La prova SPT (Standard Penetration Test) è una prova puntuale che viene eseguita nel corso della perforazione, al fondo del foro. É molto nota, standardizzata sia dalla A.S.T.M. Designation 1586/67, dal sottocomitato I.S.S.M.F.E. (Associazione Geotecnica Internazionale), per le prove penetrometriche in Europa, nonché dalle "Raccomandazioni" A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977). Il dispositivo utilizzato è del tipo standard della Nenzi con:

- Altezza di caduta pari a 76 cm con sistema di sgancio automatico,
- Massa del maglio pari a 63.4 kg,
- Batterie di aste con diametro pari 50.8 mm, lunghezza paria a 1.5 metri, peso pari a 7 kg/m,
- Tubo campionatore (campionatore Raymond) con scarpetta terminale.

Prima di eseguire la prova penetrometrica standard entro un foro rivestito è necessario controllare con adeguato scandaglio la quota del fondo del foro. Questo deve risultare al di sotto della scarpa dei tubi di rivestimento ed inoltre non più di 7 cm sopra la quota raggiunta con la manovra di perforazione e pulizia. In caso contrario si dovrà correggere l'avanzamento del tubo di rivestimento o ripetere l'operazione di pulizia e scandaglio.

Calato il campionatore SPT in fondo al foro, si registrano i seguenti dati:

- Diametro e profondità del rivestimento
- Profondità del fondo del foro
- Tipo di aste (diametro esterno e peso unitario)
- Penetrazione del campionatore nel terreno sotto il peso proprio e delle aste

La prova vera e propria consiste nel far penetrare il campionatore, posato in fondo al foro, per due tratti successivi, registrando il numero di colpi di maglio {con maglio 63,5 kg x 0,76 m).

Il primo tratto, detto di avviamento, corrisponde a un avanzamento di 15 cm (ivi inclusa l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio) e il relativo numero di colpi è designato con N1.

Se con N1 = 50 l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa; la prova è considerata conclusa e si annota la relativa penetrazione(ad es.N1 = 50/13cm).

Se il tratto di avviamento è superato con N1≤50, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto da 30 cm, contando separatamente il numero di colpi necessario per la penetrazione dei primi e dei secondi 15 cm (N2 ed N3) fino al limite di 100 colpi (N2 + N3 ≤ 100).

Se con N2 + N3 = 100 non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm l'infissione viene sospesa e la prova è considerata conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Il ritmo della percussione nel corso della prova dev'essere compreso tra 10 e 25 colpi/ minuto.

Se la prova viene eseguita in terreni molto compatti o ghiaiosi, la scarpa del campionatore SPT potrà essere sostituita con una punta conica (diametro esterno 51 mm, apertura 60°), registrando numero di colpi/avanzamento.

Tabella 3. **Elenco prove SPT eseguite** (AGI 1977)

**MIF1 - SPT - n°8**:
SPT1 (3,0 m) 3-4-4
SPT2 (5,0 m) 11-13-11
SPT3 (7,0 m) 15-22-27
SPT4 (9,0 m) 19-25-26
SPT5 (11,0 m) 21-R/7cm
SPT6 (13,0 m) 31-R/5cm
SPT7 (15,0 m) 21-39-R/5cm
SPT8 (28,0 m) 17-28-R/7cm

**MIF2 - SPT - n°5**:
SPT1 (3,55 m) 3-3-1
SPT2 (7,20 m) 5-7-9
SPT3 (10,00 m) 10-12-15
SPT4 (13,55 m) 9-11-14
SPT5 (16,55 m) 18-22-28

**MIF3 - SPT - n°1**:
SPT1 (7.20 m) 7-8-12

**MIF4 - SPT - n°4**:
SPT1 (5,55 m) 7-9-12;
SPT2 (8,55 m) 9-10-18;
SPT3 (10,55 m) 10-9-12;
SPT4 (13,55 m) 12-21-31;
SPT5 (16,55 m) 11-18-21

**MIF5 - SPT - n°5**:
SPT1 (5,00 m) 10-16-R/4cm;
SPT2 (8,00 m) 9-18-22;
SPT3 (10,00 m) 8-19-28;
SPT4 (12,00 m) 11-23-31;
SPT5 (14,00 m) 9-29-33

**MIF6 - SPT - n°7**:
SPT1 (7,55 m) 9-6-6
SPT2 (12,00 m) 12-14-16
SPT3 (14,00 m) 10-11-13
SPT4 (17,00 m) 9-11-10
SPT5 (22,00 m) 6-7-9
SPT6 (24,00 m) R/3cm
SPT7 (27,00 m) 7-8-9

## 4.2 Prove di permeabilità in foro di sondaggio – Prove Lefranc CV

Nel corso delle lavorazioni sono state eseguite, a varie profondità, prove di permeabilità del tipo Lefranc.

Tali prove sono state condotte a fondo foro dei sondaggi, a diverse profondità degli stessi, dapprima interrompendo la perforazione e successivamente realizzando una sezione filtrante, sollevando per una lunghezza prestabilita la colonna di rivestimento.

Le prove possono essere condotte:

- a carico idraulico costante, mantenendo fisso il livello dell'acqua immessa nel tubo di rivestimento e misurando la portata di regime;

- a carico idraulico variabile, misurando la variazione nel tempo del livello dell'acqua nel foro, dopo aver creato un temporaneo innalzamento (o anche abbassamento, per prove eseguite al di sotto della falda acquifera) riempiendo il foro d'acqua (o emungendo acqua dalla falda).

Nel caso che il terreno interessato dalla cavità filtrante tenda a franare o a rifluire, è necessario adottare particolari provvedimenti per la creazione della cavità di prova, procedendo come segue:

1. rivestire il foro fino al fondo con tubazione provvisoria;
2. immettere nel fondo del foro della ghiaia pulita (o comunque materiale granulare a permeabilità decisamente superiore a quella del terreno da provare);
3. sollevare di qualche decimetro la colonna di rivestimento, curando che la base di questa non risalga mai al di sopra dello strato di ghiaia immessa;
4. ripetere eventualmente le operazioni sopradescritte fino ad ottenere una sezione filtrante delle dimensioni prefissate.

Prove a carico variabile:

Per la prova a carico variabile si rilevano i cambiamenti del battente d'acqua nel tempo. La prova può essere eseguita sia in abbassamento (dopo aver rilevato la quota idrostatica della falda, si versa acqua nel foro sino ad un'altezza nota e successivamente si determina la velocità con cui cala l'altezza della colonna d'acqua), sia in risalita (si deprime il livello della falda fino ad un punto prestabilito e quindi si calcola la velocità di risalita).

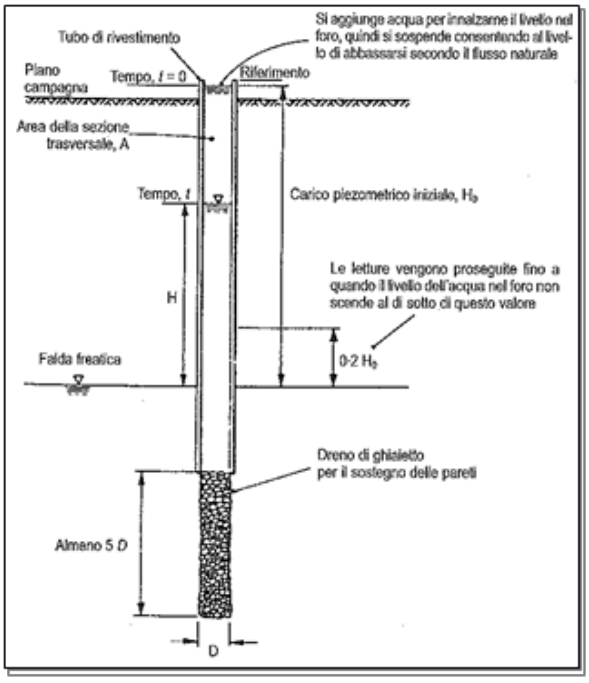



Figura 5. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile

Solitamente si ricorre al test di abbassamento, che è più rapido. La prova di abbassamento comincia con l'introduzione di acqua nel perforo, fino a raggiungere un'altezza nota $h_0$. A questo punto, si sospende l'immissione e si inizia la registrazione dei livelli e dei tempi, dopo aver segnato ora e minuti di partenza (tempo $t_0$). Ad intervalli di tempo regolari e frequenti, si verifica il livello idrodinamico in foro, riportando i dati su una tabella appositamente predisposta.

Le letture sono effettuate finché l'altezza dell'acqua in pozzo è:

$$\Delta h \leq \frac{1}{5} * h_0$$

Si costruisce poi un grafico, ponendo in ordinata la velocità di abbassamento o di risalita $[(h_2-h_1)/(t_2-t_1)]$ e in ascissa il livello medio $[(h_2-h_1)/2]$, per i vari crono intervalli computati.

La conducibilità idraulica si ricava infine dall'equazione:

$$K = \frac{A}{C_L * (t_2 - t_1)} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

dove:

K = permeabilità (m/s)

A = area di base del sondaggio ($m^2$)

$C_L$ = coefficiente di forma

$t_1$ e $t_2$ = tempi (secondi) in cui si determinano i carichi idraulici $h_1$ e $h_2$ (metri).

Tabella 4. **Elenco prove Lefranc a CV eseguite**

| PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC CV | | | |
|---|---|---|---|
| N° | SIGLA | QUOTA (m) | Kh (m/s) |
| 1 | MIF1_LF_CV1 | 12,00 - 13,00 | 3,15E-05 |
| 2 | MIF2_LF_CV1 | 14,00 - 15,00 | 3,54E-06 |
| 3 | MIF3_LF_CV1 | 8,40 - 9,00 | 1,34E-05 |
| 4 | MIF4_LF_CV1 | 11,00 - 12,00 | 6,13E-06 |
| 5 | MIF5_LF_CV1 | 9,00 - 10,00 | 3,32E-06 |
| 6 | MIF6_LF_CV1 | 10,00 - 10,50 | 1,87E-05 |

## 4.3 Prove di deformabilità dei terreni in foro di sondaggio – Prove Pressiometriche

La prova pressiometrica consente, tramite una sonda cilindrica inserita in foro di sondaggio ad espansione controllata, di stimare la resistenza alla deformazione orizzontale delle pareti del foro e quindi del terreno.

La prova viene eseguita per gradini di pressione crescente, in numero generalmente compreso tra 10 e 15 gradini per prova. Il controllo delle pressioni avviene mediante manometri di precisione regolati attraverso apposita rubinetteria di comando.

L'entità della deformazione del terreno, per espansione radiale a seguito dell'applicazione del carico di pressione, viene misurata in superficie attraverso la variazione del livello della colonna d'acqua presente all'interno del circuito di misura della cella centrale visibile entro un cilindro graduato in cc. ubicato nell'unità di comando.

La registrazione delle variazioni volumetriche avviene a 30" ed a 60" dall'applicazione del carico, dopodiché si passa al gradino di pressione successivo.

Per garantire la linearità della deformazione viene applicata una pressione alle celle posizionate lateralmente alla cella di misura, proporzionale alla pressione di prova al momento.

### 4.3.1 Strumentazione e Normativa di riferimento

Lo strumento utilizzato è la sonda pressiometrica tricellulare del tipo Ménard-Apageo dotata delle seguenti caratteristiche:

Tabella 5. **Caratteristiche sonda tricellulare tipo Ménard-Apageo**

| | SONDA | CELLA DI GUARDIA | CELLA CENTRALE |
|---|---|---|---|
| LUNGHEZZA [mm] | 600 | 120 (+/- 20) | 210 (+/- 10) |
| DIAMETRO ESTERNO [mm] | 60 | 58 (+/- 2) | 58 (+/- 2) |

Le prove sono state eseguite secondo le seguenti normative e raccomandazioni:

- Norme ASTM D.4719-87 Standard Test Methods for Pressuremeter Testing in Soils (1994);
- Le Pressiométre Ménard. Notice general D.60 (edition 07/77) - Céntre d'Etudes Géotechniques Louis Ménard;
- Méthode d'essai LPC n.15-10 (1988). Essai pressiométrique normal;
- Norme Française NF 94-110 "Essai pressiométrique Ménard".

### 4.3.2 Modalità esecutive

La prova pressiometrica MPM consiste nella misurazione delle dilatazioni indotte in una cella facente parte di una sonda tricellulare, calata in foro di sondaggio appositamente realizzato con un carotiere da 62 mm.

La sonda pressiometrica si compone di una sonda cilindrica ad espansione idraulica costituita da una cella centrale o cella di misurazione e da due celle di guardia laterali; le misurazioni vengono effettuate sulla cella centrale che, posta in pressione dalla massa d'acqua iniettata all'interno, si espande radialmente.

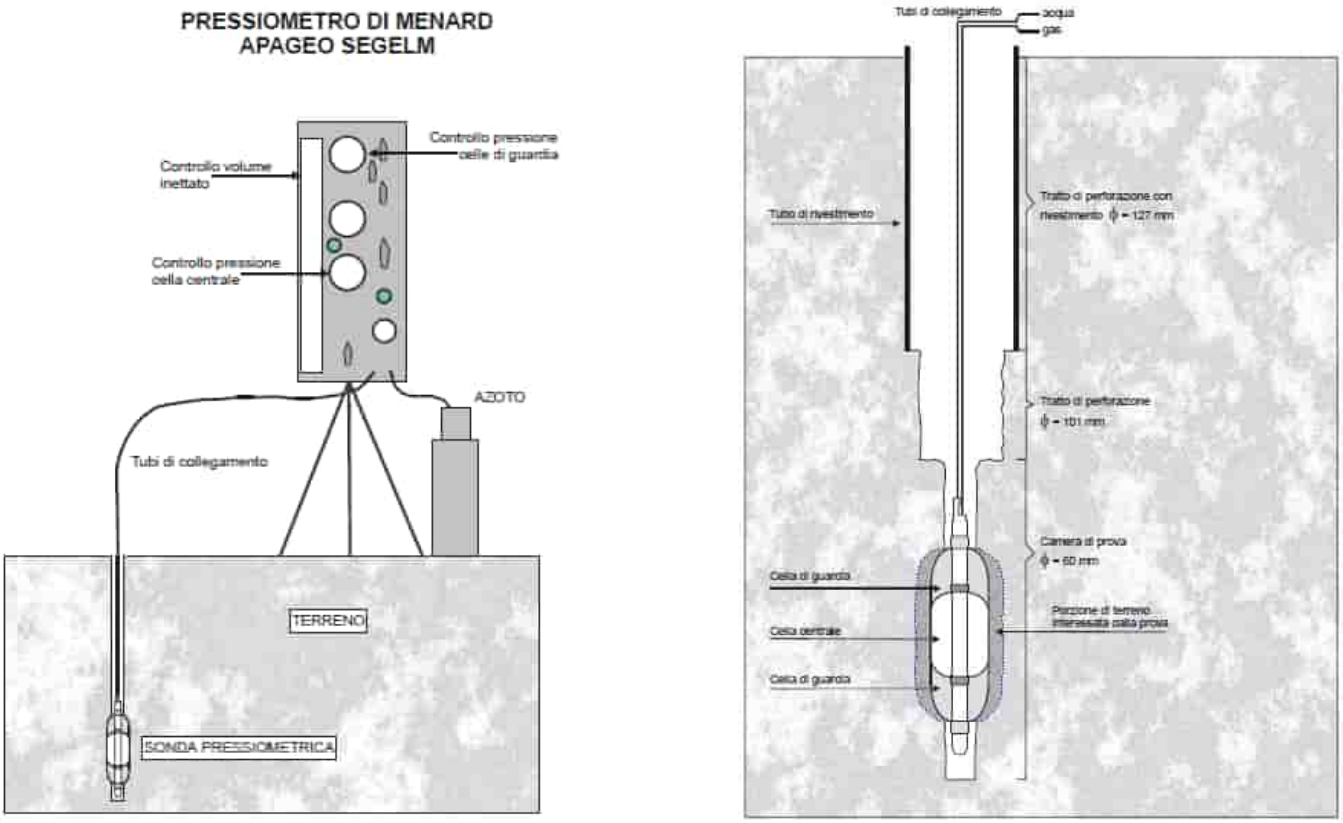



Figura 6. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile

Le celle di guardia, dilatate dal gas, mantengono costante la geometria del sistema, impedendo che la cella centrale abbia deformazioni diverse da quelle radiali.

La prova viene eseguita imponendo incrementi di carico mantenuti costanti per 60" e con letture intermedie a 30", misurando le dilatazioni della cella centrale e, quindi, le corrispondenti deformazioni volumetriche del terreno.

Le pressioni vengono lette in superficie da manometri di precisione dotati di scale differenziate, mentre le deformazioni vengono rilevate da un sistema volumetrico che offre possibilità di inserire uno strumento di misurazione ad alta sensibilità qualora i materiali in esame lo richiedano.

Le pressioni lette al manometro vengono depurate della pressione d'inerzia della sonda.

La taratura di pressione della sonda è effettuata all'inizio ed alla fine di ogni prova, facendo espandere liberamente la cella pressiometrica e registrando i volumi di equilibrio a 60" per ogni incremento di pressione, fino alla capacità massima tollerata della guaina.

Viene eseguita anche una taratura dell'insieme sonda - cavi - centralina sulle variazioni di volume (taratura di volume); le dilatazioni misurate, anche se di entità trascurabile, sono dovute all'elasticità dei tubi ed alla compressibilità del fluido.

La membrana viene dilatata all'interno di un tubo metallico indeformabile aumentando la pressione fino al valore massimo di prova.

Essendo le pressioni di circuito lette in superficie in corrispondenza del manometro, ad un'altezza di circa 1 metro dal p.c., le pressioni al livello della cella differiscono da quelle misurate di una quantità pari all'altezza della colonna d'acqua nei tubi, cioè di:

$$(Hp+1) \cdot 10 \text{ (kPa)}$$

dove Hp = profondità di prova in metri

Alla pressione letta è stata così sommata la pressione dovuta alla colonna d'acqua (correzione idrostatica).

I dati registrati durante la prova sono:

- pressione letta al manometro;
- volume iniettato a 30";
- volume iniettato a 60".

Da questi volumi si risale alla variazione del volume fra la lettura a 30" e la lettura a 60" (V60 - V30), a pressione costante (volume di fluage) e la variazione di volume fra le letture a 60" di due gradini di pressione successivi.

Queste due variazioni di volume permettono, già in situ, di controllare lo sviluppo della prova e stimare la pressione di fine prove.

Oltre ai dati raccolti in campagna (dati sperimentali), vengono inoltre riportate la correzione idrostatica da applicare, le tabelle dei valori di correzione delle tarature ed i valori delle pressioni corrette.

### 4.3.3 Elaborazione

Negli elaborati forniti in allegato, oltre ai dati raccolti nella scheda di cantiere, vengono presentati le elaborazioni ed i grafici qui di seguito commentati.

Nella pagina 2 della documentazione il grafico pressione/volume è messo in parallelo con il grafico del volume di fluage, la forma della curva di fluage, infatti, è indicativa per l'individuazione sia della pressione di ricompressione P0 (e quindi del volume V0) di inizio del tratto pseudoelastico della curva (lineare) sia della pressione finale del tratto rettilineo Pf (e quindi del volume Vf).

Individuato il tratto rettilineo della curva, si può stimare il modulo pressiometrico normalizzato di Ménard **Ep** attraverso la relazione: $\mathbf{Ep = 2*(1 + \nu)*Vm*\Delta P/\Delta V}$

nella quale:

**Vm** = volume medio della cella nel tratto pseudo-elastico;

**ΔP** = variazione di pressione nel tratto pseudo-elastico;

**ΔV** = variazione di volume nel tratto pseudo-elastico.

Il volume medio della cella può essere stimato dalla relazione: $\mathbf{Vm = Vi + (Vf + Vo) / 2}$

dove **Vi** = volume iniziale teorico della cella (535 cm3 nel caso del pressiometro utilizzato).

Il valore del modulo di Poisson (**ν**) varia in funzione del tipo di terreno e del modo con cui viene portato a rottura, in relazione alla sua caratteristica di smaltire le sovrappressioni indotte in fase di deformazione plastica.

La pressione limite che corrisponde convenzionalmente alla pressione a cui si raggiunge il volume **Vl = Vi + 2V0**, non è praticamente raggiungibile in fase di prova poiché comporterebbe una rottura totale del terreno, con conseguente espansione infinita della sonda.

Essa può essere però stimata a partire dal grafico bilogaritmico pressione variazione relativa di volume (**Δv/v**), sul quale, in prossimità della pressione limite, la curva assume un andamento rettilineo e tende al valore **Δv/v = 1** in corrispondenza della pressione limite **Pl**.

Tale procedura per stimare **Pl** appare essere la più conservativa.

Per le prove che presentano uno o più cicli di isteresi si fornisce anche il valore dei moduli **Ep** nei tratti di ricompressione di ciascun ciclo.

Per ricavare il modulo **E** dal modulo **Ep** sono state proposte in letteratura numerose relazioni semiempiriche che si sono dimostrate attendibili.

Sperimentalmente si divide il valore di **Ep** per un coefficiente reologico compreso tra 0,25 ed 1 in relazione al tipo di terreno testato e ad eventuali sovraconsolidazioni o addensamenti.

Per interpretare con maggiore chiarezza il comportamento del terreno nei segmenti di ricompressione, pseudo-elastico e plastico finale, già individuati nelle curve pressiometrica e di fluage, si costruisce il grafico **ΔV/P**, ossia un diagramma in cui la differenza di letture volumetriche registrate tra uno step di pressione ed il successivo è riferita all'aumento di pressione imposta e corretta.

Esso amplifica, rendendoli più evidenti con una linea spezzata, i passaggi da un comportamento fisico del terreno ad un altro, mostrando con immediatezza, per mezzo di una linea approssimabile ad una retta, l'omogeneità dei valori di differenza di volume nel tratto pseudo-elastico.

Lo stesso diagramma, utilizzato in una prova che preveda cicli di isteresi, darà anche indicazioni sullo stato del terreno dopo aver eseguito il ciclo di decompressione e di ricompressione.

Nel diagramma di pagina 5 della documentazione di prova, i moduli pressiometrici e di Young, calcolati per l'intero range di valori di volume e pressione utilizzati per tracciare la curva pressiometrica, si graficano in funzione della pressione imposta e corretta, mostrando, per ogni parametro osservato, una linea spezzata che segue, anch'essa, le variazioni di risposta fisica del terreno.
E' possibile osservare come sia il tratto di ricompressione sia il tratto plastico finale si presentino come linee oblique in salita ed in discesa, raccordate da una linea a "denti di sega" ad andamento pseudo-orizzontale.

Quest'ultimo tratto raccorda i parametri pressiometrici caratteristici di tutta la fase pseudo-elastica ed evidenzia, con più dettaglio rispetto alle curve pressiometriche, l'uniformità o meno, della risposta del terreno nel tratto pseudo-elastico e la conseguente affidabilità dei calcoli dei parametri.

Nella prova provvista di cicli di isteresi, la presenza di più tratti di compressione si mostrerà con varie linee spezzate aperte a differenti altezze di ordinata, ognuna caratteristica di una particolare risposta del terreno alle sollecitazioni imposte.

Determinati i parametri pressiometrici **Ep**, **Pl** ed **E** si passa alla stima dei parametri di resistenza del terreno in condizioni drenate (**φ'**) e non drenate (**Cu**).

La resistenza del materiale a rottura può essere ricavata dal valore di **P'l** inteso come pressione limite netta, cioè depurata dalla pressione iniziale **P**0.

A tale valore è infatti collegabile la resistenza del terreno intesa come contributo totale della coesione e dell'attrito del terreno.

Dalle modalità di conduzione della prova e di installazione della sonda, i dati più attendibili che possono essere ricavati sono legati alla resistenza non drenata del terreno, quindi la prova risulta sicuramente più attendibile in terreni coesivi saturi.

A completamento dell'elaborato pressiometrico vengono fornite le sopra illustrate tarature di pressione e di volume relative ad ogni singola prova.

# 5. CONDIZIONAMENTO DEI FORI DI SONDAGGIO

Su tutti i fori eseguiti, in accordo con la DD.LL., si è proceduto con l'installazione finale della relativa strumentazione.

Di seguito si illustrano le modalità di installazione seguite per ciascuna tipologia di strumentazione adottata:

Tabella 6. **Elenco strumentazione installata per sondaggio**

| SONDAGGIO | Z | TIPO (*) | STRUM. INSTALLATA (**) |
|---|---|---|---|
| - | *m* | | - |
| **MIF1** | 37 | DH | TB SIS 3''<br>0-40 m C |
| **MIF2** | 40 | PZ | PZ TA 2''<br>0-6 m C<br>6-40 m F |
| **MIF3** | 30 | DH | TB SIS 3''<br>0-30 m C |
| **MIF4** | 25 | PZ | PZ TA 2''<br>0-6 m C<br>6-25 m F |
| **MIF5** | 30 | PZ | PZ TA 2''<br>0-6 m C<br>6-30 m F |
| **MIF6** | 35 | PZ | PZ TA 2''<br>0-6 m C<br>6-35 m F |

* DH = Down Hole; PZ = Piezometro
** PZ TA 2''= Piezometro a tubo aperto da 2''; TB SIS 3'' = Tubo sismica da 3''

## 5.1 Installazione piezometro a tubo aperto in PVC tipo Norton 2''

Il piezometro a tubo aperto è costituito da una batteria di tubi giuntati in forma solidale fino all'ottenimento della lunghezza richiesta; il tratto immerso nell'acquifero e parzialmente finestrato. Il diametro può variare in funzione dell'eventuale prelievo di campioni d'acqua o della posa di strumenti di misura.

Le modalità di installazione sono state le seguenti:

- Avanzamento del rivestimento fino alla profondità di installazione del tubo;
- Lavaggio del foro con abbondante acqua pulita;
- Installazione del tubo piezometrico diametro 2", costituito da un tratto filtrante (tubo finestrato) e da un tratto chiuso (tubo cieco). Lo schema del piezometro varia in base alla profondità del livello di falda;
- Nell'intercapedine tubo-rivestimento va posato in opera materiale granulare pulito fino a circa 1 m sopra l'estremità superiore del tratto finestrato, estraendo, senza rotazione, il rivestimento;
- Si continua con la posa in opera di ghiaietto e, a seguire un tappo di bentonite. Si completa il tratto cieco fino a piano campagna con una miscela ternaria di acqua/cemento e bentonite;
- Una volta terminato, il piezometro si chiude con un tappo a pressione o filettato, viene messo un lucchetto e successivamente viene installato il chiusino da campagna e/o carrabile;
- Il lavaggio dei piezometri è stato eseguito tramite iniezione di acqua pulita in pressione fino a completa chiarificazione

La geometria dei terreno/piezometri è riportata nell'elaborato A124VI21HPEMGCGEOCOMSP001_0 .

## 5.2 Installazione in PVC per prospezione sismica in foro (Down-Hole)

Al fine di effettuare successive prove geofisiche in foro tipo down hole, alcuni fori sono stati strumentati con tubazione in PVC avente diametro pari a 3 pollici.

Dopo aver installato la colonna di tubi all'interno del foro, essa è stata resa solidale al terreno circostante con una miscela costituita da acqua cemento e bentonite, messa in opera a bassa pressione tramite un tubicino semirigido in PVC calato a fondo foro insieme alla colonna di tubi. La cementazione avviene così dal basso verso l'alto, in modo da evitare sacche d'aria nell'intercapedine tubi – terreno circostante.

La preparazione del foro e l'installazione della relativa strumentazione è stata eseguita seguendo la normativa di riferimento AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) (Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche). Terminate le operazioni, le strumentazioni installate sono state chiuse con tappi filettati e successivamente dotati dei chiusini carrabili in ghisa.

# ALLEGATO 1

# SONDAGGIO
# MIF1 DH (37 m)

*ALL. 1.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 1.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV*

# SONDAGGIO
# MIF1 DH (37 m)

# ALL. 1.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF1 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 15/01 - 21/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | **Quota**: 12,6 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 5 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)



## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF1 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 15/01 - 21/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | **Quota**: 12,6 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 3 di 5 |

## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)



## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



## CASSETTA 7 (30.0 – 35.0 m)



## CASSETTA 8 (35.0 – 37.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF1 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 15/01 - 21/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | **Quota**: 12,6 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 5 di 5 |

# POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF1 DH (37 m)

# ALL. 1.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF1 - DH (37 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 15/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | Quota: 12,6 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF1 - DH (37 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | Rv | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | A s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-20 | 1 | | | | | Riporto antropico, caratterizzato da clasti e ghiaia poligenica a spigoli vivi, intervallati a livelli decimetrici di limo ghiaioso sabbioso. Tra 8,60 e 9,00 si osserva la presenza di un blocco di argillite, probabilmente ad indicare la base del terreno di riporto. (Riporto) | | | | CA1) Dis < 0,01 5,00 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | SPT1) SPT < 3,00 3,45 | 3,0 | 3-4-4 | 8 | A | | | | |
| | | | | | | | | | | SPT2) SPT < 5,00 5,45 | 5,0 | 11-13-11 | 24 | A | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | SPT3) SPT < 7,00 7,45 | 7,0 | 15-22-27 | 49 | A | | | | |
| | | | | | 9,0 | | | | | SPT4) SPT < 9,00 9,45 | 9,0 | 19-25-26 | 51 | A | | | | |
| | | | | | | Ghiaia sabbiosa e limosa in alternaza da decimetrica a metrica con sabbia ghiaiosa e limosa, con ghiaia da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), poligenica (argillite, quarzo, arenaria, roccie verdi) di origine fluviale, sia a spigoli vivi che sub arrotondati, con grado di addensamento medio-alto, immersi in matrice sabbioso limosa colore da marrone chiaro - avana a grigio chiaro. Presenti intervalli marcatamente sabbioso o sabbioso ghiaiosi con limo, e sabbia da media a grossolana (0,2 - 2 mm), ben addensata. In cassa sono presenti passaggi decimetrici prevalentemente ghiaiosi legati alla perforazione. (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | | | 11,0 | 21-R/7cm | Rif | C | Lefranc CV | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | 13,0 | 31-R/5cm | Rif | C | | | | |
| | | | | | | | | | | | 15,0 | 21-39-R/5cm | Rif | C | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | CR1) Rim < 16,00 16,30 | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF1 - DH (37 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 15/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | Quota: 12,6 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF1 - DH (37 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | | | | | Ghiaia sabbiosa e limosa in alternaza da decimetrica a metrica con sabbia ghiaiosa e limosa, con ghiaia da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), poligenica (argillite, quarzo, arenaria, roccie verdi) di origine fluviale, sia a spigoli vivi che sub arrotondati, con grado di addensamento medio-alto, immersi in matrice sabbioso limosa colore da marrone chiaro - avana a grigio chiaro. Presenti intervalli marcatamente sabbioso o sabbioso ghiaiosi con limo, e sabbia da media a grossolana (0,2 - 2 mm), ben addensata. In cassa sono presenti passaggi decimetrici prevalentemente ghiaiosi legati alla perforazione. (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | Clasti e ghiaia in matrice argillosa, costituita da clasti e ghiaia da fine a grossolana, di origine monogenica, da angolare a subangolare, costituita da frammenti di roccia di fondo, quarzo ed arenarie siltose fini. In cassetta si presenta molto alterata e fratturata, legata alla metodologia di perforazione. (Cappellaccio - Substrato alterato) | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 6 | | | | | | | | | | 28,0 | 17-28-R/7cm | Rif | C | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, ma anche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato) R.Q.D.% 32,00-33,50 m -> 26% 33,50-34,45 m -> 94% 34,45-36,00 m -> 96% 36,00-37,00 m -> 40% | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | 31,4 | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | 32,0 | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | 101 | | | 37,0 | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF1 - DH (37 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 15/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | Quota: 12,6 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF1 - DH (37 mt)



Sondaggio: MIF1 Profondità raggiunta: 37 m
Sonda: CASAGRANDE M3D Sondatore: SIG. Erennio Santoro

PROVE IN FORO:
- PROVE DI PERMEABILITA': n°1
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (12.00 - 13,00 m)

- PROVE SPT: n°8
SPT1 (3,0 m) 3-4-4;
SPT2 (5,0 m) 11-13-11;
SPT3 (7,0 m) 15-22-27;
SPT4 (9,0 m) 19-25-26;
SPT5 (11,0 m) 21-R/7cm;
SPT6 (13,0 m) 31-R/5cm;
SPT7 (15,0 m) 21-39-R/5cm;
SPT8 (28,0 m) 17-28-R/7cm

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°0
CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°6
MIF1_SPT1 3,00-3,45 m; MIF1_SPT2 5,00-5,45 m; MIF1_SPT3 7,00-7,45 m; MIF1_SPT4 9,00-9,45 m; MIF1_CR1 16,00-16,30 m; MIF1_CR2 28,50-28,80 m

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tubo in PVC per sismica 3" atossico - Data d'installazione: 21/01/2020
Cieco: 37 ml (da 0.0 a 37.0 m);
Cementato: 37 ml (da 0,0 a 37,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
Caratteristiche del chiusino: Chiusino carrabile

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF1 - DH (37 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 15/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'43.81"N 8°53'38.51"E | Quota: 12,6 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
12) Simbolo del campione
13) Profondità di inizio della prova S.P.T.
14) Prova S.P.T.
15) Valore di Nspt
16) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
17) Prove in foro
18) Piezometri
19) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella drenaggio cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF1 DH (37 m)

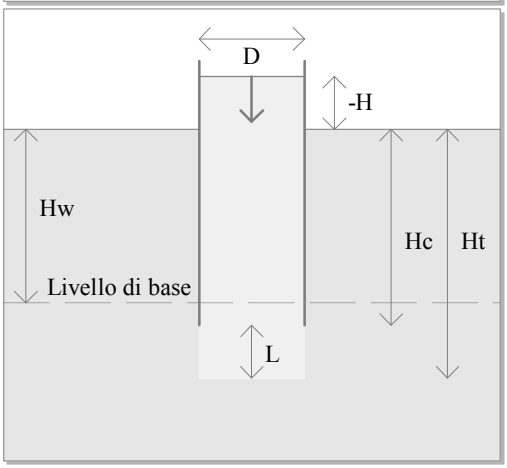
# ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

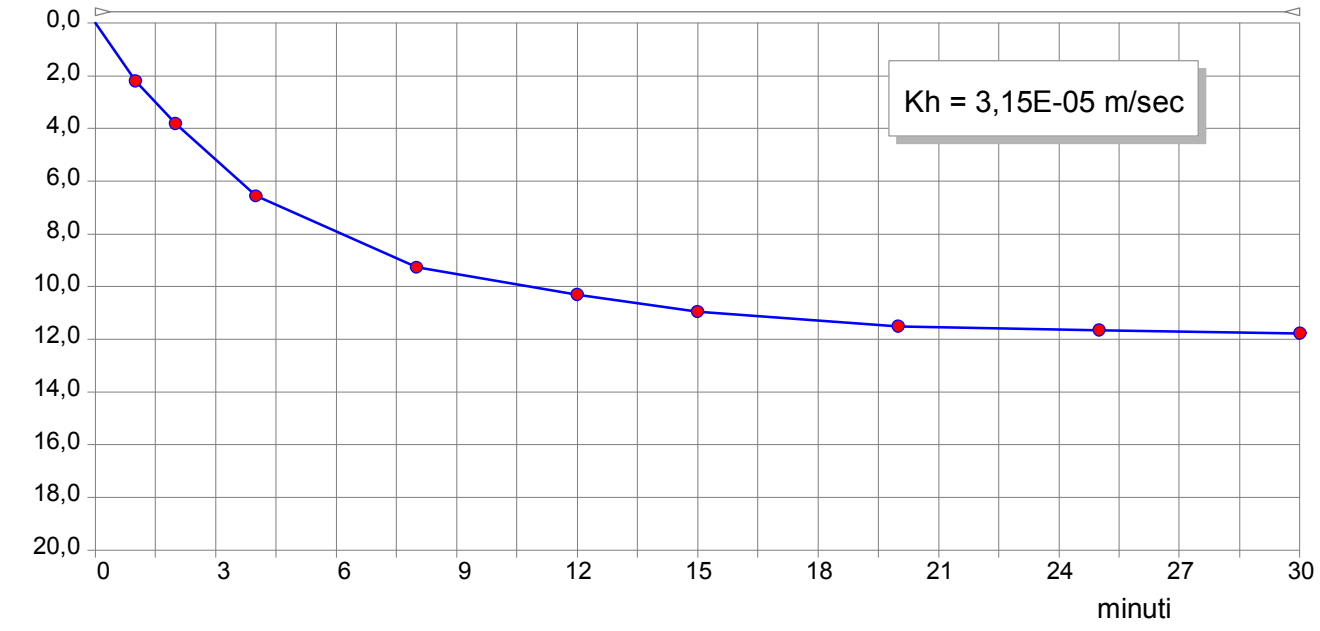
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF1 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 11,50 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | -0,50 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 12,00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 13,00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 1,00 |
| Coefficiente di forma | 1,00 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 12,0 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 9,8 | 2,2 | 4,26E-05 | | | | |
| 2 | 8,2 | 3,8 | 3,82E-05 | | | | |
| 4 | 5,4 | 6,6 | 4,30E-05 | | | | |
| 8 | 2,7 | 9,3 | 3,64E-05 | | | | |
| 12 | 1,7 | 10,3 | 2,52E-05 | | | | |
| 15 | 1,0 | 11,0 | 3,38E-05 | | | | |
| 20 | 0,5 | 11,5 | 3,17E-05 | | | | |
| 25 | 0,3 | 11,7 | 1,55E-05 | | | | |
| 30 | 0,2 | 11,8 | 1,74E-05 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# ALLEGATO 2

# SONDAGGIO
# MIF2 PZ (40 m)

*ALL. 2.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 2.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV*
*ALL. 2.4 PROVA PRESSIOMETRICA MPM*

# SONDAGGIO
# MIF2 PZ (40 m)

# ALL. 2.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF2 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 21/01 - 04/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | **Quota**: 13,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 5 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF2 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 21/01 - 04/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | **Quota**: 13,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 2 di 5 |

## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)




## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)



## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



## CASSETTA 7 (30.0 – 35.0 m)



## CASSETTA 8 (35.0 – 40.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF2 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 21/01 - 04/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | **Quota**: 13,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 5 di 5 |

# POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF2 PZ (40 m)

# ALL. 2.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 21/01 - 04/02/2020 |
| Coordinate: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | Quota: 13,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF2 - PZ (40 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | | | 4,6 | Riporto antropico, caratterizzato da clasti e ghiaia poligenica a spigoli vivi, intervallati a livelli decimetrici di limo ghiaioso sabbioso in abbondante matrice argilloso limosa colore da avana a marrone chiaro. Tra 2,0 - 2,6 m presenza di un intervallo di argilla sabbiosa color grigio chiaro. (Riporto) | | | CA1) Dis < 0,01 5,00 | 3,6 | 3-3-1 | 4 | A | | | |
| 2 | 2 | | | | | Ghiaia sabbiosa e limosa in alternaza da decimetrica a metrica con sabbia ghiaiosa e limosa, con ghiaia da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), poligenica (argillite, quarzo, arenaria, roccie verdi) di origine fluviale, sia a spigoli vivi che sub arrotondati, con grado di addensamento medio-alto, immersi in matrice sabbioso limosa colore da marrone chiaro - avana a grigio chiaro. Presenti intervalli marcatamente sabbioso o sabbioso ghiaiosi con limo, e sabbia da media a grossolana (0,2 - 2 mm), ben addensata. In cassa sono presenti passaggi decimetrici prevalentemente ghiaiosi legati alla perforazione. (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | | 7,2 | 5-7-9 | 16 | C | | | |
| 3 | 3 | | | | | | | | CR1) Rim < 9,60 10,00 | 10,0 | 10-12-15 | 27 | C | | | |
| 4 | 4 | | | | 15,3 | Clasti e ghiaia in matrice argillosa, costituita da clasti e ghiaia da fine a grossolana, di origine monogenica, da angolare a subangolare, costituita da frammenti di roccia di fondo, quarzo ed arenarie siltose fini. In cassetta si presenta molto alterata, destrutturata e fratturata, legata alla metodologia di perforazione. (Cappellaccio - Substrato alterato) | | | | 13,6 | 9-11-14 | 25 | C | | | |
| | | | | | | | | | CR2) Rim < 14,00 14,40 | | | | | Lefranc CV | | |
| | | | | | 18,0 | Roccia cataclastica, molto fratturata ed alterata, costituita da clasti di argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, maanche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato cataclasato) | | | | 16,6 | 18-22-28 | 50 | A | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Pressiometrica | | |

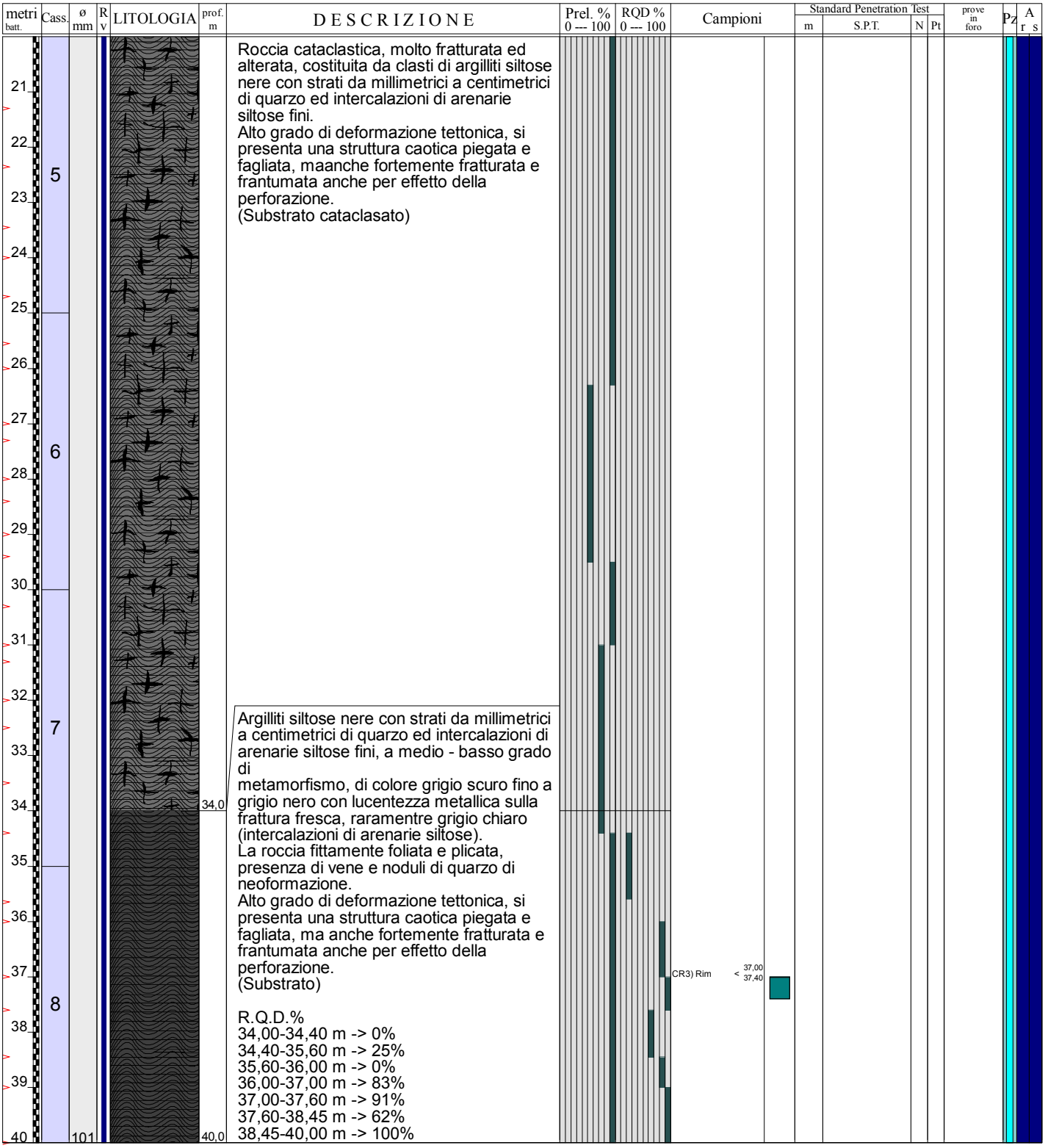
GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 21/01 - 04/02/2020 |
| Coordinate: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | Quota: 13,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF2 - PZ (40 mt)





GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 21/01 - 04/02/2020 |
| Coordinate: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | Quota: 13,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF2 - PZ (40 mt)



Sondaggio: MIF2 — Profondità raggiunta: 40 m
Sonda: GELMA 1 — Sondatore: SIG. Samuele Guerrera

PROVE IN FORO:
- PROVE DI PERMEABILITA': n°1
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (14.00 - 15,00 m)

- PROVE SPT: n°5
SPT1 (3,55 m) 3-3-1;
SPT2 (7,20 m) 5-7-9;
SPT3 (10,00 m) 10-12-15;
SPT4 (13,55 m) 9-11-14;
SPT5 (16,55 m) 18-22-28

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°0
CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°5
MIF2_SPT1 3,55-4,00 m; MIF2_CR1 9,60-10,00 m; MIF2_CR2 14,00-14,40 m; MIF2_SPT5 16,55-17,00 m; MIF2_CR3 37,00-37,40 m.

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tipo di piezometro: Piezometro tipo Norton 2" PVC atossico
Data d'installazione: 04/02/2020
1° Tratto -> Cieco: 6 ml (da 0.0 a 6.0 m);
2° Tratto -> Fenestrato: 34 ml (da 6.0 a 40.0 m).
---
1° Tratto, cementato: 5.0 ml (da 0.0 a 5.0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
2° Tratto, impermeabile: 0.5 ml (da 5.0 a 5.5 m) costituito da Compattonite in pellets;
3° Tratto, drenante: 34.5 ml (da 5.5 a 40.0 m) costituito da Ghiaietto pulito arrotondato (da 1 a 4 mm);
Caratteristiche del chiusino: Chiusino carrabile in ghisa

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

| Giorno | 13/02/20 | 14/02/20 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ora | sera | sera | | | | | | | | |
| Livello dell'acqua (m) | 4,50 | 4,40 | | | | | | | | |
| Prof. perforazione(m) | 40,00 | 40,00 | | | | | | | | |
| Prof. rivestimento(m) | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 21/01 - 04/02/2020 |
| Coordinate: 44°25'46.63"N 8°53'38.38"E | Quota: 13,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
11) Simbolo del campione
12) Profondità di inizio della prova S.P.T.
13) Prova S.P.T.
14) Valore di Nspt
15) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
16) Prove in foro
17) Piezometri
18) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella* |
| | *drenaggio* |
| | *cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF2 PZ (40 m)

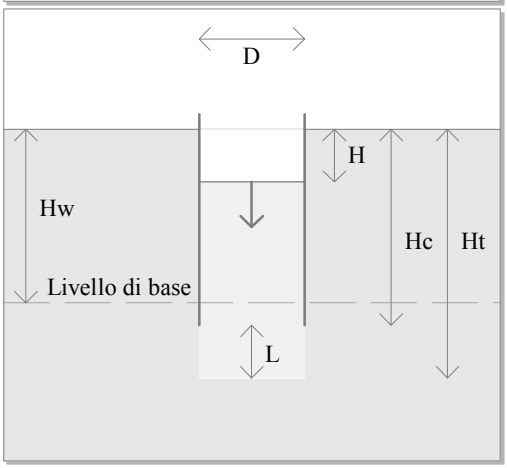
# ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

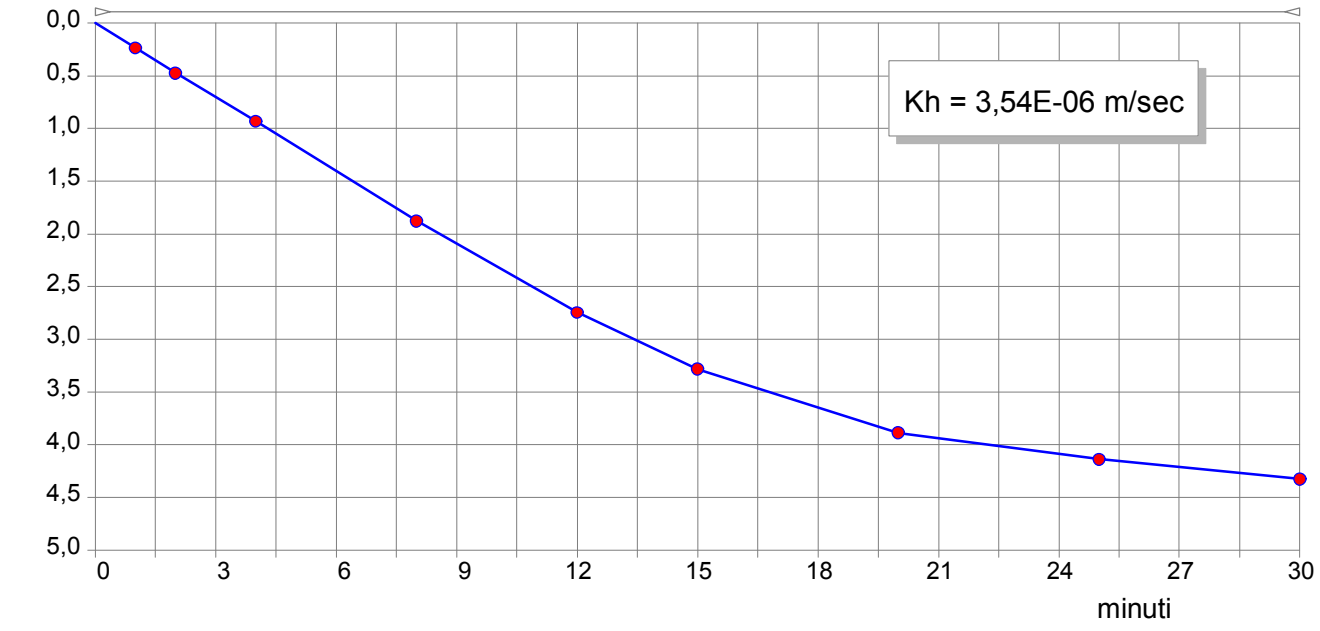
| | | |
|---|---|---|
| Committente: | SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: | Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: | GENOVA | Data: |
| Sondaggio: | MIF2 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 12,50 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 0,50 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 14,00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 15,00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 1,00 |
| Coefficiente di forma | 1,00 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 12,0 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 11,8 | 0,2 | 4,22E-06 | | | | |
| 2 | 11,5 | 0,5 | 4,31E-06 | | | | |
| 4 | 11,1 | 0,9 | 4,28E-06 | | | | |
| 8 | 10,1 | 1,9 | 4,71E-06 | | | | |
| 12 | 9,3 | 2,7 | 4,74E-06 | | | | |
| 15 | 8,7 | 3,3 | 4,19E-06 | | | | |
| 20 | 8,1 | 3,9 | 3,04E-06 | | | | |
| 25 | 7,9 | 4,1 | 1,33E-06 | | | | |
| 30 | 7,7 | 4,3 | 1,03E-06 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# SONDAGGIO
# MIF2 PZ (40 m)

# ALL. 2.4 PROVA PRESSIOMETRICA MPM

# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_18.0-18.6 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) | Orario prova: |

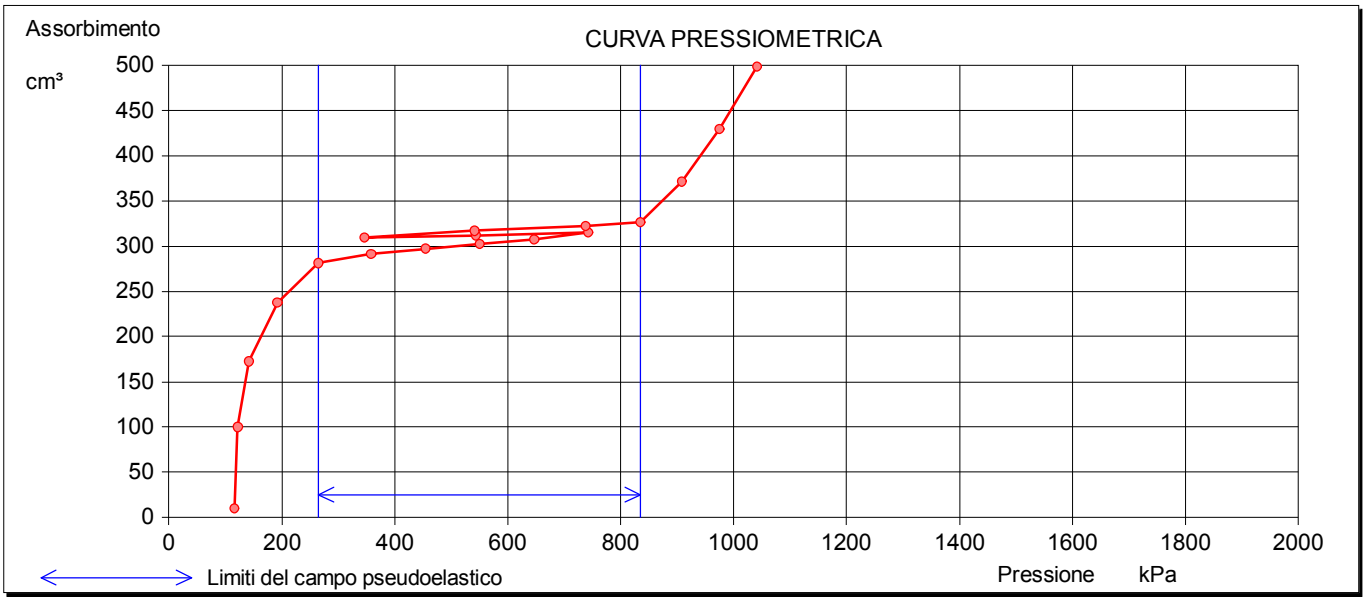
| | | | |
|---|---|---|---|
| Profondità di prova (centro della cella) (m) | 18,30 | Profondità della falda (m) | 14,00 |
| Altezza del serbatoio dal p. c. (m) | 1,00 | Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa) | 193 |
| Litologia: | | | |

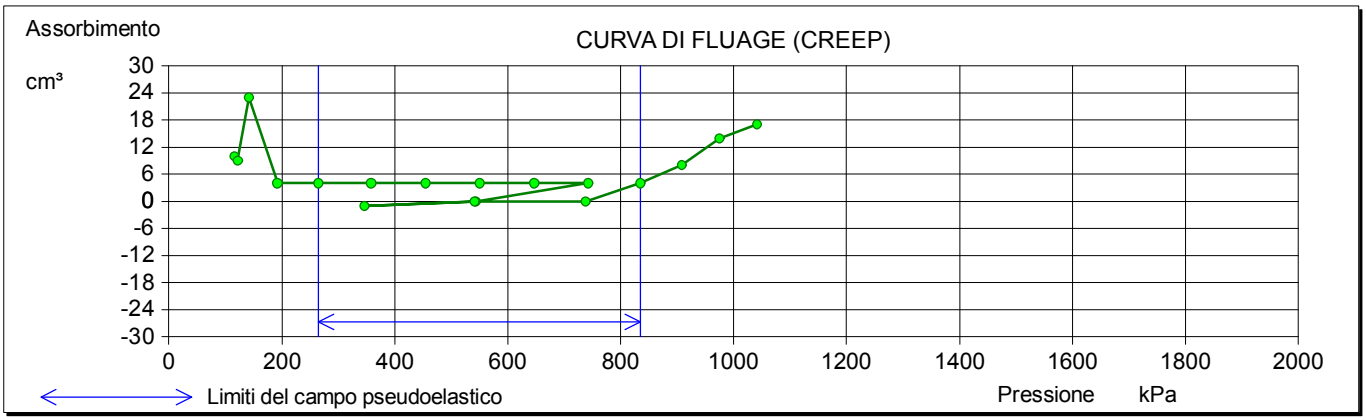
## Tabella riepilogativa

| Gradino di pressione | Pressione misurata | Taratura sonda (Pt) | Correzione idrostatica | Pressione corretta | Volume a 30'' | Volume a 60'' | Fluage V60-V30 | dV a 60'' V-(V-1) | Taratura sonda (Vt) | Volume corretto | Variazione di volume |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | kPa | kPa | kPa | kPa | cm³ | cm³ | cm³ | cm³ | cm³ | cm³ | % |
| 1 | 0 | 77 | 193 | 116 | 14 | 24 | 10 | 24 | 14,3 | 10 | 11,7 |
| 2 | 50 | 121 | 243 | 122 | 108 | 117 | 9 | 93 | 17,0 | 100 | 16,8 |
| 3 | 100 | 151 | 293 | 142 | 169 | 192 | 23 | 75 | 19,4 | 173 | 19,7 |
| 4 | 200 | 201 | 393 | 192 | 257 | 261 | 4 | 69 | 23,4 | 238 | 23,7 |
| 5 | 300 | 228 | 493 | 265 | 304 | 308 | 4 | 46 | 26,3 | 281 | 25,6 |
| 6 | 400 | 235 | 593 | 358 | 316 | 320 | 4 | 12 | 28,4 | 291 | 26,1 |
| 7 | 500 | 239 | 693 | 454 | 323 | 327 | 4 | 7 | 29,9 | 297 | 26,3 |
| 8 | 600 | 243 | 793 | 550 | 330 | 334 | 4 | 6 | 30,8 | 303 | 26,6 |
| 9 | 700 | 246 | 893 | 647 | 335 | 339 | 4 | 5 | 31,3 | 307 | 26,7 |
| 10 | 800 | 251 | 993 | 742 | 343 | 347 | 4 | 8 | 31,5 | 315 | 27,1 |
| 11 | 600 | 249 | 793 | 544 | 343 | 343 | 0 | -4 | 30,8 | 312 | 26,9 |
| 12 | 400 | 247 | 593 | 346 | 339 | 338 | -1 | -5 | 28,4 | 310 | 26,8 |
| 13 | 600 | 252 | 793 | 541 | 348 | 348 | 0 | 10 | 30,8 | 317 | 27,1 |
| 14 | 800 | 255 | 993 | 738 | 354 | 354 | 0 | 6 | 31,5 | 322 | 27,3 |
| 15 | 900 | 258 | 1093 | 835 | 354 | 358 | 4 | 4 | 31,5 | 327 | 27,5 |
| 16 | 1000 | 285 | 1193 | 908 | 395 | 403 | 8 | 45 | 31,4 | 371 | 29,1 |
| 17 | 1100 | 318 | 1293 | 975 | 447 | 461 | 14 | 58 | 31,2 | 430 | 30,8 |
| 18 | 1200 | 352 | 1393 | 1041 | 513 | 530 | 17 | 69 | 31,0 | 499 | 32,5 |

# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_18.0-18.6 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) | Orario prova: |




| LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO | |
|---|---|
| Pressione di ricompressione [Po] (kPa): | 265 |
| Volume di ricompressione [Vo] (cm³): | 281 |
| Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa): | 835 |
| Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³): | 327 |

| CONDIZIONI IDRAULICHE |
|---|
| La prova viene considerata in condizioni drenate |

| PARAMETRI DI CALCOLO | |
|---|---|
| Volume limite [Vl] (cm³): | 1097 |
| Volume medio della cella [Vm] (cm³): | 839 |
| Parametro di controllo [Ep/P'l]: | 27 |

| 1° CICLO DI ISTERESI | |
|---|---|
| Volume iniziale [Vi] (cm³): | 310 |
| Volume finale [Vf] (cm³): | 322 |
| Pressione iniziale [Pi] (kPa): | 346 |
| Pressione finale [Pf] (kPa): | 738 |
| Modulo pressiometrico [Ep] (kPa): | 73946 |

| RISULTATI | |
|---|---|
| Pressione limite [Pl] (kPa): | 1300 |
| Pressione limite netta [P'l] (kPa): | 1035 |
| Modulo pressiometrico [Ep] (kPa): | 27984 |
| Modulo di Young [E] (kPa): | 62187 |
| Resistenza al taglio [Ø] (°): | 32 |

| 2° CICLO DI ISTERESI | |
|---|---|
| Volume iniziale [Vi] (cm³): | - |
| Volume finale [Vf] (cm³): | - |
| Pressione iniziale [Pi] (kPa): | - |
| Pressione finale [Pf] (kPa): | - |
| Modulo pressiometrico [Ep] (kPa): | - |

# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_18.0-18.6 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) | Orario prova: |

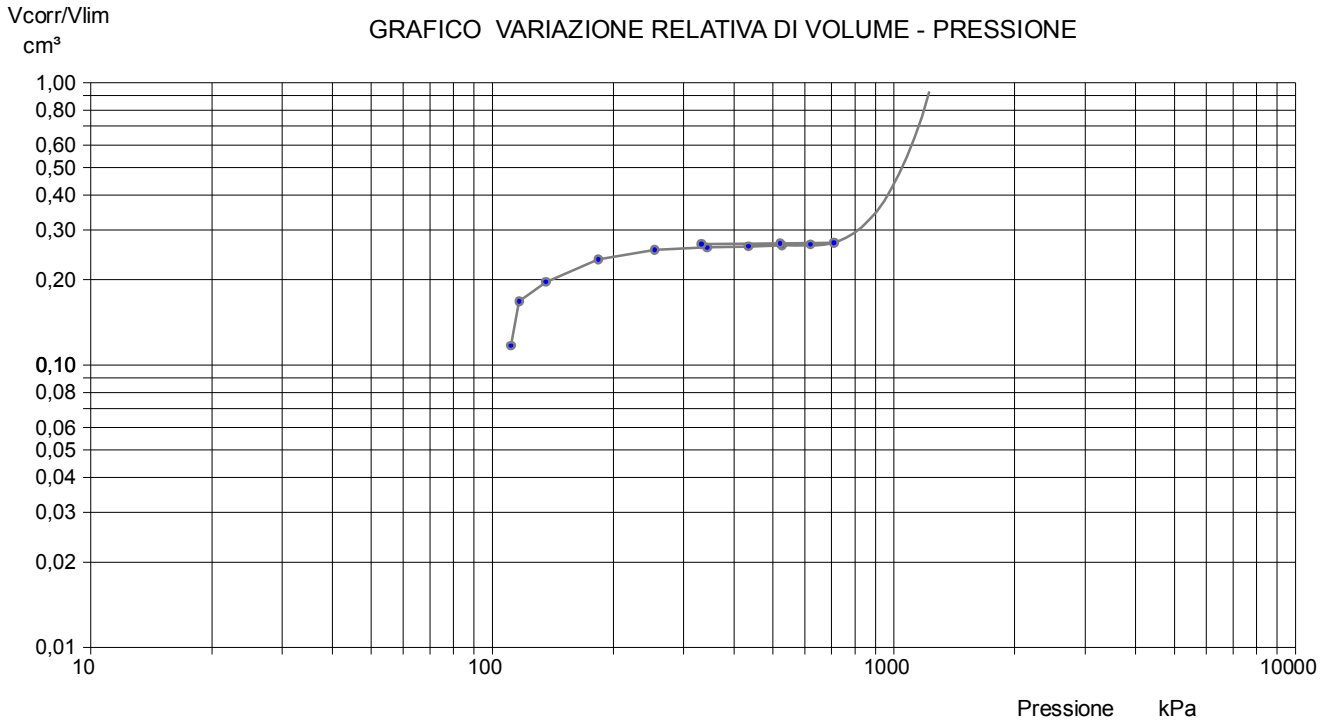
## Tabella riepilogativa dei dati elaborati

| Pressione strumentale da | Pressione strumentale a | Pressione corretta da | Pressione corretta a | Volume corretto da | Volume corretto a | Volume medio | Modulo pressiomet. | Modulo di Young | ΔP | Pressione corretta | ΔV corretto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kPa | kPa | kPa | kPa | cm³ | cm³ | cm³ | kPa | kPa | kPa | kPa | cm³ |
| 0 | 50 | 116 | 122 | 10 | 100 | 590 | 105 | 233 | 6 | 116 | 10 |
| 50 | 100 | 122 | 142 | 100 | 173 | 671 | 491 | 1091 | 20 | 122 | 90 |
| 100 | 200 | 142 | 192 | 173 | 238 | 740 | 1511 | 3358 | 50 | 142 | 73 |
| 200 | 300 | 192 | 265 | 238 | 281 | 795 | 3552 | 7893 | 73 | 192 | 65 |
| 300 | 400 | 265 | 358 | 281 | 291 | 821 | 19991 | 44424 | 93 | 265 | 43 |
| 400 | 500 | 358 | 454 | 291 | 297 | 829 | 35229 | 78287 | 96 | 358 | 10 |
| 500 | 600 | 454 | 550 | 297 | 303 | 835 | 38518 | 85596 | 96 | 454 | 6 |
| 600 | 700 | 550 | 647 | 303 | 307 | 840 | 48786 | 108413 | 97 | 550 | 6 |
| 700 | 800 | 647 | 742 | 307 | 315 | 846 | 26502 | 58893 | 95 | 647 | 4 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 600 | 800 | 541 | 738 | 317 | 322 | 855 | 85755 | 190567 | 197 | 541 | 8 |
| 800 | 900 | 738 | 835 | 322 | 327 | 860 | 51799 | 115109 | 97 | 738 | 5 |
| 900 | 1000 | 835 | 908 | 327 | 371 | 884 | 3832 | 8516 | 73 | 835 | 4 |
| 1000 | 1100 | 908 | 975 | 371 | 430 | 936 | 2866 | 6369 | 67 | 908 | 45 |
| 1100 | 1200 | 975 | 1041 | 430 | 499 | 999 | 2535 | 5633 | 66 | 975 | 58 |
| | | | | | | | | | | | |

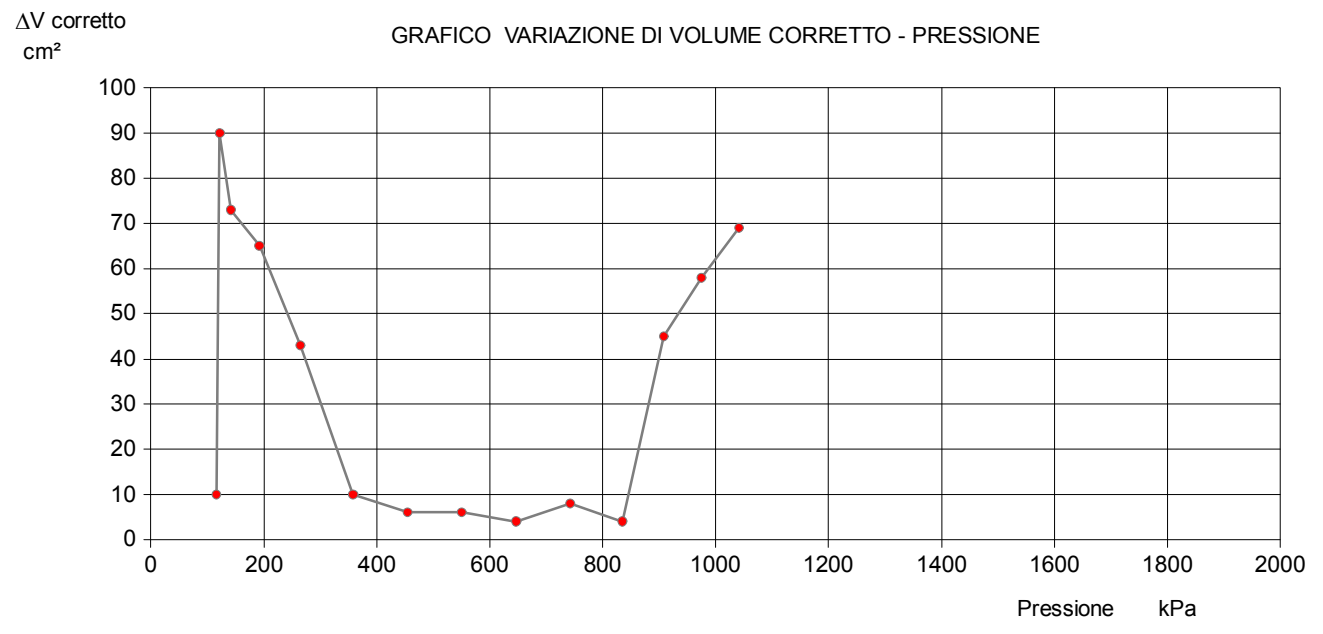
# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_18.0-18.6 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) | Orario prova: |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pressione limite stimata (kPa): | 1300 | Coefficiente di Poisson: | 0,33 | Coefficiente reologico: | 0,45 |

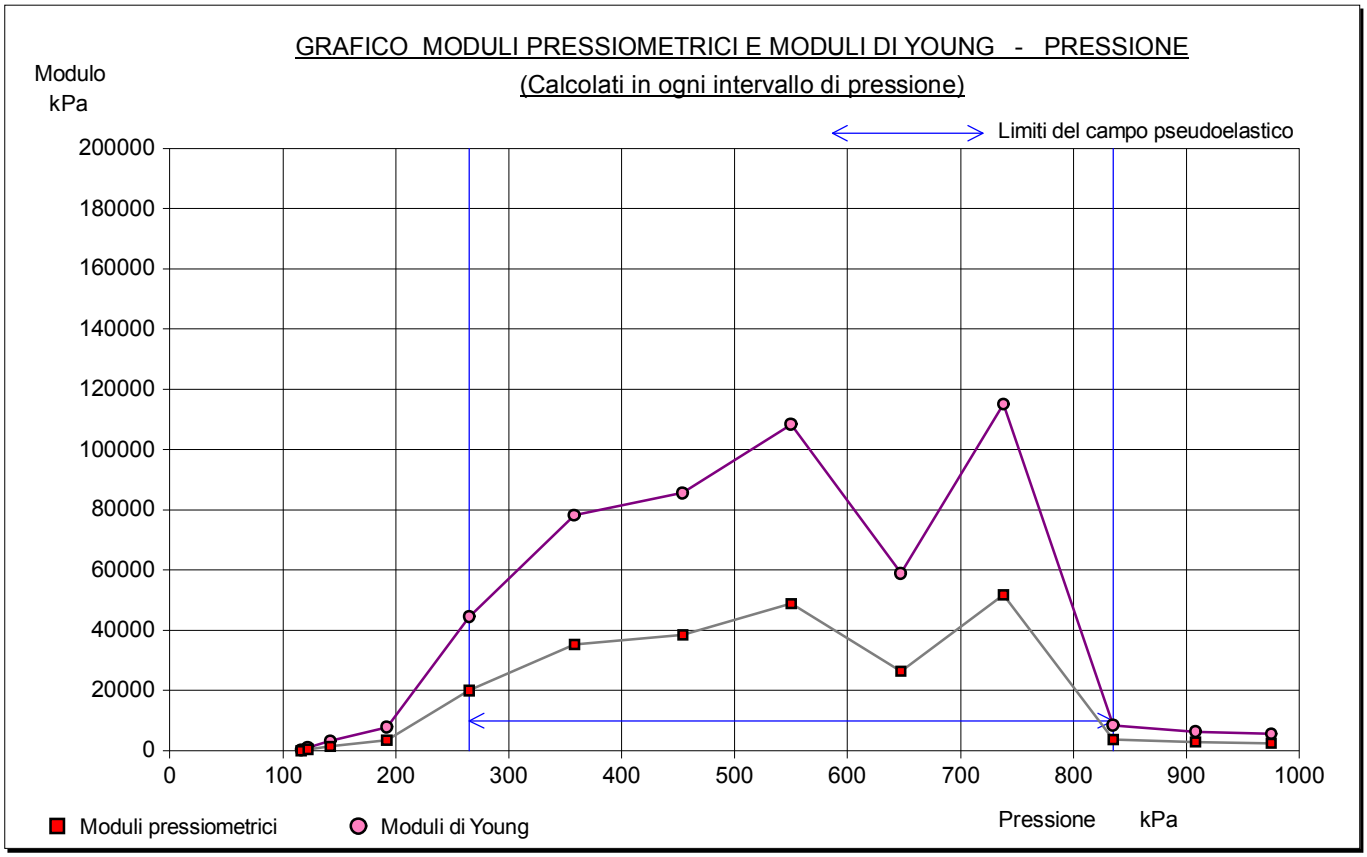


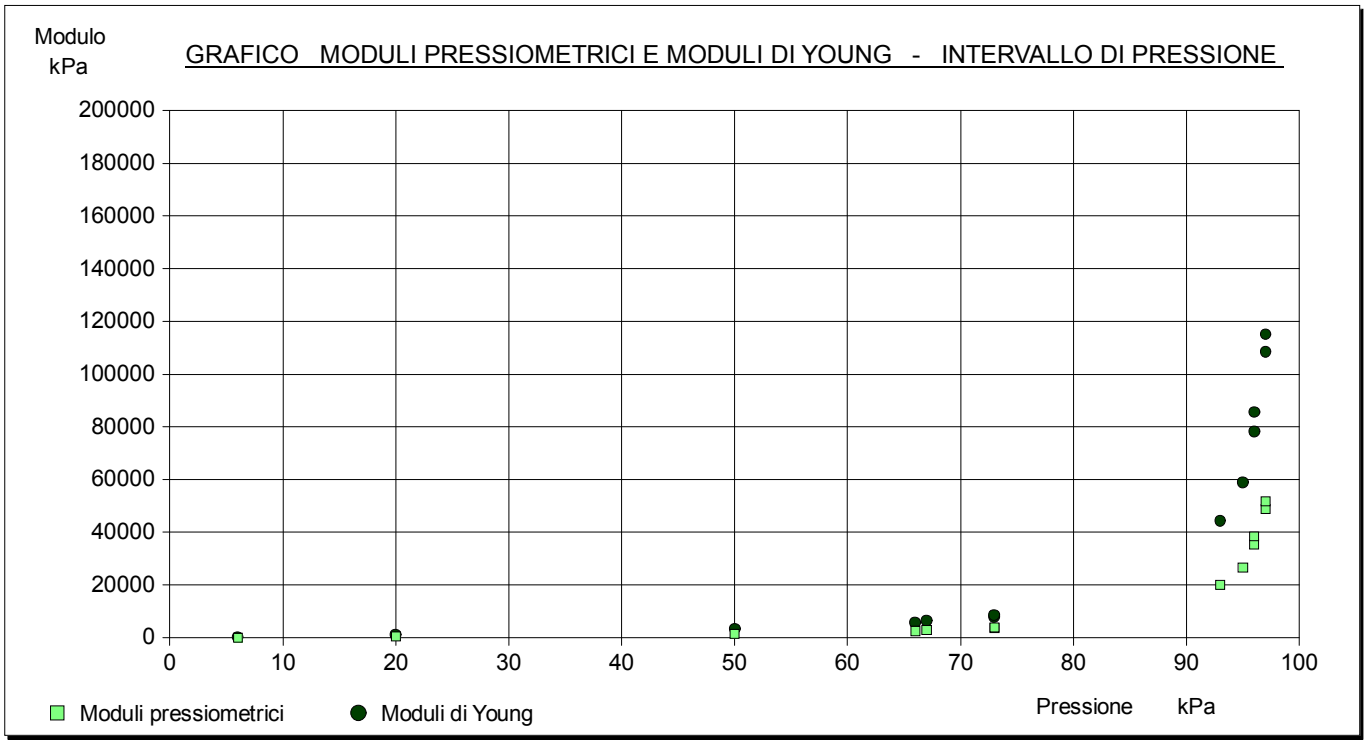

VARIAZIONE DEL VOLUME CORRETTO PER OGNI INTERVALLO DI PRESSIONE IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE



# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_18.0-18.6 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) | Orario prova: |



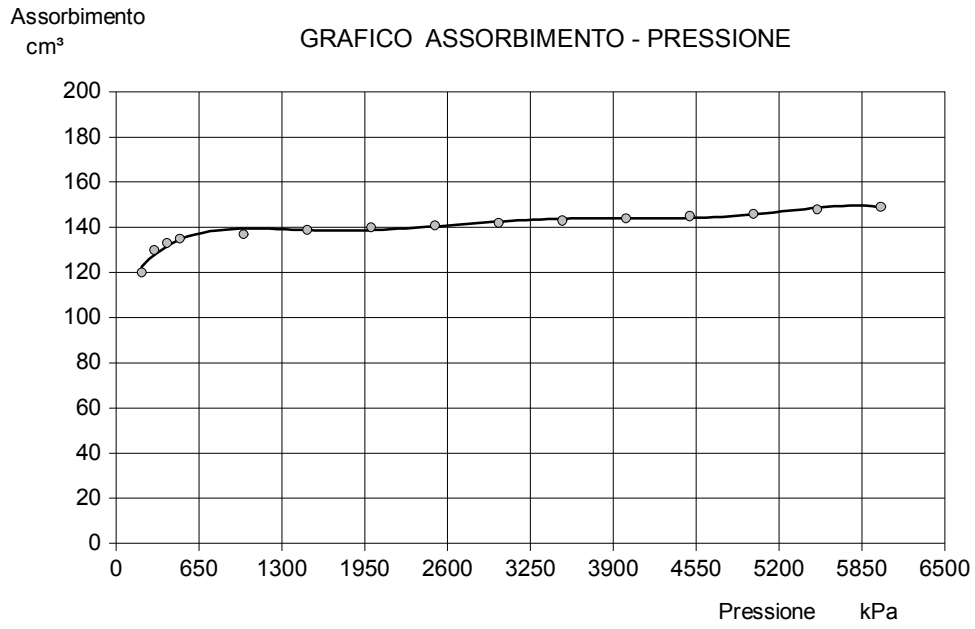



# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_18.0-18.6 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF2 - PZ (40 mt) | Orario prova: |

## TARATURA DEL SISTEMA

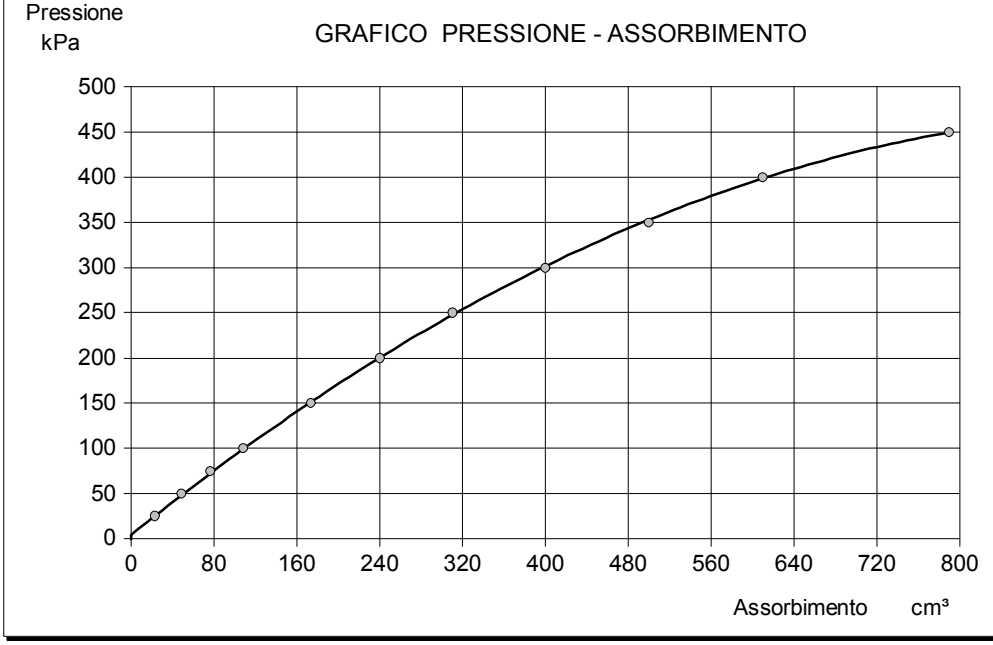
| | | | |
|---|---|---|---|
| Data di taratura: | | Diametro del tubo di taratura (mm): | 65 |
| Lunghezza dei cavi (m): | 50,00 | Spessore del tubo di taratura (mm): | 1 |




| Pressione speriment. kPa | Volume speriment. cm³ | Correzione volume cm³ |
|---|---|---|
| 200 | 120 | 15 |
| 300 | 130 | 20 |
| 400 | 133 | 24 |
| 500 | 135 | 26 |
| 1000 | 137 | 32 |
| 1500 | 139 | 31 |
| 2000 | 140 | 31 |
| 2500 | 141 | 32 |
| 3000 | 142 | 35 |
| 3500 | 143 | 36 |
| 4000 | 144 | 36 |
| 4500 | 145 | 36 |
| 5000 | 146 | 38 |
| 5500 | 148 | 41 |
| 6000 | 149 | 41 |

## TARATURA DI PRESSIONE PER INERZIA DELLA SONDA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Data di taratura: | | | | | |
| 0 | Lunghezza cella (cm): | 21,0 | Volume cella (cm³): | 535 | |
| Tipo sonda: | | Tipo membrana: | | Tipo guaina: | |




| Pressione speriment. kPa | Volume speriment. cm³ | Correzione pressione kPa |
|---|---|---|
| 25 | 23 | 25 |
| 50 | 48 | 48 |
| 75 | 76 | 72 |
| 100 | 108 | 99 |
| 150 | 174 | 151 |
| 200 | 240 | 200 |
| 250 | 310 | 247 |
| 300 | 400 | 302 |
| 350 | 500 | 353 |
| 400 | 610 | 399 |
| 450 | 790 | 450 |

# ALLEGATO 3

# SONDAGGIO
# MIF3 DH (30 m)

*ALL. 3.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 3.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 3.3 PROVA LEFRANC CV*

# SONDAGGIO
# MIF3 DH (30 m)

# ALL. 3.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF3 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 09/01 - 13/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | **Quota**: 19,3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 4 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)



## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)



## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF3 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 09/01 - 13/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | **Quota**: 19,3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 4 di 4 |

# POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF3 DH (30 m)

# ALL. 3.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF3 - DH (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 09/01 - 13/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | Quota: 19,3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :50

# STRATIGRAFIA - MIF3 - DH (30 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | A s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | | | 2,7 | Ballast ferroviario realizzato con materiale a granulometria mista ben stabilizzato. (Riporto) | | | | CA) Dis < 0,10 5,00 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | 3,4 | Mancato recupero. (Vuoto) | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | 4,2 | Materiale di riporto assimilabile a ballast ferroviario realizzato con materiale a granulometria mista. (Riporto) | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | 7,1 | Deposito rimaneggiato assimilabile a riporto antropico, costituito da ghiaia sabbiosa con abbondante matrice limosa con presenza di frammenti di laterizio. Ghiaia poligenica da fine a media (0,2 - 2 cm) con clasti (<=7 cm), a spigoli vivi o debolmente arrotondati, in abbondante matrice limoso sabbiosa di colore variabile da grgio verde nella porzione alta del deposito che passa ad avana nocciola nella parte bassa. (Riporto) | | | | CR1) Rim < 5,50 6,00 | | | | | | | |
| 7 | 2 | | | | 10,0 | Clasti e Ghiaia poligenica di origine fluviale e pedemontana, mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa color avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo (argilliti) (<=10 cm) con ghiaia da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), a spigoli sub arrotondati, con grado di addensamento medio-alto e parzialemente dilavate. (Deposito alluvionale - pedemontano) | | | | SPT1) SPT < 7,20 7,65 | 7,2 | 7-8-12 | 20 | A | Lefranc CV | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF3 - DH (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 09/01 - 13/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | Quota: 19,3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :50

# STRATIGRAFIA - MIF3 - DH (30 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | | | | | | Clasti e ghiaia in matrice argillosa, costituita da clasti e ghiaia da fine a grossolana, di origine monogenica, da angolare a subangolare, costituita da argilliti siltose nere, quarzo ed arenarie siltose fini.<br>In cassetta si presenta parzialmente fratturata e fratturata per effetto perforazione.<br>(Cappellaccio - Substrato alterato) | | | | | | | | | | | |
| 12 | 3 | | | | 12,5 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose).<br>La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione.<br>Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, fratturata e parzialmente fratturata anche per effetto della perforazione.<br>(Substrato) | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 4 | | | | | R.Q.D.%<br>12,00-13,10 m -> 45%<br>13,10-15,00 m -> 26%<br>15,00-15,80 m -> 43%<br>15,80-16,70 m -> 33%<br>16,70-17,50 m -> 37%<br>17,50-18,50 m -> 30%<br>18,50-20,00 m -> 33%<br>20,00-20,70 m -> 42%<br>20,70-21,75 m -> 76%<br>21,75-23,00 m -> 80%<br>23,00-25,00 m -> 85%<br>25,00-26,90 m -> 78%<br>26,90-27,40 m -> 80%<br>27,40-28,00 m -> 100%<br>28,00-29,70 m -> 85%<br>29,70-30,00 m -> 100% | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF3 - DH (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 09/01 - 13/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | Quota: 19,3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :50

# STRATIGRAFIA - MIF3 - DH (30 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | A s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, fratturata e parzialmente fratturata anche per effetto della perforazione. (Substrato) | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 5 | | | | | R.Q.D.% 12,00-13,10 m -> 45% 13,10-15,00 m -> 26% 15,00-15,80 m -> 43% 15,80-16,70 m -> 33% 16,70-17,50 m -> 37% 17,50-18,50 m -> 30% 18,50-20,00 m -> 33% 20,00-20,70 m -> 42% 20,70-21,75 m -> 76% 21,75-23,00 m -> 80% 23,00-25,00 m -> 85% 25,00-26,90 m -> 78% 26,90-27,40 m -> 80% 27,40-28,00 m -> 100% 28,00-29,70 m -> 85% 29,70-30,00 m -> 100% | | | | Cl1) Ind | < 23,00 23,50 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | 101 | | | 30,0 | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF3 - DH (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 09/01 - 13/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | Quota: 19,3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :50

# STRATIGRAFIA - MIF3 - DH (30 mt)



Sondaggio: MIF3 — Profondità raggiunta: 30 m
Sonda: GELMA1 — Sondatore: SIG. Samuele Guerrera

PROVE IN FORO: n°1
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (9.00 - 9,60 m)

- PROVE SPT: n°1
SPT1 (7,20 m) 7-8-12;

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°1
MIF3_CI1 23,00-23,50 m

CAMPIONI RIMANEGGIATI: °2
MIF3_CR1 5,50-6,00 m
MIF3_SPT1 7,20-7,65 m

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tubo in PVC per sismica 3" atossico
Data d'installazione: 13/01/2020
Cieco: 30 ml (da 0.0 a 30.0 m);
Cementato: 30 ml (da 0,0 a 30,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
Caratteristiche del chiusino: Chiusino in metallo ad alta visibilità

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF3 - DH (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 09/01 - 13/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'52.67"N 8°53'37.56"E | Quota: 19,3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
12) Simbolo del campione
13) Profondità di inizio della prova S.P.T.
14) Prova S.P.T.
15) Valore di Nspt
16) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
17) Prove in foro
18) Piezometri
19) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr:C = Lefranc a carico costante*
*Lfr:V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella drenaggio cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF3 DH (30 m)

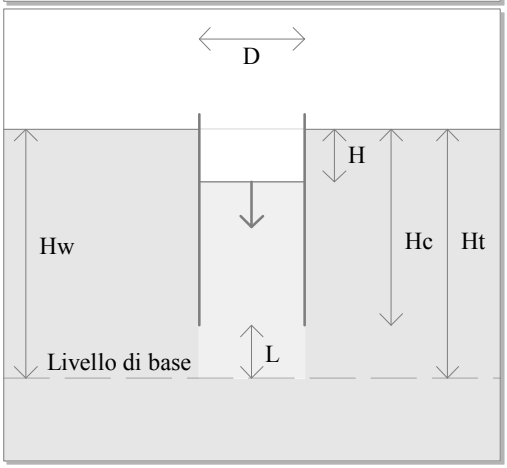
# ALL. 3.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

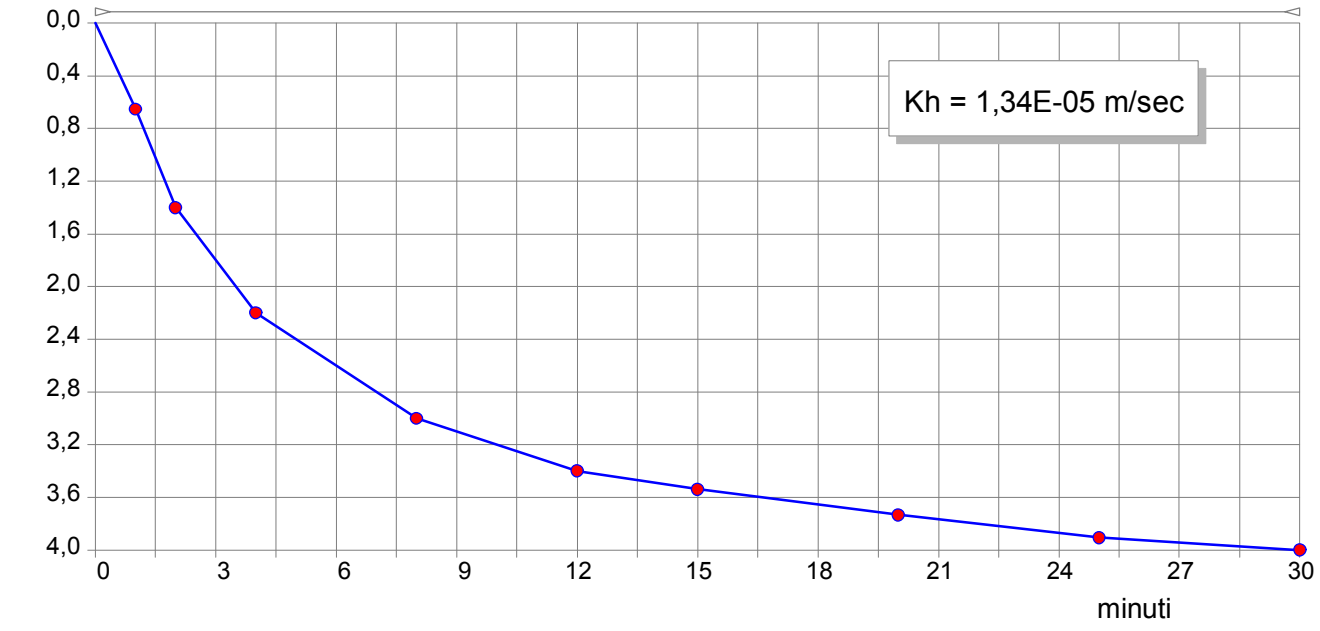
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF3 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 9,00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 0,90 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 8,40 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 9,00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 0,60 |
| Coefficiente di forma | 0,60 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 8,1 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 7,4 | 0,7 | 2,96E-05 | | | | |
| 2 | 6,7 | 1,4 | 3,72E-05 | | | | |
| 4 | 5,9 | 2,2 | 2,24E-05 | | | | |
| 8 | 5,1 | 3,0 | 1,28E-05 | | | | |
| 12 | 4,7 | 3,4 | 7,19E-06 | | | | |
| 15 | 4,6 | 3,5 | 3,50E-06 | | | | |
| 20 | 4,4 | 3,7 | 3,05E-06 | | | | |
| 25 | 4,2 | 3,9 | 2,87E-06 | | | | |
| 30 | 4,1 | 4,0 | 1,59E-06 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# ALLEGATO 4

# SONDAGGIO
# MIF4 PZ (25 m)

*ALL. 4.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 4.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 4.3 PROVA LEFRANC CV*
*ALL. 4.4 PROVA PRESSIOMETRICA MPM*

# SONDAGGIO
# MIF4 PZ (25 m)

# ALL. 4.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF4 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 17/01 - 21/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | **Quota**: 17,5 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 3 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF4 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 17/01 - 21/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | **Quota**: 17,5 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 2 di 3 |

## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)




## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF4 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 17/01 - 21/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | **Quota**: 17,5 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 3 di 3 |

## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)




## POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF4 PZ (25 m)

# ALL. 4.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 17/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | Quota: 17,5 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :70

# STRATIGRAFIA - MIF4 - PZ (25 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | A s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | 1,4 | Riporto antropico, ghiaia (0,2-6 cm) sabbiosa in matrice argillosa colore grigio scuro. (Riporto) | | | CA1) Dis < 0,01 5,00 | | | | | | | | |
| 2 | 1 | | | | | Ghiaia poligenica di origine fluviale misto pedemontana, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), da poco a mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa color avana. La ghiaia è costituita da frammenti di roccia di fondo (argilliti), rocce verdi, quarzo, arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli vivi debolemnte sub arrotondati, grado di addensamento medio-alto. (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | 4,8 | | | | CR1) Rim < 5,00 5,20 | | | | | | | | |
| 6 | 2 | | | | | Limo argilloso sabbioso con ghiaia fine colore da marrone chiaro ad avana, che passa a sabbia limosa e ghiaiosa nella parte bassa dell'intervallo, con ghiaia (in prevalenza argillite e quarzo) da fine a grossolana (0,2-6 cm), con grado di addensamento medio-alto. (Deposito alluvionale) | | | SPT1) SPT < 5,40 6,00 | 5,6 | 7-9-12 | 21 | A | Pressiometrica | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | CR2) Rim < 7,80 8,00 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | SPT2) SPT < 8,55 9,00 | 8,6 | 9-10-18 | 28 | A | | | | |
| 10 | | | | | 9,8 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 3 | | | | | Clasti e ghiaia poligenica di origine fluviale misto pedemontana, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), da poco a mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa color grigio scuro fino ad avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo (argilliti), rocce verdi, quarzo, arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli vivi debolemnte sub arrotondati, grado di addensamento medio-alto (<= 9 cm). (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | SPT3) SPT < 10,55 11,00 | 10,6 | 7-9-12 | 21 | A | Lefranc CV | | | |
| 12 | | | | | | | | | CI1) Maz < 12,00 12,60 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | SPT4) SPT < 13,55 14,00 | 13,6 | 12-21-31 | 52 | A | | | | |

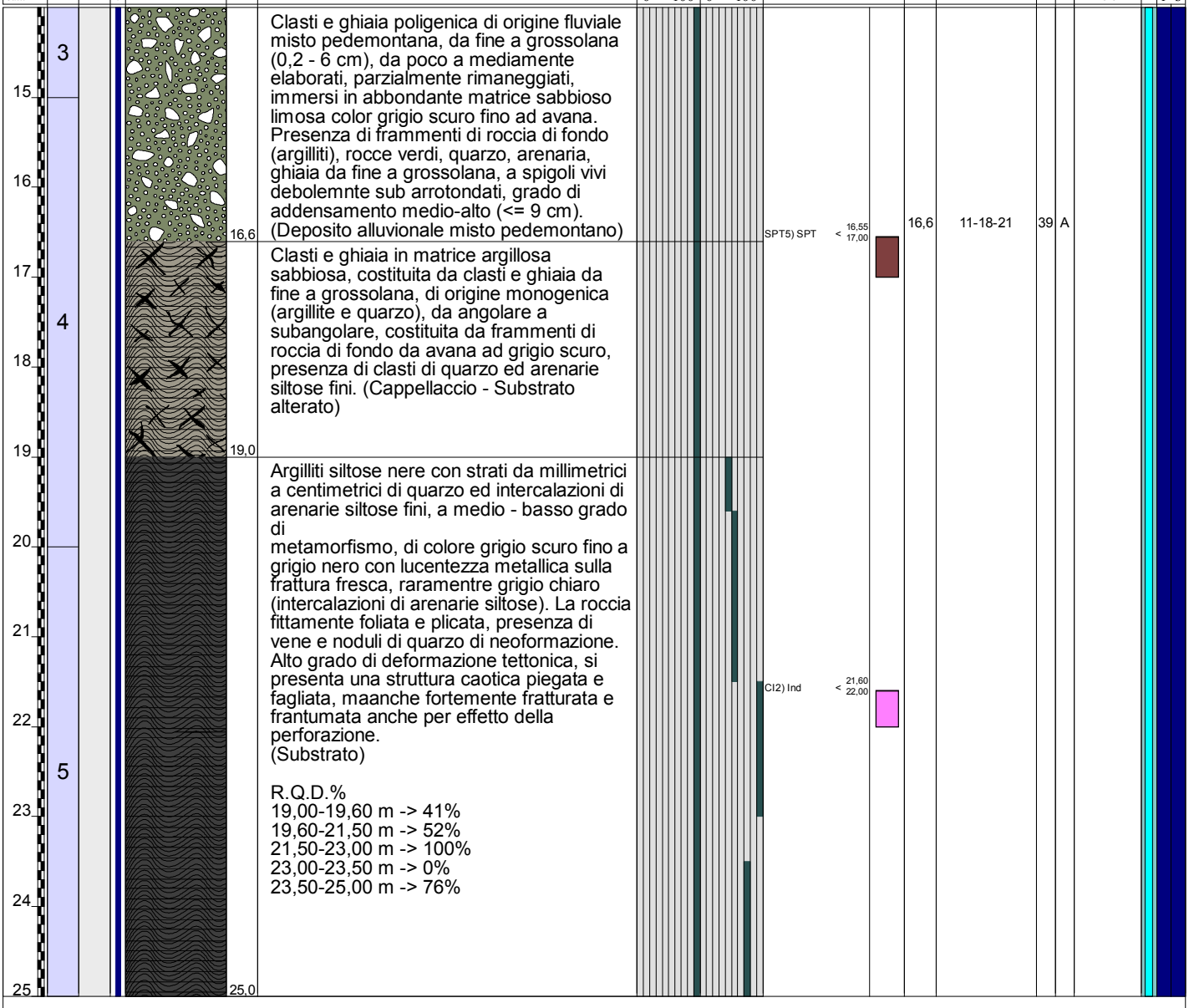
GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 17/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | Quota: 17,5 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :70

# STRATIGRAFIA - MIF4 - PZ (25 mt)





GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 17/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | Quota: 17,5 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :70

# STRATIGRAFIA - MIF4 - PZ (25 mt)



Sondaggio: MIF4
Sonda: GELMA1

Profondità raggiunta: 25 m
Sondatore: SIG. Samuele Guerrera

PROVE IN FORO: n°1
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (11,0 m)

- PROVE SPT: n°5
SPT1 (5,55 m) 7-9-12;
SPT2 (8,55 m) 9-10-18;
SPT3 (10,55 m) 10-9-12;
SPT4 (13,55 m) 12-21-31;
SPT5 (16,55 m) 11-18-21

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°2
MIF4_CI1 12,00-12,60 m
MIF4_CI2 21,60-22,00 m

CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°7
MIF4_CR1 5,00-5,20 m
MIF4_SPT1 5,55-6,00 m - PA
MIF4_CR2 7,80-8,00 m
MIF4_SPT2 8,55-9,00 m - PA
MIF4_SPT3 10,55-11,00 m - PA
MIF4_SPT4 13,55-14,00 m - PA
MIF4_SPT5 16,55-17,00 m - PA

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tipo di piezometro: Piezometro tipo Norton 2" PVC atossico
Data d'installazione: 21/01/2020
1° Tratto -> Cieco: 6 ml (da 0.0 a 6.0 m);
2° Tratto -> Fenestrato: 19 ml (da 6.0 a 25.0 m).
---
1° Tratto, cementato: 1 ml (da 0,0 a 1,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
2° Tratto, impermeabile: 4 ml (da 1,0 a 5,0 m) costituito da Compattonite in pellets;
3° Tratto, drenante: 20 ml (da 5,0 a 25,0 m) costituito da Ghiaietto pulito arrotondato (da 1 a 4 mm);
Caratteristiche del chiusino: Chiusino carrabile in ghisa

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

| Giorno | 21/01/20 | 31/01/20 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ora | sera | mattina | | | | | | | | |
| Livello dell'acqua (m) | 1,00 | 0,90 | | | | | | | | |
| Prof. perforazione(m) | 25,00 | 25,00 | | | | | | | | |
| Prof. rivestimento(m) | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 17/01 - 21/01/2020 |
| Coordinate: 44°25'57.12"N 8°53'37.64"E | Quota: 17,5 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
11) Simbolo del campione
12) Profondità di inizio della prova S.P.T.
13) Prova S.P.T.
14) Valore di Nspt
15) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
16) Prove in foro
17) Piezometri
18) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella drenaggio cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF4 PZ (25 m)

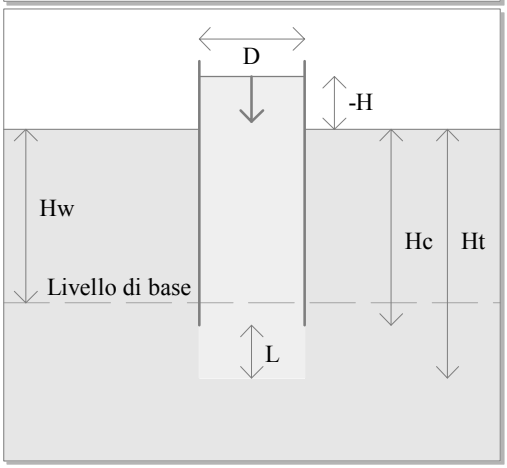
# ALL. 4.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

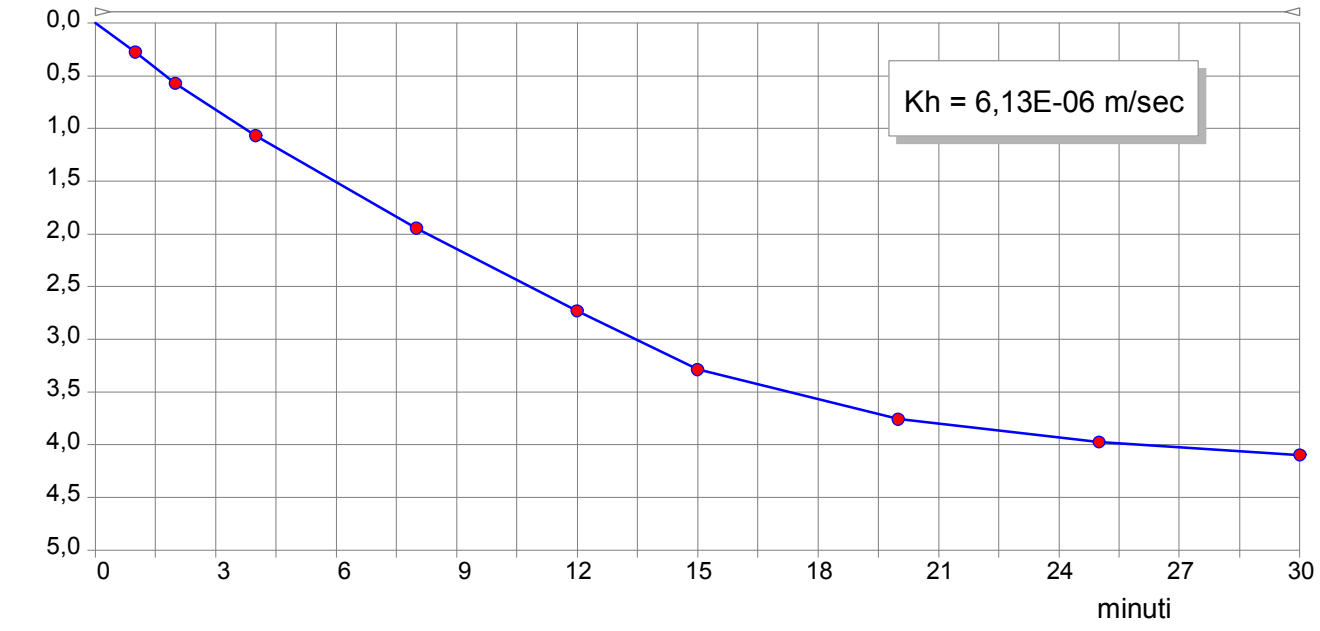
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF4 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 7,50 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | -0,30 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 11,00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 12,00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 1,00 |
| Coefficiente di forma | 1,00 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 7,8 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 7,5 | 0,3 | 7,65E-06 | | | | |
| 2 | 7,2 | 0,6 | 8,48E-06 | | | | |
| 4 | 6,7 | 1,1 | 7,51E-06 | | | | |
| 8 | 5,9 | 1,9 | 7,36E-06 | | | | |
| 12 | 5,1 | 2,7 | 7,63E-06 | | | | |
| 15 | 4,5 | 3,3 | 8,14E-06 | | | | |
| 20 | 4,0 | 3,8 | 4,65E-06 | | | | |
| 25 | 3,8 | 4,0 | 2,33E-06 | | | | |
| 30 | 3,7 | 4,1 | 1,41E-06 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# SONDAGGIO
# MIF4 PZ (25 m)

# ALL. 4.4 PROVA PRESSIOMETRICA MPM

# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_5.4-6.0 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) | Orario prova: |

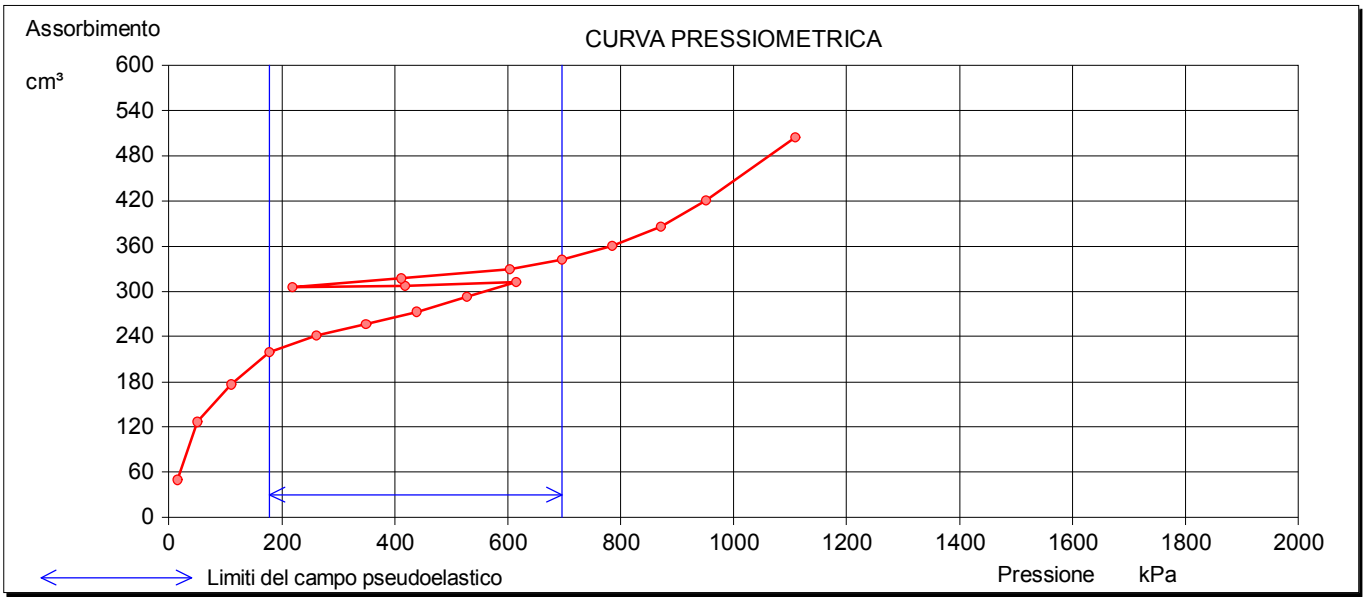
| | | | |
|---|---|---|---|
| Profondità di prova (centro della cella) (m) | 5,40 | Profondità della falda (m) | 1,00 |
| Altezza del serbatoio dal p. c. (m) | 1,00 | Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa) | 64 |
| Litologia: | | | |

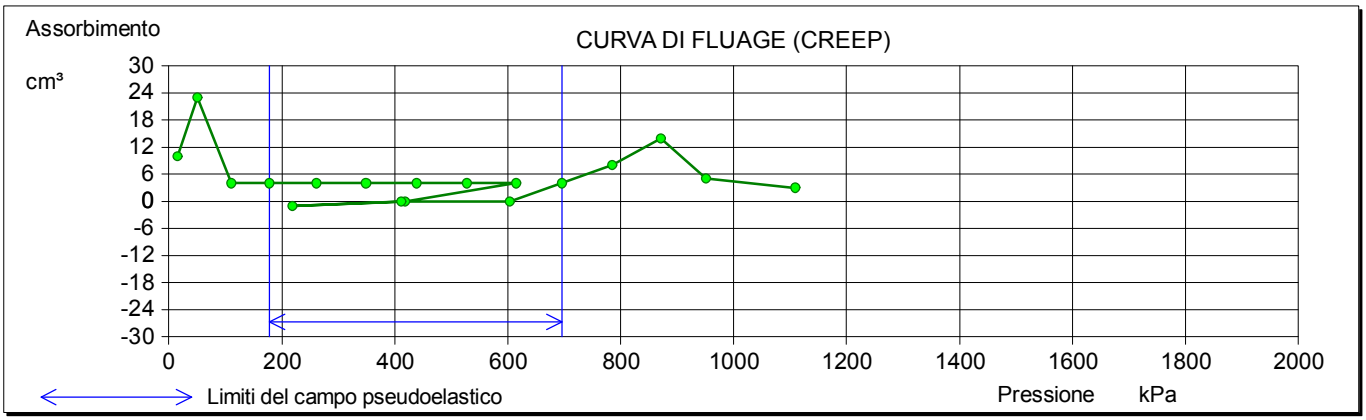
## Tabella riepilogativa

| Gradino di pressione | Pressione misurata | Taratura sonda (Pt) | Correzione idrostatica | Pressione corretta | Volume a 30'' | Volume a 60'' | Fluage V60-V30 | dV a 60'' V-(V-1) | Taratura sonda (Vt) | Volume corretto | Variazione di volume |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | kPa | kPa | kPa | kPa | cm³ | cm³ | cm³ | cm³ | cm³ | cm³ | % |
| 1 | 0 | 49 | 64 | 15 | 45 | 55 | 10 | 55 | 5,4 | 50 | 7,8 |
| 2 | 100 | 114 | 164 | 50 | 116 | 139 | 23 | 84 | 12,5 | 127 | 16,1 |
| 3 | 200 | 154 | 264 | 110 | 191 | 195 | 4 | 56 | 18,1 | 177 | 19,9 |
| 4 | 300 | 186 | 364 | 178 | 238 | 242 | 4 | 47 | 22,4 | 219 | 22,5 |
| 5 | 400 | 203 | 464 | 261 | 263 | 267 | 4 | 25 | 25,6 | 241 | 23,9 |
| 6 | 500 | 215 | 564 | 349 | 280 | 284 | 4 | 18 | 27,9 | 257 | 24,7 |
| 7 | 600 | 225 | 664 | 439 | 299 | 303 | 4 | 18 | 29,5 | 273 | 25,4 |
| 8 | 700 | 236 | 764 | 528 | 319 | 323 | 4 | 21 | 30,5 | 293 | 26,1 |
| 9 | 800 | 249 | 864 | 615 | 339 | 343 | 4 | 20 | 31,2 | 312 | 26,9 |
| 10 | 600 | 246 | 664 | 418 | 337 | 337 | 0 | -7 | 29,5 | 307 | 26,7 |
| 11 | 400 | 245 | 464 | 219 | 332 | 331 | -1 | -6 | 25,6 | 305 | 26,7 |
| 12 | 600 | 252 | 664 | 412 | 347 | 347 | 0 | 16 | 29,5 | 317 | 27,1 |
| 13 | 800 | 260 | 864 | 604 | 360 | 360 | 0 | 14 | 31,2 | 329 | 27,6 |
| 14 | 900 | 268 | 964 | 696 | 369 | 373 | 4 | 13 | 31,5 | 342 | 28,1 |
| 15 | 1000 | 279 | 1064 | 785 | 384 | 392 | 8 | 19 | 31,5 | 361 | 28,7 |
| 16 | 1100 | 293 | 1164 | 871 | 403 | 417 | 14 | 25 | 31,5 | 386 | 29,5 |
| 17 | 1200 | 313 | 1264 | 951 | 447 | 452 | 5 | 35 | 31,3 | 421 | 30,6 |
| 18 | 1400 | 355 | 1464 | 1109 | 533 | 536 | 3 | 84 | 30,9 | 505 | 32,7 |

# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_5.4-6.0 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) | Orario prova: |




| LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO | |
|---|---|
| Pressione di ricompressione [Po] (kPa): | 178 |
| Volume di ricompressione [Vo] (cm³): | 219 |
| Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa): | 696 |
| Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³): | 342 |

| CONDIZIONI IDRAULICHE |
|---|
| La prova viene considerata in condizioni drenate |

| PARAMETRI DI CALCOLO | |
|---|---|
| Volume limite [Vl] (cm³): | 974 |
| Volume medio della cella [Vm] (cm³): | 816 |
| Parametro di controllo [Ep/P'l]: | 10 |

| 1° CICLO DI ISTERESI | |
|---|---|
| Volume iniziale [Vi] (cm³): | 305 |
| Volume finale [Vf] (cm³): | 329 |
| Pressione iniziale [Pi] (kPa): | 219 |
| Pressione finale [Pf] (kPa): | 604 |
| Modulo pressiometrico [Ep] (kPa): | 36356 |

| RISULTATI | |
|---|---|
| Pressione limite [Pl] (kPa): | 1100 |
| Pressione limite netta [P'l] (kPa): | 922 |
| Modulo pressiometrico [Ep] (kPa): | 9317 |
| Modulo di Young [E] (kPa): | 18634 |
| Resistenza al taglio [Ø] (°): | 32 |

| 2° CICLO DI ISTERESI | |
|---|---|
| Volume iniziale [Vi] (cm³): | - |
| Volume finale [Vf] (cm³): | - |
| Pressione iniziale [Pi] (kPa): | - |
| Pressione finale [Pf] (kPa): | - |
| Modulo pressiometrico [Ep] (kPa): | - |

# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_5.4-6.0 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) | Orario prova: |

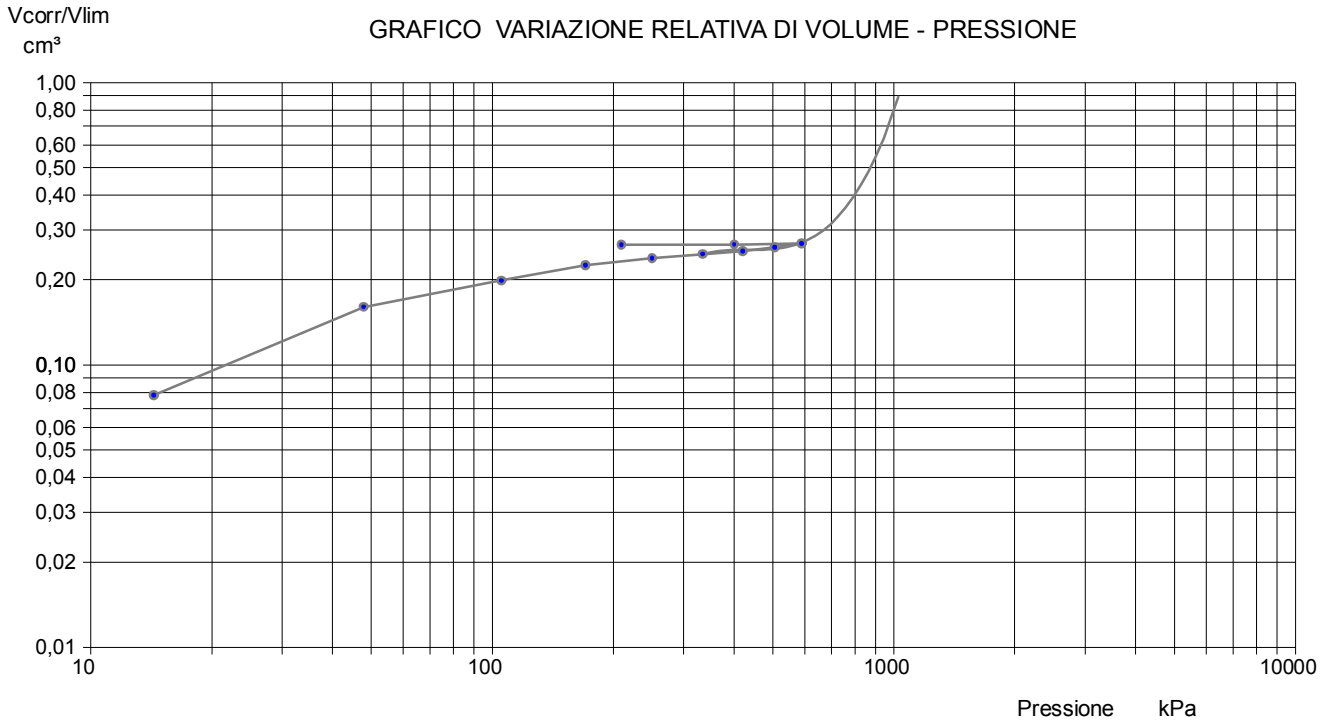
## Tabella riepilogativa dei dati elaborati

| Pressione strumentale da | Pressione strumentale a | Pressione corretta da | Pressione corretta a | Volume corretto da | Volume corretto a | Volume medio | Modulo pressiomet. | Modulo di Young | ΔP | Pressione corretta | ΔV corretto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kPa | kPa | kPa | kPa | cm³ | cm³ | cm³ | kPa | kPa | kPa | kPa | cm³ |
| 0 | 100 | 15 | 50 | 50 | 127 | 623 | 754 | 1508 | 35 | 15 | 50 |
| 100 | 200 | 50 | 110 | 127 | 177 | 687 | 2192 | 4384 | 60 | 50 | 77 |
| 200 | 300 | 110 | 178 | 177 | 219 | 733 | 3090 | 6180 | 68 | 110 | 50 |
| 300 | 400 | 178 | 261 | 219 | 241 | 765 | 7763 | 15526 | 83 | 178 | 43 |
| 400 | 500 | 261 | 349 | 241 | 257 | 784 | 11973 | 23946 | 88 | 261 | 22 |
| 500 | 600 | 349 | 439 | 257 | 273 | 800 | 11574 | 23148 | 90 | 349 | 15 |
| 600 | 700 | 439 | 528 | 273 | 293 | 818 | 9866 | 19732 | 89 | 439 | 17 |
| 700 | 800 | 528 | 615 | 293 | 312 | 837 | 10000 | 20000 | 87 | 528 | 20 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 600 | 800 | 412 | 604 | 317 | 329 | 858 | 36573 | 73146 | 192 | 412 | 12 |
| 800 | 900 | 604 | 696 | 329 | 342 | 871 | 16559 | 33118 | 92 | 604 | 12 |
| 900 | 1000 | 696 | 785 | 342 | 361 | 886 | 11125 | 22250 | 89 | 696 | 13 |
| 1000 | 1100 | 785 | 871 | 361 | 386 | 908 | 8324 | 16648 | 86 | 785 | 19 |
| 1100 | 1200 | 871 | 951 | 386 | 421 | 938 | 5688 | 11376 | 80 | 871 | 25 |
| 1200 | 1400 | 951 | 1109 | 421 | 505 | 998 | 4994 | 9988 | 158 | 951 | 35 |
| | | | | | | | | | | | |

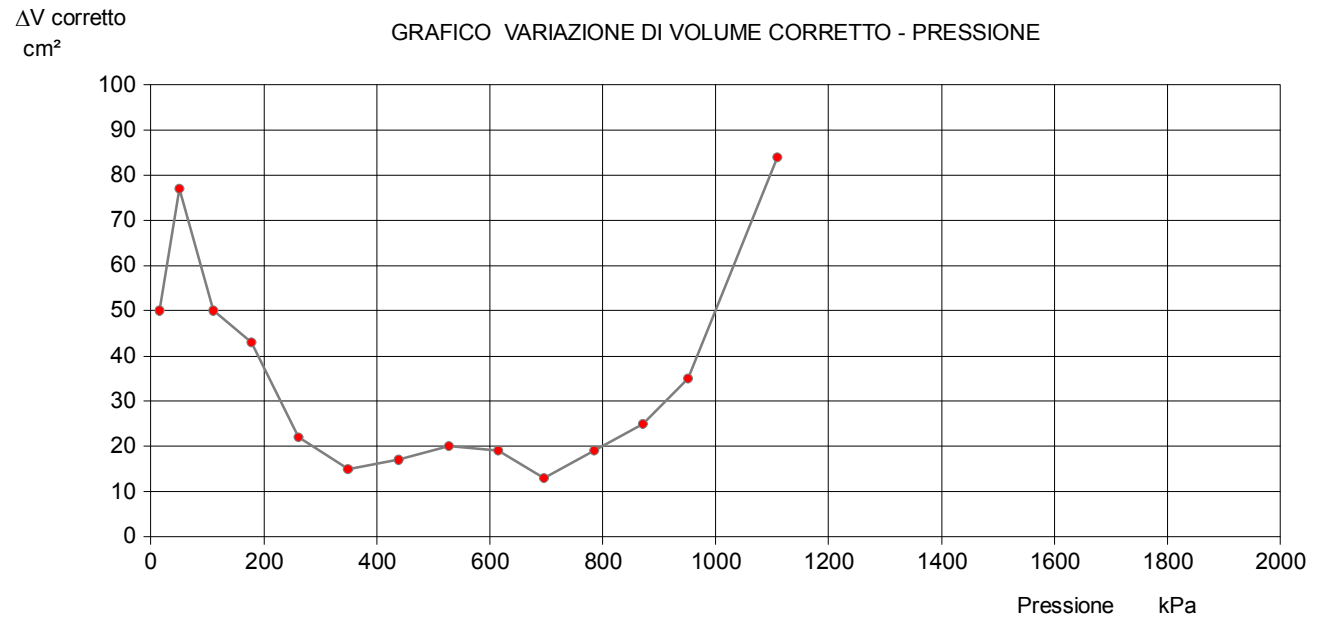
# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_5.4-6.0 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) | Orario prova: |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pressione limite stimata (kPa): | 1100 | Coefficiente di Poisson: | 0,35 | Coefficiente reologico: | 0,50 |

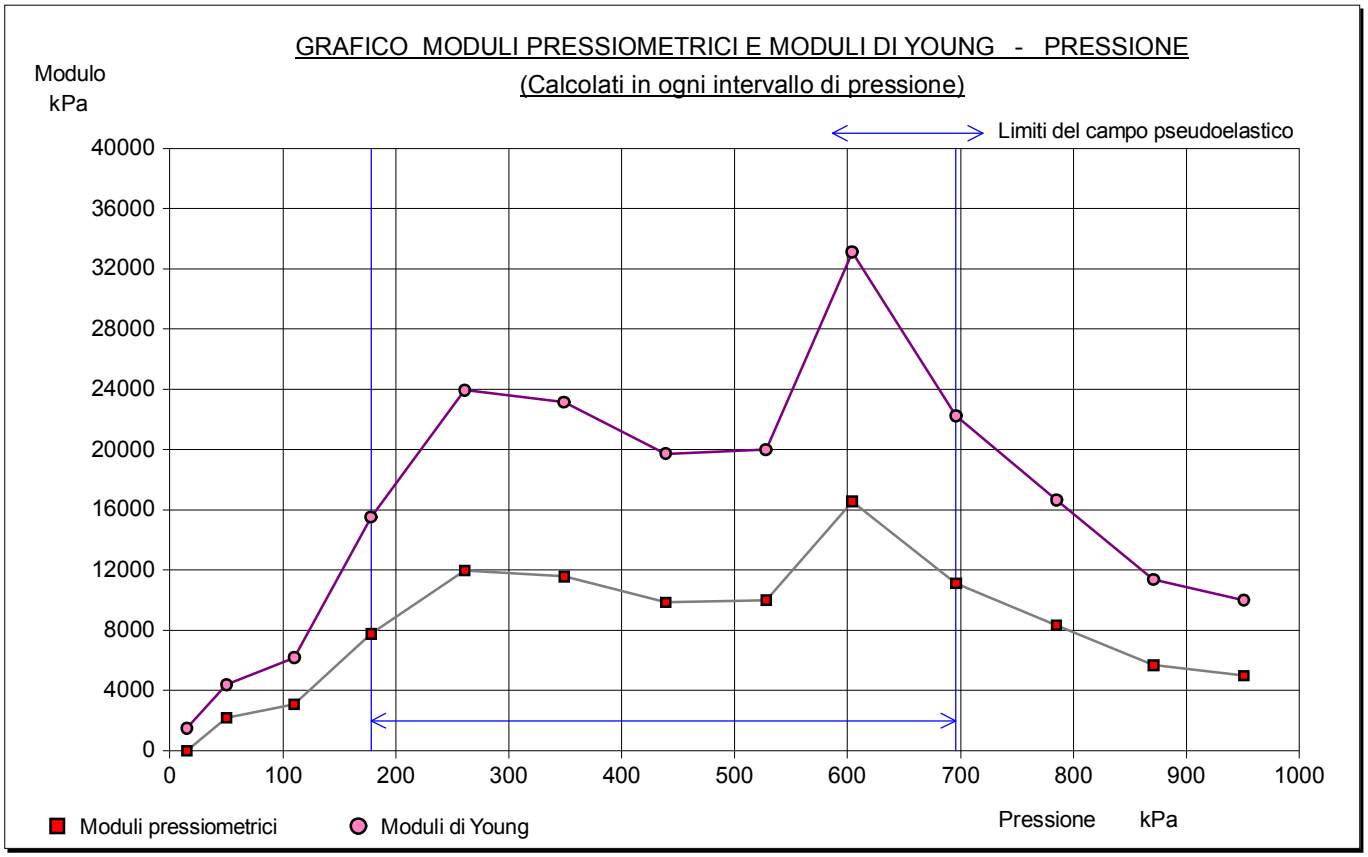


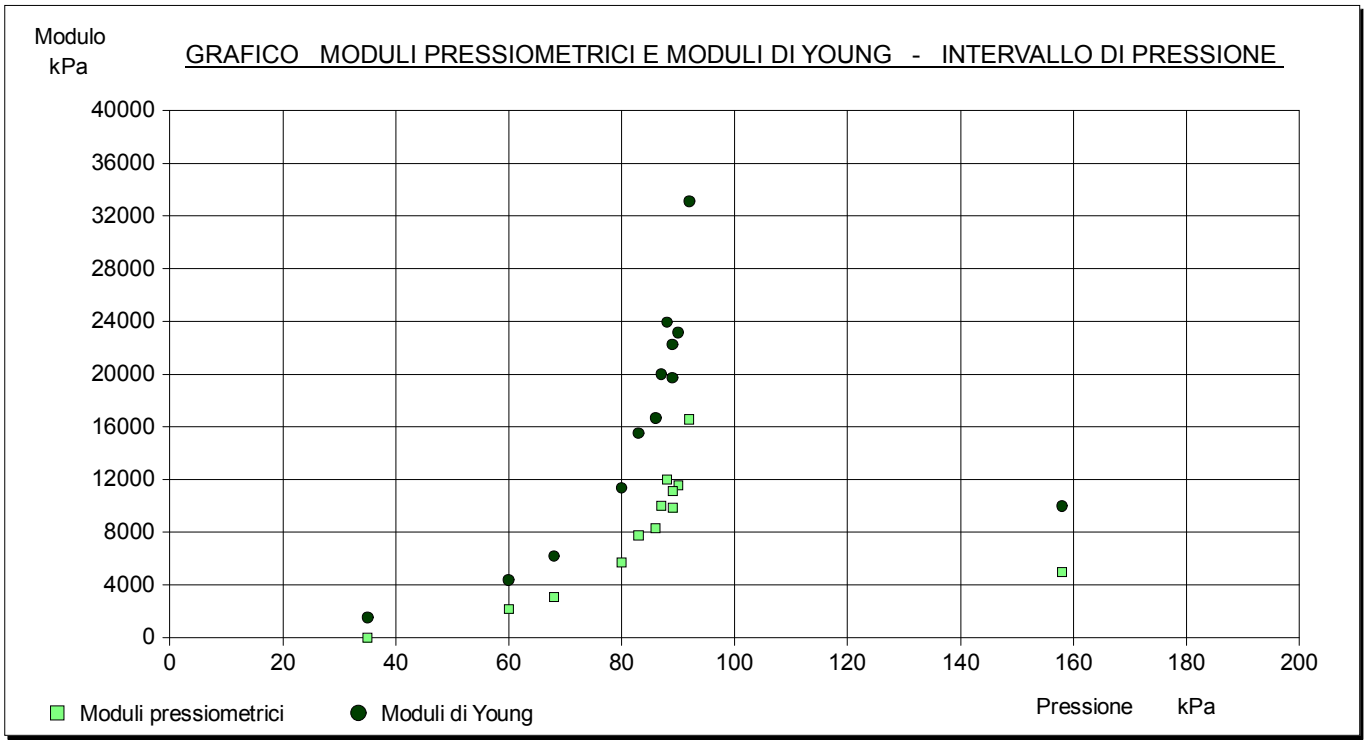

VARIAZIONE DEL VOLUME CORRETTO PER OGNI INTERVALLO DI PRESSIONE IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE



# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_5.4-6.0 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) | Orario prova: |



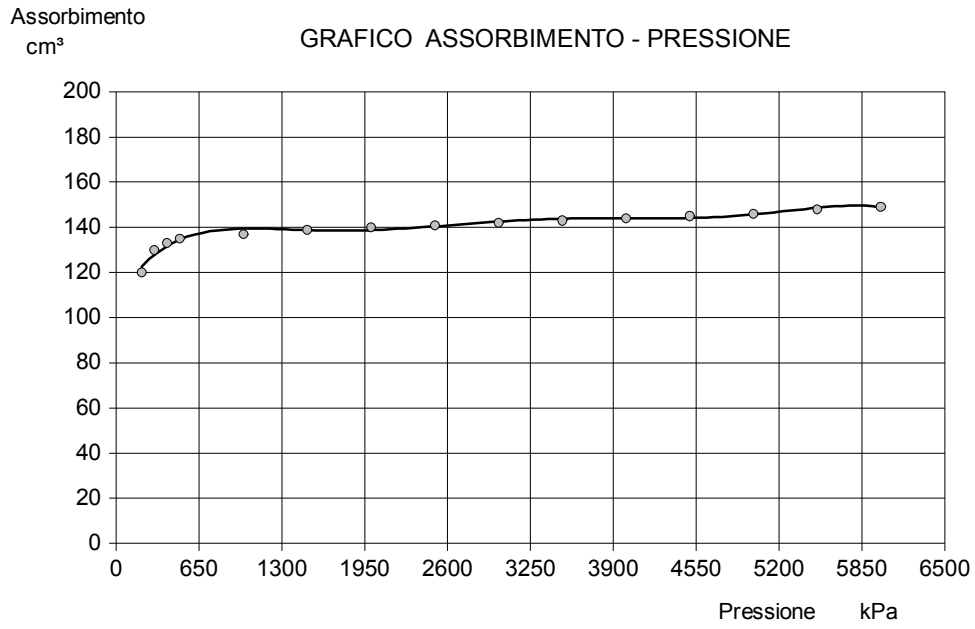



# PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: MPM1_5.4-6.0 m |
| Località: Genova | Data: |
| Sondaggio: MIF4 - PZ (25 mt) | Orario prova: |

## TARATURA DEL SISTEMA

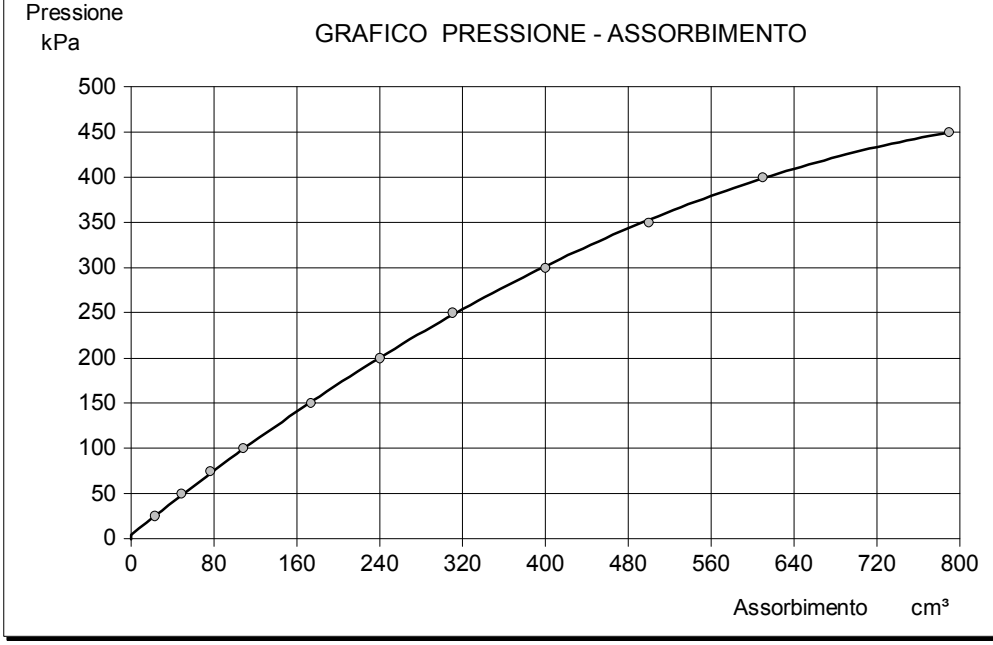
| | | | |
|---|---|---|---|
| Data di taratura: | | Diametro del tubo di taratura (mm): | 65 |
| Lunghezza dei cavi (m): | 50,00 | Spessore del tubo di taratura (mm): | 1 |




| Pressione speriment. kPa | Volume speriment. cm³ | Correzione volume cm³ |
|---|---|---|
| 200 | 120 | 15 |
| 300 | 130 | 20 |
| 400 | 133 | 24 |
| 500 | 135 | 26 |
| 1000 | 137 | 32 |
| 1500 | 139 | 31 |
| 2000 | 140 | 31 |
| 2500 | 141 | 32 |
| 3000 | 142 | 35 |
| 3500 | 143 | 36 |
| 4000 | 144 | 36 |
| 4500 | 145 | 36 |
| 5000 | 146 | 38 |
| 5500 | 148 | 41 |
| 6000 | 149 | 41 |

## TARATURA DI PRESSIONE PER INERZIA DELLA SONDA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Data di taratura: | | | | | |
| 0 | Lunghezza cella (cm): | 21,0 | Volume cella (cm³): | 535 | |
| Tipo sonda: | | Tipo membrana: | | Tipo guaina: | |




| Pressione speriment. kPa | Volume speriment. cm³ | Correzione pressione kPa |
|---|---|---|
| 25 | 23 | 25 |
| 50 | 48 | 48 |
| 75 | 76 | 72 |
| 100 | 108 | 99 |
| 150 | 174 | 151 |
| 200 | 240 | 200 |
| 250 | 310 | 247 |
| 300 | 400 | 302 |
| 350 | 500 | 353 |
| 400 | 610 | 399 |
| 450 | 790 | 450 |

# ALLEGATO 5

# SONDAGGIO
# MIF5 PZ (30 m)

*ALL. 5.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 5.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 5.3 PROVA LEFRANC CV*

# SONDAGGIO
# MIF5 PZ (30 m)

# ALL. 5.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF5 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 08/01 - 14/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | **Quota**: 23,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 3 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF5 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 08/01 - 14/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | **Quota**: 23,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 2 di 3 |

## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)



## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF5 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 08/01 - 14/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | **Quota**: 23,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 3 di 3 |

## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)



## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



# SONDAGGIO
# MIF5 PZ (30 m)

# ALL. 5.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

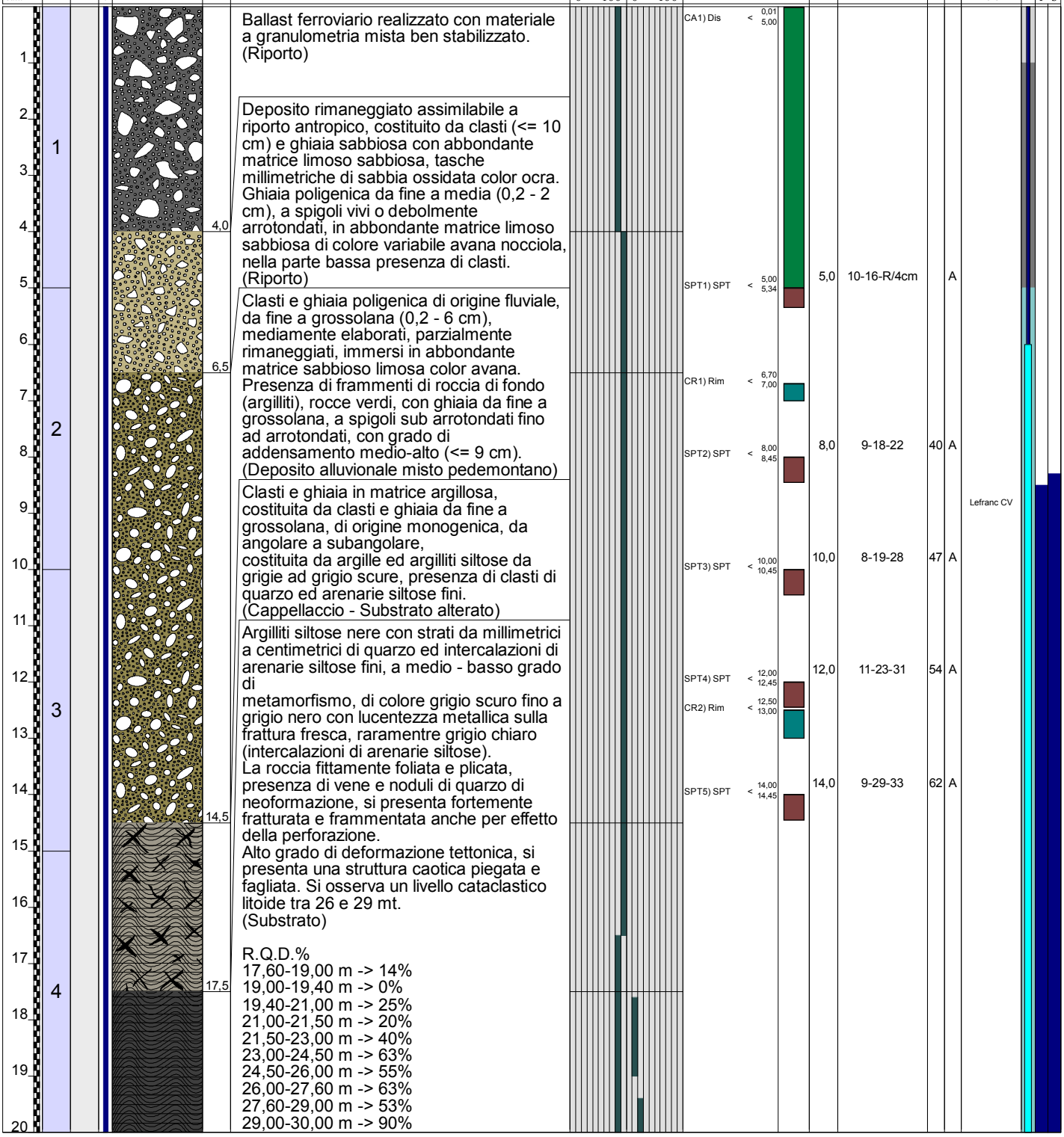
GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF5 - PZ (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 08/01 - 14/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF5 - PZ (30 mt)





GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF5 - PZ (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 08/01 - 14/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF5 - PZ (30 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione, si presenta fortemente fratturata e frammentata anche per effetto della perforazione. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata. Si osserva un livello cataclastico litoide tra 26 e 29 mt. (Substrato) | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | R.Q.D.% 17,60-19,00 m -> 14% 19,00-19,40 m -> 0% 19,40-21,00 m -> 25% 21,00-21,50 m -> 20% 21,50-23,00 m -> 40% 23,00-24,50 m -> 63% 24,50-26,00 m -> 55% 26,00-27,60 m -> 63% 27,60-29,00 m -> 53% 29,00-30,00 m -> 90% | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | 101 | | | 30,0 | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF5 - PZ (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 08/01 - 14/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF5 - PZ (30 mt)



Sondaggio: MIF5
Profondità raggiunta: 30 m
Sonda: CASAGRANDE M3D
Sondatore: SIG. Erennio Santoro
PROVE IN FORO: n°1
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (9,0 m)

- PROVE SPT: n°5
SPT1 (5,00 m) 10-16-R/4cm;
SPT2 (8,00 m) 9-18-22;
SPT3 (10,00 m) 8-19-28;
SPT4 (12,00 m) 11-23-31;
SPT5 (14,00 m) 9-29-33

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°0

CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°7
MIF5_SPT1 5,00-5,34 m - PA
MIF5_CR1 6,70-7,00 m
MIF5_SPT2 8,00-8,45 m - PA
MIF5_SPT3 10,00-10,45 m - PA
MIF5_SPT4 12,00-12,45 m - PA
MIF5_CR2 12,50-13,00 m
MIF5_SPT5 14,00-14,45 m - PA

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tipo di piezometro: Piezometro tipo Norton 2" PVC atossico
Data d'installazione: 13/01/2020
1° Tratto -> Cieco: 6 ml (da 0.0 a 6.0 m);
2° Tratto -> Fenestrato: 24 ml (da 6.0 a 30.0 m).
---
1° Tratto, cementato: 1 ml (da 0,0 a 1,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
2° Tratto, impermeabile: 1 ml (da 1,0 a 5,0 m) costituito da Compattonite in pellets;
3° Tratto, drenante: 18 ml (da 5,0 a 30,0 m) costituito da Ghiaietto pulito arrotondato (da 1 a 4 mm);
Caratteristiche del chiusino: Chiusino in metallo ad alta visibilità

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

| Giorno | 15/01/20 | 31/01/20 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ora | mattina | sera | | | | | | | | |
| Livello dell'acqua (m) | 8,30 | 8,30 | | | | | | | | |
| Prof. perforazione(m) | 30,00 | 30,00 | | | | | | | | |
| Prof. rivestimento(m) | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF5 - PZ (30 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 08/01 - 14/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'0.49"N 8°53'37.10"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
11) Simbolo del campione
12) Profondità di inizio della prova S.P.T.
13) Prova S.P.T.
14) Valore di Nspt
15) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
16) Prove in foro
17) Piezometri
18) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella drenaggio cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF5 PZ (30 m)

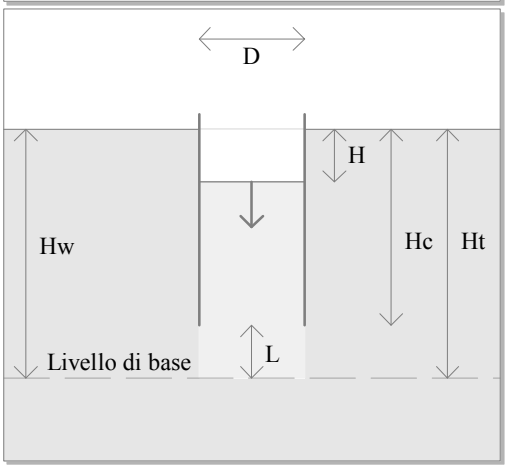
# ALL. 5.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

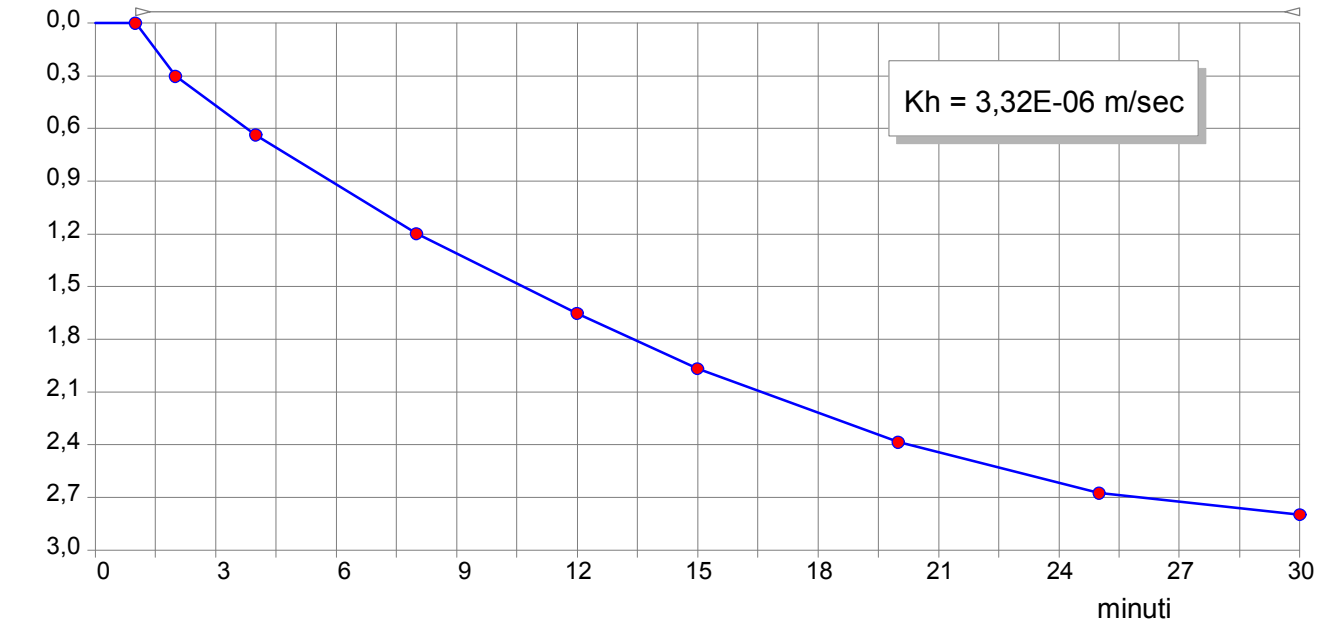
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF5 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 10,00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 1,00 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 9,00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 10,00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 1,00 |
| Coefficiente di forma | 1,00 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 9,0 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 9,0 | 0,0 | 2,35E-08 | | | | |
| 2 | 8,7 | 0,3 | 7,19E-06 | | | | |
| 4 | 8,4 | 0,6 | 4,15E-06 | | | | |
| 8 | 7,8 | 1,2 | 3,67E-06 | | | | |
| 12 | 7,3 | 1,7 | 3,17E-06 | | | | |
| 15 | 7,0 | 2,0 | 3,06E-06 | | | | |
| 20 | 6,6 | 2,4 | 2,59E-06 | | | | |
| 25 | 6,3 | 2,7 | 1,90E-06 | | | | |
| 30 | 6,2 | 2,8 | 8,20E-07 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# ALLEGATO 6

# SONDAGGIO
# MIF6 PZ (35 m)

*ALL. 6.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 6.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 6.3 PROVA LEFRANC CV*

# SONDAGGIO
# MIF6 PZ (35 m)

# ALL. 6.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF6 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 13/01 - 17/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | **Quota**: 26,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 4 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF6 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 13/01 - 17/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | **Quota**: 26,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 2 di 4 |

## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)



## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF6 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 13/01 - 17/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | **Quota**: 26,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 3 di 4 |

## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)




## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF6 |
| **Riferimento**: Metro Genova tratta Brin - Canepari | **Data**: 13/01 - 17/01/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | **Quota**: 26,0 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 4 di 4 |

## CASSETTA 7 (30.0 – 35.0 m)



## POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF6 PZ (35 m)

# ALL. 6.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

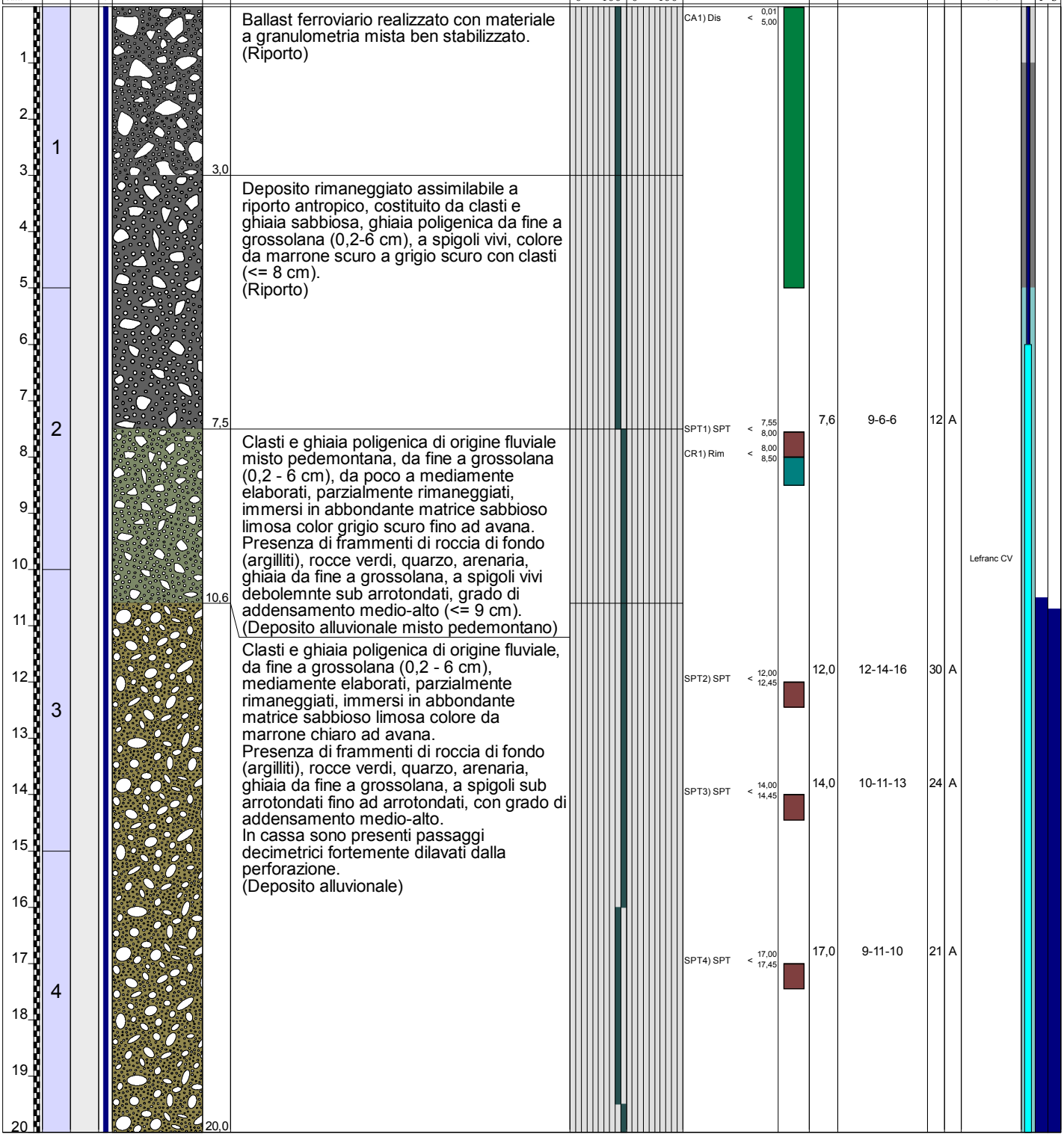
GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF6 - PZ (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 13/01 - 17/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF6 - PZ (35 mt)





GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF6 - PZ (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 13/01 - 17/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF6 - PZ (35 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | Rv | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | Ars |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | | | | | | Limo argilloso sabbioso con ghiaia fine colore da marrone chiaro a grigio chiaro, che passa a sabbia limosa e ghiaiosa nella parte bassa dell'intervallo, con ghiaia (in prevalenza argillite e quarzo) da fine a grossolana, con presenza di clasti a spigoli vivi fino a sub arrotondati, con grado di addensamento medio-alto. (Deposito alluvionale) | | | Cl1) Maz < 20,40 21,00 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | SPT5) SPT < 22,00 22,45 | 22,0 | 6-7-9 | 16 | A | | | |
| 23 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | 24,0 | R/5cm | | A | | | |
| 25 | | | | | 25,0 | Clasti e ghiaia in matrice argillosa sabbiosa, costituita da clasti e ghiaia da fine a grossolana, di origine monogenica (argillite e quarzo), da angolare a subangolare, costituita da frammenti di roccia di fondo da avana ad grigio scuro, presenza di clasti di quarzo ed arenarie siltose fini. (Cappellaccio - Substrato alterato) | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | 27,0 | 7-8-9 | 17 | A | | | |
| 28 | 6 | | | | 28,2 | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione, con foliazione disposta mediamente a circa 30° rispetto all'asse di avanzamento della perforazione, marcato da vene di quarzo. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, maanche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato) R.Q.D.% 28,00-29,80 m -> 55% 29,80-31,10 m -> 76% 31,10-32,50 m -> 78% 32,50-33,50 m -> 45% 33,50-35,00 m -> 63% | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | 101 | | | 35,0 | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF6 - PZ (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 13/01 - 17/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :100

# STRATIGRAFIA - MIF6 - PZ (35 mt)



Sondaggio: MIF6
Sonda: GELMA1
Profondità raggiunta: 35 m
Sondatore: SIG. Samuele Guerrera

- PROVE IN FORO: n°1
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (10,0 m)

- PROVE SPT: n°7
SPT1 (7,55 m) 9-6-6
SPT2 (12,00 m) 12-14-16
SPT3 (14,00 m) 10-11-13
SPT4 (17,00 m) 9-11-10
SPT5 (22,00 m) 6-7-9
SPT6 (24,00 m) R/3cm
SPT7 (27,00 m) 7-8-9

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°1
MIF6_CI1 (20,40 - 21,00 m)

CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°7
MIF6_SPT1 7,55-8,00 m - PA
MIF6_CR1 8,00-8,50 m
MIF6_SPT2 12,00-12,45 m - PA
MIF6_SPT3 14,00-14,45 m - PA
MIF6_SPT4 17,00-17,45 m - PA
MIF6_SPT5 22,00-22,45 m - PA
MIF6_SPT7 27,00-27,45 m - PA

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tipo di piezometro: Piezometro tipo Norton 2" PVC atossico
Data d'installazione: 20/01/2020
1° Tratto -> Cieco: 6 ml (da 0.0 a 6.0 m);
2° Tratto -> Fenestrato: 29 ml (da 6.0 a 35.0 m).
---
1° Tratto, cementato: 1 ml (da 0,0 a 1,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
2° Tratto, impermeabile: 1 ml (da 1,0 a 5,0 m) costituito da Compattonite in pellets;
3° Tratto, drenante: 18 ml (da 5,0 a 35,0 m) costituito da Ghiaietto pulito arrotondato (da 1 a 4 mm);
Caratteristiche del chiusino: Chiusino in metallo ad alta visibilità

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

| Giorno | 31/01/20 | 13/02/20 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ora | sera | sera | | | | | | | | |
| Livello dell'acqua (m) | assente | 10,50 | | | | | | | | |
| Prof. perforazione(m) | 35,00 | 35,00 | | | | | | | | |
| Prof. rivestimento(m) | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF6 - PZ (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Data: 13/01 - 17/01/2020 |
| Coordinate: 44°26'6.65"N 8°53'36.13"E | Quota: 23,0 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
11) Simbolo del campione
12) Profondità di inizio della prova S.P.T.
13) Prova S.P.T.
14) Valore di Nspt
15) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
16) Prove in foro
17) Piezometri
18) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella drenaggio cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF6 PZ (35 m)

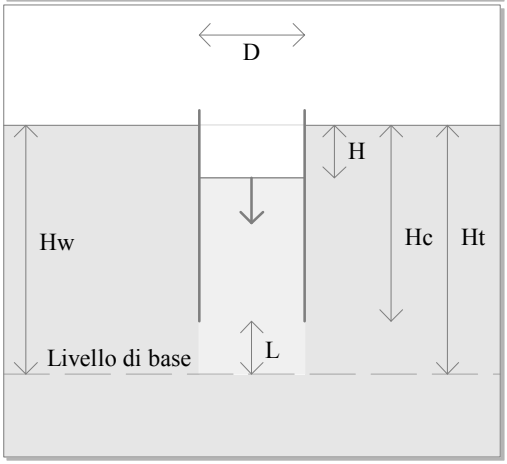
# ALL. 6.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

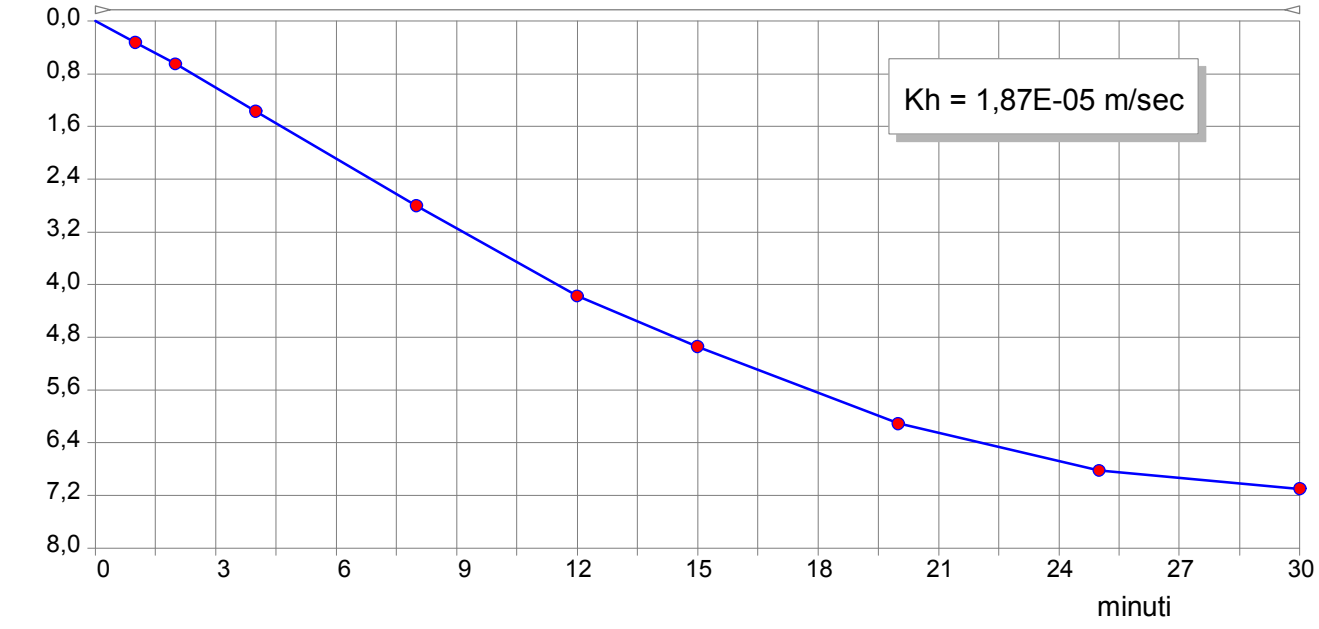
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF6 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 10,50 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 1,00 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 10,00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 10,50 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 0,50 |
| Coefficiente di forma | 0,50 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 9,5 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 9,2 | 0,3 | 1,48E-05 | | | | |
| 2 | 8,9 | 0,7 | 1,51E-05 | | | | |
| 4 | 8,1 | 1,4 | 1,80E-05 | | | | |
| 8 | 6,7 | 2,8 | 2,04E-05 | | | | |
| 12 | 5,3 | 4,2 | 2,41E-05 | | | | |
| 15 | 4,6 | 4,9 | 2,20E-05 | | | | |
| 20 | 3,4 | 6,1 | 2,49E-05 | | | | |
| 25 | 2,7 | 6,8 | 2,00E-05 | | | | |
| 30 | 2,4 | 7,1 | 9,25E-06 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



Stazione Appaltante:

COMUNE DI GENOVA

Intervento/Opera:

# OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA DI GENOVA

## TRATTE FUNZIONALI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ

BRIN-CANEPARI CUP: B34J18000220001 BRIGNOLE-MARTINEZ CUP: B34J1800023001 CIG: 8344689F31

# PROGETTO ESECUTIVO

| RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: | DIRETTORE DEI LAVORI: | COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE |
|---|---|---|
| Ing. Pierpaolo FOGLINO | Ing. Alessandro ALIOTTA | Ing. Vincenzo SECRETI |

APPALTATORE:

conpat
CAPOGRUPPO

ReseArch
MANDANTE

PROGETTISTI:

CAPOGRUPPO

HYpro
DT: Ing. Vincenzo SECRETI

MANDANTI

FERROTRAMVIARIA ENGINEERING SPA
DT: Ing. Antonio DI LEO

ETS Engineering and Technical Services S.p.A.
DT: Ing. Giambattista PARIETTI

DT: Ing. Giulio FILIPPELLO

Titolo elaborato:

TRATTA BRIN - CANEPARI
RILIEVI E INDAGINI
GENERALE
REPORT INDAGINI GEOFISICHE

Coordinatore della Progettazione e Responsabile integrazioni specialistiche

Ing. Vincenzo SECRETI

Codice elaborato:

| COMMESSA | ANNO | RTP | FASE | OPERA | DISCIPLINA | WBS | TIPO | PROGR. | REV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A124VI | 21 | H | PE | MGC | RIL | COM | RR | 002 | 0 |

SCALA: -

| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 10/09/2021 | Prima Emissione | C. LEONETTI | G. CERCHIARO | V. SECRETI |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

# 1 PREMESSA

Il presente rapporto illustra e sintetizza i risultati delle indagini geofisiche eseguite presso la stazione metropolitana Brin di Genova. Finalità dell'intervento è stata la caratterizzazione dal punto di vista sismico delle unità geolitologiche e rispettivi moduli dinamici dei materiali carotati nei fori di sondaggio, la ricostruzione di un modello sismo-stratigrafico in termini di Vp e Vs per la determinazione del parametro $Vs_{eq}$ e la definizione di categoria sismica del suolo di fondazione ai sensi delle NTC 2018.

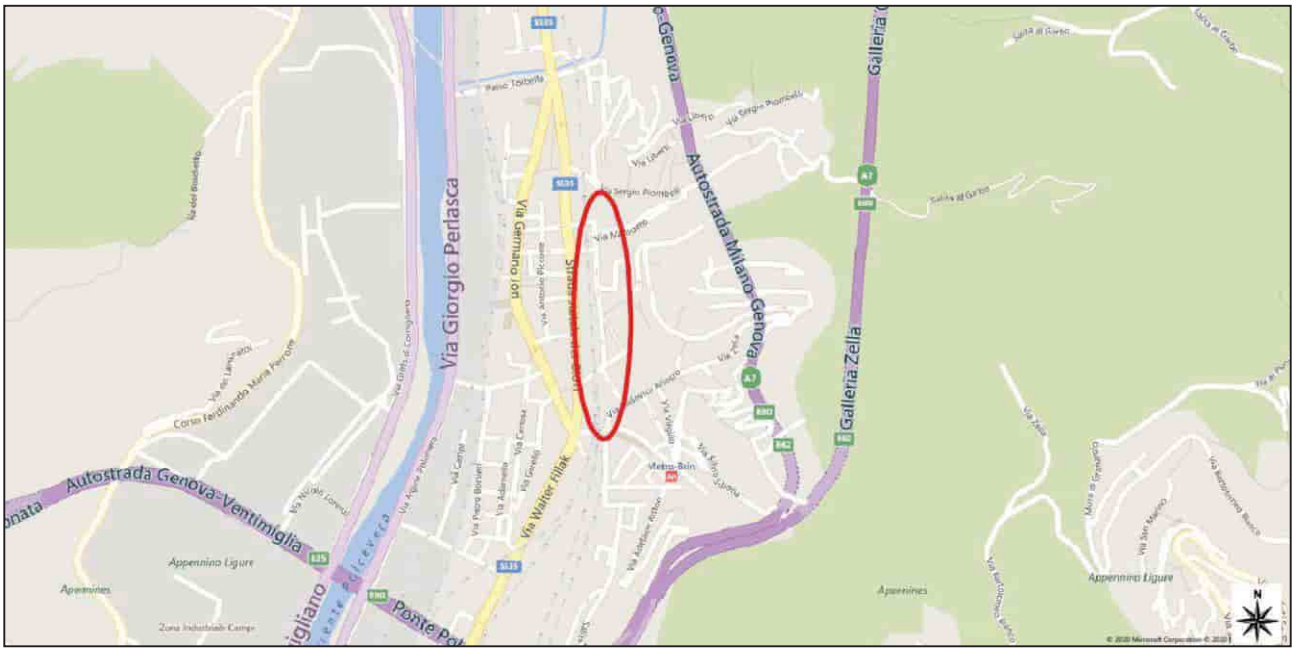



*Fig. 1 – Ubicazione della zona d'indagine su mappa stradale.*

A tale scopo sono stati realizzati:

- N. 2 prove sismiche in foro di tipo Down-Hole, denominate **DH1** e **DH3**, registrate rispettivamente nei fori di sondaggio **MIF1** e **MIF3**;
- N. 2 stendimenti sismici con acquisizione di tipo MASW /Re.Mi., denominati **M1** e **M2** e costituiti rispettivamente da n. 14 geofoni posizionati ad intervalli regolari di 4.0m (M1) e da n. 24 geofoni ad interdistanza di 2.5 m (M2). Dati l'elevato rumore di fondo e le particolari condizioni logistiche presenti nel sito in cui è stata eseguita la prova M1, essa è stata implementata con una prova sismica passiva di tipo ESAC con geometria indicata in Fig. 2.




*Fig. 2 – Ubicazione planimetrica delle indagini sismiche eseguite (base ortofoto scala 1:2500). In viola sono indicate le prove MASW / Re.Mi / ESAC, il cerchio viola è rappresentativo della verticale d'indagine del volume di terreno indagato; nel caso della prova ESAC è riportata inoltre la geometria con indicata la posizione dei geofoni (G1, G3, ecc.). In verde è indicata l'ubicazione dei sondaggi geognostici in cui sono state eseguite le prove Down-Hole DH1 e DH2 (in marrone).*

## SOMMARIO

**1 PREMESSA ..... 3**
**2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI SITI ..... 6**
**3 PROVE SISMICHE IN FORO – DOWN HOLE ..... 8**
3.1 Acquisizione dati ..... 8
3.2 Elaborazione e restituzione dei dati ..... 8
3.3 Prova DH1 ..... 10
3.4 Prova DH3 ..... 14
**4 MISURA DELLA $VS_{eq}$ TRAMITE PROVE SISMICHE MASW / Re.Mi. / ESAC ..... 18**
4.1 Prova MASW ..... 18
4.2 Prova Re.Mi. ..... 18
4.3 Prova ESAC ..... 19
4.4 Acquisizione dei dati ..... 19
4.5 Elaborazione dati e analisi dei risultati ..... 21
4.5.1 Prova M1 ..... 22
4.5.2 Prova M2 ..... 24

## 1 PREMESSA

Il presente rapporto illustra e sintetizza i risultati delle indagini geofisiche eseguite presso la stazione metropolitana Brin di Genova. Finalità dell'intervento è stata la caratterizzazione dal punto di vista sismico delle unità geolitologiche e rispettivi moduli dinamici dei materiali carotati nei fori di sondaggio, la ricostruzione di un modello sismo-stratigrafico in termini di Vp e Vs per la determinazione del parametro $Vs_{eq}$ e la definizione di categoria sismica del suolo di fondazione ai sensi delle NTC 2018.

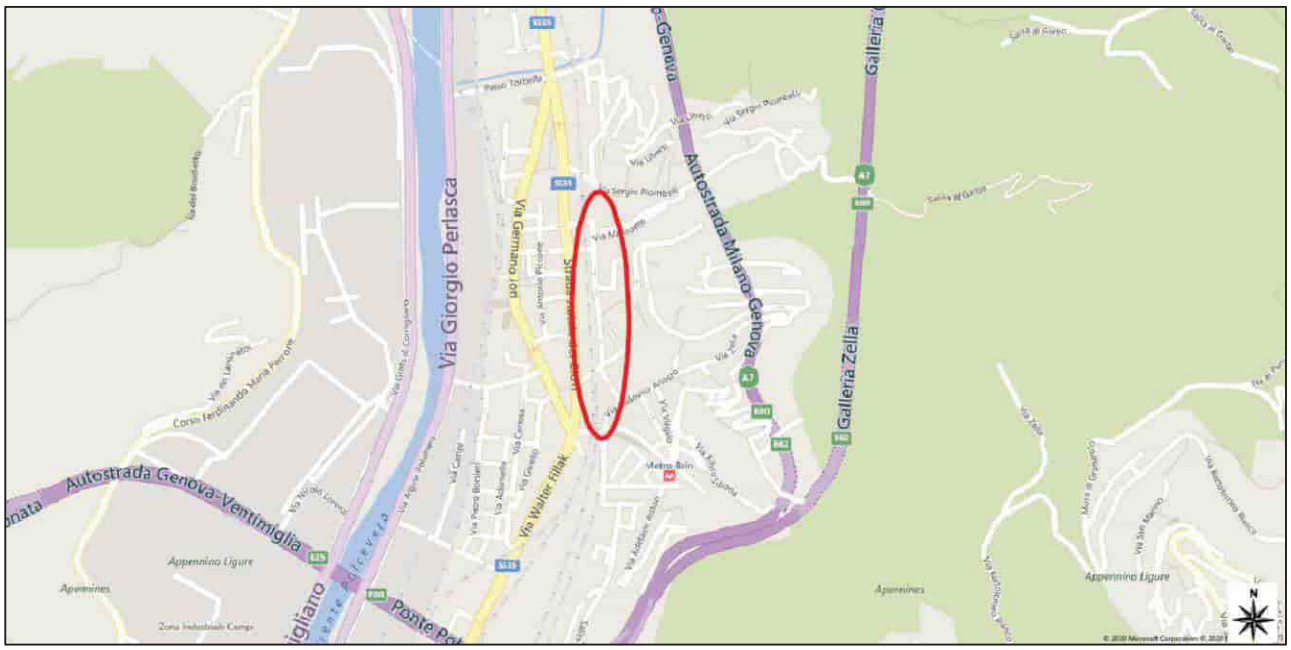



*Fig. 1 – Ubicazione della zona d'indagine su mappa stradale.*

A tale scopo sono stati realizzati:

- N. 2 prove sismiche in foro di tipo Down-Hole, denominate **DH1** e **DH3**, registrate rispettivamente nei fori di sondaggio **MIF1** e **MIF3**;
- N. 2 stendimenti sismici con acquisizione di tipo MASW /Re.Mi., denominati **M1** e **M2** e costituiti rispettivamente da n. 14 geofoni posizionati ad intervalli regolari di 4.0m (M1) e da n. 24 geofoni ad interdistanza di 2.5 m (M2). Dati l'elevato rumore di fondo e le particolari condizioni logistiche presenti nel sito in cui è stata eseguita la prova M1, essa è stata implementata con una prova sismica passiva di tipo ESAC con geometria indicata in Fig. 2.




*Fig. 2 – Ubicazione planimetrica delle indagini sismiche eseguite (base ortofoto scala 1:2500). In viola sono indicate le prove MASW / Re.Mi / ESAC, il cerchio viola è rappresentativo della verticale d'indagine del volume di terreno indagato; nel caso della prova ESAC è riportata inoltre la geometria con indicata la posizione dei geofoni (G1, G3, ecc.). In verde è indicata l'ubicazione dei sondaggi geognostici in cui sono state eseguite le prove Down-Hole DH1 e DH2 (in marrone).*




*Fig. 3 – Energizzazione in onde P (sopra) e in onde S (sotto) durante la prova Down-Hole DH1.*



*Fig. 4 – Stendimento sismico relativo alla prova MASW / Re.Mi. M2.*

## 2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI SITI

La normativa D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni" aggiornata con D.M. del 17 gennaio 2018, afferma che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (punto 3.2.2), deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio $V_S$.

I valori di $V_S$ sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche per i terreni a grana fine.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \qquad [3.2.1]$$

con:

| | |
|---|---|
| $h_i$ | spessore dell'i-esimo strato; |
| $V_{S,i}$ | velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato; |
| N | numero di strati; |
| H | profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s. |

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano d' imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano d'imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $Vs_{,eq}$ è definita dal parametro $Vs_{30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| Categoria | Caratteristiche sismiche del sottosuolo |
|---|---|
| A | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle NTC 2018.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

# 3 PROVE SISMICHE IN FORO – DOWN HOLE

Per la definizione dei valori di Vp, Vs e $Vs_{eq}$ ai sensi delle NTC 2018 e dei moduli dinamici dei terreni carotati, in corrispondenza dei sondaggi **MIF1** e **MIF3**, opportunamente attrezzati, sono stati effettuate n.2 prove Down-Hole denominate **DH1** e **DH3**.

## 3.1 Acquisizione dati

La tecnica del Down-Hole consiste nel misurare i tempi di arrivo delle onde sismiche P e S, generate da una specifica sorgente ad un geofono tridimensionale (costituito da tre geofoni orientati secondo le tre direzioni spaziali) posto in un foro di sondaggio a profondità crescenti.

Le onde di compressione (P) sono state create con impulsi verticali generati da una massa battente agente in prossimità del sondaggio (Fig. 5).

Le onde di taglio (S), sono state generate con impulsi orizzontali ottenuti battendo su lati opposti di due tavole rese solidali con il terreno dal peso del veicolo d'appoggio.

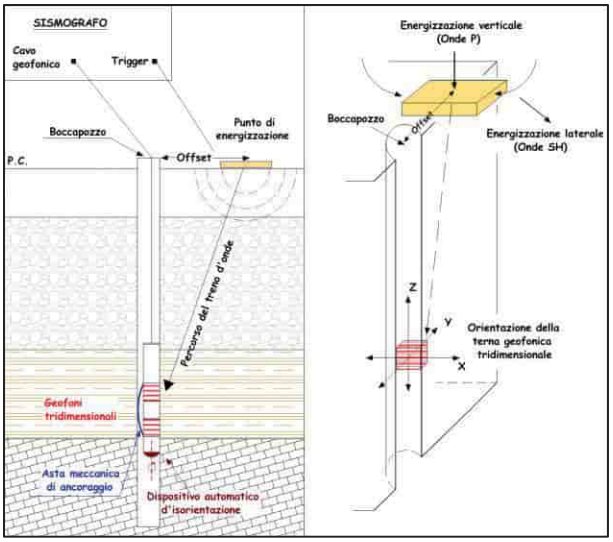



*Fig. 5 – Schema prova Down-Hole.*

In fase di elaborazione, per quanto riguarda le Vs, sono stati analizzati solamente i film sismici dei "primi arrivi" migliori dal punto di vista qualitativo, inerenti uno solo dei due sensi di battitura.

## 3.2 Elaborazione e restituzione dei dati

Dai sismogrammi registrati sono stati "letti" i tempi di arrivo (picking) delle onde sismiche P e S, ad ogni intervallo di profondità raggiunto dal geofono. Il calcolo delle velocità sismiche infatti è stato realizzato attraverso la misura della differenza di tempi fra posizioni differenti del geofono ed il punto di energizzazione.

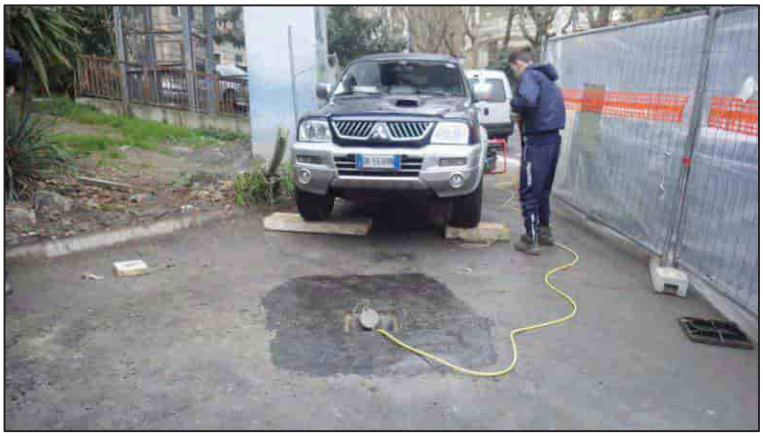
Nei grafici, contenuti nei paragrafi 3.3 e 3.4 sono visualizzati i sismogrammi acquisiti con il relativo "picking", l'andamento delle velocità sismiche Vp e Vs calcolate per ciascun intervallo di profondità e le tabelle di sintesi dei dati elaborati, unitamente ai moduli dinamici calcolati sulla base dei parametri sismici e degli specifici valori di peso di volume (γ) delle litologie presenti. In dettaglio sono riportati:

- Velocità Onde P= Vp;
- Velocità Onde S= Vs;
- Rapporto Vp/Vs;
- Rapporto di Poisson σ;
- Modulo di taglio G din;
- Modulo di Young E din;
- Modulo di compressione Ev.

L'analisi dei dati relativi alla velocità delle onde di taglio (Vs) ha consentito inoltre di definire la categoria sismica del suolo:

| |
|---|
| **Down-Hole DH1:** valore di $\mathbf{Vs_{eq}}$ pari a **395 m/s** ($H_{rif}$=da 0 a 30 m da p.c.) definisce un suolo di **Categoria B** |
| **Down-Hole DH3:** valore di $\mathbf{Vs_{eq}}$ pari a **503 m/s** ($H_{rif}$=da 0 a 30 m da p.c.) definisce un suolo di **Categoria B** |

### 3.3 Prova DH1



*Piazzola.*




*Ubicazione territoriale.*



*Energizzazione in onde P.*





*Energizzazione in onde S.*

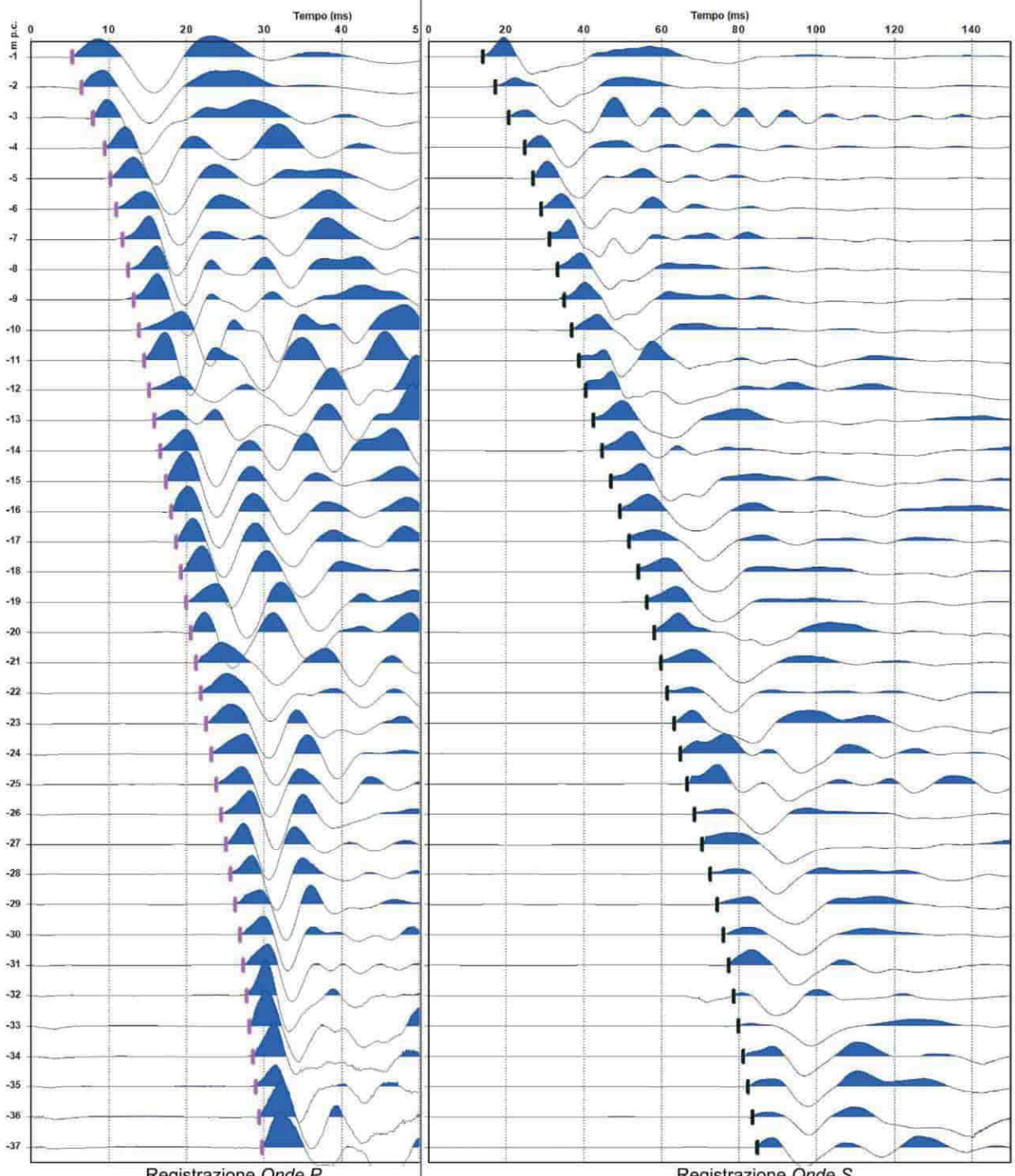
**Commento**

- Relativamente alle velocità sismiche **Vp** nei primi 4.0 m di spessore si registrano velocità inferiori a 550 m/s. Al di sotto le velocità subiscono un netto incremento superando, a -6.0 m dal p.c., i 1000 m/s. Segue un'alternanza dei valori nella quale le **Vp** si mantengono comprese tra 1000 m/s e 1700 m/s. A partire da -31.0 m dal p.c. le velocità **Vp** incrementano ulteriormente superando i 2200 m/s fino valori prossimi a 2500 m/s a fondo foro; tali valori sono riferibili al substrato roccioso a diverso grado di fratturazione.
- Per le velocità **Vs** si descrivono valori inferiori a 200 m/s fino -4.0 m dal p.c.. Segue un incremento di velocità fino a -9.0 m dal p.c. con valori prossimi a 500 m/s, e successivamente un'alternanza nell'andamento delle **Vs** le quali rimangono comprese tra 400 e 620 m/s. Infine a partire da -31.0 m dal p.c. le velocità **Vs** superano i 700 m/s fino a valori superiori a 820 m/s in prossimità del fondo foro; si registra quindi il passaggio al substrato roccioso a diverso grado di fratturazione.

SISMOGRAMMI

DOWN HOLE

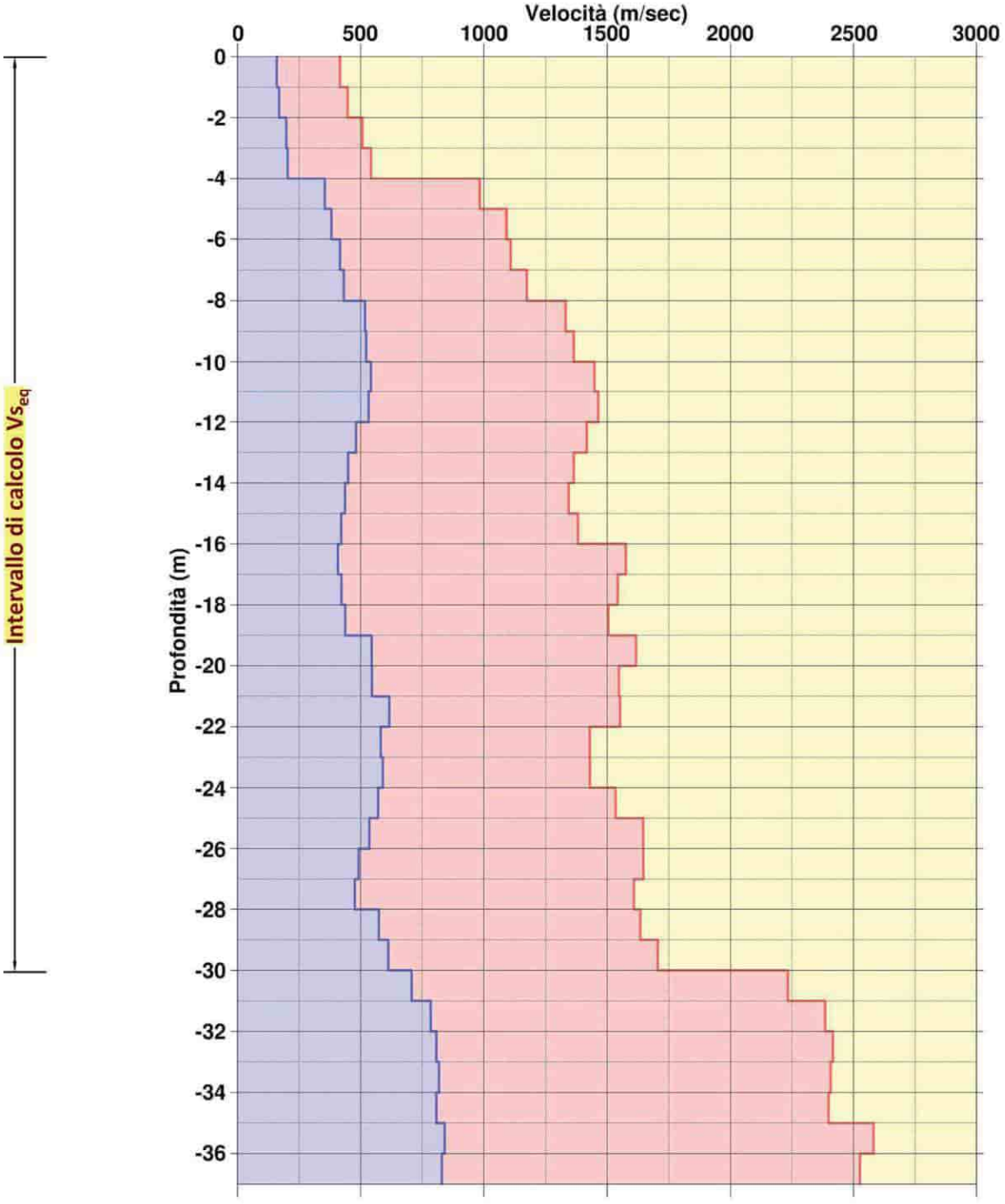
**DH1**
**MIF1**




Registrazione *Onde P*

Registrazione *Onde S*

GRAFICO VELOCITÀ | DOWN HOLE | **DH1** MIF1




Velocità Onde VSH

Velocità Onde VP

$Vs_{eq}$ = **395 m/sec**

***calcolata da 0.0 a 30.0 m p.c.***

*Classificazione sismica del suolo di fondazione:*

**Categoria B**

## TABELLA PARAMETRI — DOWN HOLE — DH1 MIF1

| Prof. (m) | TP letti (ms) | TP corretti (ms) | VP (m/s) | TSH letti (ms) | TSH corretti (ms) | VSH (m/s) | VP/VSH | Rapporto di Poisson | Mod. taglio G Gdin (MPa) | Mod. Young E Edin (MPa) | Mod. Comp. Vol. Ev (MPa) | Densità (t/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | 416 | | | 203 | 2.05 | 0.34 | 7.2E+01 | 1.9E+02 | 2.0E+03 | 1.70 |
| -1 | 5.375 | 2.404 | 416 | 14.063 | 6.289 | 159 | 2.62 | 0.41 | 4.4E+01 | 1.2E+02 | 2.4E+03 | 1.70 |
| -2 | 6.563 | 4.641 | 447 | 17.263 | 12.206 | 169 | 2.64 | 0.42 | 5.0E+01 | 1.4E+02 | 2.8E+03 | 1.70 |
| -3 | 7.948 | 6.613 | 507 | 20.740 | 17.257 | 198 | 2.56 | 0.41 | 6.8E+01 | 1.9E+02 | 3.5E+03 | 1.70 |
| -4 | 9.457 | 8.458 | 542 | 24.801 | 22.183 | 203 | 2.67 | 0.42 | 7.2E+01 | 2.0E+02 | 4.1E+03 | 1.70 |
| -5 | 10.206 | 9.476 | 983 | 26.934 | 25.008 | 354 | 2.78 | 0.43 | 2.3E+02 | 6.6E+02 | 1.5E+04 | 1.80 |
| -6 | 10.954 | 10.392 | 1091 | 29.127 | 27.633 | 381 | 2.86 | 0.43 | 2.7E+02 | 7.9E+02 | 1.9E+04 | 1.85 |
| -7 | 11.748 | 11.296 | 1107 | 31.238 | 30.036 | 416 | 2.66 | 0.42 | 3.3E+02 | 9.3E+02 | 1.9E+04 | 1.85 |
| -8 | 12.522 | 12.148 | 1173 | 33.352 | 32.357 | 431 | 2.72 | 0.42 | 3.5E+02 | 1.0E+03 | 2.1E+04 | 1.85 |
| -9 | 13.215 | 12.900 | 1330 | 35.127 | 34.291 | 517 | 2.57 | 0.41 | 5.1E+02 | 1.4E+03 | 2.7E+04 | 1.85 |
| -10 | 13.904 | 13.634 | 1363 | 36.924 | 36.207 | 522 | 2.61 | 0.41 | 5.2E+02 | 1.5E+03 | 2.8E+04 | 1.85 |
| -11 | 14.560 | 14.325 | 1447 | 38.675 | 38.052 | 542 | 2.67 | 0.42 | 5.6E+02 | 1.6E+03 | 3.2E+04 | 1.85 |
| -12 | 15.215 | 15.008 | 1463 | 40.482 | 39.931 | 532 | 2.75 | 0.42 | 5.3E+02 | 1.5E+03 | 3.3E+04 | 1.85 |
| -13 | 15.899 | 15.715 | 1416 | 42.505 | 42.010 | 481 | 2.94 | 0.43 | 4.4E+02 | 1.3E+03 | 3.2E+04 | 1.85 |
| -14 | 16.615 | 16.448 | 1363 | 44.687 | 44.237 | 449 | 3.04 | 0.44 | 3.8E+02 | 1.1E+03 | 3.0E+04 | 1.85 |
| -15 | 17.345 | 17.193 | 1343 | 46.943 | 46.531 | 436 | 3.08 | 0.44 | 3.6E+02 | 1.0E+03 | 2.9E+04 | 1.85 |
| -16 | 18.056 | 17.917 | 1381 | 49.287 | 48.906 | 421 | 3.28 | 0.45 | 3.4E+02 | 9.7E+02 | 3.2E+04 | 1.85 |
| -17 | 18.680 | 18.552 | 1575 | 51.718 | 51.363 | 407 | 3.87 | 0.46 | 3.2E+02 | 9.4E+02 | 4.4E+04 | 1.90 |
| -18 | 19.318 | 19.200 | 1542 | 54.064 | 53.733 | 422 | 3.65 | 0.46 | 3.5E+02 | 1.0E+03 | 4.1E+04 | 1.90 |
| -19 | 19.975 | 19.865 | 1504 | 56.331 | 56.021 | 437 | 3.44 | 0.45 | 3.7E+02 | 1.1E+03 | 3.9E+04 | 1.90 |
| -20 | 20.586 | 20.484 | 1616 | 58.148 | 57.860 | 544 | 2.97 | 0.44 | 5.7E+02 | 1.7E+03 | 4.3E+04 | 1.90 |
| -21 | 21.226 | 21.130 | 1547 | 59.965 | 59.694 | 545 | 2.84 | 0.43 | 5.8E+02 | 1.6E+03 | 3.9E+04 | 1.90 |
| -22 | 21.865 | 21.775 | 1552 | 61.571 | 61.318 | 616 | 2.52 | 0.41 | 7.4E+02 | 2.1E+03 | 3.7E+04 | 1.90 |
| -23 | 22.560 | 22.475 | 1428 | 63.277 | 63.039 | 581 | 2.46 | 0.40 | 6.6E+02 | 1.8E+03 | 3.1E+04 | 1.90 |
| -24 | 23.255 | 23.175 | 1429 | 64.958 | 64.734 | 590 | 2.42 | 0.40 | 6.8E+02 | 1.9E+03 | 3.1E+04 | 1.90 |
| -25 | 23.903 | 23.827 | 1533 | 66.698 | 66.485 | 571 | 2.68 | 0.42 | 6.3E+02 | 1.8E+03 | 3.7E+04 | 1.90 |
| -26 | 24.507 | 24.435 | 1645 | 68.556 | 68.354 | 535 | 3.07 | 0.44 | 5.6E+02 | 1.6E+03 | 4.5E+04 | 1.90 |
| -27 | 25.111 | 25.043 | 1646 | 70.584 | 70.391 | 491 | 3.35 | 0.45 | 4.7E+02 | 1.4E+03 | 4.6E+04 | 1.90 |
| -28 | 25.730 | 25.664 | 1608 | 72.677 | 72.492 | 476 | 3.38 | 0.45 | 4.4E+02 | 1.3E+03 | 4.4E+04 | 1.90 |
| -29 | 26.339 | 26.276 | 1634 | 74.413 | 74.237 | 573 | 2.85 | 0.43 | 6.4E+02 | 1.8E+03 | 4.3E+04 | 1.90 |
| -30 | 26.923 | 26.863 | 1704 | 76.039 | 75.871 | 612 | 2.78 | 0.43 | 7.3E+02 | 2.1E+03 | 4.7E+04 | 1.90 |
| -31 | 27.368 | 27.311 | 2233 | 77.446 | 77.286 | 707 | 3.16 | 0.44 | 1.0E+03 | 3.0E+03 | 8.8E+04 | 2.00 |
| -32 | 27.785 | 27.730 | 2385 | 78.714 | 78.561 | 784 | 3.04 | 0.44 | 1.3E+03 | 3.6E+03 | 9.9E+04 | 2.00 |
| -33 | 28.196 | 28.144 | 2416 | 79.947 | 79.800 | 807 | 2.99 | 0.44 | 1.3E+03 | 3.8E+03 | 1.0E+05 | 2.00 |
| -34 | 28.609 | 28.560 | 2407 | 81.163 | 81.023 | 818 | 2.94 | 0.43 | 1.4E+03 | 3.9E+03 | 1.0E+05 | 2.00 |
| -35 | 29.024 | 28.977 | 2398 | 82.396 | 82.262 | 807 | 2.97 | 0.44 | 1.3E+03 | 3.8E+03 | 1.0E+05 | 2.00 |
| -36 | 29.410 | 29.364 | 2581 | 83.580 | 83.451 | 841 | 3.07 | 0.44 | 1.5E+03 | 4.4E+03 | 1.2E+05 | 2.10 |
| -37 | 29.804 | 29.760 | 2526 | 84.781 | 84.657 | 829 | 3.05 | 0.44 | 1.5E+03 | 4.2E+03 | 1.2E+05 | 2.10 |

## 3.4 Prova DH3



*Piazzola.*




*Ubicazione territoriale.*



*Energizzazione in onde P.*





*Energizzazione in onde S.*

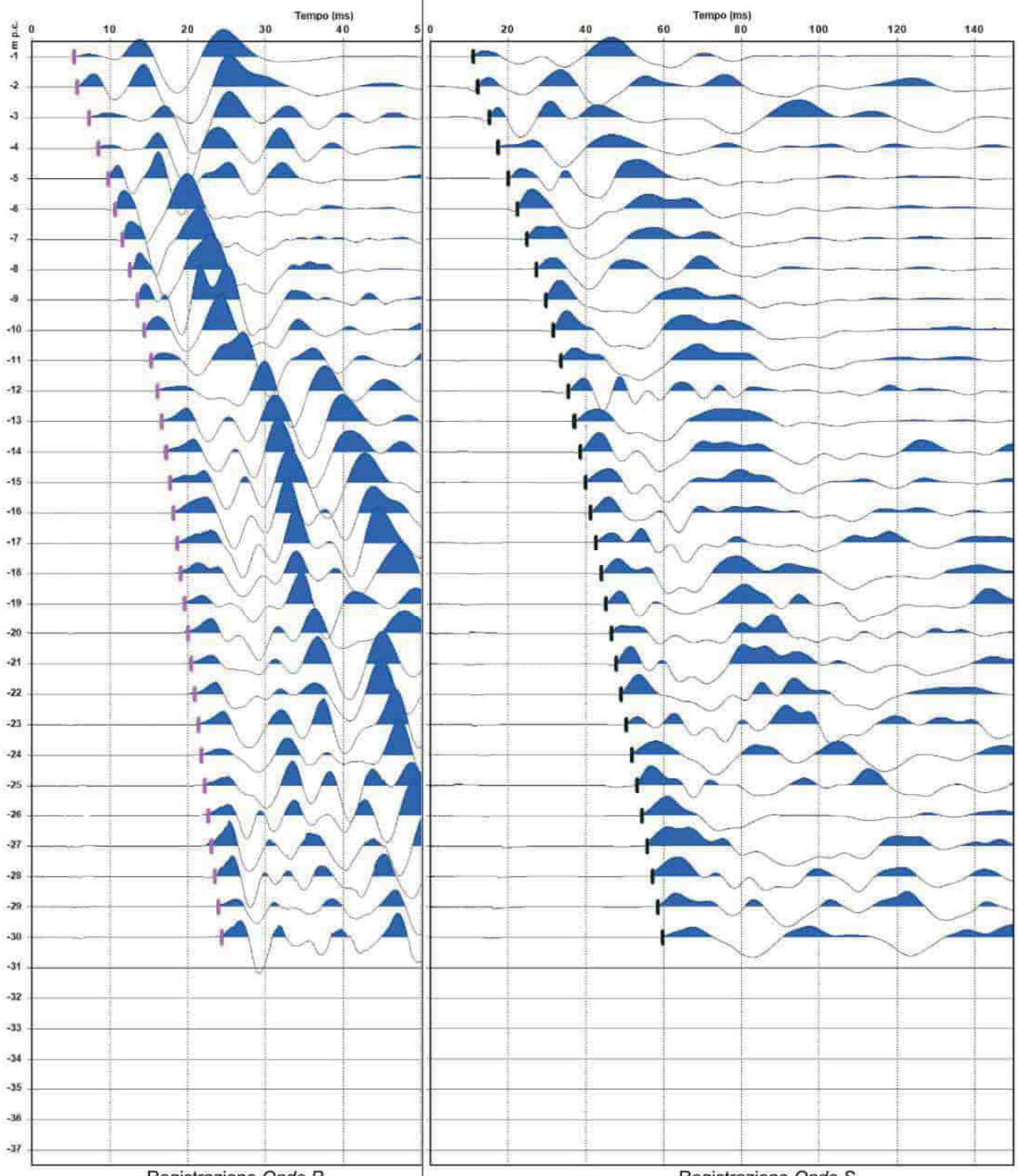
**Commento**

- Relativamente alle velocità sismiche **Vp** i primi 12.0 m di spessore sono caratterizzati complessivamente da un andamento dei valori in progressivo aumento da 400 a 1200 m/s. Al di sotto si registra un brusco incremento dei valori di **Vp**, associabile al graduale passaggio alle porzioni a diverso grado di fratturazione del substrato roccioso, le velocità oltrepassano i 1670 m/s e a partire da -16.0 m dal p.c. superano i 2000 m/s, attestandosi fino a fondo foro su valori compresi tra 2000 e 2330 m/s.
- Per le velocità **Vs** si descrive un graduale incremento dei valori, che a partire da 200 m/s in prossimità del p.c. raggiungono i 510 m/s ad una profondità di -12.0 m dal p.c.. Al di sotto, dopo un leggero incremento dei valori di **Vs**, a partire da -15.0 m dal p.c. le velocità rimangono pressoché costanti fino a fondo foro registrando valori medi di 750 m/s.

SISMOGRAMMI

DOWN HOLE

**DH3**
**MIF3**



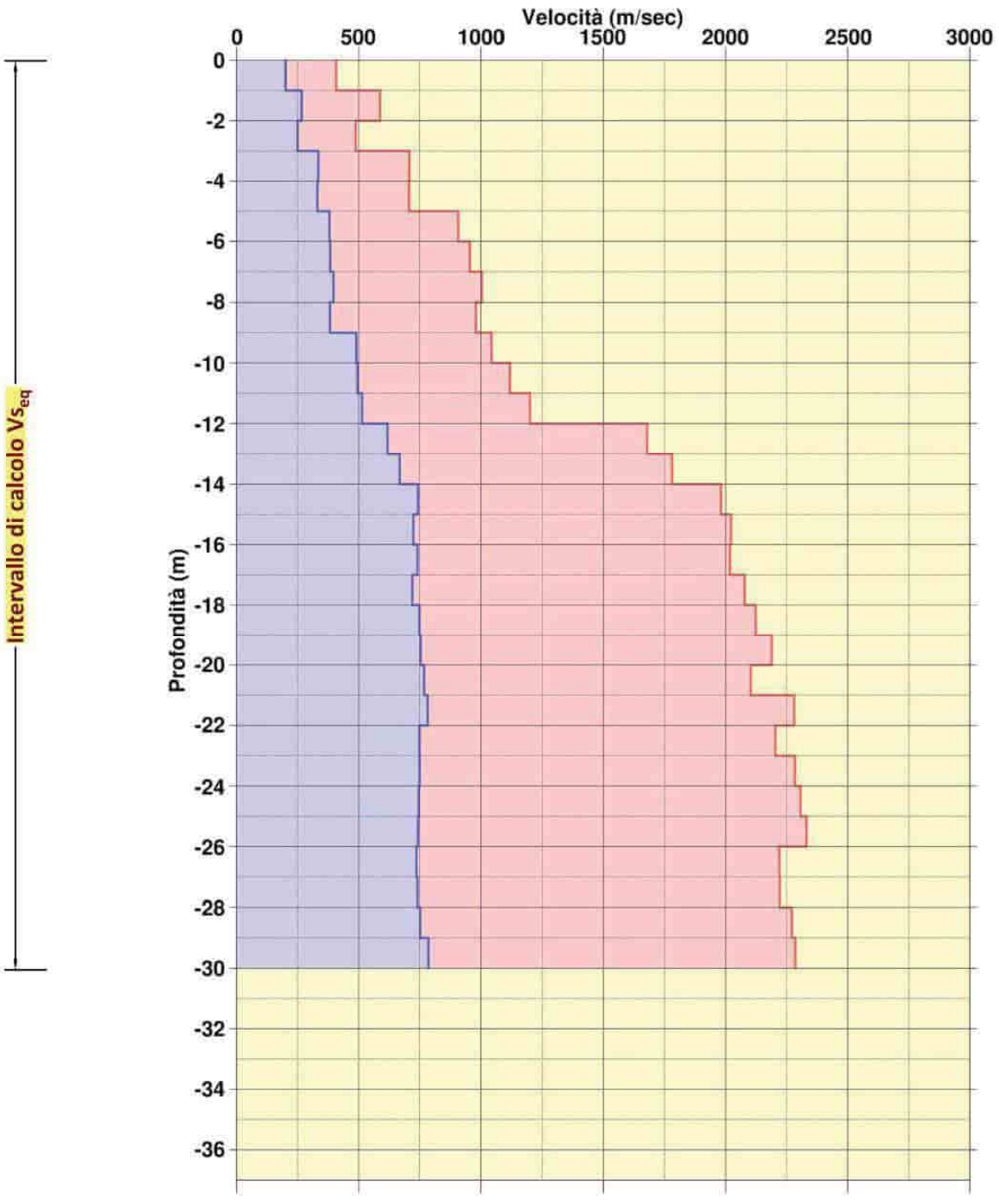

Registrazione *Onde P*

Registrazione *Onde S*

GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

**DH3**
**MIF3**




Velocità Onde VSH

Velocità Onde VP

$Vs_{eq}$ = **503 m/sec**

***calcolata da 0.0 a 30.0 m p.c.***

*Classificazione sismica del suolo di fondazione:*

**Categoria B**

## TABELLA PARAMETRI — DOWN HOLE — DH3 MIF3

| Prof. (m) | TP letti (ms) | TP corretti (ms) | VP (m/s) | TSH letti (ms) | TSH corretti (ms) | VSH (m/s) | VP/VSH | Rapporto di Poisson | Mod. taglio G Gdin (MPa) | Mod. Young E Edin (MPa) | Mod. Comp. Vol. Ev (MPa) | Densità (t/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | 407 | | | 201 | 2.02 | 0.34 | 7.0E+01 | 1.9E+02 | 1.9E+03 | 1.70 |
| -1 | 5.494 | 2.457 | 407 | 11.125 | 4.975 | 201 | 2.02 | 0.34 | 7.0E+01 | 1.9E+02 | 1.9E+03 | 1.70 |
| -2 | 5.884 | 4.161 | 587 | 12.333 | 8.720 | 267 | 2.20 | 0.37 | 1.2E+02 | 3.4E+02 | 4.3E+03 | 1.70 |
| -3 | 7.468 | 6.214 | 487 | 15.288 | 12.720 | 250 | 1.95 | 0.32 | 1.1E+02 | 2.9E+02 | 2.7E+03 | 1.70 |
| -4 | 8.529 | 7.628 | 707 | 17.559 | 15.706 | 335 | 2.11 | 0.36 | 2.1E+02 | 5.6E+02 | 6.4E+03 | 1.80 |
| -5 | 9.742 | 9.045 | 706 | 20.169 | 18.727 | 331 | 2.13 | 0.36 | 2.0E+02 | 5.5E+02 | 6.5E+03 | 1.80 |
| -6 | 10.696 | 10.147 | 907 | 22.506 | 21.351 | 381 | 2.38 | 0.39 | 2.7E+02 | 7.6E+02 | 1.2E+04 | 1.85 |
| -7 | 11.644 | 11.196 | 954 | 24.921 | 23.962 | 383 | 2.49 | 0.40 | 2.8E+02 | 7.8E+02 | 1.3E+04 | 1.85 |
| -8 | 12.567 | 12.192 | 1004 | 27.296 | 26.481 | 397 | 2.53 | 0.41 | 3.0E+02 | 8.4E+02 | 1.5E+04 | 1.85 |
| -9 | 13.535 | 13.213 | 979 | 29.809 | 29.099 | 382 | 2.56 | 0.41 | 2.8E+02 | 7.8E+02 | 1.4E+04 | 1.85 |
| -10 | 14.452 | 14.172 | 1043 | 31.752 | 31.136 | 491 | 2.12 | 0.36 | 4.6E+02 | 1.2E+03 | 1.4E+04 | 1.85 |
| -11 | 15.314 | 15.067 | 1117 | 33.699 | 33.156 | 495 | 2.26 | 0.38 | 4.6E+02 | 1.3E+03 | 1.7E+04 | 1.85 |
| -12 | 16.120 | 15.901 | 1199 | 35.586 | 35.101 | 514 | 2.33 | 0.39 | 5.0E+02 | 1.4E+03 | 2.0E+04 | 1.85 |
| -13 | 16.691 | 16.497 | 1678 | 37.152 | 36.720 | 618 | 2.72 | 0.42 | 7.4E+02 | 2.1E+03 | 4.5E+04 | 1.90 |
| -14 | 17.232 | 17.059 | 1781 | 38.607 | 38.219 | 667 | 2.67 | 0.42 | 8.6E+02 | 2.5E+03 | 5.0E+04 | 1.90 |
| -15 | 17.719 | 17.563 | 1981 | 39.915 | 39.565 | 743 | 2.67 | 0.42 | 1.1E+03 | 3.1E+03 | 6.3E+04 | 1.95 |
| -16 | 18.198 | 18.058 | 2023 | 41.266 | 40.948 | 723 | 2.80 | 0.43 | 1.0E+03 | 3.0E+03 | 6.8E+04 | 1.95 |
| -17 | 18.681 | 18.553 | 2018 | 42.589 | 42.297 | 741 | 2.72 | 0.42 | 1.1E+03 | 3.1E+03 | 6.6E+04 | 1.95 |
| -18 | 19.152 | 19.034 | 2078 | 43.957 | 43.688 | 719 | 2.89 | 0.43 | 1.0E+03 | 2.9E+03 | 7.2E+04 | 1.95 |
| -19 | 19.613 | 19.505 | 2123 | 45.274 | 45.025 | 748 | 2.84 | 0.43 | 1.1E+03 | 3.2E+03 | 7.5E+04 | 1.95 |
| -20 | 20.062 | 19.962 | 2189 | 46.584 | 46.353 | 753 | 2.91 | 0.43 | 1.1E+03 | 3.2E+03 | 8.0E+04 | 1.95 |
| -21 | 20.530 | 20.438 | 2103 | 47.871 | 47.655 | 768 | 2.74 | 0.42 | 1.2E+03 | 3.3E+03 | 7.2E+04 | 1.95 |
| -22 | 20.962 | 20.876 | 2281 | 49.136 | 48.934 | 782 | 2.92 | 0.43 | 1.2E+03 | 3.6E+03 | 8.9E+04 | 2.00 |
| -23 | 21.411 | 21.330 | 2203 | 50.461 | 50.271 | 748 | 2.95 | 0.43 | 1.1E+03 | 3.3E+03 | 8.4E+04 | 2.00 |
| -24 | 21.843 | 21.768 | 2284 | 51.785 | 51.606 | 749 | 3.05 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.3E+03 | 9.1E+04 | 2.00 |
| -25 | 22.272 | 22.201 | 2307 | 53.117 | 52.948 | 745 | 3.10 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.3E+03 | 9.3E+04 | 2.00 |
| -26 | 22.697 | 22.630 | 2331 | 54.454 | 54.294 | 743 | 3.14 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.3E+03 | 9.6E+04 | 2.00 |
| -27 | 23.144 | 23.081 | 2220 | 55.805 | 55.653 | 736 | 3.02 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.2E+03 | 8.6E+04 | 2.00 |
| -28 | 23.591 | 23.531 | 2222 | 57.148 | 57.002 | 741 | 3.00 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.2E+03 | 8.6E+04 | 2.00 |
| -29 | 24.028 | 23.971 | 2271 | 58.472 | 58.334 | 751 | 3.02 | 0.44 | 1.2E+03 | 3.3E+03 | 9.0E+04 | 2.00 |
| -30 | 24.463 | 24.409 | 2286 | 59.740 | 59.608 | 785 | 2.91 | 0.43 | 1.3E+03 | 3.6E+03 | 9.0E+04 | 2.00 |

# 4 MISURA DELLA $VS_{eq}$ TRAMITE PROVE SISMICHE MASW / Re.Mi. / ESAC

Per la valutazione del profilo di velocità delle onde S, oltre alle prove sismiche in foro (down-hole), è stato utilizzato un approccio misto che ha previsto l'impiego congiunto di una metodologia attiva (MASW) e di una / due passive (Re.Mi. e ESAC).

Le prove sismiche attive forniscono in genere risultati migliori alle alte frequenze (minori profondità), mentre quelle passive sono più idonee per acquisire dati alle basse frequenze (maggiore profondità).

## 4.1 Prova MASW

Il metodo MASW è una tecnica d'indagine non invasiva che si basa sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

Il metodo d'indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi.

## 4.2 Prova Re.Mi.

La tecnica di prospezione "Refraction Microtremor" (Re.Mi.) utilizzata capovolge il concetto comune del parametro "segnale-disturbo", per il quale tradizionalmente il primo (segnale) ha necessità di essere rilevato in condizioni favorevoli quindi in assenza o scarsità di rumore.

Viceversa, in presenza di forte rumore di fondo (es. ambiente urbano), le tradizionali rilevazioni sismiche hanno sempre trovato una condizione di difficile applicazione a causa della difficoltà di discriminare il segnale dal rumore.

Con questa nuova tecnica, il disturbo o "noise" ambientale, diventa il segnale utilizzato per la caratterizzazione sismica. Sono i microtremori (rumore di fondo generato dal traffico stradale, ferroviario e comunque il rumore presente costantemente in ambito urbanizzato) a costituire la sorgente di energia utile allo scopo.

La metodologia d'indagine più applicata per la determinazione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio Vs, è stata proposta e sperimentata da J.N.Louie del Seismological Laboratory and Dept. of Geological Sciences dell'Università del Nevada, ed è basata su due aspetti fondamentali:

• uno pratico, rappresentato dal fatto che alcuni sistemi di acquisizione di sismica a rifrazione (con dinamica a 24 bit) sono in grado di registrare onde di superficie con frequenze fino a 2 Hz per intervalli di tempo sufficientemente lunghi (30 sec);

• uno teorico, sulla base del quale una semplice trasformata bidimensionale (p-f) slowness-frequency della registrazione di un rumore di fondo (microtremor) è in grado di separare le onde di Rayleigh (onde di superficie) da altri tipi di onde che compongono il sismogramma, rendendo possibile il riconoscimento delle vere velocità di fase dalle velocità apparenti.

### 4.3 Prova ESAC

Si tratta sostanzialmente di un metodo di sismica passiva che deriva dalla generalizzazione del metodo Re.Mi. e fornisce informazioni sulle frequenze medio-basse in presenza di condizioni di rumore orientato. Nella prova ESAC i geofoni possono essere disposti secondo una geometria (array) bidimensionale qualsiasi.

Il metodo d'indagine ESAC (Aki 1959) si basa sul principio secondo il quale la funzione di correlazione media fra le registrazioni di un rumore isotropo effettuate su sensori verticali distribuiti nelle diverse direzioni a parità di distanza r da un sensore centrale, ha una forma nota (funzione di Bessel di ordine 0).

La forma di questa funzione di Bessel a una data frequenza e una data distanza r è controllata dal valore della velocità di fase. Si tratta di un metodo robusto che rischia di fornire risultati errati in presenza di una sorgente dominante e quando la misura è effettuata con stendimenti lineari.

Il risultato del metodo ESAC è una curva di dispersione effettiva che rappresenta una combinazione delle diverse curve modali "pesate" in base al loro specifico contenuto energetico del sito, il vantaggio soprattutto in presenza di inversioni di velocità o di forti contrasti di impedenza sismica, è di non dover identificare i vari modi di vibrazione.

Come per altre tecniche di sismica passiva, il disturbo ("noise" ambientale) diventa il segnale utilizzato per la caratterizzazione sismica e opportune procedure di acquisizione ed elaborazione consentono di stimare la velocità delle onde di taglio (Vs) fino a profondità che possono essere superiori a 100 m.

### 4.4 Acquisizione dei dati

Nelle indagini MASW è stato utilizzato il metodo attivo in cui le onde superficiali, generate in un punto sulla superficie del suolo tramite una massa battente di 8 kg, sono misurate da uno stendimento lineare di sensori, nel nostro caso di n. 14 geofoni per M1 e n. 24 geofoni per M2, con frequenza propria di 4.5 Hz e spaziatura rispettivamente di 4.0 m (M1) e 2.5 m (M2), collegati ad un sismografo digitale Geode della Geometrics a 24 canali. L'energizzazione è stata realizzata a diverse distanze dal geofono iniziale e finale sommando per ognuna n. 5 battute. La lunghezza delle registrazioni è stata di 1 sec con un passo di campionamento di 1 ms. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo.



*Fig. 6 – Stendimento geofonico relativo alla prova MASW / Re.Mi. M2.*

L'acquisizione dei dati per le prove Re.Mi. è stata svolta tramite l'acquisizione e la registrazione del noise ambientale impiegando geofoni da 4.5 Hz ed un acquisitore digitale Geode a 24 canali con dinamica a 24 bit. Sono stati acquisiti n.2 profili (M1 e M2), costituiti dai medesimi allineamenti con uguale numero di geofoni ed interdistanze utilizzati per le prove MASW.

Per le prove sismiche Re.Mi. sono stati registrati oltre 15 records di lunghezza di 30 sec con campionamento ogni 2 ms.



*Fig. 7 – Strumentazione utilizzata per l'acquisizione dati nelle prove MASW / Re.Mi. / ESAC.*

Per la prova ESAC è stato acquisito uno stendimento sismico con geometria indicata in Fig. 8, costituito da n. 24 geofoni, in cui nel primo tratto ne sono stati posizionati n.14 a interdistanza di 4.0 m (ramo MASW/Re.Mi.), nel secondo tratto n. 8 a 2.5 m e ulteriori n.2 geofoni equispaziati di 2.5 m.

Per la prova sismica ESAC sono stati registrati oltre 15 records di lunghezza di 30 sec con campionamento ogni 2 ms.

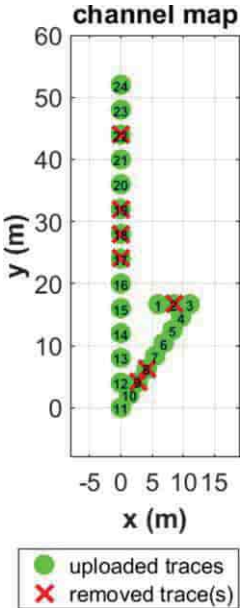



*Fig. 8 – Geometria di acquisizione della prova ESAC con indicate le tracce utilizzate per l'elaborazione dei dati.*

## 4.5 Elaborazione dati e analisi dei risultati

Considerando la buona qualità degli spettri ottenuti dalle prove MASW, Re.Mi. e ESAC si è provveduto ad effettuare il "picking" delle curve di dispersione per ogni metodo d'indagine, nei paragrafi 4.5.1 e 4.5.2 sono mostrate le relative immagini.

Da tale elaborazione sono state poi estrapolate le curve di attenuazione del segnale caratteristico; in funzione del loro andamento (curve di dispersione). Attraverso una procedura di "inversione", si risale al modello stratigrafico, espresso in termini di velocità delle onde di taglio (Vs) e quindi al valore **$Vs_{eq}$**.

Nel dettaglio, per quanto riguarda la prova MASW / Re.Mi. / ESAC denominata M1, l'elaborazione dei dati ha permesso di determinare una **$Vs_{eq}$** = 376 m/s per una profondità di riferimento di 30 m. La prova MASW / Re.Mi. denominata M2, invece presenta una **$Vs_{eq}$** = 432 m/s per una profondità di riferimento di 30 m.

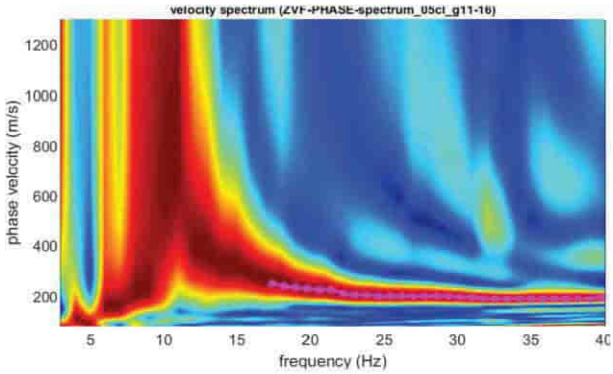
Ai fini della caratterizzazione sismica del sito per la definizione delle azioni sismiche di progetto, la categoria dei suoli di fondazione risulta di tipo **"B"** per entrambe le prove, la cui definizione nella classificazione dei suoli di riferimento normativo è la seguente:

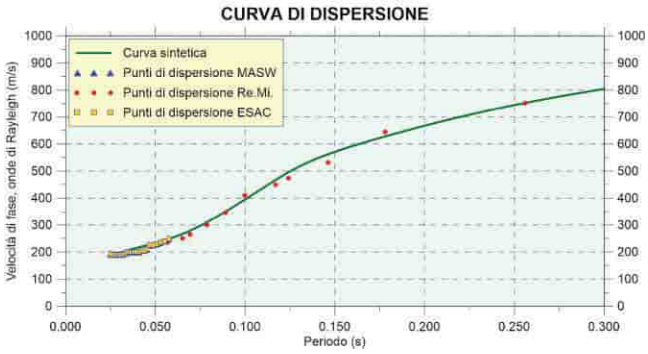
| | |
|---|---|
| B | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |

Nei paragrafi seguenti 4.5.1 e 4.5.2 sono rappresentati gli spettri, le tracce, le curve di dispersione, i profili di velocità delle onde S e l'ubicazione planimetrica di dettaglio delle prove M1 e M2.

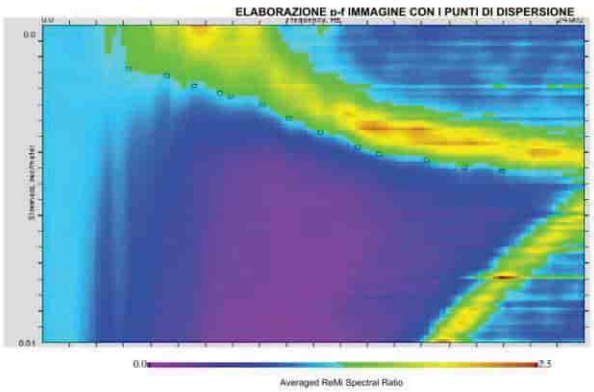
### 4.5.1 Prova M1

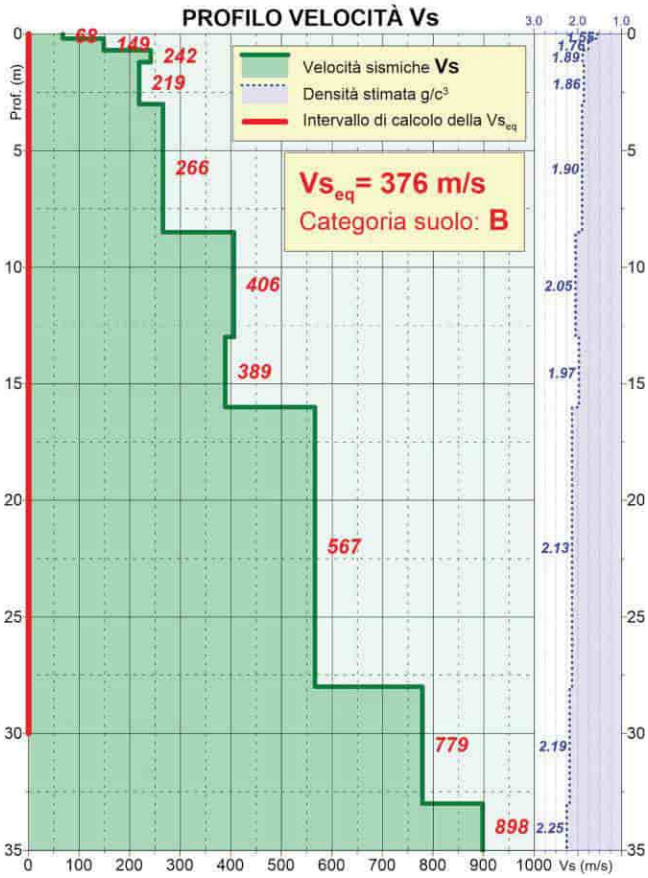
**PROVA MASW - Spettro medio**



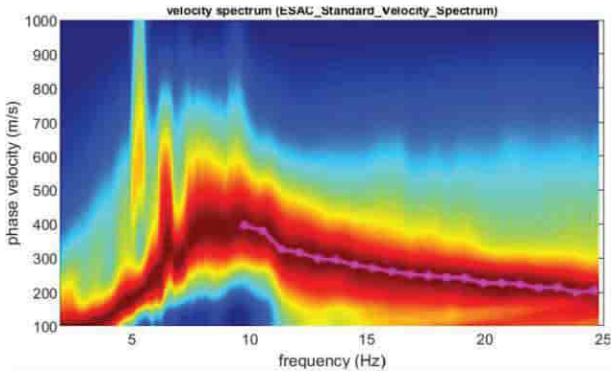



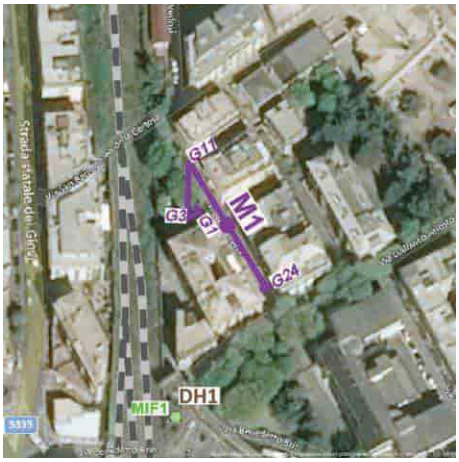

**PROVA REMI - Spettro medio**

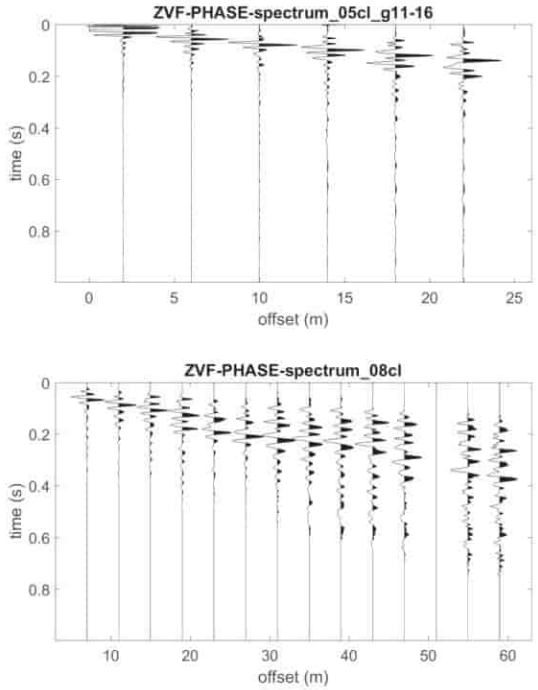


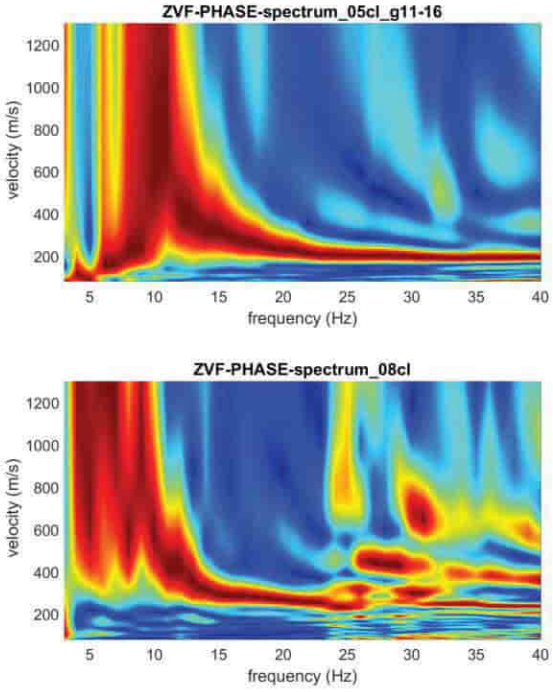

**PROVA ESAC - Spettro medio**






*Tracce utilizzate per l'elaborazione dello spettro MASW medio.*




*Spettri delle tracce utilizzate per l'elaborazione dello spettro MASW medio.*

Stazione Appaltante:

COMUNE DI GENOVA

Intervento/Opera:

# OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA DI GENOVA

## TRATTE FUNZIONALI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ

BRIN-CANEPARI CUP: B34J18000220001 BRIGNOLE-MARTINEZ CUP: B34J1800023001 CIG: 8344689F31

# PROGETTO ESECUTIVO

| RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: | DIRETTORE DEI LAVORI: | COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE |
|---|---|---|
| Ing. Pierpaolo FOGLINO | Ing. Alessandro ALIOTTA | Ing. Vincenzo SECRETI |

APPALTATORE:

conpat
CAPOGRUPPO

ReseArch
MANDANTE

PROGETTISTI:

CAPOGRUPPO

HYpro
DT: Ing. Vincenzo SECRETI

MANDANTI

FERROTRAMVIARIA ENGINEERING SPA
DT: Ing. Antonio DI LEO

ETS Engineering and Technical Services S.p.A.
DT: Ing. Giambattista PARIETTI

DT: Ing. Giulio FILIPPELLO

Titolo elaborato:

TRATTA BRIN - CANEPARI
RILIEVI E INDAGINI
GENERALE
REPORT DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Coordinatore della Progettazione e Responsabile integrazioni specialistiche

Ing. Vincenzo SECRETI

Codice elaborato:

| COMMESSA | ANNO | RTP | FASE | OPERA | DISCIPLINA | WBS | TIPO | PROGR. | REV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A124VI | 21 | H | PE | MGC | RIL | COM | RR | 003 | 0 |

SCALA: -

| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 10/09/2021 | Prima Emissione | C. LEONETTI | G. CERCHIARO | V. SECRETI |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 250.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 31/01/2020 | Ghiaia con sabbia e limo debolmente argillosa di colore marrone | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2527/A |
| Peso di volume | ☑ | 2527/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2527/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2527/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2527/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2527/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2527/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2527/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2527/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 6 | 10 | |
| **TD1** | 6 | 10 | |
| **TD2** | 6 | | |
| **TD3** | 6 | 10 | |
| | | | Unità di misura scissometro $N/cm^2$ |
| | 6 | 10 | |
| | 6 | | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totaro)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 01/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 94.19 | 89.67 | 95.63 |
| Peso Lordo Secco (g) | 90.56 | 85.85 | 91.44 |
| Tara (g) | 47.54 | 42.80 | 43.47 |
| Umidità relativa W (%) | **8.4%** | **8.9%** | **8.7%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **8.7%** | **0.22%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2527/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 01/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 148.68 | 88.71 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**21.77**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 81.59 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**20.02**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 41.36 | 41.27 | 41.335 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 203.1 | 203.04 | 203.09 |
| Temperatura (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.174 | 177.174 | 177.174 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6798** | **2.6792** | **2.6808** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6803** | **2.6797** | **2.6813** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.680** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

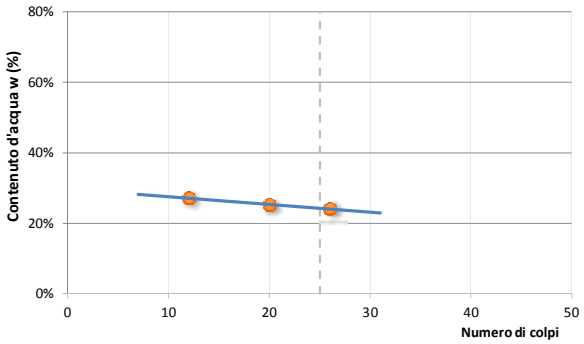
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 41 | 56 | 61 |
| $P_T$ - tara (g) | 43.58 | 40.89 | 43.25 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 64.23 | 61.11 | 63.24 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 60.22 | 57.04 | 58.97 |
| N° di colpi | 26 | 20 | 12 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 24.10% | 25.20% | 27.16% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **24.2%** | |

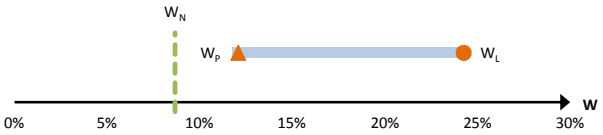



y = -0.0022 x + 0.29747 $R^2$ = 0.994

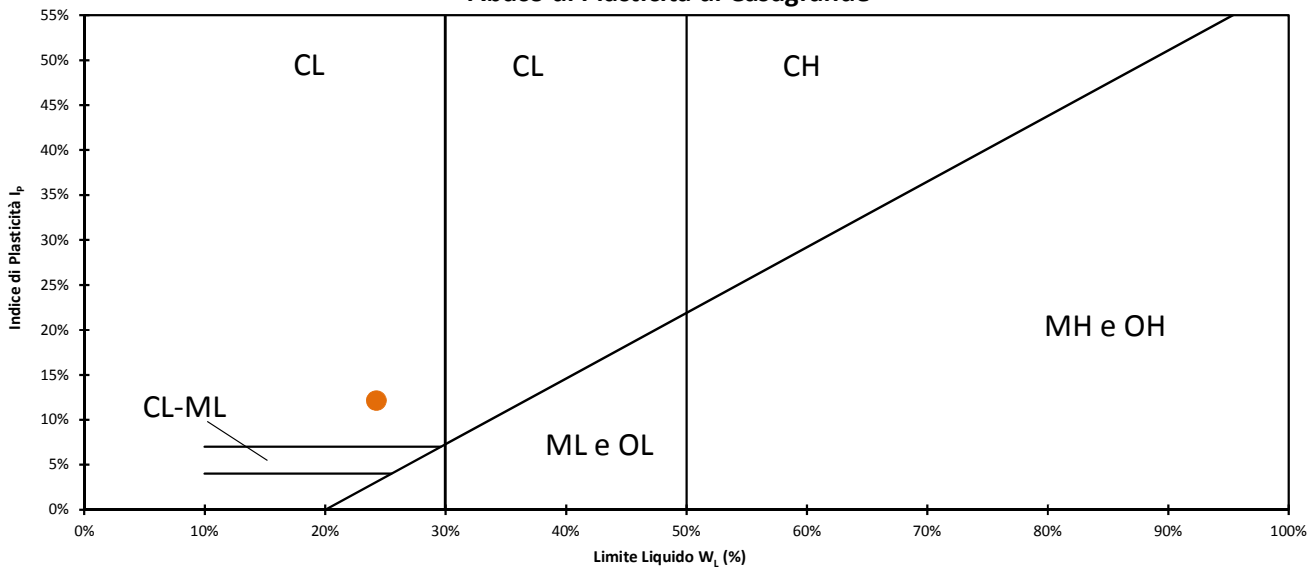
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 68 | 45 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 42.39 | 44.79 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 94.48 | 87.16 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 88.85 | 82.61 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 12.12% | 12.03% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | | **12.1%** |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **12.2%** | **poco plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.279** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.279** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **2.041** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.095** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di bassa plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

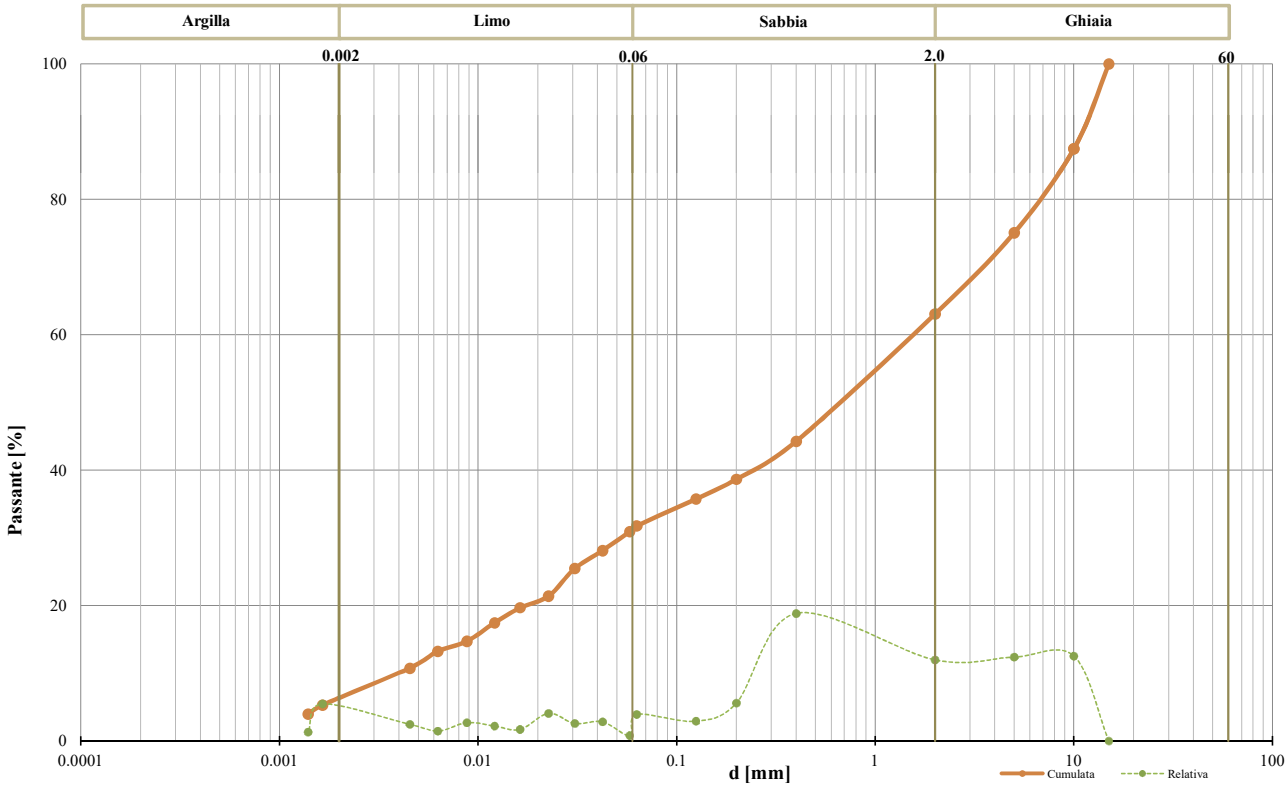
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 07/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0580 | 30.94 % | 0.0045 | 10.77 % |
| 10.0000 | 87.45 % | 0.0423 | 28.09 % | 0.0016 | 5.29 % |
| 5.0000 | 75.04 % | 0.0308 | 25.49 % | 0.0014 | 3.96 % |
| 2.0000 | 63.06 % | 0.0226 | 21.41 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 44.25 % | 0.0163 | 19.68 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 38.64 % | 0.0121 | 17.45 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 35.72 % | 0.0088 | 14.73 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 31.78 % | 0.0063 | 13.24 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Ghiaia con Sabbia e Limo debolmente argillosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 63.06 % | $D_{10}$ | *0.00413 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 44.25 % | $D_{30}$ | *0.05282 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 31.78 % | $D_{50}$ | *0.88933 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 421.57 | $D_{60}$ | *1.73993 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.39 | $D_{90}$ | *11.01684 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.96 % | 25.32 % | 31.78 % | 36.94 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

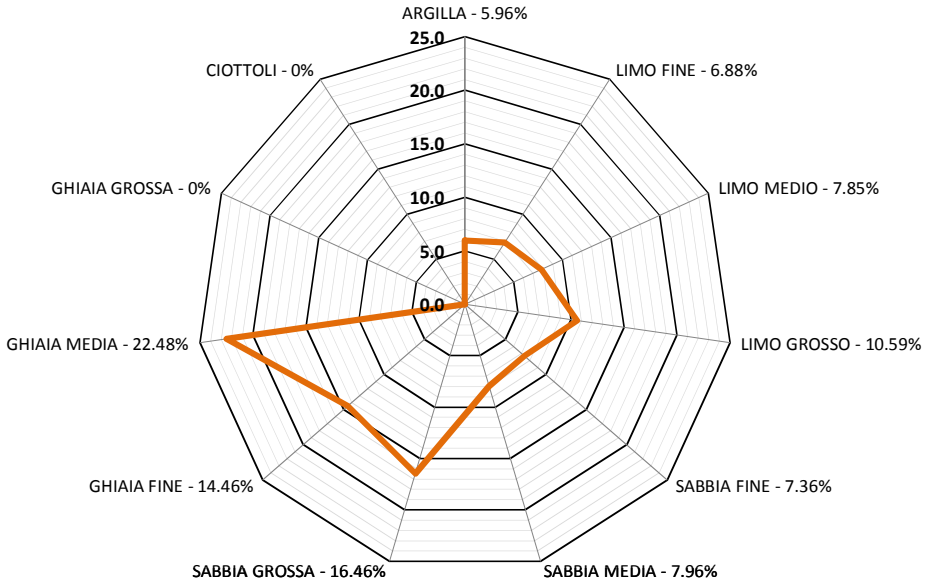
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

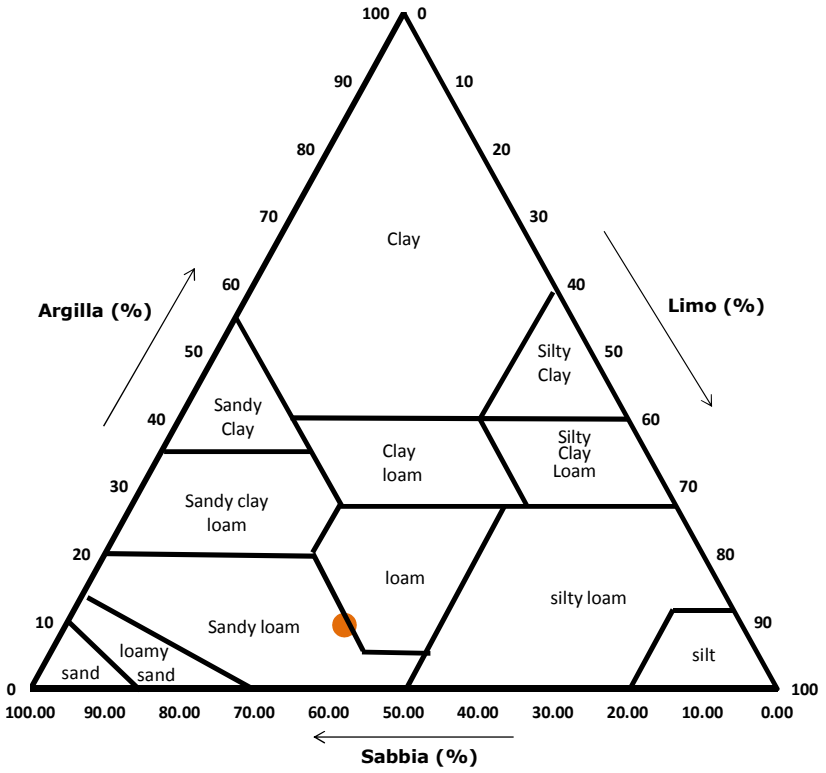
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 07/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR1 **Profondità** 16.00 ÷ 16.30




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 9.45 % | 37.32 % | 53.23 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

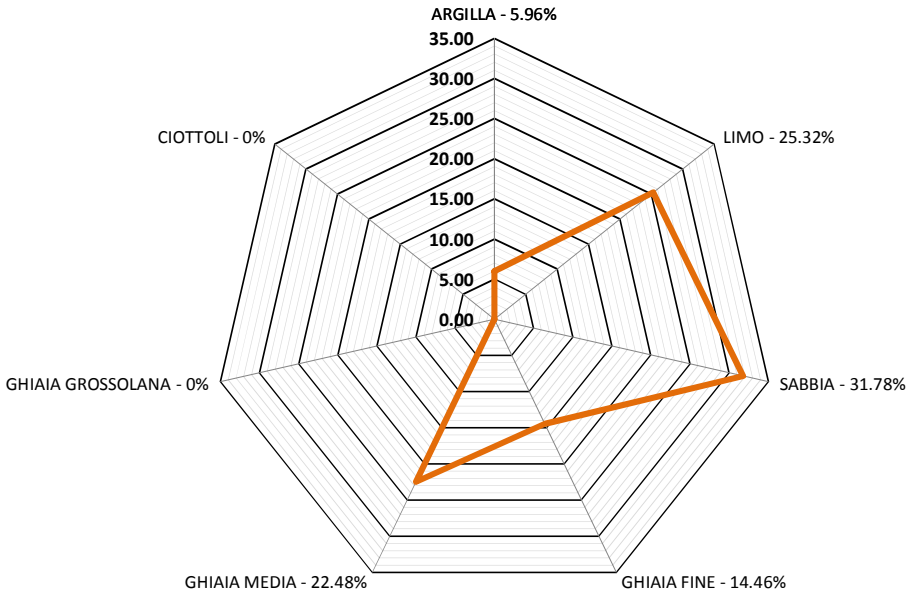
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 07/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 63.06 % | $D_{10}$ | *0.00413 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 44.25 % | $D_{30}$ | *0.05282 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 31.78 % | $D_{50}$ | *0.88933 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 421.57 | $D_{60}$ | *1.73993 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.39 | $D_{90}$ | *11.01684 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.96 % | 25.32 % | 31.78 % | 36.94 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 24.2% | 12.07% | 12.16% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Calvi)

# PROVA AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-7 - ASTM D 2166**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | --- | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 31/01/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 31/01/2020 | 18/02/2020 |

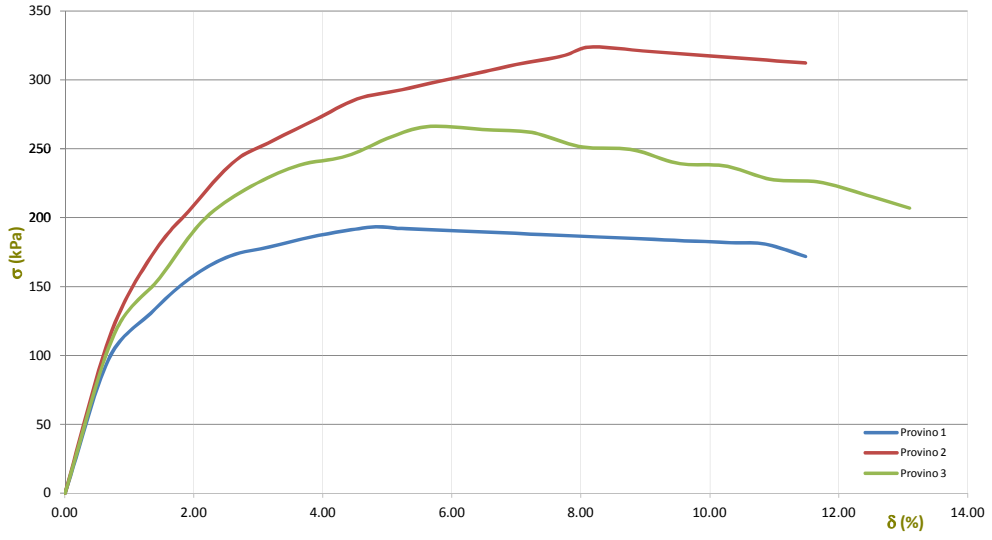
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR1 **Profondità** 16.00 ÷ 16.30

| **Provino n°** | **1** | **2** | **3** |
|---|---|---|---|
| Condizione provino | Indisturbato | indisturbato | indisturbato |
| Velocità di deformazione (mm/min) | *0.696* | *0.679* | *0.703* |
| Altezza (cm) | *7.62* | *7.62* | *7.62* |
| Diametro (cm) | *3.8* | *3.8* | *3.8* |
| Sezione ($cm^2$) | 11.34 | 11.34 | 11.34 |
| Peso di volume ($kN/m^3$) | 21.77 | 21.77 | 21.77 |
| Umidità naturale (%) | 8.7% | 8.7% | 8.7% |
| Deformazione a rottura (%) | *4.75* | *8.15* | *5.67* |
| Sforzo a rottura (kPa) | *193.17* | *323.95* | *266.16* |

## Diagramma sforzo-deformazione




| **Provino 1** | |
|---|---|
| Deformazione (%) | Tensione ($kN/m^2$) |
| 0.000 | 0.000 |
| 0.669 | 96.343 |
| 1.325 | 130.509 |
| 1.929 | 155.652 |
| 2.546 | 171.859 |
| 3.215 | 179.213 |
| 3.858 | 186.499 |
| 4.751 | **193.167** |
| 5.157 | 192.342 |
| 5.761 | 191.118 |
| 6.391 | 189.840 |
| 7.060 | 188.483 |
| 7.677 | 187.232 |
| 8.360 | 185.848 |
| 8.990 | 184.570 |
| 9.606 | 183.320 |
| 10.249 | 182.016 |
| 10.866 | 180.765 |
| 11.483 | 171.709 |

| **Provino 2** | |
|---|---|
| Deformazione (%) | Tensione (kN/m2) |
| 0.000 | 0.000 |
| 0.696 | 113.830 |
| 1.365 | 173.942 |
| 1.969 | 207.453 |
| 2.612 | 240.441 |
| 3.228 | 255.984 |
| 3.885 | 271.198 |
| 4.528 | 286.220 |
| 5.197 | 292.573 |
| 5.801 | 299.016 |
| 6.430 | 305.267 |
| 7.034 | 311.494 |
| 7.717 | 317.345 |
| 8.150 | **323.954** |
| 9.003 | 320.946 |
| 9.619 | 318.770 |
| 10.236 | 316.595 |
| 10.879 | 314.327 |
| 11.483 | 312.198 |

| **Provino 3** | |
|---|---|
| Deformazione (%) | Tensione ($kN/m^2$) |
| 0.000 | 0.000 |
| 0.748 | 113.769 |
| 1.470 | 156.381 |
| 2.152 | 198.437 |
| 2.887 | 222.635 |
| 3.622 | 237.946 |
| 4.357 | 244.565 |
| 5.105 | 259.387 |
| 5.669 | **266.162** |
| 6.522 | 263.755 |
| 7.244 | 261.719 |
| 7.992 | 251.495 |
| 8.793 | 249.307 |
| 9.514 | 239.356 |
| 10.249 | 237.412 |
| 10.971 | 227.652 |
| 11.706 | 225.773 |
| 12.441 | 216.173 |
| 13.091 | 206.891 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore del Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA EDOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-5 - ASTM D 2435**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | --- | Pagina: | 1/4 | Inizio Analisi: | 03/01/2019 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/01/2019 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| CARATTERISTICHE CAMPIONE | CONDIZIONI INIZIALI | CONDIZIONI FINALI |
|---|---|---|
| Altezza (mm) | 20.00 | 18.50 |
| Diametro (mm) | 50.45 | 50.45 |
| Sezione ($mm^2$) | 1999.0 | 1999.0 |
| Massa provino (g) | 88.71 | 88.71 |
| Peso specifico dei granuli ($kN/m^3$) | 26.30 | 26.30 |
| Umidità (trimming) (%) | 8.7% | 8.7% |
| Umidità (misura diretta) (%) | 8.7% | 8.7% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 21.77 | 23.52 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 20.02 | 21.64 |
| Indice dei vuoti | 0.313 | 0.215 |
| Grado di saturazione (%) | 74.6% | 108.2% |

| Pressione di preconsolidazione $\sigma'_p$ (kPa) | Condizioni di prova |
|---|---|
| 170.0 | Saturato a 5 kPa |

**PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v$ = 5 kPa)**

| $\sigma'_v$ (kPa) | Altezza a fine gradino (mm) | Deformazione verticale $\varepsilon_v$ (%) | Indice dei vuoti e | Indice di compressione $c_c$ | coefficiente di compressibilità $m_v$ ($m^2/MN$) | Modulo edometrico M (kPa) | Coefficiente di consolidazione $c_v$ ($mm^2/sec$) | K (m/sec) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 20.00 | 0.00% | 0.313 | | 0.000 | #DIV/0! | | |
| 25 | 19.98 | 0.12% | 0.312 | | 0.098 | 10202.4 | | |
| 50 | 19.91 | 0.45% | 0.308 | 0.014 | 0.133 | 7546.2 | | |
| 100 | 19.72 | 1.39% | 0.295 | 0.041 | 0.192 | 5218.1 | 0.0081 | 4.16E-08 |
| 200 | 19.42 | 2.92% | 0.275 | 0.067 | 0.156 | 6411.8 | 0.0083 | 5.19E-08 |
| 400 | 18.90 | 5.48% | 0.241 | 0.112 | 0.130 | 7664.1 | 0.0077 | 5.82E-08 |
| 800 | 18.21 | 8.95% | 0.196 | 0.151 | 0.088 | 11324.7 | 0.0058 | 6.39E-08 |
| 1600 | 17.46 | 12.71% | 0.147 | 0.164 | 0.048 | 20844.6 | 0.0049 | 1.01E-07 |
| 800 | 17.55 | 12.24% | 0.153 | | | | | |
| 400 | 17.80 | 11.02% | 0.169 | | | | | |
| 100 | 18.20 | 9.02% | 0.195 | | | | | |
| 25 | 18.50 | 7.50% | 0.215 | | | | | |

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Lonardo)

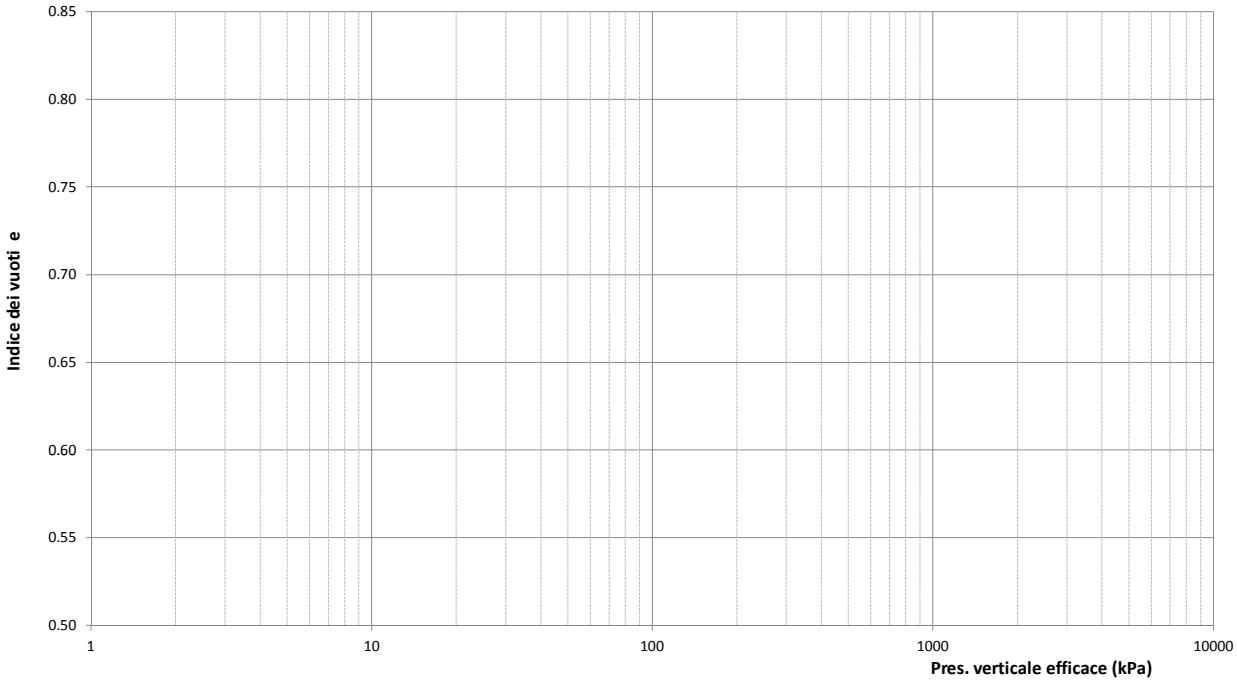
**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Tolve)

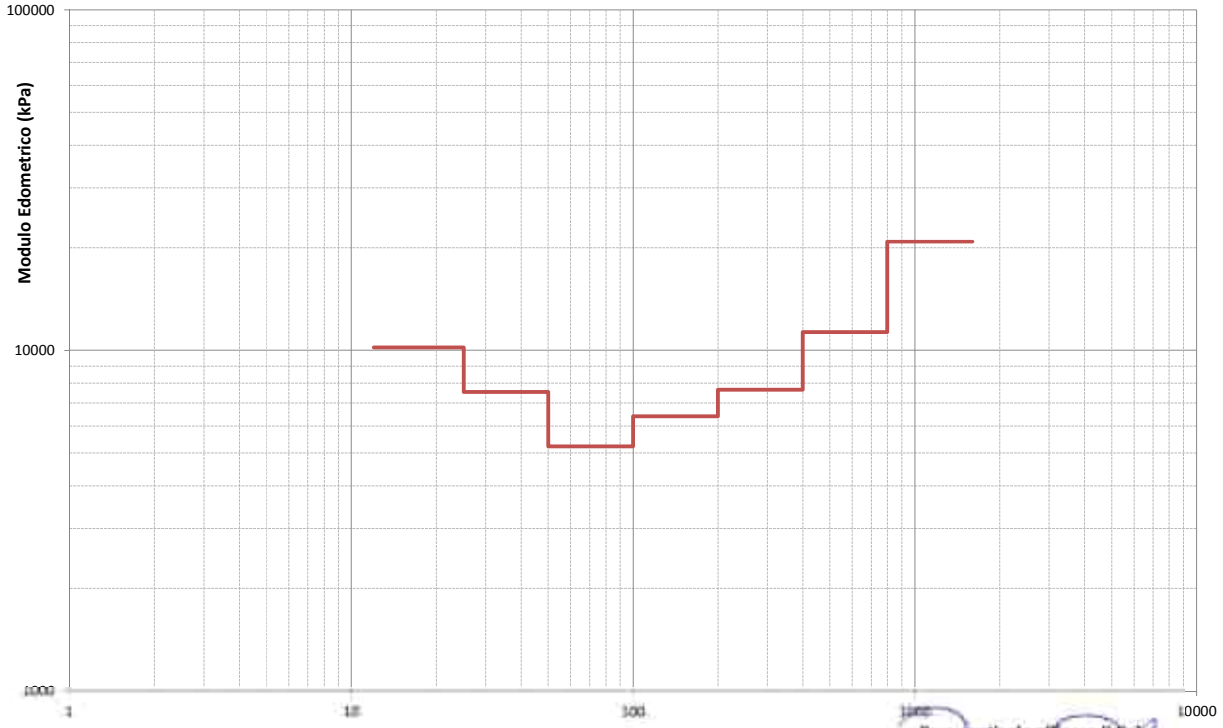
# PROVA EDOMETRICA

**Modalità di prova: ASTM D 2435**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | --- | Pagina: | 2/4 | Inizio Analisi: | 03/01/2019 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/01/2019 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

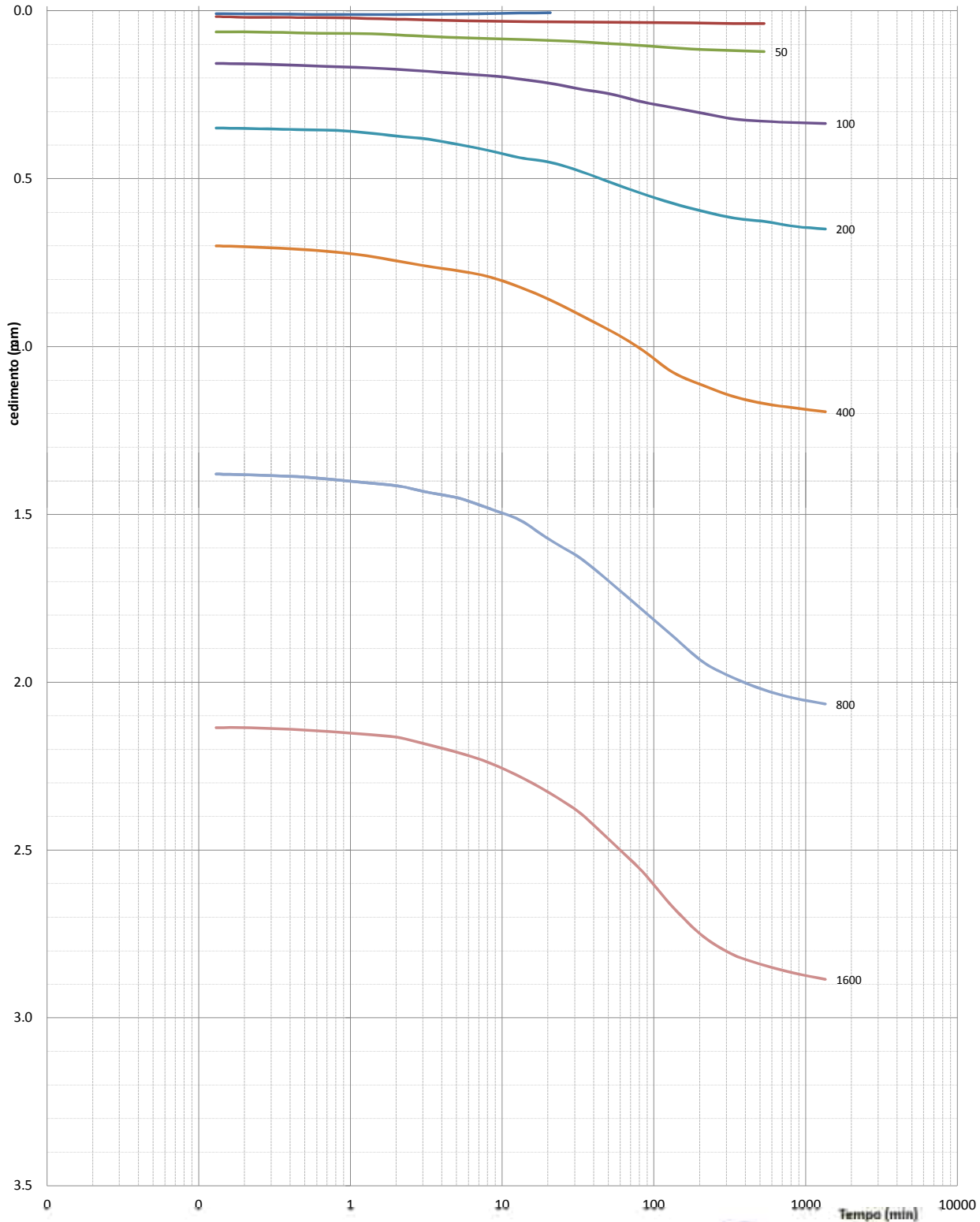
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA EDOMETRICA

**Modalità di prova: ASTM D 2435**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | --- | Pagina: | 3/4 | Inizio Analisi: | 03/01/2019 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/01/2019 | 18/02/2020 |

## Diagramma tempo - cedimento




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA EDOMETRICA

**Modalità di prova: ASTM D 2435**

| Certificato di prova numero: | --- | Pagina: | 4/4 | Inizio Analisi: | 03/01/2019 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/01/2019 | 18/02/2020 |

## DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

**CEDIMENTI (mm)**

| TEMPI (min) | 12 kPa | 25 kPa | 50 kPa | 100 kPa | 200 kPa | 400 kPa | 800 kPa | 1600 kPa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.005 | 0.013 | 0.056 | 0.148 | 0.344 | 0.682 | 1.372 | 2.132 |
| 0.08 | 0.007 | 0.016 | 0.061 | 0.153 | 0.348 | 0.695 | 1.379 | 2.134 |
| 0.13 | 0.008 | 0.017 | 0.063 | 0.156 | 0.349 | 0.700 | 1.380 | 2.135 |
| 0.20 | 0.009 | 0.019 | 0.063 | 0.157 | 0.350 | 0.702 | 1.382 | 2.135 |
| 0.32 | 0.009 | 0.019 | 0.064 | 0.160 | 0.352 | 0.706 | 1.385 | 2.138 |
| 0.50 | 0.010 | 0.020 | 0.066 | 0.162 | 0.354 | 0.711 | 1.389 | 2.142 |
| 0.80 | 0.010 | 0.020 | 0.067 | 0.166 | 0.356 | 0.718 | 1.397 | 2.148 |
| 1.28 | 0.011 | 0.023 | 0.068 | 0.169 | 0.363 | 0.729 | 1.406 | 2.155 |
| 2.05 | 0.010 | 0.025 | 0.072 | 0.174 | 0.373 | 0.745 | 1.415 | 2.164 |
| 3.25 | 0.010 | 0.027 | 0.076 | 0.180 | 0.382 | 0.761 | 1.435 | 2.186 |
| 5.17 | 0.009 | 0.029 | 0.080 | 0.187 | 0.398 | 0.774 | 1.452 | 2.210 |
| 8.22 | 0.008 | 0.031 | 0.083 | 0.193 | 0.416 | 0.792 | 1.483 | 2.240 |
| 13.05 | 0.006 | 0.032 | 0.085 | 0.203 | 0.437 | 0.823 | 1.517 | 2.281 |
| 20.75 | 0.005 | 0.033 | 0.088 | 0.216 | 0.451 | 0.861 | 1.577 | 2.331 |
| 33.00 | | 0.033 | 0.092 | 0.233 | 0.478 | 0.907 | 1.632 | 2.392 |
| 52.47 | | 0.034 | 0.098 | 0.248 | 0.512 | 0.954 | 1.706 | 2.476 |
| 83.43 | | 0.035 | 0.103 | 0.271 | 0.544 | 1.009 | 1.784 | 2.563 |
| 132.65 | | 0.035 | 0.110 | 0.288 | 0.573 | 1.076 | 1.862 | 2.669 |
| 210.92 | | 0.037 | 0.115 | 0.305 | 0.597 | 1.116 | 1.940 | 2.757 |
| 335.37 | | 0.038 | 0.118 | 0.322 | 0.617 | 1.149 | 1.987 | 2.812 |
| 533.23 | | 0.038 | 0.121 | 0.329 | 0.627 | 1.170 | 2.023 | 2.843 |
| 847.83 | | | | 0.333 | 0.642 | 1.183 | 2.048 | 2.867 |
| 1348.05 | | | | 0.336 | 0.650 | 1.194 | 2.065 | 2.885 |

## DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

| TEMPI (min) | 800 kPa | 400 kPa | 100 kPa | 25 kPa |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 2.862 | 2.739 | 2.460 | 2.036 |
| 0.32 | 2.857 | 2.729 | 2.456 | 2.033 |
| 1.28 | 2.851 | 2.711 | 2.441 | 2.027 |
| 5.17 | 2.836 | 2.677 | 2.410 | 2.009 |
| 20.75 | 2.816 | 2.627 | 2.362 | 1.972 |
| 83.43 | 2.781 | 2.560 | 2.237 | 1.891 |
| 335.37 | 2.771 | 2.502 | 2.066 | 1.776 |
| 533.23 | | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Girolamo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Lenza)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2527/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR1 **Profondità** 16.00 ÷ 16.30

| CONDIZIONI INIZIALI Campione Ricostituito | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^2$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 159.4 | 159.12 | 159.93 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 8.06% | 8.43% | 8.31% |
| Umidità (trimming) (%) | 8.44% | 8.87% | 8.73% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 21.72 | 21.68 | 21.79 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 20.10 | 19.99 | 20.12 |
| Indice dei vuoti | 0.334 | 0.341 | 0.332 |
| Grado di saturazione (%) | 64.7% | 66.3% | 67.0% |

| FASE DI CONSOLIDAZIONE | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| Cedimento (mm) | 0.067 | 0.125 | 0.130 |

| FASE DI TAGLIO | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00593 | 0.00515 | 0.00553 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 57.4 | 130.3 | 172.6 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 6.05 | 5.25 | 5.64 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.425 | 0.515 | 0.582 |

| c' (kPa) | φ' (°) |
|---|---|
| **4.86** | **29.95** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e fi' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulla terna di punti (pressione verticale/tensione di taglio) sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

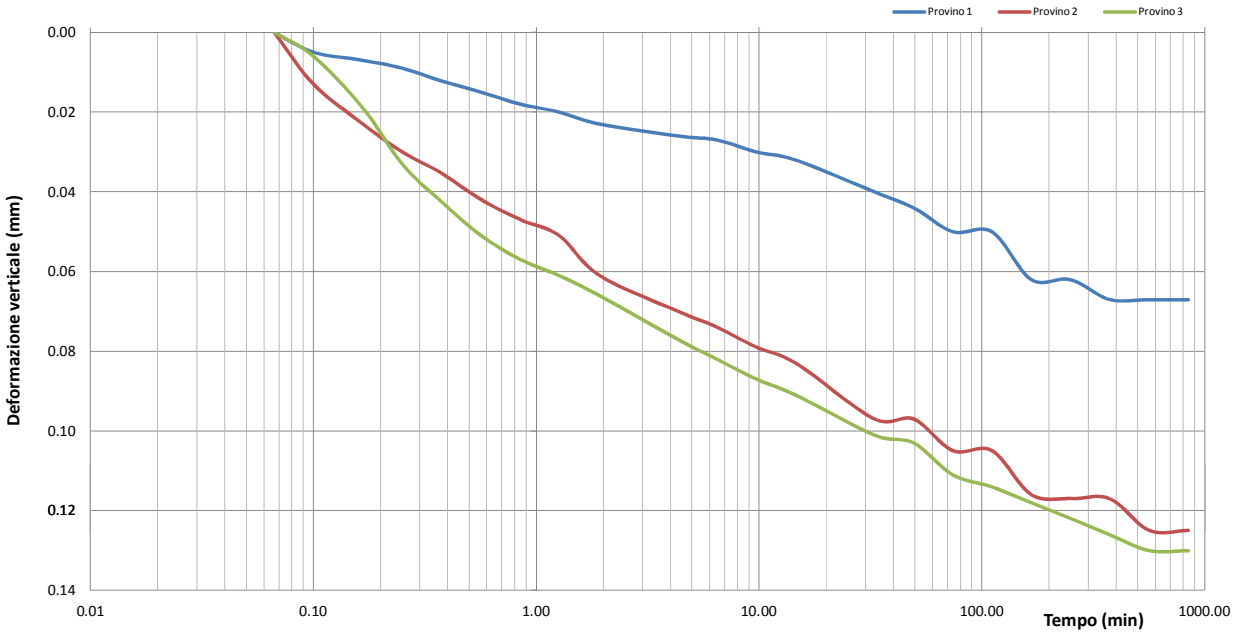
**Modalità di prova: ASTM D 3080**

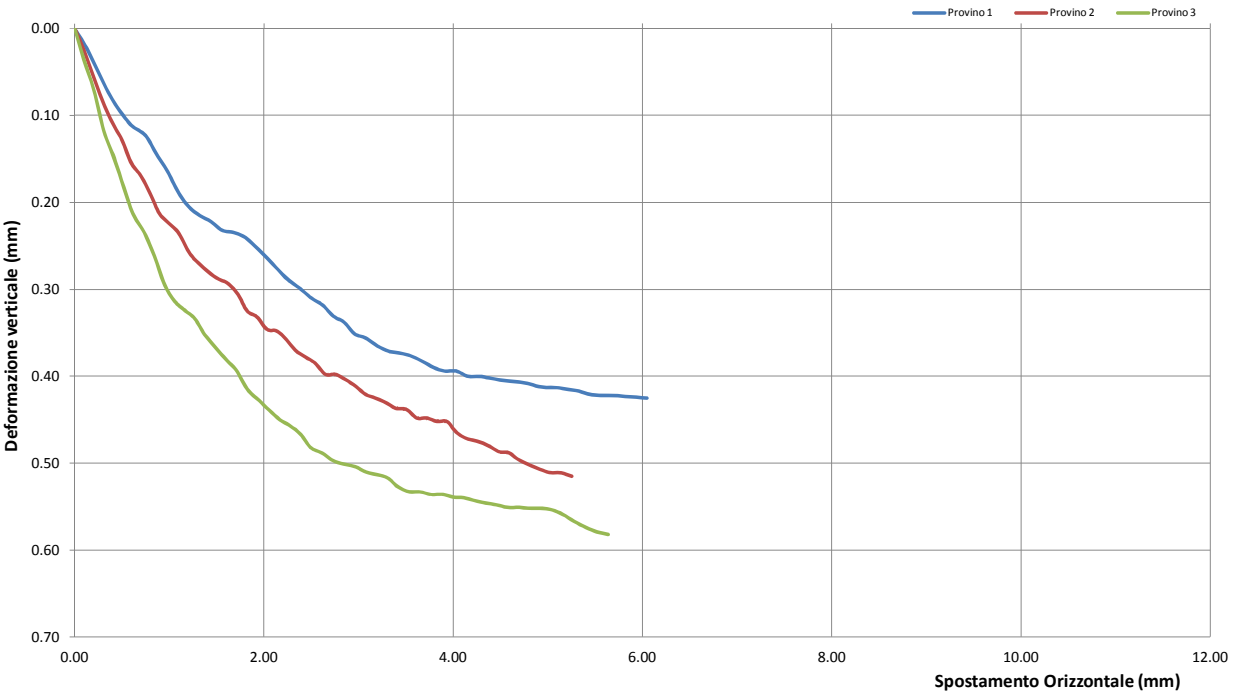
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR1 **Profondità** 16.00 ÷ 16.30




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

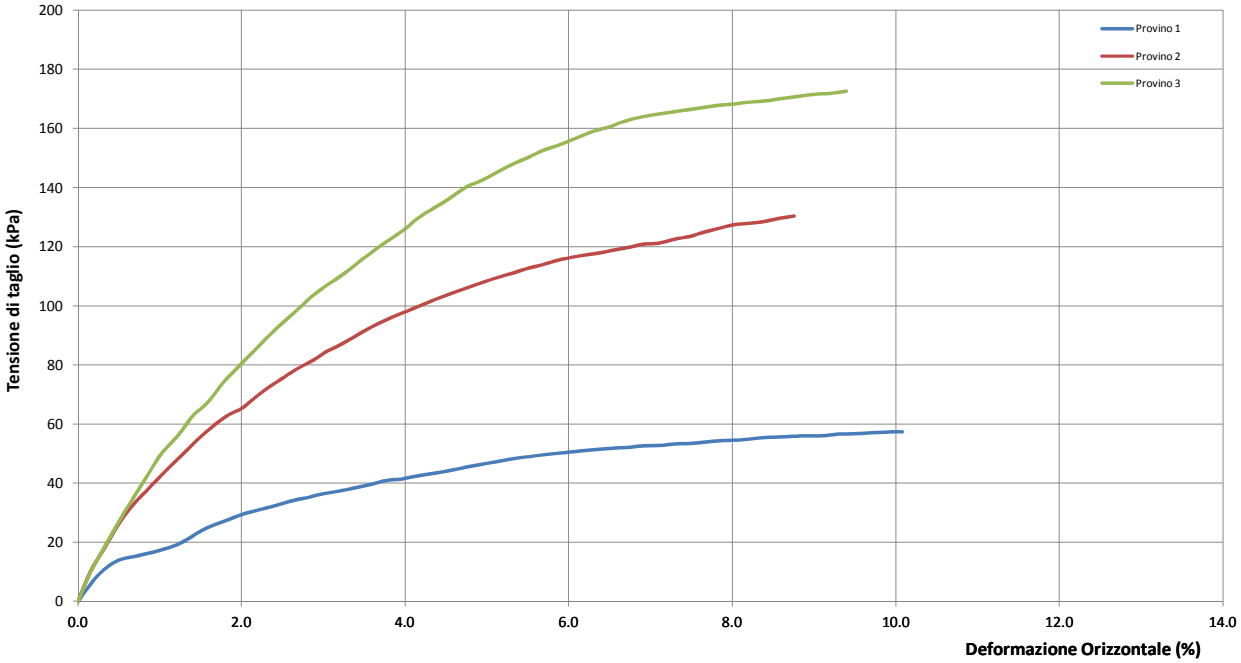
Francesco Di Lonardo

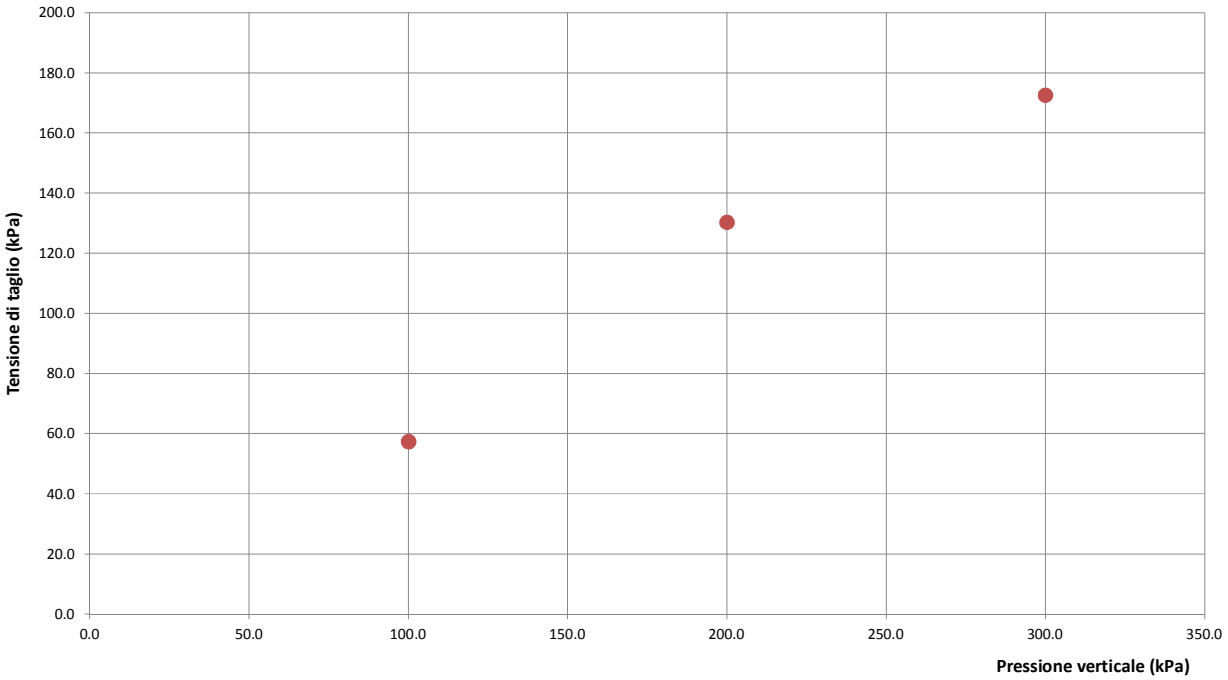
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2527/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| *0.07* | *0.43* | 0.000 | *0.07* | *0.64* | 0.000 | *0.07* | *0.71* | 0.000 |
| *0.10* | *0.43* | 0.005 | *0.10* | *0.66* | 0.013 | *0.10* | *0.72* | 0.006 |
| *0.17* | *0.44* | 0.007 | *0.17* | *0.67* | 0.023 | *0.17* | *0.73* | 0.019 |
| *0.25* | *0.44* | 0.009 | *0.25* | *0.67* | 0.030 | *0.25* | *0.75* | 0.033 |
| *0.37* | *0.44* | 0.012 | *0.37* | *0.68* | 0.035 | *0.37* | *0.76* | 0.042 |
| *0.57* | *0.44* | 0.015 | *0.57* | *0.69* | 0.042 | *0.57* | *0.76* | 0.051 |
| *0.85* | *0.45* | 0.018 | *0.85* | *0.69* | 0.047 | *0.85* | *0.77* | 0.057 |
| *1.27* | *0.45* | 0.020 | *1.27* | *0.69* | 0.051 | *1.27* | *0.77* | 0.061 |
| *1.92* | *0.45* | 0.023 | *1.92* | *0.70* | 0.061 | *1.92* | *0.78* | 0.066 |
| *4.32* | *0.45* | 0.026 | *4.32* | *0.71* | 0.070 | *4.32* | *0.79* | 0.077 |
| *4.32* | *0.45* | 0.026 | *4.32* | *0.71* | 0.070 | *4.32* | *0.79* | 0.077 |
| *6.48* | *0.46* | 0.027 | *6.48* | *0.72* | 0.074 | *6.48* | *0.80* | 0.082 |
| *9.72* | *0.46* | 0.030 | *9.72* | *0.72* | 0.079 | *9.72* | *0.80* | 0.087 |
| *14.58* | *0.46* | 0.032 | *14.58* | *0.73* | 0.083 | *14.58* | *0.80* | 0.091 |
| *32.83* | *0.47* | 0.040 | *32.83* | *0.74* | 0.097 | *32.83* | *0.81* | 0.101 |
| *49.25* | *0.47* | 0.044 | *49.25* | *0.74* | 0.097 | *49.25* | *0.82* | 0.103 |
| *73.88* | *0.48* | 0.050 | *73.88* | *0.75* | 0.105 | *73.88* | *0.82* | 0.111 |
| *110.83* | *0.48* | 0.050 | *110.83* | *0.75* | 0.105 | *110.83* | *0.83* | 0.114 |
| *166.25* | *0.49* | 0.062 | *166.25* | *0.76* | 0.116 | *166.25* | *0.83* | 0.118 |
| *249.38* | *0.49* | 0.062 | *249.38* | *0.76* | 0.117 | *249.38* | *0.84* | 0.122 |
| *374.08* | *0.50* | 0.067 | *374.08* | *0.76* | 0.117 | *374.08* | *0.84* | 0.126 |
| *561.13* | *0.50* | 0.067 | *561.13* | *0.77* | 0.125 | *561.13* | *0.84* | 0.130 |
| *841.70* | *0.50* | 0.067 | *841.70* | *0.77* | 0.125 | *841.70* | *0.84* | 0.130 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2527/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.14 | 0.026 | 8.7 | 0.09 | 0.023 | 10.2 | 0.10 | 0.036 | 10.4 |
| 0.43 | 0.087 | 15.4 | 0.29 | 0.082 | 25.3 | 0.31 | 0.118 | 27.8 |
| 0.60 | 0.111 | 17.2 | 0.39 | 0.107 | 32.0 | 0.42 | 0.149 | 35.9 |
| 0.75 | 0.123 | 19.6 | 0.50 | 0.128 | 37.3 | 0.52 | 0.183 | 43.3 |
| 0.87 | 0.145 | 22.9 | 0.60 | 0.155 | 41.9 | 0.62 | 0.213 | 50.2 |
| 0.97 | 0.163 | 25.4 | 0.70 | 0.170 | 46.8 | 0.74 | 0.235 | 56.2 |
| 1.09 | 0.188 | 27.5 | 0.80 | 0.191 | 51.3 | 0.84 | 0.262 | 62.8 |
| 1.21 | 0.205 | 29.5 | 0.90 | 0.213 | 55.6 | 0.95 | 0.295 | 67.2 |
| 1.32 | 0.215 | 31.0 | 1.00 | 0.224 | 59.4 | 1.06 | 0.314 | 73.6 |
| 1.44 | 0.222 | 32.3 | 1.10 | 0.236 | 63.0 | 1.16 | 0.324 | 78.6 |
| 1.56 | 0.232 | 33.9 | 1.21 | 0.258 | 65.5 | 1.27 | 0.334 | 83.6 |
| 1.69 | 0.235 | 35.2 | 1.31 | 0.270 | 69.3 | 1.37 | 0.352 | 88.5 |
| 1.80 | 0.240 | 36.4 | 1.41 | 0.280 | 72.8 | 1.49 | 0.367 | 93.8 |
| 1.91 | 0.251 | 37.3 | 1.52 | 0.288 | 76.0 | 1.60 | 0.381 | 98.2 |
| 2.03 | 0.264 | 38.4 | 1.62 | 0.293 | 78.9 | 1.71 | 0.393 | 102.8 |
| 2.15 | 0.277 | 39.6 | 1.73 | 0.306 | 81.6 | 1.82 | 0.415 | 106.9 |
| 2.26 | 0.289 | 40.9 | 1.82 | 0.325 | 84.5 | 1.95 | 0.428 | 110.8 |
| 2.37 | 0.298 | 41.4 | 1.93 | 0.332 | 86.8 | 2.05 | 0.439 | 114.6 |
| 2.50 | 0.310 | 42.5 | 2.03 | 0.346 | 89.6 | 2.17 | 0.450 | 118.6 |
| 2.62 | 0.318 | 43.4 | 2.13 | 0.348 | 92.3 | 2.28 | 0.457 | 122.2 |
| 2.74 | 0.331 | 44.3 | 2.23 | 0.357 | 94.5 | 2.39 | 0.467 | 125.6 |
| 2.85 | 0.338 | 45.4 | 2.33 | 0.370 | 96.7 | 2.49 | 0.482 | 129.6 |
| 2.96 | 0.351 | 46.3 | 2.44 | 0.378 | 98.7 | 2.61 | 0.488 | 132.9 |
| 3.08 | 0.356 | 47.3 | 2.54 | 0.385 | 100.6 | 2.73 | 0.497 | 136.4 |
| 3.20 | 0.365 | 48.4 | 2.65 | 0.398 | 102.6 | 2.85 | 0.501 | 140.2 |
| 3.32 | 0.371 | 49.0 | 2.75 | 0.398 | 104.4 | 2.97 | 0.504 | 142.5 |
| 3.42 | 0.373 | 49.6 | 2.86 | 0.404 | 106.2 | 3.08 | 0.510 | 145.2 |
| 3.55 | 0.376 | 50.3 | 2.98 | 0.412 | 107.9 | 3.19 | 0.513 | 147.9 |
| 3.68 | 0.383 | 50.9 | 3.08 | 0.421 | 109.6 | 3.31 | 0.517 | 150.3 |
| 3.80 | 0.390 | 51.3 | 3.18 | 0.425 | 110.8 | 3.41 | 0.527 | 152.6 |
| 3.91 | 0.394 | 51.8 | 3.28 | 0.430 | 112.4 | 3.54 | 0.533 | 154.5 |
| 4.03 | 0.394 | 52.1 | 3.40 | 0.437 | 113.7 | 3.65 | 0.533 | 156.6 |
| 4.16 | 0.400 | 52.7 | 3.50 | 0.438 | 115.1 | 3.77 | 0.536 | 158.9 |
| 4.27 | 0.400 | 52.8 | 3.62 | 0.448 | 116.3 | 3.89 | 0.536 | 160.3 |
| 4.38 | 0.402 | 53.3 | 3.72 | 0.448 | 117.2 | 4.00 | 0.539 | 162.3 |
| 4.50 | 0.404 | 53.5 | 3.83 | 0.452 | 117.9 | 4.11 | 0.540 | 163.6 |
| 4.62 | 0.406 | 54.0 | 3.94 | 0.452 | 118.9 | 4.22 | 0.543 | 164.6 |
| 4.74 | 0.407 | 54.4 | 4.04 | 0.465 | 119.7 | 4.35 | 0.546 | 165.5 |
| 4.88 | 0.411 | 54.7 | 4.15 | 0.472 | 120.9 | 4.46 | 0.548 | 166.3 |
| 4.98 | 0.413 | 55.3 | 4.26 | 0.475 | 121.1 | 4.57 | 0.551 | 166.9 |
| 5.10 | 0.413 | 55.5 | 4.37 | 0.480 | 122.4 | 4.70 | 0.551 | 167.9 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2527/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.22* | *0.42* | *55.81* | *4.49* | *0.49* | *123.42* | *4.82* | *0.55* | *168.28* |
| *5.33* | *0.42* | *56.00* | *4.59* | *0.49* | *124.83* | *4.94* | *0.55* | *168.97* |
| *5.46* | *0.42* | *56.00* | *4.69* | *0.50* | *126.00* | *5.05* | *0.55* | *169.28* |
| *5.58* | *0.42* | *56.58* | *4.80* | *0.50* | *127.31* | *5.16* | *0.56* | *170.11* |
| *5.70* | *0.42* | *56.72* | *4.92* | *0.51* | *127.83* | *5.28* | *0.57* | *170.75* |
| *5.82* | *0.42* | *57.03* | *5.03* | *0.51* | *128.39* | *5.41* | *0.57* | *171.56* |
| *5.94* | *0.42* | *57.33* | *5.14* | *0.51* | *129.42* | *5.52* | *0.58* | *171.83* |
| *6.05* | *0.43* | *57.36* | *5.25* | *0.52* | *130.31* | *5.64* | *0.58* | *172.58* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.52**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2527/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF1 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 16.00 ÷ 16.30 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **5.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **15.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **197.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **170.23** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**152.03**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 270.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Ghiaia con sabbia e limo debolmente argillosa di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2528/A |
| Peso di volume | ☑ | 2528/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2528/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2528/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2528/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2528/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2528/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2528/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2528/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 6 | 10 | |
| **TD1** | 6 | 10 | |
| **TD2** | 6 | | |
| **TD3** | 6 | 10 | |
| | | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 6 | 10 | |
| | 6 | | |
| basso | | | |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 99.47 | 97.44 | 98.63 |
| Peso Lordo Secco (g) | 94.02 | 91.93 | 92.98 |
| Tara (g) | 47.54 | 44.75 | 49.12 |
| Umidità relativa W (%) | **11.7%** | **11.7%** | **12.9%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **12.1%** | **0.68%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2528/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 150.24 | 90.27 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**22.15**

| **Bilancia Utilizzata** | **Temperatura di essiccazione** | **Tempo di essiccazione** | **$P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g)** |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 80.52 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**19.76**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.23 | 40.19 | 40.23 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.38 | 202.34 | 202.38 |
| Temperatura (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.174 | 177.174 | 177.174 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6777** | **2.6751** | **2.6777** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6783** | **2.6756** | **2.6783** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.677** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

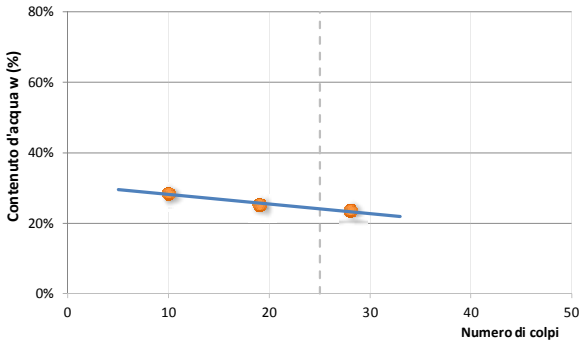
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 63 | 60 | 52 |
| $P_T$ - tara (g) | 41.88 | 42.84 | 44.65 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 66.46 | 67.46 | 71.14 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 61.77 | 62.5 | 65.27 |
| N° di colpi | 28 | 19 | 10 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 23.58% | 25.23% | 28.47% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **24.1%** | |

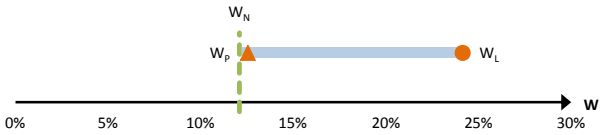



y = -0.00272 x + 0.30918 $R^2$ = 0.966

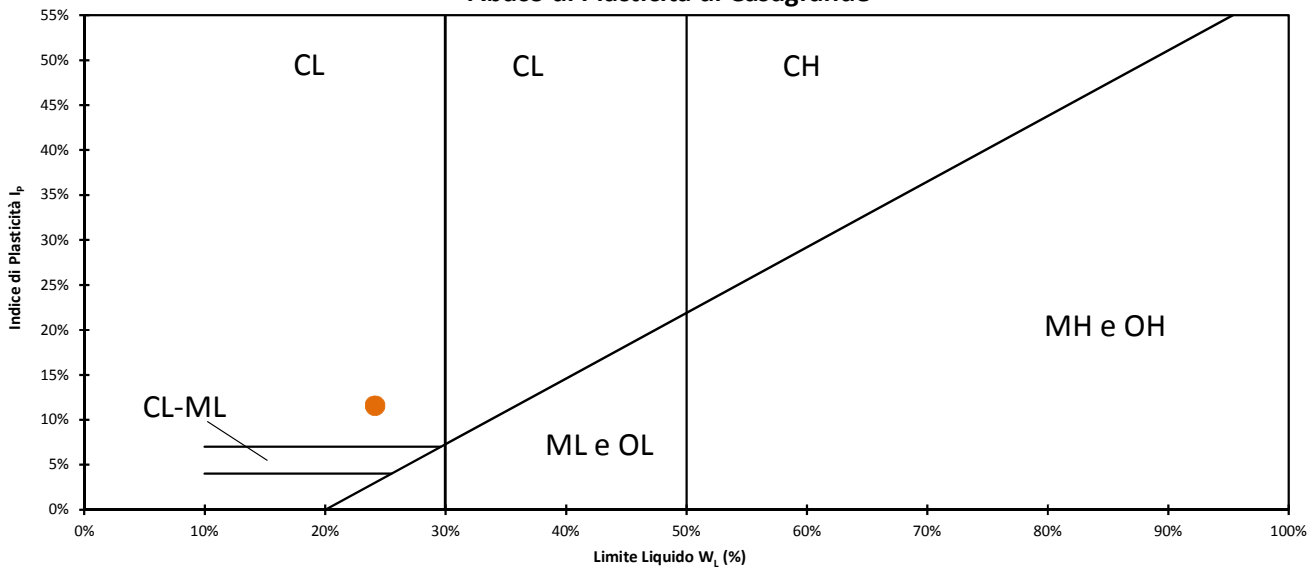
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 57 | 58 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 39.32 | 40.96 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 82.2 | 84.06 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 77.41 | 79.27 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 12.58% | 12.50% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | | **12.5%** |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **11.6%** | **poco plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.038** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.038** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **1.968** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.084** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di bassa plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

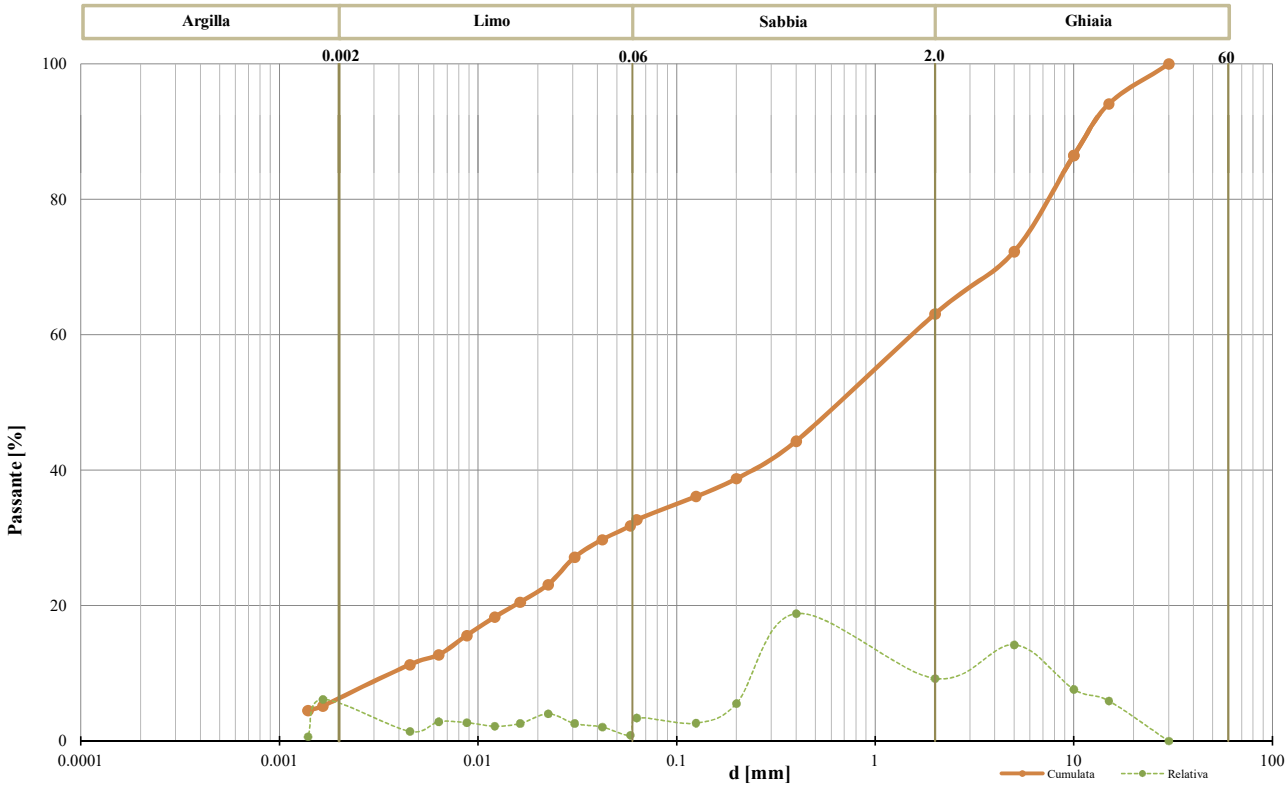
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30.0000 | 100.00 % | 0.0630 | 32.68 % | 0.0063 | 12.72 % |
| 15.0000 | 94.08 % | 0.0584 | 31.79 % | 0.0045 | 11.29 % |
| 10.0000 | 86.47 % | 0.0423 | 29.71 % | 0.0017 | 5.16 % |
| 5.0000 | 72.27 % | 0.0307 | 27.12 % | 0.0014 | 4.51 % |
| 2.0000 | 63.06 % | 0.0225 | 23.10 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 44.27 % | 0.0163 | 20.50 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 38.75 % | 0.0121 | 18.29 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 36.09 % | 0.0088 | 15.57 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Ghiaia con Sabbia e Limo debolmente argillosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 63.06 % | $D_{10}$ | *0.00393 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 44.27 % | $D_{30}$ | *0.04449 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 32.68 % | $D_{50}$ | *0.88780 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 442.64 | $D_{60}$ | *1.73938 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.29 | $D_{90}$ | *12.31950 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.89 % | 26.20 % | 30.97 % | 36.94 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

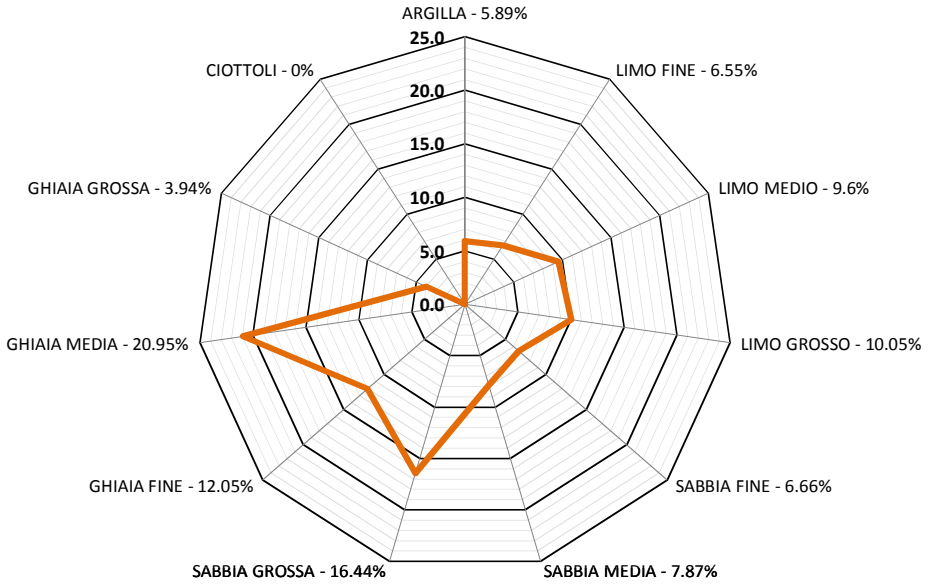
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

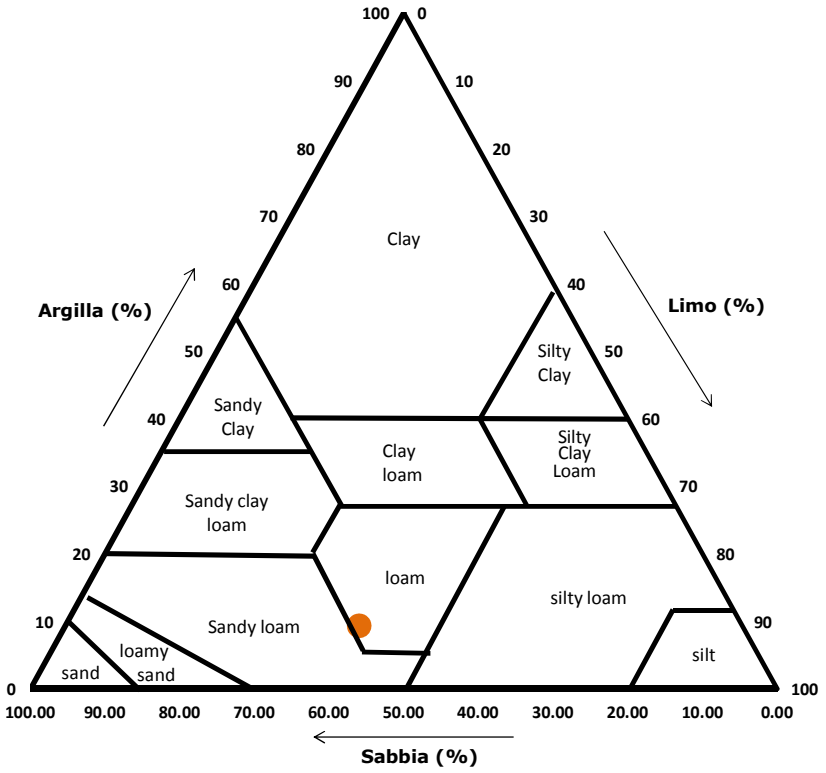
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR2 **Profondità** 28.50 ÷ 28.80




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 9.34 % | 39.36 % | 51.30 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

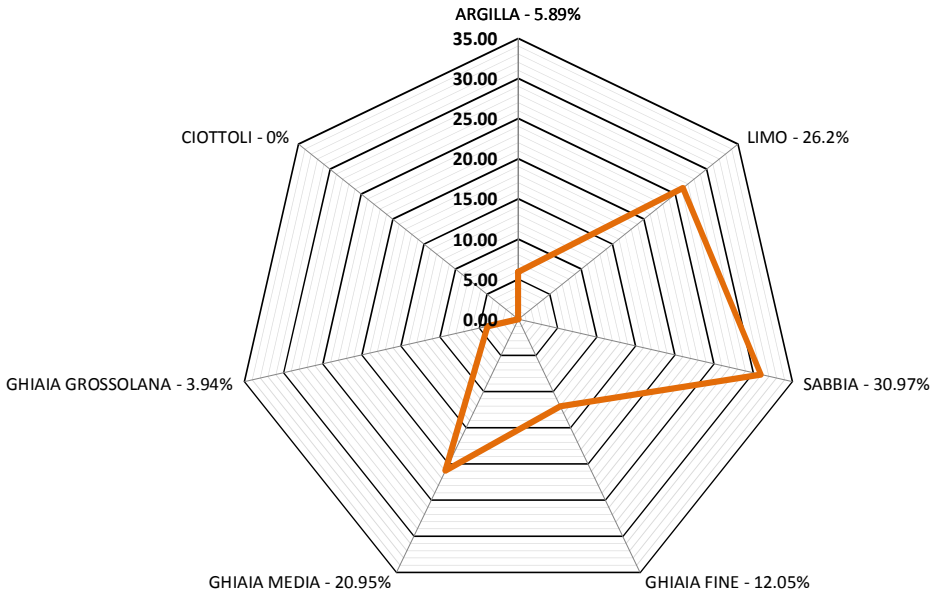
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR2 **Profondità** 28.50 ÷ 28.80

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 63.06 % | $D_{10}$ | *0.00393 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 44.27 % | $D_{30}$ | *0.04449 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 32.68 % | $D_{50}$ | *0.88780 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 442.64 | $D_{60}$ | *1.73938 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.29 | $D_{90}$ | *12.31950 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.89 % | 26.20 % | 30.97 % | 36.94 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 24.1% | 12.54% | 11.59% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Labanca)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2528/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF1 **Campione** CR2 **Profondità** 28.50 ÷ 28.80

| CONDIZIONI INIZIALI Campione Ricostituito | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^2$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 162.69 | 161.98 | 162.03 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 11.63% | 11.40% | 12.04% |
| Umidità (trimming) (%) | 11.73% | 11.68% | 12.88% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 22.17 | 22.07 | 22.08 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 19.86 | 19.81 | 19.70 |
| Indice dei vuoti | 0.348 | 0.351 | 0.359 |
| Grado di saturazione (%) | 89.4% | 86.8% | 89.8% |

| FASE DI CONSOLIDAZIONE | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| Cedimento (mm) | 0.103 | 0.192 | 0.249 |

| FASE DI TAGLIO | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00581 | 0.00529 | 0.00566 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 52.0 | 165.4 | 175.9 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 1.62 | 2.48 | 2.91 |
| Deformazione verticale (mm) | -0.004 | 0.021 | 0.101 |

| c' (kPa) | φ' (°) |
|---|---|
| **7.21** | **31.77** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e fi' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulla terna di punti (pressione verticale/tensione di taglio) sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

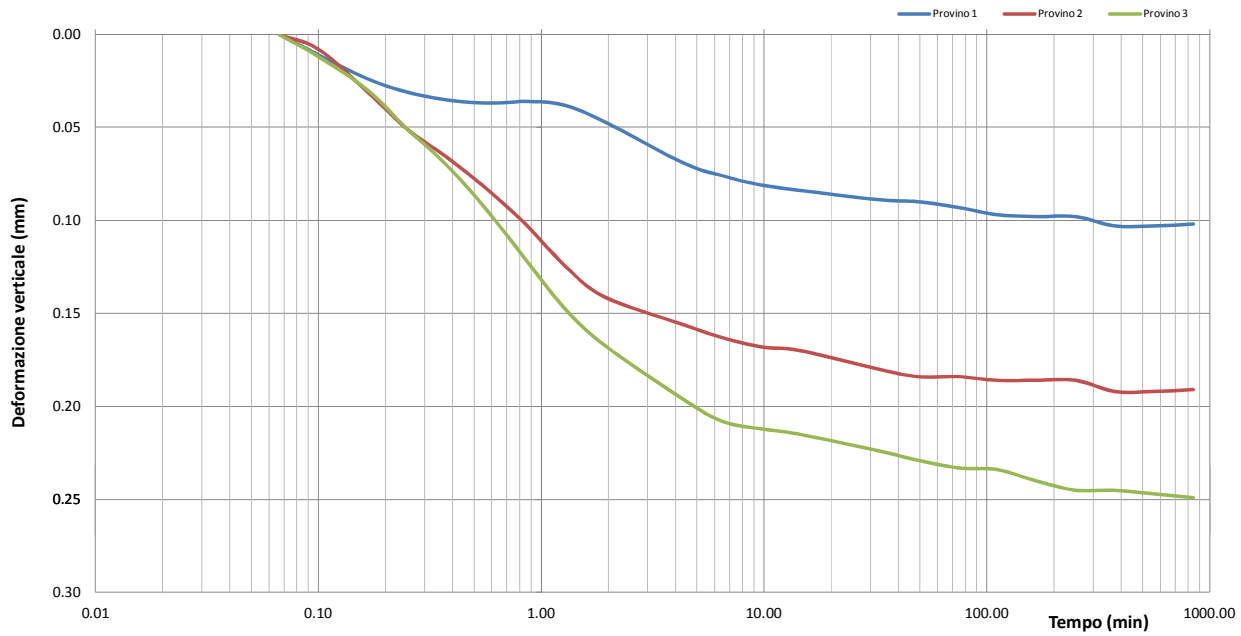
**(Ing. Rocco Tolve)**

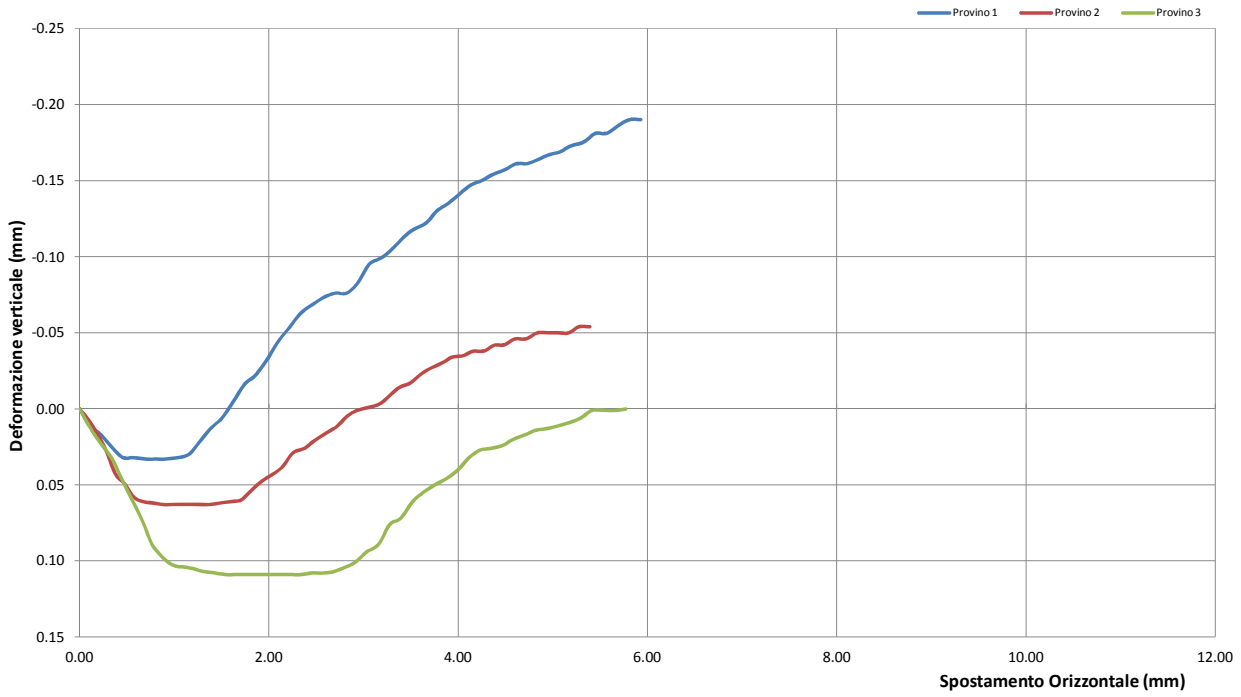
# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

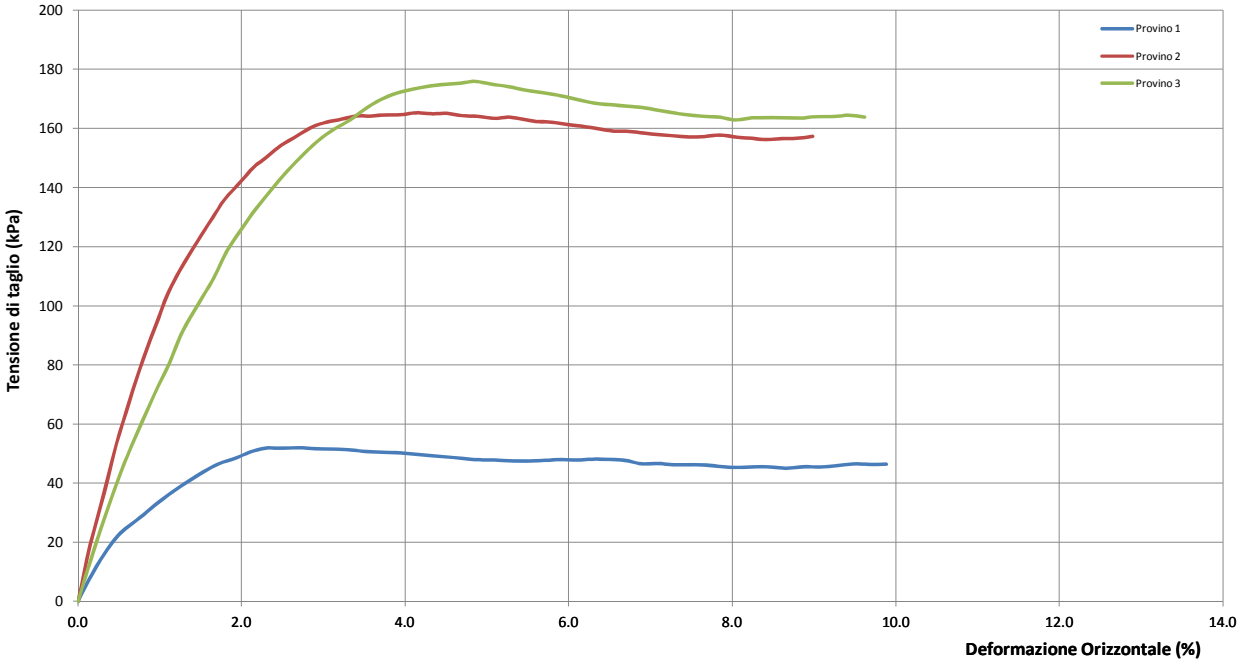
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

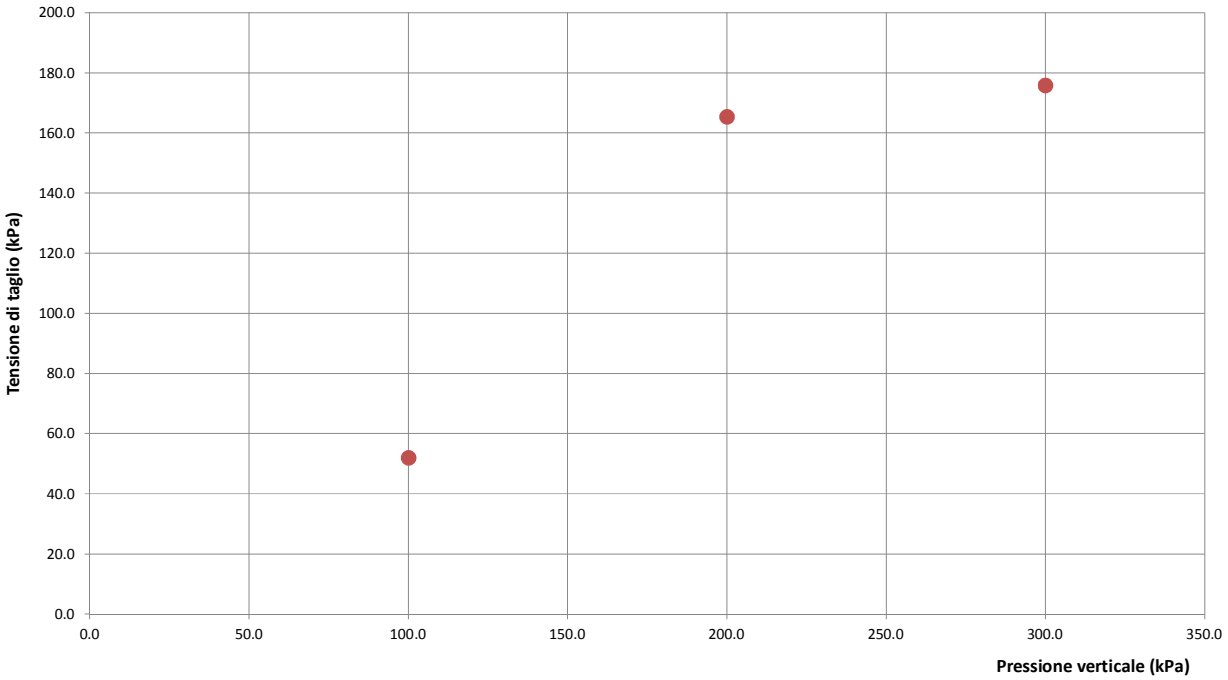
BRAINSTORMERS S.r.l.
Sett. Ingg. strutture pavimentazioni stradali
Lab. Geotecnico

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2528/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| *0.07* | *0.56* | 0.000 | *0.07* | *0.72* | 0.000 | *0.07* | *0.82* | 0.000 |
| *0.10* | *0.57* | 0.011 | *0.10* | *0.73* | 0.008 | *0.10* | *0.83* | 0.012 |
| *0.17* | *0.58* | 0.024 | *0.17* | *0.75* | 0.031 | *0.17* | *0.85* | 0.030 |
| *0.25* | *0.59* | 0.031 | *0.25* | *0.77* | 0.051 | *0.25* | *0.87* | 0.051 |
| *0.37* | *0.60* | 0.035 | *0.37* | *0.79* | 0.065 | *0.37* | *0.89* | 0.069 |
| *0.57* | *0.60* | 0.037 | *0.57* | *0.81* | 0.083 | *0.57* | *0.92* | 0.094 |
| *0.85* | *0.60* | 0.036 | *0.85* | *0.83* | 0.102 | *0.85* | *0.94* | 0.121 |
| *1.27* | *0.60* | 0.038 | *1.27* | *0.85* | 0.124 | *1.27* | *0.97* | 0.147 |
| *1.92* | *0.61* | 0.047 | *1.92* | *0.86* | 0.141 | *1.92* | *0.99* | 0.167 |
| *4.32* | *0.63* | 0.069 | *4.32* | *0.88* | 0.156 | *4.32* | *1.02* | 0.196 |
| *4.32* | *0.63* | 0.069 | *4.32* | *0.88* | 0.156 | *4.32* | *1.02* | 0.196 |
| *6.48* | *0.64* | 0.076 | *6.48* | *0.89* | 0.163 | *6.48* | *1.03* | 0.208 |
| *9.72* | *0.64* | 0.081 | *9.72* | *0.89* | 0.168 | *9.72* | *1.03* | 0.212 |
| *14.58* | *0.64* | 0.084 | *14.58* | *0.89* | 0.170 | *14.58* | *1.04* | 0.215 |
| *32.83* | *0.65* | 0.089 | *32.83* | *0.90* | 0.180 | *32.83* | *1.05* | 0.224 |
| *49.25* | *0.65* | 0.090 | *49.25* | *0.91* | 0.184 | *49.25* | *1.05* | 0.229 |
| *73.88* | *0.65* | 0.093 | *73.88* | *0.91* | 0.184 | *73.88* | *1.05* | 0.233 |
| *110.83* | *0.66* | 0.097 | *110.83* | *0.91* | 0.186 | *110.83* | *1.06* | 0.234 |
| *166.25* | *0.66* | 0.098 | *166.25* | *0.91* | 0.186 | *166.25* | *1.06* | 0.240 |
| *249.38* | *0.66* | 0.098 | *249.38* | *0.91* | 0.186 | *249.38* | *1.07* | 0.245 |
| *374.08* | *0.66* | 0.103 | *374.08* | *0.92* | 0.192 | *374.08* | *1.07* | 0.245 |
| *561.13* | *0.66* | 0.103 | *561.13* | *0.92* | 0.192 | *561.13* | *1.07* | 0.247 |
| *841.70* | *0.66* | 0.102 | *841.70* | *0.91* | 0.191 | *841.70* | *1.07* | 0.249 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2528/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.11 | 0.011 | 9.6 | 0.09 | 0.007 | 19.3 | 0.12 | 0.013 | 17.3 |
| 0.32 | 0.024 | 23.5 | 0.28 | 0.028 | 53.3 | 0.33 | 0.032 | 46.0 |
| 0.45 | 0.032 | 28.3 | 0.38 | 0.043 | 67.9 | 0.44 | 0.046 | 57.9 |
| 0.57 | 0.032 | 32.6 | 0.47 | 0.049 | 80.9 | 0.56 | 0.060 | 69.5 |
| 0.68 | 0.033 | 36.7 | 0.57 | 0.058 | 92.9 | 0.67 | 0.075 | 80.6 |
| 0.80 | 0.033 | 40.3 | 0.66 | 0.061 | 104.1 | 0.76 | 0.089 | 90.9 |
| 0.92 | 0.033 | 43.6 | 0.77 | 0.062 | 113.7 | 0.88 | 0.098 | 100.6 |
| 1.04 | 0.032 | 46.5 | 0.88 | 0.063 | 121.8 | 0.99 | 0.103 | 108.9 |
| 1.15 | 0.030 | 48.3 | 0.98 | 0.063 | 129.3 | 1.09 | 0.104 | 117.9 |
| 1.26 | 0.022 | 50.5 | 1.08 | 0.063 | 136.0 | 1.19 | 0.105 | 125.4 |
| 1.38 | 0.013 | 51.9 | 1.19 | 0.063 | 142.0 | 1.31 | 0.107 | 132.8 |
| 1.50 | 0.006 | 51.8 | 1.29 | 0.063 | 147.0 | 1.43 | 0.108 | 139.8 |
| 1.62 | -0.004 | 52.0 | 1.39 | 0.063 | 150.3 | 1.54 | 0.109 | 145.8 |
| 1.74 | -0.016 | 51.7 | 1.49 | 0.062 | 154.4 | 1.66 | 0.109 | 151.3 |
| 1.86 | -0.022 | 51.5 | 1.61 | 0.061 | 157.3 | 1.76 | 0.109 | 155.8 |
| 1.98 | -0.032 | 51.4 | 1.71 | 0.060 | 160.4 | 1.88 | 0.109 | 159.6 |
| 2.09 | -0.044 | 50.8 | 1.82 | 0.053 | 162.2 | 2.00 | 0.109 | 162.9 |
| 2.21 | -0.053 | 50.4 | 1.94 | 0.047 | 163.2 | 2.10 | 0.109 | 166.5 |
| 2.34 | -0.063 | 50.3 | 2.04 | 0.043 | 164.3 | 2.22 | 0.109 | 169.6 |
| 2.45 | -0.068 | 49.9 | 2.15 | 0.038 | 164.3 | 2.34 | 0.109 | 172.0 |
| 2.57 | -0.073 | 49.3 | 2.26 | 0.029 | 164.6 | 2.46 | 0.108 | 173.2 |
| 2.70 | -0.076 | 48.9 | 2.38 | 0.026 | 164.7 | 2.57 | 0.108 | 174.3 |
| 2.82 | -0.076 | 48.3 | 2.48 | 0.021 | 165.4 | 2.69 | 0.107 | 174.8 |
| 2.94 | -0.083 | 47.8 | 2.61 | 0.016 | 165.0 | 2.81 | 0.104 | 175.3 |
| 3.06 | -0.095 | 47.8 | 2.71 | 0.012 | 165.2 | 2.91 | 0.101 | 175.9 |
| 3.18 | -0.099 | 47.5 | 2.82 | 0.005 | 164.4 | 3.03 | 0.094 | 175.0 |
| 3.31 | -0.105 | 47.4 | 2.93 | 0.001 | 164.2 | 3.16 | 0.089 | 174.1 |
| 3.43 | -0.113 | 47.6 | 3.05 | -0.001 | 163.5 | 3.28 | 0.076 | 172.9 |
| 3.53 | -0.118 | 47.9 | 3.17 | -0.003 | 163.9 | 3.39 | 0.072 | 172.2 |
| 3.66 | -0.122 | 47.7 | 3.28 | -0.009 | 163.0 | 3.52 | 0.061 | 171.2 |
| 3.77 | -0.130 | 48.0 | 3.38 | -0.014 | 162.4 | 3.63 | 0.055 | 170.2 |
| 3.90 | -0.135 | 48.0 | 3.49 | -0.017 | 162.1 | 3.75 | 0.050 | 168.8 |
| 4.01 | -0.141 | 47.7 | 3.61 | -0.023 | 161.2 | 3.87 | 0.046 | 168.2 |
| 4.13 | -0.147 | 46.5 | 3.72 | -0.027 | 160.6 | 4.00 | 0.040 | 167.6 |
| 4.25 | -0.150 | 46.6 | 3.83 | -0.030 | 159.8 | 4.12 | 0.032 | 167.2 |
| 4.37 | -0.154 | 46.2 | 3.93 | -0.034 | 159.1 | 4.24 | 0.027 | 166.3 |
| 4.50 | -0.157 | 46.1 | 4.05 | -0.035 | 159.0 | 4.35 | 0.026 | 165.4 |
| 4.61 | -0.161 | 46.1 | 4.16 | -0.038 | 158.4 | 4.47 | 0.024 | 164.6 |
| 4.73 | -0.161 | 45.5 | 4.27 | -0.038 | 157.9 | 4.58 | 0.020 | 164.1 |
| 4.85 | -0.164 | 45.3 | 4.39 | -0.042 | 157.4 | 4.71 | 0.017 | 163.8 |
| 4.96 | -0.167 | 45.5 | 4.48 | -0.042 | 157.1 | 4.83 | 0.014 | 162.9 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2528/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 06/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.08* | *-0.17* | *45.44* | *4.60* | *-0.05* | *157.28* | *4.95* | *0.01* | *163.58* |
| *5.20* | *-0.17* | *44.97* | *4.71* | *-0.05* | *157.75* | *5.06* | *0.01* | *163.61* |
| *5.32* | *-0.18* | *45.50* | *4.84* | *-0.05* | *157.06* | *5.17* | *0.01* | *163.67* |
| *5.45* | *-0.18* | *45.39* | *4.95* | *-0.05* | *156.64* | *5.29* | *0.01* | *163.47* |
| *5.57* | *-0.18* | *45.86* | *5.06* | *-0.05* | *156.25* | *5.41* | *0.00* | *164.00* |
| *5.69* | *-0.19* | *46.44* | *5.17* | *-0.05* | *156.58* | *5.54* | *0.00* | *163.94* |
| *5.81* | *-0.19* | *46.31* | *5.28* | *-0.05* | *156.64* | *5.65* | *0.00* | *164.47* |
| *5.93* | *-0.19* | *46.33* | *5.39* | *-0.05* | *157.33* | *5.77* | | *163.89* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori Igiene, sicurezza, prevenzione e protezione ambientale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.51**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2528/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF1 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 28.50 ÷ 28.80 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **17.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **41.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **35.53** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**158.64**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 320.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Limo con ghiaia sabbia e argilla di colore variabile dal marrone al marroncino | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2529/A |
| Peso di volume | ☑ | 2529/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2529/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2529/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2529/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2529/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2529/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2529/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2529/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 6 | 10 | |
| **TD1** | 6 | 10 | |
| **TD2** | 6 | | |
| **TD3** | 6 | 10 | |
| | | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 6 | 10 | |
| | 6 | | |
| basso | | | |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Totaro)**

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 53.77 | 57.17 | 52.81 |
| Peso Lordo Secco (g) | 50.24 | 53.53 | 49.48 |
| Tara (g) | 26.12 | 26.04 | 25.73 |
| Umidità relativa W (%) | **14.6%** | **13.2%** | **14.0%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **14.0%** | **0.70%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2529/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 140.35 | 80.38 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**19.72**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 70.51 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**17.30**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.57 | 40.76 | 40.685 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.59 | 202.71 | 202.67 |
| Temperatura (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.174 | 177.174 | 177.174 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6772** | **2.6774** | **2.6786** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6777** | **2.6779** | **2.6791** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.678** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

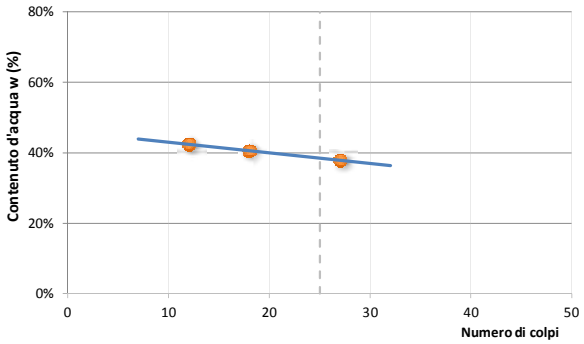
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 1 | 20 | 3 |
| $P_T$ - tara (g) | 24.45 | 26.19 | 24.76 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 44.94 | 44.78 | 43.9 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 39.31 | 39.42 | 38.2 |
| N° di colpi | 27 | 18 | 12 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 37.89% | 40.51% | 42.41% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **38.5%** | |

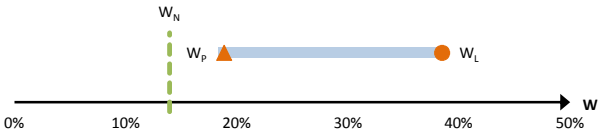



y = -0.00301 x + 0.45986 $R^2$ = 1.000

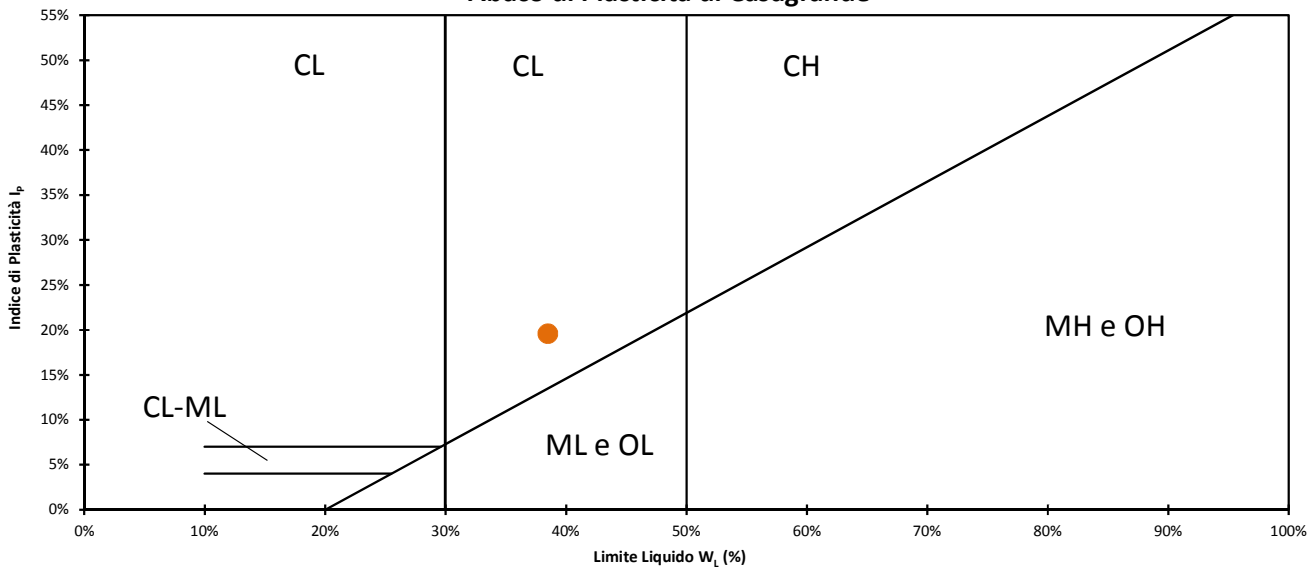
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 26 | 36 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 25.99 | 26.02 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 62.74 | 65.13 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 56.93 | 58.9 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 18.78% | 18.95% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **18.9%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **19.6%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.250** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.250** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **1.450** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.693** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

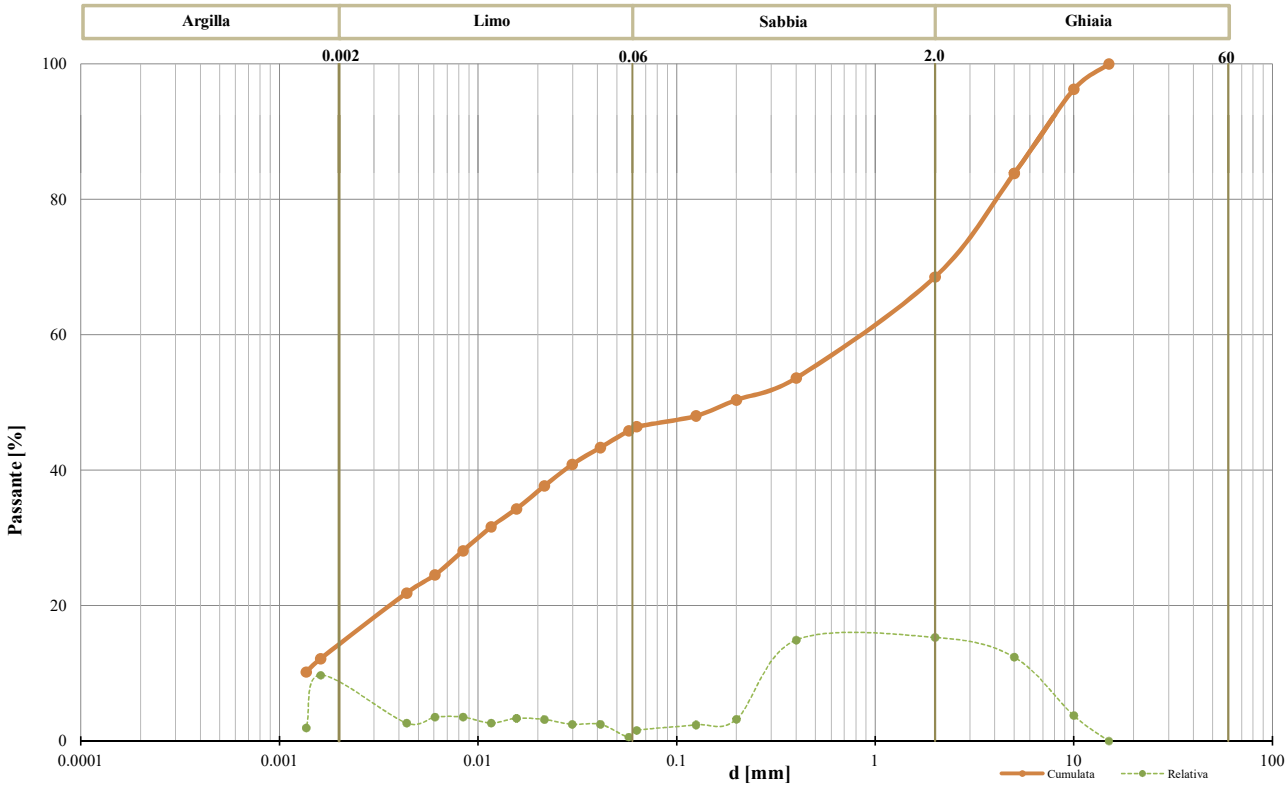
**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |
|---|---|---|---|---|---|

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0573 | 45.82 % | 0.0044 | 21.87 % |
| 10.0000 | 96.23 % | 0.0413 | 43.33 % | 0.0016 | 12.15 % |
| 5.0000 | 83.82 % | 0.0298 | 40.85 % | 0.0014 | 10.20 % |
| 2.0000 | 68.53 % | 0.0216 | 37.66 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 53.61 % | 0.0156 | 34.29 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 50.39 % | 0.0116 | 31.62 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 47.99 % | 0.0084 | 28.08 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 46.40 % | 0.0061 | 24.53 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Limo con Ghiaia sabbiosa argillosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 68.53 % | $D_{10}$ | *#N/D* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 53.61 % | $D_{30}$ | *0.01015 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 46.40 % | $D_{50}$ | *0.18788 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | #N/D | $D_{60}$ | *1.08525 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | #N/D | $D_{90}$ | *7.48911 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 13.52 % | 32.58 % | 22.43 % | 31.47 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

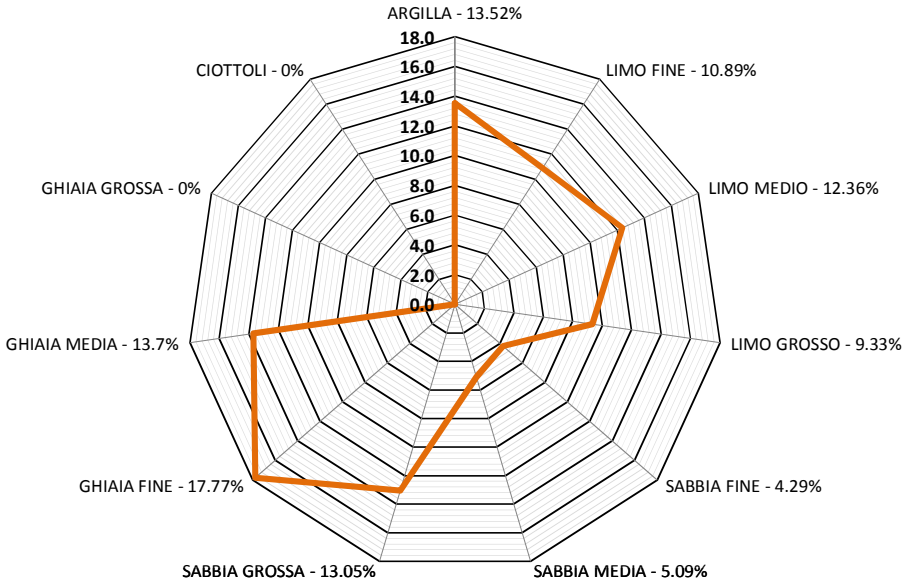
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

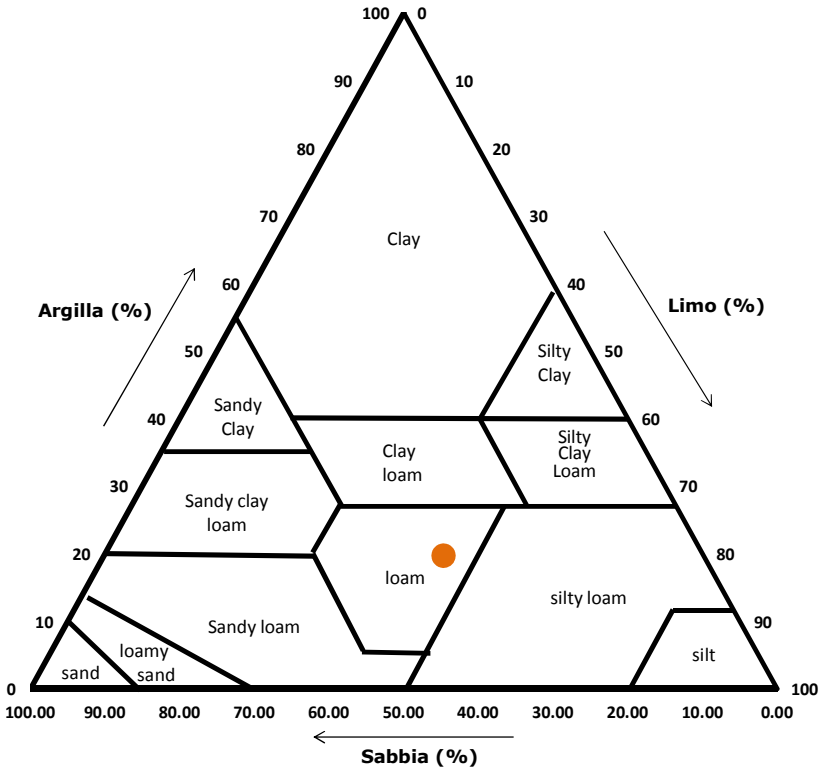
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF3 **Campione** CR1 **Profondità** 5.50 ÷ 6.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 19.73 % | 45.47 % | 34.80 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

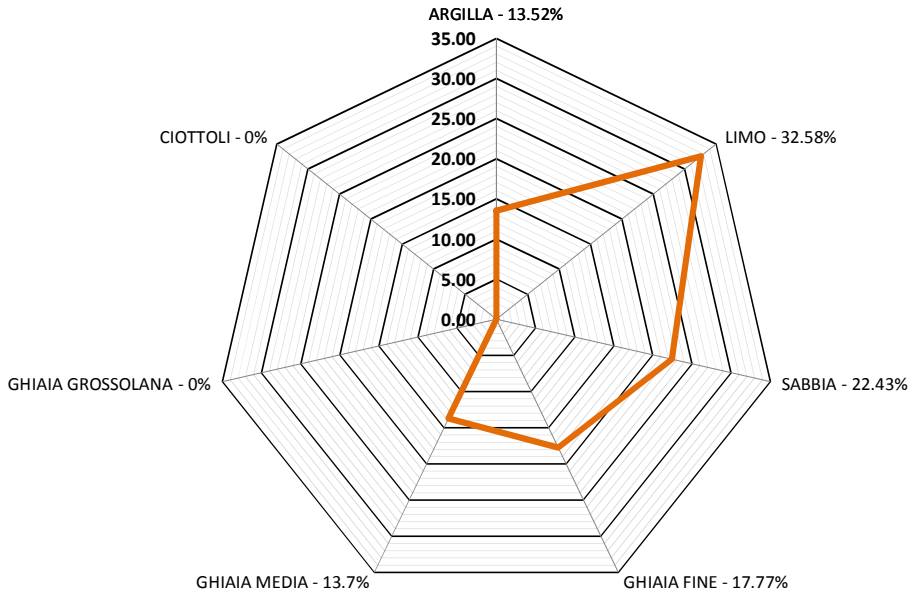
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF3 **Campione** CR1 **Profondità** 5.50 ÷ 6.00

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 68.53 % | $D_{10}$ | *#N/D* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 53.61 % | $D_{30}$ | *0.01015 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 46.40 % | $D_{50}$ | *0.18788 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | #N/D | $D_{60}$ | *1.08525 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | #N/D | $D_{90}$ | *7.48911 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 13.52 % | 32.58 % | 22.43 % | 31.47 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 38.5% | 18.86% | 19.60% | 8 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2529/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF3 **Campione** CR1 **Profondità** 5.50 ÷ 6.00

| CONDIZIONI INIZIALI Campione Ricostituito | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^2$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 144.51 | 144.9 | 145.48 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 13.81% | 13.17% | 13.80% |
| Umidità (trimming) (%) | 14.64% | 13.24% | 14.02% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 19.69 | 19.74 | 19.82 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 17.30 | 17.45 | 17.42 |
| Indice dei vuoti | 0.548 | 0.535 | 0.538 |
| Grado di saturazione (%) | 67.5% | 65.9% | 68.7% |

| FASE DI CONSOLIDAZIONE | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| Cedimento (mm) | 0.075 | 0.080 | 0.121 |

| FASE DI TAGLIO | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00575 | 0.00525 | 0.00560 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 41.4 | 114.4 | 131.4 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 5.87 | 4.81 | 5.35 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.249 | 0.469 | 0.480 |

| c' (kPa) | φ' (°) |
|---|---|
| **5.69** | **24.23** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e fi' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulla terna di punti (pressione verticale/tensione di taglio) sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

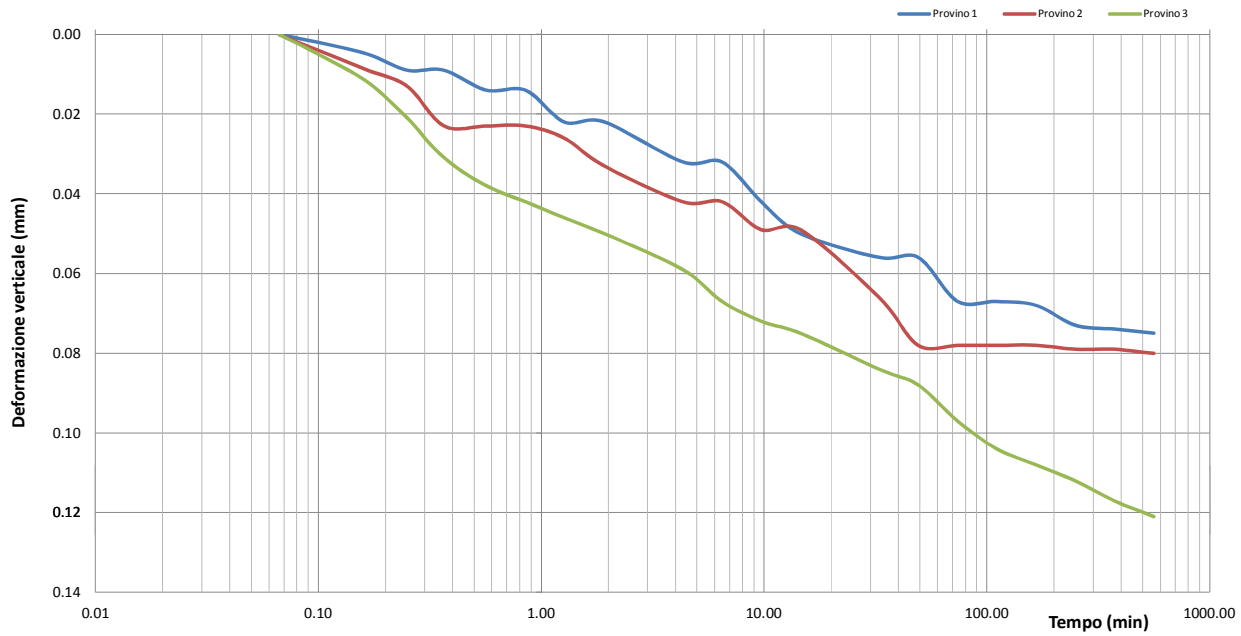
**(Ing. Rocco Tolve)**

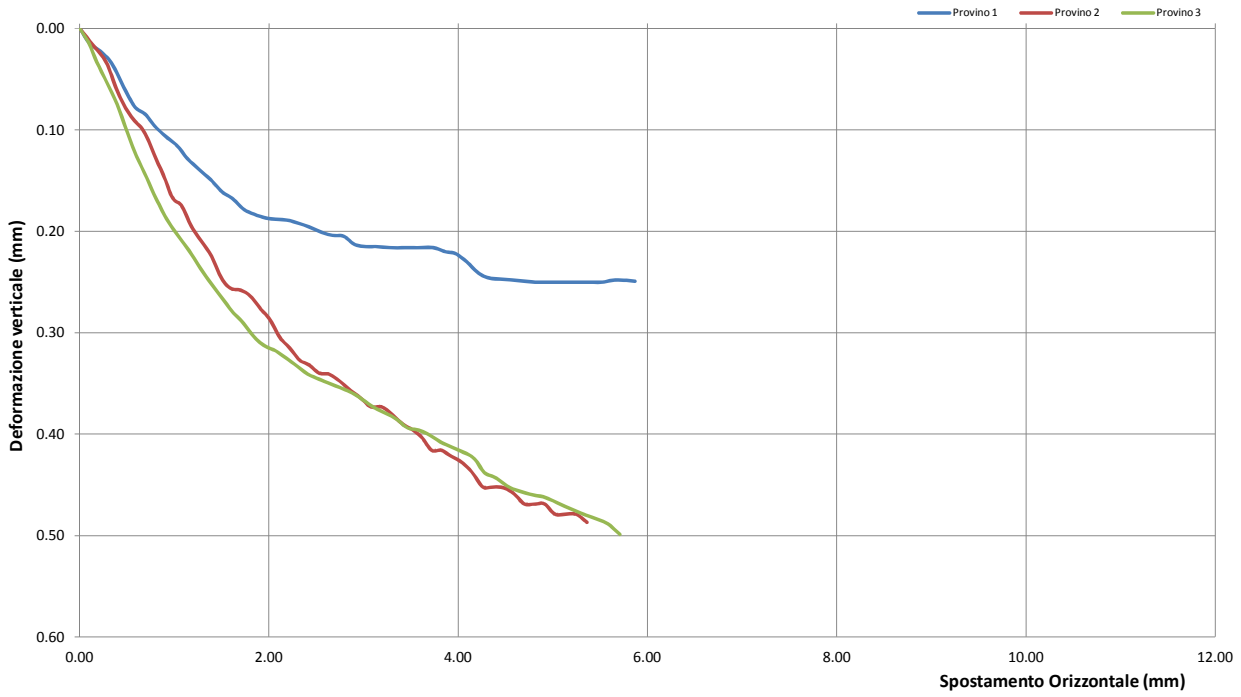
# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

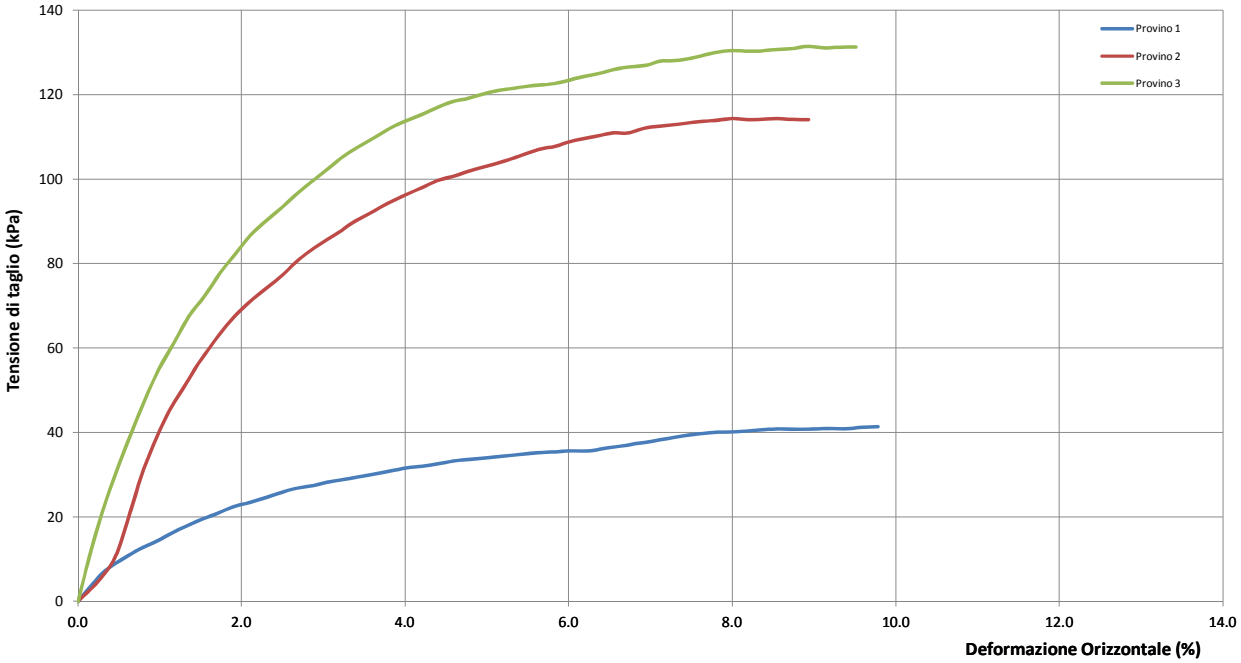
Francesco Di Lonardo

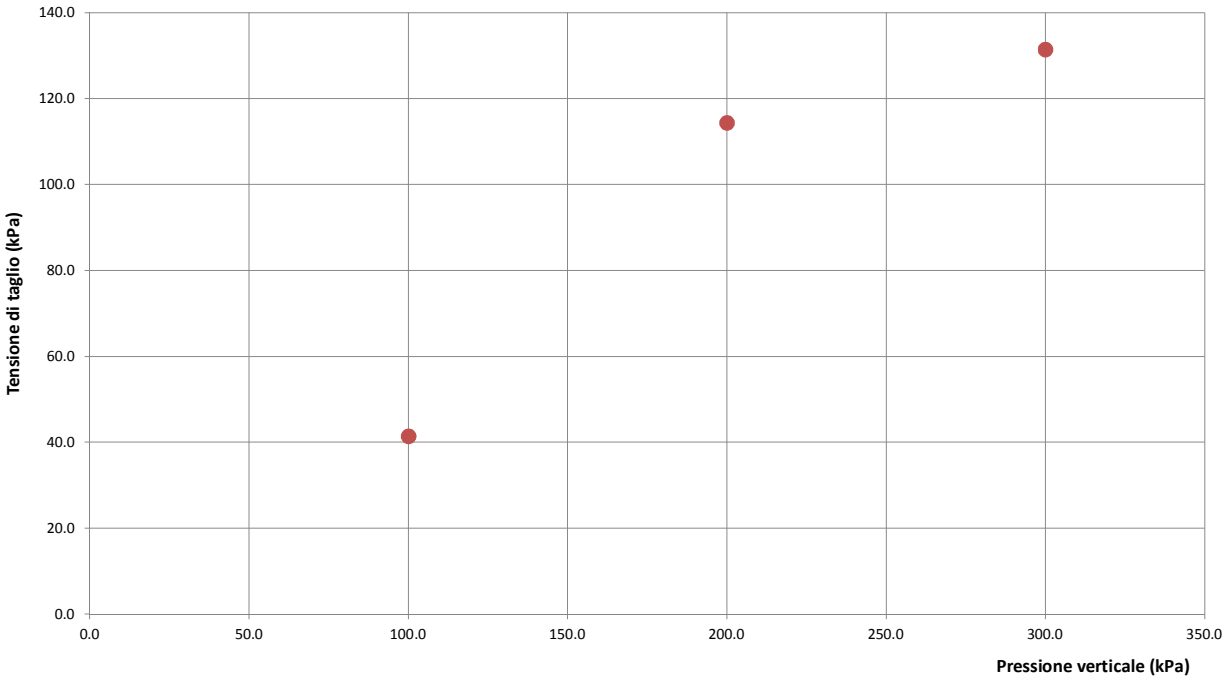
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2529/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| *0.07* | *0.54* | 0.000 | *0.07* | *0.68* | 0.000 | *0.07* | *0.49* | 0.000 |
| *0.10* | *0.54* | 0.002 | *0.10* | *0.68* | 0.004 | *0.10* | *0.50* | 0.005 |
| *0.17* | *0.54* | 0.005 | *0.17* | *0.69* | 0.009 | *0.17* | *0.51* | 0.012 |
| *0.25* | *0.54* | 0.009 | *0.25* | *0.69* | 0.013 | *0.25* | *0.52* | 0.021 |
| *0.37* | *0.54* | 0.009 | *0.37* | *0.70* | 0.023 | *0.37* | *0.53* | 0.031 |
| *0.57* | *0.55* | 0.014 | *0.57* | *0.70* | 0.023 | *0.57* | *0.53* | 0.038 |
| *0.85* | *0.55* | 0.014 | *0.85* | *0.70* | 0.023 | *0.85* | *0.54* | 0.042 |
| *1.27* | *0.56* | 0.022 | *1.27* | *0.70* | 0.026 | *1.27* | *0.54* | 0.046 |
| *1.92* | *0.56* | 0.022 | *1.92* | *0.71* | 0.033 | *1.92* | *0.54* | 0.050 |
| *4.32* | *0.57* | 0.032 | *4.32* | *0.72* | 0.042 | *4.32* | *0.55* | 0.059 |
| *4.32* | *0.57* | 0.032 | *4.32* | *0.72* | 0.042 | *4.32* | *0.55* | 0.059 |
| *6.48* | *0.57* | 0.032 | *6.48* | *0.72* | 0.042 | *6.48* | *0.56* | 0.067 |
| *9.72* | *0.58* | 0.042 | *9.72* | *0.73* | 0.049 | *9.72* | *0.57* | 0.072 |
| *14.58* | *0.59* | 0.050 | *14.58* | *0.73* | 0.049 | *14.58* | *0.57* | 0.075 |
| *32.83* | *0.59* | 0.056 | *32.83* | *0.74* | 0.066 | *32.83* | *0.58* | 0.084 |
| *49.25* | *0.59* | 0.056 | *49.25* | *0.76* | 0.078 | *49.25* | *0.58* | 0.088 |
| *73.88* | *0.60* | 0.067 | *73.88* | *0.76* | 0.078 | *73.88* | *0.59* | 0.097 |
| *110.83* | *0.60* | 0.067 | *110.83* | *0.76* | 0.078 | *110.83* | *0.60* | 0.104 |
| *166.25* | *0.60* | 0.068 | *166.25* | *0.76* | 0.078 | *166.25* | *0.60* | 0.108 |
| *249.38* | *0.61* | 0.073 | *249.38* | *0.76* | 0.079 | *249.38* | *0.61* | 0.112 |
| *374.08* | *0.61* | 0.074 | *374.08* | *0.76* | 0.079 | *374.08* | *0.61* | 0.117 |
| *561.13* | *0.61* | 0.075 | *561.13* | *0.76* | 0.080 | *561.13* | *0.62* | 0.121 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2529/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.11 | 0.015 | 4.2 | 0.15 | 0.017 | 4.7 | 0.10 | 0.014 | 11.8 |
| 0.34 | 0.034 | 10.2 | 0.39 | 0.060 | 21.9 | 0.29 | 0.053 | 31.2 |
| 0.46 | 0.056 | 12.5 | 0.48 | 0.078 | 31.2 | 0.40 | 0.075 | 40.2 |
| 0.58 | 0.077 | 14.3 | 0.58 | 0.091 | 38.9 | 0.49 | 0.100 | 48.0 |
| 0.68 | 0.084 | 16.1 | 0.68 | 0.102 | 45.7 | 0.60 | 0.125 | 55.1 |
| 0.79 | 0.096 | 17.8 | 0.78 | 0.123 | 50.9 | 0.71 | 0.148 | 61.5 |
| 0.92 | 0.107 | 19.6 | 0.88 | 0.144 | 56.3 | 0.81 | 0.168 | 67.4 |
| 1.03 | 0.115 | 20.9 | 0.98 | 0.167 | 60.8 | 0.93 | 0.190 | 72.5 |
| 1.14 | 0.128 | 22.4 | 1.08 | 0.175 | 64.9 | 1.04 | 0.205 | 77.8 |
| 1.26 | 0.139 | 23.4 | 1.18 | 0.195 | 68.5 | 1.15 | 0.219 | 82.3 |
| 1.38 | 0.149 | 24.7 | 1.29 | 0.210 | 71.7 | 1.27 | 0.235 | 86.7 |
| 1.51 | 0.161 | 25.9 | 1.39 | 0.225 | 74.4 | 1.39 | 0.252 | 90.4 |
| 1.62 | 0.168 | 26.9 | 1.50 | 0.246 | 77.1 | 1.50 | 0.265 | 93.3 |
| 1.73 | 0.178 | 27.4 | 1.59 | 0.256 | 80.1 | 1.61 | 0.279 | 96.6 |
| 1.84 | 0.183 | 28.3 | 1.70 | 0.258 | 83.0 | 1.72 | 0.290 | 99.6 |
| 1.98 | 0.187 | 29.0 | 1.81 | 0.264 | 85.2 | 1.84 | 0.304 | 102.7 |
| 2.08 | 0.188 | 29.6 | 1.91 | 0.277 | 87.4 | 1.95 | 0.313 | 105.5 |
| 2.20 | 0.189 | 30.3 | 2.01 | 0.287 | 89.6 | 2.07 | 0.318 | 107.9 |
| 2.32 | 0.192 | 31.0 | 2.12 | 0.305 | 91.4 | 2.18 | 0.325 | 109.8 |
| 2.44 | 0.196 | 31.8 | 2.22 | 0.315 | 93.3 | 2.30 | 0.333 | 112.1 |
| 2.56 | 0.201 | 32.1 | 2.33 | 0.327 | 95.1 | 2.41 | 0.341 | 113.8 |
| 2.67 | 0.204 | 32.7 | 2.43 | 0.332 | 96.5 | 2.53 | 0.346 | 115.4 |
| 2.79 | 0.205 | 33.4 | 2.53 | 0.340 | 98.0 | 2.63 | 0.350 | 116.9 |
| 2.91 | 0.213 | 33.7 | 2.64 | 0.341 | 99.6 | 2.75 | 0.354 | 118.3 |
| 3.03 | 0.215 | 34.1 | 2.75 | 0.348 | 100.6 | 2.87 | 0.359 | 119.2 |
| 3.15 | 0.215 | 34.5 | 2.86 | 0.357 | 101.8 | 2.99 | 0.366 | 120.3 |
| 3.26 | 0.216 | 34.9 | 2.97 | 0.364 | 102.8 | 3.11 | 0.374 | 121.1 |
| 3.37 | 0.216 | 35.3 | 3.08 | 0.373 | 103.7 | 3.23 | 0.379 | 121.6 |
| 3.50 | 0.216 | 35.4 | 3.19 | 0.373 | 104.8 | 3.34 | 0.385 | 122.2 |
| 3.62 | 0.216 | 35.7 | 3.28 | 0.379 | 105.9 | 3.46 | 0.394 | 122.4 |
| 3.74 | 0.216 | 35.6 | 3.40 | 0.389 | 107.1 | 3.57 | 0.396 | 123.1 |
| 3.86 | 0.220 | 36.3 | 3.50 | 0.395 | 107.7 | 3.70 | 0.401 | 124.2 |
| 3.97 | 0.222 | 36.8 | 3.61 | 0.403 | 108.9 | 3.81 | 0.408 | 124.9 |
| 4.09 | 0.230 | 37.4 | 3.72 | 0.416 | 109.6 | 3.93 | 0.413 | 125.9 |
| 4.21 | 0.241 | 37.9 | 3.82 | 0.416 | 110.3 | 4.06 | 0.418 | 126.6 |
| 4.33 | 0.246 | 38.6 | 3.93 | 0.422 | 110.9 | 4.17 | 0.424 | 126.9 |
| 4.46 | 0.247 | 39.3 | 4.04 | 0.428 | 110.9 | 4.28 | 0.438 | 127.9 |
| 4.58 | 0.248 | 39.8 | 4.15 | 0.438 | 111.9 | 4.39 | 0.443 | 128.1 |
| 4.70 | 0.249 | 40.1 | 4.26 | 0.452 | 112.5 | 4.52 | 0.451 | 128.7 |
| 4.81 | 0.250 | 40.2 | 4.37 | 0.452 | 112.8 | 4.64 | 0.456 | 129.7 |
| 4.92 | 0.250 | 40.4 | 4.49 | 0.453 | 113.4 | 4.78 | 0.460 | 130.4 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2529/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.04* | *0.25* | *40.72* | *4.59* | *0.46* | *113.72* | *4.90* | *0.46* | *130.33* |
| *5.16* | *0.25* | *40.86* | *4.70* | *0.47* | *113.94* | *5.00* | *0.47* | *130.33* |
| *5.27* | *0.25* | *40.75* | *4.81* | *0.47* | *114.36* | *5.12* | *0.47* | *130.69* |
| *5.40* | *0.25* | *40.83* | *4.91* | *0.47* | *114.08* | *5.25* | *0.48* | *130.92* |
| *5.52* | *0.25* | *40.97* | *5.02* | *0.48* | *114.14* | *5.35* | *0.48* | *131.42* |
| *5.63* | *0.25* | *40.86* | *5.13* | *0.48* | *114.36* | *5.47* | *0.48* | *131.08* |
| *5.75* | *0.25* | *41.22* | *5.24* | *0.48* | *114.14* | *5.59* | *0.49* | *131.22* |
| *5.87* | *0.25* | *41.39* | *5.36* | *0.49* | *114.11* | *5.71* | *0.50* | *131.31* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori ... LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| Certificato di prova numero: | 2529/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.78**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2529/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF3 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.50 ÷ 6.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **17.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **5.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **4.71** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**21.02**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 200.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2530/A |
| Peso di volume | ☑ | 2530/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2530/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2530/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2530/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2530/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☐ | --- |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2530/G |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2530/H |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 2.3 | 1.2 | |
| | 2.3 | 1.2 | |
| | 2.3 | 1.2 | |
| | | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 2.3 | 1.2 | |
| | 2.5 | 1.2 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 54.05 | 56.00 | 57.25 |
| Peso Lordo Secco (g) | 49.29 | 51.11 | 52.07 |
| Tara (g) | 24.49 | 25.89 | 24.79 |
| Umidità relativa W (%) | **19.2%** | **19.4%** | **19.0%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **19.2%** | **0.20%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2530/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 143.96 | 83.99 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**20.61**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 70.45 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**17.29**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.68 | 41.52 | 41.12 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.65 | 203.17 | 202.93 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6762** | **2.6752** | **2.6770** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6768** | **2.6757** | **2.6775** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.677** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

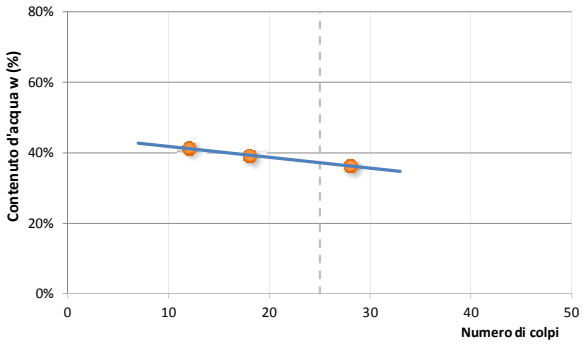
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 37 | 33 | 28 |
| $P_T$ - tara (g) | 26.13 | 25.75 | 26.07 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 44.69 | 44.98 | 46.16 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 39.75 | 39.57 | 40.29 |
| N° di colpi | 28 | 18 | 12 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 36.27% | 39.15% | 41.28% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **37.1%** | |

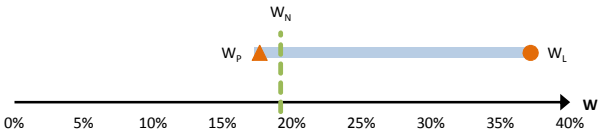



y = -0.00311 x + 0.44902 $R^2$ = 0.997

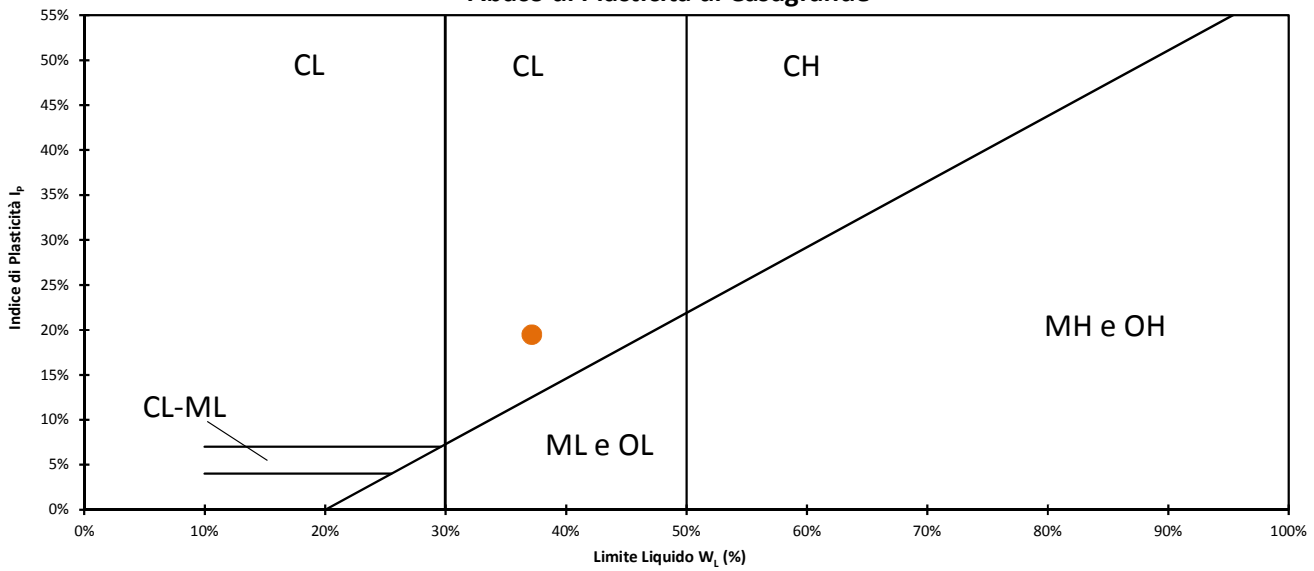
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 21 | 22 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 25.99 | 26.1 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 61.68 | 63.16 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 56.32 | 57.61 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 17.67% | 17.61% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **17.6%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **19.5%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.921** | **solido-plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.079** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **3.114** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.316** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

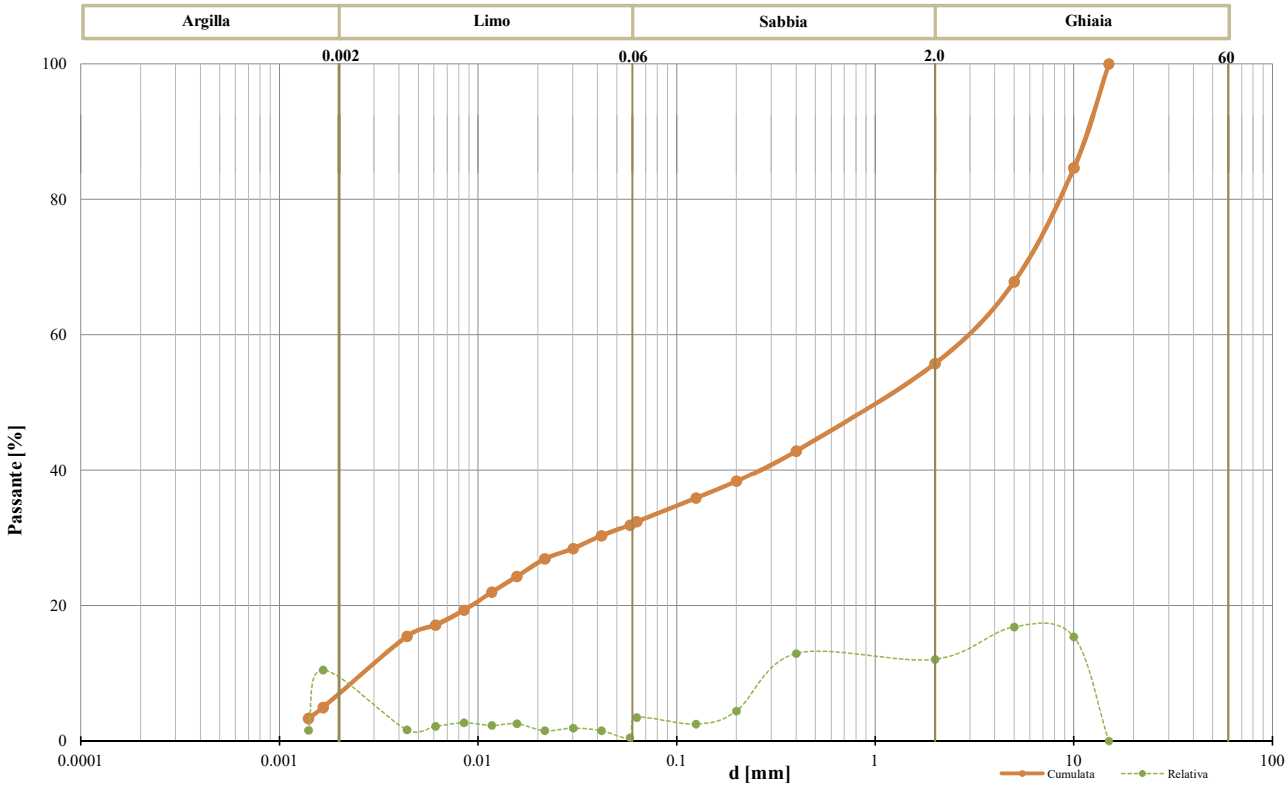
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0581 | 31.88 % | 0.0044 | 15.44 % |
| 10.0000 | 84.63 % | 0.0418 | 30.34 % | 0.0017 | 4.94 % |
| 5.0000 | 67.80 % | 0.0302 | 28.41 % | 0.0014 | 3.34 % |
| 2.0000 | 55.74 % | 0.0217 | 26.87 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 42.81 % | 0.0157 | 24.30 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 38.39 % | 0.0117 | 21.99 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 35.87 % | 0.0085 | 19.30 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 32.39 % | 0.0061 | 17.11 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Ghiaia con Limo sabbiosa debolmente argillosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 55.74 % | $D_{10}$ | *0.00297 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 42.81 % | $D_{30}$ | *0.03975 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 32.39 % | $D_{50}$ | *1.28920 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 1030.02 | $D_{60}$ | *3.05928 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.17 | $D_{90}$ | *11.74672 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 6.26 % | 25.82 % | 23.66 % | 44.26 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

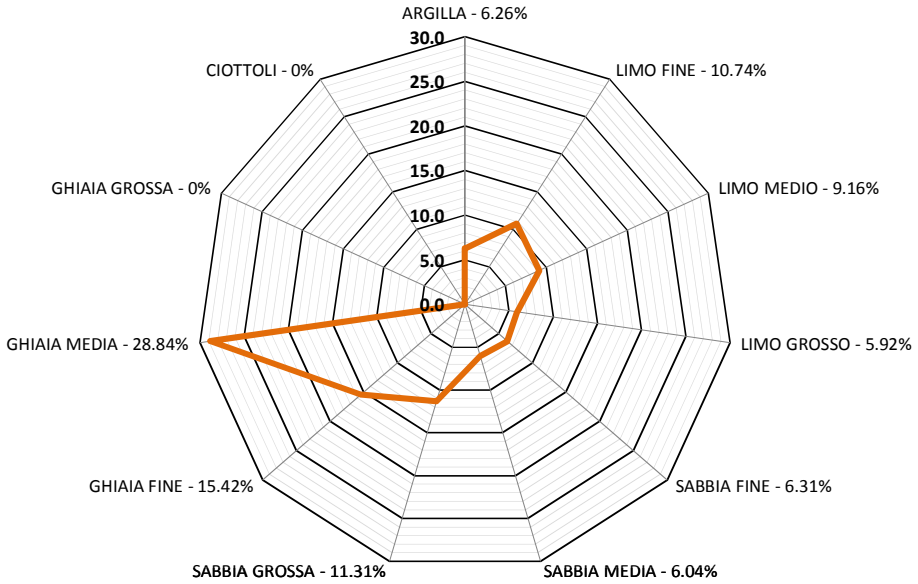
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

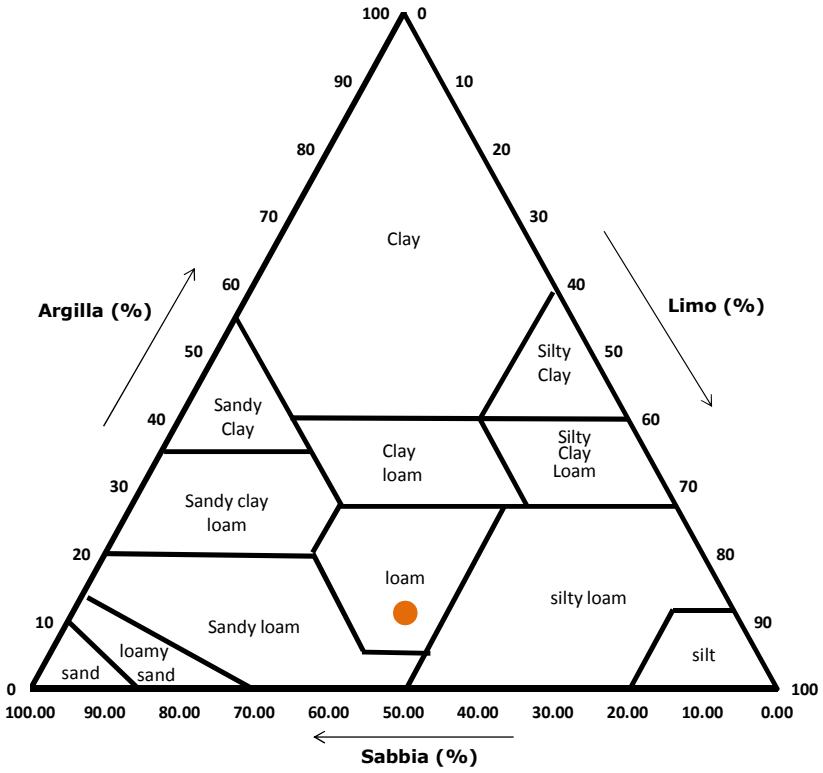
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF4 **Campione** CR1 **Profondità** 5.00 ÷ 5.20




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 11.23 % | 44.58 % | 44.19 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

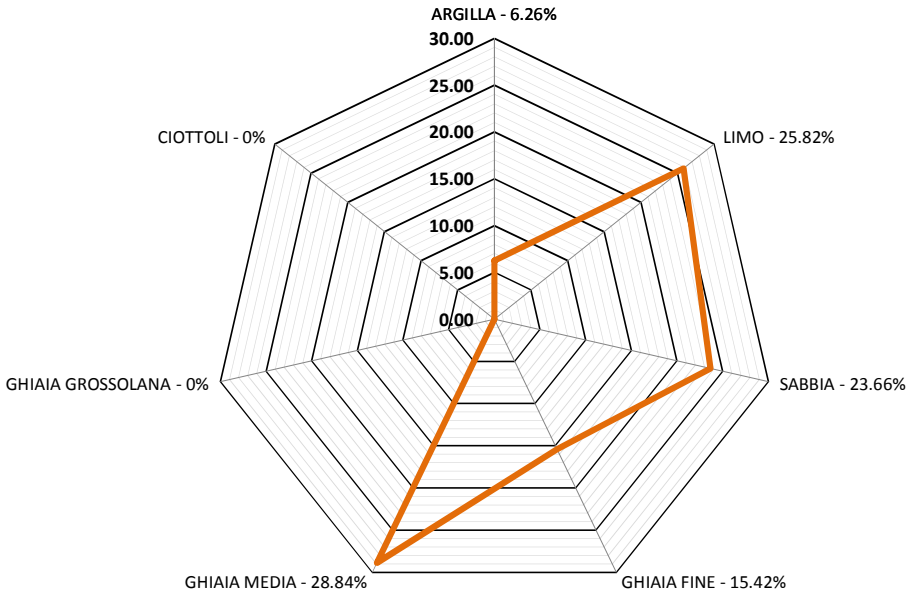
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF4 **Campione** CR1 **Profondità** 5.00 ÷ 5.20

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 55.74 % | $D_{10}$ | *0.00297 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 42.81 % | $D_{30}$ | *0.03975 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 32.39 % | $D_{50}$ | *1.28920 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 1030.02 | $D_{60}$ | *3.05928 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.17 | $D_{90}$ | *11.74672 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 6.26 % | 25.82 % | 23.66 % | 44.26 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 37.1% | 17.64% | 19.50% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/G | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.70**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2530/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF4 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 5.00 ÷ 5.20 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **5.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **17.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **10.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **8.56** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**7.65**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 170.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2531/A |
| Peso di volume | ☑ | 2531/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2531/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2531/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2531/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2531/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☐ | --- |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2531/G |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2531/H |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 5 | 3.5 | |
| | 5 | 3.5 | |
| | 5 | 3.5 | |
| | 5 | 3.5 | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totaro)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 59.42 | 59.01 | 57.76 |
| Peso Lordo Secco (g) | 54.35 | 54.08 | 52.93 |
| Tara (g) | 26.07 | 26.19 | 26.25 |
| Umidità relativa W (%) | **17.9%** | **17.7%** | **18.1%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **17.9%** | **0.21%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2531/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 145.22 | 85.25 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**20.92**

| **Bilancia Utilizzata** | **Temperatura di essiccazione** | **Tempo di essiccazione** | **$P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g)** |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 72.33 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**17.75**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 41.36 | 41.04 | 41.22 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 203.08 | 202.87 | 202.995 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6769** | **2.6753** | **2.6774** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6775** | **2.6758** | **2.6779** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.677** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

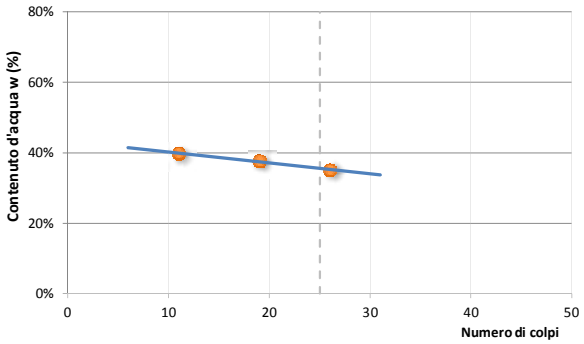
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 24 | 31 | 32 |
| $P_T$ - tara (g) | 26 | 26.08 | 24.57 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 46.09 | 47.44 | 47.8 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 40.87 | 41.6 | 41.19 |
| N° di colpi | 26 | 19 | 11 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 35.10% | 37.63% | 39.77% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **35.5%** | |

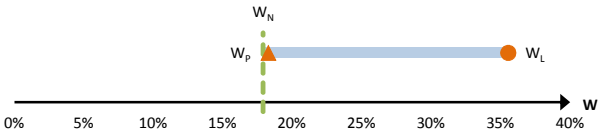



y = -0.0031 x + 0.4329 $R^2$ = 0.993

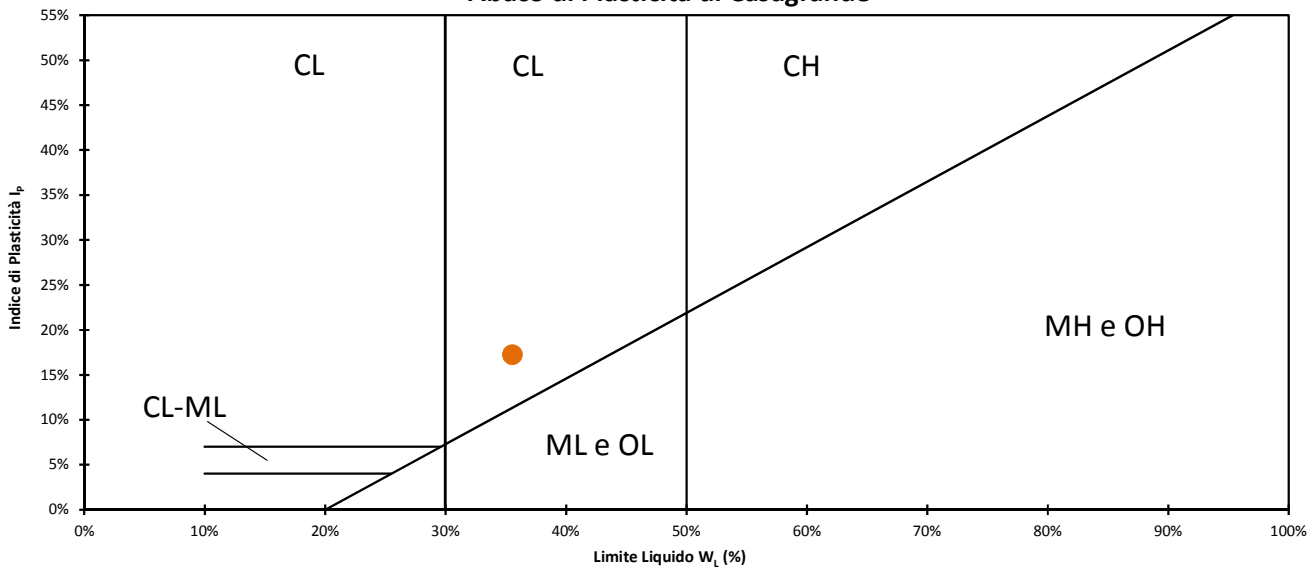
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 64 | 42 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 42.79 | 44.91 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 86.19 | 81.63 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 79.48 | 75.96 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 18.29% | 18.26% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **18.3%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **17.3%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.022** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.022** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **2.317** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.280** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

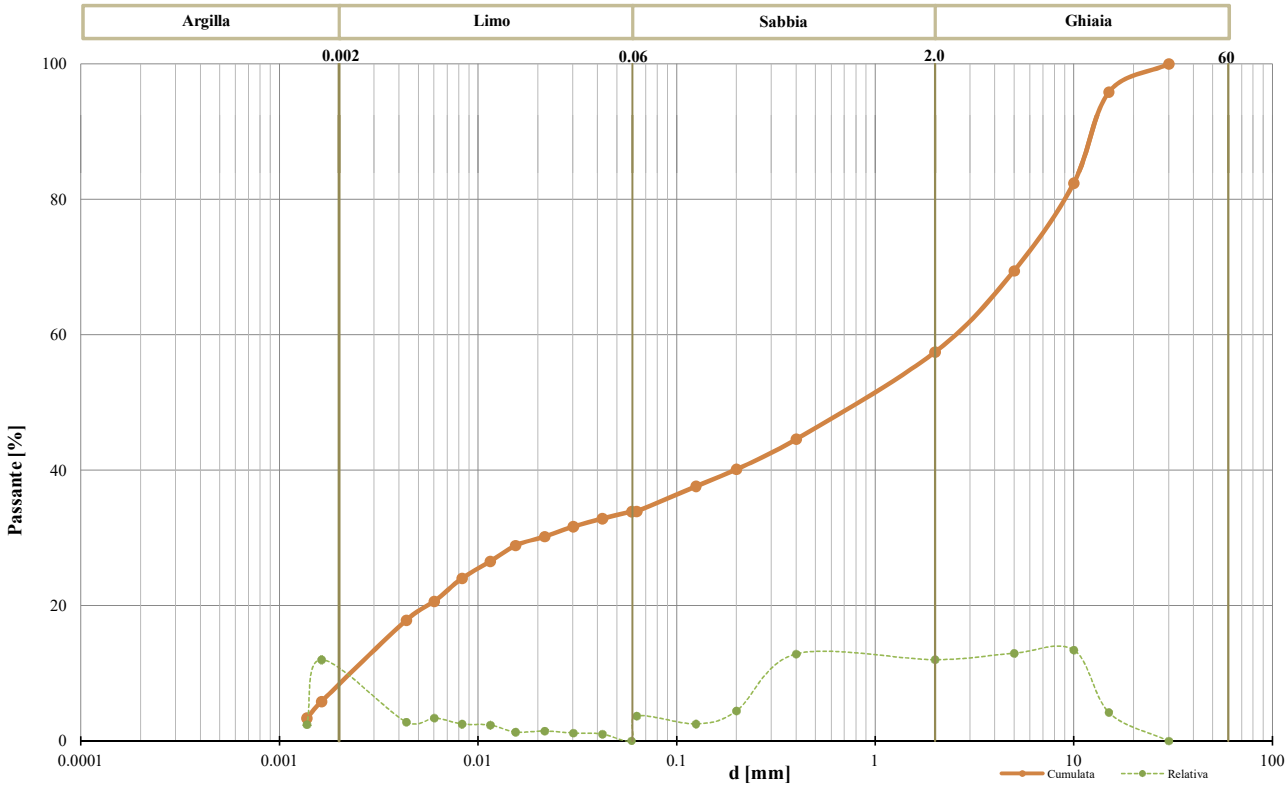
**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |
|---|---|---|---|---|---|

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30.0000 | 100.00 % | 0.0630 | 33.91 % | 0.0060 | 20.62 % |
| 15.0000 | 95.80 % | 0.0592 | 33.87 % | 0.0043 | 17.82 % |
| 10.0000 | 82.38 % | 0.0423 | 32.84 % | 0.0016 | 5.82 % |
| 5.0000 | 69.42 % | 0.0302 | 31.67 % | 0.0014 | 3.39 % |
| 2.0000 | 57.41 % | 0.0216 | 30.19 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 44.56 % | 0.0155 | 28.87 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 40.13 % | 0.0115 | 26.51 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 37.60 % | 0.0083 | 24.01 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Ghiaia con Limo sabbiosa debolmente argillosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 57.41 % | $D_{10}$ | *0.00258 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 44.56 % | $D_{30}$ | *0.02074 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 33.91 % | $D_{50}$ | *1.07696 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 1027.13 | $D_{60}$ | *2.64644 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.06 | $D_{90}$ | *12.83915 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (> 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 7.45 % | 26.43 % | 23.53 % | 42.59 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

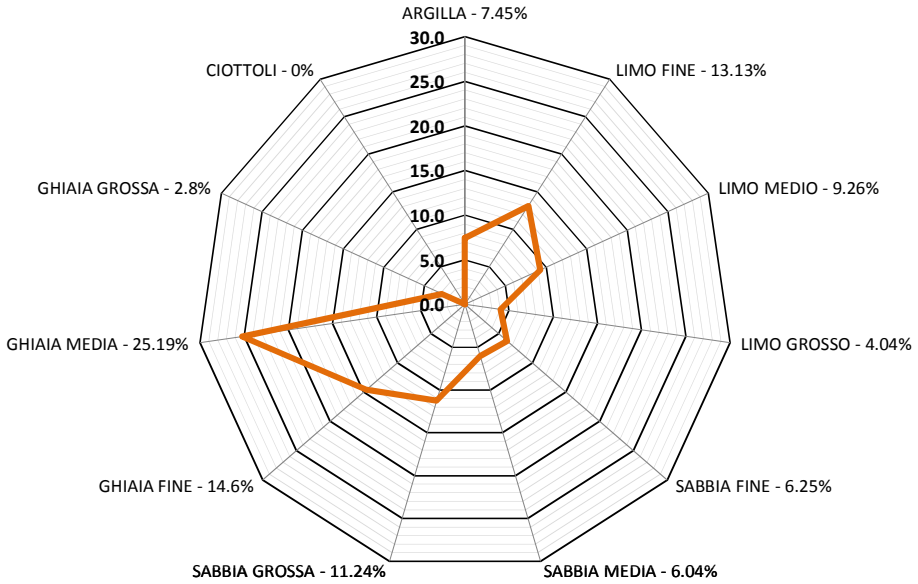
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

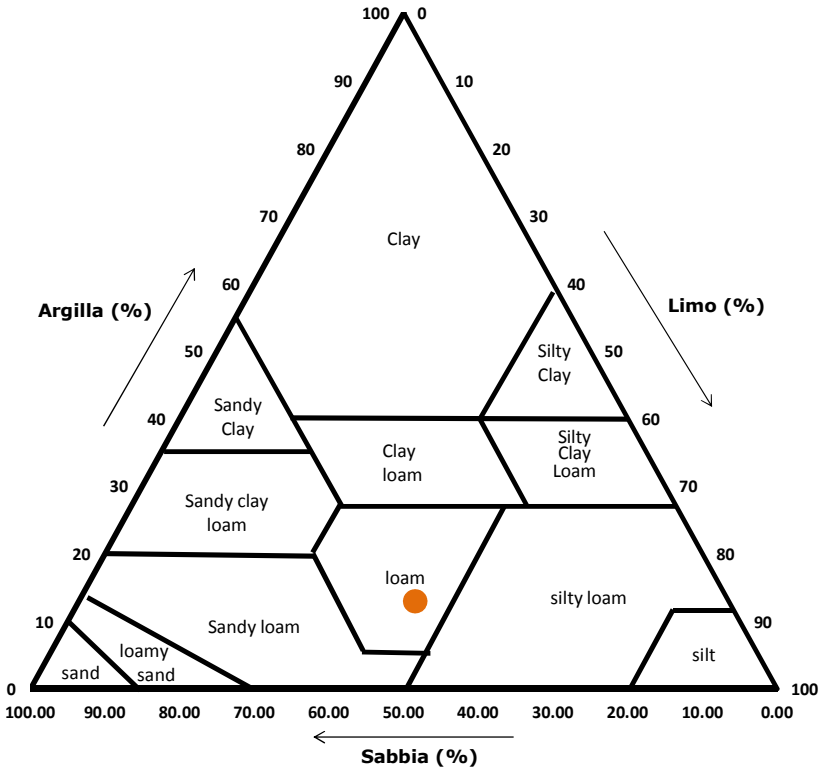
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF4 **Campione** CR2 **Profondità** 7.80 ÷ 8.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 12.98 % | 45.04 % | 41.98 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

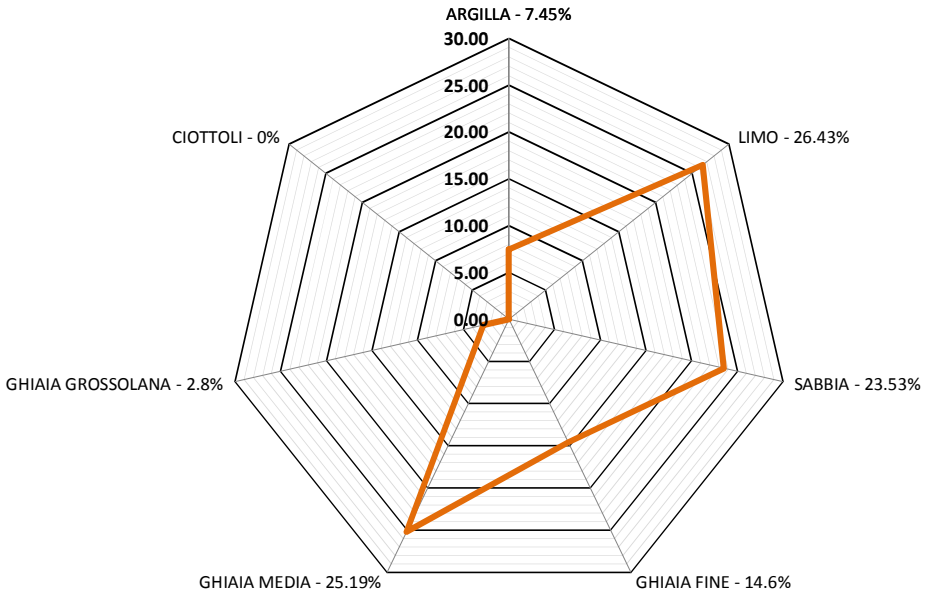
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 57.41 % | $D_{10}$ | *0.00258 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 44.56 % | $D_{30}$ | *0.02074 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 33.91 % | $D_{50}$ | *1.07696 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 1027.13 | $D_{60}$ | *2.64644 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.06 | $D_{90}$ | *12.83915 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 7.45 % | 26.43 % | 23.53 % | 42.59 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 35.5% | 18.27% | 17.26% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| Certificato di prova numero: | 2531/G | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.86**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2531/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 11/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF4 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 7.80 ÷ 8.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **5.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **10.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **8.94** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**7.99**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 13/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella | 90 | 700.0 | 85 | 480.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Ghiaia con sabbia e limo debolmente argillosa di colore marrone | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2532/A |
| Peso di volume | ☑ | 2532/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2532/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2532/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2532/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2532/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☐ | --- |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2532/G |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2532/H |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 0.6 | 0.2 | |
| | 0.6 | 0.2 | |
| | 0.6 | 0.2 | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 0.6 | 0.2 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totaro)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 54.24 | 49.59 | 53.73 |
| Peso Lordo Secco (g) | 48.31 | 44.88 | 48.22 |
| Tara (g) | 24.59 | 26.00 | 25.99 |
| Umidità relativa W (%) | **25.0%** | **24.9%** | **24.8%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **24.9%** | **0.11%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2532/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 140.09 | 80.12 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**19.66**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 64.16 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**15.74**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 41.39 | 40.97 | 41.2 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 203.11 | 202.84 | 202.995 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6789** | **2.6777** | **2.6796** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6794** | **2.6782** | **2.6801** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.679** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

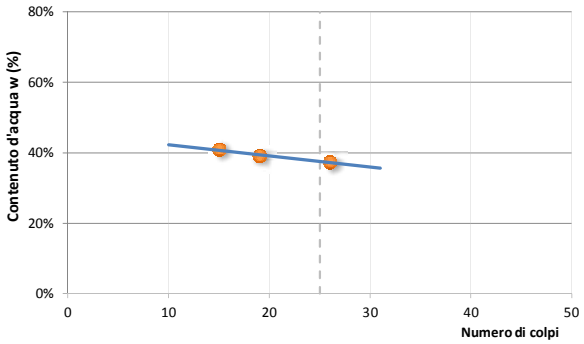
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 23 | 14 | 30 |
| $P_T$ - tara (g) | 25.96 | 24.63 | 25.88 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 45.44 | 43.05 | 48.25 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 39.78 | 38.04 | 41.96 |
| N° di colpi | 15 | 26 | 19 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 40.96% | 37.36% | 39.12% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **37.6%** | |

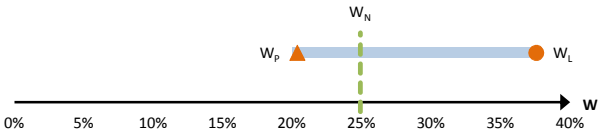



y = -0.00318 x + 0.45509 $R^2$ = 0.972

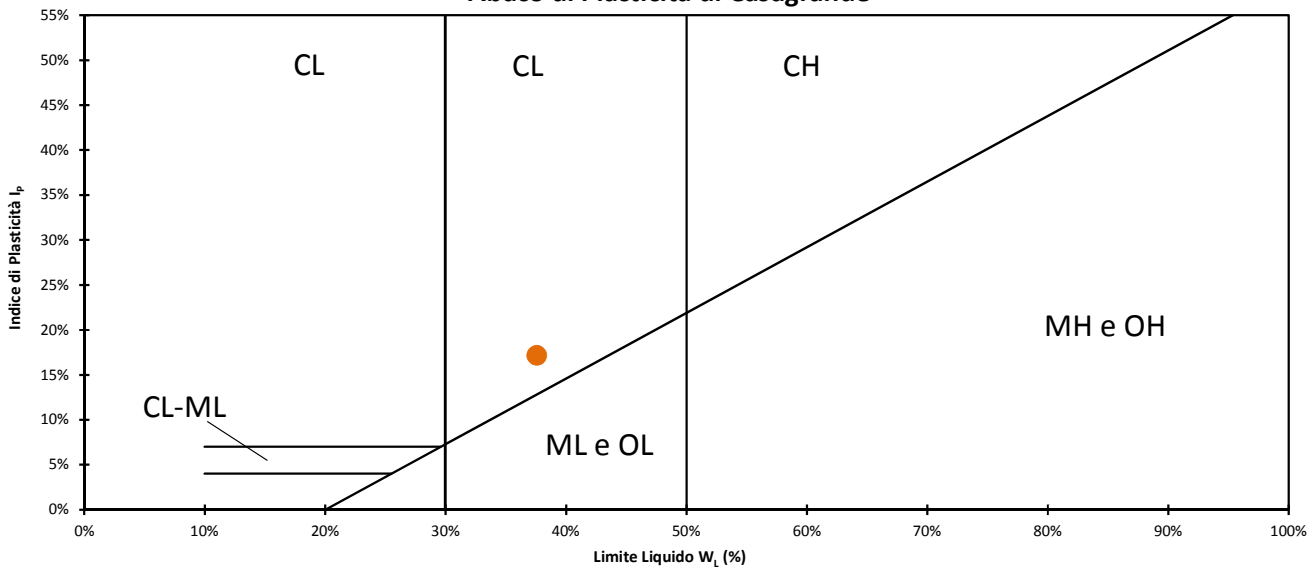
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 34 | 35 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 26.21 | 26.25 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 58.76 | 56.25 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 53.25 | 51.18 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 20.38% | 20.34% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | | **20.4%** |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **17.2%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.735** | **plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.265** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **3.263** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.196** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

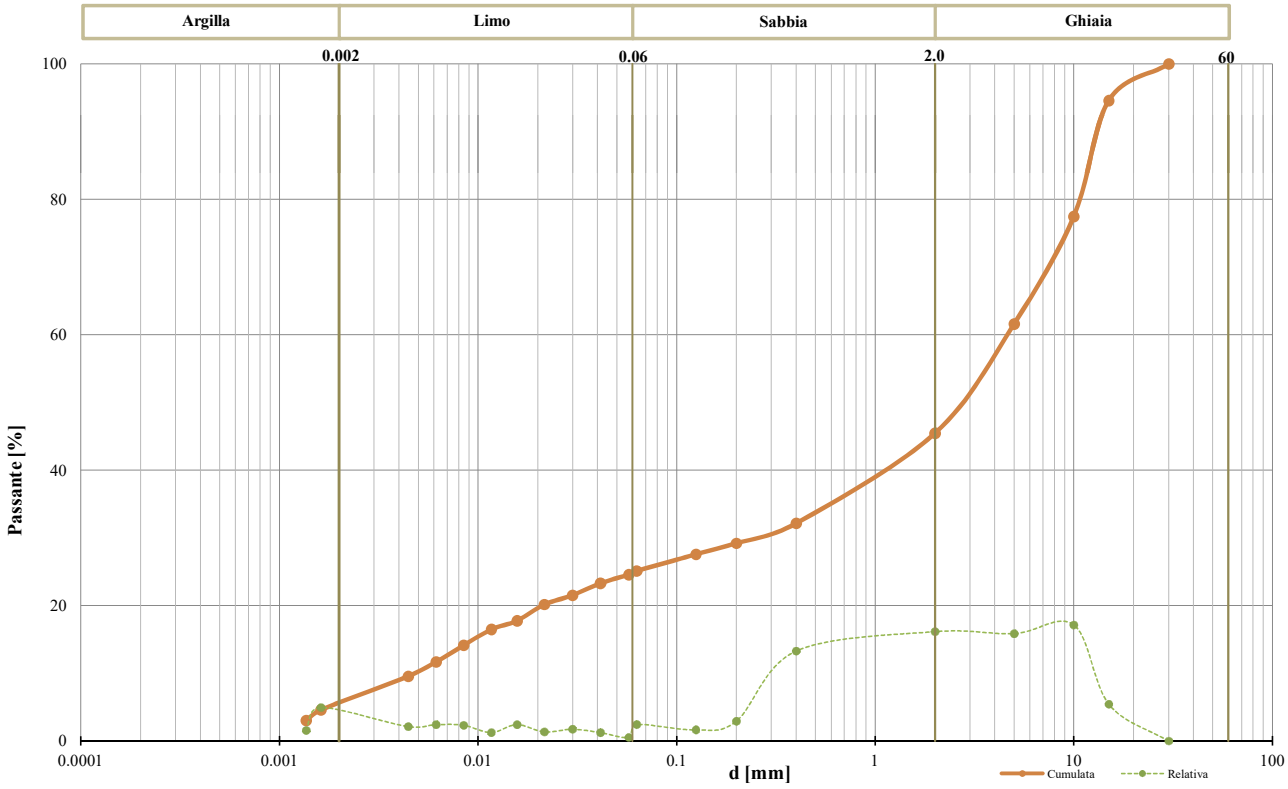
**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |
|---|---|---|---|---|---|

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30.0000 | 100.00 % | 0.0630 | 25.10 % | 0.0062 | 11.69 % |
| 15.0000 | 94.56 % | 0.0574 | 24.56 % | 0.0044 | 9.55 % |
| 10.0000 | 77.44 % | 0.0414 | 23.29 % | 0.0016 | 4.60 % |
| 5.0000 | 61.59 % | 0.0300 | 21.54 % | 0.0014 | 3.02 % |
| 2.0000 | 45.45 % | 0.0216 | 20.17 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 32.15 % | 0.0157 | 17.74 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 29.21 % | 0.0117 | 16.47 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 27.55 % | 0.0085 | 14.13 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 45.45 % | $D_{10}$ | *0.00480 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 32.15 % | $D_{30}$ | *0.25358 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 25.10 % | $D_{50}$ | *2.84606 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 979.22 | $D_{60}$ | *4.70473 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 2.84 | $D_{90}$ | *13.66799 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.27 % | 19.54 % | 20.64 % | 54.55 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

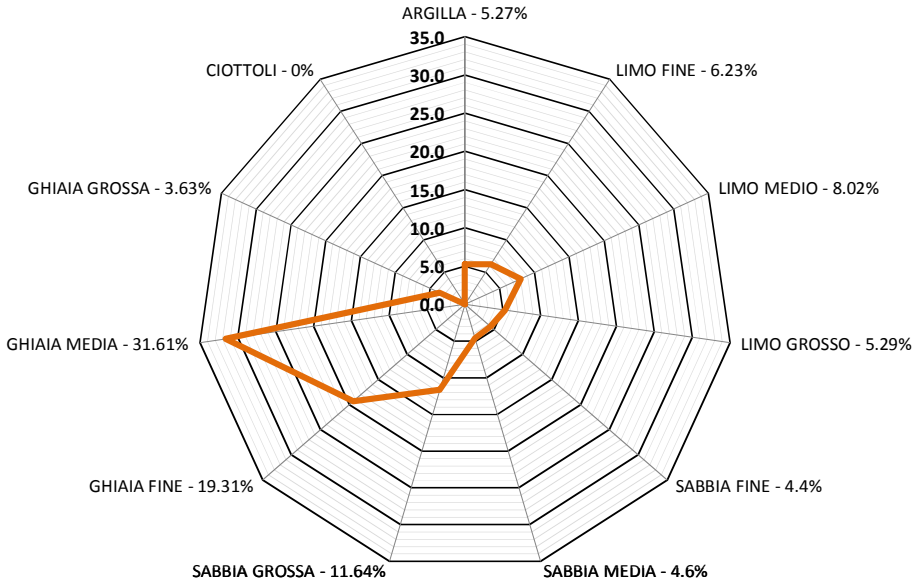
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

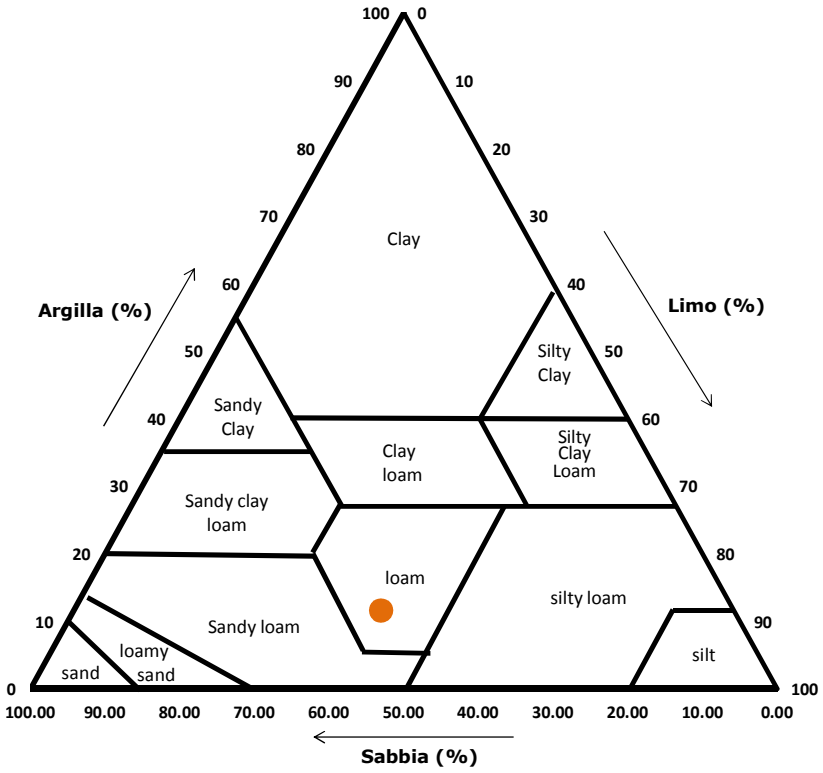
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF4 **Campione** CI1 **Profondità** 12.00 ÷ 12.60




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 11.60 % | 41.15 % | 47.26 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

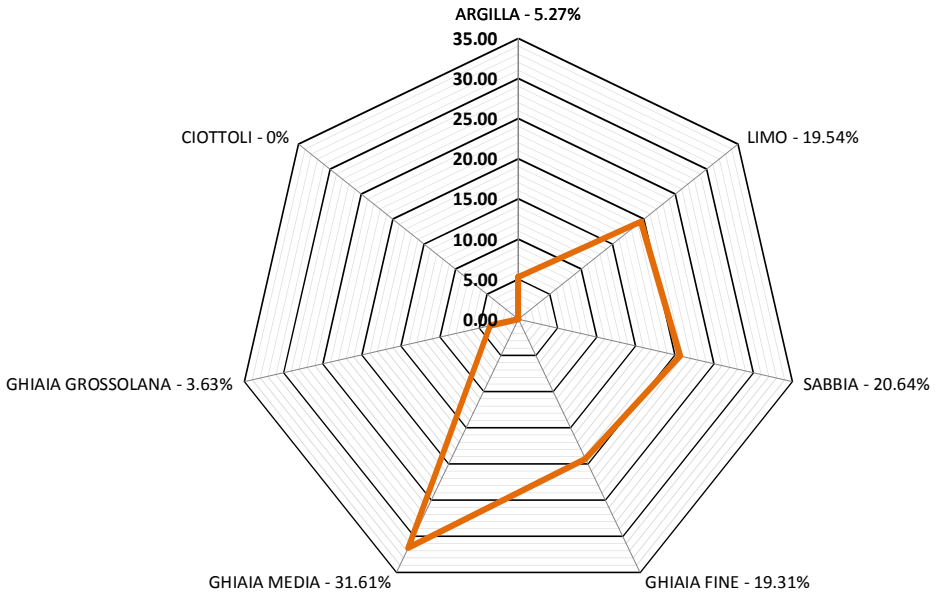
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF4 **Campione** CI1 **Profondità** 12.00 ÷ 12.60

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 45.45 % | $D_{10}$ | *0.00480 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 32.15 % | $D_{30}$ | *0.25358 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 25.10 % | $D_{50}$ | *2.84606 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 979.22 | $D_{60}$ | *4.70473 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 2.84 | $D_{90}$ | *13.66799 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.27 % | 19.54 % | 20.64 % | 54.55 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 37.6% | 20.36% | 17.20% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Labanca)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/G | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 13/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.93**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2532/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 13/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF4 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 12.00 ÷ 12.60 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **19.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **3.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **2.54** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**11.36**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 13/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 290.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Ghiaia con limo e sabbia di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2533/A |
| Peso di volume | ☑ | 2533/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2533/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2533/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2533/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2533/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2533/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2533/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2533/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 4 | | |
| | | 3.9 | |
| **TD1** | 4 | | |
| **TD2** | 4 | | |
| **TD3** | 4 | 3.9 | |
| | | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 4 | 3.9 | |
| | | | |
| | 4 | 3.9 | |
| | | | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totire)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 48.41 | 56.88 | 56.01 |
| Peso Lordo Secco (g) | 44.97 | 52.39 | 51.26 |
| Tara (g) | 26.20 | 26.00 | 26.02 |
| Umidità relativa W (%) | **18.3%** | **17.0%** | **18.8%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **18.1%** | **0.93%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2533/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 144.77 | 84.80 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**20.81**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 71.81 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**17.62**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.81 | 40.32 | 40.585 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.74 | 202.42 | 202.6 |
| Temperatura (°C) | 19.9 | 19.9 | 19.9 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.167 | 177.167 | 177.167 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6783** | **2.6760** | **2.6785** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6789** | **2.6765** | **2.6790** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.678** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

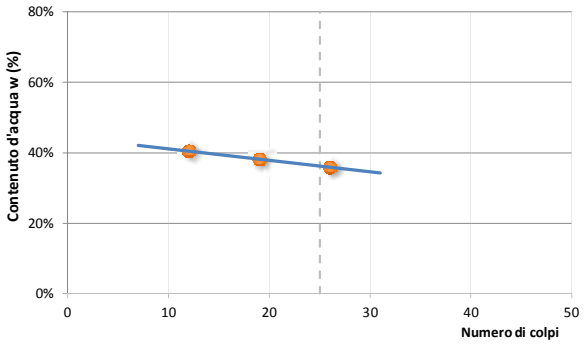
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 58 | 54 | 43 |
| $P_T$ - tara (g) | 40.96 | 43.5 | 48.51 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 63.93 | 64.29 | 71.51 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 57.86 | 58.55 | 64.88 |
| N° di colpi | 26 | 19 | 12 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 35.92% | 38.14% | 40.50% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **36.2%** | |

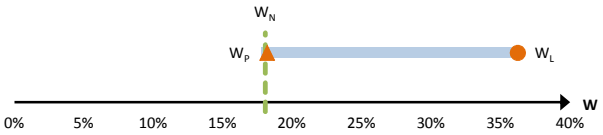



y = -0.00327 x + 0.44407 $R^2$ = 1.000

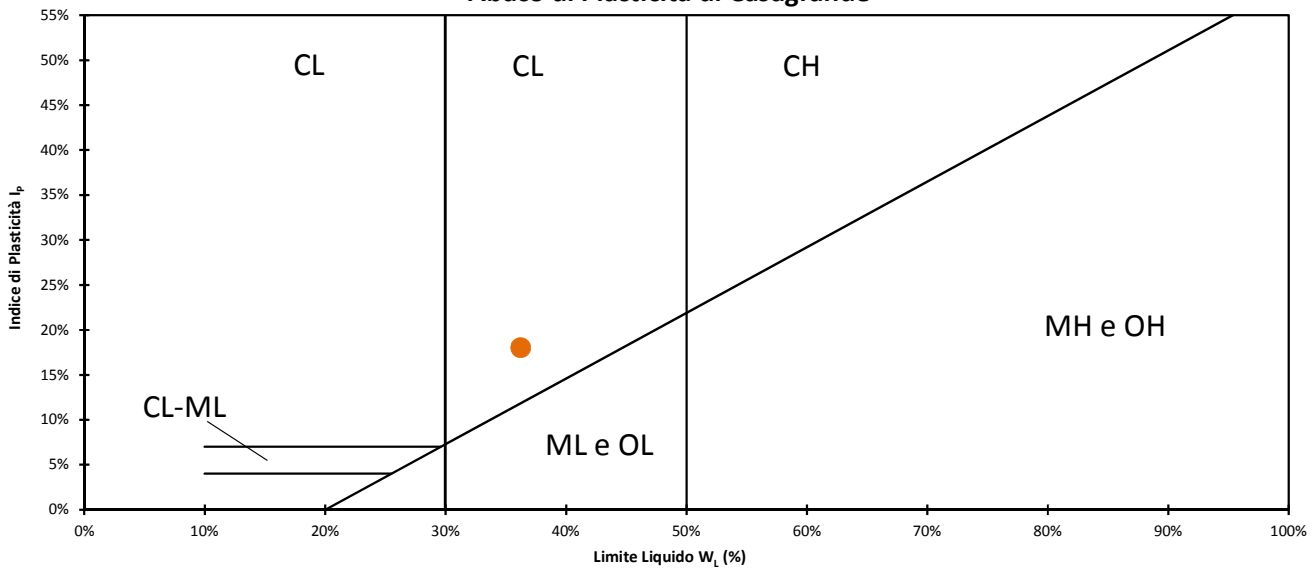
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 27 | 29 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 26.06 | 26.04 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 62.92 | 62.24 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 57.26 | 56.66 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 18.14% | 18.22% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | | **18.2%** |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **18.0%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.007** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.007** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **4.275** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.177** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

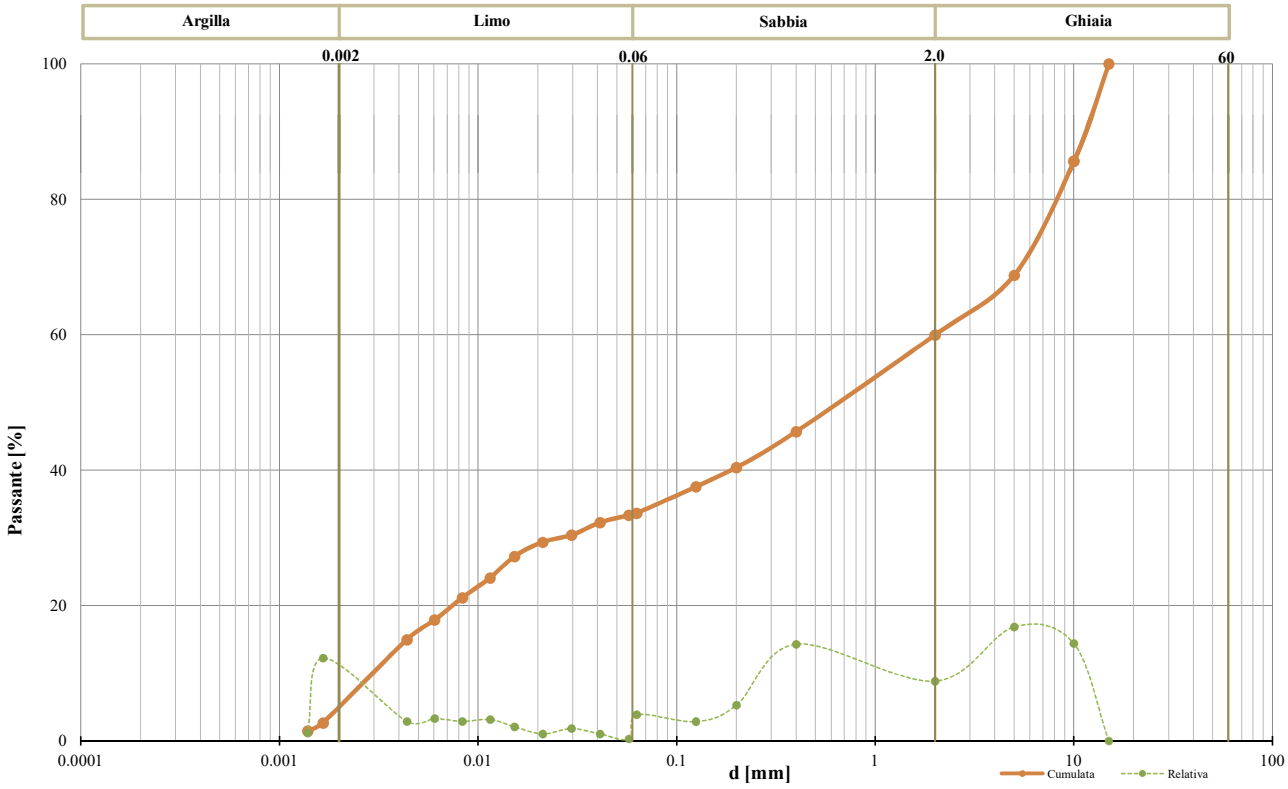
**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |
|---|---|---|---|---|---|

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0574 | 33.32 % | 0.0044 | 14.94 % |
| 10.0000 | 85.60 % | 0.0411 | 32.26 % | 0.0017 | 2.68 % |
| 5.0000 | 68.77 % | 0.0296 | 30.41 % | 0.0014 | 1.49 % |
| 2.0000 | 59.97 % | 0.0212 | 29.35 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 45.68 % | 0.0153 | 27.23 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 40.39 % | 0.0115 | 24.06 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 37.52 % | 0.0083 | 21.15 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 33.63 % | 0.0061 | 17.85 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Ghiaia con Limo e Sabbia*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 59.97 % | $D_{10}$ | *0.00329 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 45.68 % | $D_{30}$ | *0.02635 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 33.63 % | $D_{50}$ | *0.88409 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 612.27 | $D_{60}$ | *2.01132 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.11 | $D_{90}$ | *11.52701 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 4.22 % | 29.24 % | 26.51 % | 40.03 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

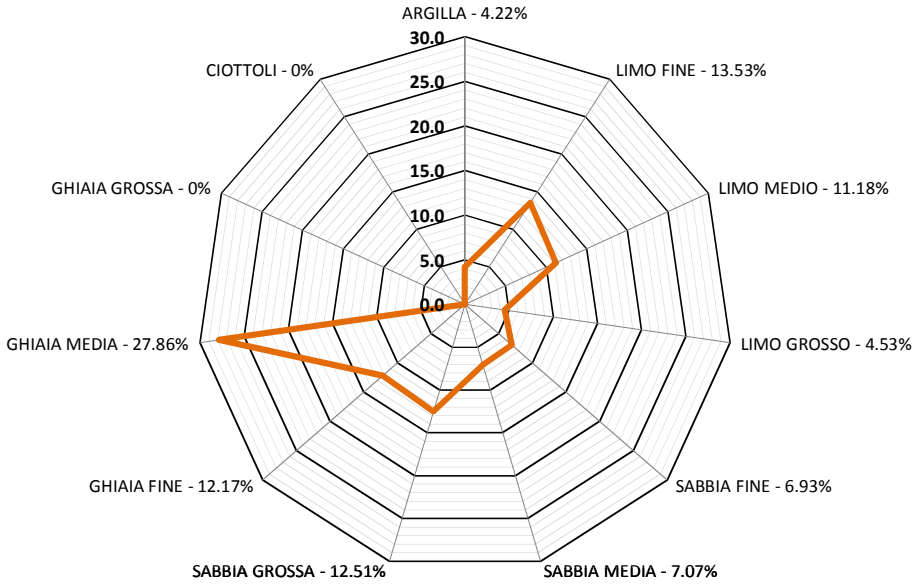
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

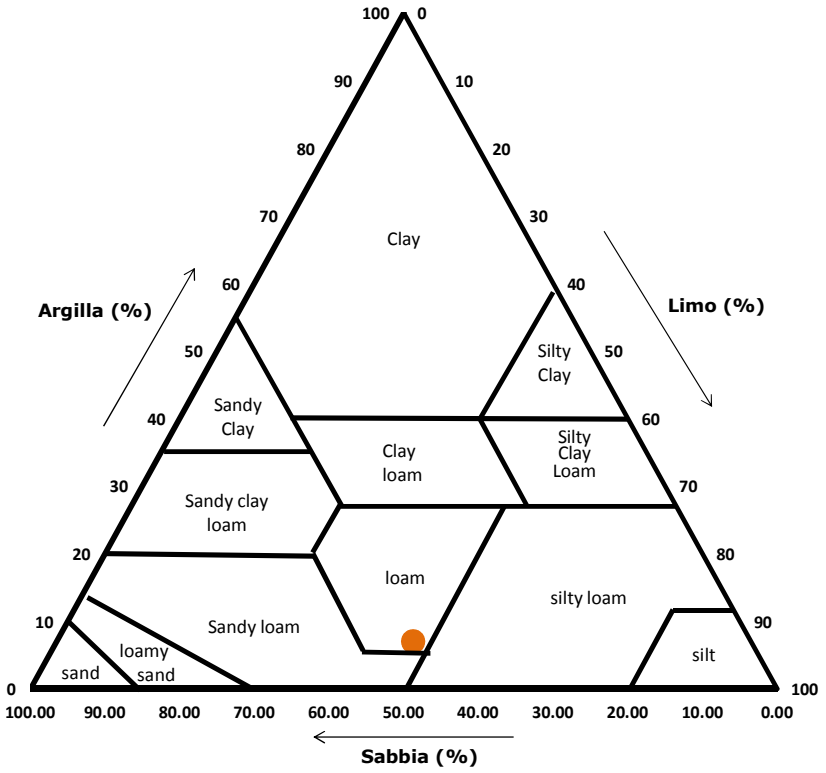
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF5 **Campione** CR1 **Profondità** 6.70 ÷ 7.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 7.04 % | 47.73 % | 45.24 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

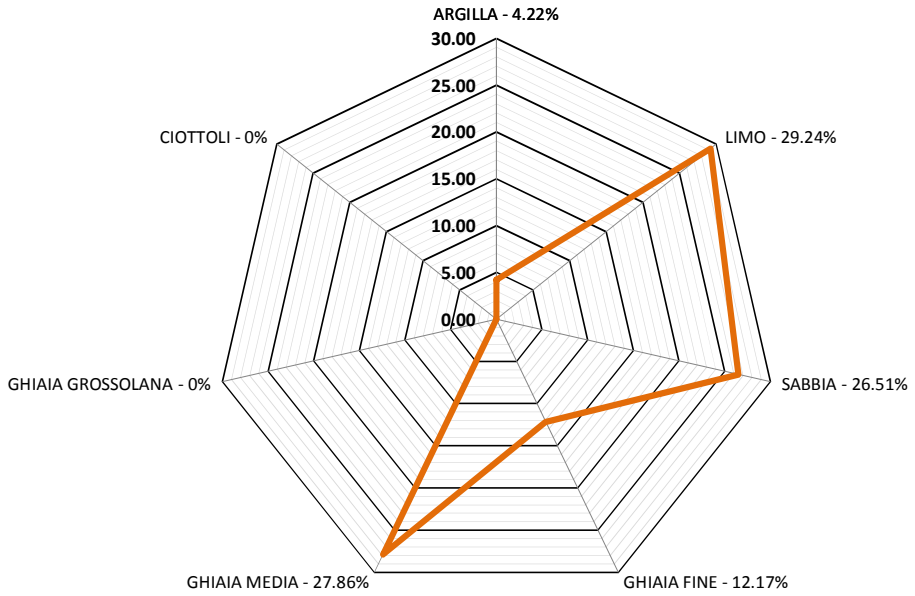
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF5 **Campione** CR1 **Profondità** 6.70 ÷ 7.00

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 59.97 % | $D_{10}$ | *0.00329 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 45.68 % | $D_{30}$ | *0.02635 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 33.63 % | $D_{50}$ | *0.88409 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 612.27 | $D_{60}$ | *2.01132 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.11 | $D_{90}$ | *11.52701 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 4.22 % | 29.24 % | 26.51 % | 40.03 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 36.2% | 18.18% | 18.04% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2533/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF5 **Campione** CR1 **Profondità** 6.70 ÷ 7.00

| CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^2$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 152.26 | 152.24 | 152.72 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 17.51% | 16.97% | 17.13% |
| Umidità (trimming) (%) | 18.33% | 17.01% | 18.82% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 20.75 | 20.74 | 20.81 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 17.65 | 17.73 | 17.77 |
| Indice dei vuoti | 0.517 | 0.510 | 0.507 |
| Grado di saturazione (%) | 90.7% | 89.1% | 90.4% |

| FASE DI CONSOLIDAZIONE | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| Cedimento (mm) | 0.302 | 0.625 | 0.729 |

| FASE DI TAGLIO | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00583 | 0.00532 | 0.00576 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 38.8 | 122.5 | 133.3 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 4.51 | 4.42 | 4.19 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.106 | 0.214 | 0.292 |

| c' (kPa) | φ' (°) |
|---|---|
| **3.69** | **25.29** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e fi' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulla terna di punti (pressione verticale/tensione di taglio) sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

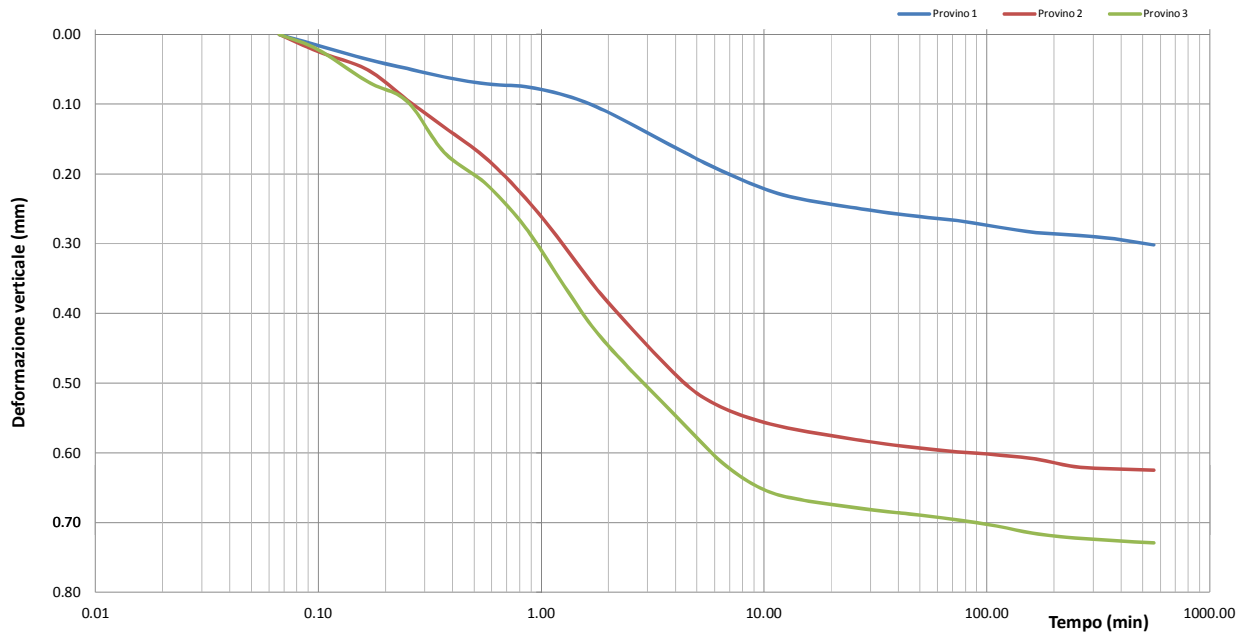
**(Ing. Rocco Tolve)**

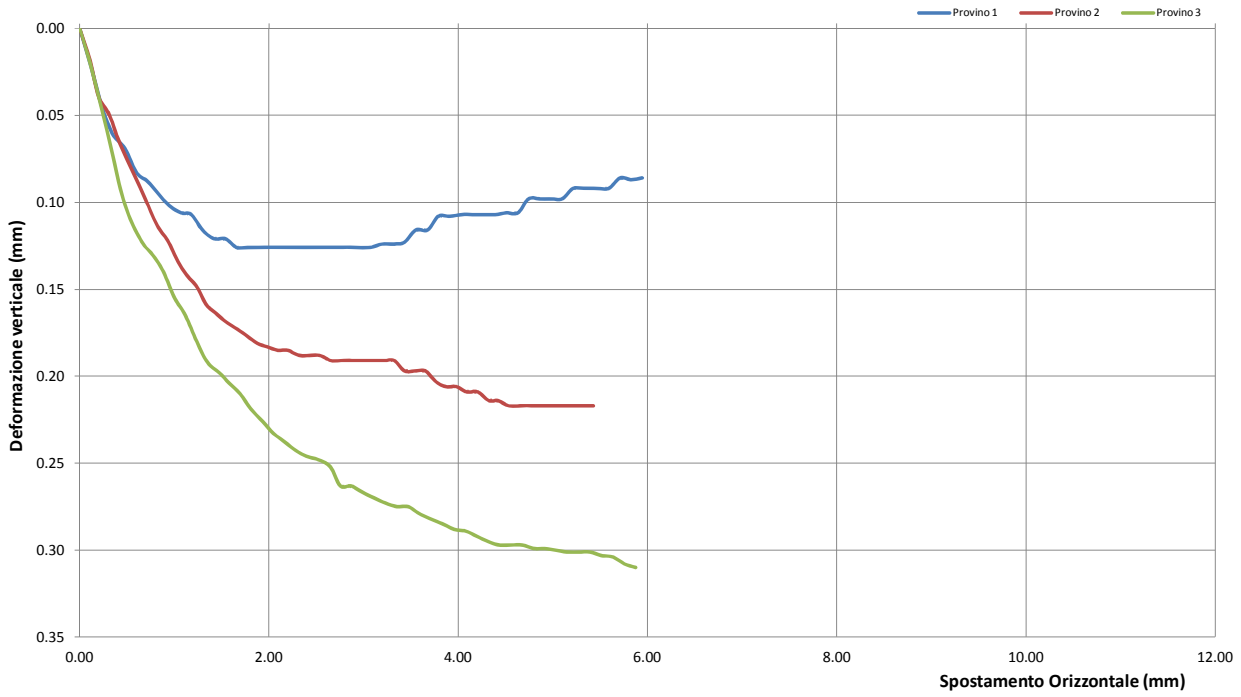
# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

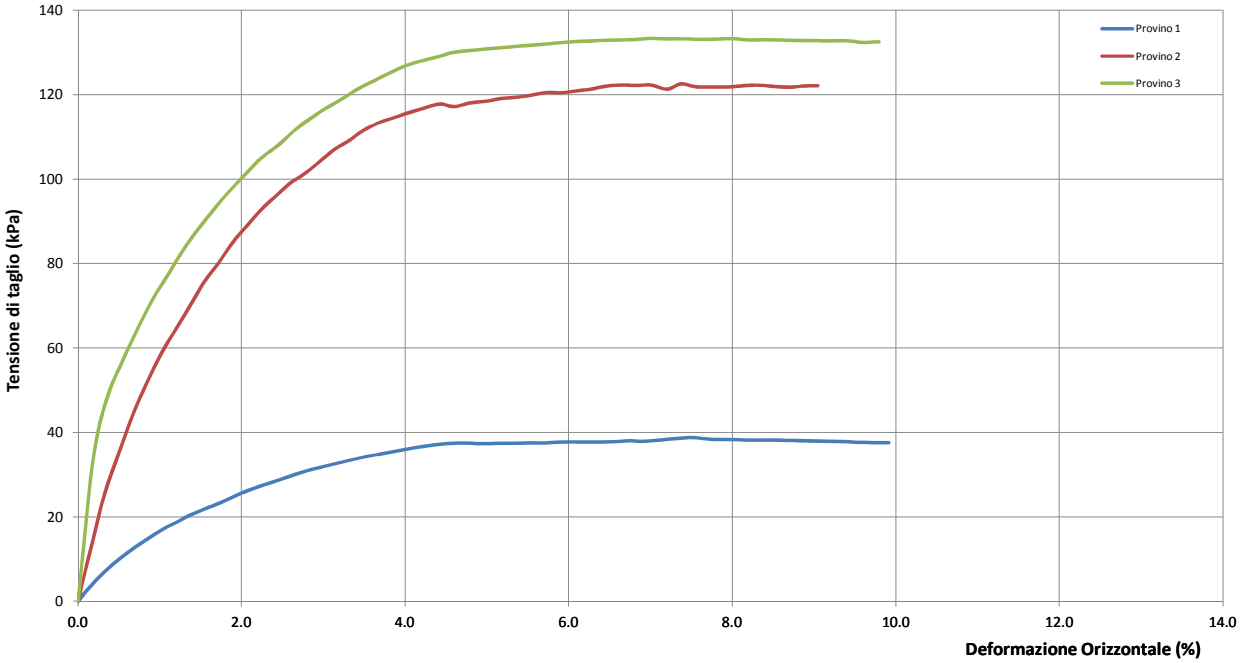
Francesco Di Lonardo

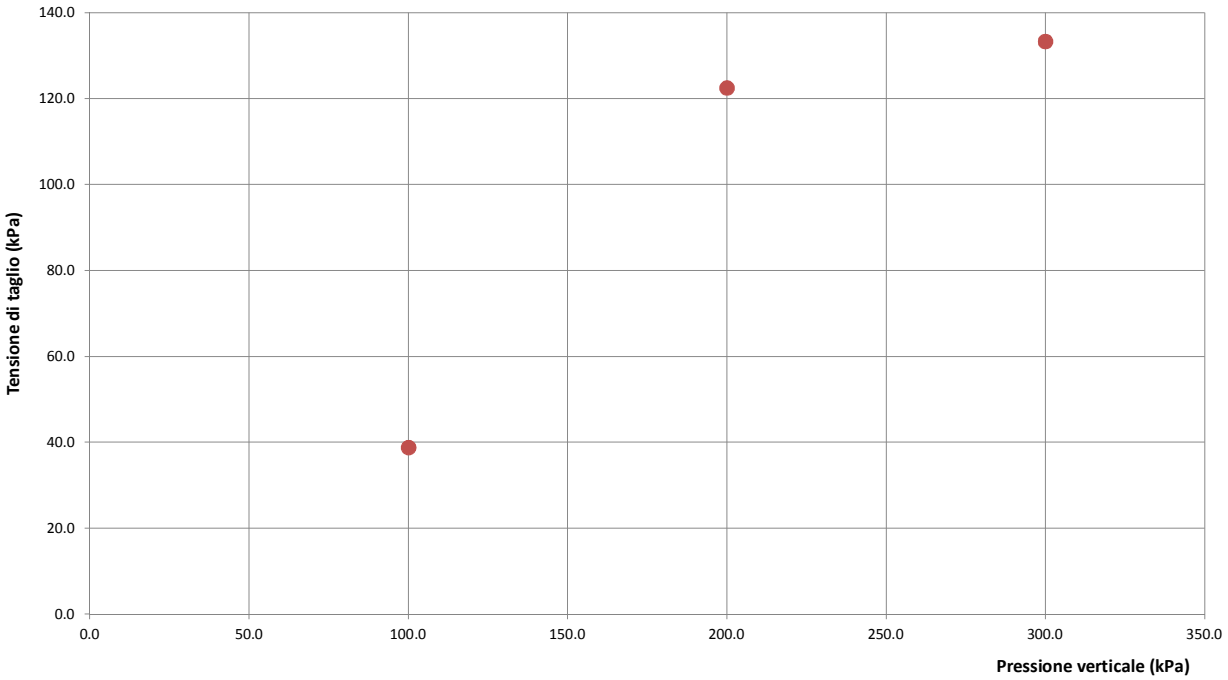
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2533/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| *0.07* | *0.64* | 0.000 | *0.07* | *1.04* | 0.000 | *0.07* | *1.12* | 0.000 |
| *0.10* | *0.66* | 0.016 | *0.10* | *1.07* | 0.025 | *0.10* | *1.14* | 0.022 |
| *0.17* | *0.68* | 0.036 | *0.17* | *1.09* | 0.051 | *0.17* | *1.18* | 0.068 |
| *0.25* | *0.69* | 0.049 | *0.25* | *1.13* | 0.094 | *0.25* | *1.21* | 0.096 |
| *0.37* | *0.70* | 0.061 | *0.37* | *1.17* | 0.133 | *0.37* | *1.28* | 0.169 |
| *0.57* | *0.71* | 0.071 | *0.57* | *1.22* | 0.178 | *0.57* | *1.33* | 0.215 |
| *0.85* | *0.72* | 0.075 | *0.85* | *1.28* | 0.235 | *0.85* | *1.39* | 0.277 |
| *1.27* | *0.73* | 0.087 | *1.27* | *1.34* | 0.303 | *1.27* | *1.48* | 0.360 |
| *1.92* | *0.75* | 0.109 | *1.92* | *1.42* | 0.378 | *1.92* | *1.56* | 0.440 |
| *4.32* | *0.81* | 0.168 | *4.32* | *1.54* | 0.498 | *4.32* | *1.67* | 0.557 |
| *4.32* | *0.81* | 0.168 | *4.32* | *1.54* | 0.498 | *4.32* | *1.67* | 0.557 |
| *6.48* | *0.84* | 0.196 | *6.48* | *1.58* | 0.535 | *6.48* | *1.73* | 0.614 |
| *9.72* | *0.86* | 0.220 | *9.72* | *1.60* | 0.555 | *9.72* | *1.77* | 0.651 |
| *14.58* | *0.88* | 0.236 | *14.58* | *1.61* | 0.568 | *14.58* | *1.78* | 0.667 |
| *32.83* | *0.90* | 0.254 | *32.83* | *1.63* | 0.586 | *32.83* | *1.80* | 0.683 |
| *49.25* | *0.90* | 0.261 | *49.25* | *1.63* | 0.593 | *49.25* | *1.80* | 0.689 |
| *73.88* | *0.91* | 0.267 | *73.88* | *1.64* | 0.599 | *73.88* | *1.81* | 0.696 |
| *110.83* | *0.92* | 0.276 | *110.83* | *1.64* | 0.603 | *110.83* | *1.82* | 0.705 |
| *166.25* | *0.93* | 0.284 | *166.25* | *1.65* | 0.609 | *166.25* | *1.83* | 0.716 |
| *249.38* | *0.93* | 0.288 | *249.38* | *1.66* | 0.620 | *249.38* | *1.84* | 0.722 |
| *374.08* | *0.93* | 0.293 | *374.08* | *1.66* | 0.623 | *374.08* | *1.84* | 0.726 |
| *561.13* | *0.94* | 0.302 | *561.13* | *1.67* | 0.625 | *561.13* | *1.84* | 0.729 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2533/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.12 | 0.022 | 4.6 | 0.11 | 0.018 | 14.1 | 0.11 | 0.020 | 33.6 |
| 0.35 | 0.061 | 11.2 | 0.31 | 0.049 | 35.7 | 0.33 | 0.068 | 57.0 |
| 0.48 | 0.069 | 14.1 | 0.40 | 0.063 | 44.1 | 0.44 | 0.094 | 64.5 |
| 0.60 | 0.083 | 16.6 | 0.51 | 0.076 | 51.8 | 0.55 | 0.111 | 71.4 |
| 0.72 | 0.088 | 18.7 | 0.61 | 0.088 | 58.5 | 0.67 | 0.124 | 77.7 |
| 0.83 | 0.095 | 20.5 | 0.72 | 0.102 | 64.8 | 0.77 | 0.130 | 83.1 |
| 0.95 | 0.102 | 22.2 | 0.83 | 0.114 | 70.2 | 0.89 | 0.140 | 88.3 |
| 1.07 | 0.106 | 23.8 | 0.93 | 0.122 | 75.8 | 1.00 | 0.155 | 93.0 |
| 1.18 | 0.107 | 25.4 | 1.04 | 0.134 | 80.3 | 1.12 | 0.165 | 97.3 |
| 1.30 | 0.116 | 26.9 | 1.13 | 0.142 | 84.9 | 1.24 | 0.180 | 101.4 |
| 1.42 | 0.121 | 28.2 | 1.24 | 0.149 | 89.0 | 1.35 | 0.192 | 105.1 |
| 1.54 | 0.121 | 29.5 | 1.34 | 0.159 | 92.6 | 1.47 | 0.198 | 108.1 |
| 1.66 | 0.126 | 30.8 | 1.44 | 0.164 | 95.8 | 1.58 | 0.204 | 111.3 |
| 1.77 | 0.126 | 31.7 | 1.55 | 0.169 | 98.9 | 1.69 | 0.210 | 114.1 |
| 1.89 | 0.126 | 32.7 | 1.67 | 0.173 | 101.4 | 1.81 | 0.219 | 116.6 |
| 2.01 | 0.126 | 33.5 | 1.77 | 0.177 | 104.1 | 1.93 | 0.226 | 118.9 |
| 2.13 | 0.126 | 34.3 | 1.88 | 0.181 | 106.9 | 2.05 | 0.233 | 121.2 |
| 2.25 | 0.126 | 35.1 | 1.98 | 0.183 | 108.9 | 2.17 | 0.238 | 123.3 |
| 2.36 | 0.126 | 35.8 | 2.09 | 0.185 | 111.4 | 2.29 | 0.243 | 125.1 |
| 2.48 | 0.126 | 36.5 | 2.20 | 0.185 | 113.2 | 2.40 | 0.246 | 126.7 |
| 2.60 | 0.126 | 37.0 | 2.32 | 0.188 | 114.5 | 2.52 | 0.248 | 128.0 |
| 2.72 | 0.126 | 37.4 | 2.43 | 0.188 | 115.7 | 2.65 | 0.252 | 129.0 |
| 2.84 | 0.126 | 37.6 | 2.54 | 0.188 | 116.8 | 2.75 | 0.263 | 130.0 |
| 2.96 | 0.126 | 37.4 | 2.66 | 0.191 | 117.8 | 2.87 | 0.263 | 130.4 |
| 3.07 | 0.126 | 37.4 | 2.76 | 0.191 | 117.1 | 3.00 | 0.267 | 130.8 |
| 3.20 | 0.124 | 37.4 | 2.87 | 0.191 | 118.0 | 3.11 | 0.270 | 131.1 |
| 3.32 | 0.124 | 37.5 | 2.99 | 0.191 | 118.4 | 3.23 | 0.273 | 131.5 |
| 3.43 | 0.123 | 37.6 | 3.10 | 0.191 | 119.1 | 3.35 | 0.275 | 131.7 |
| 3.55 | 0.116 | 37.7 | 3.22 | 0.191 | 119.4 | 3.47 | 0.275 | 132.1 |
| 3.68 | 0.116 | 37.7 | 3.32 | 0.191 | 119.8 | 3.59 | 0.279 | 132.4 |
| 3.79 | 0.108 | 37.7 | 3.43 | 0.197 | 120.5 | 3.71 | 0.282 | 132.6 |
| 3.91 | 0.108 | 37.8 | 3.54 | 0.197 | 120.4 | 3.84 | 0.285 | 132.8 |
| 4.04 | 0.107 | 38.1 | 3.65 | 0.197 | 120.8 | 3.96 | 0.288 | 132.9 |
| 4.15 | 0.107 | 37.9 | 3.76 | 0.203 | 121.3 | 4.08 | 0.289 | 133.0 |
| 4.26 | 0.107 | 38.2 | 3.87 | 0.206 | 121.9 | 4.19 | 0.292 | 133.3 |
| 4.39 | 0.107 | 38.6 | 3.98 | 0.206 | 122.2 | 4.32 | 0.295 | 133.2 |
| 4.51 | 0.106 | 38.8 | 4.09 | 0.209 | 122.1 | 4.43 | 0.297 | 133.2 |
| 4.63 | 0.106 | 38.4 | 4.20 | 0.209 | 122.2 | 4.56 | 0.297 | 133.1 |
| 4.75 | 0.098 | 38.4 | 4.32 | 0.214 | 121.3 | 4.68 | 0.297 | 133.1 |
| 4.87 | 0.098 | 38.3 | 4.42 | 0.214 | 122.5 | 4.80 | 0.299 | 133.3 |
| 4.98 | 0.098 | 38.2 | 4.53 | 0.217 | 121.8 | 4.91 | 0.299 | 132.9 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2533/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 06/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 08/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.10* | *0.10* | *38.22* | *4.65* | *0.22* | *121.78* | *5.03* | *0.30* | *132.94* |
| *5.22* | *0.09* | *38.11* | *4.77* | *0.22* | *121.78* | *5.15* | *0.30* | *132.92* |
| *5.34* | *0.09* | *38.06* | *4.89* | *0.22* | *122.06* | *5.27* | *0.30* | *132.81* |
| *5.47* | *0.09* | *37.92* | *4.99* | *0.22* | *122.22* | *5.39* | *0.30* | *132.78* |
| *5.59* | *0.09* | *37.89* | *5.10* | *0.22* | *121.94* | *5.51* | *0.30* | *132.69* |
| *5.71* | *0.09* | *37.69* | *5.21* | *0.22* | *121.72* | *5.64* | *0.30* | *132.72* |
| *5.83* | *0.09* | *37.61* | *5.32* | *0.22* | *122.03* | *5.76* | *0.31* | *132.33* |
| *5.95* | *0.09* | *37.61* | *5.43* | *0.22* | *122.08* | *5.88* | *0.31* | *132.50* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori Igiene, sicurezza, prevenzione, formazione, ambiente LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 13/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.84**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2533/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 13/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF5 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 6.70 ÷ 7.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **19.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **2.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **1.70** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**7.57**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 480.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Limo sabbioso con ghiaia debolmente argilloso di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2534/A |
| Peso di volume | ☑ | 2534/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2534/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2534/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2534/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2534/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☐ | --- |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2534/G |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2534/H |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 4 | | |
| | | 3.8 | |
| | 4.5 | | |
| | 4.5 | 3.8 | |
| | | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 4.5 | 3.8 | |
| | | | |
| | 4.5 | 3.8 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Telve)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 62.92 | 63.13 | 64.61 |
| Peso Lordo Secco (g) | 57.88 | 58.10 | 59.50 |
| Tara (g) | 26.05 | 26.15 | 25.97 |
| Umidità relativa W (%) | **15.8%** | **15.7%** | **15.2%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **15.6%** | **0.32%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2534/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 146.87 | 86.90 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**21.32**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 75.19 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**18.45**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 41.73 | 41.08 | 41.425 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 203.31 | 202.9 | 203.125 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6766** | **2.6761** | **2.6777** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6772** | **2.6767** | **2.6782** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.677** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

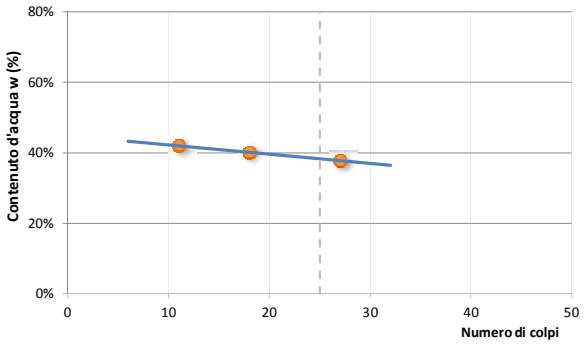
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 38 | 40 | 57 |
| $P_T$ - tara (g) | 47.54 | 47.41 | 39.32 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 71.48 | 72.31 | 61.41 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 64.92 | 65.19 | 54.88 |
| N° di colpi | 27 | 18 | 11 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 37.74% | 40.04% | 41.97% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **38.2%** | |

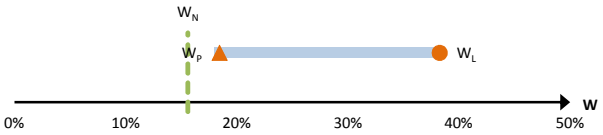



y = -0.00263 x + 0.44837 $R^2$ = 1.000

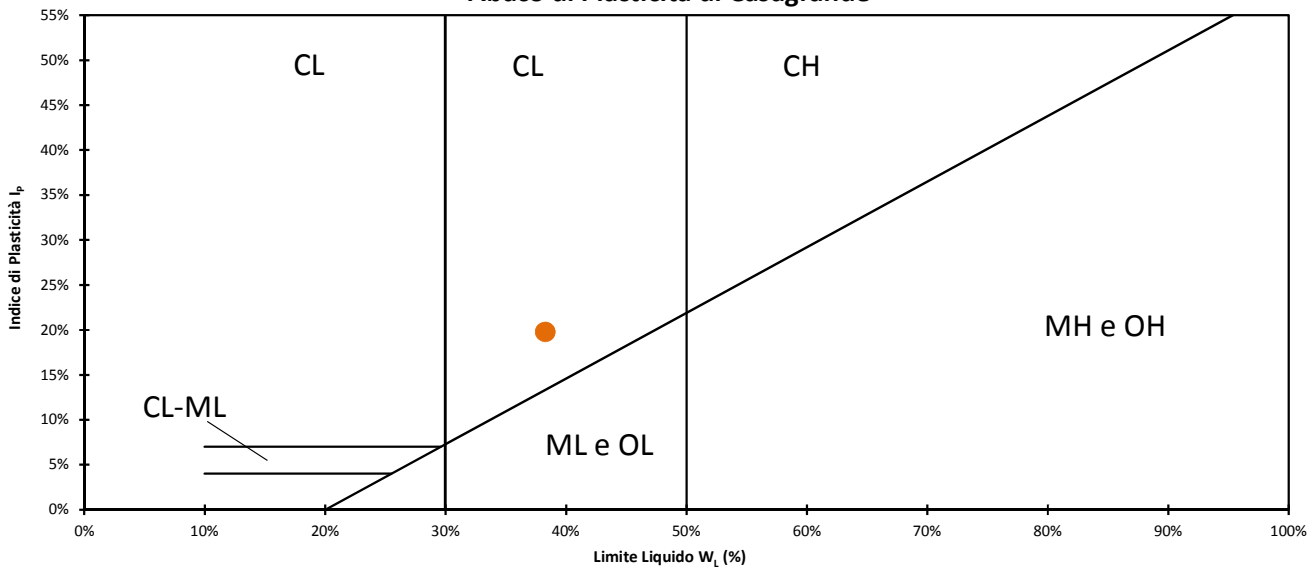
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 2 | 25 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 25.86 | 26.04 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 64.21 | 58.17 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 58.24 | 53.16 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 18.44% | 18.47% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **18.5%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **19.8%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.144** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.144** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **2.824** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.368** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

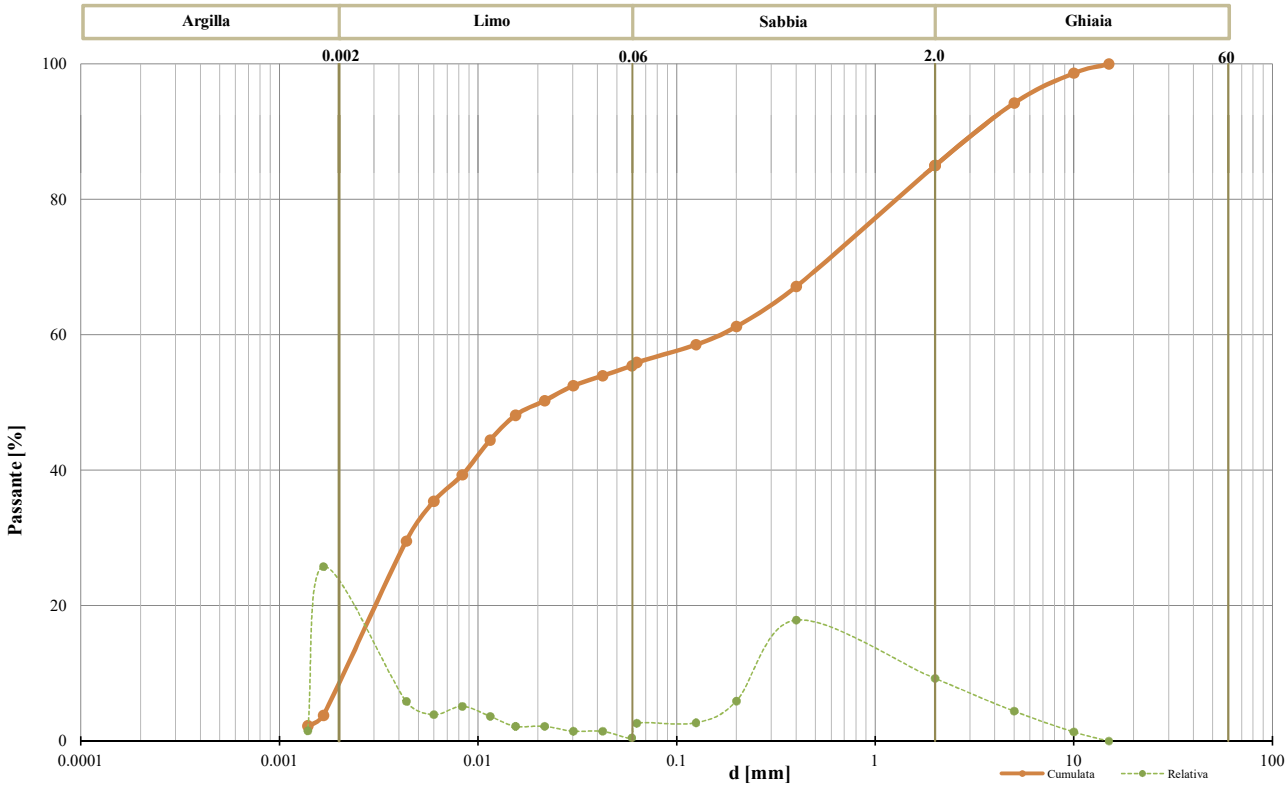
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0595 | 55.41 % | 0.0043 | 29.53 % |
| 10.0000 | 98.63 % | 0.0424 | 53.94 % | 0.0017 | 3.78 % |
| 5.0000 | 94.21 % | 0.0302 | 52.48 % | 0.0014 | 2.26 % |
| 2.0000 | 84.97 % | 0.0216 | 50.28 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 67.13 % | 0.0155 | 48.09 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 61.23 % | 0.0115 | 44.42 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 58.53 % | 0.0083 | 39.30 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 55.89 % | 0.0060 | 35.39 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Limo con Sabbia ghiaiosa debolmente argillosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 84.97 % | $D_{10}$ | *0.00231 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 67.13 % | $D_{30}$ | *0.00448 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 55.89 % | $D_{50}$ | *0.02082 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 71.71 | $D_{60}$ | *0.16577 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.05 | $D_{90}$ | *3.63320 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 7.01 % | 48.47 % | 29.49 % | 15.03 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

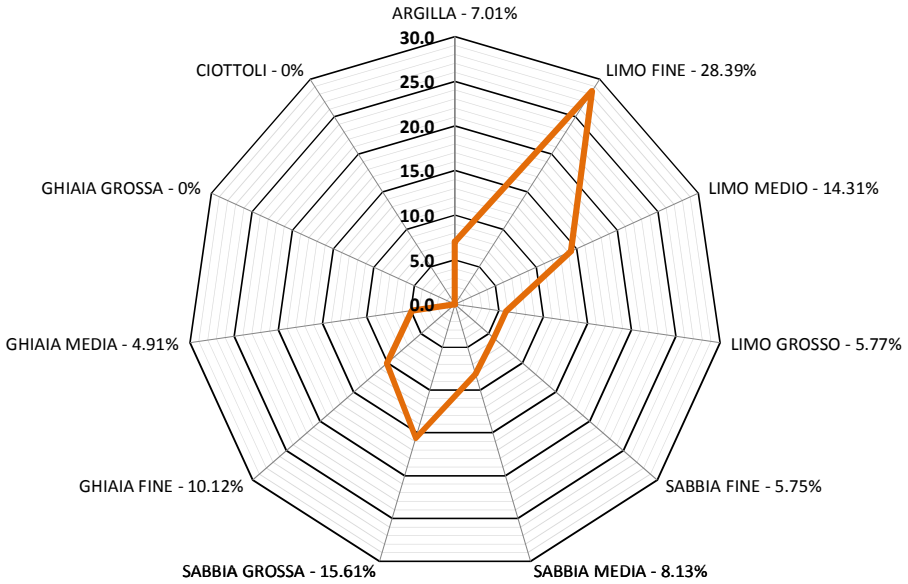
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

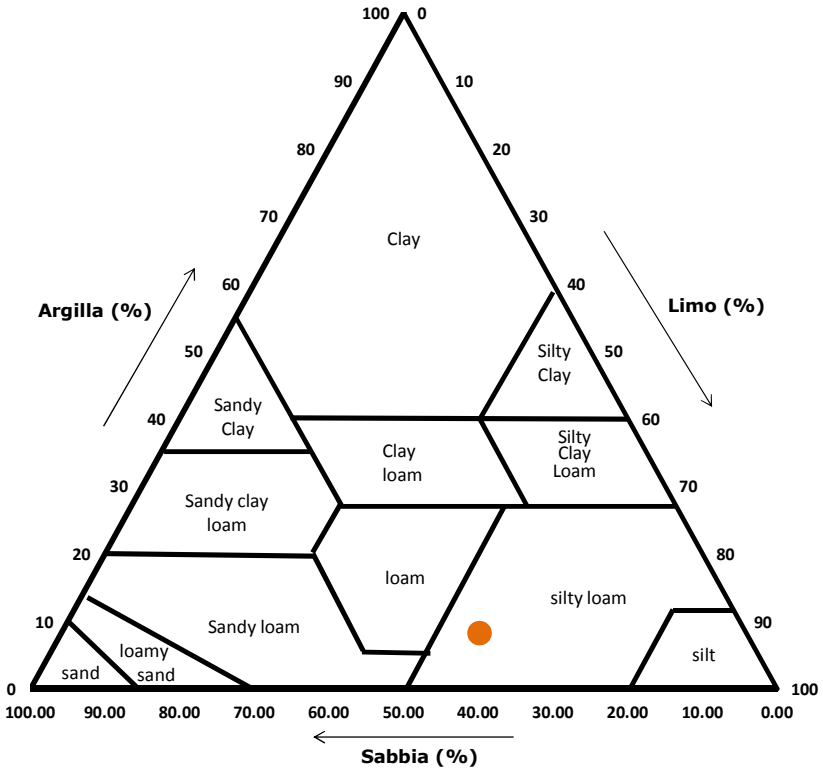
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF5 **Campione** CR2 **Profondità** 12.50 ÷ 13.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 8.25 % | 56.01 % | 35.74 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

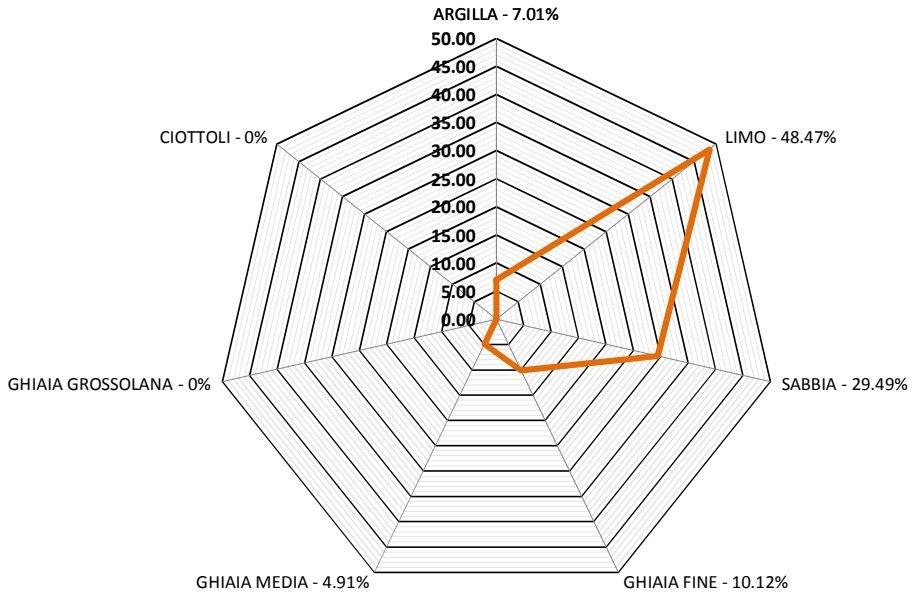
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF5 **Campione** CR2 **Profondità** 12.50 ÷ 13.00

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 84.97 % | $D_{10}$ | *0.00231 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 67.13 % | $D_{30}$ | *0.00448 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 55.89 % | $D_{50}$ | *0.02082 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 71.71 | $D_{60}$ | *0.16577 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.05 | $D_{90}$ | *3.63320 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 7.01 % | 48.47 % | 29.49 % | 15.03 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 38.2% | 18.46% | 19.79% | 8 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Labanca)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| Certificato di prova numero: | 2534/G | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 18/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.98**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2534/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 18/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF5 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 12.50 ÷ 13.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **19.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **2.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **2.12** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**9.46**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 280.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Limo sabbioso con argilla e ghiaia di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2535/A |
| Peso di volume | ☑ | 2535/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2535/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2535/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2535/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2535/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☐ | --- |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2535/G |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2535/H |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 3.1 | 2.8 | |
| | 3.6 | 3 | |
| | 3.6 | | |
| | 3.6 | 3 | |
| | | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 3.6 | 3 | |
| | | | |
| | 3.6 | 3 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Telve)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 83.29 | 88.36 | 86.36 |
| Peso Lordo Secco (g) | 74.38 | 78.90 | 77.69 |
| Tara (g) | 42.39 | 43.07 | 44.65 |
| Umidità relativa W (%) | **27.9%** | **26.4%** | **26.2%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **26.8%** | **0.89%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2535/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 138.95 | 78.98 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**19.38**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 62.28 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**15.28**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.56 | 40.72 | 40.66 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.59 | 202.68 | 202.655 |
| Temperatura (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.174 | 177.174 | 177.174 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6783** | **2.6765** | **2.6787** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6788** | **2.6770** | **2.6792** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.678** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

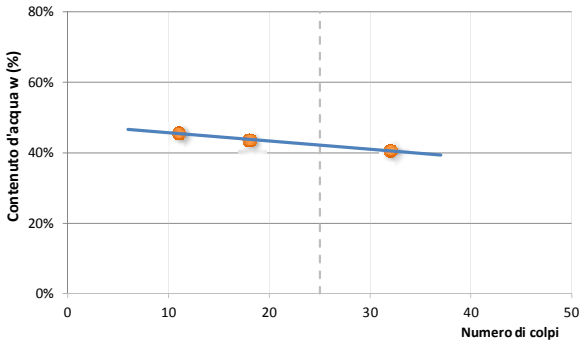
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 53 | 39 | 51 |
| $P_T$ - tara (g) | 43.11 | 47.99 | 41.07 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 63.54 | 68.29 | 63.75 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 57.64 | 62.13 | 56.65 |
| N° di colpi | 32 | 18 | 11 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 40.61% | 43.56% | 45.57% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **42.2%** | |

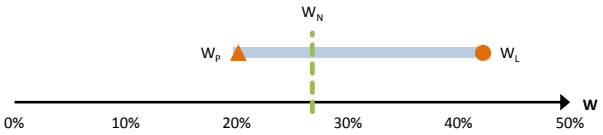



y = -0.00233 x + 0.47982 $R^2$ = 0.994

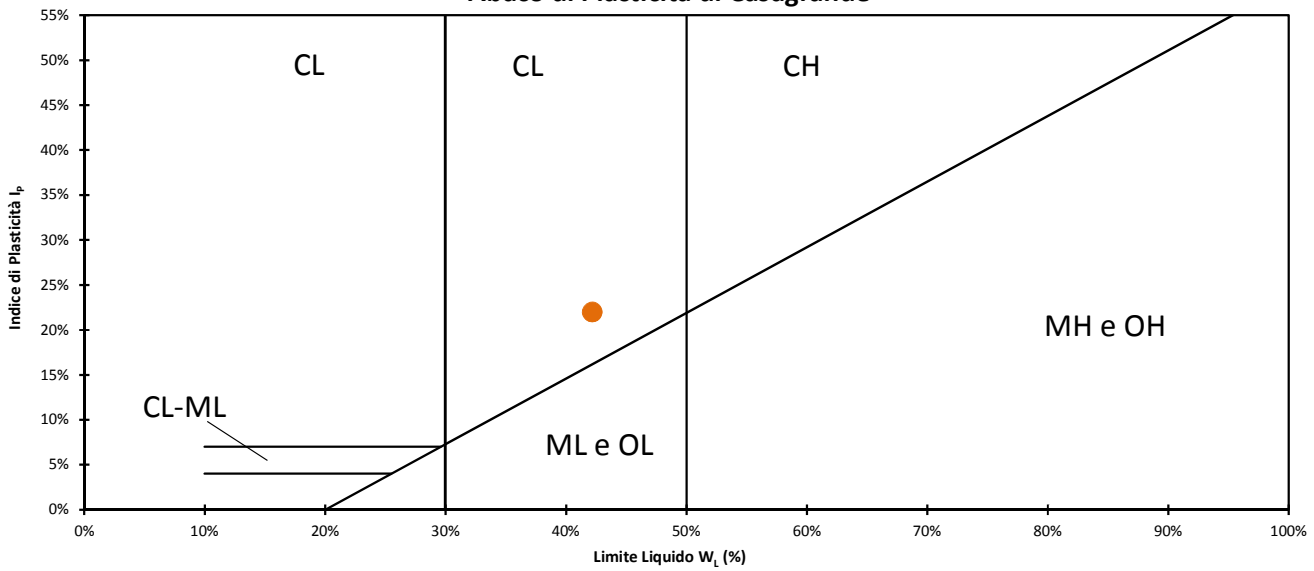
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 47 | 48 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 44.74 | 46.38 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 81.36 | 82.83 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 75.21 | 76.73 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 20.18% | 20.10% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **20.1%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **22.0%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.696** | **plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.304** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **1.339** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **1.118** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

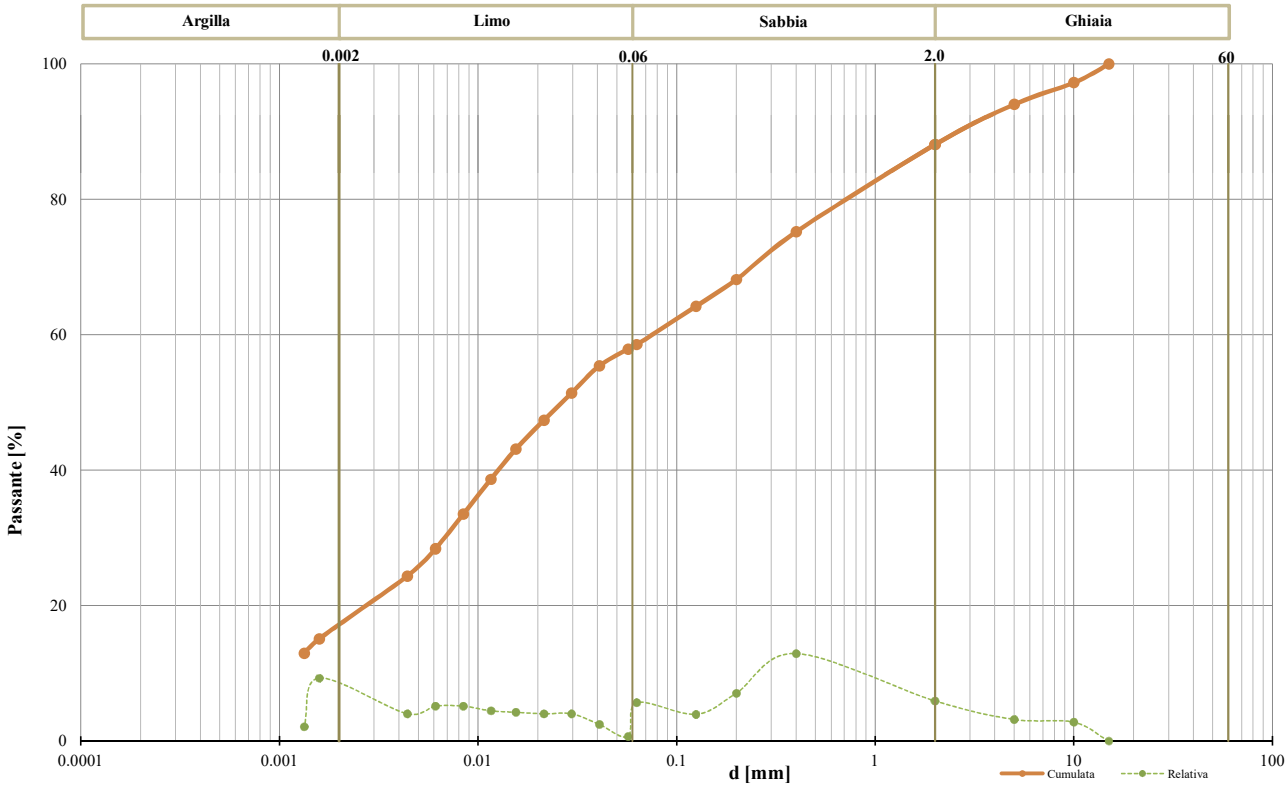
**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |
|---|---|---|---|---|---|

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0569 | 57.86 % | 0.0044 | 24.35 % |
| 10.0000 | 97.21 % | 0.0408 | 55.40 % | 0.0016 | 15.08 % |
| 5.0000 | 94.02 % | 0.0296 | 51.38 % | 0.0013 | 12.96 % |
| 2.0000 | 88.11 % | 0.0214 | 47.36 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 75.20 % | 0.0155 | 43.12 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 68.15 % | 0.0116 | 38.65 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 64.20 % | 0.0084 | 33.51 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 58.54 % | 0.0061 | 28.37 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Limo con Sabbia argillosa ghiaiosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 88.11 % | $D_{10}$ | *#N/D* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 75.20 % | $D_{30}$ | *0.00684 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 58.54 % | $D_{50}$ | *0.02680 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | #N/D | $D_{60}$ | *0.07901 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | #N/D | $D_{90}$ | *2.96013 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 16.44 % | 41.77 % | 29.90 % | 11.89 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

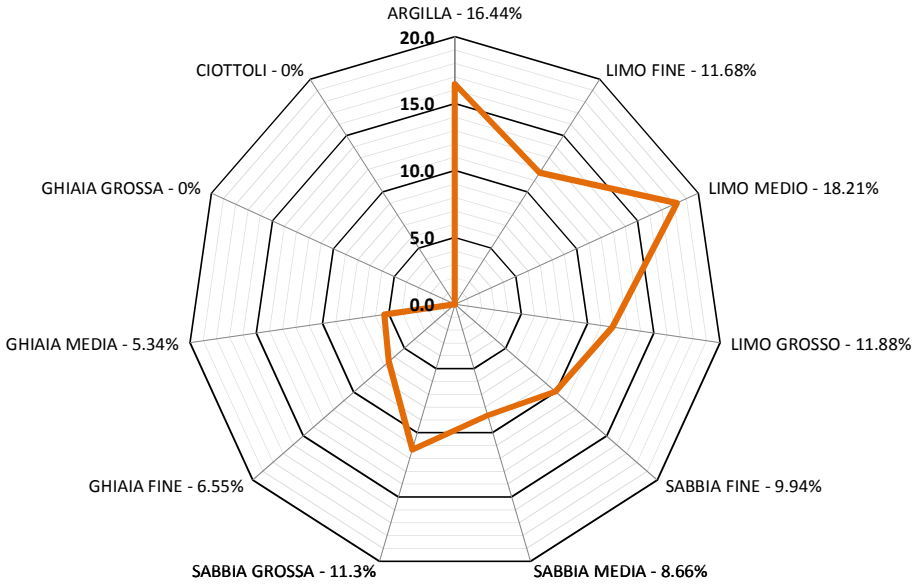
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

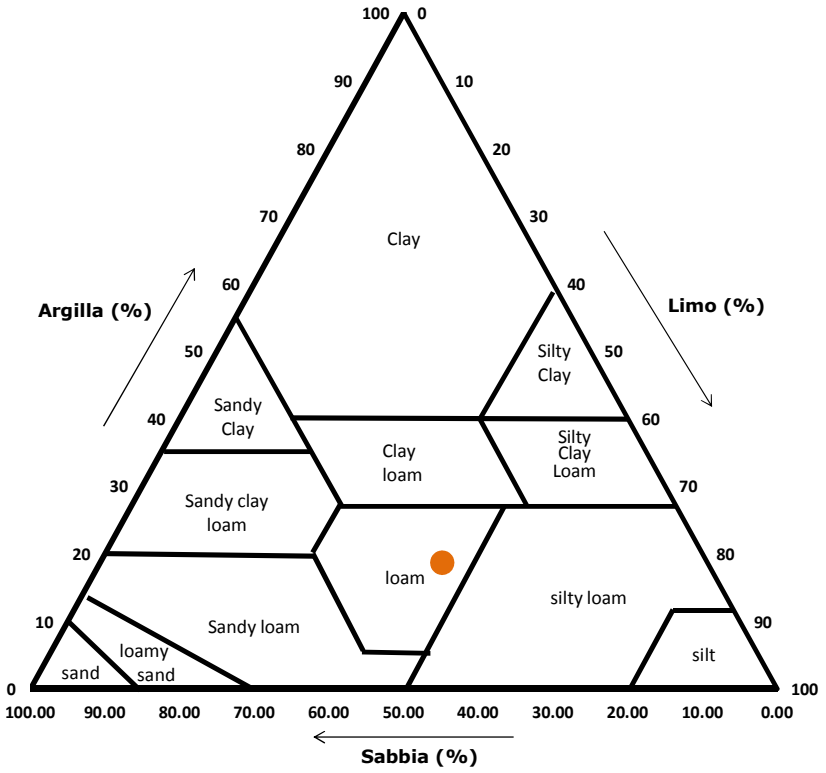
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF6 **Campione** CR1 **Profondità** 8.00 ÷ 8.50




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 18.66 % | 45.82 % | 35.52 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

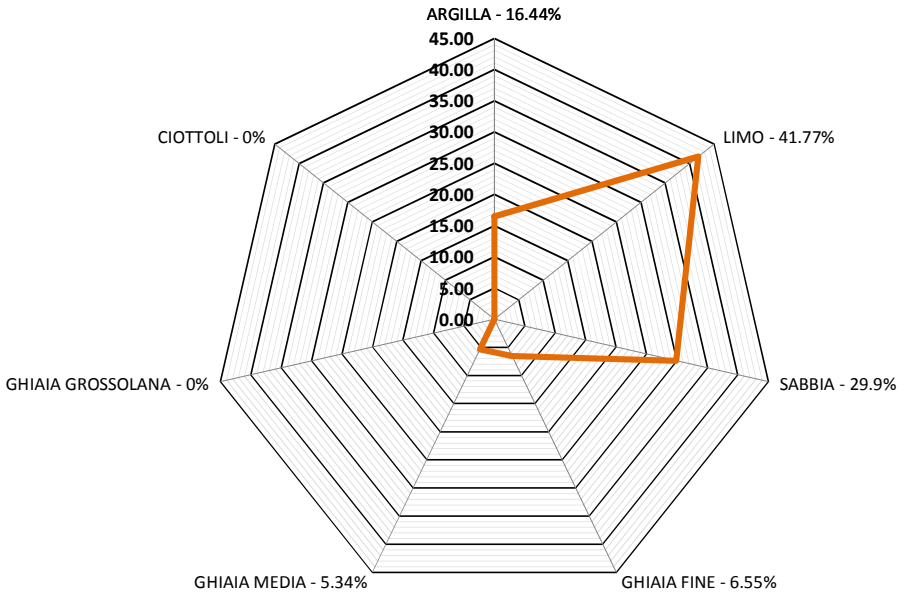
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 88.11 % | $D_{10}$ | *#N/D* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 75.20 % | $D_{30}$ | *0.00684 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 58.54 % | $D_{50}$ | *0.02680 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | #N/D | $D_{60}$ | *0.07901 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | #N/D | $D_{90}$ | *2.96013 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 16.44 % | 41.77 % | 29.90 % | 11.89 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 42.2% | 20.14% | 22.02% | 8 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A7-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| Certificato di prova numero: | 2535/G | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 18/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.08**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2535/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 18/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF6 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 8.00 ÷ 8.50 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **19.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **15.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **13.14** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**58.68**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| Certificato di prova numero: | 2536 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella | 90 | 700.0 | 85 | 570.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 03/02/2020 | Limo sabbioso con argilla di colore variabile dal verdastro al grigiastro | Q5 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2536/A |
| Peso di volume | ☑ | 2536/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2536/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2536/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2536/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2536/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2536/G |
| Prova Triassiale TX | ☑ | 2536/H |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2536/I |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2536/J |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 1 | | |
| | | 0.4 | |
| **TD1** | 1 | | |
| **TD2** | 1 | | |
| **TD3** | 1 | 0.4 | |
| **TX1** | 1 | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | | 0.4 | |
| **TX2** | 1 | | |
| **TX3** | 1 | 0.4 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totire)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 61.18 | 65.47 | 59.48 |
| Peso Lordo Secco (g) | 53.82 | 57.21 | 52.45 |
| Tara (g) | 26.06 | 26.06 | 25.88 |
| Umidità relativa W (%) | **26.5%** | **26.5%** | **26.5%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **26.5%** | **0.03%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2536/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 04/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 139.15 | 79.18 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**19.43**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 62.59 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**15.36**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.79 | 40.09 | 40.46 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.74 | 202.3 | 202.54 |
| Temperatura (°C) | 19.9 | 19.9 | 19.9 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.167 | 177.167 | 177.167 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6805** | **2.6803** | **2.6817** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6811** | **2.6809** | **2.6823** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.681** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

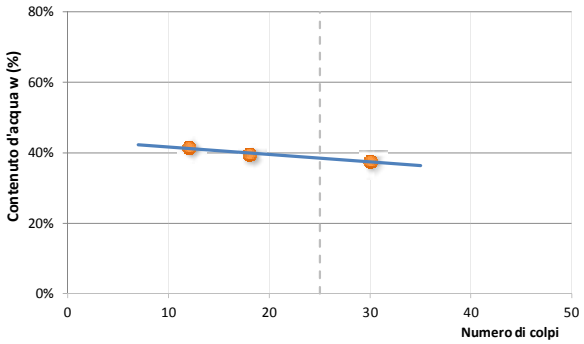
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 12/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 61 | 56 | 41 |
| $P_T$ - tara (g) | 43.24 | 40.89 | 43.58 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 71.98 | 64.05 | 69.07 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 64.14 | 57.49 | 61.6 |
| N° di colpi | 30 | 18 | 12 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 37.51% | 39.52% | 41.45% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **38.4%** | |

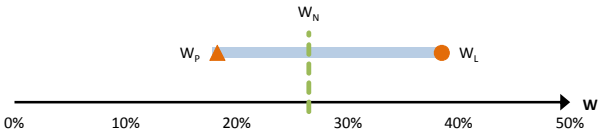



y = -0.00212 x + 0.43727 $R^2$ = 0.968

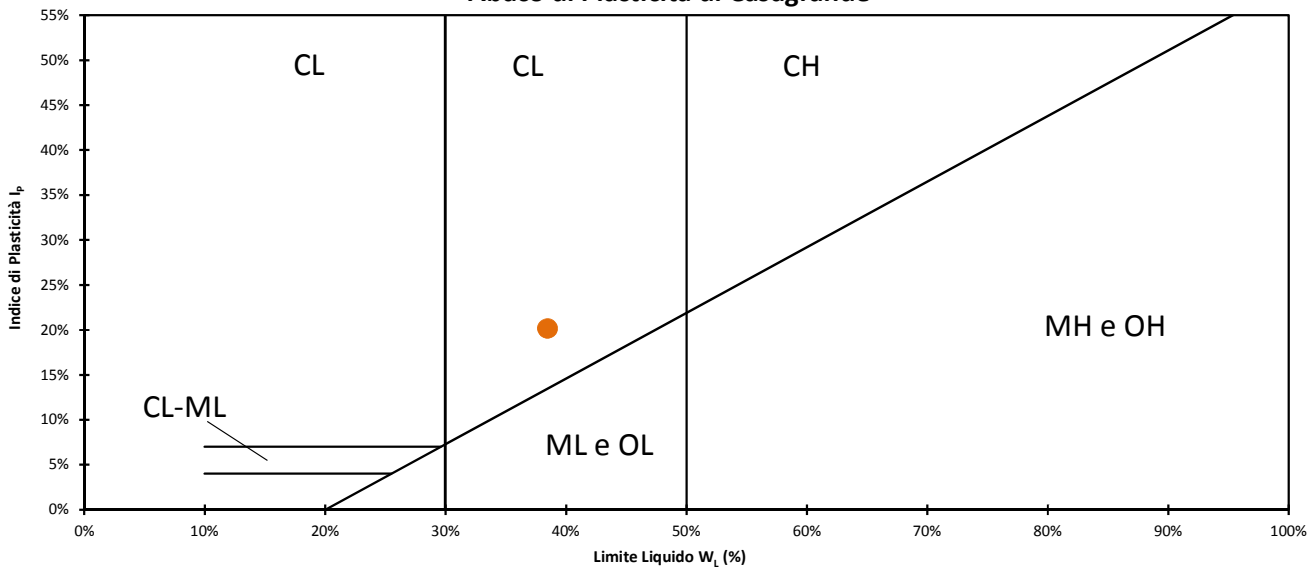
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 45 | 68 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 44.78 | 42.38 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 77.42 | 71.73 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 72.38 | 67.2 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 18.26% | 18.25% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | | **18.3%** |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **20.2%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.592** | **plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.408** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **1.808** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.614** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

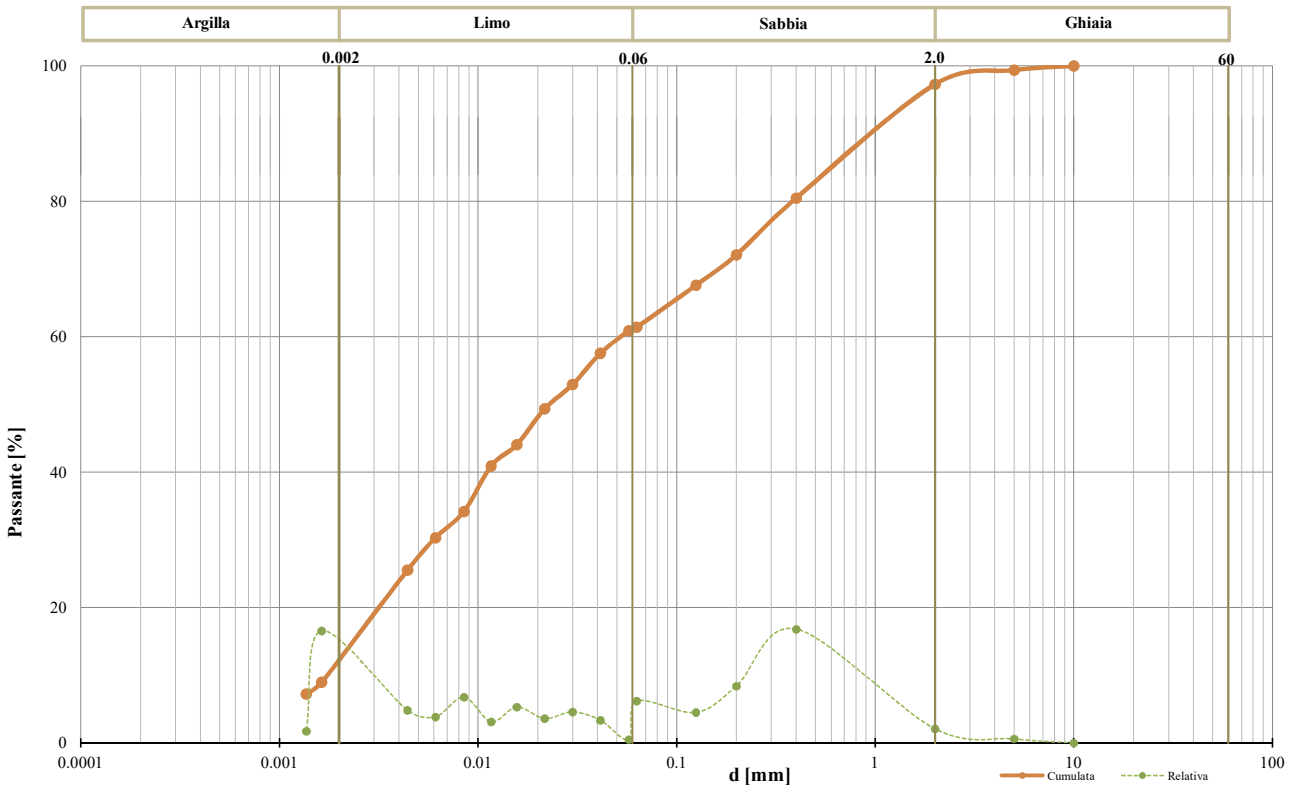
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.0000 | 100.00 % | 0.0413 | 57.54 % | 0.0016 | 8.97 % |
| 5.0000 | 99.38 % | 0.0300 | 52.97 % | 0.0014 | 7.22 % |
| 2.0000 | 97.27 % | 0.0216 | 49.36 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 80.48 % | 0.0157 | 44.06 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 72.11 % | 0.0116 | 40.93 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 67.60 % | 0.0085 | 34.19 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 61.42 % | 0.0061 | 30.34 % | #N/D | #N/D |
| 0.0573 | 60.91 % | 0.0044 | 25.52 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Limo con Sabbia argillosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 97.27 % | $D_{10}$ | *0.00181 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 80.48 % | $D_{30}$ | *0.00599 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 61.42 % | $D_{50}$ | *0.02310 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 29.35 | $D_{60}$ | *0.05298 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.38 | $D_{90}$ | *1.30699 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 11.16 % | 49.99 % | 36.12 % | 2.73 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

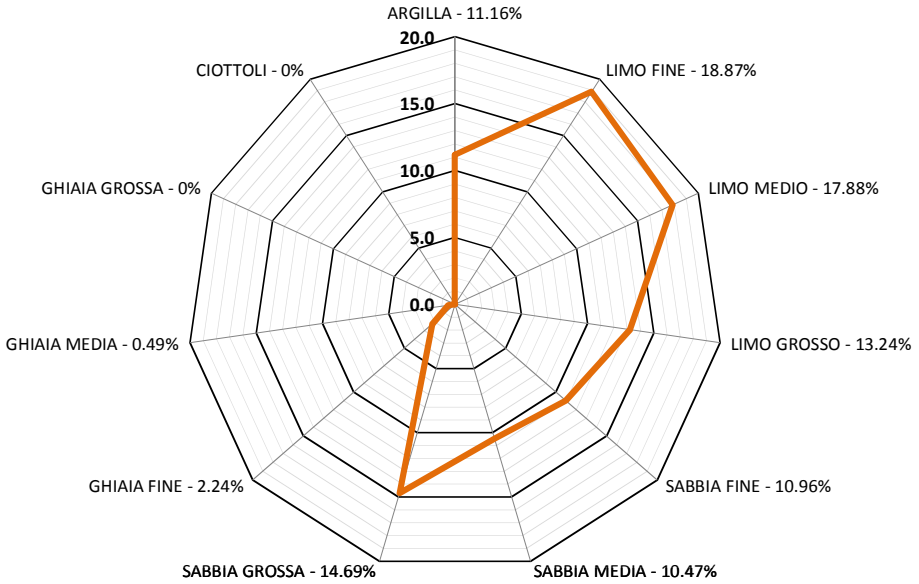
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

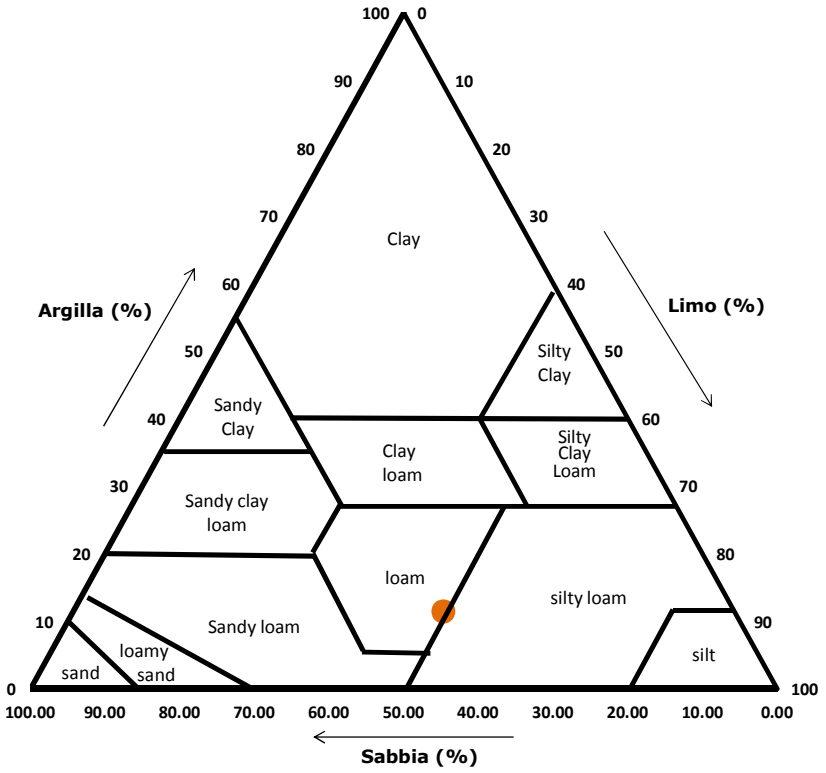
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF6 **Campione** CI1 **Profondità** 20.40 ÷ 21.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 11.47 % | 49.56 % | 38.97 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

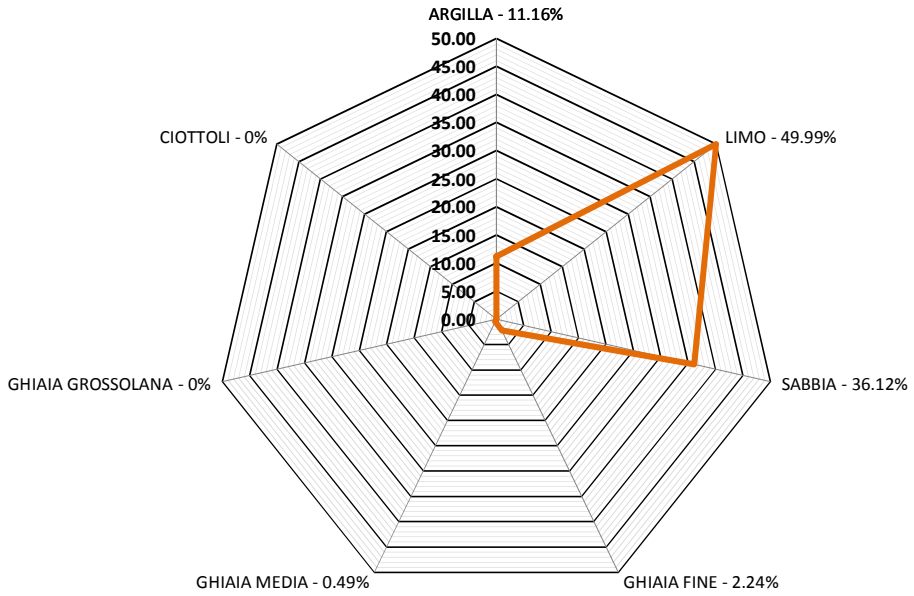
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 03/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 10/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 97.27 % | $D_{10}$ | *0.00181 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 80.48 % | $D_{30}$ | *0.00599 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 61.42 % | $D_{50}$ | *0.02310 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 29.35 | $D_{60}$ | *0.05298 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.38 | $D_{90}$ | *1.30699 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 11.16 % | 49.99 % | 36.12 % | 2.73 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 38.4% | 18.26% | 20.18% | 8 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Live)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2536/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 09/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF6 **Campione** CI1 **Profondità** 20.40 ÷ 21.00

| CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^2$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 142.27 | 143.26 | 142.71 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 26.43% | 26.11% | 25.85% |
| Umidità (trimming) (%) | 26.51% | 26.52% | 26.46% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 19.38 | 19.52 | 19.44 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 15.33 | 15.48 | 15.45 |
| Indice dei vuoti | 0.749 | 0.732 | 0.735 |
| Grado di saturazione (%) | 94.6% | 95.6% | 94.2% |

| FASE DI CONSOLIDAZIONE | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| Cedimento (mm) | 0.724 | 0.966 | 1.172 |

| FASE DI TAGLIO | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00589 | 0.00523 | 0.00563 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 37.6 | 97.6 | 110.4 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 3.63 | 4.54 | 3.84 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.198 | 0.327 | 0.296 |

| c' (kPa) | φ' (°) |
|---|---|
| **9.09** | **20.00** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e fi' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulla terna di punti (pressione verticale/tensione di taglio) sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

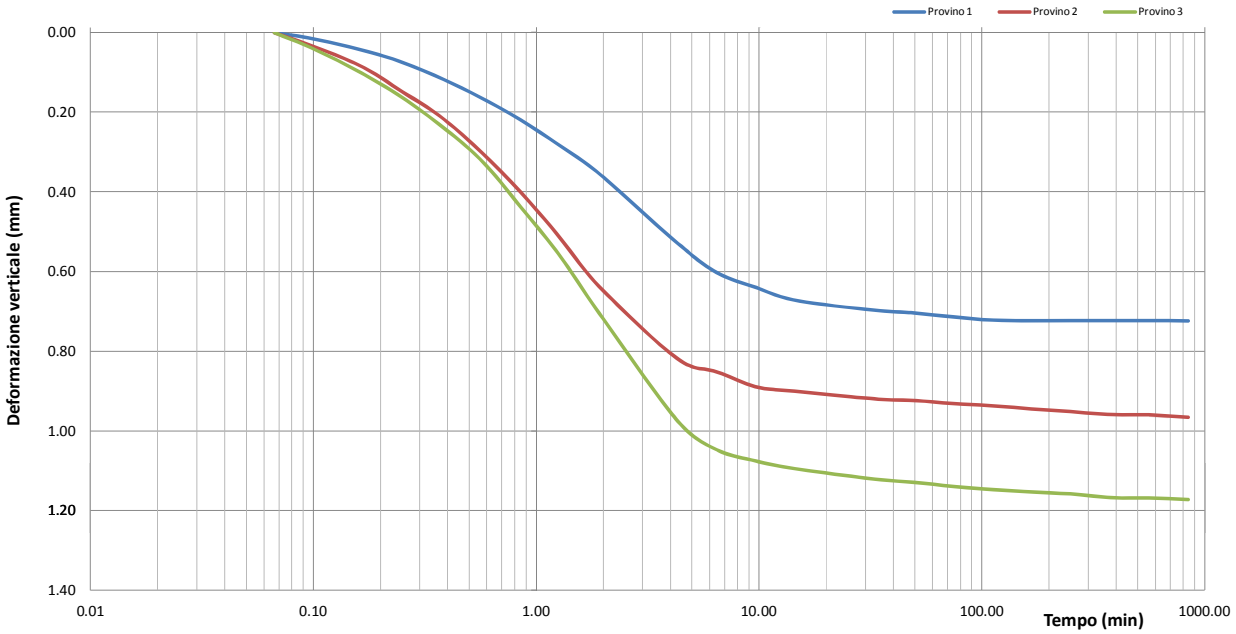
**Modalità di prova: ASTM D 3080**

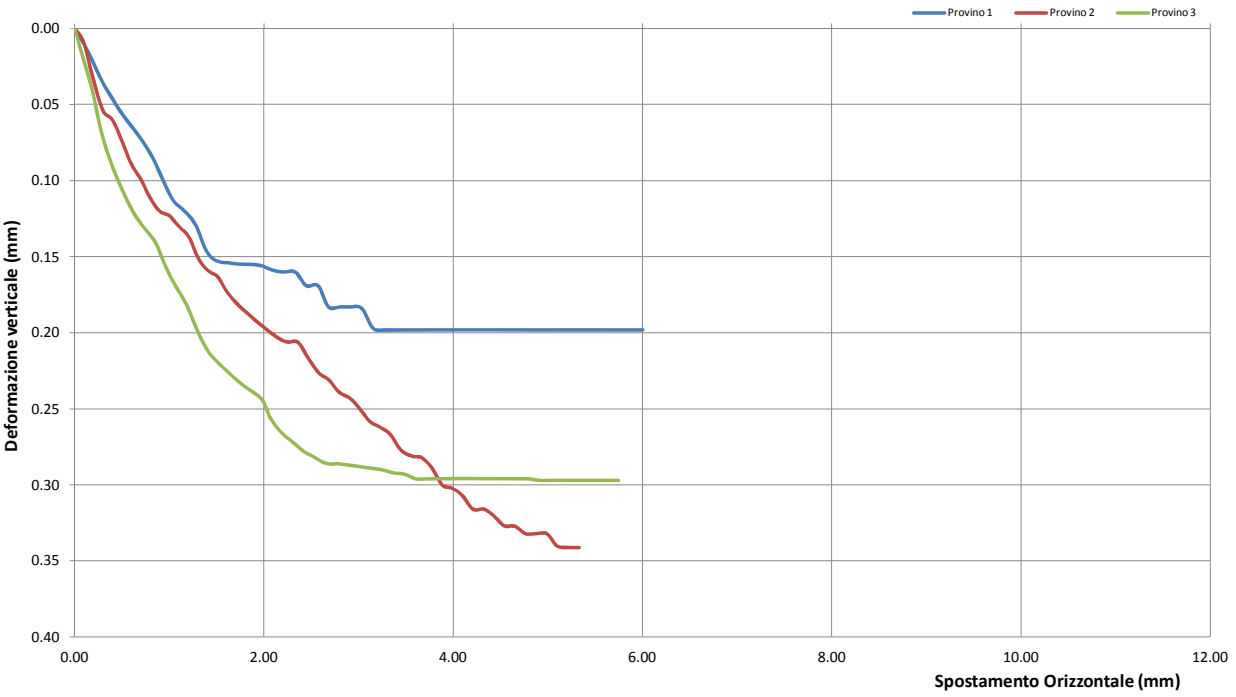
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 09/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF6 **Campione** CI1 **Profondità** 20.40 ÷ 21.00




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

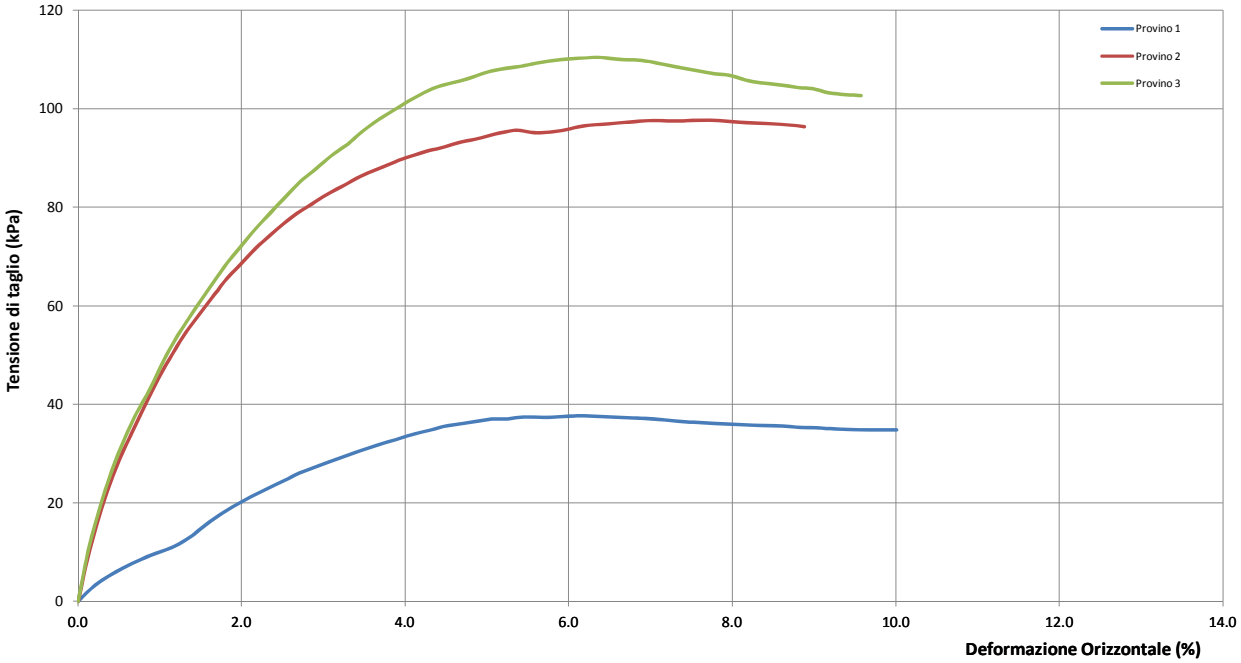
Francesco Di Lonardo

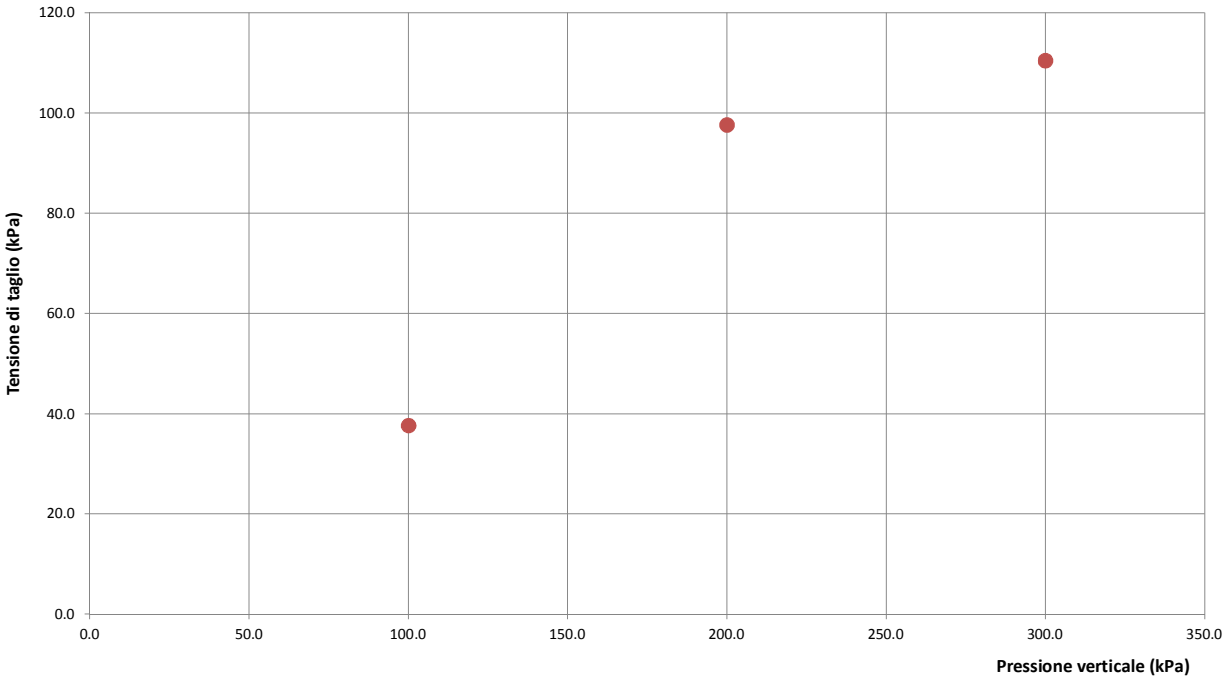
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 09/02/2020 | 18/02/2020 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 09/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| *0.07* | *0.76* | 0.000 | *0.07* | *1.10* | 0.000 | *0.07* | *1.26* | 0.000 |
| *0.10* | *0.78* | 0.016 | *0.10* | *1.13* | 0.035 | *0.10* | *1.30* | 0.041 |
| *0.17* | *0.81* | 0.045 | *0.17* | *1.19* | 0.087 | *0.17* | *1.37* | 0.104 |
| *0.25* | *0.84* | 0.075 | *0.25* | *1.25* | 0.149 | *0.25* | *1.43* | 0.163 |
| *0.37* | *0.88* | 0.113 | *0.37* | *1.31* | 0.209 | *0.37* | *1.49* | 0.231 |
| *0.57* | *0.93* | 0.164 | *0.57* | *1.40* | 0.300 | *0.57* | *1.58* | 0.321 |
| *0.85* | *0.98* | 0.220 | *0.85* | *1.50* | 0.401 | *0.85* | *1.70* | 0.438 |
| *1.27* | *1.05* | 0.283 | *1.27* | *1.61* | 0.513 | *1.27* | *1.82* | 0.558 |
| *1.92* | *1.12* | 0.355 | *1.92* | *1.74* | 0.638 | *1.92* | *1.97* | 0.705 |
| *4.32* | *1.29* | 0.530 | *4.32* | *1.92* | 0.820 | *4.32* | *2.24* | 0.976 |
| *4.32* | *1.29* | 0.530 | *4.32* | *1.92* | 0.820 | *4.32* | *2.24* | 0.976 |
| *6.48* | *1.37* | 0.603 | *6.48* | *1.95* | 0.852 | *6.48* | *2.31* | 1.048 |
| *9.72* | *1.40* | 0.640 | *9.72* | *1.99* | 0.890 | *9.72* | *2.34* | 1.076 |
| *14.58* | *1.43* | 0.672 | *14.58* | *2.00* | 0.901 | *14.58* | *2.36* | 1.095 |
| *32.83* | *1.46* | 0.697 | *32.83* | *2.02* | 0.920 | *32.83* | *2.38* | 1.121 |
| *49.25* | *1.47* | 0.704 | *49.25* | *2.02* | 0.924 | *49.25* | *2.39* | 1.129 |
| *73.88* | *1.48* | 0.714 | *73.88* | *2.03* | 0.932 | *73.88* | *2.40* | 1.139 |
| *110.83* | *1.48* | 0.722 | *110.83* | *2.04* | 0.937 | *110.83* | *2.41* | 1.147 |
| *166.25* | *1.49* | 0.723 | *166.25* | *2.04* | 0.945 | *166.25* | *2.42* | 1.153 |
| *249.38* | *1.49* | 0.723 | *249.38* | *2.05* | 0.952 | *249.38* | *2.42* | 1.158 |
| *374.08* | *1.49* | 0.723 | *374.08* | *2.06* | 0.959 | *374.08* | *2.43* | 1.167 |
| *561.13* | *1.49* | 0.723 | *561.13* | *2.06* | 0.960 | *561.13* | *2.43* | 1.168 |
| *841.70* | *1.49* | 0.724 | *841.70* | *2.07* | 0.966 | *841.70* | *2.43* | 1.172 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2536/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 09/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.13 | 0.014 | 3.4 | 0.10 | 0.009 | 11.3 | 0.09 | 0.019 | 11.6 |
| 0.40 | 0.046 | 7.7 | 0.30 | 0.054 | 28.4 | 0.30 | 0.072 | 30.2 |
| 0.53 | 0.059 | 9.4 | 0.40 | 0.060 | 34.3 | 0.42 | 0.094 | 37.6 |
| 0.69 | 0.071 | 10.9 | 0.50 | 0.074 | 40.2 | 0.53 | 0.110 | 43.3 |
| 0.83 | 0.085 | 13.1 | 0.60 | 0.089 | 45.5 | 0.63 | 0.122 | 48.9 |
| 0.93 | 0.100 | 15.4 | 0.70 | 0.099 | 50.3 | 0.73 | 0.131 | 54.0 |
| 1.04 | 0.113 | 17.6 | 0.79 | 0.111 | 54.7 | 0.86 | 0.141 | 59.3 |
| 1.16 | 0.120 | 19.6 | 0.90 | 0.120 | 58.6 | 0.96 | 0.157 | 63.6 |
| 1.28 | 0.129 | 21.4 | 1.00 | 0.123 | 62.3 | 1.07 | 0.170 | 67.8 |
| 1.40 | 0.147 | 23.0 | 1.10 | 0.130 | 65.7 | 1.19 | 0.182 | 71.7 |
| 1.51 | 0.153 | 24.5 | 1.21 | 0.137 | 68.8 | 1.29 | 0.198 | 75.3 |
| 1.63 | 0.154 | 26.1 | 1.30 | 0.151 | 71.7 | 1.41 | 0.212 | 78.7 |
| 1.75 | 0.155 | 27.4 | 1.41 | 0.159 | 74.3 | 1.52 | 0.220 | 82.1 |
| 1.86 | 0.155 | 28.5 | 1.51 | 0.163 | 76.7 | 1.62 | 0.226 | 85.0 |
| 1.98 | 0.156 | 29.7 | 1.61 | 0.173 | 78.7 | 1.75 | 0.233 | 87.9 |
| 2.10 | 0.159 | 30.9 | 1.72 | 0.181 | 80.6 | 1.86 | 0.238 | 90.5 |
| 2.21 | 0.160 | 31.9 | 1.82 | 0.187 | 82.5 | 1.98 | 0.244 | 92.8 |
| 2.33 | 0.160 | 32.9 | 1.93 | 0.193 | 84.1 | 2.08 | 0.257 | 95.1 |
| 2.45 | 0.169 | 33.9 | 2.03 | 0.198 | 85.7 | 2.19 | 0.266 | 97.6 |
| 2.57 | 0.169 | 34.7 | 2.14 | 0.203 | 87.1 | 2.31 | 0.272 | 99.6 |
| 2.68 | 0.183 | 35.5 | 2.25 | 0.206 | 88.3 | 2.42 | 0.278 | 101.5 |
| 2.81 | 0.183 | 36.1 | 2.36 | 0.206 | 89.5 | 2.54 | 0.282 | 103.3 |
| 2.91 | 0.183 | 36.5 | 2.46 | 0.216 | 90.5 | 2.66 | 0.286 | 104.7 |
| 3.03 | 0.184 | 37.0 | 2.57 | 0.226 | 91.4 | 2.79 | 0.286 | 105.5 |
| 3.15 | 0.197 | 37.1 | 2.69 | 0.231 | 92.2 | 2.90 | 0.287 | 106.5 |
| 3.28 | 0.198 | 37.4 | 2.79 | 0.239 | 93.1 | 3.02 | 0.288 | 107.5 |
| 3.40 | 0.198 | 37.3 | 2.91 | 0.243 | 93.7 | 3.13 | 0.289 | 108.2 |
| 3.51 | 0.198 | 37.4 | 3.02 | 0.250 | 94.5 | 3.25 | 0.290 | 108.6 |
| 3.63 | 0.198 | 37.6 | 3.12 | 0.258 | 95.1 | 3.37 | 0.292 | 109.3 |
| 3.74 | 0.198 | 37.6 | 3.23 | 0.262 | 95.6 | 3.49 | 0.293 | 109.8 |
| 3.86 | 0.198 | 37.5 | 3.34 | 0.267 | 95.1 | 3.61 | 0.296 | 110.2 |
| 3.98 | 0.198 | 37.3 | 3.45 | 0.277 | 95.2 | 3.72 | 0.296 | 110.3 |
| 4.10 | 0.198 | 37.2 | 3.56 | 0.281 | 95.6 | 3.84 | 0.296 | 110.4 |
| 4.23 | 0.198 | 37.1 | 3.67 | 0.282 | 96.2 | 3.97 | 0.296 | 110.0 |
| 4.34 | 0.198 | 36.7 | 3.78 | 0.289 | 96.7 | 4.08 | 0.296 | 109.9 |
| 4.46 | 0.198 | 36.4 | 3.88 | 0.300 | 96.8 | 4.20 | 0.296 | 109.6 |
| 4.57 | 0.198 | 36.3 | 3.99 | 0.302 | 97.2 | 4.32 | 0.296 | 108.9 |
| 4.70 | 0.198 | 36.1 | 4.10 | 0.307 | 97.4 | 4.44 | 0.296 | 108.3 |
| 4.81 | 0.198 | 36.0 | 4.21 | 0.316 | 97.6 | 4.56 | 0.296 | 107.6 |
| 4.94 | 0.198 | 35.8 | 4.33 | 0.316 | 97.5 | 4.68 | 0.296 | 107.1 |
| 5.05 | 0.198 | 35.7 | 4.44 | 0.321 | 97.5 | 4.79 | 0.296 | 106.7 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2536/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 07/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 09/02/2020 | 18/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.17* | *0.20* | *35.61* | *4.54* | *0.33* | *97.61* | *4.92* | *0.30* | *105.69* |
| *5.29* | *0.20* | *35.33* | *4.65* | *0.33* | *97.61* | *5.04* | *0.30* | *105.17* |
| *5.41* | *0.20* | *35.28* | *4.77* | *0.33* | *97.44* | *5.16* | *0.30* | *104.86* |
| *5.52* | *0.20* | *35.06* | *4.88* | *0.33* | *97.17* | *5.28* | *0.30* | *104.31* |
| *5.65* | *0.20* | *34.92* | *4.99* | *0.33* | *97.06* | *5.39* | *0.30* | *104.08* |
| *5.77* | *0.20* | *34.81* | *5.10* | *0.34* | *96.86* | *5.51* | *0.30* | *103.28* |
| *5.88* | *0.20* | *34.83* | *5.21* | *0.34* | *96.69* | *5.63* | *0.30* | *102.89* |
| *6.00* | *0.20* | *34.81* | *5.33* | *0.34* | *96.31* | *5.75* | *0.30* | *102.69* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 2850**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/H | Pagina: | 1/4 | Inizio Analisi: | 05/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** **Campione Indisturbato** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Pressione di cella (kPa) | **300** | **400** | **500** |
| L - Altezza (mm) | 75.96 | 75.95 | 75.93 |
| D - Diametro (mm) | 38.13 | 38.13 | 38.11 |
| A - Sezione ($mm^2$) | 1141.9 | 1141.9 | 1140.7 |
| P - Massa provino (g) | 171.58 | 171.66 | 171.53 |
| w - Contenuto d'acqua (%) | 26.51% | 26.52% | 26.46% |
| $G_s$ - Peso specifico dei granuli ($kN/m^3$) | 26.30 | 26.30 | 26.30 |
| $\gamma$ - Densità umida ($kN/m^3$) | 19.41 | 19.42 | 19.43 |
| $\gamma_d$ - Densità secca ($kN/m^3$) | 15.34 | 15.35 | 15.36 |
| e - Indice dei vuoti | 0.715 | 0.714 | 0.712 |
| $S_r$ - Grado di saturazione (%) | 99.4% | 99.6% | 99.6% |
| Spessore membrana (mm) | | 0.2 | |
| Modulo Elastico membrana ($kN/m^2$) | | 1400 | |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.760 | 0.760 | 0.759 |
| Criterio di rottura | | Massimo sforzo deviatorico | |
| Deformazione assiale (%) | 15.21 | 14.98 | 15.11 |
| **Resistenza a compressione (kPa)** | **67.5** | **70.5** | **75.0** |
| Sforzo principale minore (kPa) | 300.0 | 400.0 | 500.0 |
| Sforzo principale maggiore (kPa) | 368 | 471 | 575 |
| Pressione interstiziale (kPa) | --- | --- | --- |

**PROVINI DOPO ROTTURA**










**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

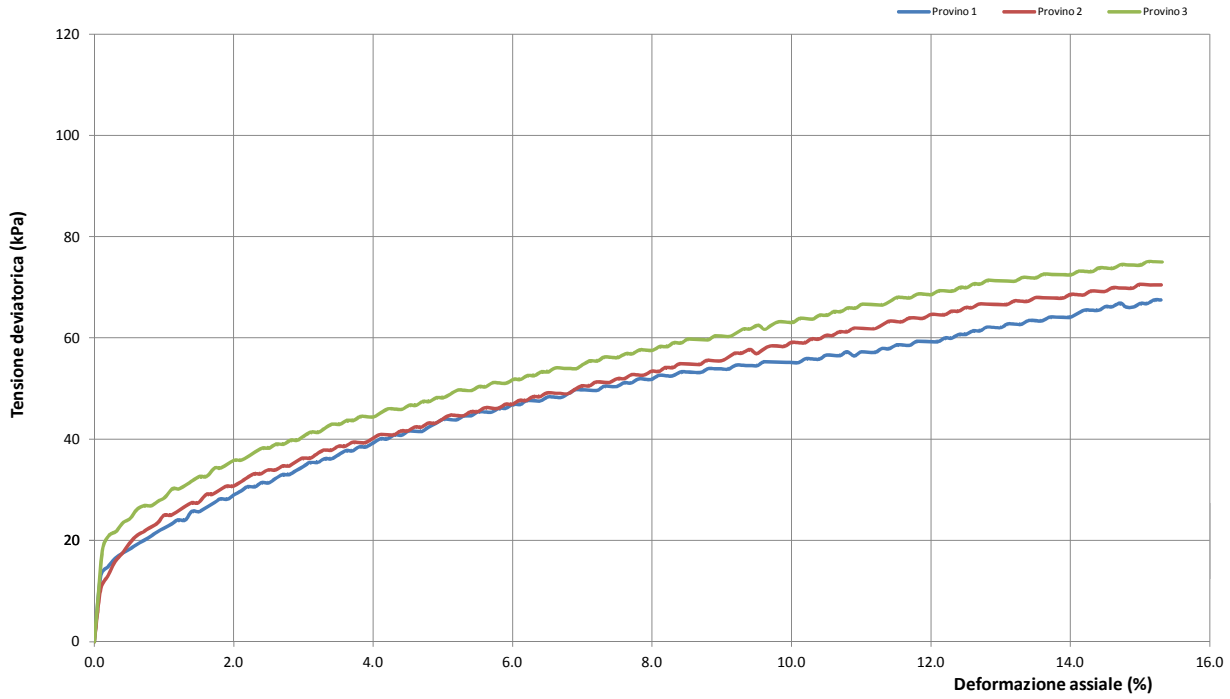
**(Ing. Rocco Tolve)**

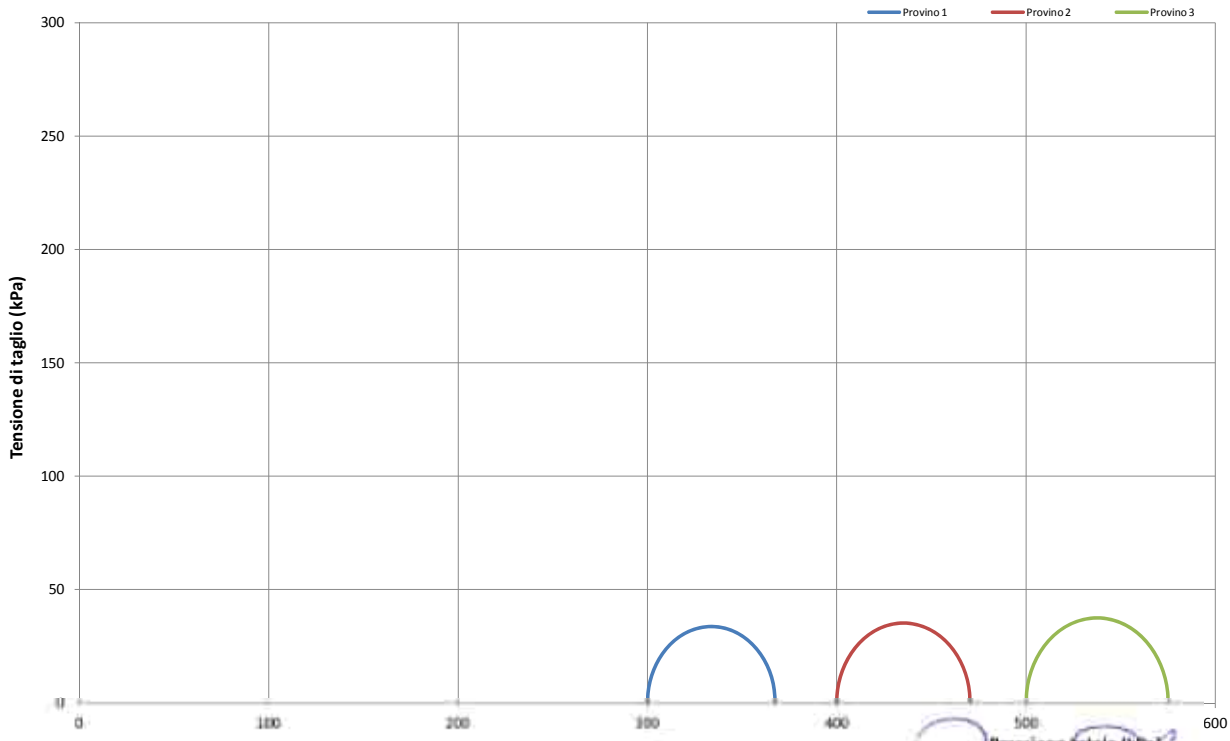
# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/H | Pagina: | 2/4 | Inizio Analisi: | 05/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |




Il Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2536/H | Pagina: | 3/4 | Inizio Analisi: | 05/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF6 **Campione** CI1 **Profondità** 20.40 ÷ 21.00

**MISURAZIONI ACQUISITE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) |
| 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 |
| 0.30 | | 16.55 | 0.29 | | 15.68 | 0.32 | | 21.80 |
| 0.59 | | 19.07 | 0.59 | | 20.82 | 0.61 | | 26.06 |
| 0.90 | | 21.59 | 0.90 | | 23.32 | 0.91 | | 27.69 |
| 1.20 | | 24.09 | 1.20 | | 25.82 | 1.21 | | 30.17 |
| 1.50 | | 25.71 | 1.49 | | 27.44 | 1.51 | | 32.64 |
| 1.80 | | 28.19 | 1.79 | | 29.92 | 1.80 | | 34.25 |
| 2.11 | | 29.80 | 2.09 | | 31.52 | 2.11 | | 35.84 |
| 2.40 | | 31.41 | 2.38 | | 33.12 | 2.41 | | 38.28 |
| 2.70 | | 33.01 | 2.70 | | 34.71 | 2.71 | | 39.00 |
| 3.00 | | 34.60 | 2.99 | | 36.30 | 3.00 | | 40.58 |
| 3.30 | | 36.18 | 3.29 | | 37.88 | 3.31 | | 42.15 |
| 3.61 | | 37.76 | 3.59 | | 38.60 | 3.62 | | 43.70 |
| 3.90 | | 38.49 | 3.88 | | 39.34 | 3.91 | | 44.42 |
| 4.20 | | 40.06 | 4.19 | | 40.90 | 4.21 | | 45.97 |
| 4.50 | | 41.62 | 4.49 | | 41.62 | 4.52 | | 46.68 |
| 4.79 | | 42.34 | 4.79 | | 43.17 | 4.81 | | 47.39 |
| 5.09 | | 43.89 | 5.10 | | 44.72 | 5.11 | | 48.92 |
| 5.40 | | 44.60 | 5.40 | | 45.43 | 5.41 | | 49.62 |
| 5.70 | | 45.32 | 5.69 | | 46.15 | 5.72 | | 51.14 |
| 6.00 | | 46.85 | 5.99 | | 46.86 | 6.02 | | 51.84 |
| 6.31 | | 47.56 | 6.29 | | 48.39 | 6.31 | | 52.54 |
| 6.61 | | 48.27 | 6.60 | | 49.09 | 6.61 | | 54.05 |
| 6.90 | | 49.79 | 6.89 | | 49.80 | 6.91 | | 53.92 |
| 7.21 | | 49.68 | 7.19 | | 51.31 | 7.22 | | 55.42 |
| 7.49 | | 50.39 | 7.50 | | 52.00 | 7.51 | | 56.11 |
| 7.81 | | 51.89 | 7.79 | | 52.70 | 7.82 | | 57.60 |
| 8.10 | | 52.59 | 8.10 | | 53.40 | 8.11 | | 58.28 |
| 8.41 | | 53.29 | 8.39 | | 54.90 | 8.42 | | 58.96 |
| 8.70 | | 53.19 | 8.69 | | 54.79 | 8.72 | | 59.64 |
| 8.99 | | 53.89 | 8.99 | | 55.48 | 9.01 | | 60.32 |
| 9.31 | | 54.58 | 9.28 | | 56.97 | 9.31 | | 61.79 |
| 9.60 | | 55.28 | 9.59 | | 57.66 | 9.61 | | 61.67 |
| 9.90 | | 55.18 | 9.90 | | 58.34 | 9.92 | | 63.13 |
| 10.20 | | 55.87 | 10.19 | | 59.02 | 10.21 | | 63.80 |
| 10.49 | | 56.57 | 10.49 | | 60.49 | 10.51 | | 64.47 |
| 10.80 | | 57.26 | 10.80 | | 61.17 | 10.81 | | 65.91 |
| 11.10 | | 57.17 | 11.10 | | 61.84 | 11.12 | | 66.58 |
| 11.40 | | 57.86 | 11.39 | | 63.30 | 11.42 | | 67.24 |
| 11.70 | | 58.55 | 11.69 | | 63.97 | 11.71 | | 67.90 |
| 12.01 | | 59.24 | 11.99 | | 64.64 | 12.01 | | 68.56 |
| 12.30 | | 59.93 | 12.30 | | 65.31 | 12.31 | | 69.21 |
| 12.61 | | 61.38 | 12.59 | | 65.98 | 12.62 | | 70.54 |
| 12.90 | | 62.07 | 12.89 | | 66.65 | 12.92 | | 71.29 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/H | Pagina: | 4/4 | Inizio Analisi: | 05/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 05/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

**MISURAZIONI ACQUISITE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) |
| *13.20* | | *62.75* | *13.19* | | *67.31* | *13.21* | | *71.18* |
| *13.49* | | *63.43* | *13.50* | | *67.98* | *13.51* | | *71.83* |
| *13.80* | | *64.11* | *13.79* | | *67.89* | *13.82* | | *72.48* |
| *14.10* | | *64.79* | *14.09* | | *68.55* | *14.12* | | *73.13* |
| *14.40* | | *65.46* | *14.39* | | *69.22* | *14.41* | | *73.78* |
| *14.72* | | *66.88* | *14.69* | | *69.88* | *14.72* | | *74.42* |
| *15.01* | | *66.81* | *14.98* | | *70.54* | *15.01* | | *74.33* |
| *15.30* | | *67.49* | *15.30* | | *70.45* | *15.32* | | *74.97* |
| *15.60* | | *68.16* | *15.59* | | *71.12* | *15.62* | | *75.62* |
| *15.90* | | *68.83* | *15.89* | | *72.51* | *15.91* | | *76.27* |
| *16.19* | | *69.50* | *16.18* | | *72.44* | *16.21* | | *76.91* |
| *16.51* | | *70.16* | *16.50* | | *73.82* | *16.52* | | *77.55* |
| *16.80* | | *70.83* | *16.80* | | *73.75* | *16.82* | | *78.19* |
| *17.10* | | *71.50* | *17.09* | | *74.40* | *17.11* | | *78.83* |
| *17.40* | | *72.16* | *17.39* | | *75.78* | *17.41* | | *79.47* |
| *17.71* | | *72.10* | | | | *17.71* | | *80.83* |
| *18.01* | | *72.76* | | | | *18.02* | | *81.46* |
| *18.30* | | *73.43* | | | | *18.32* | | *82.09* |
| *18.60* | | *73.38* | | | | *18.61* | | *82.72* |
| *18.90* | | *74.75* | | | | *18.91* | | *83.35* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lernardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolone)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 18/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.14**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2536/J | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 18/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 775 | Data verbale: | 31/01/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 18/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF6 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 20.40 ÷ 21.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **19.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **17.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **14.41** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**64.35**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 350.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 13/02/2020 | Ghiaia sabbiosa con limo debolmente argillosa di colore marrone | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2547/A |
| Peso di volume | ☑ | 2547/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2547/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2547/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2547/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2547/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☐ | --- |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2547/G |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2547/H |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 3 | | |
| | 3 | 0.9 | |
| | 3 | | |
| | | 0.9 | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | 3 | | |
| | | 0.9 | |
| | 3 | | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 14/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 47.74 | 51.64 | 55.07 |
| Peso Lordo Secco (g) | 44.90 | 48.49 | 51.54 |
| Tara (g) | 24.58 | 26.96 | 25.99 |
| Umidità relativa W (%) | **14.0%** | **14.6%** | **13.8%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **14.1%** | **0.43%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2547/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 14/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 147.02 | 87.05 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**21.36**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 76.32 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**18.73**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 15/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 41.23 | 40.51 | 40.89 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 203.01 | 202.54 | 202.795 |
| Temperatura (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.174 | 177.174 | 177.174 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6783** | **2.6750** | **2.6780** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6789** | **2.6755** | **2.6785** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.678** | **0.002** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

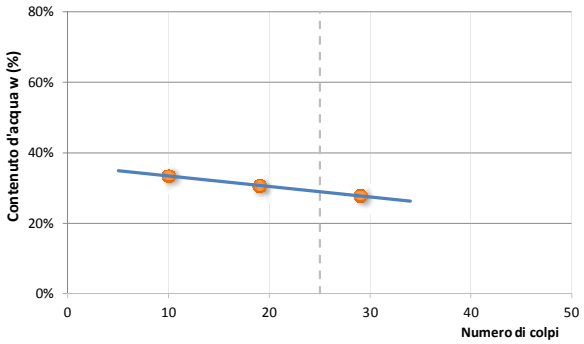
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 17/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 41 | 56 | 57 |
| $P_T$ - tara (g) | 43.57 | 40.89 | 39.32 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 64.61 | 66.61 | 59.58 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 60.03 | 60.58 | 54.5 |
| N° di colpi | 29 | 19 | 10 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 27.83% | 30.62% | 33.47% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **29.0%** | |

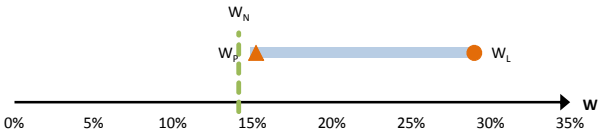



y = -0.00297 x + 0.36371 $R^2$ = 0.999

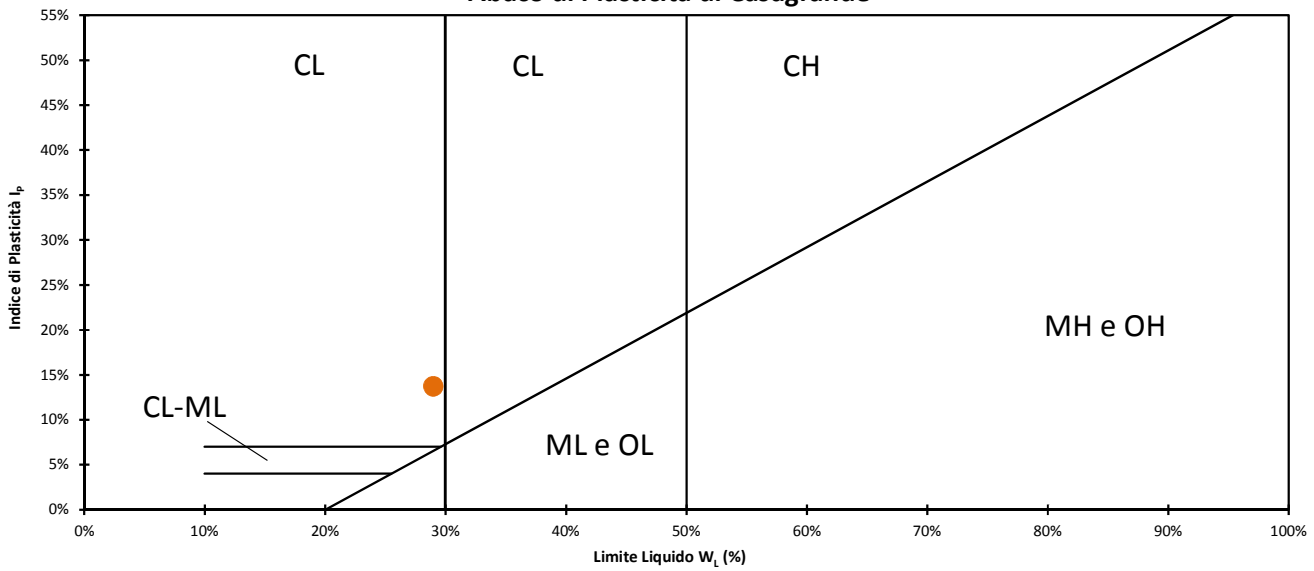
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 31 | 24 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 26.06 | 26 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 63.15 | 65.28 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 58.24 | 60.11 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 15.26% | 15.16% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **15.2%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **13.8%** | **poco plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **1.078** | **solida** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **-0.078** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **2.556** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.116** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di bassa plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

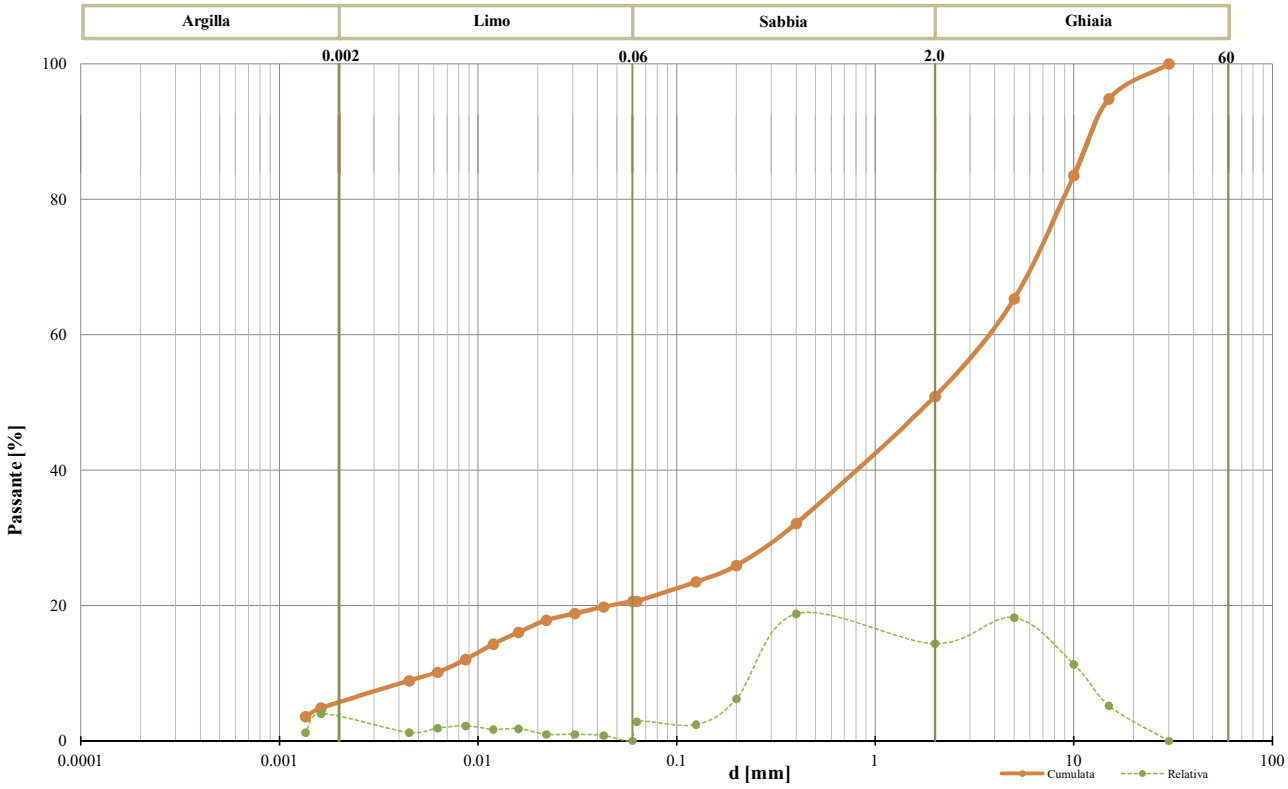
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30.0000 | 100.00 % | 0.0630 | 20.64 % | 0.0063 | 10.15 % |
| 15.0000 | 94.80 % | 0.0599 | 20.62 % | 0.0045 | 8.89 % |
| 10.0000 | 83.47 % | 0.0429 | 19.80 % | 0.0016 | 4.85 % |
| 5.0000 | 65.27 % | 0.0307 | 18.81 % | 0.0014 | 3.61 % |
| 2.0000 | 50.89 % | 0.0220 | 17.82 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 32.12 % | 0.0160 | 16.01 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 25.91 % | 0.0119 | 14.30 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 23.49 % | 0.0087 | 12.04 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Ghiaia con Sabbia limosa debolmente argillosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 50.89 % | $D_{10}$ | *0.00605 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 32.12 % | $D_{30}$ | *0.33160 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 20.64 % | $D_{50}$ | *1.92436 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 644.48 | $D_{60}$ | *3.90125 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 4.66 | $D_{90}$ | *12.88182 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.38 % | 15.24 % | 30.27 % | 49.11 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

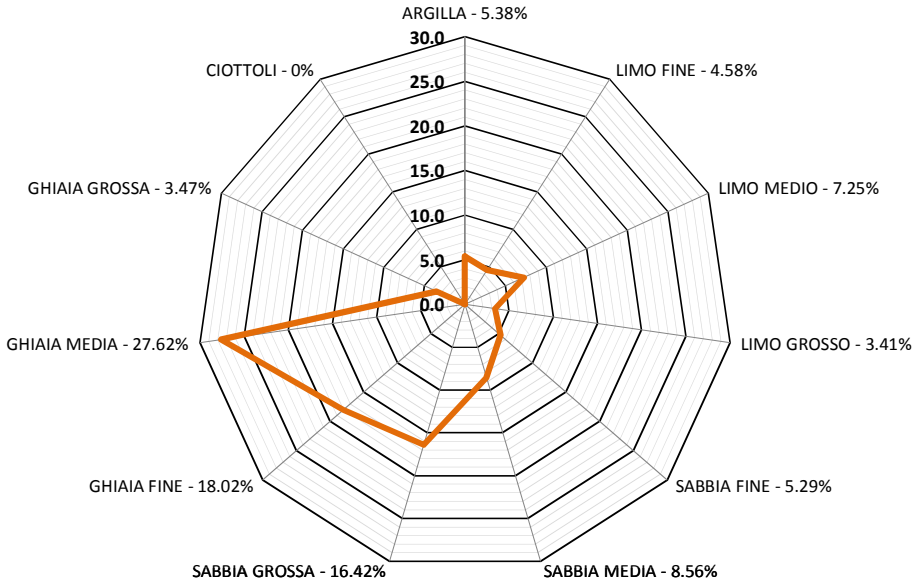
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

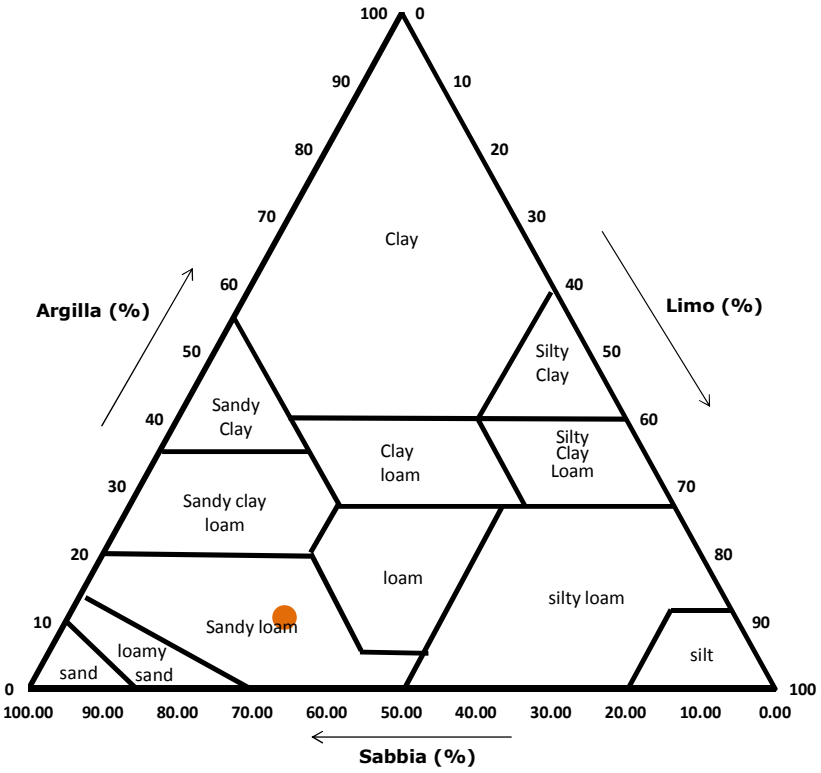
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF2 **Campione** CR1 **Profondità** 9.60 ÷ 10.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 10.57 % | 29.01 % | 60.42 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

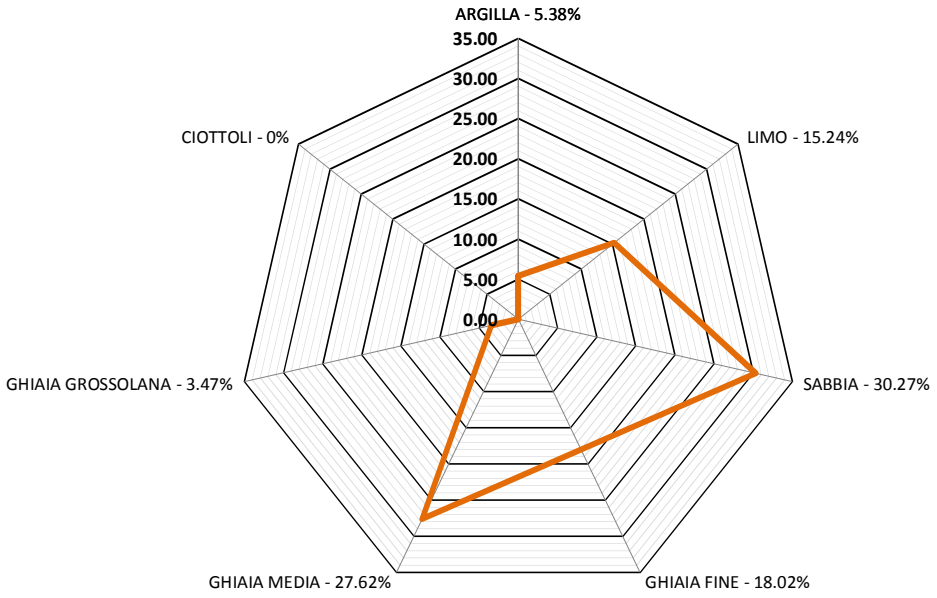
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF2 **Campione** CR1 **Profondità** 9.60 ÷ 10.00

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 50.89 % | $D_{10}$ | *0.00605 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 32.12 % | $D_{30}$ | *0.33160 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 20.64 % | $D_{50}$ | *1.92436 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 644.48 | $D_{60}$ | *3.90125 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 4.66 | $D_{90}$ | *12.88182 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.38 % | 15.24 % | 30.27 % | 49.11 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 29.0% | 15.21% | 13.75% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/G | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 19/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 19/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.31**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2547/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 19/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 19/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF2 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 9.60 ÷ 10.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **30.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **25.98** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**116.02**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 320.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 13/02/2020 | Sabbia ghiaiosa con limo debolmente argillosa di colore marrone | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2548/A |
| Peso di volume | ☑ | 2548/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2548/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2548/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2548/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2548/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2548/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2548/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2548/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 3 | | |
| **TD1** | 3 | 0.9 | |
| **TD2** | | | |
| **TD3** | 3 | | |
| | | 0.9 | Unità di misura scissometro $N/cm^2$ |
| | 3 | | |
| | | 0.9 | |
| | 3 | | |
| basso | | | |

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Lonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Totaro)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 14/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 59.32 | 56.21 | 48.85 |
| Peso Lordo Secco (g) | 55.22 | 52.56 | 46.13 |
| Tara (g) | 26.07 | 25.87 | 26.00 |
| Umidità relativa W (%) | **14.1%** | **13.7%** | **13.5%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **13.8%** | **0.28%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2548/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 14/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

| **Determinazione eseguita mediante fustella tarata** | | | |
|---|---|---|---|
| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{Sn}$ - Peso campione (g) |
| 59.97 | 39.98 | 147.97 | 88.00 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**21.59**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 77.31 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**18.97**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 15/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.58 | 40.07 | 40.345 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.59 | 202.28 | 202.455 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6767** | **2.6784** | **2.6788** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6772** | **2.6789** | **2.6794** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.679** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

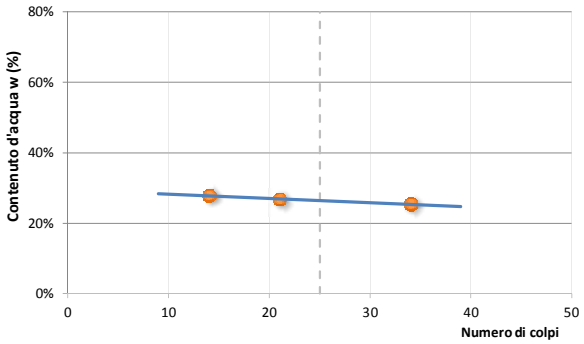
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 17/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 18/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 55 | 52 | 49 |
| $P_T$ - tara (g) | 43.47 | 44.63 | 48.14 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 62.56 | 68.06 | 65.91 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 58.69 | 63.1 | 62.04 |
| N° di colpi | 34 | 21 | 14 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 25.43% | 26.85% | 27.84% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **26.5%** | |

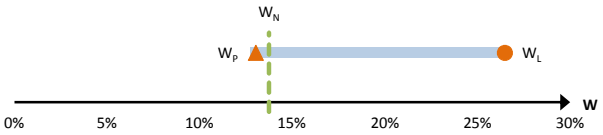



y = -0.00119 x + 0.29453 $R^2$ = 0.996

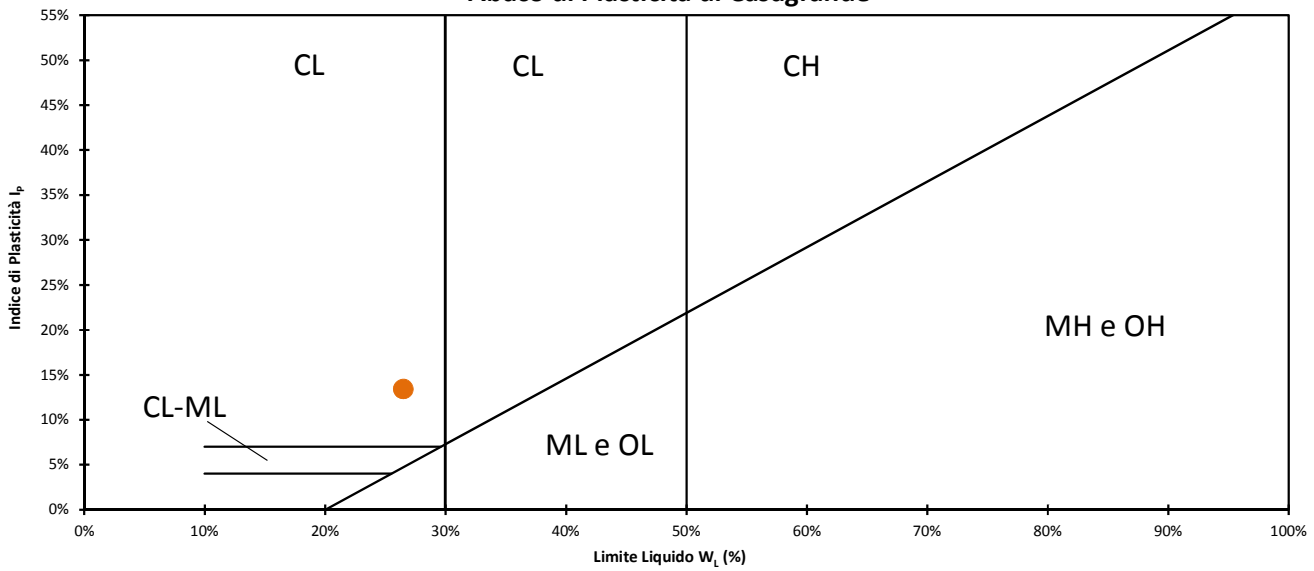
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 23 | 30 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 25.96 | 25.87 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 64.17 | 71.73 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 59.78 | 66.43 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 12.98% | 13.07% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | | **13.0%** |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **13.4%** | **poco plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.946** | **solido-plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.054** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **2.384** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.115** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di bassa plasticità**

Lo sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

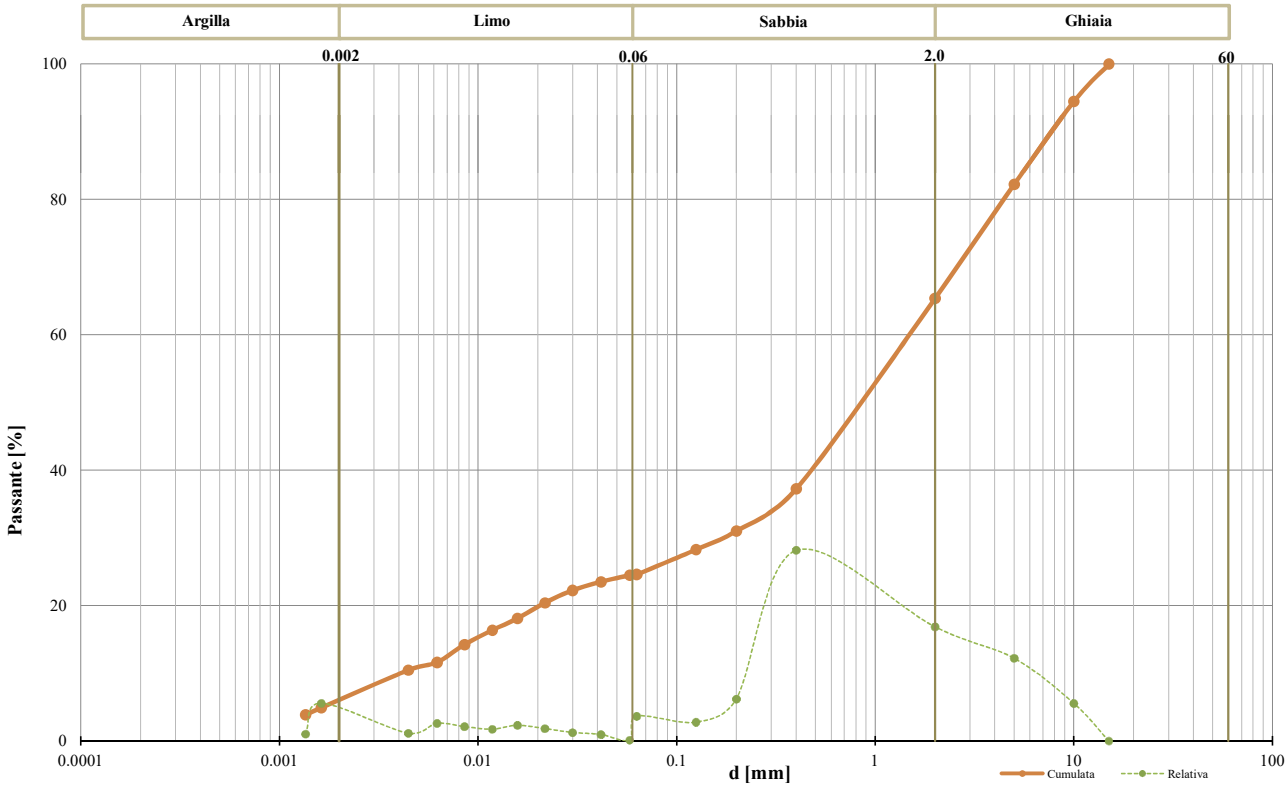
**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |
|---|---|---|---|---|---|

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0579 | 24.47 % | 0.0045 | 10.46 % |
| 10.0000 | 94.45 % | 0.0415 | 23.51 % | 0.0016 | 4.90 % |
| 5.0000 | 82.22 % | 0.0299 | 22.25 % | 0.0014 | 3.87 % |
| 2.0000 | 65.37 % | 0.0217 | 20.42 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 37.23 % | 0.0158 | 18.10 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 31.03 % | 0.0118 | 16.36 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 28.25 % | 0.0085 | 14.23 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 24.61 % | 0.0062 | 11.62 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| **Classifica granulometrica** | ***Sabbia con Ghiaia limosa debolmente argillosa*** | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 65.37 % | $D_{10}$ | *0.00422 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 37.23 % | $D_{30}$ | *0.17211 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 24.61 % | $D_{50}$ | *1.12617 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 401.85 | $D_{60}$ | *1.69464 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 4.14 | $D_{90}$ | *8.17907 mm* |

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia (>2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.64 % | 18.89 % | 40.84 % | 34.63 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

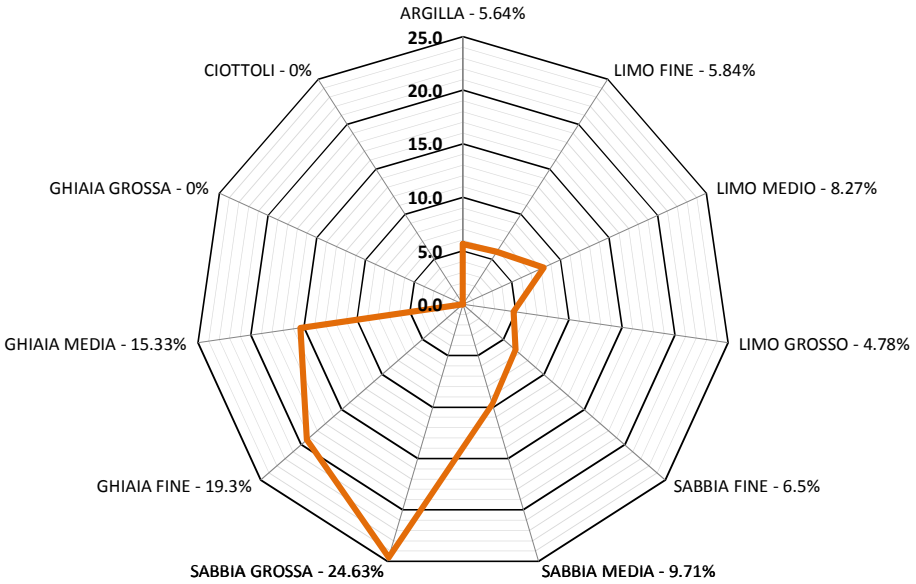
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

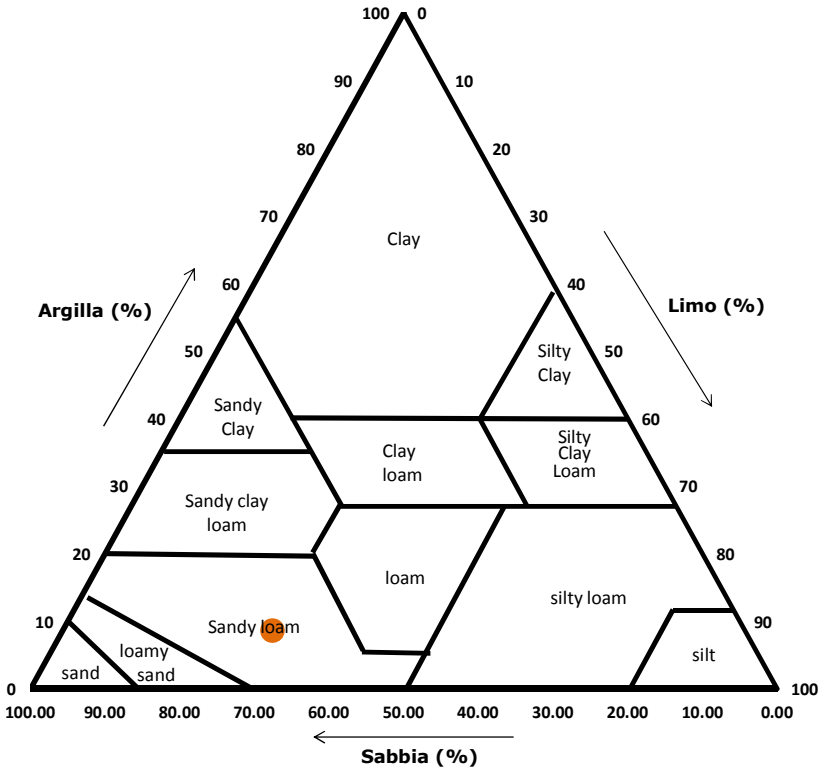
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF2 **Campione** CR2 **Profondità** 14.00 ÷ 14.40




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 8.63 % | 28.10 % | 63.27 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 20/02/2020 | 20/02/2020 |

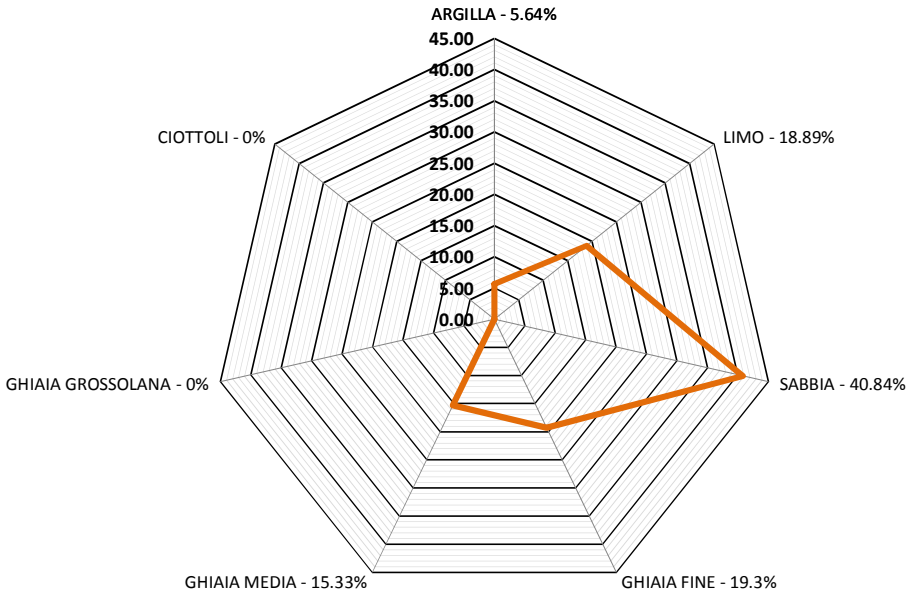
**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF2 **Campione** CR2 **Profondità** 14.00 ÷ 14.40

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 65.37 % | $D_{10}$ | *0.00422 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 37.23 % | $D_{30}$ | *0.17211 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 24.61 % | $D_{50}$ | *1.12617 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 401.85 | $D_{60}$ | *1.69464 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 4.14 | $D_{90}$ | *8.17907 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 5.64 % | 18.89 % | 40.84 % | 34.63 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 26.5% | 13.02% | 13.45% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Pulvi)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2548/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 16/02/2020 | 20/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF2 **Campione** CR2 **Profondità** 14.00 ÷ 14.40

| CONDIZIONI INIZIALI Campione Ricostituito | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^2$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 158.2 | 158.09 | 159 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 13.94% | 13.64% | 13.45% |
| Umidità (trimming) (%) | 14.07% | 13.68% | 13.51% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 21.55 | 21.54 | 21.66 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 18.92 | 18.95 | 19.10 |
| Indice dei vuoti | 0.416 | 0.413 | 0.403 |
| Grado di saturazione (%) | 89.8% | 88.4% | 89.5% |

| FASE DI CONSOLIDAZIONE | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| Cedimento (mm) | 0.169 | 0.334 | 0.366 |

| FASE DI TAGLIO | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00578 | 0.00564 | 0.00570 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 86.0 | 124.6 | 216.8 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 5.89 | 5.63 | 5.81 |
| Deformazione verticale (mm) | -0.402 | 0.062 | -0.099 |

| c' (kPa) | φ' (°) |
|---|---|
| **11.69** | **33.19** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e fi' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulla terna di punti (pressione verticale/tensione di taglio) sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

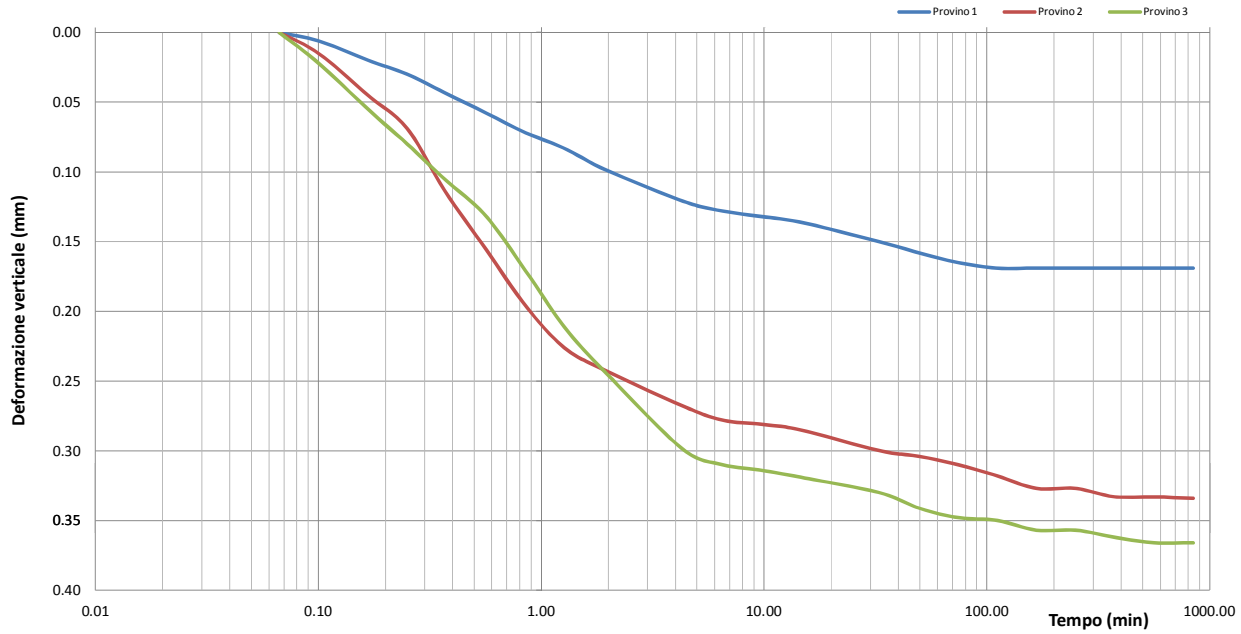
**Modalità di prova: ASTM D 3080**

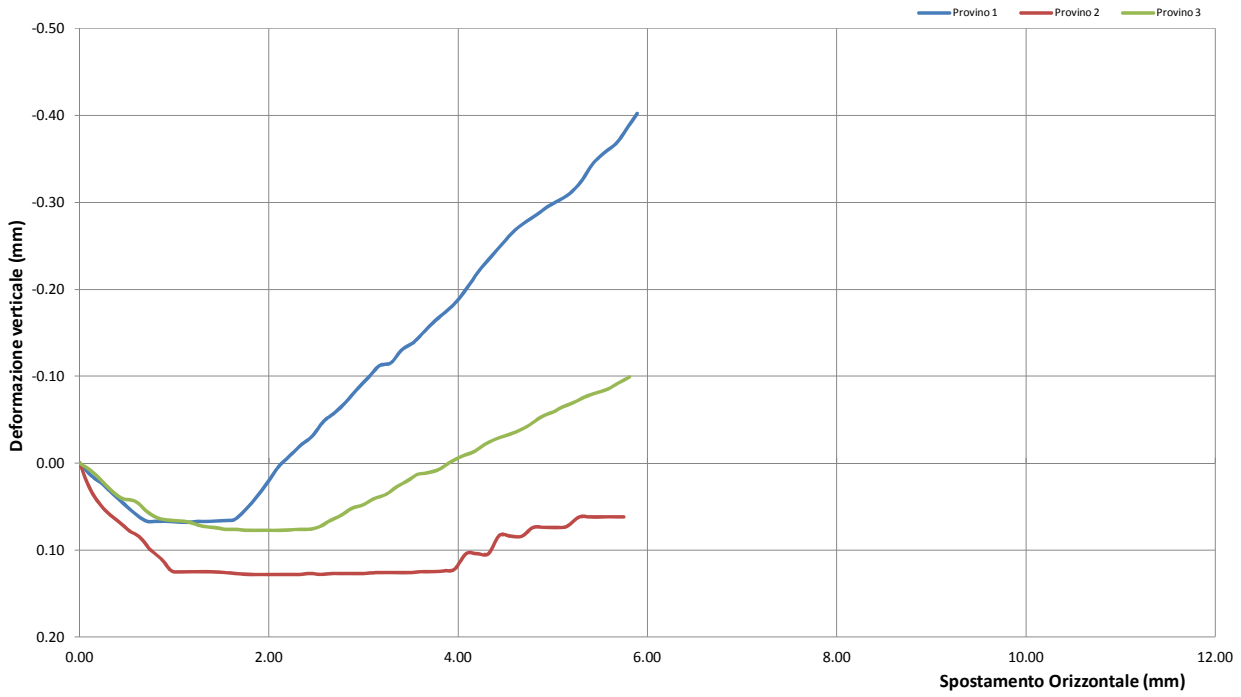
| Certificato di prova numero: | 2548/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 16/02/2020 | 20/02/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF2 **Campione** CR2 **Profondità** 14.00 ÷ 14.40




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

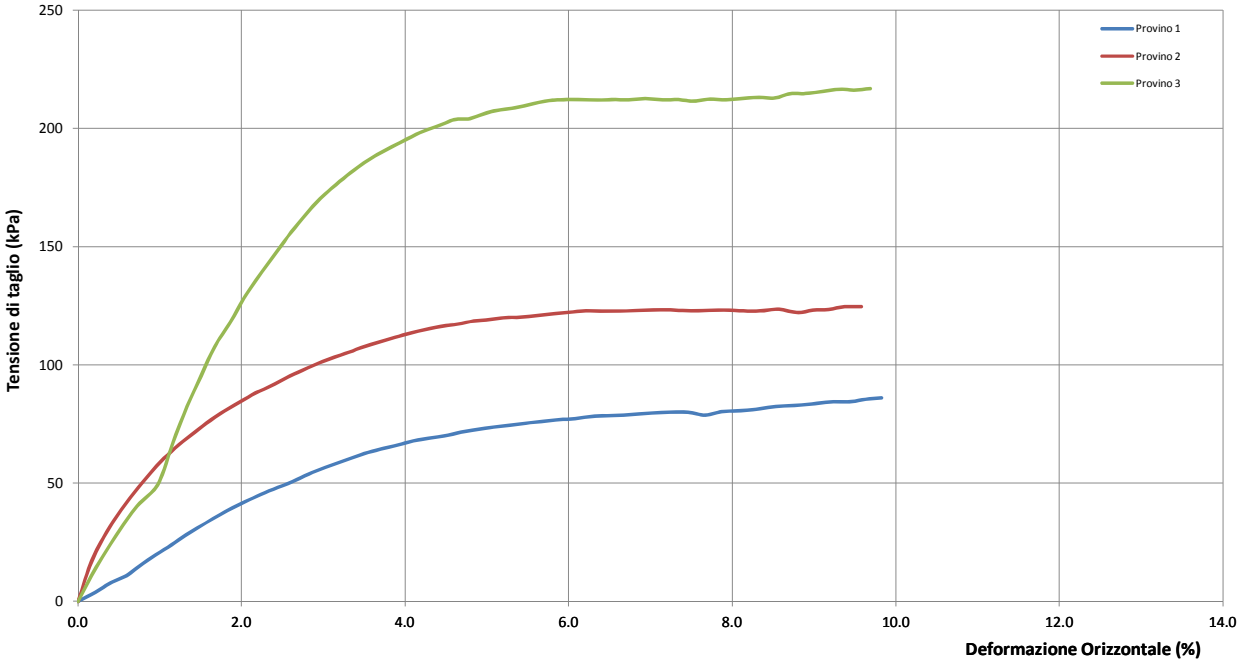
Francesco Di Lonardo

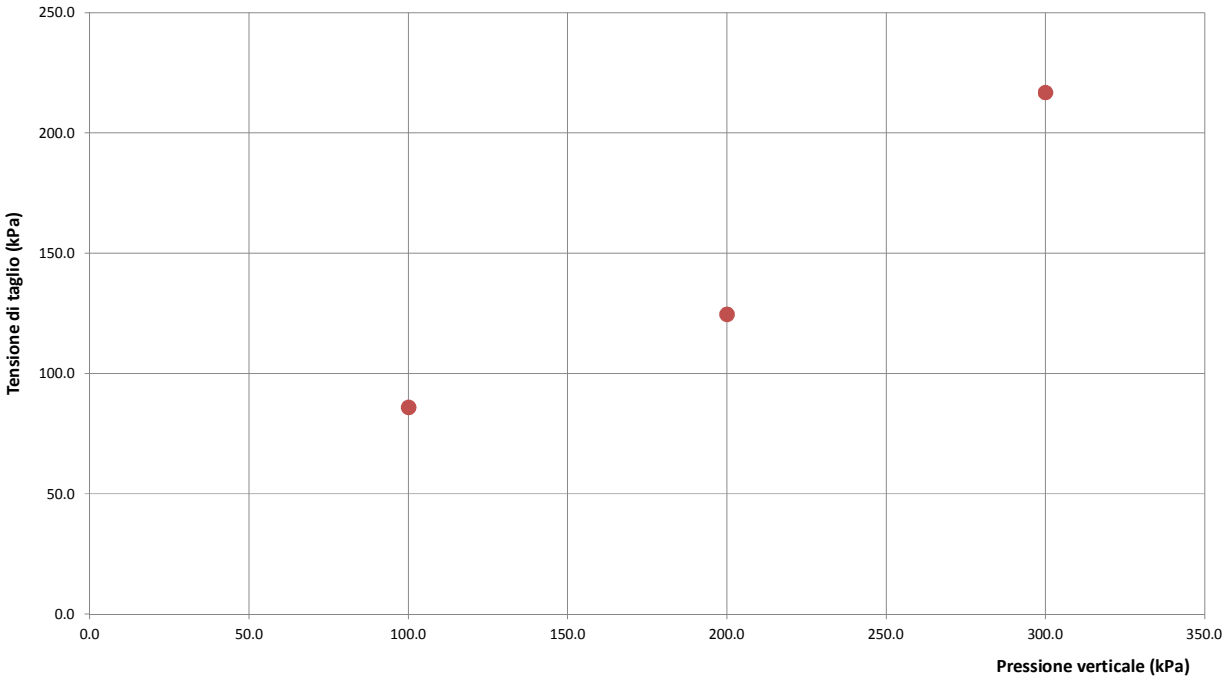
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 16/02/2020 | 20/02/2020 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Telve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2548/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 16/02/2020 | 20/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| *0.07* | *0.46* | 0.000 | *0.07* | *0.90* | 0.000 | *0.07* | *0.86* | 0.000 |
| *0.10* | *0.47* | 0.006 | *0.10* | *0.91* | 0.015 | *0.10* | *0.89* | 0.022 |
| *0.17* | *0.48* | 0.020 | *0.17* | *0.94* | 0.045 | *0.17* | *0.92* | 0.055 |
| *0.25* | *0.49* | 0.030 | *0.25* | *0.97* | 0.069 | *0.25* | *0.94* | 0.080 |
| *0.37* | *0.51* | 0.043 | *0.37* | *1.01* | 0.113 | *0.37* | *0.97* | 0.105 |
| *0.57* | *0.52* | 0.058 | *0.57* | *1.05* | 0.156 | *0.57* | *1.00* | 0.132 |
| *0.85* | *0.53* | 0.072 | *0.85* | *1.09* | 0.196 | *0.85* | *1.03* | 0.171 |
| *1.27* | *0.55* | 0.083 | *1.27* | *1.12* | 0.226 | *1.27* | *1.07* | 0.211 |
| *1.92* | *0.56* | 0.098 | *1.92* | *1.14* | 0.242 | *1.92* | *1.11* | 0.243 |
| *4.32* | *0.58* | 0.121 | *4.32* | *1.17* | 0.268 | *4.32* | *1.16* | 0.299 |
| *4.32* | *0.58* | 0.121 | *4.32* | *1.17* | 0.268 | *4.32* | *1.16* | 0.299 |
| *6.48* | *0.59* | 0.128 | *6.48* | *1.18* | 0.278 | *6.48* | *1.17* | 0.310 |
| *9.72* | *0.59* | 0.132 | *9.72* | *1.18* | 0.281 | *9.72* | *1.18* | 0.314 |
| *14.58* | *0.60* | 0.136 | *14.58* | *1.18* | 0.285 | *14.58* | *1.18* | 0.319 |
| *32.83* | *0.61* | 0.150 | *32.83* | *1.20* | 0.300 | *32.83* | *1.19* | 0.330 |
| *49.25* | *0.62* | 0.158 | *49.25* | *1.20* | 0.304 | *49.25* | *1.20* | 0.341 |
| *73.88* | *0.63* | 0.165 | *73.88* | *1.21* | 0.310 | *73.88* | *1.21* | 0.348 |
| *110.83* | *0.63* | 0.169 | *110.83* | *1.22* | 0.318 | *110.83* | *1.21* | 0.350 |
| *166.25* | *0.63* | 0.169 | *166.25* | *1.23* | 0.327 | *166.25* | *1.22* | 0.357 |
| *249.38* | *0.63* | 0.169 | *249.38* | *1.23* | 0.327 | *249.38* | *1.22* | 0.357 |
| *374.08* | *0.63* | 0.169 | *374.08* | *1.23* | 0.333 | *374.08* | *1.23* | 0.362 |
| *561.13* | *0.63* | 0.169 | *561.13* | *1.23* | 0.333 | *561.13* | *1.23* | 0.366 |
| *841.70* | *0.63* | 0.169 | *841.70* | *1.23* | 0.334 | *841.70* | *1.23* | 0.366 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2548/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 16/02/2020 | 20/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.13 | 0.015 | 3.9 | 0.11 | 0.029 | 17.8 | 0.14 | 0.010 | 14.5 |
| 0.36 | 0.036 | 11.0 | 0.32 | 0.059 | 38.5 | 0.43 | 0.040 | 40.3 |
| 0.48 | 0.048 | 16.1 | 0.42 | 0.068 | 46.6 | 0.59 | 0.044 | 49.6 |
| 0.61 | 0.060 | 20.9 | 0.53 | 0.078 | 53.9 | 0.70 | 0.055 | 67.8 |
| 0.71 | 0.067 | 24.9 | 0.63 | 0.085 | 60.5 | 0.80 | 0.062 | 82.5 |
| 0.82 | 0.067 | 29.1 | 0.74 | 0.099 | 66.3 | 0.90 | 0.065 | 95.3 |
| 0.94 | 0.067 | 33.1 | 0.86 | 0.110 | 71.7 | 1.00 | 0.066 | 107.4 |
| 1.05 | 0.068 | 36.9 | 0.97 | 0.124 | 76.5 | 1.12 | 0.067 | 118.2 |
| 1.16 | 0.068 | 40.3 | 1.08 | 0.125 | 80.9 | 1.22 | 0.070 | 128.2 |
| 1.28 | 0.067 | 43.7 | 1.20 | 0.125 | 84.5 | 1.32 | 0.073 | 137.2 |
| 1.40 | 0.067 | 46.8 | 1.30 | 0.125 | 88.1 | 1.43 | 0.074 | 145.7 |
| 1.53 | 0.066 | 49.6 | 1.43 | 0.125 | 91.4 | 1.54 | 0.076 | 154.3 |
| 1.64 | 0.065 | 52.3 | 1.53 | 0.126 | 94.6 | 1.64 | 0.076 | 161.5 |
| 1.75 | 0.054 | 55.3 | 1.65 | 0.127 | 97.7 | 1.74 | 0.077 | 168.3 |
| 1.87 | 0.039 | 57.8 | 1.76 | 0.128 | 100.5 | 1.86 | 0.077 | 174.9 |
| 1.99 | 0.022 | 60.2 | 1.87 | 0.128 | 103.0 | 1.97 | 0.077 | 180.1 |
| 2.10 | 0.004 | 62.6 | 1.99 | 0.128 | 105.3 | 2.08 | 0.077 | 184.8 |
| 2.22 | -0.008 | 64.4 | 2.10 | 0.128 | 107.7 | 2.19 | 0.077 | 189.0 |
| 2.34 | -0.021 | 66.1 | 2.22 | 0.128 | 109.8 | 2.31 | 0.076 | 192.2 |
| 2.46 | -0.031 | 67.9 | 2.33 | 0.128 | 111.6 | 2.42 | 0.076 | 195.6 |
| 2.58 | -0.048 | 69.1 | 2.44 | 0.127 | 113.4 | 2.54 | 0.073 | 198.9 |
| 2.70 | -0.058 | 70.1 | 2.55 | 0.128 | 114.9 | 2.65 | 0.066 | 201.1 |
| 2.81 | -0.070 | 71.6 | 2.67 | 0.127 | 116.3 | 2.76 | 0.060 | 203.8 |
| 2.92 | -0.084 | 72.7 | 2.79 | 0.127 | 117.2 | 2.88 | 0.052 | 204.2 |
| 3.05 | -0.098 | 73.8 | 2.91 | 0.127 | 118.6 | 3.00 | 0.048 | 206.6 |
| 3.17 | -0.112 | 74.5 | 3.01 | 0.127 | 119.1 | 3.11 | 0.041 | 207.9 |
| 3.29 | -0.115 | 75.4 | 3.13 | 0.126 | 119.9 | 3.24 | 0.036 | 209.0 |
| 3.40 | -0.130 | 76.1 | 3.25 | 0.126 | 120.2 | 3.35 | 0.027 | 210.6 |
| 3.53 | -0.139 | 76.9 | 3.36 | 0.126 | 120.8 | 3.47 | 0.020 | 211.9 |
| 3.65 | -0.152 | 77.3 | 3.48 | 0.126 | 121.6 | 3.57 | 0.013 | 212.2 |
| 3.76 | -0.164 | 78.2 | 3.60 | 0.125 | 122.2 | 3.68 | 0.011 | 212.2 |
| 3.88 | -0.175 | 78.6 | 3.73 | 0.125 | 122.9 | 3.80 | 0.007 | 211.9 |
| 4.00 | -0.188 | 78.8 | 3.85 | 0.124 | 122.7 | 3.91 | -0.001 | 212.2 |
| 4.12 | -0.206 | 79.3 | 3.96 | 0.122 | 122.8 | 4.04 | -0.008 | 212.1 |
| 4.24 | -0.224 | 79.8 | 4.08 | 0.104 | 122.9 | 4.16 | -0.013 | 212.6 |
| 4.36 | -0.238 | 80.0 | 4.19 | 0.104 | 123.2 | 4.29 | -0.022 | 212.1 |
| 4.48 | -0.253 | 80.0 | 4.32 | 0.104 | 123.3 | 4.41 | -0.028 | 212.2 |
| 4.60 | -0.268 | 78.8 | 4.44 | 0.083 | 123.0 | 4.52 | -0.032 | 211.5 |
| 4.72 | -0.278 | 80.2 | 4.55 | 0.084 | 122.9 | 4.63 | -0.037 | 212.4 |
| 4.83 | -0.286 | 80.6 | 4.67 | 0.084 | 123.2 | 4.76 | -0.044 | 212.1 |
| 4.94 | -0.295 | 81.0 | 4.79 | 0.074 | 123.1 | 4.87 | -0.053 | 212.7 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2548/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 14/02/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 16/02/2020 | 20/02/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.06* | *-0.30* | *82.00* | *4.91* | *0.07* | *122.81* | *5.00* | *-0.06* | *213.19* |
| *5.18* | *-0.31* | *82.64* | *5.03* | *0.07* | *122.97* | *5.11* | *-0.07* | *212.89* |
| *5.30* | *-0.32* | *83.00* | *5.15* | *0.07* | *123.58* | *5.23* | *-0.07* | *214.69* |
| *5.42* | *-0.34* | *83.72* | *5.28* | *0.06* | *122.11* | *5.34* | *-0.08* | *214.75* |
| *5.54* | *-0.36* | *84.36* | *5.39* | *0.06* | *123.19* | *5.46* | *-0.08* | *215.67* |
| *5.67* | *-0.37* | *84.47* | *5.51* | *0.06* | *123.50* | *5.58* | *-0.09* | *216.58* |
| *5.78* | *-0.38* | *85.42* | *5.63* | *0.06* | *124.61* | *5.69* | *-0.09* | *216.22* |
| *5.89* | *-0.40* | *86.03* | *5.75* | *0.06* | *124.61* | *5.81* | *-0.10* | *216.83* |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori Igiene, sicurezza, prevenzione, ambiente, strutture LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 19/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 19/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

| **Metodo di misura** | **Strumento utilizzato** | **Miscelazione soluzione** |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.65**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2548/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 19/02/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 781 | Data verbale: | 06/02/2020 | Fine Analisi: | 19/02/2020 | 20/02/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF2 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 14.00 ÷ 14.40 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.00** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **22.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **18.74** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**83.69**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvi)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| Rapporto di prova | Data emissione | Pagina | Inizio Analisi | Fine analisi | Rif. Commessa | del |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 18/02/2020 | 1/1 | 14/02/2020 | 14/02/2020 | 2020-001-GEOT-GENO-A | 31/01/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR 3 | **Profondità** | 37 | 37.4 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella PVC | | | | 400.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 14/02/2020 | Argilliti nere metamorfosate | |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Rapp. N° |
|---|---|---|
| Peso specifico dei granuli | ☐ | |
| Prova Los Angeles | ☐ | |
| Equivalente in Sabbia | ☐ | |
| Indice di Forma | ☐ | |
| Indice di Appiattimento | ☐ | |
| Gelo-Disgelo | ☐ | |
| Point Load | ☑ | 6 |
| Percen. elementi fratturati | ☐ | |
| Micro Deval | ☐ | |
| PSV | ☐ | |
| Determinazione PH | ☐ | |
| | ☐ | |
| | ☐ | |
| | ☐ | |

**NOTE**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# POINT LOAD TEST

**Modalità di prova: ASTM D 5731**

| Rapporto di prova | Data emissione | Pagina | Inizio Analisi | Fine analisi | Rif. Commessa | del |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 18/02/2020 | 1/1 | 14/02/2020 | 14/02/2020 | 2020-001-GEOT-GENO-A | 31/01/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | | |
| **Sondaggio** | MIF2 | **Campione** | CR 3 | **Profondità** | 37 | 37.4 |

| **Tipo contenitore** | **Descrizione campione** | **Stato del campione** | **Pistone** | **Sezione ($cm^2$)** |
|---|---|---|---|---|
| Fustella PVC | Argilliti nere metamorfosate | Indisturbato | F.P.T. CRM-10 | 14.44 |

| **CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PROVINI** | | |
|---|---|---|
| **Provino n°** | **1** | **2** |
| Forma del provino | cilindrica | cilindrica |
| Tipologia di prova | diametrale | diametrale |
| L - Lunghezza del provino (mm) | 95.7 | 78.4 |
| D - Diametro del provino (mm) | 77.8 | 77.3 |
| Sezione ($cm^2$) | 47.48 | 46.94 |
| Volume del provino ($cm^3$) | 454.1 | 368.2 |
| Massa provino umido (g) | 1140.8 | 929.8 |
| De - Diametro equivalente (mm) | 77.8 | 77.3 |
| Peso unità di volume ($kN/m^3$) | 25.1 | 25.3 |

| **DATI DELLA PROVA** | | |
|---|---|---|
| **Provino n°** | **1** | **2** |
| Forma del provino e tipo di rottura | cilindrica | cilindrica |
| Piani di debolezza | presenti | presenti |
| Distanza tra le punte applicate al campione (mm) | 47.83 | 39.12 |
| P - Pressione al manometro a rottura (bar) | 2.90 | 3.10 |
| Carico a rottura (kN) | 0.41 | 0.44 |

| **RISULTATI DELLA PROVA** | |
|---|---|
| **Indice di resistenza a punzonamento Is (MPa)** | **0.07** |
| **Indice di resistenza corretto $Is_{(50)}$ (MPa)** | **0.09** |
| **Stima resistenza a compressione uniassiale $\delta_{uc}$ (MPa)** | **2.0** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Colve)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| Rapporto di prova | Data emissione | Pagina | Inizio Analisi | Fine analisi | Rif. Commessa | del |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 18/02/2020 | 1/1 | 14/02/2020 | 14/02/2020 | 2020-001-GEOT-GENO-A | 31/01/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CI 1 | **Profondità** | 23 | 23.5 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella PVC | | | | 440.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 14/02/2020 | Argilliti nere metamorfosate | |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Rapp. N° |
|---|---|---|
| Peso specifico dei granuli | ☐ | |
| Prova Los Angeles | ☐ | |
| Equivalente in Sabbia | ☐ | |
| Indice di Forma | ☐ | |
| Indice di Appiattimento | ☐ | |
| Gelo-Disgelo | ☐ | |
| Point Load | ☑ | 2 |
| Percen. elementi fratturati | ☐ | |
| Micro Deval | ☐ | |
| PSV | ☐ | |
| Determinazione PH | ☐ | |
| | ☐ | |
| | ☐ | |
| | ☐ | |

**NOTE**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# POINT LOAD TEST

**Modalità di prova: ASTM D 5731**

| Rapporto di prova | Data emissione | Pagina | Inizio Analisi | Fine analisi | Rif. Commessa | del |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 18/02/2020 | 1/1 | 14/02/2020 | 14/02/2020 | 2020-001-GEOT-GENO-A | 31/01/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | | |
| **Sondaggio** | MIF3 | **Campione** | CI 1 | **Profondità** | 23 | 23.5 |

| **Tipo contenitore** | **Descrizione campione** | **Stato del campione** | **Pistone** | **Sezione ($cm^2$)** |
|---|---|---|---|---|
| Fustella PVC | Argilliti nere metamorfosate | Indisturbato | F.P.T. CRM-10 | 14.44 |

| **CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PROVINI** | | |
|---|---|---|
| **Provino n°** | **1** | **2** |
| Forma del provino | cilindrica | cilindrica |
| Tipologia di prova | diametrale | diametrale |
| L - Lunghezza del provino (mm) | 80.5 | 81.6 |
| D - Diametro del provino (mm) | 75.5 | 75.5 |
| Sezione ($cm^2$) | 44.72 | 44.71 |
| Volume del provino ($cm^3$) | 360.0 | 365.0 |
| Massa provino umido (g) | 899.1 | 901.3 |
| De - Diametro equivalente (mm) | 75.5 | 75.5 |
| Peso unità di volume ($kN/m^3$) | 25.0 | 24.7 |

| **DATI DELLA PROVA** | | |
|---|---|---|
| **Provino n°** | **1** | **2** |
| Forma del provino e tipo di rottura | cilindrica | cilindrica |
| Piani di debolezza | presenti | presenti |
| Distanza tra le punte applicate al campione (mm) | 40.25 | 40.82 |
| P - Pressione al manometro a rottura (bar) | 3.00 | 4.30 |
| Carico a rottura (kN) | 0.42 | 0.61 |

| **RISULTATI DELLA PROVA** | |
|---|---|
| **Indice di resistenza a punzonamento Is (MPa)** | **0.09** |
| **Indice di resistenza corretto $Is_{(50)}$ (MPa)** | **0.11** |
| **Stima resistenza a compressione uniassiale $\delta_{uc}$ (MPa)** | **2.5** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Colve)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| Rapporto di prova | Data emissione | Pagina | Inizio Analisi | Fine analisi | Rif. Commessa | del |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 18/02/2020 | 1/1 | 14/02/2020 | 14/02/2020 | 2020-001-GEOT-GENO-A | 31/01/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI 2 | **Profondità** | 21.6 | 22 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella PVC | | | | 340.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 14/02/2020 | Arenarie siltose fini di colore grigiastro debolmente metamorfosate | |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Rapp. N° |
|---|---|---|
| Peso specifico dei granuli | ☐ | |
| Prova Los Angeles | ☐ | |
| Equivalente in Sabbia | ☐ | |
| Indice di Forma | ☐ | |
| Indice di Appiattimento | ☐ | |
| Gelo-Disgelo | ☐ | |
| Point Load | ☑ | 4 |
| Percen. elementi fratturati | ☐ | |
| Micro Deval | ☐ | |
| PSV | ☐ | |
| Determinazione PH | ☐ | |
| | ☐ | |
| | ☐ | |
| | ☐ | |

**NOTE**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# POINT LOAD TEST

**Modalità di prova: ASTM D 5731**

| Rapporto di prova | Data emissione | Pagina | Inizio Analisi | Fine analisi | Rif. Commessa | del |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 18/02/2020 | 1/1 | 14/02/2020 | 14/02/2020 | 2020-001-GEOT-GENO-A | 31/01/2020 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | | |
| **Sondaggio** | MIF4 | **Campione** | CI 2 | **Profondità** | 21.6 | 22 |

| **Tipo contenitore** | **Descrizione campione** | **Stato del campione** | **Pistone** | **Sezione ($cm^2$)** |
|---|---|---|---|---|
| Fustella PVC | Arenarie siltose fini di colore grigiastro debolmente metamorfosate | Indisturbato | F.P.T. CRM-10 | 14.44 |

| **CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PROVINI** | | |
|---|---|---|
| **Provino n°** | **1** | **2** |
| Forma del provino | cilindrica | cilindrica |
| Tipologia di prova | diametrale | diametrale |
| L - Lunghezza del provino (mm) | 84.3 | 84.6 |
| D - Diametro del provino (mm) | 75.2 | 75.2 |
| Sezione ($cm^2$) | 44.38 | 44.39 |
| Volume del provino ($cm^3$) | 373.9 | 375.6 |
| Massa provino umido (g) | 1076.8 | 1055.1 |
| De - Diametro equivalente (mm) | 75.2 | 75.2 |
| Peso unità di volume ($kN/m^3$) | 28.8 | 28.1 |

| **DATI DELLA PROVA** | | |
|---|---|---|
| **Provino n°** | **1** | **2** |
| Forma del provino e tipo di rottura | cilindrica | cilindrica |
| Piani di debolezza | presenti | presenti |
| Distanza tra le punte applicate al campione (mm) | 42.12 | 42.31 |
| P - Pressione al manometro a rottura (bar) | 61.30 | 130.00 |
| Carico a rottura (kN) | 8.68 | 18.42 |

| **RISULTATI DELLA PROVA** | |
|---|---|
| **Indice di resistenza a punzonamento Is (MPa)** | **2.40** |
| **Indice di resistenza corretto $Is_{(50)}$ (MPa)** | **2.88** |
| **Stima resistenza a compressione uniassiale $\delta_{uc}$ (MPa)** | **66.2** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lorenzo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Colve)

Laboratorio analisi chimiche ambientali
Dott. LUCA MONTANARELLA
Perito Industriale Chimico, laureato in Scienze Naturali
Via Mantova 2/B (porticato) - 85025 MELFI (PZ)
lucamontanarella@tiscali.it - Cell 347-5802698
P.IVA 01781910763 - C.F. MNTLCU78D21F104Z

RAPPORTO di PROVA N. 2037 del 13/02/2020
Determinazione solfati e cloruri solubili in terreni
Committente: **BRAINSTORMERS S.r.l.** – Via del Gallitello n°169, Potenza

---

Descrizione campioni: terreni
Etichette: MIF1 CR1, MIF1 CR2, MIF3 CR1, MIF4 CR1, MIF4 CR2, MIF4 CI1, MIF5 CR1, MIF5 CR2, MIF6 CR1, MIF6 CI1
Quantità: circa 0,1 Kg ognuno in 10 sacchetti in plastica non sigillati
Prelievi effettuati da: committente in data: 5/02/2020
Ubicazione prelievi: non specificata
Procedura campionamento: non specificata
Data inizio analisi: 6/02/2020

---

Campione MIF1 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 47,8 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 13,5 |

Campione MIF1 CR2

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 37,3 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 16,1 |

Campione MIF3 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 83,4 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 10,3 |

Campione MIF4 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 137,0 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 10,2 |

Campione MIF4 CR2

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 110,5 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 7,3 |

Campione MIF4 CI1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 66,3 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 14,1 |

Campione MIF5 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 31,3 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 7,2 |

Campione MIF5 CR2

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 50,4 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 11,3 |

Campione MIF6 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 188,0 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 4,4 |

Campione MIF6 CI1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 70,4 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 6,7 |

s.s. = sostanza secca
Metodi di analisi: D.M. 13/09/1999 (approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo)
I risultati del presente rapporto sono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Il Responsabile
Dott. Per. Ind. Luca Montanarella



Laboratorio analisi chimiche ambientali
Dott. LUCA MONTANARELLA
Perito Industriale Chimico, laureato in Scienze Naturali
Via Mantova 2/B (porticato) - 85025 MELFI (PZ)
lucamontanarella@tiscali.it - Cell 347-5802698
P.IVA 01781910763 - C.F. MNTLCU78D21F104Z

RAPPORTO di PROVA N. 2052 del 19/02/2020
Determinazione solfati e cloruri solubili in terreni
Committente: **BRAINSTORMERS S.r.l.** – Via del Gallitello n°169, Potenza

---

Descrizione campioni: terreni
Etichette: MIF2 CR1, MIF2 CR2
Quantità: circa 0,1 Kg ognuno in due sacchetti in plastica non sigillati
Prelievi effettuati da: committente in data: 13/02/2020
Ubicazione prelievi: non specificata
Procedura campionamento: non specificata
Data inizio analisi: 14/02/2020

---

Campione MIF2 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 39,6 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 26,8 |

Campione MIF2 CR2

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 13,9 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 6,6 |

s.s. = sostanza secca
Metodi di analisi: D.M. 13/09/1999 (approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo)
I risultati del presente rapporto sono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Il Responsabile
Dott. Per. Ind. Luca Montanarella

# REPORT LABORATORIO ANALISI AMBIENTALI

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RAPPORTO DI PROVA n°:** | **2020011727** | del | **06/02/2020** |
| **Richiedente:** | **Geotec S.p.a.**<br>**Via G. Barbato, 20**<br>**86100 Campobasso (CB)** | | |
| **Prelievo del:** | **15-gen-20** | **Data ricevimento:** | **17-gen-20** |
| **Luogo del prelievo:** | **Metro Genova Tratta Brin - Canepari** | | |
| **Campione:** | **Rifiuto** | **Campionamento :** | **A cura del committente** |
| **Tipo:** | **Campione MIF1 da 0,0 a 5,00 mt** | | **effettuato dal richiedente e consegnato in laboratorio** |
| **Codice CER:** | **17 05 04** | **Descrizione CER:** | **terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503** |
| **Metodo di campionamento:** | **UNI10802:2013** | **n° verbale di prelievo:** | |
| **Data inizio prove:** | **31-gen-20** | **Data fine prove:** | **06/02/2020** |

**Parametri organolettici e chimico fisici**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 1:5 | - | CNR IRSA 1 Q 64 Vol. 3 1985 | 8,7 | | ≤2 (HP8) - ≥11,5 (HP8) |
| *Stato fisico | - | VISIVO | solido non polverulento | | |
| *Odore | - | OLFATTIVO | sui generis | | |
| *Colore | - | VISIVO | misto | | |
| Residuo a 105°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | 89,6 | | |
| Residuo a 550°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | n.d. | | |

**Analisi delle sostanze le cui concentrazioni determinano le caratteristiche di pericolosità del rifiuto**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alluminio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H315-H319-H335-H412 | HP4 | 200000 |
| *Antimonio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H332-H351-H411 | HP6 | 225000 |
| Arsenico e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H300-H314 -H400-H410 | HP6-HP14 | 1000 |
| *Bario e i suoi composti | mg/Kg | 21 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302 | HP6 | 50000 |
| Berillio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H301-H330-H319-H372-H317-H411 | HP6 | 5000 |
| *Bismuto e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H312-H315-H319-H332 | HP6 | 20000 |
| *Boro e i suoi composti | mg/Kg | 30 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H314-H330 | HP4 | 1000 |
| Cadmio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H372-H302-H332--H312-H350-H340-H410 | HP7 | 100 |
| Cobalto e i suoi composti | mg/Kg | 8 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H302-H334-H317 H400-H410 | HP7 | 1000 |
| Cromo totale e i suoi composti | mg/Kg | 34 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H318 | HP4 | 100000 |
| Cromo esavalente | mg/Kg | n.d. | | CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1986 | H350-H317-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Ferro e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Manganese e i suoi composti | mg/Kg | 765 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H373-H302-H332-H400-H410 | HP5 | 100000 |
| *Mercurio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H330-H370-H373-H400-H410 | HP6 | 1000 |
| Nichel e i suoi composti | mg/Kg | 47 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H317-H372-H410 | HP7 | 1000 |
| Rame e i suoi composti | mg/Kg | 24 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H318-H319-H315-H330-H332-H410 | HP6 | 250000 |
| *Ossido di rame e i suoi composti | mg/Kg | 37 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302-H318-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *Selenio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H331-H301-H373-H400-H410 | HP6 | 35000 |
| Piombo e i suoi composti | mg/Kg | 10 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H360–H302-H332-H373-H400-H410 | HP10 | 3000 |
| *Ossido di piombo e i suoi composti | mg/Kg | 11 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| Tallio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H330-H373-H413 | HP6 | 2500 |
| *Tellurio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H317-H332-H360-H411 | HP5 | 2500 |
| Zinco e i suoi composti | mg/Kg | 45 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H314-H302-H410 | HP4 | 10000 |
| Vanadio e i suoi composti | mg/Kg | 12 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H314-H411 | HP4 | 10000 |

**IDROCARBURI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Idrocarburi C ≤ 12 | mg/Kg | <1 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 | H410-H413 | HP7-HP14 | 1000 |
| Idrocarburi C10-C40 | mg/Kg | 62 | | UNI EN 14039:2005 | H411 | HP7-HP14 | 1000 |
| *Idrocarburi totali | mg/Kg | 62 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 + UNI EN 14039:2005 | H350-H411 | HP7-HP14 | Per valore di concentrzione di idrocarburi totali (C≤12 + C>12) maggiore o uguale a 1000mg/kg, l'indiczione di pericolo H350 (caratteristica di pericolo HP7), è subordinata alla determinazione dellla presenza di uno degli IPA-*indicati di seguito (°)* - classificati come canc. Cat. 1 e Cat. 2 ai sensi della nota dell'ISS prot. 0036565 del 5/7/2006 e s.m.i. |

***IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Naftalene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Fluorene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fenantrene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Crisene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(b)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(j)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(k)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP14 | 50 |
| *Benzo(e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Benzo(g,h,i)perilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,j)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2020 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,l)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2021 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2022 | H350 | HP7 | 1000 |

***SOSTANZE CHE RIDUCONO LO STRATO DI OZONO**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Clorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Halon | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Tetracloruro di carbonio | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H332-H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromuro di metile | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idrobromofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idroclorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromoclorometano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***SOLVENTI AROMATICI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Benzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A2014 + EPA 8015D 2003 | H225-H319-H340-H350 - H372-H304 | HP7 | 1000 |
| *Toluene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H225-H315 -H304-H361- H373 | HP5 | 10000 |
| *Etilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2004 | H225-H304-H315-H361- H373 | HP5 | 225000 |
| *∑ Xileni | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H315-H312- H332 | HP4 | 200000 |
| *Stirene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H372- H315 - H319-H361-H332 | HP5 | 10000 |
| *n-Propilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *Isopropilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *1,3,5-Trimetilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335-H411 | HP14 | 10000 |
| *Tert-butilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335 | HP5 | 200000 |

***SOLVENTI ALOGENATI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Diclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351 | HP7 | 10000 |
| *Triclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302- H315- H351 - H373 | HP7 | 10000 |
| *Tetraclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H301- H311- H331- H351- H372 -H420 - H412 | HP7 | 10000 |
| *1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H319- H335- H412 | HP14 | 10000 |
| *1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H350- H302 - H315- H319- H335 | HP7 | 1000 |
| *1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H351- H302- H312- H332 | HP7 | 10000 |
| *1,1,1,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | - | - | - |
| *1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H310- H330- H411 | HP6 | 1000 |
| *1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H332- H350 | HP7 | 225000 |
| *1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350- H360F- H332- H312- H301 | HP7 | 1000 |
| *1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H224- H332- H351- H411 | HP7 | 10000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Trans-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Cis-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Tricloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H315- H319- H341- H350- H336 | HP7 | 1000 |
| *Tetracloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *1,3-Dicloropropene (Trans+cis) | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226- H301- H311- H332- H315- H319- H317- H335- H304- H400- H410 | HP6 | 50000 |
| *Dibromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350-H301-H311-H331-H319-H335-H315-H411 | HP7 | 1000 |
| *Tribromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H331-H411-H315-H319 | HP6 | 35000 |
| *Bromodiclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H351-H335-H373 | HP7 | 10000 |
| *Dibromoclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302 | HP6 | 250000 |
| *Clorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H411-H315-H332 | HP6 | 225000 |
| *1,3-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *1,4-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H319-H351-H351-H400-H410 | HP7 | 10000 |
| *1,2-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H335-H400-H410 | HP4-HP5 | 200000 |
| *Bromobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H315-H411 | HP4 | 200000 |

***FENOLI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *4-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4-Diclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4,6-Triclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *Fenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301- H311- H331- | HP6 | 15000 |
| *2-Metilfenolo (*m*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *3-Metilfenolo (*o*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *4-Metilfenolo (*p*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***AMMINE AROMATICHE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anilina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H341-H331-H301-H372-H318-H317-H400 | HP14 | 1000 |
| *Difenilammina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301-H311-H331-H373-H410 | HP14 | 1000 |
| *o*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| *p*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| *o*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| *m*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| *p*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |

***NITROBENZENI**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H361-H301-H311-H331-H372-H411 | HP7 | 1000 |
| *1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-2-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-3-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-4-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |

***DIOSSINE E FURANI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8- Eptaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Ottaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Σ PCDD, PCDF | µg/kg TEF | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | 15 |

***POLICLOROBIFENILI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-18 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-31 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-28 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-44 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-52 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-95 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-101 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-99 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-81 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-110 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-151 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-77 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-149 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-123 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-118 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-114 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-146 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-153 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-105 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-138 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-187 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-183 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-126 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-128 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-167 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-177 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-156 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-157 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-180 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-170 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-169 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-189 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *Σ PCB-cancerogeni totali | mg/Kg | <10 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Σ PCT totali (policlorotrifenili) | mg/Kg | n.d. | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |

***ALTRI INQUINANTI ORGANICI PERISTENTI (POPS)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcani $C_{10}$-$C_{13}$, cloro (paraffine clorurate a catena corta) | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10000 |
| *Esabromociclododecano | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |
| ***Pesticidi** | | | | | | | |
| *2,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *4,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Pentaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *PFOS | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esabromobifenile | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eptaclorano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esaclorobutadiene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 100 |
| *Esaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *α-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *β-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *γ-HCH (Lindano) | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Dieldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Endosulfan | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordecone | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Aldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Mirex | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Toxafene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| ***Polibromodifenil eteri** | | | | | | | |
| *2,2',4,4'-Tetrabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *2,2',4,4',6-Pentabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,2',4,4',5,5'-Esabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,3,3',4,4',5,6-Eptabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Decabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| ***Policloronaftaleni** | | | | | | | |
| *2-Cloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10 |
| *1,2-Dicloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2019 | - | - | |
| *1,2,3-Tricloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2020 | - | - | |
| *1,2,3,4-Tetracloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2021 | - | - | |
| *1,2,3,5,7-Pentacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2022 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6-Esacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2023 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6,7-Eptacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2024 | - | - | |
| *Ottacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2025 | - | - | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 - Modifiche all'allegato IV e V del Regolamento UE 850/2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pentaclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| *Punto di infiammabilità | °C | ASTM D 3828 | n.d. | | |
| *PCI (Potere Calorifico Inferiore) | KJ/Kg | UNI 9903-5:1992 | n.d. | | |
| *TOC (Carbonio Organico Totale) | % | UNI EN 13137:2002 | 0,2 | | |

***FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura (±) | Direttiva Europea 67/548/CE |
|---|---|---|---|---|---|
| FAV (percentuale di ossidi alcalino e alcalino terrosi) | % | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009+ CALCOLO | **n.d.** | | Non pericoloso se >18% (nota Q) |
| FAV (diametro medio ponderale) | MICRON | MICROSCOPIA | **n.d.** | | Non pericoloso se >6 micron (nota R) |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 del 18/12/2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amianto totale | % | Assente | MOCF | H372-H350-H400-H410 | HP7 | 0,1 |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Incertezza di misura (±) |
|---|---|---|---|---|
| ^Determinazione quantitativa amianto campioni in massa mediante ESEM/EDS | % | <0,1 | DM del 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1 met B. | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| Categorie di pericolo | Indicazioni di pericolo | Caratteristiche di pericolo | Valore rilevato | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 | Cut-off (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | HP3 | - | <60 °C(Rifiuti liquidi); 55 °C < T °C <75 °C (Rifiuto di gasolio, carburanti, diesel e oli da riscaldamento) | |
| Skin corr. 1A | ΣH314* | HP4 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Skin irrit. 2 | ΣH315 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| Eye dam. 1 | ΣH318 | HP4 | **<10** | 100000 | 10000 |
| Eye irrit. 2 | ΣH319 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| STOT SE 1 | H370 | HP5 | **<10** | 10000 | |
| STOT SE 2 | H371 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| STOT SE 3 | H335 | HP5 | **<10** | 200000 | |
| STOT RE 1 | H372 | HP5 | **47** | 10000 | |
| STOT RE 2 | H373 | HP5 | **774** | 100000 | |
| Asp. Tox. 1 * | ΣH304 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| Acute Tox. 1 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **30** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 3 (Oral) | ΣH301 | HP6 | **<10** | 50000 | |
| Acute Tox. 4 (Oral) | ΣH302 | HP6 | **828** | 250000 | |
| Acute Tox. 1 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 2 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 25000 | |
| Acute Tox. 3 (Dermal) | ΣH311 | HP6 | **<10** | 150000 | |
| Acute Tox. 4 (Dermal) | ΣH312 | HP6 | **<10** | 550000 | |
| Acute Tox. 1 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **24** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 5000 | |
| Acute Tox. 3 (Inhal.) | ΣH331 | HP6 | **<10** | 35000 | |
| Acute Tox. 4 (Inhal.) | ΣH332 | HP6 | **857** | 225000 | |
| Acute Tox. 1 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 2 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 3 | ΣH301, ΣH311, ΣH331 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 4 | ΣH302, ΣH312, ΣH332 | HP6 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Carc. 1A e 1B | H350 | HP7 | **117** | 1000 | |
| Carc. 2 | H351 | HP7 | **<10** | 10000 | |
| Skin corr. 1A 1B o 1C | ΣH314 | HP8 | **<10** | 50000 | 10000 |
| Repr. 1A o 1B | H360 | HP10 | **<10** | 3000 | |
| Repr. 2 | H361 | HP10 | **<10** | 30000 | |
| Muta 1A o 1B | H340 | HP11 | **<10** | 1000 | |
| Muta 2 | H341 | HP11 | **<10** | 10000 | |
| Skin Sens. 1 | H317 | HP13 | **55** | 100000 | |
| Resp. Sen. 1 | H334 | HP13 | **<10** | 100000 | |
| Aquatic Acute 1 | ∑H400 | HP14 | **<10** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1 | H410 | HP14 | **936** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 2 | H411 | HP14 | **74** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 3 | H412 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 4 | H413 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Ozono | H420 | HP14 | **<10** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3 | ΣH410, ΣH411, ΣH412 | HP14 | **94335** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3, 4 | ΣH410, ΣH411, ΣH412, ΣH413 | HP14 | **1010** | 250000 | 1000 |

* Se ΣH314 > 5% si applica la caratteristica di pericolo HP8



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



## Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 10** Rifiuti provenienti da processi termici | **10 01** Rifiuti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19) | **10 01 14*** | Ceneri pesanti, scorie e polveri da caldaia prodotti da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 01 16*** | Ceneri leggere prodotte da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 02** Rifiuti dell'industria siderurgica | **10 02 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 03** Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio | **10 03 04*** | Scorie della produzione primaria |
| | | | **10 03 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 03 09*** | Scorie nere della produzione secondaria |
| | | | **10 03 19*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 21*** | Altre particolati e polveri (compresi quelli prodotti da mulini a palle) contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 29*** | Rifiuti prodotti dal trattamento di scorie nere, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 04** Rifiuti della metallurgia termica del piombo | **10 04 01*** | Scorie della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 02*** | Scorie e schiumature della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 04*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 04 05*** | Altre polveri e particolato |
| | | | **10 04 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 05** Rifiuti della metallurgia termica dello zinco | **10 05 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 05 05*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 06** Rifiuti della metallurgia termica del rame | **10 06 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 06 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 08** Rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi | **10 08 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 08 15*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 09** Rifiuti della fusione di materiali ferrosi | **10 09 09*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 16** Rifiuti non specificati altimenti nell'elenco | **16 11** Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari | **16 11 01*** | Rifiuti e rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **16 11 03*** | Altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 17** Rifiuto di attività di costruzione e di demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati | **17 01** Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche | **17 01 06*** | Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 05** Terra (compresa quella proveniente da siti contaminati), rocce e materiale di drenaggio | **17 05 03*** | Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 09** Altri rifiuti provenienti dall'attività di demolizione e costruzione | **17 09 02*** | Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB, escluse le apparecchiature contenenti PCB |
| | | | **17 09 03*** | Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione,(compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 19** Rifiuti prodotti da impianto di trattamento dei rifiuti, impianto di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonchè dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale | **19 01** Rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti | **19 01 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi |
| | | | **19 01 11*** | Ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 13*** | Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 15*** | Polveri di caldaia, contenenti sostanze pericolose |
| | | **19 04** Rifiuti vetrificati o rifiuti di vetrificazione | **19 04 02*** | Ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi |
| | | | **19 04 03*** | Fase solida non vetrificata |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Concentrazione limite D.M. 186/06 Allegato 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,6 | | UNI EN ISO 10523:2012 | 5,5 – 12 |
| *COD | mg/l | <15 | | ISO 15705:2002 | 30 |
| Nitrati | mg/l | 1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 50 |
| *Cianuri | mg/l | n.d. | | EPA 335.2 1980 | 0,05 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 1 |
| *Berillio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Cobalto | mg/l | <0,007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,005 |
| Cromo totale | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Piombo | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 3 |
| *Nichel | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| Vanadio | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Selenio | mg/l | 0,01 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,001 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1,5 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 100 |
| Solfati | mg/l | 3 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 250 |
| *Amianto totale | mg/l | <1 | | MOCF (EPA/600/R-93/116) | 30 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

**LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITA' IN DISCARICA D.M. 27/09/2010 GU N. 281 DEL 01/12/2010 s.m.i.**

**TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004**

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Limite di accettabilità per rifiuti inerti (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti non pericolosi (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti pericolosi (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,6 | | UNI EN ISO 10523:2012 | | | |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | | 2 | 10 | 30 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cromo totale | mg/l | 0,001 | | | 0,05 | 1 | 7 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | | 0,2 | 5 | 10 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| *Molibdeno | mg/l | <0,008 | | | 0,05 | 1 | 3 |
| Nichel | mg/l | 0,001 | | | 0,04 | 1 | 4 |
| *Piombo | mg/l | <0,001 | | | 0,05 | 1 | 5 |
| *Antimonio | mg/l | <0,03 | | | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| *Selenio | mg/l | 0,01 | | | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zinco | mg/l | 0,00 | | | 0,4 | 5 | 20 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1 | 15 | 50 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | | 80 | 2500 | 2500 |
| Solfati | mg/l | 3 | | | 100 | 5000 | 5000 |
| *DOC | mg/l | <3 | | EPA 415.3 2005 | 50 | 100* | 100 |

* il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica alle seguenti tipologie di rifiuti aventi codici C.E.R.:
020301 020305 020403 020502 020603 020705 030301 030302 030305 030307 030308 030309 030310 030311 030399 190805 190801 190802 200304 200306 200141 191210 191212 190501

^La prova è stata effettuata dal laboratorio Centro di analisi chimiche Srl.

**NOTE:**

Il rifiuto esaminato, per i parametri presi in considerazione scelti sulle indicazioni e notizie fornite dal produttore/richiedente, sulla scorta del ciclo di produzione, la natura e l'origine dichiarate dal produttore del rifiuto, nonché l'attribuzione del codice C.E.R. da parte del produttore, tenendo presente la Decisione n. 2014/955/UE e s.m.i. del 18/12/2014 che modifica la Decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, il Regolamento n°1357/2014/UE che sostituisce l'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE , il Regolamento UE 2016/1179 e s.m.i. che modifica il Regolamento n°1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il D.Lgs 152/06 e s.m.i.,il Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 che modifica il Regolamento UE 850/2004 nell'Allegato IV e V,il Regolamento UE1021/2019 che modifica Regolamento UE 850/2004, sulla base dei dati analitici eseguiti e dal confronto dei dati analitici con i valori limite pescritti dal regolamento UE 1179/2016, compresi il rame e il piombo, non presenta nessuna delle caratteristiche di pericolosità ai punti da HP3 a HP8, HP10, HP11 e HP13. Inoltre il rifiuto non possiede nessuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato al Regolamento UE997/2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE per la caratteristica di pericolo HP14. Visto il Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019, relativo ai composti organici persistenti, che annulla e sostituisce il regolamento (CE) n.850/2004, si ritiene quanto segue:

Il rifiuto esaminato è classificabile come **"rifiuto speciale non pericoloso"** con codice C.E.R. **17 05 04**

Il rifiuto ai sensi del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06 allegato 1 punto 7 RIENTRA nella categoria dei rifiuti inerti provenienti da attività di scavo Tipologia **7.31bis**

Per lo smaltimento, considerato le concentrazioni degli inquinanti nell'eluato eseguito secondo quanto previsto nell'Allegato 3 al D.M. Ambiente 186 del 05/04/06, è possibile inviare il rifiuto ad idoneo impianto di recupero.

- Incertezza di misura espressa con un livello di fiducia del 95% e con un fattore di copertura k=2

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. Per. Chimico

*I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta di questo laboratorio.*



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | |
|---|---|---|---|
| RAPPORTO DI PROVA n°: | 2020012701 | del | 06/02/2020 |
| Richiedente: | Geotec S.p.a.<br>Via G. Barbato, 20<br>86100 Campobasso (CB) | | |
| Prelievo del: | 22-gen-20 | Data ricevimento: | 27-gen-20 |
| Luogo del prelievo: | Metro Genova Tratta Brin-Canepari | | |
| Campione: | Rifiuto | Campionamento : | A cura del committente |
| Tipo: | Campione di terreno MIF2 prelevato da 0,0 a 5,0 mt | | effettuato dal richiedente e consegnato in laboratorio |
| Codice CER: | 17 05 04 | Descrizione CER: | terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503 |
| Metodo di campionamento: | UNI10802:2013 | n° verbale di prelievo: | |
| Data inizio prove: | 27-gen-20 | Data fine prove: | 06/02/2020 |

**Parametri organolettici e chimico fisici**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 1:5 | - | CNR IRSA 1 Q 64 Vol. 3 1985 | 9,9 | | ≤2 (HP8) - ≥11,5 (HP8) |
| *Stato fisico | - | VISIVO | solido non polverulento | | |
| *Odore | - | OLFATTIVO | sui generis | | |
| *Colore | - | VISIVO | marrone | | |
| Residuo a 105°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | 89,9 | | |
| Residuo a 550°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | n.d. | | |

**Analisi delle sostanze le cui concentrazioni determinano le caratteristiche di pericolosità del rifiuto**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alluminio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H315-H319-H335-H412 | HP4 | 200000 |
| *Antimonio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H332-H351-H411 | HP6 | 225000 |
| Arsenico e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H300-H314 -H400-H410 | HP6-HP14 | 1000 |
| *Bario e i suoi composti | mg/Kg | 33 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302 | HP6 | 50000 |
| Berillio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H301-H330-H319-H372-H317-H411 | HP6 | 5000 |
| *Bismuto e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H312-H315-H319-H332 | HP6 | 20000 |
| *Boro e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H314-H330 | HP4 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cadmio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H372-H302-H332--H312-H350-H340-H410 | HP7 | 100 |
| Cobalto e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H302-H334-H317 H400-H410 | HP7 | 1000 |
| Cromo totale e i suoi composti | mg/Kg | 11 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H318 | HP4 | 100000 |
| Cromo esavalente | mg/Kg | n.d. | | CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1986 | H350-H317-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Ferro e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| *Manganese e i suoi composti | mg/Kg | 95 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H373-H302-H332-H400-H410 | HP5 | 100000 |
| *Mercurio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H330-H370-H373-H400-H410 | HP6 | 1000 |
| Nichel e i suoi composti | mg/Kg | 11 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H317-H372-H410 | HP7 | 1000 |
| Rame e i suoi composti | mg/Kg | 7 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H318-H319-H315-H330-H332-H410 | HP6 | 250000 |
| *Ossido di rame e i suoi composti | mg/Kg | 11 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302-H318-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *Selenio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H331-H301-H373-H400-H410 | HP6 | 35000 |
| Piombo e i suoi composti | mg/Kg | 44 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H360–H302-H332-H373-H400-H410 | HP10 | 3000 |
| *Ossido di piombo e i suoi composti | mg/Kg | 51 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| Tallio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H330-H373-H413 | HP6 | 2500 |
| *Tellurio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H317-H332-H360-H411 | HP5 | 2500 |
| Zinco e i suoi composti | mg/Kg | 55 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H314-H302-H410 | HP4 | 10000 |
| Vanadio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H314-H411 | HP4 | 10000 |

**IDROCARBURI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Idrocarburi C ≤ 12 | mg/Kg | <1 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 | H410-H413 | HP7-HP14 | 1000 |
| Idrocarburi C10-C40 | mg/Kg | 98 | | UNI EN 14039:2005 | H411 | HP7-HP14 | 1000 |
| *Idrocarburi totali | mg/Kg | 98 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 + UNI EN 14039:2005 | H350-H411 | HP7-HP14 | Per valore di concentrzione di idrocarburi totali (C≤12 + C>12) maggiore o uguale a 1000mg/kg, l'indiczione di pericolo H350 (caratteristica di pericolo HP7), è subordinata alla determinazione dellla presenza di uno degli IPA-*indicati di seguito (^)* - classificati come canc. Cat. 1 e Cat. 2 ai sensi della nota dell'ISS prot. 0036565 del 5/7/2006 e s.m.i. |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | *IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Naftalene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fenantrene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Crisene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(b)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(j)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(k)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP14 | 50 |
| *Benzo(e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Benzo(g,h,i)perilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,j)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2020 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,l)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2021 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2022 | H350 | HP7 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***SOSTANZE CHE RIDUCONO LO STRATO DI OZONO**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Clorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Halon | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Tetracloruro di carbonio | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H332-H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromuro di metile | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idrobromofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idroclorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromoclorometano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |

***SOLVENTI AROMATICI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Benzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A2014 + EPA 8015D 2003 | H225-H319-H340-H350 - H372-H304 | HP7 | 1000 |
| *Toluene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H225-H315 -H304-H361-H373 | HP5 | 10000 |
| *Etilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2004 | H225-H304-H315-H361-H373 | HP5 | 225000 |
| *∑ Xileni | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H315-H312- H332 | HP4 | 200000 |
| *Stirene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H372- H315 - H319-H361-H332 | HP5 | 10000 |
| *n-Propilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *Isopropilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *1,3,5-Trimetilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335-H411 | HP14 | 10000 |
| *Tert-butilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335 | HP5 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***SOLVENTI ALOGENATI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Diclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351 | HP7 | 10000 |
| *Triclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302- H315- H351 - H373 | HP7 | 10000 |
| *Tetraclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H301- H311- H331- H351- H372 -H420 - H412 | HP7 | 10000 |
| *1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H319- H335- H412 | HP14 | 10000 |
| *1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H350- H302 - H315- H319- H335 | HP7 | 1000 |
| *1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H351- H302- H312- H332 | HP7 | 10000 |
| *1,1,1,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | - | - | - |
| *1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H310- H330- H411 | HP6 | 1000 |
| *1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H332- H350 | HP7 | 225000 |
| *1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350- H360F- H332- H312- H301 | HP7 | 1000 |
| *1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H224- H332- H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *Trans-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Cis-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Tricloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H315- H319- H341- H350- H336 | HP7 | 1000 |
| *Tetracloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *1,3-Dicloropropene (Trans+cis) | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226- H301- H311- H332- H315- H319- H317- H335- H304- H400- H410 | HP6 | 50000 |
| *Dibromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350-H301-H311-H331-H319-H335-H315-H411 | HP7 | 1000 |
| *Tribromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H331-H411-H315-H319 | HP6 | 35000 |
| *Bromodiclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H351-H335-H373 | HP7 | 10000 |
| *Dibromoclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302 | HP6 | 250000 |
| *Clorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H411-H315-H332 | HP6 | 225000 |
| *1,3-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *1,4-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H319-H351-H351-H400-H410 | HP7 | 10000 |
| *1,2-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H335-H400-H410 | HP4-HP5 | 200000 |
| *Bromobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H315-H411 | HP4 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***FENOLI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *4-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4-Diclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4,6-Triclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *Fenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301- H311- H331- | HP6 | 15000 |
| *2-Metilfenolo (*m*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *3-Metilfenolo (*o*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *4-Metilfenolo (*p*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |

***AMMINE AROMATICHE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anilina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H341-H331-H301-H372-H318-H317-H400 | HP14 | 1000 |
| *Difenilammina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301-H311-H331-H373-H410 | HP14 | 1000 |
| **o*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **o*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **m*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |

***NITROBENZENI**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H361-H301-H311-H331-H372-H411 | HP7 | 1000 |
| *1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-2-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-3-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-4-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***DIOSSINE E FURANI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8- Eptaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Ottaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Σ PCDD, PCDF | µg/kg TEF | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | 15 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***POLICLOROBIFENILI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-18 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-31 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-28 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-44 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-52 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-95 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-101 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-99 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-81 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-110 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-151 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-77 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-149 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-123 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-118 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-114 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-146 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-153 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-105 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-138 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-187 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-183 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-126 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-128 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-167 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-177 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-156 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-157 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-180 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-170 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-169 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-189 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *Σ PCB-cancerogeni totali | mg/Kg | <10 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Σ PCT totali (policlorotrifenili) | mg/Kg | n.d. | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |

***ALTRI INQUINANTI ORGANICI PERISTENTI (POPS)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcani $C_{10}$-$C_{13}$, cloro (paraffine clorurate a catena corta) | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10000 |
| *Esabromociclododecano | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |
| ***Pesticidi** | | | | | | | |
| *2,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *4,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Pentaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *PFOS | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esabromobifenile | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eptaclorano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esaclorobutadiene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 100 |
| *Esaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *α-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *β-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *γ-HCH (Lindano) | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Dieldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Endosulfan | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordecone | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Aldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Mirex | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Toxafene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| ***Polibromodifenil eteri** | | | | | | | |
| *2,2',4,4'-Tetrabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *2,2',4,4',6-Pentabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,2',4,4',5,5'-Esabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,3',4,4',5,6-Eptabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Decabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| ***Policloronaftaleni** | | | | | | | |
| *2-Cloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10 |
| *1,2-Dicloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2019 | - | - | |
| *1,2,3-Tricloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2020 | - | - | |
| *1,2,3,4-Tetracloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2021 | - | - | |
| *1,2,3,5,7-Pentacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2022 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6-Esacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2023 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6,7-Eptacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2024 | - | - | |
| *Ottacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2025 | - | - | |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 - Modifiche all'allegato IV e V del Regolamento UE 850/2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pentaclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| *Punto di infiammabilità | °C | ASTM D 3828 | n.d. | | |
| *PCI (Potere Calorifico Inferiore) | KJ/Kg | UNI 9903-5:1992 | n.d. | | |
| *TOC (Carbonio Organico Totale) | % | UNI EN 13137:2002 | 0,15 | | |

***FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura (±) | Direttiva Europea 67/548/CE |
|---|---|---|---|---|---|
| FAV (percentuale di ossidi alcalino e alcalino terrosi) | % | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009+ CALCOLO | **n.d.** | | Non pericoloso se >18% (nota Q) |
| FAV (diametro medio ponderale) | MICRON | MICROSCOPIA | **n.d.** | | Non pericoloso se >6 micron (nota R) |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 del 18/12/2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amianto totale | % | Assente | MOCF | H372-H350-H400-H410 | HP7 | 0,1 |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Incertezza di misura (±) |
|---|---|---|---|---|
| ^Determinazione quantitativa amianto campioni in massa mediante ESEM/EDS | % | <0,1 | DM del 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1 met B. | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| Categorie di pericolo | Indicazioni di pericolo | Caratteristiche di pericolo | Valore rilevato | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 | Cut-off (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | HP3 | - | <60 °C(Rifiuti liquidi); 55 °C < T °C <75 °C (Rifiuto di gasolio, carburanti, diesel e oli da riscaldamento) | |
| Skin corr. 1A | ΣH314* | HP4 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Skin irrit. 2 | ΣH315 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| Eye dam. 1 | ΣH318 | HP4 | **<10** | 100000 | 10000 |
| Eye irrit. 2 | ΣH319 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| STOT SE 1 | H370 | HP5 | **<10** | 10000 | |
| STOT SE 2 | H371 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| STOT SE 3 | H335 | HP5 | **<10** | 200000 | |
| STOT RE 1 | H372 | HP5 | **11** | 10000 | |
| STOT RE 2 | H373 | HP5 | **139** | 100000 | |
| Asp. Tox. 1 * | ΣH304 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| Acute Tox. 1 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 3 (Oral) | ΣH301 | HP6 | **<10** | 50000 | |
| Acute Tox. 4 (Oral) | ΣH302 | HP6 | **179** | 250000 | |
| Acute Tox. 1 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 2 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 25000 | |
| Acute Tox. 3 (Dermal) | ΣH311 | HP6 | **<10** | 150000 | |
| Acute Tox. 4 (Dermal) | ΣH312 | HP6 | **<10** | 550000 | |
| Acute Tox. 1 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 5000 | |
| Acute Tox. 3 (Inhal.) | ΣH331 | HP6 | **<10** | 35000 | |
| Acute Tox. 4 (Inhal.) | ΣH332 | HP6 | **190** | 225000 | |
| Acute Tox. 1 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 2 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 3 | ΣH301, ΣH311, ΣH331 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 4 | ΣH302, ΣH312, ΣH332 | HP6 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Carc. 1A e 1B | H350 | HP7 | **109** | 1000 | |
| Carc. 2 | H351 | HP7 | **<10** | 10000 | |
| Skin corr. 1A 1B o 1C | ΣH314 | HP8 | **<10** | 50000 | 10000 |
| Repr. 1A o 1B | H360 | HP10 | **44** | 3000 | |
| Repr. 2 | H361 | HP10 | **<10** | 30000 | |
| Muta 1A o 1B | H340 | HP11 | **<10** | 1000 | |
| Muta 2 | H341 | HP11 | **<10** | 10000 | |
| Skin Sens. 1 | H317 | HP13 | **11** | 100000 | |
| Resp. Sen. 1 | H334 | HP13 | **<10** | 100000 | |
| Aquatic Acute 1 | ∑H400 | HP14 | **<10** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1 | H410 | HP14 | **223** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 2 | H411 | HP14 | **98** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 3 | H412 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 4 | H413 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Ozono | H420 | HP14 | **<10** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3 | ΣH410, ΣH411, ΣH412 | HP14 | **23281** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3, 4 | ΣH410, ΣH411, ΣH412, ΣH413 | HP14 | **321** | 250000 | 1000 |

* Se ΣH314 > 5% si applica la caratteristica di pericolo HP8



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



## Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 10** Rifiuti provenienti da processi termici | **10 01** Rifiuti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19) | **10 01 14*** | Ceneri pesanti, scorie e polveri da caldaia prodotti da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 01 16*** | Ceneri leggere prodotte da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 02** Rifiuti dell'industria siderurgica | **10 02 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 03** Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio | **10 03 04*** | Scorie della produzione primaria |
| | | | **10 03 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 03 09*** | Scorie nere della produzione secondaria |
| | | | **10 03 19*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 21*** | Altre particolati e polveri (compresi quelli prodotti da mulini a palle) contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 29*** | Rifiuti prodotti dal trattamento di scorie nere, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 04** Rifiuti della metallurgia termica del piombo | **10 04 01*** | Scorie della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 02*** | Scorie e schiumature della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 04*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 04 05*** | Altre polveri e particolato |
| | | | **10 04 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 05** Rifiuti della metallurgia termica dello zinco | **10 05 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 05 05*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 06** Rifiuti della metallurgia termica del rame | **10 06 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 06 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 08** Rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi | **10 08 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 08 15*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 09** Rifiuti della fusione di materiali ferrosi | **10 09 09*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 16** Rifiuti non specificati altimenti nell'elenco | **16 11** Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari | **16 11 01*** | Rifiuti e rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **16 11 03*** | Altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 17** Rifiuto di attività di costruzione e di demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati | **17 01** Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche | **17 01 06*** | Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 05** Terra (compresa quella proveniente da siti contaminati), rocce e materiale di drenaggio | **17 05 03*** | Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 09** Altri rifiuti provenienti dall'attività di demolizione e costruzione | **17 09 02*** | Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB, escluse le apparecchiature contenenti PCB |
| | | | **17 09 03*** | Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione,(compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 19** Rifiuti prodotti da impianto di trattamento dei rifiuti, impianto di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonchè dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale | **19 01** Rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti | **19 01 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi |
| | | | **19 01 11*** | Ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 13*** | Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 15*** | Polveri di caldaia, contenenti sostanze pericolose |
| | | **19 04** Rifiuti vetrificati o rifiuti di vetrificazione | **19 04 02*** | Ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi |
| | | | **19 04 03*** | Fase solida non vetrificata |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Concentrazione limite D.M. 186/06 Allegato 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 9,9 | | UNI EN ISO 10523:2012 | 5,5 – 12 |
| *COD | mg/l | <15 | | ISO 15705:2002 | 30 |
| Nitrati | mg/l | 3 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 50 |
| *Cianuri | mg/l | n.d. | | EPA 335.2 1980 | 0,05 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 1 |
| *Berillio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Cobalto | mg/l | <0,007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,005 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Piombo | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Zinco | mg/l | <0,0001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 3 |
| *Nichel | mg/l | <0,0002 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| Vanadio | mg/l | <0,0004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Selenio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,001 |
| Fluoruri | mg/l | 0,4 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1,5 |
| Cloruri | mg/l | 20 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 100 |
| Solfati | mg/l | 65 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 250 |
| *Amianto totale | mg/l | <1 | | MOCF (EPA/600/R-93/116) | 30 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITA' IN DISCARICA D.M. 27/09/2010 GU N. 281 DEL 01/12/2010 s.m.i.

### TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Limite di accettabilità per rifiuti inerti (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti non pericolosi (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti pericolosi (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 9,9 | | UNI EN ISO 10523:2012 | | | |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | | 2 | 10 | 30 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | | 0,05 | 1 | 7 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | | 0,2 | 5 | 10 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| *Molibdeno | mg/l | <0,008 | | | 0,05 | 1 | 3 |
| Nichel | mg/l | <0,0002 | | | 0,04 | 1 | 4 |
| *Piombo | mg/l | <0,001 | | | 0,05 | 1 | 5 |
| *Antimonio | mg/l | <0,03 | | | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| *Selenio | mg/l | <0,0005 | | | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zinco | mg/l | <0,0001 | | | 0,4 | 5 | 20 |
| Fluoruri | mg/l | 0,4 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1 | 15 | 50 |
| Cloruri | mg/l | 20 | | | 80 | 2500 | 2500 |
| Solfati | mg/l | 65 | | | 100 | 5000 | 5000 |
| *DOC | mg/l | <3 | | EPA 415.3 2005 | 50 | 100* | 100 |

* il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica alle seguenti tipologie di rifiuti aventi codici C.E.R.:
020301 020305 020403 020502 020603 020705 030301 030302 030305 030307 030308 030309 030310 030311 030399 190805 190801 190802 200304 200306 200141 191210 191212 190501

^La prova è stata effettuata dal laboratorio Centro di analisi chimiche Srl.

**NOTE:**

Il rifiuto esaminato, per i parametri presi in considerazione scelti sulle indicazioni e notizie fornite dal produttore/richiedente, sulla scorta del ciclo di produzione, la natura e l'origine dichiarate dal produttore del rifiuto, nonché l'attribuzione del codice C.E.R. da parte del produttore, tenendo presente la Decisione n. 2014/955/UE e s.m.i. del 18/12/2014 che modifica la Decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, il Regolamento n°1357/2014/UE che sostituisce l'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE , il Regolamento UE 2016/1179 e s.m.i. che modifica il Regolamento n°1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il D.Lgs 152/06 e s.m.i.,il Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 che modifica il Regolamento UE 850/2004 nell'Allegato IV e V,il Regolamento UE1021/2019 che modifica Regolamento UE 850/2004, sulla base dei dati analitici eseguiti e dal confronto dei dati analitici con i valori limite pescritti dal regolamento UE 1179/2016, compresi il rame e il piombo, non presenta nessuna delle caratteristiche di pericolosità ai punti da HP3 a HP8, HP10, HP11 e HP13. Inoltre il rifiuto non possiede nessuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato al Regolamento UE997/2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE per la caratteristica di pericolo HP14. Visto il Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019, relativo ai composti organici persistenti, che annulla e sostituisce il regolamento (CE) n.850/2004, si ritiene quanto segue:

Il rifiuto esaminato è classificabile come **"rifiuto speciale non pericoloso"** con codice C.E.R. **17 05 04**

Il rifiuto ai sensi del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06 allegato 1 punto 7 RIENTRA nella categoria dei rifiuti inerti provenienti da attività di scavo Tipologia **7.31bis**

Per lo smaltimento, considerato le concentrazioni degli inquinanti nell'eluato eseguito secondo quanto previsto nell'Allegato 3 al D.M. Ambiente 186 del 05/04/06, è possibile inviare il rifiuto ad idoneo impianto di recupero.

- Incertezza di misura espressa con un livello di fiducia del 95% e con un fattore di copertura k=2

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. Per. Chimico

*I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova salvo autorizzazione scritta di questo laboratorio.*

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RAPPORTO DI PROVA n°:** | **2020011728** | del | **06/02/2020** |
| **Richiedente:** | **Geotec S.p.a.**<br>**Via G. Barbato, 20**<br>**86100 Campobasso (CB)** | | |
| **Prelievo del:** | **15-gen-20** | **Data ricevimento:** | **17-gen-20** |
| **Luogo del prelievo:** | **Metro Genova Tratta Brin - Canepari** | | |
| **Campione:** | **Rifiuto** | **Campionamento :** | **A cura del committente** |
| **Tipo:** | **Campione MIF3 da 0,0 a 5,00 mt** | | **effettuato dal richiedente e consegnato in laboratorio** |
| **Codice CER:** | **17 05 04** | **Descrizione CER:** | **terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503** |
| **Metodo di campionamento:** | **UNI10802:2013** | **n° verbale di prelievo:** | |
| **Data inizio prove:** | **17-gen-20** | **Data fine prove:** | **06/02/2020** |

**Parametri organolettici e chimico fisici**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 1:5 | - | CNR IRSA 1 Q 64 Vol. 3 1985 | 9,3 | | ≤2 (HP8) - ≥11,5 (HP8) |
| *Stato fisico | - | VISIVO | solido non polverulento | | |
| *Odore | - | OLFATTIVO | sui generis | | |
| *Colore | - | VISIVO | misto | | |
| Residuo a 105°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | 90,7 | | |
| Residuo a 550°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | n.d. | | |

**Analisi delle sostanze le cui concentrazioni determinano le caratteristiche di pericolosità del rifiuto**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alluminio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H315-H319-H335-H412 | HP4 | 200000 |
| *Antimonio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H332-H351-H411 | HP6 | 225000 |
| Arsenico e i suoi composti | mg/Kg | 6 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H300-H314 -H400-H410 | HP6-HP14 | 1000 |
| *Bario e i suoi composti | mg/Kg | 32 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302 | HP6 | 50000 |
| Berillio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H301-H330-H319-H372-H317-H411 | HP6 | 5000 |
| *Bismuto e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H312-H315-H319-H332 | HP6 | 20000 |
| *Boro e i suoi composti | mg/Kg | 25 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H314-H330 | HP4 | 1000 |
| Cadmio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H372-H302-H332--H312-H350-H340-H410 | HP7 | 100 |
| Cobalto e i suoi composti | mg/Kg | 11 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H302-H334-H317 H400-H410 | HP7 | 1000 |
| Cromo totale e i suoi composti | mg/Kg | 202 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H318 | HP4 | 100000 |
| Cromo esavalente | mg/Kg | n.d. | | CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1986 | H350-H317-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Ferro e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Manganese e i suoi composti | mg/Kg | 297 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H373-H302-H332-H400-H410 | HP5 | 100000 |
| *Mercurio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H330-H370-H373-H400-H410 | HP6 | 1000 |
| Nichel e i suoi composti | mg/Kg | 144 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H317-H372-H410 | HP7 | 1000 |
| Rame e i suoi composti | mg/Kg | 16 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H318-H319-H315-H330-H332-H410 | HP6 | 250000 |
| *Ossido di rame e i suoi composti | mg/Kg | 23 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302-H318-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *Selenio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H331-H301-H373-H400-H410 | HP6 | 35000 |
| Piombo e i suoi composti | mg/Kg | 8 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H360–H302-H332-H373-H400-H410 | HP10 | 3000 |
| *Ossido di piombo e i suoi composti | mg/Kg | 9 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| Tallio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H330-H373-H413 | HP6 | 2500 |
| *Tellurio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H317-H332-H360-H411 | HP5 | 2500 |
| Zinco e i suoi composti | mg/Kg | 31 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H314-H302-H410 | HP4 | 10000 |
| Vanadio e i suoi composti | mg/Kg | 19 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H314-H411 | HP4 | 10000 |

**IDROCARBURI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Idrocarburi C ≤ 12 | mg/Kg | <1 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 | H410-H413 | HP7-HP14 | 1000 |
| Idrocarburi C10-C40 | mg/Kg | 55 | | UNI EN 14039:2005 | H411 | HP7-HP14 | 1000 |
| *Idrocarburi totali | mg/Kg | 55 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 + UNI EN 14039:2005 | H350-H411 | HP7-HP14 | Per valore di concentrzione di idrocarburi totali (C≤12 + C>12) maggiore o uguale a 1000mg/kg, l'indicizione di pericolo H350 (caratteristica di pericolo HP7), è subordinata alla determinazione dellla presenza di uno degli IPA-*indicati di seguito (°)* - classificati come canc. Cat. 1 e Cat. 2 ai sensi della nota dell'ISS prot. 0036565 del 5/7/2006 e s.m.i. |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | *IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Naftalene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fenantrene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Crisene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(b)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(j)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(k)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP14 | 50 |
| *Benzo(e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Benzo(g,h,i)perilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,j)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2020 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,l)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2021 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2022 | H350 | HP7 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***SOSTANZE CHE RIDUCONO LO STRATO DI OZONO**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Clorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Halon | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Tetracloruro di carbonio | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H332-H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromuro di metile | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idrobromofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idroclorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromoclorometano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |

***SOLVENTI AROMATICI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Benzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A2014 + EPA 8015D 2003 | H225-H319-H340-H350 - H372-H304 | HP7 | 1000 |
| *Toluene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H225-H315 -H304-H361-H373 | HP5 | 10000 |
| *Etilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2004 | H225-H304-H315-H361-H373 | HP5 | 225000 |
| *∑ Xileni | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H315-H312- H332 | HP4 | 200000 |
| *Stirene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H372- H315 - H319-H361-H332 | HP5 | 10000 |
| *n-Propilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *Isopropilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *1,3,5-Trimetilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335-H411 | HP14 | 10000 |
| *Tert-butilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335 | HP5 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***SOLVENTI ALOGENATI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Diclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351 | HP7 | 10000 |
| *Triclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302- H315- H351 - H373 | HP7 | 10000 |
| *Tetraclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H301- H311- H331- H351- H372 -H420 - H412 | HP7 | 10000 |
| *1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H319- H335- H412 | HP14 | 10000 |
| *1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H350- H302 - H315- H319- H335 | HP7 | 1000 |
| *1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H351- H302- H312- H332 | HP7 | 10000 |
| *1,1,1,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | - | - | - |
| *1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H310- H330- H411 | HP6 | 1000 |
| *1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H332- H350 | HP7 | 225000 |
| *1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350- H360F- H332- H312- H301 | HP7 | 1000 |
| *1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H224- H332- H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *Trans-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Cis-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Tricloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H315- H319- H341- H350- H336 | HP7 | 1000 |
| *Tetracloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *1,3-Dicloropropene (Trans+cis) | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226- H301- H311- H332- H315- H319- H317- H335- H304- H400- H410 | HP6 | 50000 |
| *Dibromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350-H301-H311-H331-H319-H335-H315-H411 | HP7 | 1000 |
| *Tribromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H331-H411-H315-H319 | HP6 | 35000 |
| *Bromodiclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H351-H335-H373 | HP7 | 10000 |
| *Dibromoclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302 | HP6 | 250000 |
| *Clorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H411-H315-H332 | HP6 | 225000 |
| *1,3-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *1,4-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H319-H351-H351-H400-H410 | HP7 | 10000 |
| *1,2-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H335-H400-H410 | HP4-HP5 | 200000 |
| *Bromobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H315-H411 | HP4 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***FENOLI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *4-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4-Diclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4,6-Triclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *Fenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301- H311- H331- | HP6 | 15000 |
| *2-Metilfenolo (*m*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *3-Metilfenolo (*o*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *4-Metilfenolo (*p*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |

***AMMINE AROMATICHE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anilina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H341-H331-H301-H372-H318-H317-H400 | HP14 | 1000 |
| *Difenilammina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301-H311-H331-H373-H410 | HP14 | 1000 |
| **o*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **o*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **m*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |

***NITROBENZENI**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H361-H301-H311-H331-H372-H411 | HP7 | 1000 |
| *1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-2-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-3-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-4-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***DIOSSINE E FURANI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8- Eptaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Ottaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Σ PCDD, PCDF | µg/kg TEF | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | 15 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***POLICLOROBIFENILI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-18 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-31 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-28 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-44 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-52 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-95 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-101 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-99 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-81 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-110 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-151 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-77 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-149 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-123 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-118 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-114 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-146 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-153 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-105 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-138 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-187 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-183 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-126 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-128 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-167 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-177 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-156 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-157 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-180 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-170 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-169 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-189 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *Σ PCB-cancerogeni totali | mg/Kg | <10 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Σ PCT totali (policlorotrifenili) | mg/Kg | n.d. | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |

***ALTRI INQUINANTI ORGANICI PERISTENTI (POPS)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcani $C_{10}$-$C_{13}$, cloro (paraffine clorurate a catena corta) | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10000 |
| *Esabromociclododecano | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |
| ***Pesticidi** | | | | | | | |
| *2,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *4,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Pentaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *PFOS | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esabromobifenile | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eptaclorano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esaclorobutadiene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 100 |
| *Esaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *α-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *β-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *γ-HCH (Lindano) | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Dieldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Endosulfan | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordecone | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Aldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Mirex | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Toxafene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| ***Polibromodifenil eteri** | | | | | | | |
| *2,2',4,4'-Tetrabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *2,2',4,4',6-Pentabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,2',4,4',5,5'-Esabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,3',4,4',5,6-Eptabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Decabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| ***Policloronaftaleni** | | | | | | | |
| *2-Cloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10 |
| *1,2-Dicloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2019 | - | - | |
| *1,2,3-Tricloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2020 | - | - | |
| *1,2,3,4-Tetracloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2021 | - | - | |
| *1,2,3,5,7-Pentacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2022 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6-Esacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2023 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6,7-Eptacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2024 | - | - | |
| *Ottacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2025 | - | - | |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 - Modifiche all'allegato IV e V del Regolamento UE 850/2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pentaclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| *Punto di infiammabilità | °C | ASTM D 3828 | n.d. | | |
| *PCI (Potere Calorifico Inferiore) | KJ/Kg | UNI 9903-5:1992 | n.d. | | |
| *TOC (Carbonio Organico Totale) | % | UNI EN 13137:2002 | 0,14 | | |

***FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura (±) | Direttiva Europea 67/548/CE |
|---|---|---|---|---|---|
| FAV (percentuale di ossidi alcalino e alcalino terrosi) | % | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009+ CALCOLO | n.d. | | Non pericoloso se >18% (nota Q) |
| FAV (diametro medio ponderale) | MICRON | MICROSCOPIA | n.d. | | Non pericoloso se >6 micron (nota R) |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 del 18/12/2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amianto totale | % | Assente | MOCF | H372-H350-H400-H410 | HP7 | 0,1 |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Incertezza di misura (±) |
|---|---|---|---|---|
| ^Determinazione quantitativa amianto campioni in massa mediante ESEM/EDS | % | <0,1 | DM del 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1 met B. | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| Categorie di pericolo | Indicazioni di pericolo | Caratteristiche di pericolo | Valore rilevato | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 | Cut-off (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | HP3 | - | <60 °C(Rifiuti liquidi); 55 °C < T °C <75 °C (Rifiuto di gasolio, carburanti, diesel e oli da riscaldamento) | |
| Skin corr. 1A | ΣH314* | HP4 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Skin irrit. 2 | ΣH315 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| Eye dam. 1 | ΣH318 | HP4 | **<10** | 100000 | 10000 |
| Eye irrit. 2 | ΣH319 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| STOT SE 1 | H370 | HP5 | **<10** | 10000 | |
| STOT SE 2 | H371 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| STOT SE 3 | H335 | HP5 | **<10** | 200000 | |
| STOT RE 1 | H372 | HP5 | **144** | 10000 | |
| STOT RE 2 | H373 | HP5 | **305** | 100000 | |
| Asp. Tox. 1 * | ΣH304 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| Acute Tox. 1 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **30** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 3 (Oral) | ΣH301 | HP6 | **<10** | 50000 | |
| Acute Tox. 4 (Oral) | ΣH302 | HP6 | **364** | 250000 | |
| Acute Tox. 1 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 2 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 25000 | |
| Acute Tox. 3 (Dermal) | ΣH311 | HP6 | **<10** | 150000 | |
| Acute Tox. 4 (Dermal) | ΣH312 | HP6 | **<10** | 550000 | |
| Acute Tox. 1 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **16** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 5000 | |
| Acute Tox. 3 (Inhal.) | ΣH331 | HP6 | **<10** | 35000 | |
| Acute Tox. 4 (Inhal.) | ΣH332 | HP6 | **376** | 225000 | |
| Acute Tox. 1 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 2 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 3 | ΣH301, ΣH311, ΣH331 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 4 | ΣH302, ΣH312, ΣH332 | HP6 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Carc. 1A e 1B | H350 | HP7 | **216** | 1000 | |
| Carc. 2 | H351 | HP7 | **<10** | 10000 | |
| Skin corr. 1A 1B o 1C | ΣH314 | HP8 | **<10** | 50000 | 10000 |
| Repr. 1A o 1B | H360 | HP10 | **<10** | 3000 | |
| Repr. 2 | H361 | HP10 | **<10** | 30000 | |
| Muta 1A o 1B | H340 | HP11 | **<10** | 1000 | |
| Muta 2 | H341 | HP11 | **<10** | 10000 | |
| Skin Sens. 1 | H317 | HP13 | **155** | 100000 | |
| Resp. Sen. 1 | H334 | HP13 | **11** | 100000 | |
| Aquatic Acute 1 | ∑H400 | HP14 | **<10** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1 | H410 | HP14 | **535** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 2 | H411 | HP14 | **74** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 3 | H412 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 4 | H413 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Ozono | H420 | HP14 | **<10** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3 | ΣH410, ΣH411, ΣH412 | HP14 | **54278** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3, 4 | ΣH410, ΣH411, ΣH412, ΣH413 | HP14 | **609** | 250000 | 1000 |

* Se ΣH314 > 5% si applica la caratteristica di pericolo HP8



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



## Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 10** Rifiuti provenienti da processi termici | **10 01** Rifiuti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19) | **10 01 14*** | Ceneri pesanti, scorie e polveri da caldaia prodotti da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 01 16*** | Ceneri leggere prodotte da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 02** Rifiuti dell'industria siderurgica | **10 02 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 03** Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio | **10 03 04*** | Scorie della produzione primaria |
| | | | **10 03 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 03 09*** | Scorie nere della produzione secondaria |
| | | | **10 03 19*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 21*** | Altre particolati e polveri (compresi quelli prodotti da mulini a palle) contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 29*** | Rifiuti prodotti dal trattamento di scorie nere, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 04** Rifiuti della metallurgia termica del piombo | **10 04 01*** | Scorie della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 02*** | Scorie e schiumature della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 04*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 04 05*** | Altre polveri e particolato |
| | | | **10 04 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 05** Rifiuti della metallurgia termica dello zinco | **10 05 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 05 05*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 06** Rifiuti della metallurgia termica del rame | **10 06 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 06 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 08** Rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi | **10 08 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 08 15*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 09** Rifiuti della fusione di materiali ferrosi | **10 09 09*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 16** Rifiuti non specificati altimenti nell'elenco | **16 11** Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari | **16 11 01*** | Rifiuti e rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **16 11 03*** | Altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 17** Rifiuto di attività di costruzione e di demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati | **17 01** Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche | **17 01 06*** | Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 05** Terra (compresa quella proveniente da siti contaminati), rocce e materiale di drenaggio | **17 05 03*** | Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 09** Altri rifiuti provenienti dall'attività di demolizione e costruzione | **17 09 02*** | Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB, escluse le apparecchiature contenenti PCB |
| | | | **17 09 03*** | Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione,(compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 19** Rifiuti prodotti da impianto di trattamento dei rifiuti, impianto di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonchè dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale | **19 01** Rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti | **19 01 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi |
| | | | **19 01 11*** | Ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 13*** | Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 15*** | Polveri di caldaia, contenenti sostanze pericolose |
| | | **19 04** Rifiuti vetrificati o rifiuti di vetrificazione | **19 04 02*** | Ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi |
| | | | **19 04 03*** | Fase solida non vetrificata |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Concentrazione limite D.M. 186/06 Allegato 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 9,1 | | UNI EN ISO 10523:2012 | 5,5 – 12 |
| *COD | mg/l | 16 | | ISO 15705:2002 | 30 |
| Nitrati | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 50 |
| *Cianuri | mg/l | n.d. | | EPA 335.2 1980 | 0,05 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 1 |
| *Berillio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Cobalto | mg/l | <0,007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,005 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Piombo | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 3 |
| *Nichel | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| Vanadio | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Selenio | mg/l | 0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,001 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1,5 |
| Cloruri | mg/l | 5 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 100 |
| Solfati | mg/l | 11 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 250 |
| *Amianto totale | mg/l | <1 | | MOCF (EPA/600/R-93/116) | 30 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

**LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITA' IN DISCARICA D.M. 27/09/2010 GU N. 281 DEL 01/12/2010 s.m.i.**

**TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004**

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Limite di accettabilità per rifiuti inerti (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti non pericolosi (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti pericolosi (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 9,1 | | UNI EN ISO 10523:2012 | | | |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | | 2 | 10 | 30 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | | 0,05 | 1 | 7 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | | 0,2 | 5 | 10 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| *Molibdeno | mg/l | 0,02 | | | 0,05 | 1 | 3 |
| Nichel | mg/l | 0,001 | | | 0,04 | 1 | 4 |
| *Piombo | mg/l | <0,001 | | | 0,05 | 1 | 5 |
| *Antimonio | mg/l | <0,03 | | | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| *Selenio | mg/l | 0,005 | | | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | | 0,4 | 5 | 20 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1 | 15 | 50 |
| Cloruri | mg/l | 5 | | | 80 | 2500 | 2500 |
| Solfati | mg/l | 11 | | | 100 | 5000 | 5000 |
| *DOC | mg/l | 6 | | EPA 415.3 2005 | 50 | 100* | 100 |

* il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica alle seguenti tipologie di rifiuti aventi codici C.E.R.:
020301 020305 020403 020502 020603 020705 030301 030302 030305 030307 030308 030309 030310 030311 030399 190805 190801 190802 200304 200306 200141 191210 191212 190501

^La prova è stata effettuata dal laboratorio Centro di analisi chimiche Srl.

**NOTE:**

Il rifiuto esaminato, per i parametri presi in considerazione scelti sulle indicazioni e notizie fornite dal produttore/richiedente, sulla scorta del ciclo di produzione, la natura e l'origine dichiarate dal produttore del rifiuto, nonché l'attribuzione del codice C.E.R. da parte del produttore, tenendo presente la Decisione n. 2014/955/UE e s.m.i. del 18/12/2014 che modifica la Decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, il Regolamento n°1357/2014/UE che sostituisce l'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE , il Regolamento UE 2016/1179 e s.m.i. che modifica il Regolamento n°1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il D.Lgs 152/06 e s.m.i.,il Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 che modifica il Regolamento UE 850/2004 nell'Allegato IV e V,il Regolamento UE1021/2019 che modifica Regolamento UE 850/2004, sulla base dei dati analitici eseguiti e dal confronto dei dati analitici con i valori limite pescritti dal regolamento UE 1179/2016, compresi il rame e il piombo, non presenta nessuna delle caratteristiche di pericolosità ai punti da HP3 a HP8, HP10, HP11 e HP13. Inoltre il rifiuto non possiede nessuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato al Regolamento UE997/2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE per la caratteristica di pericolo HP14. Visto il Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019, relativo ai composti organici persistenti, che annulla e sostituisce il regolamento (CE) n.850/2004, si ritiene quanto segue:

Il rifiuto esaminato è classificabile come "**rifiuto speciale non pericoloso**" con codice C.E.R. **17 05 04**

Il rifiuto ai sensi del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06 allegato 1 punto 7 RIENTRA nella categoria dei rifiuti inerti provenienti da attività di scavo Tipologia **7.31bis**

Per lo smaltimento, considerato le concentrazioni degli inquinanti nell'eluato eseguito secondo quanto previsto nell'Allegato 3 al D.M. Ambiente 186 del 05/04/06, è possibile inviare il rifiuto ad idoneo impianto di recupero.

- Incertezza di misura espressa con un livello di fiducia del 95% e con un fattore di copertura k=2

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. Per. Chimico

*I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova salvo autorizzazione scritta di questo laboratorio.*



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RAPPORTO DI PROVA n°:** | **2020012702** | del | **06/02/2020** |
| **Richiedente:** | **Geotec S.p.a.**<br>**Via G. Barbato, 20**<br>**86100 Campobasso (CB)** | | |
| **Prelievo del:** | **22-gen-20** | **Data ricevimento:** | **27-gen-20** |
| **Luogo del prelievo:** | **Metro Genova Tratta Brin-Canepari** | | |
| **Campione:** | **Rifiuto** | **Campionamento :** | **A cura del committente** |
| **Tipo:** | **Campione di terreno MIF4 prelevato da 0,0 a 5,0 mt** | | **effettuato dal richiedente e consegnato in laboratorio** |
| **Codice CER:** | **17 05 04** | **Descrizione CER:** | **terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503** |
| **Metodo di campionamento:** | **UNI10802:2013** | **n° verbale di prelievo:** | |
| **Data inizio prove:** | **27-gen-20** | **Data fine prove:** | **06/02/2020** |

**Parametri organolettici e chimico fisici**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 1:5 | - | CNR IRSA 1 Q 64 Vol. 3 1985 | 9,0 | | ≤2 (HP8) - ≥11,5 (HP8) |
| *Stato fisico | - | VISIVO | solido non polverulento | | |
| *Odore | - | OLFATTIVO | sui generis | | |
| *Colore | - | VISIVO | marrone | | |
| Residuo a 105°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | 89,4 | | |
| Residuo a 550°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | n.d. | | |

**Analisi delle sostanze le cui concentrazioni determinano le caratteristiche di pericolosità del rifiuto**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alluminio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H315-H319-H335-H412 | HP4 | 200000 |
| *Antimonio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H332-H351-H411 | HP6 | 225000 |
| Arsenico e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H300-H314 -H400-H410 | HP6-HP14 | 1000 |
| *Bario e i suoi composti | mg/Kg | 9 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302 | HP6 | 50000 |
| Berillio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H301-H330-H319-H372-H317-H411 | HP6 | 5000 |
| *Bismuto e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H312-H315-H319-H332 | HP6 | 20000 |
| *Boro e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H314-H330 | HP4 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cadmio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H372-H302-H332--H312-H350-H340-H410 | HP7 | 100 |
| Cobalto e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H302-H334-H317 H400-H410 | HP7 | 1000 |
| Cromo totale e i suoi composti | mg/Kg | 7 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H318 | HP4 | 100000 |
| Cromo esavalente | mg/Kg | n.d. | | CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1986 | H350-H317-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Ferro e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| *Manganese e i suoi composti | mg/Kg | 158 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H373-H302-H332-H400-H410 | HP5 | 100000 |
| *Mercurio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H330-H370-H373-H400-H410 | HP6 | 1000 |
| Nichel e i suoi composti | mg/Kg | 11 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H317-H372-H410 | HP7 | 1000 |
| Rame e i suoi composti | mg/Kg | 7 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H318-H319-H315-H330-H332-H410 | HP6 | 250000 |
| *Ossido di rame e i suoi composti | mg/Kg | 10 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302-H318-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *Selenio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H331-H301-H373-H400-H410 | HP6 | 35000 |
| Piombo e i suoi composti | mg/Kg | 6 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H360–H302-H332-H373-H400-H410 | HP10 | 3000 |
| *Ossido di piombo e i suoi composti | mg/Kg | 7 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| Tallio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H330-H373-H413 | HP6 | 2500 |
| *Tellurio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H317-H332-H360-H411 | HP5 | 2500 |
| Zinco e i suoi composti | mg/Kg | 18 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H314-H302-H410 | HP4 | 10000 |
| Vanadio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H314-H411 | HP4 | 10000 |

**IDROCARBURI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Idrocarburi C ≤ 12 | mg/Kg | <1 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 | H410-H413 | HP7-HP14 | 1000 |
| Idrocarburi C10-C40 | mg/Kg | 231 | | UNI EN 14039:2005 | H411 | HP7-HP14 | 1000 |
| *Idrocarburi totali | mg/Kg | 231 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 + UNI EN 14039:2005 | H350-H411 | HP7-HP14 | Per valore di concentrzione di idrocarburi totali (C≤12 + C>12) maggiore o uguale a 1000mg/kg, l'indiczione di pericolo H350 (caratteristica di pericolo HP7), è subordinata alla determinazione dellla presenza di uno degli IPA-*indicati di seguito (°)* - classificati come canc. Cat. 1 e Cat. 2 ai sensi della nota dell'ISS prot. 0036565 del 5/7/2006 e s.m.i. |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | *IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Naftalene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fenantrene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Crisene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(b)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(j)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(k)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP14 | 50 |
| *Benzo(e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Benzo(g,h,i)perilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,j)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2020 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,l)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2021 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2022 | H350 | HP7 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***SOSTANZE CHE RIDUCONO LO STRATO DI OZONO**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Clorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Halon | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Tetracloruro di carbonio | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H332-H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromuro di metile | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idrobromofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idroclorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromoclorometano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |

***SOLVENTI AROMATICI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Benzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A2014 + EPA 8015D 2003 | H225-H319-H340-H350 - H372-H304 | HP7 | 1000 |
| *Toluene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H225-H315 -H304-H361-H373 | HP5 | 10000 |
| *Etilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2004 | H225-H304-H315-H361-H373 | HP5 | 225000 |
| *∑ Xileni | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H315-H312- H332 | HP4 | 200000 |
| *Stirene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H372- H315 - H319-H361-H332 | HP5 | 10000 |
| *n-Propilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *Isopropilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *1,3,5-Trimetilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335-H411 | HP14 | 10000 |
| *Tert-butilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335 | HP5 | 200000 |

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***SOLVENTI ALOGENATI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Diclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351 | HP7 | 10000 |
| *Triclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302- H315- H351 - H373 | HP7 | 10000 |
| *Tetraclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H301- H311- H331- H351- H372 -H420 - H412 | HP7 | 10000 |
| *1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H319- H335- H412 | HP14 | 10000 |
| *1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H350- H302 - H315- H319- H335 | HP7 | 1000 |
| *1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H351- H302- H312- H332 | HP7 | 10000 |
| *1,1,1,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | - | - | - |
| *1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H310- H330- H411 | HP6 | 1000 |
| *1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H332- H350 | HP7 | 225000 |
| *1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350- H360F- H332- H312- H301 | HP7 | 1000 |
| *1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H224- H332- H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *Trans-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Cis-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Tricloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H315- H319- H341- H350- H336 | HP7 | 1000 |
| *Tetracloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *1,3-Dicloropropene (Trans+cis) | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226- H301- H311- H332- H315- H319- H317- H335- H304- H400- H410 | HP6 | 50000 |
| *Dibromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350-H301-H311-H331-H319-H335-H315-H411 | HP7 | 1000 |
| *Tribromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H331-H411-H315-H319 | HP6 | 35000 |
| *Bromodiclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H351-H335-H373 | HP7 | 10000 |
| *Dibromoclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302 | HP6 | 250000 |
| *Clorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H411-H315-H332 | HP6 | 225000 |
| *1,3-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *1,4-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H319-H351-H351-H400-H410 | HP7 | 10000 |
| *1,2-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H335-H400-H410 | HP4-HP5 | 200000 |
| *Bromobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H315-H411 | HP4 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***FENOLI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *4-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4-Diclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4,6-Triclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *Fenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301- H311- H331- | HP6 | 15000 |
| *2-Metilfenolo (*m*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *3-Metilfenolo (*o*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *4-Metilfenolo (*p*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |

***AMMINE AROMATICHE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anilina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H341-H331-H301-H372-H318-H317-H400 | HP14 | 1000 |
| *Difenilammina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301-H311-H331-H373-H410 | HP14 | 1000 |
| **o*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **o*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **m*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |

***NITROBENZENI**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H361-H301-H311-H331-H372-H411 | HP7 | 1000 |
| *1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-2-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-3-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-4-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***DIOSSINE E FURANI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8- Eptaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Ottaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Σ PCDD, PCDF | µg/kg TEF | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | 15 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***POLICLOROBIFENILI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-18 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-31 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-28 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-44 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-52 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-95 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-101 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-99 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-81 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-110 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-151 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-77 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-149 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-123 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-118 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-114 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-146 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-153 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-105 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-138 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-187 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-183 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-126 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-128 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-167 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-177 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-156 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-157 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-180 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-170 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-169 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-189 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *Σ PCB-cancerogeni totali | mg/Kg | <10 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Σ PCT totali (policlorotrifenili) | mg/Kg | n.d. | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |

***ALTRI INQUINANTI ORGANICI PERISTENTI (POPS)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcani $C_{10}$-$C_{13}$, cloro (paraffine clorurate a catena corta) | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10000 |
| *Esabromociclododecano | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |
| ***Pesticidi** | | | | | | | |
| *2,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *4,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Pentaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *PFOS | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esabromobifenile | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eptaclorano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esaclorobutadiene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 100 |
| *Esaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *α-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *β-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *γ-HCH (Lindano) | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Dieldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Endosulfan | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordecone | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Aldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Mirex | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Toxafene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| ***Polibromodifenil eteri** | | | | | | | |
| *2,2',4,4'-Tetrabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *2,2',4,4',6-Pentabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,2',4,4',5,5'-Esabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)
Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,3',4,4',5,6-Eptabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Decabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| ***Policloronaftaleni** | | | | | | | |
| *2-Cloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10 |
| *1,2-Dicloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2019 | - | - | |
| *1,2,3-Tricloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2020 | - | - | |
| *1,2,3,4-Tetracloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2021 | - | - | |
| *1,2,3,5,7-Pentacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2022 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6-Esacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2023 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6,7-Eptacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2024 | - | - | |
| *Ottacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2025 | - | - | |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 - Modifiche all'allegato IV e V del Regolamento UE 850/2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pentaclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| *Punto di infiammabilità | °C | ASTM D 3828 | n.d. | | |
| *PCI (Potere Calorifico Inferiore) | KJ/Kg | UNI 9903-5:1992 | n.d. | | |
| *TOC (Carbonio Organico Totale) | % | UNI EN 13137:2002 | 0,14 | | |

***FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura (±) | Direttiva Europea 67/548/CE |
|---|---|---|---|---|---|
| FAV (percentuale di ossidi alcalino e alcalino terrosi) | % | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009+ CALCOLO | n.d. | | Non pericoloso se >18% (nota Q) |
| FAV (diametro medio ponderale) | MICRON | MICROSCOPIA | n.d. | | Non pericoloso se >6 micron (nota R) |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 del 18/12/2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amianto totale | % | Assente | MOCF | H372-H350-H400-H410 | HP7 | 0,1 |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Incertezza di misura (±) |
|---|---|---|---|---|
| ^Determinazione quantitativa amianto campioni in massa mediante ESEM/EDS | % | <0,1 | DM del 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1 met B. | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| Categorie di pericolo | Indicazioni di pericolo | Caratteristiche di pericolo | Valore rilevato | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 | Cut-off (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | HP3 | - | <60 °C(Rifiuti liquidi); 55 °C < T° C <75 °C (Rifiuto di gasolio, carburanti, diesel e oli da riscaldamento) | |
| Skin corr. 1A | ΣH314* | HP4 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Skin irrit. 2 | ΣH315 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| Eye dam. 1 | ΣH318 | HP4 | **<10** | 100000 | 10000 |
| Eye irrit. 2 | ΣH319 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| STOT SE 1 | H370 | HP5 | **<10** | 10000 | |
| STOT SE 2 | H371 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| STOT SE 3 | H335 | HP5 | **<10** | 200000 | |
| STOT RE 1 | H372 | HP5 | **11** | 10000 | |
| STOT RE 2 | H373 | HP5 | **164** | 100000 | |
| Asp. Tox. 1 * | ΣH304 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| Acute Tox. 1 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 3 (Oral) | ΣH301 | HP6 | **<10** | 50000 | |
| Acute Tox. 4 (Oral) | ΣH302 | HP6 | **180** | 250000 | |
| Acute Tox. 1 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 2 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 25000 | |
| Acute Tox. 3 (Dermal) | ΣH311 | HP6 | **<10** | 150000 | |
| Acute Tox. 4 (Dermal) | ΣH312 | HP6 | **<10** | 550000 | |
| Acute Tox. 1 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 5000 | |
| Acute Tox. 3 (Inhal.) | ΣH331 | HP6 | **<10** | 35000 | |
| Acute Tox. 4 (Inhal.) | ΣH332 | HP6 | **189** | 225000 | |
| Acute Tox. 1 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 2 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 3 | ΣH301, ΣH311, ΣH331 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 4 | ΣH302, ΣH312, ΣH332 | HP6 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Carc. 1A e 1B | H350 | HP7 | **242** | 1000 | |
| Carc. 2 | H351 | HP7 | **<10** | 10000 | |
| Skin corr. 1A 1B o 1C | ΣH314 | HP8 | **<10** | 50000 | 10000 |
| Repr. 1A o 1B | H360 | HP10 | **<10** | 3000 | |
| Repr. 2 | H361 | HP10 | **<10** | 30000 | |
| Muta 1A o 1B | H340 | HP11 | **<10** | 1000 | |
| Muta 2 | H341 | HP11 | **<10** | 10000 | |
| Skin Sens. 1 | H317 | HP13 | **11** | 100000 | |
| Resp. Sen. 1 | H334 | HP13 | **<10** | 100000 | |
| Aquatic Acute 1 | ∑H400 | HP14 | **<10** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1 | H410 | HP14 | **209** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 2 | H411 | HP14 | **231** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 3 | H412 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 4 | H413 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Ozono | H420 | HP14 | **<10** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3 | ΣH410, ΣH411, ΣH412 | HP14 | **23204** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3, 4 | ΣH410, ΣH411, ΣH412, ΣH413 | HP14 | **440** | 250000 | 1000 |

* Se ΣH314 > 5% si applica la caratteristica di pericolo HP8



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



## Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 10** Rifiuti provenienti da processi termici | **10 01** Rifiuti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19) | **10 01 14*** | Ceneri pesanti, scorie e polveri da caldaia prodotti da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 01 16*** | Ceneri leggere prodotte da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 02** Rifiuti dell'industria siderurgica | **10 02 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 03** Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio | **10 03 04*** | Scorie della produzione primaria |
| | | | **10 03 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 03 09*** | Scorie nere della produzione secondaria |
| | | | **10 03 19*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 21*** | Altre particolati e polveri (compresi quelli prodotti da mulini a palle) contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 29*** | Rifiuti prodotti dal trattamento di scorie nere, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 04** Rifiuti della metallurgia termica del piombo | **10 04 01*** | Scorie della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 02*** | Scorie e schiumature della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 04*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 04 05*** | Altre polveri e particolato |
| | | | **10 04 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 05** Rifiuti della metallurgia termica dello zinco | **10 05 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 05 05*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 06** Rifiuti della metallurgia termica del rame | **10 06 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 06 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 08** Rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi | **10 08 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 08 15*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 09** Rifiuti della fusione di materiali ferrosi | **10 09 09*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 16** Rifiuti non specificati altimenti nell'elenco | **16 11** Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari | **16 11 01*** | Rifiuti e rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **16 11 03*** | Altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 17** Rifiuto di attività di costruzione e di demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati | **17 01** Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche | **17 01 06*** | Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 05** Terra (compresa quella proveniente da siti contaminati), rocce e materiale di drenaggio | **17 05 03*** | Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 09** Altri rifiuti provenienti dall'attività di demolizione e costruzione | **17 09 02*** | Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB, escluse le apparecchiature contenenti PCB |
| | | | **17 09 03*** | Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione,(compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 19** Rifiuti prodotti da impianto di trattamento dei rifiuti, impianto di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonchè dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale | **19 01** Rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti | **19 01 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi |
| | | | **19 01 11*** | Ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 13*** | Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 15*** | Polveri di caldaia, contenenti sostanze pericolose |
| | | **19 04** Rifiuti vetrificati o rifiuti di vetrificazione | **19 04 02*** | Ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi |
| | | | **19 04 03*** | Fase solida non vetrificata |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Concentrazione limite D.M. 186/06 Allegato 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,9 | | UNI EN ISO 10523:2012 | 5,5 – 12 |
| *COD | mg/l | <15 | | ISO 15705:2002 | 30 |
| Nitrati | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 50 |
| *Cianuri | mg/l | n.d. | | EPA 335.2 1980 | 0,05 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 1 |
| *Berillio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Cobalto | mg/l | <0,007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,005 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Piombo | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Zinco | mg/l | <0,0001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 3 |
| *Nichel | mg/l | <0,0002 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| Vanadio | mg/l | <0,0004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Selenio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,001 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1,5 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 100 |
| Solfati | mg/l | 7 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 250 |
| *Amianto totale | mg/l | <1 | | MOCF (EPA/600/R-93/116) | 30 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

**LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITA' IN DISCARICA D.M. 27/09/2010 GU N. 281 DEL 01/12/2010 s.m.i.**

**TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004**

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Limite di accettabilità per rifiuti inerti (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti non pericolosi (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti pericolosi (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,9 | | UNI EN ISO 10523:2012 | | | |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | | 2 | 10 | 30 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | | 0,05 | 1 | 7 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | | 0,2 | 5 | 10 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| *Molibdeno | mg/l | <0,008 | | | 0,05 | 1 | 3 |
| Nichel | mg/l | <0,0002 | | | 0,04 | 1 | 4 |
| *Piombo | mg/l | <0,001 | | | 0,05 | 1 | 5 |
| *Antimonio | mg/l | <0,03 | | | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| *Selenio | mg/l | <0,0005 | | | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zinco | mg/l | <0,0001 | | | 0,4 | 5 | 20 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1 | 15 | 50 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | | 80 | 2500 | 2500 |
| Solfati | mg/l | 7 | | | 100 | 5000 | 5000 |
| *DOC | mg/l | <3 | | EPA 415.3 2005 | 50 | 100* | 100 |

* il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica alle seguenti tipologie di rifiuti aventi codici C.E.R.:
020301 020305 020403 020502 020603 020705 030301 030302 030305 030307 030308 030309 030310 030311 030399 190805 190801 190802 200304 200306 200141 191210 191212 190501

^La prova è stata effettuata dal laboratorio Centro di analisi chimiche Srl.

**NOTE:**

Il rifiuto esaminato, per i parametri presi in considerazione scelti sulle indicazioni e notizie fornite dal produttore/richiedente, sulla scorta del ciclo di produzione, la natura e l'origine dichiarate dal produttore del rifiuto, nonché l'attribuzione del codice C.E.R. da parte del produttore, tenendo presente la Decisione n. 2014/955/UE e s.m.i. del 18/12/2014 che modifica la Decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, il Regolamento n°1357/2014/UE che sostituisce l'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE , il Regolamento UE 2016/1179 e s.m.i. che modifica il Regolamento n°1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il D.Lgs 152/06 e s.m.i.,il Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 che modifica il Regolamento UE 850/2004 nell'Allegato IV e V,il Regolamento UE1021/2019 che modifica Regolamento UE 850/2004, sulla base dei dati analitici eseguiti e dal confronto dei dati analitici con i valori limite pescritti dal regolamento UE 1179/2016, compresi il rame e il piombo, non presenta nessuna delle caratteristiche di pericolosità ai punti da HP3 a HP8, HP10, HP11 e HP13. Inoltre il rifiuto non possiede nessuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato al Regolamento UE997/2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE per la caratteristica di pericolo HP14. Visto il Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019, relativo ai composti organici persistenti, che annulla e sostituisce il regolamento (CE) n.850/2004, si ritiene quanto segue:

Il rifiuto esaminato è classificabile come "**rifiuto speciale mon pericoloso**" con codice C.E.R. **17 05 04**

Il rifiuto ai sensi del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06 allegato 1 punto 7 RIENTRA nella categoria dei rifiuti inerti provenienti da attività di scavo Tipologia **7.31bis**

Per lo smaltimento, considerato le concentrazioni degli inquinanti nell'eluato eseguito secondo quanto previsto nell'Allegato 3 al D.M. Ambiente 186 del 05/04/06, è possibile inviare il rifiuto ad idoneo impianto di recupero.

- Incertezza di misura espressa con un livello di fiducia del 95% e con un fattore di copertura k=2

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. Per. Chimico

*I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova salvo autorizzazione scritta di questo laboratorio.*



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RAPPORTO DI PROVA n°:** | **2020011729** | del | **06/02/2020** |
| **Richiedente:** | **Geotec S.p.a.**<br>**Via G. Barbato, 20**<br>**86100 Campobasso (CB)** | | |
| **Prelievo del:** | **15-gen-20** | **Data ricevimento:** | **17-gen-20** |
| **Luogo del prelievo:** | **Metro Genova Tratta Brin - Canepari** | | |
| **Campione:** | **Rifiuto** | **Campionamento :** | **A cura del committente** |
| **Tipo:** | **Campione MIF5 da 0,0 a 5,00 mt** | | **effettuato dal richiedente e consegnato in laboratorio** |
| **Codice CER:** | **17 05 04** | **Descrizione CER:** | **terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503** |
| **Metodo di campionamento:** | **UNI10802:2013** | **n° verbale di prelievo:** | |
| **Data inizio prove:** | **17-gen-20** | **Data fine prove:** | **06/02/2020** |

**Parametri organolettici e chimico fisici**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 1:5 | - | CNR IRSA 1 Q 64 Vol. 3 1985 | 8,7 | | ≤2 (HP8) - ≥11,5 (HP8) |
| *Stato fisico | - | VISIVO | solido non polverulento | | |
| *Odore | - | OLFATTIVO | sui generis | | |
| *Colore | - | VISIVO | misto | | |
| Residuo a 105°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | 88,3 | | |
| Residuo a 550°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | n.d. | | |

**Analisi delle sostanze le cui concentrazioni determinano le caratteristiche di pericolosità del rifiuto**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alluminio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H315-H319-H335-H412 | HP4 | 200000 |
| *Antimonio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H332-H351-H411 | HP6 | 225000 |
| Arsenico e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H300-H314 -H400-H410 | HP6-HP14 | 1000 |
| *Bario e i suoi composti | mg/Kg | 20 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302 | HP6 | 50000 |
| Berillio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H301-H330-H319-H372-H317-H411 | HP6 | 5000 |
| *Bismuto e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H312-H315-H319-H332 | HP6 | 20000 |
| *Boro e i suoi composti | mg/Kg | 25 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H314-H330 | HP4 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cadmio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H372-H302-H332--H312-H350-H340-H410 | HP7 | 100 |
| Cobalto e i suoi composti | mg/Kg | 10 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H302-H334-H317 H400-H410 | HP7 | 1000 |
| Cromo totale e i suoi composti | mg/Kg | 17 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H318 | HP4 | 100000 |
| Cromo esavalente | mg/Kg | n.d. | | CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1986 | H350-H317-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Ferro e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| *Manganese e i suoi composti | mg/Kg | 219 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H373-H302-H332-H400-H410 | HP5 | 100000 |
| *Mercurio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H330-H370-H373-H400-H410 | HP6 | 1000 |
| Nichel e i suoi composti | mg/Kg | 34 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H317-H372-H410 | HP7 | 1000 |
| Rame e i suoi composti | mg/Kg | 41 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H318-H319-H315-H330-H332-H410 | HP6 | 250000 |
| *Ossido di rame e i suoi composti | mg/Kg | 61 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302-H318-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *Selenio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H331-H301-H373-H400-H410 | HP6 | 35000 |
| Piombo e i suoi composti | mg/Kg | 13 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H360–H302-H332-H373-H400-H410 | HP10 | 3000 |
| *Ossido di piombo e i suoi composti | mg/Kg | 15 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| Tallio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H330-H373-H413 | HP6 | 2500 |
| *Tellurio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H317-H332-H360-H411 | HP5 | 2500 |
| Zinco e i suoi composti | mg/Kg | 46 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H314-H302-H410 | HP4 | 10000 |
| Vanadio e i suoi composti | mg/Kg | 9 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H314-H411 | HP4 | 10000 |

**IDROCARBURI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Idrocarburi C ≤ 12 | mg/Kg | <1 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 | H410-H413 | HP7-HP14 | 1000 |
| Idrocarburi C10-C40 | mg/Kg | 65 | | UNI EN 14039:2005 | H411 | HP7-HP14 | 1000 |
| *Idrocarburi totali | mg/Kg | 65 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 + UNI EN 14039:2005 | H350-H411 | HP7-HP14 | Per valore di concentrzione di idrocarburi totali (C≤12 + C>12) maggiore o uguale a 1000mg/kg, l'indiczione di pericolo H350 (caratteristica di pericolo HP7), è subordinata alla determinazione dellla presenza di uno degli IPA-*indicati di seguito (^)* - classificati come canc. Cat. 1 e Cat. 2 ai sensi della nota dell'ISS prot. 0036565 del 5/7/2006 e s.m.i. |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | *IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Naftalene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fenantrene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Crisene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(b)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(j)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(k)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP14 | 50 |
| *Benzo(e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Benzo(g,h,i)perilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,j)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2020 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,l)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2021 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2022 | H350 | HP7 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| *SOSTANZE CHE RIDUCONO LO STRATO DI OZONO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Clorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Halon | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Tetracloruro di carbonio | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H332-H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromuro di metile | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idrobromofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idroclorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromoclorometano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |

| *SOLVENTI AROMATICI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Benzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A2014 + EPA 8015D 2003 | H225-H319-H340-H350 - H372-H304 | HP7 | 1000 |
| *Toluene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H225-H315 -H304-H361-H373 | HP5 | 10000 |
| *Etilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2004 | H225-H304-H315-H361-H373 | HP5 | 225000 |
| *∑ Xileni | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H315-H312- H332 | HP4 | 200000 |
| *Stirene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H372- H315 - H319-H361-H332 | HP5 | 10000 |
| *n-Propilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *Isopropilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *1,3,5-Trimetilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335-H411 | HP14 | 10000 |
| *Tert-butilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335 | HP5 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***SOLVENTI ALOGENATI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Diclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351 | HP7 | 10000 |
| *Triclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302- H315- H351 - H373 | HP7 | 10000 |
| *Tetraclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H301- H311- H331- H351- H372 -H420 - H412 | HP7 | 10000 |
| *1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H319- H335- H412 | HP14 | 10000 |
| *1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H350- H302 - H315- H319- H335 | HP7 | 1000 |
| *1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H351- H302- H312- H332 | HP7 | 10000 |
| *1,1,1,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | - | - | - |
| *1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H310- H330- H411 | HP6 | 1000 |
| *1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H332- H350 | HP7 | 225000 |
| *1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350- H360F- H332- H312- H301 | HP7 | 1000 |
| *1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H224- H332- H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *Trans-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Cis-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Tricloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H315- H319- H341- H350- H336 | HP7 | 1000 |
| *Tetracloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *1,3-Dicloropropene (Trans+cis) | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226- H301- H311- H332- H315- H319- H317- H335- H304- H400- H410 | HP6 | 50000 |
| *Dibromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350-H301-H311-H331-H319-H335-H315-H411 | HP7 | 1000 |
| *Tribromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H331-H411-H315-H319 | HP6 | 35000 |
| *Bromodiclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H351-H335-H373 | HP7 | 10000 |
| *Dibromoclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302 | HP6 | 250000 |
| *Clorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H411-H315-H332 | HP6 | 225000 |
| *1,3-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *1,4-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H319-H351-H351-H400-H410 | HP7 | 10000 |
| *1,2-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H335-H400-H410 | HP4-HP5 | 200000 |
| *Bromobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H315-H411 | HP4 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***FENOLI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *4-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4-Diclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4,6-Triclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *Fenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301- H311- H331- | HP6 | 15000 |
| *2-Metilfenolo (*m*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *3-Metilfenolo (*o*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *4-Metilfenolo (*p*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |

***AMMINE AROMATICHE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anilina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H341-H331-H301-H372-H318-H317-H400 | HP14 | 1000 |
| *Difenilammina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301-H311-H331-H373-H410 | HP14 | 1000 |
| **o*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **o*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **m*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |

***NITROBENZENI**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H361-H301-H311-H331-H372-H411 | HP7 | 1000 |
| *1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-2-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-3-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-4-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***DIOSSINE E FURANI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8- Eptaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Ottaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Σ PCDD, PCDF | µg/kg TEF | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | 15 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***POLICLOROBIFENILI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-18 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-31 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-28 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-44 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-52 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-95 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-101 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-99 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-81 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-110 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-151 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-77 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-149 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-123 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-118 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-114 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-146 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-153 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-105 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-138 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-187 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-183 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-126 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-128 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-167 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-177 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-156 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-157 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-180 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-170 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-169 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-189 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *Σ PCB-cancerogeni totali | mg/Kg | <10 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Σ PCT totali (policlorotrifenili) | mg/Kg | n.d. | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |

***ALTRI INQUINANTI ORGANICI PERISTENTI (POPS)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcani $C_{10}$-$C_{13}$, cloro (paraffine clorurate a catena corta) | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10000 |
| *Esabromociclododecano | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |
| ***Pesticidi** | | | | | | | |
| *2,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *4,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Pentaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *PFOS | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esabromobifenile | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eptaclorano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esaclorobutadiene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 100 |
| *Esaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *α-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *β-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *γ-HCH (Lindano) | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Dieldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Endosulfan | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordecone | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Aldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Mirex | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Toxafene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| ***Polibromodifenil eteri** | | | | | | | |
| *2,2',4,4'-Tetrabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *2,2',4,4',6-Pentabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,2',4,4',5,5'-Esabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,3',4,4',5,6-Eptabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Decabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| ***Policloronaftaleni** | | | | | | | |
| *2-Cloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10 |
| *1,2-Dicloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2019 | - | - | |
| *1,2,3-Tricloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2020 | - | - | |
| *1,2,3,4-Tetracloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2021 | - | - | |
| *1,2,3,5,7-Pentacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2022 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6-Esacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2023 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6,7-Eptacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2024 | - | - | |
| *Ottacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2025 | - | - | |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 - Modifiche all'allegato IV e V del Regolamento UE 850/2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pentaclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| *Punto di infiammabilità | °C | ASTM D 3828 | n.d. | | |
| *PCI (Potere Calorifico Inferiore) | KJ/Kg | UNI 9903-5:1992 | n.d. | | |
| *TOC (Carbonio Organico Totale) | % | UNI EN 13137:2002 | 0,14 | | |

***FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura (±) | Direttiva Europea 67/548/CE |
|---|---|---|---|---|---|
| FAV (percentuale di ossidi alcalino e alcalino terrosi) | % | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009+ CALCOLO | n.d. | | Non pericoloso se >18% (nota Q) |
| FAV (diametro medio ponderale) | MICRON | MICROSCOPIA | n.d. | | Non pericoloso se >6 micron (nota R) |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 del 18/12/2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amianto totale | % | Assente | MOCF | H372-H350-H400-H410 | HP7 | 0,1 |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Incertezza di misura (±) |
|---|---|---|---|---|
| ^Determinazione quantitativa amianto campioni in massa mediante ESEM/EDS | % | <0,1 | DM del 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1 met B. | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| Categorie di pericolo | Indicazioni di pericolo | Caratteristiche di pericolo | Valore rilevato | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 | Cut-off (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | HP3 | - | <60 °C(Rifiuti liquidi); 55 °C < T °C <75 °C (Rifiuto di gasolio, carburanti, diesel e oli da riscaldamento) | |
| Skin corr. 1A | ΣH314* | HP4 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Skin irrit. 2 | ΣH315 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| Eye dam. 1 | ΣH318 | HP4 | **<10** | 100000 | 10000 |
| Eye irrit. 2 | ΣH319 | HP4 | **<10** | 200000 | 10000 |
| STOT SE 1 | H370 | HP5 | **<10** | 10000 | |
| STOT SE 2 | H371 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| STOT SE 3 | H335 | HP5 | **<10** | 200000 | |
| STOT RE 1 | H372 | HP5 | **34** | 10000 | |
| STOT RE 2 | H373 | HP5 | **233** | 100000 | |
| Asp. Tox. 1 * | ΣH304 | HP5 | **<10** | 100000 | |
| Acute Tox. 1 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **25** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Oral) | ΣH300 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 3 (Oral) | ΣH301 | HP6 | **<10** | 50000 | |
| Acute Tox. 4 (Oral) | ΣH302 | HP6 | **303** | 250000 | |
| Acute Tox. 1 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 2500 | |
| Acute Tox. 2 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | **<10** | 25000 | |
| Acute Tox. 3 (Dermal) | ΣH311 | HP6 | **<10** | 150000 | |
| Acute Tox. 4 (Dermal) | ΣH312 | HP6 | **<10** | 550000 | |
| Acute Tox. 1 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **41** | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | **<10** | 5000 | |
| Acute Tox. 3 (Inhal.) | ΣH331 | HP6 | **<10** | 35000 | |
| Acute Tox. 4 (Inhal.) | ΣH332 | HP6 | **354** | 225000 | |
| Acute Tox. 1 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 2 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 3 | ΣH301, ΣH311, ΣH331 | HP6 | **<10** | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 4 | ΣH302, ΣH312, ΣH332 | HP6 | **<10** | 10000 | 10000 |
| Carc. 1A e 1B | H350 | HP7 | **109** | 1000 | |
| Carc. 2 | H351 | HP7 | **<10** | 10000 | |
| Skin corr. 1A 1B o 1C | ΣH314 | HP8 | **<10** | 50000 | 10000 |
| Repr. 1A o 1B | H360 | HP10 | **13** | 3000 | |
| Repr. 2 | H361 | HP10 | **<10** | 30000 | |
| Muta 1A o 1B | H340 | HP11 | **<10** | 1000 | |
| Muta 2 | H341 | HP11 | **<10** | 10000 | |
| Skin Sens. 1 | H317 | HP13 | **44** | 100000 | |
| Resp. Sen. 1 | H334 | HP13 | **<10** | 100000 | |
| Aquatic Acute 1 | ∑H400 | HP14 | **<10** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1 | H410 | HP14 | **424** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 2 | H411 | HP14 | **74** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 3 | H412 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Aquatic Chronic 4 | H413 | HP14 | **<10** | 10000 | |
| Ozono | H420 | HP14 | **<10** | 1000 | |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3 | ΣH410, ΣH411, ΣH412 | HP14 | **43185** | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3, 4 | ΣH410, ΣH411, ΣH412, ΣH413 | HP14 | **498** | 250000 | 1000 |

* Se ΣH314 > 5% si applica la caratteristica di pericolo HP8



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 10** Rifiuti provenienti da processi termici | **10 01** Rifiuti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19) | **10 01 14*** | Ceneri pesanti, scorie e polveri da caldaia prodotti da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 01 16*** | Ceneri leggere prodotte da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 02** Rifiuti dell'industria siderurgica | **10 02 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 03** Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio | **10 03 04*** | Scorie della produzione primaria |
| | | | **10 03 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 03 09*** | Scorie nere della produzione secondaria |
| | | | **10 03 19*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 21*** | Altre particolati e polveri (compresi quelli prodotti da mulini a palle) contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 29*** | Rifiuti prodotti dal trattamento di scorie nere, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 04** Rifiuti della metallurgia termica del piombo | **10 04 01*** | Scorie della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 02*** | Scorie e schiumature della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 04*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 04 05*** | Altre polveri e particolato |
| | | | **10 04 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 05** Rifiuti della metallurgia termica dello zinco | **10 05 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 05 05*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 06** Rifiuti della metallurgia termica del rame | **10 06 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 06 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 08** Rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi | **10 08 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 08 15*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 09** Rifiuti della fusione di materiali ferrosi | **10 09 09*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 16** Rifiuti non specificati altimenti nell'elenco | **16 11** Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari | **16 11 01*** | Rifiuti e rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **16 11 03*** | Altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 17** Rifiuto di attività di costruzione e di demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati | **17 01** Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche | **17 01 06*** | Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 05** Terra (compresa quella proveniente da siti contaminati), rocce e materiale di drenaggio | **17 05 03*** | Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 09** Altri rifiuti provenienti dall'attività di demolizione e costruzione | **17 09 02*** | Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB, escluse le apparecchiature contenenti PCB |
| | | | **17 09 03*** | Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione,(compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 19** Rifiuti prodotti da impianto di trattamento dei rifiuti, impianto di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonchè dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale | **19 01** Rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti | **19 01 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi |
| | | | **19 01 11*** | Ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 13*** | Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 15*** | Polveri di caldaia, contenenti sostanze pericolose |
| | | **19 04** Rifiuti vetrificati o rifiuti di vetrificazione | **19 04 02*** | Ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi |
| | | | **19 04 03*** | Fase solida non vetrificata |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Concentrazione limite D.M. 186/06 Allegato 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,7 | | UNI EN ISO 10523:2012 | 5,5 – 12 |
| *COD | mg/l | <15 | | ISO 15705:2002 | 30 |
| Nitrati | mg/l | 0,2 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 50 |
| *Cianuri | mg/l | n.d. | | EPA 335.2 1980 | 0,05 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 1 |
| *Berillio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Cobalto | mg/l | <0,007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,005 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Piombo | mg/l | 0,002 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 3 |
| *Nichel | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| Vanadio | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Selenio | mg/l | 0,01 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,001 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1,5 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 100 |
| Solfati | mg/l | 1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 250 |
| *Amianto totale | mg/l | <1 | | MOCF (EPA/600/R-93/116) | 30 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

**LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITA' IN DISCARICA D.M. 27/09/2010 GU N. 281 DEL 01/12/2010 s.m.i.**

**TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004**

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Limite di accettabilità per rifiuti inerti (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti non pericolosi (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti pericolosi (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,7 | | UNI EN ISO 10523:2012 | | | |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | | 2 | 10 | 30 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | | 0,05 | 1 | 7 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | | 0,2 | 5 | 10 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| *Molibdeno | mg/l | <0,008 | | | 0,05 | 1 | 3 |
| Nichel | mg/l | 0,001 | | | 0,04 | 1 | 4 |
| *Piombo | mg/l | 0,002 | | | 0,05 | 1 | 5 |
| *Antimonio | mg/l | <0,03 | | | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| *Selenio | mg/l | 0,01 | | | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | | 0,4 | 5 | 20 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1 | 15 | 50 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | | 80 | 2500 | 2500 |
| Solfati | mg/l | 1 | | | 100 | 5000 | 5000 |
| *DOC | mg/l | <3 | | EPA 415.3 2005 | 50 | 100* | 100 |

* il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica alle seguenti tipologie di rifiuti aventi codici C.E.R.:
020301 020305 020403 020502 020603 020705 030301 030302 030305 030307 030308 030309 030310 030311 030399 190805 190801 190802 200304 200306 200141 191210 191212 190501

^La prova è stata effettuata dal laboratorio Centro di analisi chimiche Srl.

**NOTE:**

Il rifiuto esaminato, per i parametri presi in considerazione scelti sulle indicazioni e notizie fornite dal produttore/richiedente, sulla scorta del ciclo di produzione, la natura e l'origine dichiarate dal produttore del rifiuto, nonché l'attribuzione del codice C.E.R. da parte del produttore, tenendo presente la Decisione n. 2014/955/UE e s.m.i. del 18/12/2014 che modifica la Decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, il Regolamento n°1357/2014/UE che sostituisce l'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE , il Regolamento UE 2016/1179 e s.m.i. che modifica il Regolamento n°1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il D.Lgs 152/06 e s.m.i.,il Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 che modifica il Regolamento UE 850/2004 nell'Allegato IV e V,il Regolamento UE1021/2019 che modifica Regolamento UE 850/2004, sulla base dei dati analitici eseguiti e dal confronto dei dati analitici con i valori limite pescritti dal regolamento UE 1179/2016, compresi il rame e il piombo, non presenta nessuna delle caratteristiche di pericolosità ai punti da HP3 a HP8, HP10, HP11 e HP13. Inoltre il rifiuto non possiede nessuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato al Regolamento UE997/2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE per la caratteristica di pericolo HP14. Visto il Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019, relativo ai composti organici persistenti, che annulla e sostituisce il regolamento (CE) n.850/2004, si ritiene quanto segue:

Il rifiuto esaminato è classificabile come **"rifiuto speciale non pericoloso"** con codice C.E.R. **17 05 04**

Il rifiuto ai sensi del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06 allegato 1 punto 7 RIENTRA nella categoria dei rifiuti inerti provenienti da attività di scavo Tipologia **7.31bis**

Per lo smaltimento, considerato le concentrazioni degli inquinanti nell'eluato eseguito secondo quanto previsto nell'Allegato 3 al D.M. Ambiente 186 del 05/04/06, è possibile inviare il rifiuto ad idoneo impianto di recupero.

- Incertezza di misura espressa con un livello di fiducia del 95% e con un fattore di copertura k=2

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Per. Chimico

*I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova salvo autorizzazione scritta di questo laboratorio.*



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RAPPORTO DI PROVA n°:** | **2020011730** | del | **06/02/2020** |
| **Richiedente:** | **Geotec S.p.a.**<br>**Via G. Barbato, 20**<br>**86100 Campobasso (CB)** | | |
| **Prelievo del:** | **15-gen-20** | **Data ricevimento:** | **17-gen-20** |
| **Luogo del prelievo:** | **Metro Genova Tratta Brin - Canepari** | | |
| **Campione:** | **Rifiuto** | **Campionamento :** | **A cura del committente** |
| **Tipo:** | **Campione MIF6 da 0,0 a 5,00 mt** | | **effettuato dal richiedente e consegnato in laboratorio** |
| **Codice CER:** | **17 05 04** | **Descrizione CER:** | **terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503** |
| **Metodo di campionamento:** | **UNI10802:2013** | **n° verbale di prelievo:** | |
| **Data inizio prove:** | **17-gen-20** | **Data fine prove:** | **06/02/2020** |

**Parametri organolettici e chimico fisici**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 1:5 | - | CNR IRSA 1 Q 64 Vol. 3 1985 | 8,7 | | ≤2 (HP8) - ≥11,5 (HP8) |
| *Stato fisico | - | VISIVO | solido non polverulento | | |
| *Odore | - | OLFATTIVO | sui generis | | |
| *Colore | - | VISIVO | misto | | |
| Residuo a 105°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | 89,9 | | |
| Residuo a 550°C | % | CNR IRSA 2 Q. 64 Vol. 2 1984 | n.d. | | |

**Analisi delle sostanze le cui concentrazioni determinano le caratteristiche di pericolosità del rifiuto**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alluminio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H315-H319-H335-H412 | HP4 | 200000 |
| *Antimonio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H332-H351-H411 | HP6 | 225000 |
| Arsenico e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H300-H314 -H400-H410 | HP6-HP14 | 1000 |
| *Bario e i suoi composti | mg/Kg | 54 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302 | HP6 | 50000 |
| Berillio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H301-H330-H319-H372-H317-H411 | HP6 | 5000 |
| *Bismuto e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H312-H315-H319-H332 | HP6 | 20000 |
| *Boro e i suoi composti | mg/Kg | 33 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H314-H330 | HP4 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cadmio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H372-H302-H332--H312-H350-H340-H410 | HP7 | 100 |
| Cobalto e i suoi composti | mg/Kg | 8 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H302-H334-H317 H400-H410 | HP7 | 1000 |
| Cromo totale e i suoi composti | mg/Kg | 17 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H318 | HP4 | 100000 |
| Cromo esavalente | mg/Kg | n.d. | | CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1986 | H350-H317-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Ferro e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| *Manganese e i suoi composti | mg/Kg | 278 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H373-H302-H332-H400-H410 | HP5 | 100000 |
| *Mercurio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H330-H370-H373-H400-H410 | HP6 | 1000 |
| Nichel e i suoi composti | mg/Kg | 24 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H350-H317-H372-H410 | HP7 | 1000 |
| Rame e i suoi composti | mg/Kg | 30 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H318-H319-H315-H330-H332-H410 | HP6 | 250000 |
| *Ossido di rame e i suoi composti | mg/Kg | 45 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H332-H302-H318-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *Selenio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H331-H301-H373-H400-H410 | HP6 | 35000 |
| Piombo e i suoi composti | mg/Kg | 10 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H360–H302-H332-H373-H400-H410 | HP10 | 3000 |
| *Ossido di piombo e i suoi composti | mg/Kg | 12 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | - | - | - |
| Tallio e i suoi composti | mg/Kg | <5 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H300-H330-H373-H413 | HP6 | 2500 |
| *Tellurio e i suoi composti | mg/Kg | n.d. | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H317-H332-H360-H411 | HP5 | 2500 |
| Zinco e i suoi composti | mg/Kg | 44 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H314-H302-H410 | HP4 | 10000 |
| Vanadio e i suoi composti | mg/Kg | 13 | | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | H302-H314-H411 | HP4 | 10000 |

**IDROCARBURI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Idrocarburi C ≤ 12 | mg/Kg | <1 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 | H410-H413 | HP7-HP14 | 1000 |
| Idrocarburi C10-C40 | mg/Kg | 50 | | UNI EN 14039:2005 | H411 | HP7-HP14 | 1000 |
| *Idrocarburi totali | mg/Kg | 50 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003 + UNI EN 14039:2005 | H350-H411 | HP7-HP14 | Per valore di concentrzione di idrocarburi totali (C≤12 + C>12) maggiore o uguale a 1000mg/kg, l'indiczione di pericolo H350 (caratteristica di pericolo HP7), è subordinata alla determinazione dellla presenza di uno degli IPA-*indicati di seguito (^)* - classificati come canc. Cat. 1 e Cat. 2 ai sensi della nota dell'ISS prot. 0036565 del 5/7/2006 e s.m.i. |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | *IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Naftalene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Acenaftene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fenantrene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Crisene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(b)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350-H400-H410 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(j)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(k)fluorantene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Benzo(a)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP14 | 50 |
| *Benzo(e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)antracene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350-H410 | HP7 | 25 |
| *Benzo(g,h,i)perilene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,h)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2019 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,j)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2020 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,l)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2021 | H350 | HP7 | 1000 |
| *Dibenzo(a,e)pirene | mg/Kg | <2 | | EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2022 | H350 | HP7 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| *SOSTANZE CHE RIDUCONO LO STRATO DI OZONO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Clorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Halon | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Tetracloruro di carbonio | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H332-H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromuro di metile | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idrobromofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Idroclorofluorocarburi | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |
| *Bromoclorometano | mg/Kg | <25 | | EPA 5021A 2014 + EPA 8021B 2014 | H420 | HP14 | 1000 |

| *SOLVENTI AROMATICI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
| *Benzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A2014 + EPA 8015D 2003 | H225-H319-H340-H350 - H372-H304 | HP7 | 1000 |
| *Toluene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H225-H315 -H304-H361-H373 | HP5 | 10000 |
| *Etilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2004 | H225-H304-H315-H361-H373 | HP5 | 225000 |
| *∑ Xileni | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H315-H312- H332 | HP4 | 200000 |
| *Stirene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H372- H315 - H319-H361-H332 | HP5 | 10000 |
| *n-Propilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *Isopropilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226- H304 - H335 - H411 | HP14 | 10000 |
| *1,3,5-Trimetilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335-H411 | HP14 | 10000 |
| *Tert-butilbenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8015D 2003 | H226-H335 | HP5 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***SOLVENTI ALOGENATI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Diclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351 | HP7 | 10000 |
| *Triclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302- H315- H351 - H373 | HP7 | 10000 |
| *Tetraclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H301- H311- H331- H351- H372 -H420 - H412 | HP7 | 10000 |
| *1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H319- H335- H412 | HP14 | 10000 |
| *1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H350- H302 - H315- H319- H335 | HP7 | 1000 |
| *1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H351- H302- H312- H332 | HP7 | 10000 |
| *1,1,1,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | - | - | - |
| *1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H310- H330- H411 | HP6 | 1000 |
| *1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H302- H332- H350 | HP7 | 225000 |
| *1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350- H360F- H332- H312- H301 | HP7 | 1000 |
| *1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H224- H332- H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *Trans-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Cis-1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H225- H332- H412 | HP6 | 225000 |
| *Tricloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H315- H319- H341- H350- H336 | HP7 | 1000 |
| *Tetracloroetilene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H351- H411 | HP7 | 10000 |
| *1,3-Dicloropropene (Trans+cis) | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226- H301- H311- H332- H315- H319- H317- H335- H304- H400- H410 | HP6 | 50000 |
| *Dibromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H350-H301-H311-H331-H319-H335-H315-H411 | HP7 | 1000 |
| *Tribromometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H331-H411-H315-H319 | HP6 | 35000 |
| *Bromodiclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H351-H335-H373 | HP7 | 10000 |
| *Dibromoclorometano | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302 | HP6 | 250000 |
| *Clorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H411-H315-H332 | HP6 | 225000 |
| *1,3-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *1,4-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H319-H351-H351-H400-H410 | HP7 | 10000 |
| *1,2-Diclorobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H302-H315-H319-H335-H400-H410 | HP4-HP5 | 200000 |
| *Bromobenzene | mg/Kg | <5 | | EPA 5021A 2014+ EPA 8021B 2014 | H226-H315-H411 | HP4 | 200000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***FENOLI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *4-Clorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4-Diclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *2,4,6-Triclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H332-H312-H302-H411 | HP6 | 250000 |
| *Fenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301- H311- H331- | HP6 | 15000 |
| *2-Metilfenolo (*m*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *3-Metilfenolo (*o*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |
| *4-Metilfenolo (*p*-Cresolo) | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H314-H301-H311 | HP4 | 10000 |

***AMMINE AROMATICHE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anilina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H341-H331-H301-H372-H318-H317-H400 | HP14 | 1000 |
| *Difenilammina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301-H311-H331-H373-H410 | HP14 | 1000 |
| **o*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Toluidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H301--H331-H350-H319-H400 | HP7 | 1000 |
| **o*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **m*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |
| **p*-Anisidina | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H350-H373-H400 | HP7 | 1000 |

***NITROBENZENI**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H351-H361-H301-H311-H331-H372-H411 | HP7 | 1000 |
| *1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H300-H310-H330-H373-H400-H410 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-2-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-3-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |
| *1-Cloro-4-nitrobenzene | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | H302-H400 | HP14 | 1000 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



***DIOSSINE E FURANI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8- Esaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8- Eptaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo-p-diossina | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Ottaclorodibenzofurano | µg/kg | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | - |
| *Σ PCDD, PCDF | µg/kg TEF | <0,1 | | EPA 8280B 2007 | - | - | 15 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

***POLICLOROBIFENILI**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-18 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-31 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-28 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-44 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-52 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-95 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-101 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-99 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-81 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-110 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-151 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-77 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-149 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-123 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-118 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-114 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-146 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-153 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-105 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-138 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-187 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-183 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-126 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-128 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-167 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-177 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-156 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-157 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-180 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *PCB-170 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-169 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *PCB-189 | mg/Kg | <1 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | - |
| *Σ PCB-cancerogeni totali | mg/Kg | <10 | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Σ PCT totali (policlorotrifenili) | mg/Kg | n.d. | | EPA3550C 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |

***ALTRI INQUINANTI ORGANICI PERISTENTI (POPS)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcani $C_{10}$-$C_{13}$, cloro (paraffine clorurate a catena corta) | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10000 |
| *Esabromociclododecano | mg/Kg | <50 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |
| ***Pesticidi** | | | | | | | |
| *2,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *4,4'-DDT | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Pentaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *PFOS | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esabromobifenile | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eptaclorano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Esaclorobutadiene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 100 |
| *Esaclorobenzene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *α-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *β-HCH | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *γ-HCH (Lindano) | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordano | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Dieldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Eldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Endosulfan | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Clordecone | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Aldrin | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Mirex | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *Toxafene | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| ***Polibromodifenil eteri** | | | | | | | |
| *2,2',4,4'-Tetrabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 50 |
| *2,2',4,4',6-Pentabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *2,2',4,4',5,5'-Esabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *2,3,3',4,4',5,6-Eptabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| *Decabromodifenil etere | mg/Kg | <1 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | |
| ***Policloronaftaleni** | | | | | | | |
| *2-Cloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 10 |
| *1,2-Dicloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2019 | - | - | |
| *1,2,3-Tricloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2020 | - | - | |
| *1,2,3,4-Tetracloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2021 | - | - | |
| *1,2,3,5,7-Pentacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2022 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6-Esacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2023 | - | - | |
| *1,2,3,4,5,6,7-Eptacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2024 | - | - | |
| *Ottacloronaftalene | mg/Kg | <3 | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2025 | - | - | |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 - Modifiche all'allegato IV e V del Regolamento UE 850/2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pentaclorofenolo | mg/Kg | n.d. | | EPA 3550C 2007+ EPA 8270E 2018 | - | - | 1000 |

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura(±) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| *Punto di infiammabilità | °C | ASTM D 3828 | n.d. | | |
| *PCI (Potere Calorifico Inferiore) | KJ/Kg | UNI 9903-5:1992 | n.d. | | |
| *TOC (Carbonio Organico Totale) | % | UNI EN 13137:2002 | 0,3 | | |

***FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV)**

| Parametro esaminato | Unità di misura | Metodo di prova | Risultati | Incertezza di misura (±) | Direttiva Europea 67/548/CE |
|---|---|---|---|---|---|
| FAV (percentuale di ossidi alcalino e alcalino terrosi) | % | UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009+ CALCOLO | **n.d.** | | Non pericoloso se >18% (nota Q) |
| FAV (diametro medio ponderale) | MICRON | MICROSCOPIA | **n.d.** | | Non pericoloso se >6 micron (nota R) |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Indicazioni di pericolo | Caratteristica di pericolo più elevata | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 del 18/12/2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amianto totale | % | Assente | MOCF | H372-H350-H400-H410 | HP7 | 0,1 |

| Prova analitica sul campione tal quale | Unità di misura | Risultati | Metodo | Incertezza di misura (±) |
|---|---|---|---|---|
| ^Determinazione quantitativa amianto campioni in massa mediante ESEM/EDS | % | <0,1 | DM del 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1 met B. | |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

| Categorie di pericolo | Indicazioni di pericolo | Caratteristiche di pericolo | Valore rilevato | Concentrazione limite Regolamento UE n° 1357/2014 + Regolamento UE 2016/1179 + Regolamento UE 997/2017 | Cut-off (mg/Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | HP3 | - | <60 °C(Rifiuti liquidi); 55 °C < T °C <75 °C (Rifiuto di gasolio, carburanti, diesel e oli da riscaldamento) | |
| Skin corr. 1A | ΣH314* | HP4 | <10 | 10000 | 10000 |
| Skin irrit. 2 | ΣH315 | HP4 | <10 | 200000 | 10000 |
| Eye dam. 1 | ΣH318 | HP4 | <10 | 100000 | 10000 |
| Eye irrit. 2 | ΣH319 | HP4 | <10 | 200000 | 10000 |
| STOT SE 1 | H370 | HP5 | <10 | 10000 | |
| STOT SE 2 | H371 | HP5 | <10 | 100000 | |
| STOT SE 3 | H335 | HP5 | <10 | 200000 | |
| STOT RE 1 | H372 | HP5 | 24 | 10000 | |
| STOT RE 2 | H373 | HP5 | 288 | 100000 | |
| Asp. Tox. 1 * | ΣH304 | HP5 | <10 | 100000 | |
| Acute Tox. 1 (Oral) | ΣH300 | HP6 | 33 | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Oral) | ΣH300 | HP6 | <10 | 2500 | |
| Acute Tox. 3 (Oral) | ΣH301 | HP6 | <10 | 50000 | |
| Acute Tox. 4 (Oral) | ΣH302 | HP6 | 380 | 250000 | |
| Acute Tox. 1 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | <10 | 2500 | |
| Acute Tox. 2 (Dermal) | ΣH310 | HP6 | <10 | 25000 | |
| Acute Tox. 3 (Dermal) | ΣH311 | HP6 | <10 | 150000 | |
| Acute Tox. 4 (Dermal) | ΣH312 | HP6 | <10 | 550000 | |
| Acute Tox. 1 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | 30 | 1000 | |
| Acute Tox. 2 (Inhal.) | ΣH330 | HP6 | <10 | 5000 | |
| Acute Tox. 3 (Inhal.) | ΣH331 | HP6 | <10 | 35000 | |
| Acute Tox. 4 (Inhal.) | ΣH332 | HP6 | 417 | 225000 | |
| Acute Tox. 1 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | <10 | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 2 | ΣH300, ΣH310, ΣH330 | HP6 | <10 | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 3 | ΣH301, ΣH311, ΣH331 | HP6 | <10 | 1000 | 1000 |
| Acute Tox. 4 | ΣH302, ΣH312, ΣH332 | HP6 | <10 | 10000 | 10000 |
| Carc. 1A e 1B | H350 | HP7 | 82 | 1000 | |
| Carc. 2 | H351 | HP7 | <10 | 10000 | |
| Skin corr. 1A 1B o 1C | ΣH314 | HP8 | <10 | 50000 | 10000 |
| Repr. 1A o 1B | H360 | HP10 | 10 | 3000 | |
| Repr. 2 | H361 | HP10 | <10 | 30000 | |
| Muta 1A o 1B | H340 | HP11 | <10 | 1000 | |
| Muta 2 | H341 | HP11 | <10 | 10000 | |
| Skin Sens. 1 | H317 | HP13 | 32 | 100000 | |
| Resp. Sen. 1 | H334 | HP13 | <10 | 100000 | |
| Aquatic Acute 1 | ∑H400 | HP14 | <10 | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1 | H410 | HP14 | 439 | 1000 | |
| Aquatic Chronic 2 | H411 | HP14 | 63 | 10000 | |
| Aquatic Chronic 3 | H412 | HP14 | <10 | 10000 | |
| Aquatic Chronic 4 | H413 | HP14 | <10 | 10000 | |
| Ozono | H420 | HP14 | <10 | 1000 | |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3 | ΣH410, ΣH411, ΣH412 | HP14 | 44550 | 250000 | 1000 |
| Aquatic Chronic 1, 2, 3, 4 | ΣH410, ΣH411, ΣH412, ΣH413 | HP14 | 503 | 250000 | 1000 |

* Se ΣH314 > 5% si applica la caratteristica di pericolo HP8



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019 - Relativo ai composti organici persistenti

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 10** Rifiuti provenienti da processi termici | **10 01** Rifiuti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19) | **10 01 14*** | Ceneri pesanti, scorie e polveri da caldaia prodotti da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 01 16*** | Ceneri leggere prodotte da coincenerimento, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 02** Rifiuti dell'industria siderurgica | **10 02 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 03** Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio | **10 03 04*** | Scorie della produzione primaria |
| | | | **10 03 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 03 09*** | Scorie nere della produzione secondaria |
| | | | **10 03 19*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 21*** | Altre particolati e polveri (compresi quelli prodotti da mulini a palle) contenenti sostanze pericolose |
| | | | **10 03 29*** | Rifiuti prodotti dal trattamento di scorie nere, contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 04** Rifiuti della metallurgia termica del piombo | **10 04 01*** | Scorie della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 02*** | Scorie e schiumature della produzione primaria e secondaria |
| | | | **10 04 04*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 04 05*** | Altre polveri e particolato |
| | | | **10 04 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 05** Rifiuti della metallurgia termica dello zinco | **10 05 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 05 05*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 06** Rifiuti della metallurgia termica del rame | **10 06 03*** | Polveri dei gas di combustione |
| | | | **10 06 06*** | Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi |
| | | **10 08** Rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi | **10 08 08*** | Scorie saline della produzione secondaria |
| | | | **10 08 15*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |
| | | **10 09** Rifiuti della fusione di materiali ferrosi | **10 09 09*** | Polveri dei gas di combustione contenenti sostanze pericolose |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Codici CER interessati | **CER 16** Rifiuti non specificati altimenti nell'elenco | **16 11** Rifiuti di rivestimenti e materiali refrattari | **16 11 01*** | Rifiuti e rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **16 11 03*** | Altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti da processi metallurgici, contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 17** Rifiuto di attività di costruzione e di demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati | **17 01** Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche | **17 01 06*** | Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 05** Terra (compresa quella proveniente da siti contaminati), rocce e materiale di drenaggio | **17 05 03*** | Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose |
| | | **17 09** Altri rifiuti provenienti dall'attività di demolizione e costruzione | **17 09 02*** | Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB, escluse le apparecchiature contenenti PCB |
| | | | **17 09 03*** | Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione,(compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose |
| | **CER 19** Rifiuti prodotti da impianto di trattamento dei rifiuti, impianto di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonchè dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale | **19 01** Rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti | **19 01 07*** | Rifiuti solidi provenienti da trattamento dei fumi |
| | | | **19 01 11*** | Ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 13*** | Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose |
| | | | **19 01 15*** | Polveri di caldaia, contenenti sostanze pericolose |
| | | **19 04** Rifiuti vetrificati o rifiuti di vetrificazione | **19 04 02*** | Ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi |
| | | | **19 04 03*** | Fase solida non vetrificata |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Concentrazione limite D.M. 186/06 Allegato 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,6 | | UNI EN ISO 10523:2012 | 5,5 – 12 |
| *COD | mg/l | <15 | | ISO 15705:2002 | 30 |
| Nitrati | mg/l | 1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 50 |
| *Cianuri | mg/l | n.d. | | EPA 335.2 1980 | 0,05 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 1 |
| *Berillio | mg/l | <0,0007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Cobalto | mg/l | <0,007 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,005 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Piombo | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 3 |
| *Nichel | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| Vanadio | mg/l | 0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,25 |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 |
| *Selenio | mg/l | 0,005 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,01 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,001 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1,5 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 100 |
| Solfati | mg/l | 1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 250 |
| *Amianto totale | mg/l | <1 | | MOCF (EPA/600/R-93/116) | 30 |



Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio iscritto nell'albo regionale dei laboratori che effettuano analisi per l'autocontrollo alimentare n° 103 CE (Regione Campania Decr. 100/2014)

Laboratorio iscritto nella lista 1 del Ministero della Salute per analisi amianto (cod:354CAM25)

Pollution S.r.l.
LABORATORIO DI ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
STUDIO DI CONSULENZA AMBIENTALE

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N. 1432 L

## LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITA' IN DISCARICA D.M. 27/09/2010 GU N. 281 DEL 01/12/2010 s.m.i.

### TEST DI CESSIONE SECONDO NORMA UNI EN 12457-2:2004

Soluzione lisciviante ottenuta con acqua deionizzata in rapporto L/S = 10 l/kg

| Parametro esaminato | Unità di misura | Risultati | Incertezza di misura (±) | Metodo di prova | Limite di accettabilità per rifiuti inerti (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti non pericolosi (mg/l) | Limite di accettabilità per rifiuti pericolosi (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | unità di pH | 8,6 | | UNI EN ISO 10523:2012 | | | |
| *Arsenico | mg/l | <0,03 | | APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 | 0,05 | 0,2 | 2,5 |
| *Bario | mg/l | <0,004 | | | 2 | 10 | 30 |
| Cadmio | mg/l | <0,0005 | | | 0,004 | 0,1 | 0,5 |
| Cromo totale | mg/l | <0,0005 | | | 0,05 | 1 | 7 |
| *Rame | mg/l | <0,005 | | | 0,2 | 5 | 10 |
| *Mercurio | mg/l | <0,001 | | | 0,001 | 0,02 | 0,2 |
| *Molibdeno | mg/l | <0,008 | | | 0,05 | 1 | 3 |
| Nichel | mg/l | 0,001 | | | 0,04 | 1 | 4 |
| *Piombo | mg/l | 0,001 | | | 0,05 | 1 | 5 |
| *Antimonio | mg/l | <0,03 | | | 0,006 | 0,07 | 0,5 |
| *Selenio | mg/l | 0,005 | | | 0,01 | 0,05 | 0,7 |
| Zinco | mg/l | 0,001 | | | 0,4 | 5 | 20 |
| Fluoruri | mg/l | <0,1 | | UNI EN ISO 10304-1: 2009 | 1 | 15 | 50 |
| Cloruri | mg/l | 4 | | | 80 | 2500 | 2500 |
| Solfati | mg/l | 1 | | | 100 | 5000 | 5000 |
| *DOC | mg/l | <3 | | EPA 415.3 2005 | 50 | 100* | 100 |

* il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica alle seguenti tipologie di rifiuti aventi codici C.E.R.:
020301 020305 020403 020502 020603 020705 030301 030302 030305 030307 030308 030309 030310 030311 030399 190805 190801 190802 200304 200306 200141 191210 191212 190501

^La prova è stata effettuata dal laboratorio Centro di analisi chimiche Srl.

**NOTE:**

Il rifiuto esaminato, per i parametri presi in considerazione scelti sulle indicazioni e notizie fornite dal produttore/richiedente, sulla scorta del ciclo di produzione, la natura e l'origine dichiarate dal produttore del rifiuto, nonché l'attribuzione del codice C.E.R. da parte del produttore, tenendo presente la Decisione n. 2014/955/UE e s.m.i. del 18/12/2014 che modifica la Decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della Direttiva 2008/98/CE, il Regolamento n°1357/2014/UE che sostituisce l'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE , il Regolamento UE 2016/1179 e s.m.i. che modifica il Regolamento n°1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il D.Lgs 152/06 e s.m.i.,il Regolamento UE 2019/636 del 23 aprile 2019 che modifica il Regolamento UE 850/2004 nell'Allegato IV e V,il Regolamento UE1021/2019 che modifica Regolamento UE 850/2004, sulla base dei dati analitici eseguiti e dal confronto dei dati analitici con i valori limite pescritti dal regolamento UE 1179/2016, compresi il rame e il piombo, non presenta nessuna delle caratteristiche di pericolosità ai punti da HP3 a HP8, HP10, HP11 e HP13. Inoltre il rifiuto non possiede nessuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato al Regolamento UE997/2017 che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE per la caratteristica di pericolo HP14. Visto il Regolamento UE 2019/1021 del 10 giugno 2019, relativo ai composti organici persistenti, che annulla e sostituisce il regolamento (CE) n.850/2004, si ritiene quanto segue:

Il rifiuto esaminato è classificabile come **"rifiuto speciale non pericoloso"** con codice C.E.R. **17 05 04**

Il rifiuto ai sensi del D.M. 05/02/98, come modificato dal D.M. 186 del 05/04/06 allegato 1 punto 7 RIENTRA nella categoria dei rifiuti inerti provenienti da attività di scavo Tipologia **7.31bis**

Per lo smaltimento, considerato le concentrazioni degli inquinanti nell'eluato eseguito secondo quanto previsto nell'Allegato 3 al D.M. Ambiente 186 del 05/04/06, è possibile inviare il rifiuto ad idoneo impianto di recupero.

- Incertezza di misura espressa con un livello di fiducia del 95% e con un fattore di copertura k=2

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. Per. Chimico

*I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova salvo autorizzazione scritta di questo laboratorio.*

# METROPOLITANA DI GENOVA

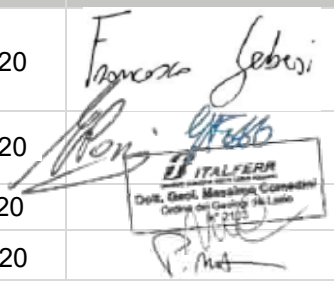
## Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA




# STUDI E INDAGINI
# REPORT DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

| Commessa | Fase | Lotto | Disciplina | WBS | Tipo | Numero | Foglio | Rev. Esterna |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MGE1 | PF | L2 | GEO | COM | R | 002 | 00 | A |

| Rev. | Descrizione | Nome | | Data | Firma |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Prima emissione | Redatto | F. Gerbasi | 23.12.20 |  |
| | | Verificato | E. Poggi<br>G. Fadda | 23.12.20 | |
| | | Approvato | M. Comedini | 23.12.20 | |
| | | Autorizzato | P. Marchetti | 23.12.20 | |
| B | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |
| C | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |
| D | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |

# INDICE


| | | |
|---|---|---|
| PREMESSA | | 5 |
| 1. | NORME TECNICHE APPLICATE | 6 |
| 2. | INDAGINI GEOGNOSTICHE | 7 |
| 2.1 | UBICAZIONE | 7 |
| 2.2 | ATTREZZATURE E PROCEDURE OPERATIVE DI PERFORAZIONE | 8 |
| 2.3 | GEOLOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE | 10 |
| 2.4 | PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI E RIMANEGGIATI | 10 |
| 3. | PROVE IN FORO | 11 |
| 3.1 | PROVE IN FORO – PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT) | 11 |
| 3.2 | PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO DI SONDAGGIO – PROVE LEFRANC CV | 12 |
| 4. | CONDIZIONAMENTO DEI FORI DI SONDAGGIO | 15 |
| 4.1 | INSTALLAZIONE PIEZOMETRO A TUBO APERTO IN PVC TIPO NORTON 2'' | 15 |
| 4.2 | INSTALLAZIONE IN PVC PER PROSPEZIONE SISMICA IN FORO (DOWN-HOLE) | 16 |


**ALLEGATI**


ALLEGATO 1 – MIF7
- ALL. 1.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 1.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV

ALLEGATO 2 – MIF8
- ALL. 2.1 REPORT FOTOGRAFICO
- ALL. 2.2 STRATIGRAFIA
- ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV

# INDICE DELLE FIGURE


| | | |
|---|---|---|
| Figura 1. | Area di Lavoro | 7 |
| Figura 2. | Caratteristiche tecniche sonda Nenzi Gelma 1 | 8 |
| Figura 3. | GPS GNSS Leica – Controller ed antenna | 10 |
| Figura 4. | Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile | 13 |

# INDICE DELLE TABELLE


| | | |
|---|---|---|
| Tabella 1. | Elenco lavorazioni eseguite e strumentazione installata per sondaggio | 7 |
| Tabella 2. | Elenco campioni prelevati per sondaggio e loro destinazione | 10 |
| Tabella 3. | Elenco prove SPT eseguite (AGI 1977) | 12 |
| Tabella 4. | Elenco prove Lefranc a CV eseguite | 14 |
| Tabella 5. | Elenco strumentazione installata per sondaggio | 15 |

# PREMESSA

Nell'ambito del progetto di fattibilità tecnica ed economica 'METROPOLITANA DI GENOVA - Opere di prolungamento della tratta da CANEPARI-RIVAROLO' la Società **SYSTRA S.p.A.** ha incaricato la Società **GEOTEC S.p.A.** ad eseguire indagini geognostiche e prove in sito.

Scopo delle indagini è la ricostruzione della successione stratigrafica del sottosuolo e le caratteristiche litotecniche dei terreni ivi presenti.

La campagna indagini è stata articolata in:

- Esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Analisi geomeccanica dei sondaggi;
- Prove penetrometriche in foro di sondaggio (Prove SPT);
- Prove di permeabilità in foro di sondaggio (Prove Lefranc);
- Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per analisi di laboratorio;
- Installazione di strumentazione in foro di sondaggio (Piezometri a tubo aperto e Tubi per esecuzione di Prove sismiche Down Hole).

Il presente elaborato riporta le risultanze delle indagini effettuate, esplicandone le procedure e le modalità operative seguite in fase esecutiva. Fornisce, altresì, i dati tecnici sui mezzi d'opera impiegati.

# 1. NORME TECNICHE APPLICATE

Il carotaggio, l'installazione delle attrezzature, l'esecuzione delle prove in situ e il prelievo dei campioni, sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1977;

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e le prescnz1on1 per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;

Norme standard previste per l'esecuzione delle prove 1n situ e ID laboratorio (ASTM,AASHO, AASHTO, AGI);

D.M. 471/99 - Procedure per il campionamento ambientale dei terreni e delle acque sotterranee;

Specifiche Tecniche redatte da ITALFERR S.p.A. - U.O. GEOLOGIA

# 2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sono stati realizzati n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con tecnica tradizionale, con una profondità massima raggiunta pari a 50 mt dal p.c..

Tabella 1. **Elenco lavorazioni eseguite e strumentazione installata per sondaggio**

| SOND. | Z | TIPO (*) | STRUM. INSTALLATA (**) | CAMPIONI (***) | SPT | LEFRANC CV | DATA | | COORDINATE | | QUOTA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | *m* | | - | *n°* | *n°* | *n°* | *INIZIO* | *FINE* | *EST* | *NORD* | *m s.l.m.* |
| MIF7 | 35 | DH | TB SIS 3'' 0-35 m C | CI=0 CR=6 | 6 | 1 | 10/02/2020 | 13/02/2020 | 8°53'35.08" | 44°26'10.00" | 26,8 |
| MIF8 | 50 | PZ | PZ TA 2'' 0-6 m C 6-50 m F | CI=2 CR=6 | 8 | 1 | 14/02/2020 | 21/02/2020 | 8°53'28.24" | 44°26'16.49" | 26,3 |

* DH = Down Hole; PZ = Piezometro
**CI=Campioni Indisturbati; CR=Campioni Rimaneggiati
** PZ TA 2''= Piezometro a tubo aperto da 2''; TB SIS 3'' = Tubo sismica da 3''

## 2.1 Ubicazione

I punti di indagine sono stati indicati dalla DD.LL. (Fig.1), la Geotec S.p.a. ha provveduto a localizzare i punti di indagine più consoni dove installare una piazzola di lavoro adeguata ed a contattare i proprietari dei fondi, i quali hanno rilasciato una specifica autorizzazione per l'accesso, l'esecuzione dei sondaggi e le successive fasi di misurazione.

Nelle occasioni in cui si è verificata l'impossibilità di eseguire l'indagine nel punto previsto o nelle sue immediate vicinanze, si è provveduto ad individuare posizioni alternative, tempestivamente trasmesse alla Committente per ottenere l'autorizzazione allo spostamento.




Figura 1. Area di Lavoro

Le coordinate, determinate attraverso GPS, sono indicate nelle monografie e nei certificati di prova presenti in allegato.

## 2.2 Attrezzature e procedure operative di perforazione

L'esecuzione dei sondaggi è avvenuta a mezzo di perforatrice carro cingolata **NENZI GELMA 1**, si riportano le caratteristiche tecniche (Fig. 2).





NENZI GELMA 1

| | | |
|---|---|---|
| Coppia max | Nm | 6000 |
| Velocità di rotazione | giri/min | 30-550 |
| Corsa testa idraulica | mm | 3400 |
| Spinta | kg | 3000 |
| Tiro | kg | 4500 |
| Cap. tiro max argano | kg | 2000 |
| Morse e svitatore cap. | mm | 50-203 |
| Pompa acqua Triplex | l/min | 200 |
| Motore diesel | KW | 80 |
| Martello idraulico energia | J/colpo | 70 |
| Martello idraulico frequenza | c/min | 1000 |
| Peso sonda | Kg | 10000 |
| Lunghezza in spostamento | mm | 5200 |
| Larghezza in spostamento | mm | 2500 |
| Altezza in spostamento | mm | 3000 |
| Lunghezza in lavoro | mm | 5200/6600 |
| Larghezza in lavoro | mm | 2500 |
| Altezza in lavoro | mm | 8100-5200 |

**Figura 2.** Caratteristiche tecniche sonda Nenzi Gelma 1

Le normative e raccomandazioni seguite sono:

- Associazione geotecnica italiana (1977) - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";
- ASTM D4220-95 (2000) – “Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples”;
- ASTM D5079-90 (1996) – “Standard Practices for Preserving and Transporting Rock Core Samples”;
- ASTM D6032-96 – “Standard Test Method for Determining Rock Quality Designation (RQD) of Rock Core”.

Per la lubrificazione degli strumenti di perforazione, si è utilizzata, dove necessario, acqua chiara con aggiunta additivi biodegradabili.

La perforazione e l’infissione del rivestimento provvisorio (casing ϕ 127) sono stati condotti in modo da minimizzare la variazione di stato dei terreni attraversati. Sono stati utilizzati inoltre batterie di aste con filettatura tronco conica, di diametro nominale esterno pari a 85 mm e lunghezza pari a 3.0 m, a meno delle aste di manovra da 1.0/1.5 m.

Durante la perforazione, si è monitorato il livello di falda tramite freatimetro a precisione millesimale.

Le letture effettuate sono riportate nelle osservazioni del profilo stratigrafico (vedi Allegati).

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica, munite di scomparti divisori e di coperchio apribile (modello Italia). Sui bordi e all’interno di dette cassette sono state indicate le quote dei recuperi e tutti gli elementi utili per il riconoscimento delle quote dei campionamenti. Le cassette catalogatrici, infine, sono state fotografate complete di tutte le indicazioni utili al loro riconoscimento. Dette fotografie sono allegate nel presente rapporto.

Per ogni sondaggio è stata preparata una documentazione fotografica e la redazione di un profilo stratigrafico in cui sono state segnalate le principali caratteristiche litologiche dei terreni attraversati. In ultima analisi l’attrezzatura da perforazione è stata pulita mediante l’impiego di idro pulitrice.

Nel corso delle fasi di perforazione è stato monitorato il livello di falda tramite freatimetro, eseguendo letture ad inizio e fine giornata, installato lo strumento sono stati eseguite ulteriori indagini.

## 2.3 Geolocalizzazione dei punti di indagine

La campagna di misurazione delle coordinate relative ai punti d'indagine, è stata condotta tramite dispositivo GPS GNSS Leica mod. CS15 – GS15 (Fig. 3).



**Figura 3.** GPS GNSS Leica – Controller ed antenna

Per l'accuratezza posizionale è stato utilizzato il metodo Real Time Kinematic (RTK) con appoggio alla rete Leica – Italpos che fornisce una correzione alle coordinate nel sistema di riferimento ITRF 2000 – RDN (http://it.smartnet-eu.com/mappa-delle-stazioni_19.htm). Come punto di misura è stato considerato il bocca foro.

## 2.4 Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati

Nel corso dell'attività di perforazione sono stati prelevati sia campioni indisturbati che rimaneggiati (Tab.2) questi sono stati inviati presso il laboratorio BRAINSTORMERS di Potenza (PZ) per le analisi geotecniche.

Tabella 2. **Elenco campioni prelevati per sondaggio e loro destinazione**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MIF7** | | | | |
| CR1 | 10,0 m | 10,5 m | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR2 | 15,0 m | 15,3 m | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| **MIF8** | | | | |
| CR1 | 13,7 m | 14,0 m | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR2 | 19,7 m | 20,0 m | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CI1 | 29,0 m | 29,6 m | Campione Indisturbato tipo Mazier | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CI2 | 35,0 m | 35,6 m | Campione Indisturbato tipo Mazier | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |
| CR3 | 46,3 m | 46,6 m | Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta | LAB. ANALISI GEOTEC. BRAINSTORMERS |

I campioni indisturbati prelevati nel corso delle fasi di perforazione con carotiere Mazier in terreni in prevalenza granulari fini.

# 3. PROVE IN FORO

Durante l'esecuzione dei sondaggi, secondo le richieste della DD.LL., sono state eseguite diverse tipologie di prove in foro, per una caratterizzazione geologico tecnica del terreno (SPT) e per una caratterizzazione della permeabilità (Lefranc a carico variabile).

I risultati sono riportati negli allegati relativi.

## 3.1 Prove in foro – Prove Standard Penetration Test (SPT)

La prova SPT. consiste nell'infissione a percussione di uno speciale campionatore (a parete grossa, di forma e dimensioni normalizzate) che, penetrando nel terreno, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (come numero N di colpi di un apposito maglio per un dato avanzamento) e subordinatamente di prelevare piccoli campioni del terreno stesso. La prova SPT (Standard Penetration Test) è una prova puntuale che viene eseguita nel corso della perforazione, al fondo del foro. É molto nota, standardizzata sia dalla A.S.T.M. Designation 1586/67, dal sottocomitato I.S.S.M.F.E. (Associazione Geotecnica Internazionale), per le prove penetrometriche in Europa, nonché dalle "Raccomandazioni" A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977). Il dispositivo utilizzato è del tipo standard della Nenzi con:

- Altezza di caduta pari a 76 cm con sistema di sgancio automatico,
- Massa del maglio pari a 63.4 kg,
- Batterie di aste con diametro pari 50.8 mm, lunghezza paria a 1.5 metri, peso pari a 7 kg/m,
- Tubo campionatore (campionatore Raymond) con scarpetta terminale.

Prima di eseguire la prova penetrometrica standard entro un foro rivestito è necessario controllare con adeguato scandaglio la quota del fondo del foro. Questo deve risultare al di sotto della scarpa dei tubi di rivestimento ed inoltre non più di 7 cm sopra la quota raggiunta con la manovra di perforazione e pulizia. In caso contrario si dovrà correggere l'avanzamento del tubo di rivestimento o ripetere l'operazione di pulizia e scandaglio.

Calato il campionatore SPT in fondo al foro, si registrano i seguenti dati:

- Diametro e profondità del rivestimento
- Profondità del fondo del foro
- Tipo di aste (diametro esterno e peso unitario)
- Penetrazione del campionatore nel terreno sotto il peso proprio e delle aste

La prova vera e propria consiste nel far penetrare il campionatore, posato in fondo al foro, per due tratti successivi, registrando il numero di colpi di maglio {con maglio 63,5 kg x 0,76 m).

Il primo tratto, detto di avviamento, corrisponde a un avanzamento di 15 cm (ivi inclusa l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio) e il relativo numero di colpi è designato con N1.

Se con N1 = 50 l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa; la prova è considerata conclusa e si annota la relativa penetrazione(ad es.N1 = 50/13cm).

Se il tratto di avviamento è superato con N1≤50, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto da 30 cm, contando separatamente il numero di colpi necessario per la penetrazione dei primi e dei secondi 15 cm (N2 ed N3) fino al limite di 100 colpi (N2 + N3 ≤ 100).

Se con N2 + N3 = 100 non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm l'infissione viene sospesa e la prova è considerata conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Il ritmo della percussione nel corso della prova dev'essere compreso tra 10 e 25 colpi/ minuto.

Se la prova viene eseguita in terreni molto compatti o ghiaiosi, la scarpa del campionatore SPT potrà essere sostituita con una punta conica (diametro esterno 51 mm, apertura 60°), registrando numero di colpi/avanzamento.

Tabella 3. **Elenco prove SPT eseguite (AGI 1977)**

| **MIF7 - SPT - n°6**: | **MIF8 - SPT - n°8**: |
|---|---|
| SPT1 (8,00 m) 5-6-8; | SPT1 (9,00 m/PC) 29-35-41; |
| SPT2 (11,00 m) R | SPT2 (12,00 m/PC) R(5cm); |
| SPT3 (14,00 m) R | SPT3 (17,20 m/PC) 34-40-41; |
| SPT4 (17,00 m) 20-29-34 | SPT4 (20,00 m/PC) 38-42-48; |
| SPT5 (20,55 m) 20-27-34 | SPT5 (23,00 m/PA) 6-7-9; |
| SPT6 (23,00 m) 12-14-18 | SPT6 (26,00 m/PC) R(6cm); |
| | SPT7 (29,55 m/PA) 6-7-8; |
| | SPT8 (36,55 m/PA) 5-7-8; |

## 3.2 Prove di permeabilità in foro di sondaggio – Prove Lefranc CV

Nel corso delle lavorazioni sono state eseguite, a varie profondità, prove di permeabilità del tipo Lefranc.

Tali prove sono state condotte a fondo foro dei sondaggi, a diverse profondità degli stessi, dapprima interrompendo la perforazione e successivamente realizzando una sezione filtrante, sollevando per una lunghezza prestabilita la colonna di rivestimento.

Le prove possono essere condotte:

- a carico idraulico costante, mantenendo fisso il livello dell'acqua immessa nel tubo di rivestimento e misurando la portata di regime;
- a carico idraulico variabile, misurando la variazione nel tempo del livello dell'acqua nel foro, dopo aver creato un temporaneo innalzamento (o anche abbassamento, per prove eseguite al di sotto della falda acquifera) riempiendo il foro d'acqua (o emungendo acqua dalla falda).

Nel caso che il terreno interessato dalla cavità filtrante tenda a franare o a rifluire, è necessario adottare particolari provvedimenti per la creazione della cavità di prova, procedendo come segue:

1. rivestire il foro fino al fondo con tubazione provvisoria;
2. immettere nel fondo del foro della ghiaia pulita (o comunque materiale granulare a permeabilità decisamente superiore a quella del terreno da provare);
3. sollevare di qualche decimetro la colonna di rivestimento, curando che la base di questa non risalga mai al di sopra dello strato di ghiaia immessa;
4. ripetere eventualmente le operazioni sopradescritte fino ad ottenere una sezione filtrante delle dimensioni prefissate.

Prove a carico variabile:

Per la prova a carico variabile si rilevano i cambiamenti del battente d'acqua nel tempo. La prova può essere eseguita sia in abbassamento (dopo aver rilevato la quota idrostatica della falda, si versa acqua nel foro sino ad un'altezza nota e successivamente si determina la velocità con cui cala l'altezza della colonna d'acqua), sia in risalita (si deprime il livello della falda fino ad un punto prestabilito e quindi si calcola la velocità di risalita).

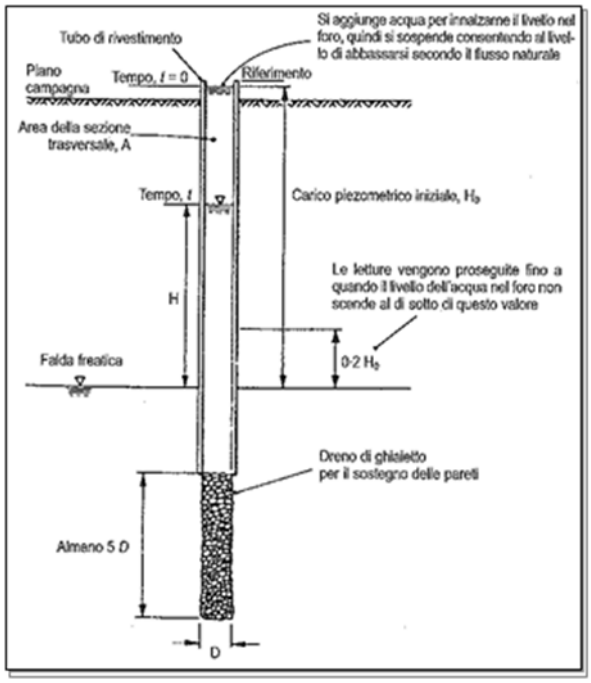



Figura 4. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile

Solitamente si ricorre al test di abbassamento, che è più rapido. La prova di abbassamento comincia con l'introduzione di acqua nel perforo, fino a raggiungere un'altezza nota $h_0$. A questo punto, si sospende l'immissione e si inizia la registrazione dei livelli e dei tempi, dopo aver segnato ora e minuti di partenza (tempo $t_0$). Ad intervalli di tempo regolari e frequenti, si verifica il livello idrodinamico in foro, riportando i dati su una tabella appositamente predisposta.

Le letture sono effettuate finché l'altezza dell'acqua in pozzo è:

$$\Delta h \leq \frac{1}{5} * h_0$$

Si costruisce poi un grafico, ponendo in ordinata la velocità di abbassamento o di risalita $[(h_2-h_1)/(t_2-t_1)]$ e in ascissa il livello medio $[(h_2-h_1)/2]$, per i vari crono intervalli computati.

La conducibilità idraulica si ricava infine dall'equazione:

$$K = \frac{A}{C_L * (t_2 - t_1)} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

dove:

K = permeabilità (m/s)

A = area di base del sondaggio ($m^2$)

$C_L$ = coefficiente di forma

$t_1$ e $t_2$ = tempi (secondi) in cui si determinano i carichi idraulici $h_1$ e $h_2$ (metri).

Tabella 4. **Elenco prove Lefranc a CV eseguite**

| PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC CV | | | |
|---|---|---|---|
| N° | SIGLA | QUOTA (m) | Kh (m/s) |
| 1 | MIF7_LF_CV1 | 9,30 - 10,00 | 1,60E-04 |
| 2 | MIF8_LF_CV1 | 10,00 - 10,60 | 1,39E-05 |

# 4. CONDIZIONAMENTO DEI FORI DI SONDAGGIO

Su tutti i fori eseguiti, in accordo con la DD.LL., si è proceduto con l'installazione finale della relativa strumentazione.

Di seguito si illustrano le modalità di installazione seguite per ciascuna tipologia di strumentazione adottata:

Tabella 5. **Elenco strumentazione installata per sondaggio**

| SONDAGGIO | Z | TIPO (*) | STRUM. INSTALLATA (**) |
|---|---|---|---|
| - | *m* | | - |
| MIF1 | 35 | DH | TB SIS 3''<br>0-35 m C |
| MIF2 | 50 | PZ | PZ TA 2''<br>0-6 m C<br>6-50 m F |

* DH = Down Hole; PZ = Piezometro

** PZ TA 2''= Piezometro a tubo aperto da 2''; TB SIS 3'' = Tubo sismica da 3''

## 4.1 Installazione piezometro a tubo aperto in PVC tipo Norton 2''

Il piezometro a tubo aperto e costituito da una batteria di tubi giuntati in forma solidale fino all'ottenimento della lunghezza richiesta; il tratto immerso nell'acquifero e parzialmente finestrato. Il diametro può variare in funzione o dell'eventuale prelievo, all'interno del piezometro, di campioni Il piezometro a tubo aperto è costituito da una batteria di tubi giuntati in forma solidale fino all'ottenimento della lunghezza richiesta; il tratto immerso nell'acquifero è parzialmente finestrato. Il diametro può variare in funzione o dell'eventuale prelievo, all'interno del piezometro, di campioni d'acqua, o della posa di sonde o altri strumenti di misura. Comunemente i diametri più utilizzati variano da 1 a 4 pollici, ma si possono installare diametri maggiori.

Le modalità di installazione sono state le seguenti:

- Avanzamento del rivestimento fino alla profondità di installazione del tubo;
- Lavaggio del foro con abbondante acqua pulita;
- Installazione del tubo piezometrico (**nel nostro caso 2"**), normalmente costituito da un tratto filtrante (tubo finestrato) e da un tratto chiuso (tubo cieco). Lo schema del piezometro varia in base alla profondità del livello di falda;
- Nell'intercapedine tubo-rivestimento va posato in opera materiale granulare pulito fino a circa 1 m sopra l'estremità superiore del tratto finestrato, estraendo, senza rotazione, il rivestimento;
- Si continua con la posa in opera di ghiaietto e, a seguire un tappo di bentonite. Si completa il tratto cieco fino a piano campagna con una miscela ternaria di acqua/cemento e bentonite;
- Una volta terminato, il piezometro si chiude con un tappo a pressione o filettato, viene messo un lucchetto e successivamente viene installato il chiusino da campagna e/o carrabile;
- Il lavaggio dei piezometri è stato eseguito tramite iniezione di acqua pulita in pressione fino a completa chiarificazione.

Lo schema dei piezometri sono riportati nelle stratigrafie presentate in allegato.

## 4.2 Installazione in PVC per prospezione sismica in foro (Down-Hole)

Al fine di effettuare successive prove geofisiche in foro tipo down hole, alcuni fori sono stati strumentati con tubazione in PVC avente diametro pari a 3 pollici.

Dopo aver installato la colonna di tubi all'interno del foro, essa è stata resa solidale al terreno circostante con una miscela costituita da acqua cemento e bentonite, messa in opera a bassa pressione tramite un tubicino semirigido in PVC calato a fondo foro insieme alla colonna di tubi. La cementazione avviene così dal basso verso l'alto, in modo tale da evitare che resti intrappolata acqua o sacche d'aria nell'intercapedine tubi – terreno circostante.

La preparazione del fori e l'installazione della relativa strumentazione è stata eseguita seguendo la normativa di riferimento AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) (Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche). Terminate le operazioni, le strumentazioni installate sono state chiuse con tappi filettati e successivamente dotati dei chiusini carrabili in ghisa.

CAMPOBASSO, Marzo 2020

GEOTEC SPA

# ALLEGATO 1

# SONDAGGIO
# MIF7 DH (35 m)

*ALL. 1.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 1.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV*

# SONDAGGIO
# MIF7 DH (35 m)

# ALL. 1.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF7 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 10/02 - 13/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | **Quota**: 26,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 4 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF7 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 10/02 - 13/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | **Quota**: 26,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 2 di 4 |

## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)



## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)

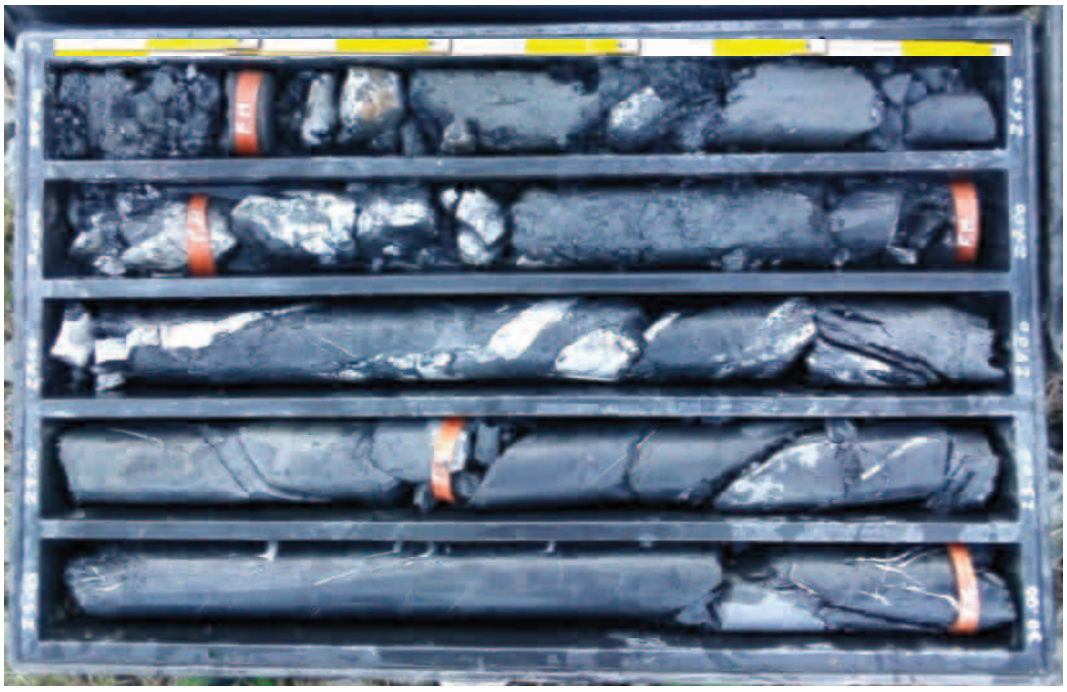


| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF7 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 10/02 - 13/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | **Quota**: 26,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 3 di 4 |

## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)

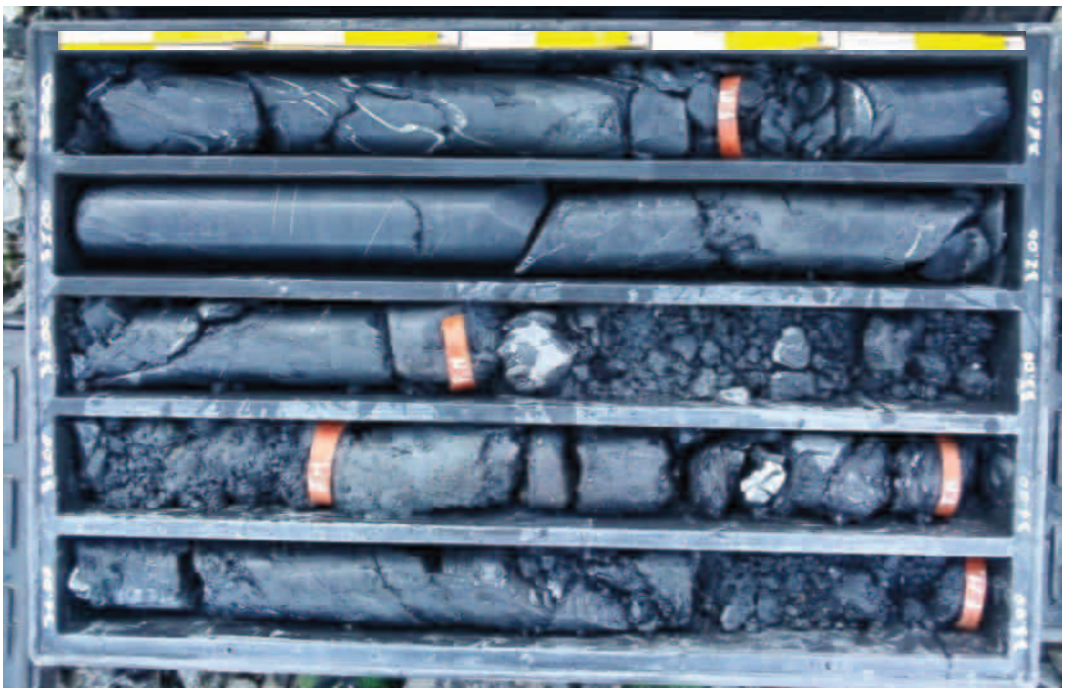


## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF7 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 10/02 - 13/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | **Quota**: 26,8 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 4 di 4 |

## CASSETTA 7 (30.0 – 35.0 m)



## POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF7 DH (35 m)

# ALL. 1.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF7 - DH (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 10/02 - 13/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | Quota: 26,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :60

# STRATIGRAFIA - MIF7 - DH (35 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | | | | Ballast ferroviario realizzato con materiale a granulometria mista ben stabilizzato. (Riporto) | | | | CA1) Dis < 0,01 5,00 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | 3,0 | Deposito rimaneggiato assimilabile a riporto antropico, costituito da clasti e ghiaia sabbiosa, ghiaia poligenica da fine a grossolana (0,2-6 cm), a spigoli vivi, colore da marrone scuro a grigio scuro con clasti (<= 8 cm). (Riporto) | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 2 | | | | 6,7 | Clasti e ghiaia poligenica di origine fluviale misto pedemontana, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), da poco a mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa color grigio scuro fino ad avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo (argilliti), rocce verdi, quarzo, arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli vivi debolemnte sub arrotondati, grado di addensamento medio-alto (<= 9 cm). (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | SPT1) SPT < 8,00 8,45 | 8,0 | 5-6-8 | 14 | A | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 3 | | | | | Clasti e ghiaia poligenica di origine fluviale, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa colore da marrone chiaro ad avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo (argilliti), rocce verdi, quarzo, arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli sub arrotondati fino ad arrotondati, con grado di addensamento medio-alto. In cassa sono presenti passaggi decimetrici fortemente dilavati dalla perforazione. (Deposito alluvionale) | | | | CR1) Rim < 10,00 10,50 | | | | Lefranc CV | | |
| 11 | | | | | 11,4 | | | | | | 11,0 | R | | C | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF7 - DH (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 10/02 - 13/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | Quota: 26,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :60

# STRATIGRAFIA - MIF7 - DH (35 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 3 | | | | | Clasti e ghiaia poligenica di origine fluviale, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa colore da marrone chiaro ad avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo (argilliti), rocce verdi, quarzo, arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli sub arrotondati fino ad arrotondati, con grado di addensamento medio-alto. In cassa sono presenti passaggi decimetrici fortemente dilavati dalla perforazione. (Deposito alluvionale) | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | 14,0 | R | | C | | | |
| 15 | | | | | | | | | | CR2) Rim < 15,00 15,30 | | | | | | | |
| 16 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | SPT4) SPT < 17,00 17,45 | 17,0 | 20-29-34 | 63 | C | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 5 | | | | | | | | | SPT5) SPT < 20,55 21,00 | 20,6 | 20-27-34 | 61 | A | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | SPT6) SPT < 23,00 23,45 | 23,0 | 12-14-18 | 32 | A | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF7 - DH (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 10/02 - 13/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | Quota: 26,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :60

# STRATIGRAFIA - MIF7 - DH (35 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r | A s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 5 | | | | 24,7 | Clasti e ghiaia poligenica di origine fluviale, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa colore da marrone chiaro ad avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo (argilliti), rocce verdi, quarzo, arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli sub arrotondati fino ad arrotondati, con grado di addensamento medio-alto. In cassa sono presenti passaggi decimetrici fortemente dilavati dalla perforazione. (Deposito alluvionale) | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | 27,0 | Clasti e ghiaia in matrice argillosa sabbiosa, costituita da clasti e ghiaia da fine a grossolana, di origine monogenica (argillite e quarzo), da angolare a subangolare, costituita da frammenti di roccia di fondo da avana ad grigio scuro, presenza di clasti di quarzo ed arenarie siltose fini. (Cappellaccio - Substrato alterato) | | | | | | | | | | | |
| 28 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione, con foliazione disposta mediamente a circa 30° rispetto all'asse di avanzamento della perforazione, marcato da vene di quarzo. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, maanche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato) | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | R.Q.D.% 27,00-28,40 m -> 89% 28,40-30,00 m -> 75% 30,00-30,70 m -> 71% 30,70-32,50 m -> 69% 32,50-33,30 m -> 0% 33,30-34,00 m -> 43% 34,00-33,30 m -> 50% | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | 101 | | | 35,0 | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF7 - DH (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 10/02 - 13/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | Quota: 26,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :60

# STRATIGRAFIA - MIF7 - DH (35 mt)



Sondaggio: MIF3
Sonda: GELMA1

Profondità raggiunta: 35 m
Sondatore: SIG. Samuele Guerrera

PROVE IN FORO:

PROVA LEFRANC:
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (9,30-10,0 m)

- PROVE SPT: n°6
SPT1 (8,00 m) 5-6-8;
SPT2 (11,00 m) R
SPT3 (14,00 m) R
SPT4 (17,00 m) 20-29-34
SPT5 (20,55 m) 20-27-34
SPT6 (23,00 m) 12-14-18

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°4
MIF7_SPT1 8,00-8,45 m
MIF7_CR1 10,00-10,50 m
MIF7_CR2 15,00-15,30 m
MIF7_SPT4 17,00-17,45 m
MIF7_SPT5 20,55-21,00 m
MIF7_SPT6 23,00-23,45 m

CAMPIONI AMBIENTALI: n°1
MIF7_CA1 0,00 - 5,00 m

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tubo in PVC per sismica 3'' atossico
Data d'installazione: 13/02/2020
Cieco: 35 ml (da 0.0 a 35.0 m);
Cementato: 35 ml (da 0,0 a 35,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
Caratteristiche del chiusino: Chiusino in metallo ad alta visibilità

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF7 - DH (35 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 10/02 - 13/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'10.00"N 8°53'35.08"E | Quota: 26,8 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
12) Simbolo del campione
13) Profondità di inizio della prova S.P.T.
14) Prova S.P.T.
15) Valore di Nspt
16) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
17) Prove in foro
18) Piezometri
19) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella* |
| | *drenaggio* |
| | *cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF7 DH (35 m)

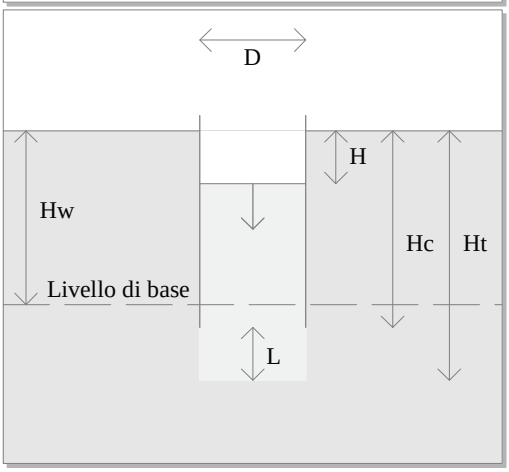
# ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

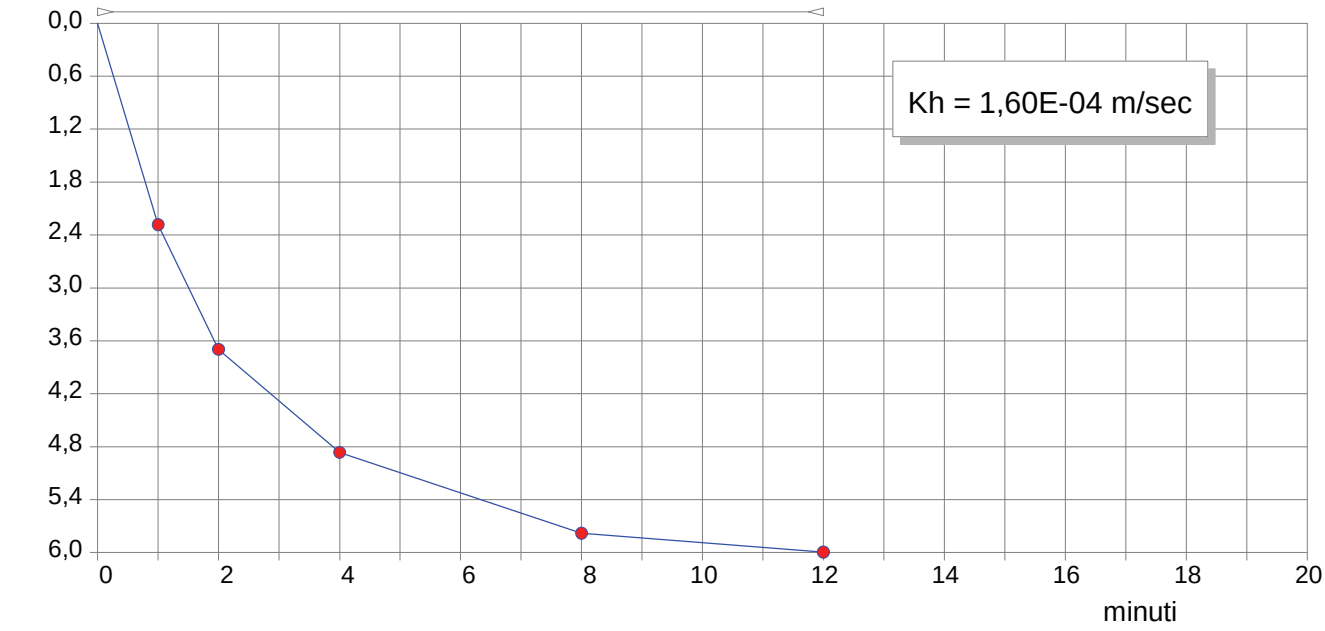
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF7 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 9,00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 3,00 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 9,30 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 10,00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 0,70 |
| Coefficiente di forma | 0,70 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 6,0 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 3,7 | 2,3 | 1,44E-04 | | | | |
| 2 | 2,3 | 3,7 | 1,44E-04 | | | | |
| 4 | 1,1 | 4,9 | 1,07E-04 | | | | |
| 8 | 0,2 | 5,8 | 1,24E-04 | | | | |
| 12 | 0,0 | 6,0 | 2,83E-04 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# ALLEGATO 2

# SONDAGGIO
# MIF8 PZ (50 m)

*ALL. 2.1 REPORT FOTOGRAFICO*
*ALL. 2.2 STRATIGRAFIA*
*ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV*

# SONDAGGIO
# MIF8 PZ (50 m)

# ALL. 2.1 REPORT FOTOGRAFICO

| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF8 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 14-21/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | **Quota**: 26.3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 1 di 6 |

## CASSETTA 1 (0.0 – 5.0 m)



## CASSETTA 2 (5.0 – 10.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF8 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 14-21/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | **Quota**: 26.3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 2 di 6 |

## CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)



## CASSETTA 4 (15.0 – 20.0 m)



## CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)



## CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 m)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF8 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 14-21/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | **Quota**: 26.3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 4 di 6 |

## CASSETTA 7 (30.0 – 35.0 m)



## CASSETTA 8 (35.0 – 40.0)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF8 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 14-21/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | **Quota**: 26.3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 5 di 6 |

## CASSETTA 9 (40.0 – 45.0)



## CASSETTA 10 (45.0 -50.0)



| | |
|---|---|
| **Committente**: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | **Sondaggio**: MIF8 |
| **Riferimento**: Metro Genova - Tratta CANEPARI-RIVAROLO | **Data**: 14-21/02/2020 |
| **Coordinate**: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | **Quota**: 26.3 m s.l.m. |
| **Perforazione**: Carotaggio continuo | **Pagina**: 6 di 6 |

# POSTAZIONE



# SONDAGGIO
# MIF8 PZ (50 m)

# ALL. 2.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

Sede legale, Amministrazione ed Uffici Tecnici
Zona Ind. - S. Giovanni in Golfo, Via G. Barbato, 20 86100 Campobasso
Tel: 0874 481868 – email: info@geotecspa.com
www.geotecspa.com

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF8 - PZ (50 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 14-21/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | Quota: 26.3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :65

# STRATIGRAFIA - MIF8 - PZ (50 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | | | | Deposito rimaneggiato assimilabile a riporto antropico, costituito da clasti e ghiaia sabbiosa, ghiaia poligenica da fine a grossolana (0,2-6 cm), a spigoli vivi, colore da marrone scuro a grigio scuro con clasti (<= 8 cm). (Riporto) | | | | CA1) Dis < 0,01 5,00 | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 6,8 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 2 | | | | | Clasti e ghiaia poligenica di origine fluviale misto pedemontana, da fine a grossolana (0,2 - 6 cm), da poco a mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa color grigio scuro fino ad avana. Presenza di frammenti di roccia di fondo arenaria, ghiaia da fine a grossolana, a spigoli vivi debolemnte sub arrotondati, grado di addensamento medio-alto (<= 9 cm). (Deposito alluvionale misto pedemontano) | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | 9,0 | 29-35-41 | 76 | C | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | Lefranc CV | | |
| 11 | 3 | | | | | Limo argilloso sabbioso di colore da marrone chiaro a grigio chiaro, con ghiaia (in prevalenza argillite e quarzo) da fine a grossolana, con presenza di clasti a spigoli vivi fino a sub arrotondati, con grado di addensamento medio. A partire da 20 m fino alla base dello strato la percentuale di limo ed argilla colore marrone chiaro nella matrice aumenta considerevolmente. (Deposito alluvionale) | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | 12,0 | | | | | | 12,0 | R | | C | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF8 - PZ (50 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 14-21/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | Quota: 26.3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :65

# STRATIGRAFIA - MIF8 - PZ (50 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 3 | | | | | Limo argilloso sabbioso di colore da marrone chiaro a grigio chiaro, con ghiaia (in prevalenza argillite e quarzo) da fine a grossolana, con presenza di clasti a spigoli vivi fino a sub arrotondati, con grado di addensamento medio. A partire da 20 m fino alla base dello strato la percentuale di limo ed argilla colore marrone chiaro nella matrice aumenta considerevolmente. (Deposito alluvionale) | | | | CR1) Rim < 13,70 14,00 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 4 | | | | | | | | | | 17,2 | 34-40-41 | 81 | C | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | CR2) Rim < 19,70 20,00 | 20,0 | 38-42-48 | 90 | C | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | SPT5) SPT < 23,00 23,45 | 23,0 | 6-7-9 | 16 | A | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 6 | | | | | | | | | | 26,0 | R | | C | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF8 - PZ (50 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 14-21/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | Quota: 26.3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :65

# STRATIGRAFIA - MIF8 - PZ (50 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | | | | | | Limo argilloso sabbioso di colore da marrone chiaro a grigio chiaro, con ghiaia (in prevalenza argillite e quarzo) da fine a grossolana, con presenza di clasti a spigoli vivi fino a sub arrotondati, con grado di addensamento medio. A partire da 20 m fino alla base dello strato la percentuale di limo ed argilla colore marrone chiaro nella matrice aumenta considerevolmente. (Deposito alluvionale) | | | | | | | | | | | |
| 28 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | Cl1) Maz < 29,00 29,60 | | | | | | | |
| 30 | | | | | 30,0 | | | | | SPT7) SPT < 29,55 30,00 | 29,6 | 6-7-8 | 15 | A | | | |
| 31 | | | | | | Limo e limi debolmente sabbiosi con ghiaia fine e media (intervalli da centimetrici a decimetrici), colore grigio da chiaro con sfumature di grigio scuro. La ghiaia presente è costituita (prevalenza di argillite e quarzo) da fine a media, con presenza di clasti a spigoli vivi fino a sub arrotondati, con grado di addensamento medio. (Deposito alluvionale) | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | 7 | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione, con foliazione disposta mediamente a circa 30° rispetto all'asse di avanzamento della perforazione, marcato da vene di quarzo. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, maanche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato) | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | Cl2) Maz < 35,00 35,60 | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | 8 | | | | | R.Q.D.% 37,55-38,80 m -> 88% 38,80-40,25 m -> 62% 40,25-41,25 m -> 60% 41,25-42,20 m -> 32% 42,20-43,90 m -> 65% 43,90-45,20 m -> 81% 45,20-46,00 m -> 75% 46,00-47,00 m -> 70% 47,00-48,20 m -> 33% 48,20-50,00 m -> 75% | | | | SPT8) SPT < 36,55 37,00 | 36,6 | 5-7-8 | 15 | A | | | |
| 38 | | | | | 37,6 | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF8 - PZ (50 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 14-21/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | Quota: 26.3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :65

# STRATIGRAFIA - MIF8 - PZ (50 mt)



| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 8 | | | | | Argilliti siltose nere con strati da millimetrici a centimetrici di quarzo ed intercalazioni di arenarie siltose fini, a medio - basso grado di metamorfismo, di colore grigio scuro fino a grigio nero con lucentezza metallica sulla frattura fresca, raramentre grigio chiaro (intercalazioni di arenarie siltose). La roccia fittamente foliata e plicata, presenza di vene e noduli di quarzo di neoformazione, con foliazione disposta mediamente a circa 30° rispetto all'asse di avanzamento della perforazione, marcato da vene di quarzo. Alto grado di deformazione tettonica, si presenta una struttura caotica piegata e fagliata, maanche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato)<br><br>R.Q.D.%<br>37,55-38,80 m -> 88%<br>38,80-40,25 m -> 62%<br>40,25-41,25 m -> 60%<br>41,25-42,20 m -> 32%<br>42,20-43,90 m -> 65%<br>43,90-45,20 m -> 81%<br>45,20-46,00 m -> 75%<br>46,00-47,00 m -> 70%<br>47,00-48,20 m -> 33%<br>48,20-50,00 m -> 75% | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | CR3) Rim < 46,30 46,60 | | | | | | | |
| 47 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | 101 | | | 50,0 | | | | | | | | | | | | |

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF8 - PZ (50 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 14-21/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | Quota: 26.3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

SCALA 1 :65

# STRATIGRAFIA - MIF8 - PZ (50 mt)



Sondaggio: MIF8 Profondità raggiunta: 50 m
Sonda: GELMA1 Sondatore: SIG. Samuele Guerrera

PROVE IN FORO:

PROVA LEFRANC:
LF-CV1 - Lefranc CV 1 (10,00-10,60 m)

- PROVE SPT: n°8
SPT1 (9,00 m/PC) 29-35-41;
SPT2 (12,00 m/PC) R(5cm);
SPT3 (17,20 m/PC) 34-40-41;
SPT4 (20,00 m/PC) 38-42-48;
SPT5 (23,00 m/PA) 6-7-9;
SPT6 (26,00 m/PC) R(6cm);
SPT7 (29,55 m/PA) 6-7-8;
SPT8 (36,55 m/PA) 5-7-8;

NB. ASTM - D1586-99 (2001); A.G.I. (1977); ISSMFE Technical Committee (1988)

CAMPIONI INDISTURBATI: n°2
MIF8_CI1 (Mazier) - da m 29,00 a m 29,60
MIF8_CI2 (Mazier) - da m 35,00 a m 35,60

CAMPIONI RIMANEGGIATI: n°6
MIF8_CR1 (Rimaneggiato) - da m 13,70 a m 14,00
MIF8_CR2 (Rimaneggiato) - da m 19,70 a m 20,00
MIF8_SPT5 (SPT) - da m 23,00 a m 23,45
MIF8_SPT7 (SPT) - da m 29,55 a m 30,00
MIF8_SPT8 (SPT) - da m 36,55 a m 37,00
MIF8_CR3 (Rimaneggiato) - da m 46,30 a m 46,60

CAMPIONI AMBIENTALI: n°1
MIF8_CA1 (Rimaneggiato) - da m 0,0 a m 5,00

STRUMENTAZIONE INSTALLATA
Tipo di piezometro: Piezometro tipo Norton 2" PVC atossico
Data d'installazione: 20/02/2020
1° Tratto -> Cieco: 6 ml (da 0.0 a 6.0 m);
2° Tratto -> Fenestrato: 44 ml (da 6.0 a 50.0 m).
---
1° Tratto, cementato: 1 ml (da 0,0 a 1,0 m), costituito da Acqua + Cemento + Bentonite;
2° Tratto, impermeabile: 4 ml (da 1,0 a 5,0 m) costituito da Compattonite in pellets;
3° Tratto, drenante: 45 ml (da 5,0 a 50,0 m) costituito da Ghiaietto pulito arrotondato (da 1 a 4 mm);
Caratteristiche del chiusino: Chiusino carrabile in ghisa

GEOTEC SPA

| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | Sondaggio: MIF8 - PZ (50 mt) |
| Riferimento: Metro Genova - Prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | Data: 14-21/02/2020 |
| Coordinate: 44°26'16.49"N 8°53'28.24"E | Quota: 26.3 m s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

# LEGENDA STRATIGRAFIA

| metri batt. | Cass. | ø mm | R v | LITOLOGIA | prof. m | D E S C R I Z I O N E | RP | Prel. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Campioni | | Standard Penetration Test m | S.P.T. | N | Pt | prove in foro | Pz | A r s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |

1) Scala metrica con limiti delle battute (>)
2) Cassette catalogatrici
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Rivestimento
5) Simbolo litologico
6) Profondità della base dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
12) Simbolo del campione
13) Profondità di inizio della prova S.P.T.
14) Prova S.P.T.
15) Valore di Nspt
16) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
17) Prove in foro
18) Piezometri
19) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)

*She = Shelby*
*Den = Denison*
*Ost = Osterberg*
*Maz = Mazier*
*Crp = Craps*
*nk3 = NK3*
*Ind = Indisturbato*
*Dis = Disturbato*
*SDi = Semi disturbato*
*SPT = SPT*

*Lfr.C = Lefranc a carico costante*
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*
*Lug = Lugeon*
*Press = Prova pressiometrica*
*Dilat = Prova dilatometrica*
*Scis = Prova scissometrica*
*PLT = Point Load Test*
*Prov = Altra prova*

| *Tubo aperto* | *Casagrande* |
|---|---|
| *tubo cieco* | *tubo cieco* |
| *finestrato* | *cella drenaggio cementazione* |

CA = Campione Ambientale
SPT = Campione Rimaneggiato da SPT a PA
CR = Campione Rimaneggiato prelevato in cassetta
MAZ = Campione Indisturbato tipo Mazier
IND = Campione Indisturbato tipo T6 TRX

Il Responsabile di sito

Il Direttore

# SONDAGGIO
# MIF8 PZ (50 m)

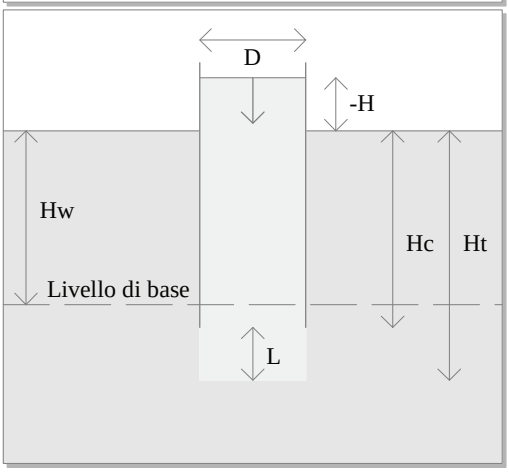
# ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

# PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

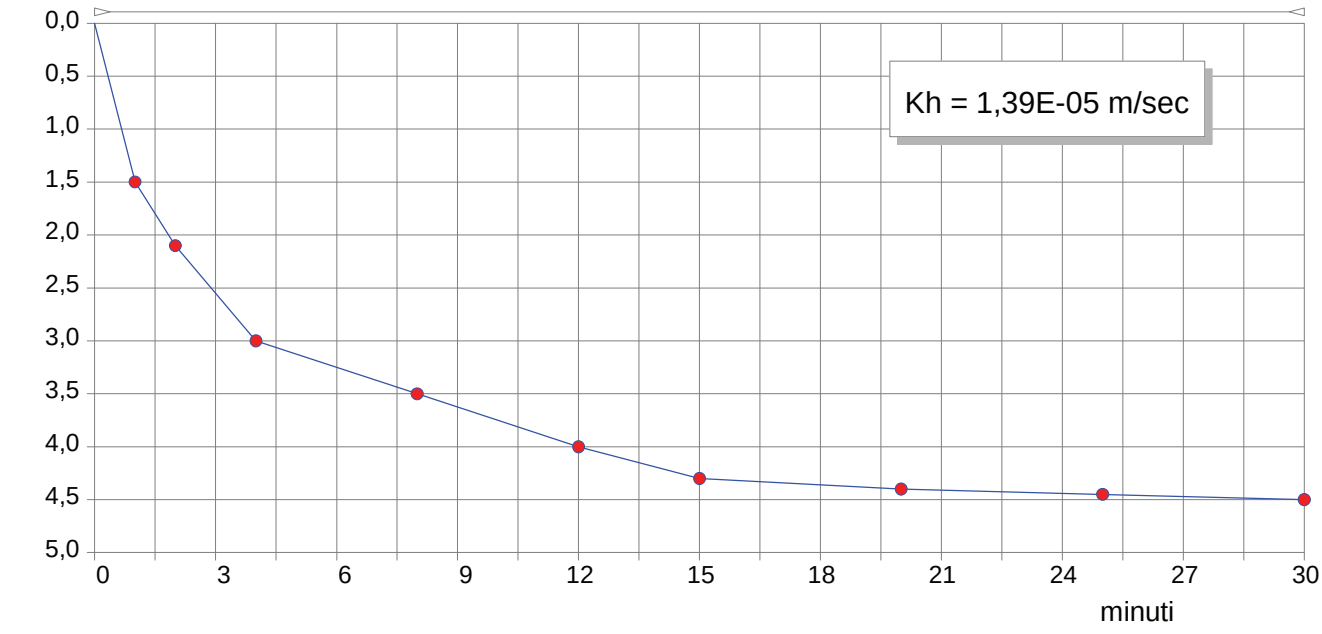
| | |
|---|---|
| Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. | |
| Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari | Prova: LF_CV1 |
| Località: GENOVA | Data: |
| Sondaggio: MIF8 | Orario prova: |

| | |
|---|---|
| Prova eseguita in abbassamento | |
| Livello di base dell'acqua [Hw] (m) | 10,00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | -0,10 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0,127 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 10,00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 10,60 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 0,60 |
| Coefficiente di forma | 0,60 |




| T min | H m | dH m | k m/sec | T min | H m | dH m | k m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 10,1 | 0,0 | | | | | |
| 1 | 8,6 | 1,5 | 5,66E-05 | | | | |
| 2 | 8,0 | 2,1 | 2,54E-05 | | | | |
| 4 | 7,1 | 3,0 | 2,10E-05 | | | | |
| 8 | 6,6 | 3,5 | 6,42E-06 | | | | |
| 12 | 6,1 | 4,0 | 6,93E-06 | | | | |
| 15 | 5,8 | 4,3 | 5,92E-06 | | | | |
| 20 | 5,7 | 4,4 | 1,22E-06 | | | | |
| 25 | 5,7 | 4,5 | 6,20E-07 | | | | |
| 30 | 5,6 | 4,5 | 6,26E-07 | | | | |

## DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



# METROPOLITANA DI GENOVA

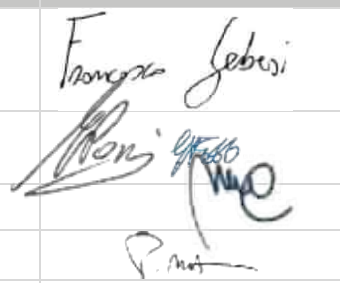
## Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA




# STUDI E INDAGINI
# REPORT DELLE PROSPEZIONI SISMICHE PRELIMINARI

| Commessa | Fase | Lotto | Disciplina | WBS | Tipo | Numero | Foglio | Rev. Esterna |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MGE1 | PF | L2 | GEO | COM | R | 003 | 00 | A |

| Rev. | Descrizione | Nome | | Data | Firma |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Prima emissione | Redatto | F. Gerbasi | 23.12.20 |  |
| | | Verificato | E. Poggi<br>G. Fadda | 23.12.20 | |
| | | Approvato | M. Comedini | 23.12.20 | |
| | | Autorizzato | P. Marchetti | 23.12.20 | |
| B | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |
| C | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |
| D | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |

## SOMMARIO

1 PREMESSA ..... 3
2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI SITI ..... 6
3 PROVE SISMICHE IN FORO – DOWN HOLE ..... 8
3.1 Acquisizione dati ..... 8
3.2 Elaborazione e restituzione dei dati ..... 8
3.3 Prova DH7 ..... 9
4 MISURA DELLA $VS_{eq}$ TRAMITE PROVE SISMICHE MASW / Re.Mi ..... 14
4.1 Prova MASW ..... 14
4.2 Prova Re.Mi. ..... 14
4.3 Acquisizione dei dati ..... 15
4.4 Elaborazione dati e analisi dei risultati ..... 16
4.4.1 Prova M3 ..... 17

## 1 PREMESSA

Il presente rapporto illustra e sintetizza i risultati delle indagini geofisiche eseguite presso la stazione metropolitana Brin di Genova. Finalità dell'intervento è stata la caratterizzazione dal punto di vista sismico delle unità geolitologiche e rispettivi moduli dinamici dei materiali carotati nei fori di sondaggio, la ricostruzione di un modello sismo-stratigrafico in termini di Vp e Vs per la determinazione del parametro $Vs_{eq}$ e la definizione di categoria sismica del suolo di fondazione ai sensi delle NTC 2018.

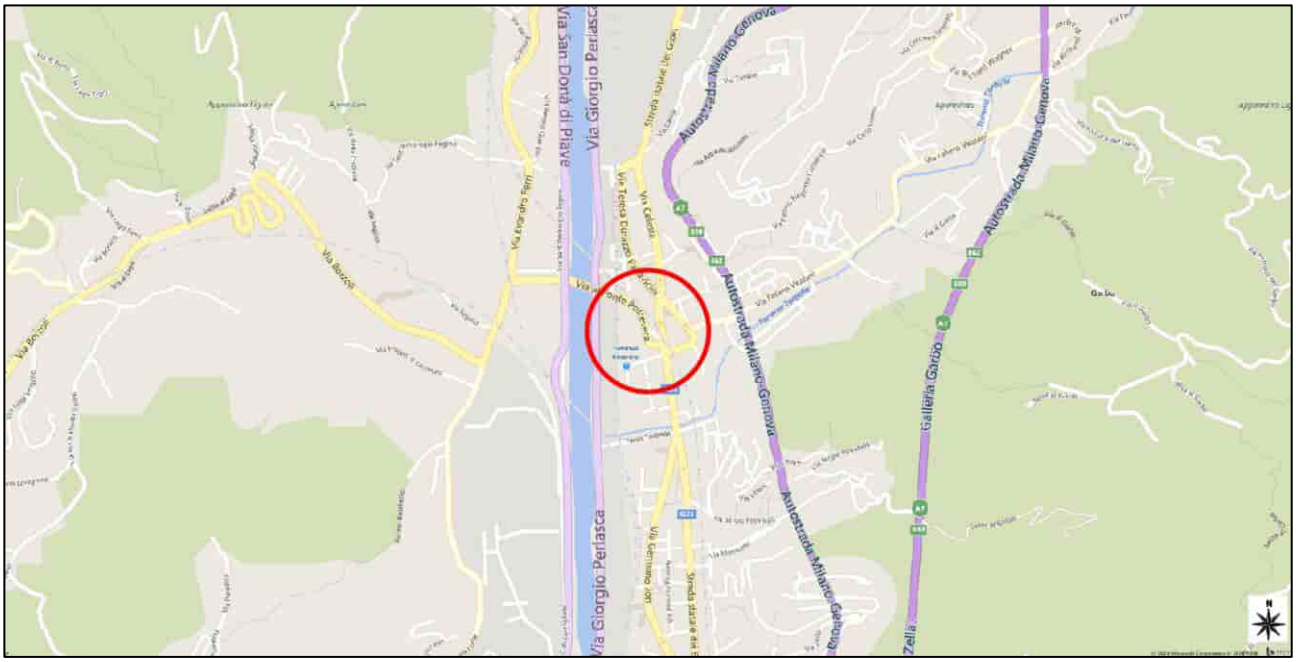



*Fig. 1 – Ubicazione della zona d'indagine su mappa stradale.*

A tale scopo sono stati realizzati:

- N. 1 prova sismica in foro di tipo Down-Hole denominata **DH7**, registrata nel foro di sondaggio **MIF7**;
- N. 1 stendimento sismico con acquisizione di tipo MASW /Re.Mi. denominato **M3**, costituito da n. 24 geofoni posizionati ad intervalli regolari di 5.0m.

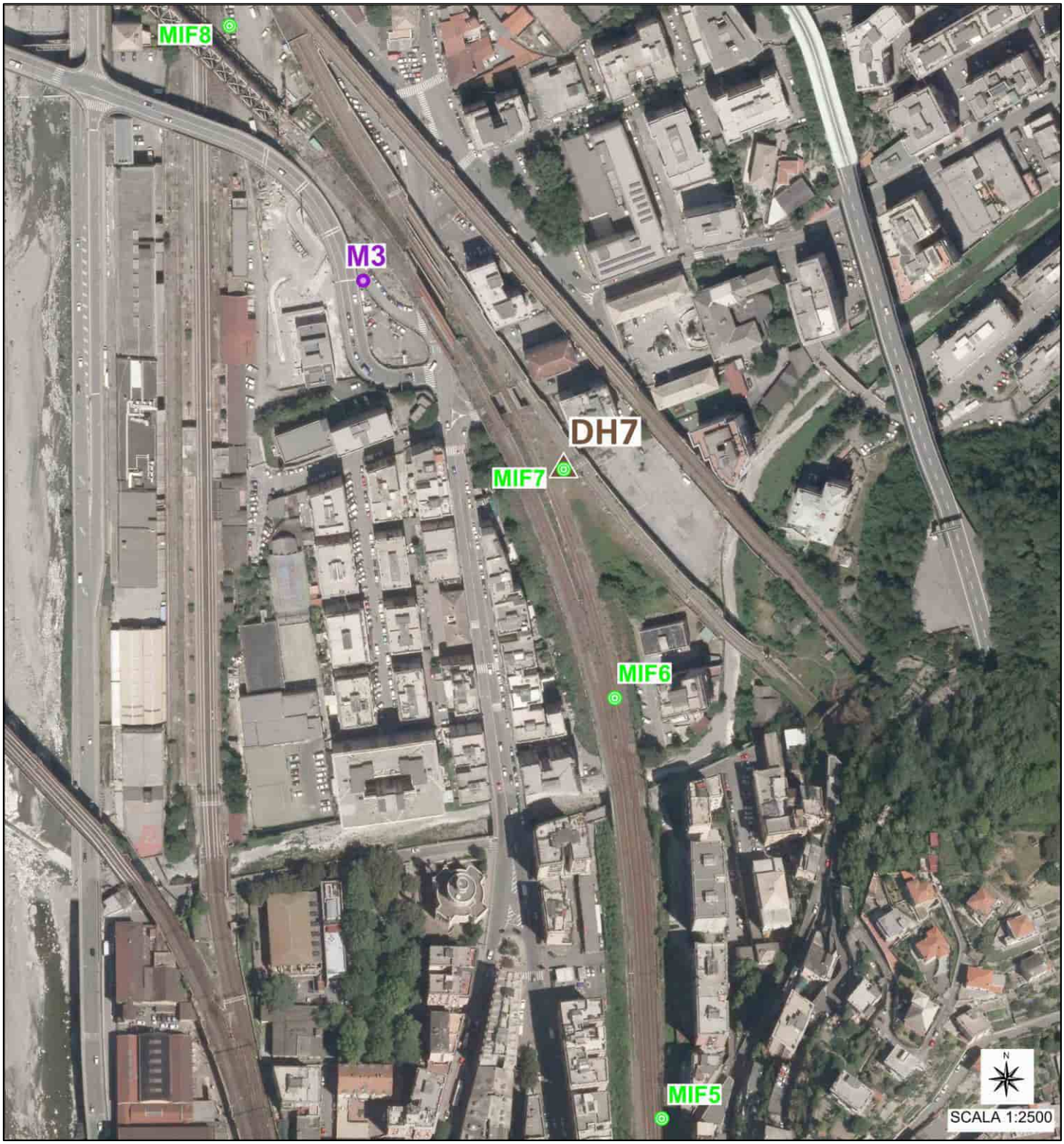



*Fig. 2 – Ubicazione planimetrica delle indagini sismiche eseguite (base ortofoto scala 1:2500). In viola è indicata la prova MASW / Re.Mi M3, il cerchio viola è rappresentativo della verticale d'indagine del volume di terreno indagato. In verde è indicata l'ubicazione dei sondaggi geognostici, in particolare nel MIF7 è stata eseguita la prova Down-Hole DH7 (in marrone).*





*Fig. 3 – Energizzazione in onde P (sopra) e in onde S (sotto) durante la prova Down-Hole DH7.*

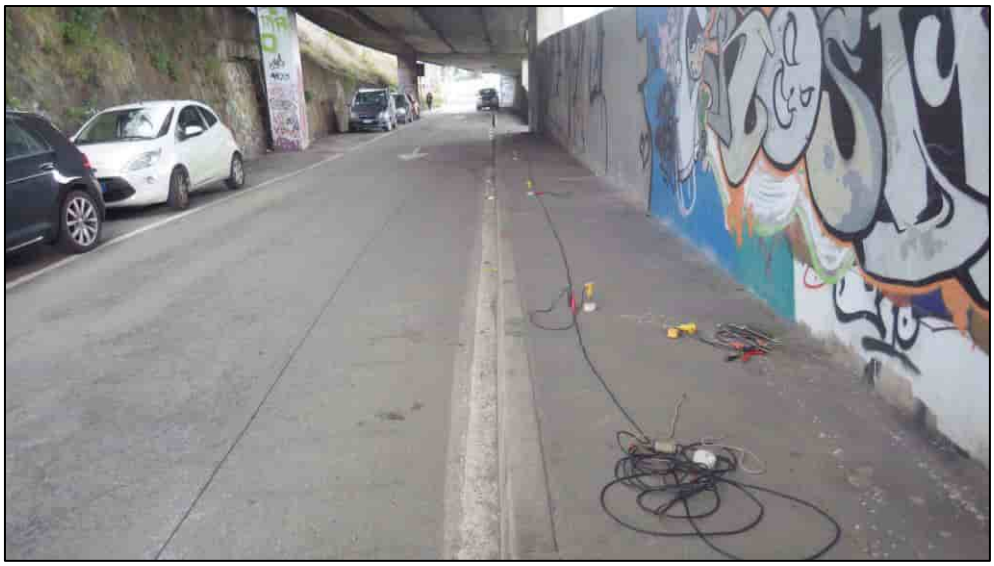


*Fig. 4 – Stendimento sismico relativo alla prova MASW / Re.Mi. M3.*

## 2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI SITI

La normativa D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni" aggiornata con D.M. del 17 gennaio 2018, afferma che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (punto 3.2.2), deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio $V_S$.

I valori di $V_S$ sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche per i terreni a grana fine.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \qquad [3.2.1]$$

con:

| | |
|---|---|
| $h_i$ | spessore dell'i-esimo strato; |
| $V_{S,i}$ | velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato; |
| N | numero di strati; |
| H | profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s. |

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano d' imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano d'imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $Vs_{,eq}$ è definita dal parametro $Vs_{30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

**Tab. 3.2.II** – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| Categoria | Caratteristiche sismiche del sottosuolo |
|---|---|
| A | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle NTC 2018.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

# 3 PROVE SISMICHE IN FORO – DOWN HOLE

Per la definizione dei valori di Vp, Vs e $Vs_{eq}$ ai sensi delle NTC 2018 e dei moduli dinamici dei terreni carotati, in corrispondenza del sondaggio **MIF7**, opportunamente attrezzato, è stata effettuata n. 1 prova Down-Hole denominata **DH7**.

## 3.1 Acquisizione dati

La tecnica del Down-Hole consiste nel misurare i tempi di arrivo delle onde sismiche P e S, generate da una specifica sorgente ad un geofono tridimensionale (costituito da tre geofoni orientati secondo le tre direzioni spaziali) posto in un foro di sondaggio a profondità crescenti.

Le onde di compressione (P) sono state create con impulsi verticali generati da una massa battente agente in prossimità del sondaggio (Fig. 5).

Le onde di taglio (S), sono state generate con impulsi orizzontali ottenuti battendo su lati opposti di due tavole rese solidali con il terreno dal peso del veicolo d'appoggio.

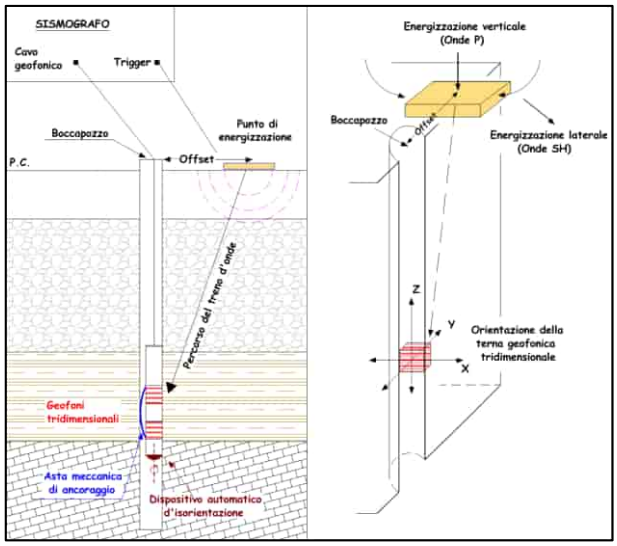



*Fig. 5 – Schema prova Down-Hole.*

In fase di elaborazione, per quanto riguarda le Vs, sono stati analizzati solamente i film sismici dei "primi arrivi" migliori dal punto di vista qualitativo, inerenti uno solo dei due sensi di battitura.

## 3.2 Elaborazione e restituzione dei dati

Dai sismogrammi registrati sono stati "letti" i tempi di arrivo (picking) delle onde sismiche P e S, ad ogni intervallo di profondità raggiunto dal geofono. Il calcolo delle velocità sismiche infatti è stato realizzato attraverso la misura della differenza di tempi fra posizioni differenti del geofono ed il punto di energizzazione. Nei grafici, contenuti nel paragrafo 3.3 sono visualizzati i sismogrammi acquisiti con il relativo "picking", l'andamento delle velocità sismiche Vp e Vs calcolate per ciascun intervallo di profondità e le tabelle di sintesi dei dati elaborati, unitamente ai moduli dinamici calcolati sulla base dei parametri sismici e degli specifici valori di peso di volume (γ) delle litologie presenti. In dettaglio sono riportati:

- Velocità Onde P= Vp;
- Velocità Onde S= Vs;
- Rapporto Vp/Vs;
- Rapporto di Poisson σ;
- Modulo di taglio G din;
- Modulo di Young E din;
- Modulo di compressione Ev.

L'analisi dei dati relativi alla velocità delle onde di taglio (Vs) ha consentito inoltre di definire la categoria sismica del suolo:

**Down-Hole DH7:** valore di **$Vs_{eq}$** pari a **475 m/s** ($H_{rif}$=da 0 a 30 m da p.c.) definisce un suolo di **Categoria B.**

### 3.3 Prova DH7



*Piazzola.*




*Ubicazione territoriale.*



*Energizzazione in onde P.*





*Energizzazione in onde S.*

**Commento**

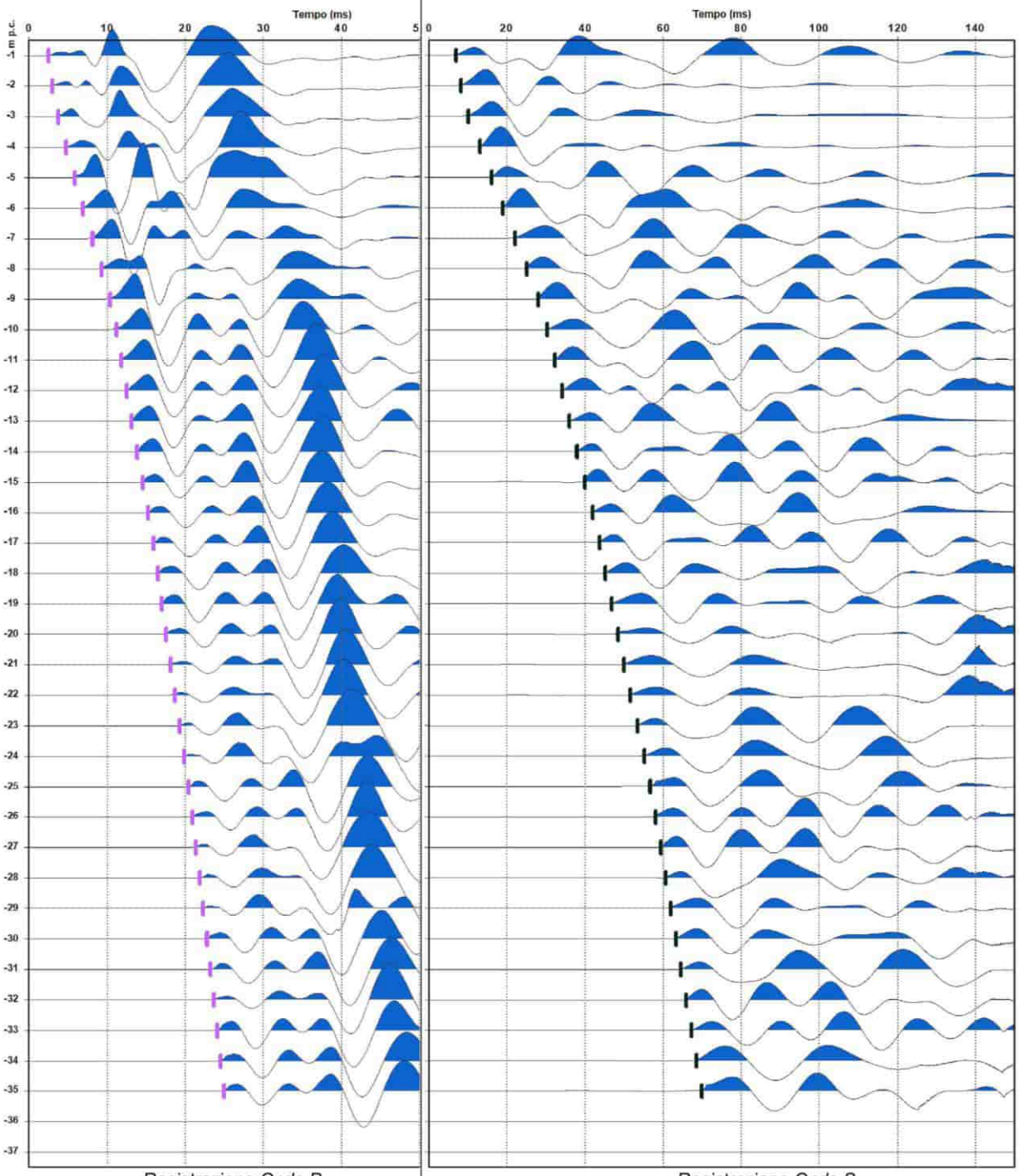
- Relativamente alle velocità sismiche **Vp** i primi 9.0 m di spessore sono caratterizzati da velocità comprese 830 e 1000 m/s. Al di sotto si registra un netto incremento dei valori che superano abbondantemente i 1000 m/s fino ad arrivare a 1500 m/s ad una profondità di -14.0 m dal p.c.. Dopo una breve inversione ove le velocità decrementano sino a circa 1300 m/s, a partire da -17.0 m dal p.c. i valori incrementano fino a raggiungere mediamente i 1750 m/s sino -22.0 m dal p.c.. Dopo un'ulteriore leggera inversione di velocità a circa 1650 m/s, da -25.0 m dal p.c. i valori incrementano attestandosi complessivamente su valori compresi tra 2250 e 2300 m/s fino a fondo foro.
- Per le velocità **Vs** si descrive un andamento pressochè costante con valori medi di 350 m/s sino a -9.0 m dal p.c.. A partire da -10.0 m dal p.c. si registra un progressivo incremento dei valori oltre 400 m/s, segue un'alternanza dei valori di **Vs** fino a -24.0 m, ove questi ultimi rimangono compresi 500 e 650 m/s. In

profondità da -25.0 m dal p.c., le velocità registrano un ulteriore progressivo incremento attestandosi su un valore medio di 750 m/s fino a fondo foro.

SISMOGRAMMI

DOWN HOLE

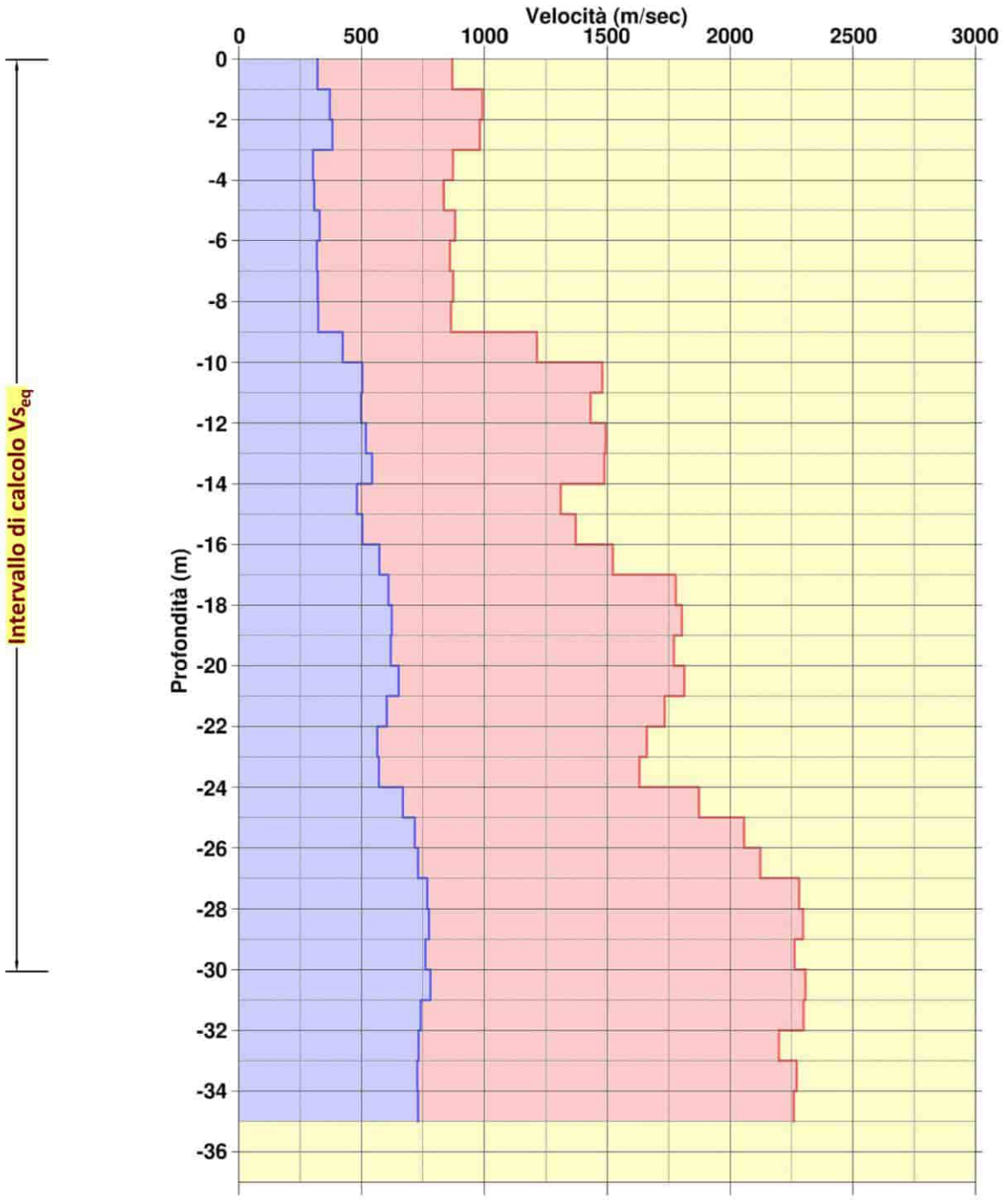
**DH7**
**MIF7**




Registrazione *Onde P*

Registrazione *Onde S*

GRAFICO VELOCITÀ | DOWN HOLE | **DH7** MIF7




Velocità Onde VSH

Velocità Onde VP

$Vs_{eq}$ = 475 m/sec

*calcolata da 0.0 a 30.0 m p.c.*

*Classificazione sismica del suolo di fondazione:*

**Categoria B**

TABELLA PARAMETRI — DOWN HOLE — **DH7** MIF7

| Prof. (m) | TP letti (ms) | TP corretti (ms) | VP (m/s) | TSH letti (ms) | TSH corretti (ms) | VSH (m/s) | VP/VSH | Rapporto di Poisson | Mod. taglio G Gdin (MPa) | Mod. Young E Edin (MPa) | Mod. Comp. Vol. Ev (MPa) | Densità (t/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | 870 | | | 320 | 2.72 | 0.42 | 1.9E+02 | 5.4E+02 | 1.1E+04 | 1.80 |
| -1 | 2.570 | 1.149 | 870 | 6.988 | 3.125 | 320 | 2.72 | 0.42 | 1.9E+02 | 5.4E+02 | 1.1E+04 | 1.80 |
| -2 | 3.050 | 2.156 | 993 | 8.231 | 5.820 | 371 | 2.68 | 0.42 | 2.5E+02 | 7.2E+02 | 1.5E+04 | 1.80 |
| -3 | 3.816 | 3.175 | 982 | 10.150 | 8.445 | 381 | 2.58 | 0.41 | 2.7E+02 | 7.5E+02 | 1.4E+04 | 1.80 |
| -4 | 4.830 | 4.320 | 873 | 13.144 | 11.756 | 302 | 2.89 | 0.43 | 1.7E+02 | 4.8E+02 | 1.2E+04 | 1.80 |
| -5 | 5.943 | 5.518 | 835 | 16.170 | 15.014 | 307 | 2.72 | 0.42 | 1.7E+02 | 4.9E+02 | 1.0E+04 | 1.80 |
| -6 | 7.013 | 6.653 | 881 | 19.030 | 18.053 | 329 | 2.68 | 0.42 | 2.0E+02 | 5.6E+02 | 1.2E+04 | 1.80 |
| -7 | 8.129 | 7.816 | 860 | 22.056 | 21.208 | 317 | 2.71 | 0.42 | 1.8E+02 | 5.3E+02 | 1.1E+04 | 1.80 |
| -8 | 9.236 | 8.960 | 874 | 25.072 | 24.323 | 321 | 2.72 | 0.42 | 1.9E+02 | 5.4E+02 | 1.1E+04 | 1.80 |
| -9 | 10.363 | 10.116 | 865 | 28.088 | 27.419 | 323 | 2.68 | 0.42 | 1.9E+02 | 5.4E+02 | 1.1E+04 | 1.80 |
| -10 | 11.157 | 10.940 | 1213 | 30.373 | 29.783 | 423 | 2.87 | 0.43 | 3.4E+02 | 9.7E+02 | 2.3E+04 | 1.85 |
| -11 | 11.807 | 11.617 | 1479 | 32.292 | 31.771 | 503 | 2.94 | 0.43 | 4.8E+02 | 1.4E+03 | 3.5E+04 | 1.85 |
| -12 | 12.485 | 12.315 | 1431 | 34.245 | 33.779 | 498 | 2.87 | 0.43 | 4.7E+02 | 1.3E+03 | 3.2E+04 | 1.85 |
| -13 | 13.138 | 12.985 | 1493 | 36.130 | 35.710 | 518 | 2.88 | 0.43 | 5.1E+02 | 1.5E+03 | 3.5E+04 | 1.85 |
| -14 | 13.796 | 13.658 | 1487 | 37.933 | 37.551 | 543 | 2.74 | 0.42 | 5.6E+02 | 1.6E+03 | 3.4E+04 | 1.85 |
| -15 | 14.549 | 14.421 | 1310 | 39.981 | 39.630 | 481 | 2.72 | 0.42 | 4.4E+02 | 1.2E+03 | 2.7E+04 | 1.85 |
| -16 | 15.269 | 15.151 | 1370 | 41.942 | 41.618 | 503 | 2.72 | 0.42 | 4.8E+02 | 1.4E+03 | 2.9E+04 | 1.85 |
| -17 | 15.917 | 15.808 | 1522 | 43.663 | 43.364 | 573 | 2.66 | 0.42 | 6.4E+02 | 1.8E+03 | 3.6E+04 | 1.90 |
| -18 | 16.471 | 16.370 | 1778 | 45.280 | 45.003 | 610 | 2.91 | 0.43 | 7.4E+02 | 2.1E+03 | 5.3E+04 | 1.95 |
| -19 | 17.019 | 16.925 | 1803 | 46.866 | 46.608 | 623 | 2.89 | 0.43 | 7.7E+02 | 2.2E+03 | 5.4E+04 | 1.95 |
| -20 | 17.577 | 17.490 | 1771 | 48.464 | 48.224 | 619 | 2.86 | 0.43 | 7.6E+02 | 2.2E+03 | 5.2E+04 | 1.95 |
| -21 | 18.123 | 18.041 | 1813 | 49.985 | 49.760 | 651 | 2.78 | 0.43 | 8.4E+02 | 2.4E+03 | 5.4E+04 | 1.95 |
| -22 | 18.695 | 18.618 | 1733 | 51.630 | 51.418 | 603 | 2.87 | 0.43 | 7.2E+02 | 2.1E+03 | 5.0E+04 | 1.95 |
| -23 | 19.293 | 19.221 | 1660 | 53.392 | 53.191 | 564 | 2.94 | 0.43 | 6.2E+02 | 1.8E+03 | 4.5E+04 | 1.90 |
| -24 | 19.903 | 19.834 | 1630 | 55.133 | 54.942 | 571 | 2.85 | 0.43 | 6.3E+02 | 1.8E+03 | 4.3E+04 | 1.90 |
| -25 | 20.433 | 20.368 | 1873 | 56.617 | 56.437 | 669 | 2.80 | 0.43 | 8.9E+02 | 2.5E+03 | 5.8E+04 | 1.95 |
| -26 | 20.916 | 20.854 | 2057 | 58.003 | 57.832 | 717 | 2.87 | 0.43 | 1.1E+03 | 3.0E+03 | 7.2E+04 | 2.00 |
| -27 | 21.384 | 21.325 | 2123 | 59.362 | 59.200 | 731 | 2.90 | 0.43 | 1.1E+03 | 3.1E+03 | 7.7E+04 | 2.00 |
| -28 | 21.819 | 21.764 | 2281 | 60.656 | 60.502 | 768 | 2.97 | 0.44 | 1.2E+03 | 3.5E+03 | 9.0E+04 | 2.00 |
| -29 | 22.252 | 22.199 | 2297 | 61.939 | 61.792 | 775 | 2.96 | 0.44 | 1.2E+03 | 3.5E+03 | 9.1E+04 | 2.00 |
| -30 | 22.691 | 22.641 | 2263 | 63.246 | 63.106 | 761 | 2.97 | 0.44 | 1.2E+03 | 3.4E+03 | 8.9E+04 | 2.00 |
| -31 | 23.122 | 23.074 | 2307 | 64.521 | 64.387 | 781 | 2.95 | 0.44 | 1.2E+03 | 3.6E+03 | 9.2E+04 | 2.00 |
| -32 | 23.555 | 23.509 | 2299 | 65.865 | 65.736 | 741 | 3.10 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.2E+03 | 9.3E+04 | 2.00 |
| -33 | 24.008 | 23.964 | 2199 | 67.224 | 67.101 | 733 | 3.00 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.2E+03 | 8.4E+04 | 2.00 |
| -34 | 24.447 | 24.404 | 2271 | 68.593 | 68.474 | 728 | 3.12 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.1E+03 | 9.1E+04 | 2.00 |
| -35 | 24.887 | 24.847 | 2260 | 69.956 | 69.842 | 731 | 3.09 | 0.44 | 1.1E+03 | 3.1E+03 | 9.0E+04 | 2.00 |

# 4 MISURA DELLA $VS_{eq}$ TRAMITE PROVE SISMICHE MASW / Re.Mi.

Per la valutazione del profilo di velocità delle onde S, oltre alla prova sismica in foro (down-hole), è stato utilizzato un approccio misto che ha previsto l'impiego congiunto di una metodologia attiva (MASW) e di una passiva (Re.Mi.).

Le prove sismiche attive forniscono in genere risultati migliori alle alte frequenze (minori profondità), mentre quelle passive sono più idonee per acquisire dati alle basse frequenze (maggiore profondità).

## 4.1 Prova MASW

Il metodo MASW è una tecnica d'indagine non invasiva che si basa sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

Il metodo d'indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi.

## 4.2 Prova Re.Mi.

La tecnica di prospezione "Refraction Microtremor" (Re.Mi.) utilizzata capovolge il concetto comune del parametro "segnale-disturbo", per il quale tradizionalmente il primo (segnale) ha necessità di essere rilevato in condizioni favorevoli quindi in assenza o scarsità di rumore.

Viceversa, in presenza di forte rumore di fondo (es. ambiente urbano), le tradizionali rilevazioni sismiche hanno sempre trovato una condizione di difficile applicazione a causa della difficoltà di discriminare il segnale dal rumore.

Con questa nuova tecnica, il disturbo o "noise" ambientale, diventa il segnale utilizzato per la caratterizzazione sismica. Sono i microtremori (rumore di fondo generato dal traffico stradale, ferroviario e comunque il rumore presente costantemente in ambito urbanizzato) a costituire la sorgente di energia utile allo scopo.

La metodologia d'indagine più applicata per la determinazione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio Vs, è stata proposta e sperimentata da J.N.Louie del Seismological Laboratory and Dept. of Geological Sciences dell'Università del Nevada, ed è basata su due aspetti fondamentali:

• uno pratico, rappresentato dal fatto che alcuni sistemi di acquisizione di sismica a rifrazione (con dinamica a 24 bit) sono in grado di registrare onde di superficie con frequenze fino a 2 Hz per intervalli di tempo sufficientemente lunghi (30 sec);

• uno teorico, sulla base del quale una semplice trasformata bidimensionale (p-f) slowness-frequency della registrazione di un rumore di fondo (microtremor) è in grado di separare le onde di Rayleigh (onde di superficie) da altri tipi di onde che compongono il sismogramma, rendendo possibile il riconoscimento delle vere velocità di fase dalle velocità apparenti.

## 4.3 Acquisizione dei dati

Nell' indagine MASW è stato utilizzato il metodo attivo in cui le onde superficiali, generate in un punto sulla superficie del suolo tramite una massa battente di 8 kg, sono misurate da uno stendimento lineare di sensori, nel nostro caso di n. 24 geofoni, con frequenza propria di 4.5 Hz e spaziatura di 5.0 m, collegati ad un sismografo digitale Geode della Geometrics a 24 canali. L'energizzazione è stata realizzata a diverse distanze dal geofono iniziale e finale sommando per ognuna n. 5 battute. La lunghezza delle registrazioni è stata di 1 sec con un passo di campionamento di 1 ms. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo.



*Fig. 6 – Stendimento geofonico relativo alla prova MASW / Re.Mi. M3.*

L'acquisizione dei dati per la prova Re.Mi. è stata svolta tramite l'acquisizione e la registrazione del noise ambientale impiegando geofoni da 4.5 Hz ed un acquisitore digitale Geode a 24 canali con dinamica a 24 bit. E' stato acquisito n. 1 profilo, costituito dal medesimo allineamento con uguale numero di geofoni ed interdistanza utilizzati per la prova MASW.

Per la prova sismica Re.Mi. sono stati registrati oltre 15 records di lunghezza di 30 sec con campionamento ogni 2 ms.



*Fig. 7 – Strumentazione utilizzata per l'acquisizione dati nelle prove MASW / Re.Mi..*

## 4.4 Elaborazione dati e analisi dei risultati

Dagli spettri ottenuti dalle prove MASW e Re.Mi. si è provveduto ad effettuare il "picking" delle curve di dispersione per ogni metodo d'indagine, nel paragrafo 4.4.1 sono mostrate le relative immagini.

Da tale elaborazione è stata poi estrapolata la curva di attenuazione del segnale caratteristico; in funzione del suo andamento (curva di dispersione) e attraverso una procedura di "inversione", si risale al modello stratigrafico, espresso in termini di velocità delle onde di taglio (Vs) e quindi al valore **$Vs_{eq}$**.

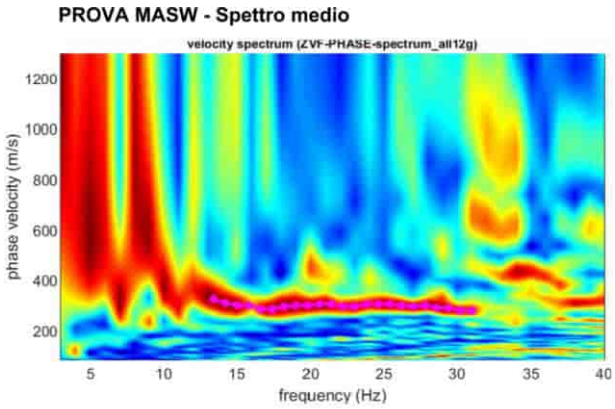
Nel dettaglio, per quanto riguarda la prova MASW / Re.Mi. in esame, l'elaborazione dei dati ha permesso di determinare una **$Vs_{eq}$** = 351 m/s per una profondità di riferimento di 30 m; al fine di una miglior definizione del dato acquisito, quest'ultima prova è stata elaborata considerando solamente n.12 geofoni.

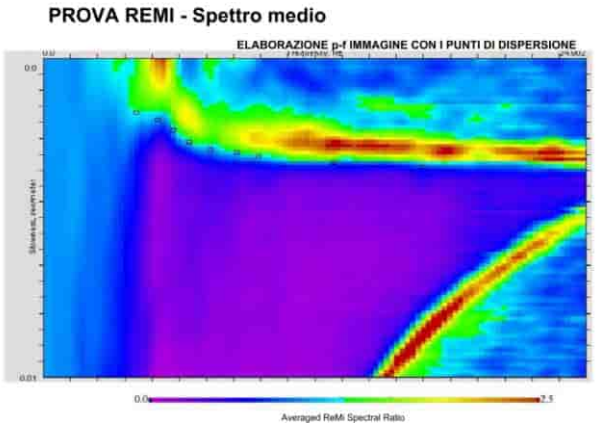
Ai fini della caratterizzazione sismica del sito per la definizione delle azioni sismiche di progetto, la categoria dei suoli di fondazione risulta di tipo **"C"**, la cui definizione nella classificazione dei suoli di riferimento normativo è la seguente:

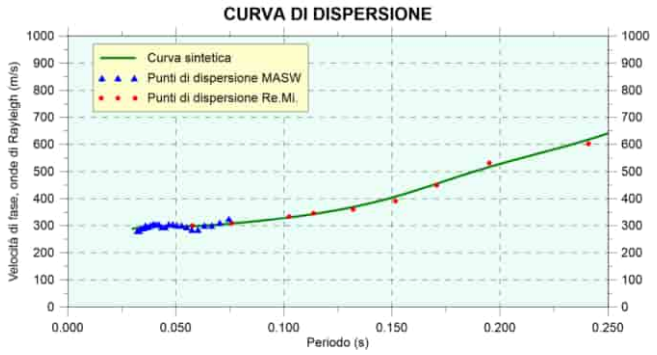
| | |
|---|---|
| C | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |

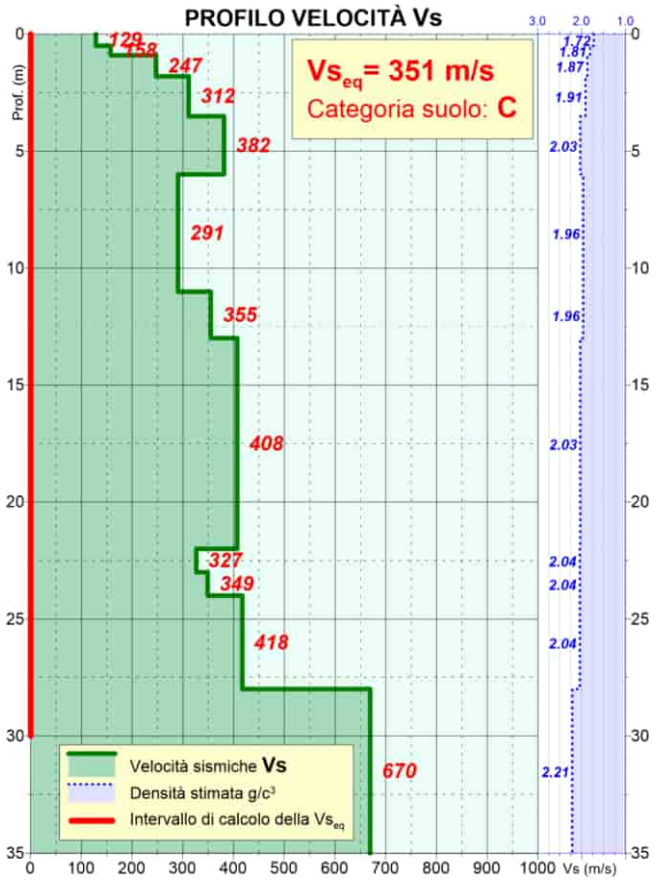
Nel paragrafo seguente 4.4.1 sono rappresentati gli spettri, le tracce, la curva di dispersione, il profilo di velocità delle onde S e l'ubicazione planimetrica di dettaglio della prova M3.

### 4.4.1 Prova M3

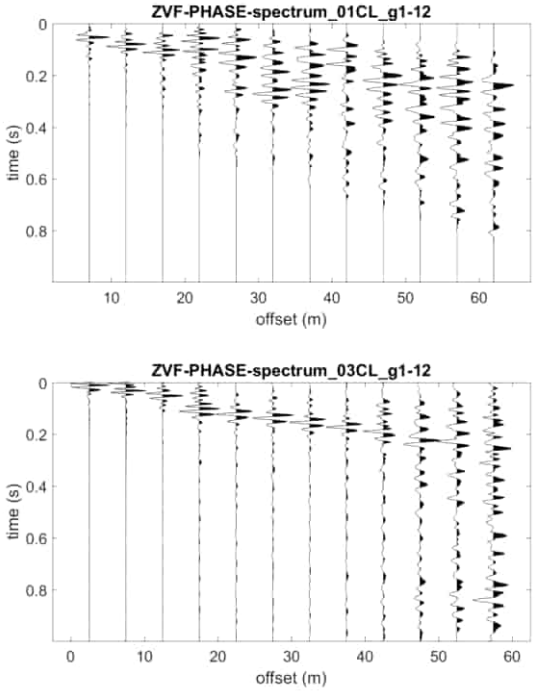

PROVA MASW - Spettro medio
velocity spectrum (ZVF-PHASE-spectrum_all12g)
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)


PROVA REMI - Spettro medio
ELABORAZIONE p-f IMMAGINE CON I PUNTI DI DISPERSIONE
Averaged ReMi Spectral Ratio

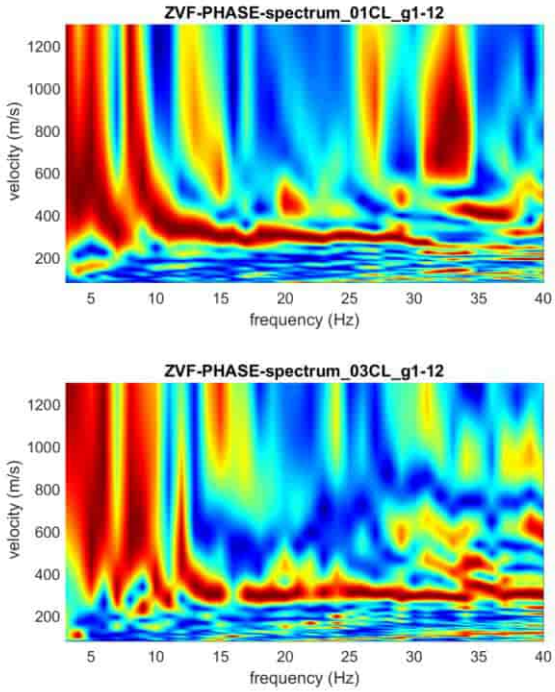

CURVA DI DISPERSIONE
Curva sintetica
Punti di dispersione MASW
Punti di dispersione Re.Mi.
Velocità di fase, onde di Rayleigh (m/s)
Periodo (s)


PROFILO VELOCITÀ Vs
Vseq = 351 m/s
Categoria suolo: C
129
158
247
312
382
291
355
408
327
349
418
670
Velocità sismiche Vs
Densità stimata g/c³
Intervallo di calcolo della Vseq
Prof. (m)
Vs (m/s)


M3




*Tracce utilizzate per l'elaborazione dello spettro MASW medio.*




*Spettri delle tracce utilizzate per l'elaborazione dello spettro MASW medio.*

# METROPOLITANA DI GENOVA

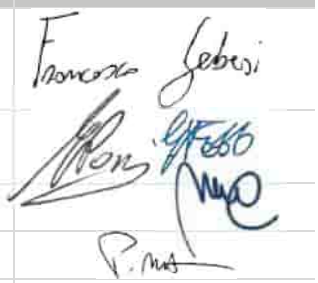
## Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA




# STUDI E INDAGINI
# REPORT DELLE PROVE DI LABORATORIO PRELIMINARI

| Commessa | Fase | Lotto | Disciplina | WBS | Tipo | Numero | Foglio | Rev. Esterna |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MGE1 | PF | L2 | GEO | COM | R | 004 | 00 | A |

| Rev. | Descrizione | Nome | | Data | Firma |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Prima emissione | Redatto | F. Gerbasi | 23.12.20 |  |
| | | Verificato | E. Poggi<br>G. Fadda | 23.12.20 | |
| | | Approvato | M. Comedini | 23.12.20 | |
| | | Autorizzato | P. Marchetti | 23.12.20 | |
| B | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |
| C | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |
| D | | Redatto | | | |
| | | Verificato | | | |
| | | Approvato | | | |
| | | Autorizzato | | | |

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella | 90 | 700.0 | 85 | 550.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 04/03/2020 | Limo con argilla e sabbia di colore grigiastro | Q5 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2576/A |
| Peso di volume | ☑ | 2576/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2576/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2576/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2576/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2576/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2576/G |
| Prova Triassiale TX | ☑ | 2576/H |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2576/I |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2576/J |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 4 | | |
| | | 2.5 | |
| **TD1** | 4 | | |
| **TD2** | 4 | 2.5 | |
| **TD3** | 4 | | |
| | | 2.5 | |
| TX1 | 4 | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| TX2 | 4 | 2.5 | |
| TX3 | 4 | | |
| | | 2.5 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 05/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 68.62 | 65.15 | 68.27 |
| Peso Lordo Secco (g) | 60.89 | 57.99 | 60.54 |
| Tara (g) | 25.99 | 26.06 | 25.99 |
| **Umidità relativa W (%)** | **22.1%** | **22.4%** | **22.4%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **22.3%** | **0.15%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2576/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 05/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

**Determinazione eseguita mediante fustella tarata**

| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{sn}$ - Peso campione (g) |
|---|---|---|---|
| 59.97 | 39.98 | 141.90 | 81.93 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**20.10**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 66.97 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**16.43**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.51 | 40.83 | 40.69 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.57 | 202.76 | 202.685 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6809** | **2.6790** | **2.6813** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6814** | **2.6796** | **2.6818** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.681** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

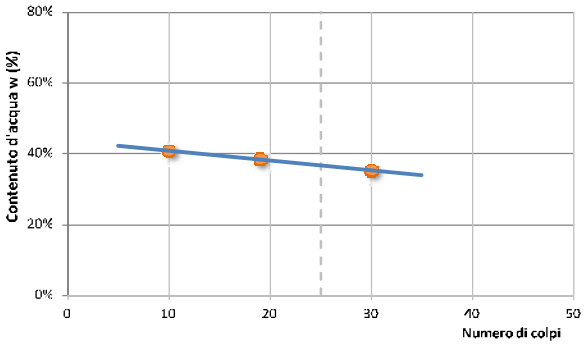
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 11/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 30 | 35 | 28 |
| $P_T$ - tara (g) | 25.87 | 26.27 | 26.08 |
| $P_I$ + campione umido (g) | 49.41 | 44.81 | 47.95 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 43.28 | 39.66 | 41.61 |
| N° di colpi | 30 | 19 | 10 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 35.21% | 38.46% | 40.82% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **36.7%** | |

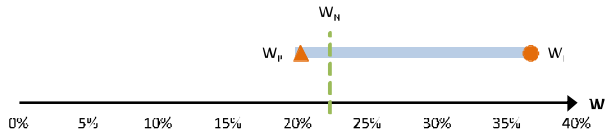



y = -0.00281 x + 0.43697 $R^2$ = 0.999

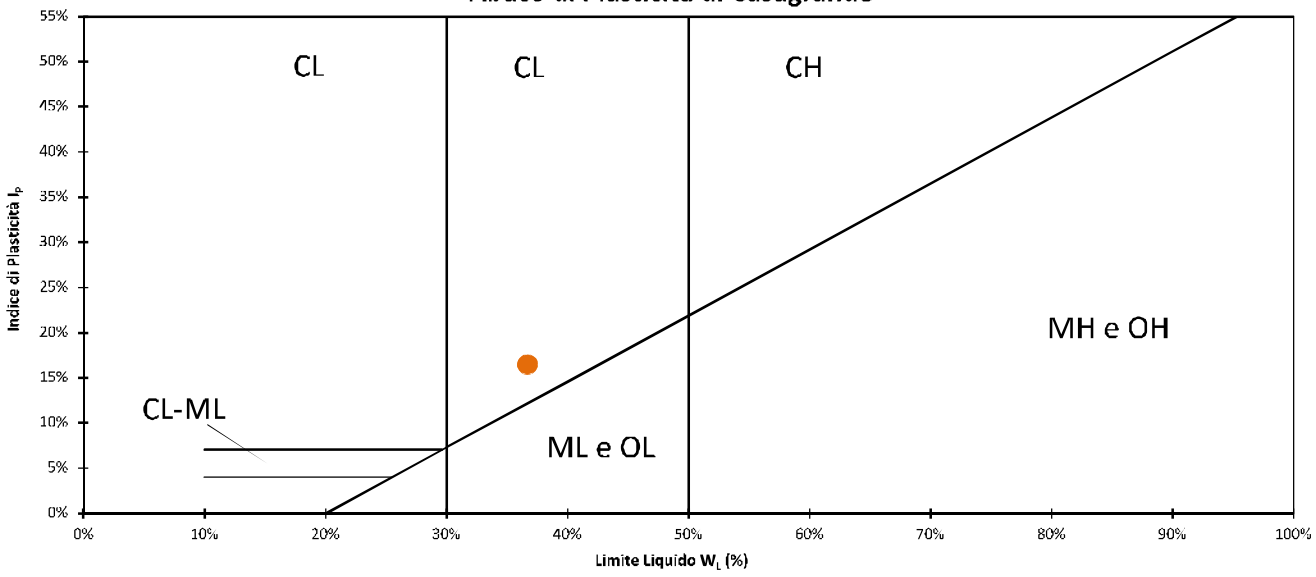
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 21 | 22 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 25.99 | 26.11 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 63.09 | 66.2 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 56.83 | 59.49 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 20.30% | 20.10% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **20.2%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **16.5%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.872** | **solido-plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.128** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **1.096** | **Norm. Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.503** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

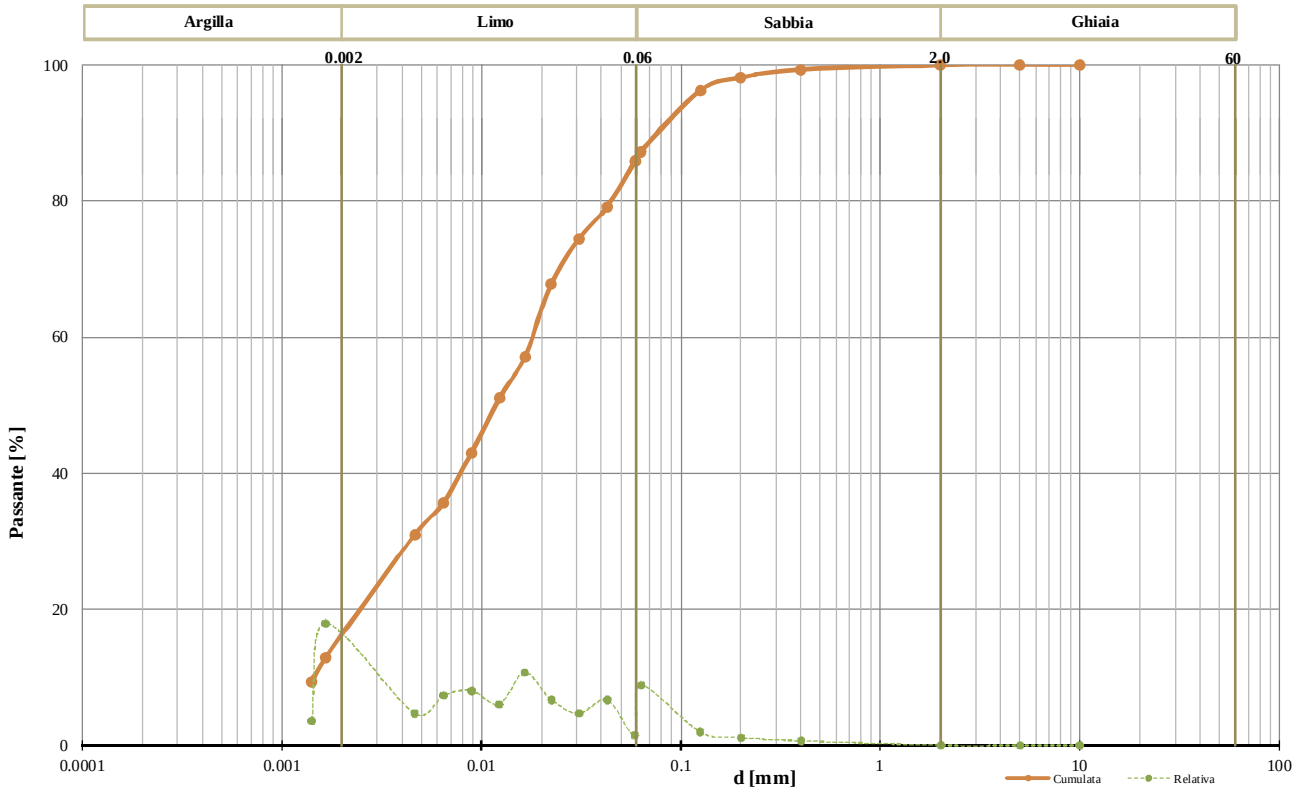
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 04/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.0000 | 100.00 % | 0.0429 | 79.15 % | 0.0017 | 12.98 % |
| 5.0000 | 100.00 % | 0.0309 | 74.46 % | 0.0014 | 9.38 % |
| 2.0000 | 99.99 % | 0.0224 | 67.76 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 99.32 % | 0.0165 | 57.04 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 98.16 % | 0.0123 | 51.01 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 96.19 % | 0.0089 | 42.97 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 87.31 % | 0.0065 | 35.59 % | #N/D | #N/D |
| 0.0589 | 85.85 % | 0.0046 | 30.90 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Limo argillosa sabbiosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 99.99 % | $D_{10}$ | *0.00145 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 99.32 % | $D_{30}$ | *0.00448 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 87.31 % | $D_{50}$ | *0.01188 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 12.48 | $D_{60}$ | *0.01814 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.76 | $D_{90}$ | *0.08178 mm* |

| *Argilla ( < 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | Ghiaia ( >2 mm) |
|---|---|---|---|
| 15.02 % | 71.22 % | 13.75 % | 0.01 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO



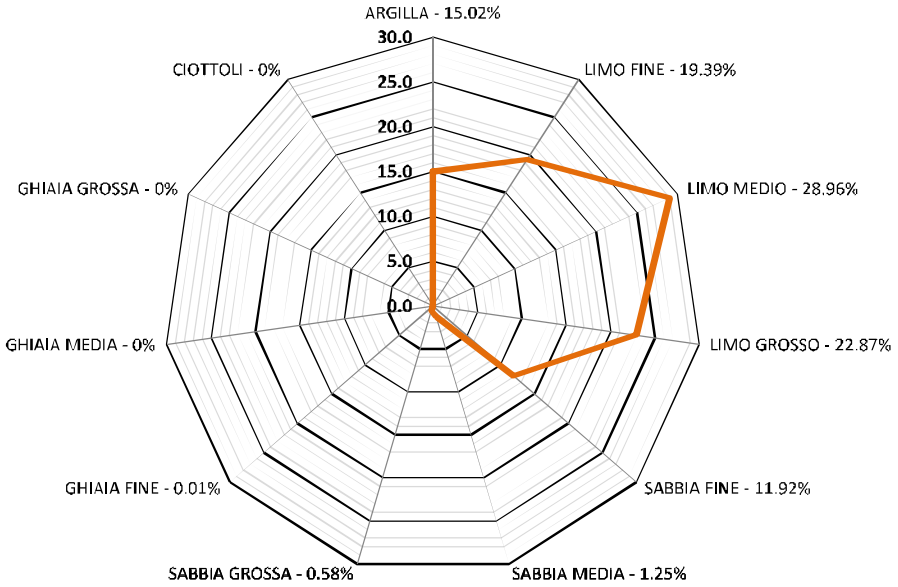
AIPnD

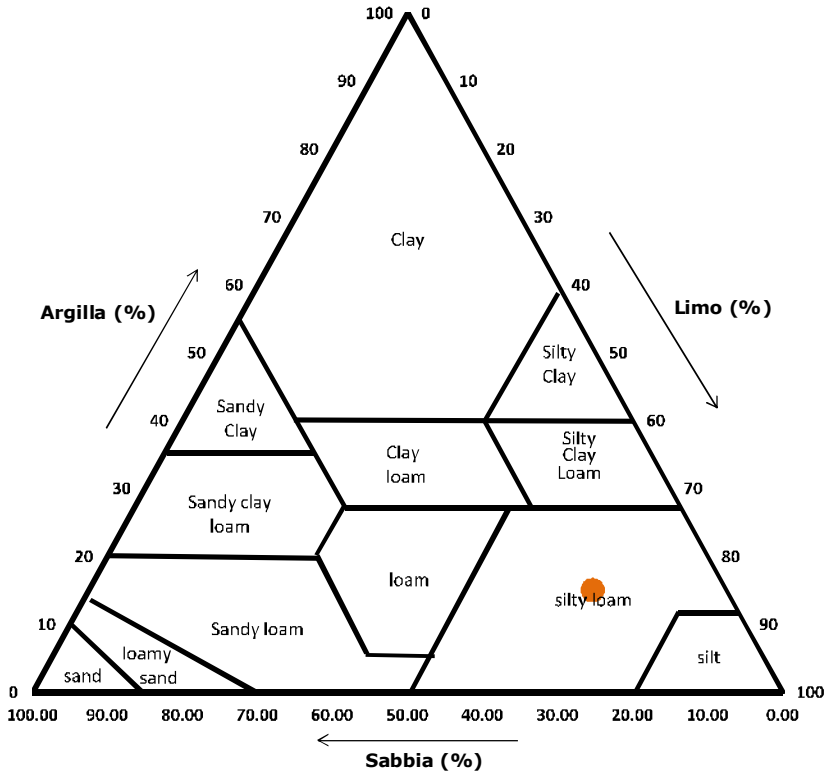
# ANALISI GRANULOMETRICA

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 04/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 15.02 % | 67.11 % | 17.86 % |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

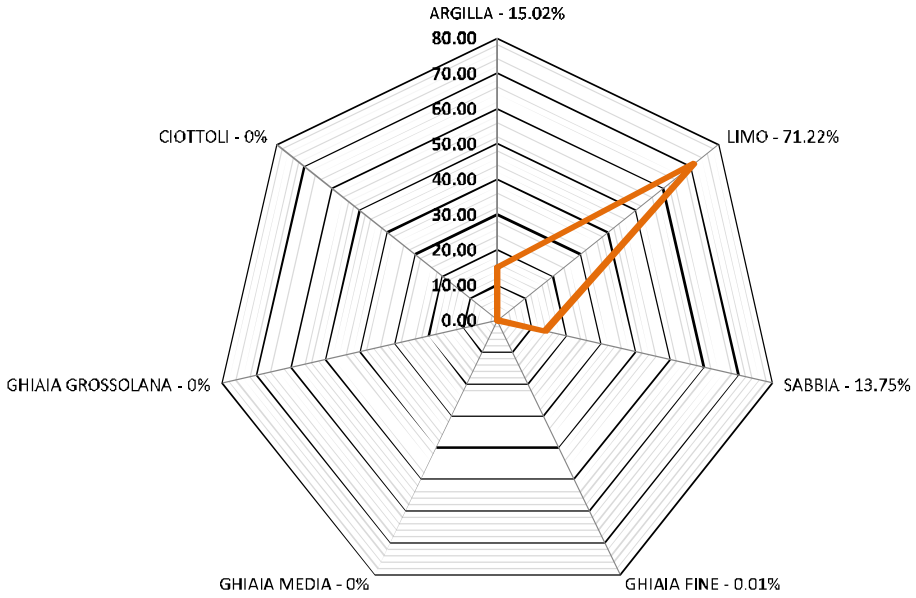
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 04/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 99.99 % | $D_{10}$ | *0.00145 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 99.32 % | $D_{30}$ | *0.00448 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 87.31 % | $D_{50}$ | *0.01188 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 12.48 | $D_{60}$ | *0.01814 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.76 | $D_{90}$ | *0.08178 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 15.02 % | 71.22 % | 13.75 % | 0.01 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 36.7% | 20.20% | 16.46% | 10 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A6***

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Leonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Talvè)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| **CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^4$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 147.3 | 147.53 | 147.58 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 21.88% | 22.32% | 22.25% |
| Umidità (trimming) (%) | 22.15% | 22.42% | 22.37% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 20.07 | 20.10 | 20.11 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 16.47 | 16.43 | 16.45 |
| Indice dei vuoti | 0.628 | 0.631 | 0.630 |
| Grado di saturazione (%) | 93.4% | 94.8% | 94.7% |

| **FASE DI CONSOLIDAZIONE** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| Cedimento (mm) | 0.319 | 0.354 | 0.523 |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00577 | 0.00569 | 0.00566 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 64.0 | 112.6 | 162.4 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 3.05 | 3.39 | 4.69 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.121 | 0.150 | 0.351 |

| **c' (kPa)** | **φ' (°)** |
|---|---|
| **14.66** | **26.18** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e φ' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulle terne di punti (pressione verticale/tensione di taglio), sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

Rocco Tolve

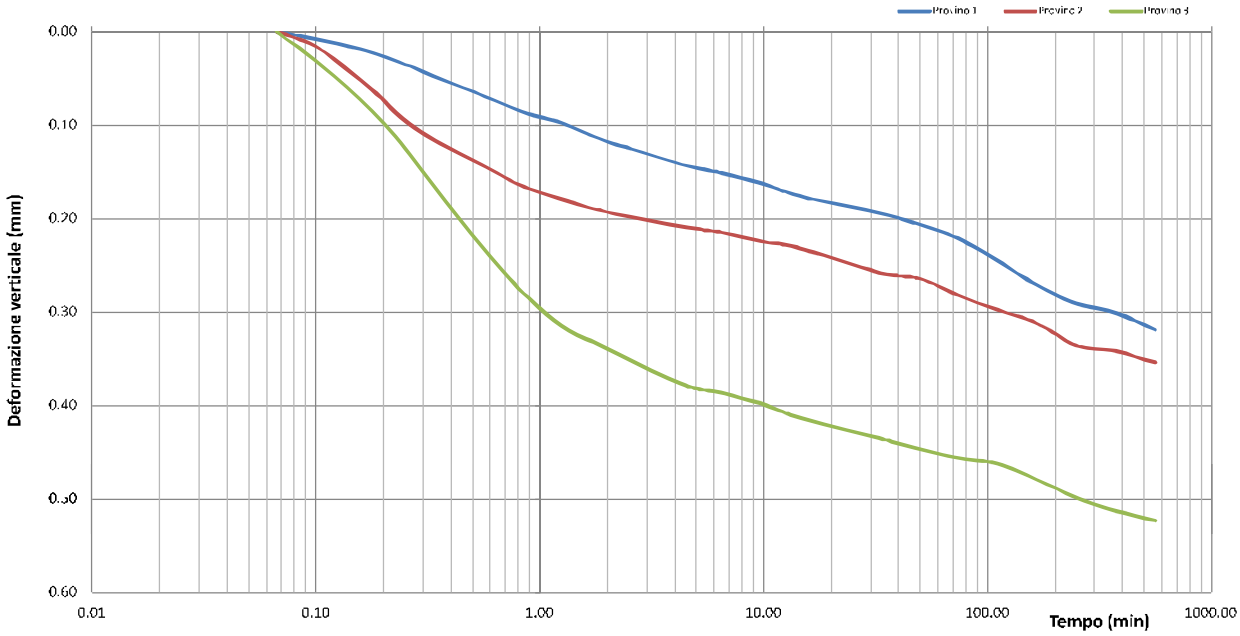
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

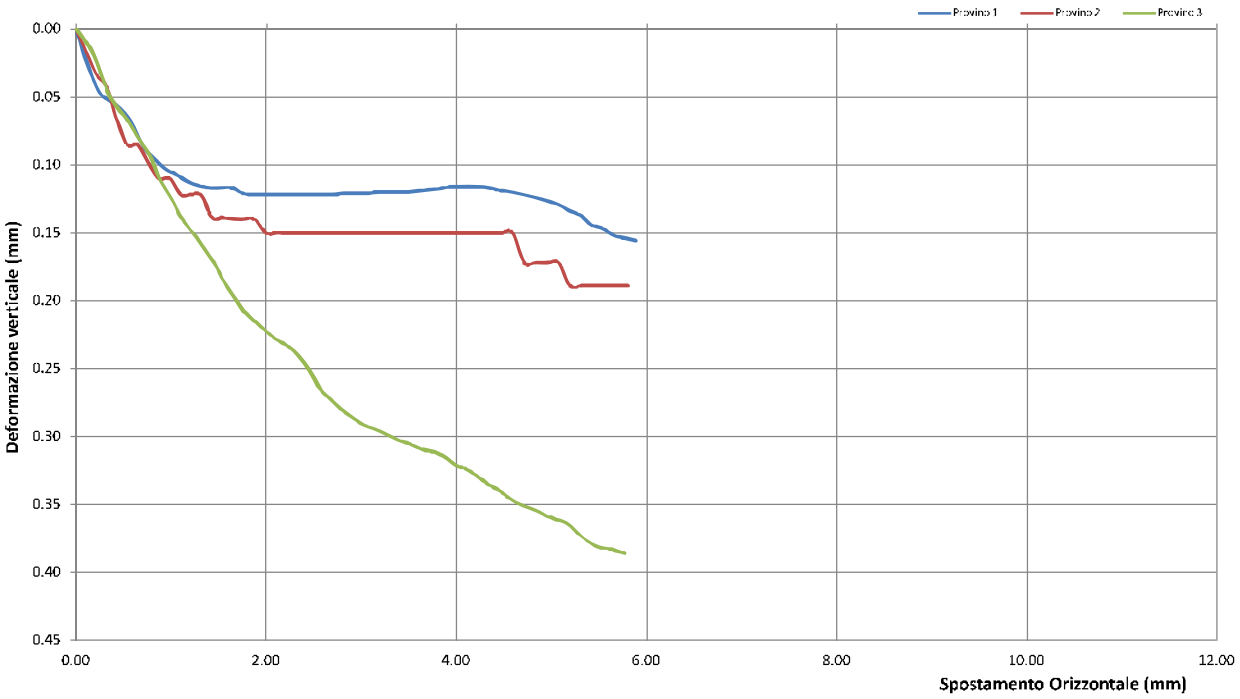
# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

Rocco Tolve

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

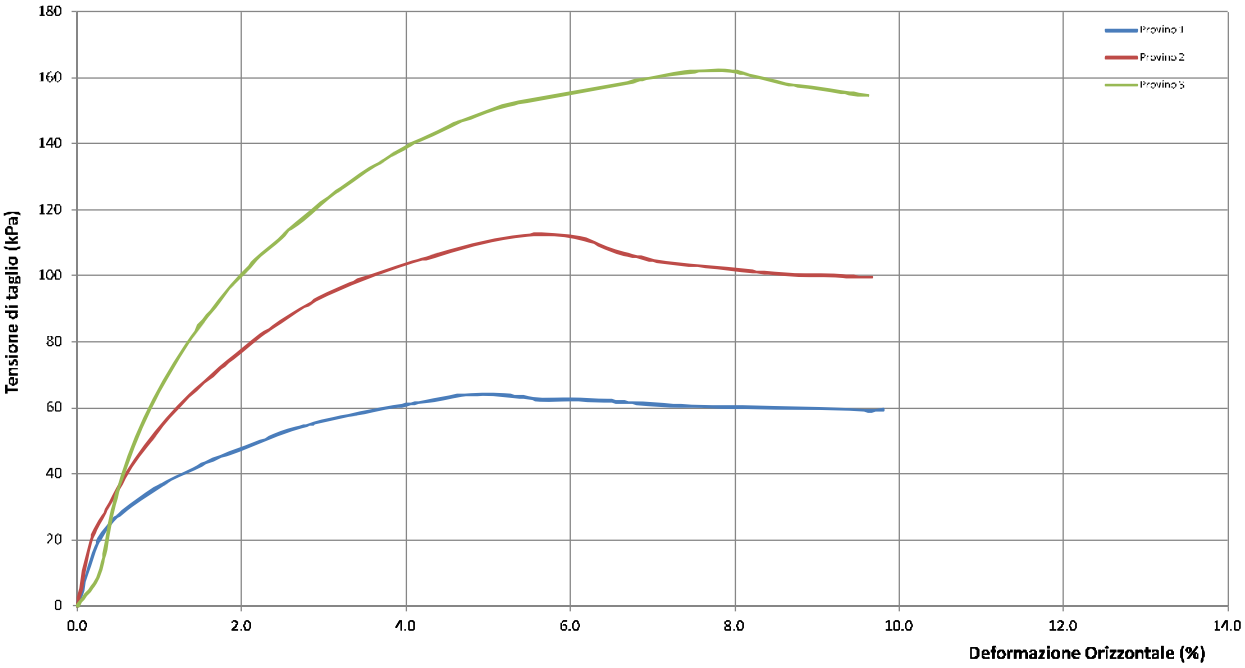


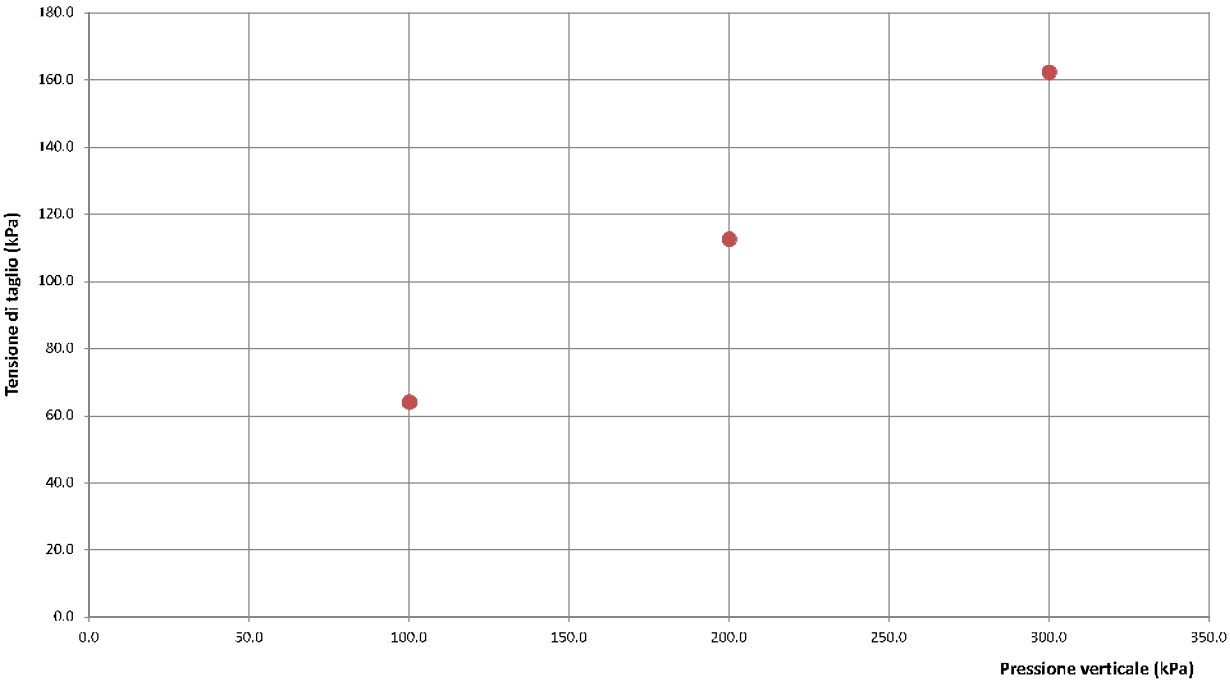
AIPnD

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2576/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| 0.07 | 0.37 | 0.000 | 0.07 | 0.69 | 0.000 | 0.07 | 1.03 | 0.000 |
| 0.10 | 0.38 | 0.008 | 0.10 | 0.70 | 0.016 | 0.10 | 1.06 | 0.031 |
| 0.17 | 0.39 | 0.020 | 0.17 | 0.74 | 0.056 | 0.17 | 1.10 | 0.078 |
| 0.25 | 0.40 | 0.035 | 0.25 | 0.78 | 0.095 | 0.25 | 1.15 | 0.125 |
| 0.37 | 0.42 | 0.051 | 0.37 | 0.81 | 0.121 | 0.37 | 1.20 | 0.177 |
| 0.57 | 0.44 | 0.069 | 0.57 | 0.83 | 0.144 | 0.57 | 1.26 | 0.233 |
| 0.85 | 0.45 | 0.086 | 0.85 | 0.85 | 0.166 | 0.85 | 1.31 | 0.280 |
| 1.27 | 0.47 | 0.098 | 1.27 | 0.87 | 0.180 | 1.27 | 1.34 | 0.316 |
| 1.92 | 0.48 | 0.116 | 1.92 | 0.88 | 0.192 | 1.92 | 1.36 | 0.337 |
| 4.32 | 0.51 | 0.142 | 4.32 | 0.89 | 0.209 | 4.32 | 1.40 | 0.377 |
| 4.32 | 0.51 | 0.142 | 4.32 | 0.89 | 0.209 | 4.32 | 1.40 | 0.377 |
| 6.48 | 0.52 | 0.151 | 6.48 | 0.90 | 0.215 | 6.48 | 1.41 | 0.386 |
| 9.72 | 0.53 | 0.162 | 9.72 | 0.91 | 0.224 | 9.72 | 1.42 | 0.398 |
| 14.58 | 0.54 | 0.176 | 14.58 | 0.92 | 0.232 | 14.58 | 1.44 | 0.413 |
| 32.83 | 0.56 | 0.194 | 32.83 | 0.94 | 0.258 | 32.83 | 1.46 | 0.435 |
| 49.25 | 0.57 | 0.206 | 49.25 | 0.95 | 0.264 | 49.25 | 1.47 | 0.446 |
| 73.88 | 0.59 | 0.221 | 73.88 | 0.97 | 0.282 | 73.88 | 1.48 | 0.456 |
| 110.83 | 0.61 | 0.245 | 110.83 | 0.98 | 0.298 | 110.83 | 1.49 | 0.462 |
| 166.25 | 0.64 | 0.271 | 166.25 | 1.00 | 0.312 | 166.25 | 1.50 | 0.479 |
| 249.38 | 0.66 | 0.291 | 249.38 | 1.02 | 0.336 | 249.38 | 1.52 | 0.498 |
| 374.08 | 0.67 | 0.301 | 374.08 | 1.03 | 0.342 | 374.08 | 1.54 | 0.513 |
| 561.13 | 0.69 | 0.319 | 561.13 | 1.04 | 0.354 | 561.13 | 1.55 | 0.523 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2576/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.14 | 0.030 | 18.1 | 0.10 | 0.016 | 19.7 | 0.16 | 0.016 | 10.2 |
| 0.36 | 0.053 | 29.5 | 0.32 | 0.042 | 37.1 | 0.35 | 0.049 | 42.2 |
| 0.48 | 0.060 | 33.1 | 0.42 | 0.066 | 44.3 | 0.45 | 0.060 | 53.2 |
| 0.60 | 0.071 | 36.2 | 0.54 | 0.085 | 50.4 | 0.56 | 0.069 | 62.7 |
| 0.71 | 0.087 | 38.8 | 0.64 | 0.085 | 55.9 | 0.67 | 0.082 | 70.7 |
| 0.83 | 0.096 | 41.2 | 0.76 | 0.098 | 61.1 | 0.78 | 0.094 | 78.2 |
| 0.94 | 0.103 | 43.3 | 0.87 | 0.110 | 65.6 | 0.89 | 0.112 | 84.8 |
| 1.05 | 0.107 | 45.3 | 0.98 | 0.110 | 69.9 | 1.00 | 0.125 | 90.8 |
| 1.17 | 0.112 | 47.2 | 1.10 | 0.122 | 73.9 | 1.11 | 0.139 | 96.3 |
| 1.28 | 0.115 | 49.0 | 1.21 | 0.122 | 77.5 | 1.23 | 0.150 | 101.5 |
| 1.40 | 0.117 | 50.9 | 1.31 | 0.122 | 81.1 | 1.33 | 0.161 | 106.1 |
| 1.51 | 0.117 | 52.8 | 1.43 | 0.139 | 84.6 | 1.46 | 0.173 | 110.5 |
| 1.64 | 0.117 | 54.3 | 1.54 | 0.139 | 87.6 | 1.56 | 0.186 | 114.3 |
| 1.75 | 0.121 | 55.5 | 1.65 | 0.140 | 90.6 | 1.67 | 0.198 | 117.9 |
| 1.87 | 0.122 | 56.8 | 1.76 | 0.140 | 93.3 | 1.78 | 0.209 | 121.9 |
| 1.98 | 0.122 | 57.8 | 1.88 | 0.140 | 95.5 | 1.89 | 0.216 | 125.5 |
| 2.10 | 0.122 | 58.8 | 1.99 | 0.150 | 97.6 | 2.01 | 0.223 | 128.8 |
| 2.22 | 0.122 | 59.7 | 2.11 | 0.150 | 99.5 | 2.11 | 0.229 | 131.9 |
| 2.34 | 0.122 | 60.4 | 2.22 | 0.150 | 101.1 | 2.23 | 0.234 | 134.8 |
| 2.46 | 0.122 | 61.4 | 2.34 | 0.150 | 102.8 | 2.35 | 0.242 | 137.8 |
| 2.57 | 0.122 | 62.1 | 2.45 | 0.150 | 104.3 | 2.46 | 0.252 | 140.3 |
| 2.69 | 0.122 | 62.9 | 2.58 | 0.150 | 105.7 | 2.58 | 0.266 | 142.6 |
| 2.80 | 0.121 | 63.8 | 2.69 | 0.150 | 107.1 | 2.70 | 0.274 | 144.9 |
| 2.92 | 0.121 | 64.0 | 2.80 | 0.150 | 108.4 | 2.81 | 0.281 | 147.0 |
| 3.05 | 0.121 | 64.0 | 2.92 | 0.150 | 109.7 | 2.93 | 0.287 | 148.8 |
| 3.16 | 0.120 | 63.6 | 3.04 | 0.150 | 110.8 | 3.04 | 0.292 | 150.6 |
| 3.29 | 0.120 | 63.0 | 3.15 | 0.150 | 111.7 | 3.16 | 0.295 | 151.9 |
| 3.40 | 0.120 | 62.4 | 3.28 | 0.150 | 112.3 | 3.28 | 0.299 | 152.9 |
| 3.52 | 0.120 | 62.5 | 3.39 | 0.150 | 112.6 | 3.39 | 0.303 | 153.8 |
| 3.63 | 0.119 | 62.5 | 3.50 | 0.150 | 112.4 | 3.50 | 0.305 | 154.7 |
| 3.76 | 0.118 | 62.3 | 3.62 | 0.150 | 111.8 | 3.62 | 0.309 | 155.5 |
| 3.87 | 0.117 | 62.1 | 3.74 | 0.150 | 110.5 | 3.74 | 0.311 | 156.4 |
| 4.00 | 0.116 | 61.7 | 3.87 | 0.150 | 108.4 | 3.86 | 0.314 | 157.2 |
| 4.11 | 0.116 | 61.4 | 3.99 | 0.150 | 106.7 | 3.99 | 0.321 | 158.3 |
| 4.23 | 0.116 | 61.0 | 4.12 | 0.150 | 105.5 | 4.10 | 0.324 | 159.3 |
| 4.35 | 0.117 | 60.7 | 4.23 | 0.150 | 104.4 | 4.21 | 0.329 | 160.1 |
| 4.47 | 0.119 | 60.4 | 4.34 | 0.150 | 103.9 | 4.33 | 0.335 | 161.0 |
| 4.58 | 0.120 | 60.4 | 4.47 | 0.150 | 103.4 | 4.46 | 0.340 | 161.7 |
| 4.71 | 0.122 | 60.3 | 4.59 | 0.150 | 102.9 | 4.56 | 0.346 | 162.1 |
| 4.83 | 0.124 | 60.3 | 4.71 | 0.172 | 102.4 | 4.69 | 0.351 | 162.4 |
| 4.94 | 0.126 | 60.2 | 4.83 | 0.172 | 101.8 | 4.81 | 0.354 | 161.8 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2576/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 5.06 | 0.13 | 60.03 | 4.96 | 0.17 | 101.14 | 4.93 | 0.36 | 160.50 |
| 5.18 | 0.13 | 59.94 | 5.07 | 0.17 | 100.86 | 5.05 | 0.36 | 159.39 |
| 5.30 | 0.14 | 59.86 | 5.20 | 0.19 | 100.47 | 5.17 | 0.36 | 158.19 |
| 5.41 | 0.14 | 59.72 | 5.32 | 0.19 | 100.31 | 5.29 | 0.37 | 157.42 |
| 5.54 | 0.15 | 59.72 | 5.43 | 0.19 | 100.22 | 5.40 | 0.38 | 156.72 |
| 5.66 | 0.15 | 59.44 | 5.55 | 0.19 | 100.06 | 5.52 | 0.38 | 156.03 |
| 5.78 | 0.15 | 59.17 | 5.67 | 0.19 | 99.67 | 5.64 | 0.38 | 155.28 |
| 5.89 | 0.16 | 59.36 | 5.80 | 0.19 | 99.64 | 5.77 | 0.39 | 154.61 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 2850**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/H | Pagina: | 1/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** **Campione Indisturbato** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Pressione di cella (kPa) | **400** | **550** | **700** |
| L - Altezza (mm) | 75.29 | 75.3 | 75.32 |
| D - Diametro (mm) | 38.1 | 38 | 38.06 |
| A - Sezione ($mm^2$) | **1140.1** | **1134.1** | **1137.7** |
| P - Massa provino (g) | **175.77** | **174.94** | 175.31 |
| w - Contenuto d'acqua (%) | 22.15% | 22.42% | 22.37% |
| $G_s$ - Peso specifico dei granuli ($kN/m^3$) | 26.30 | 26.30 | 26.30 |
| $\gamma$ - Densità umida ($kN/m^3$) | 20.09 | 20.10 | 20.07 |
| $\gamma_d$ - Densità secca ($kN/m^3$) | 16.45 | 16.41 | 16.40 |
| e - Indice dei vuoti | 0.599 | 0.602 | 0.604 |
| $S_r$ - Grado di saturazione (%) | 99.1% | 99.8% | 99.4% |
| Spessore membrana (mm) | | 0.2 | |
| Modulo Elastico membrana ($kN/m^2$) | | 1400 | |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.753 | 0.753 | 0.753 |
| Criterio di rottura | | Massimo sforzo deviatorico | |
| Deformazione assiale (%) | 15.10 | 15.30 | 15.29 |
| **Resistenza a compressione (kPa)** | **201.7** | **241.9** | **250.1** |
| Sforzo principale minore (kPa) | 400.0 | 550.0 | 700.0 |
| Sforzo principale maggiore (kPa) | 602 | 792 | 950 |
| Pressione interstiziale (kPa) | --- | --- | --- |

**PROVINI DOPO ROTTURA**










**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

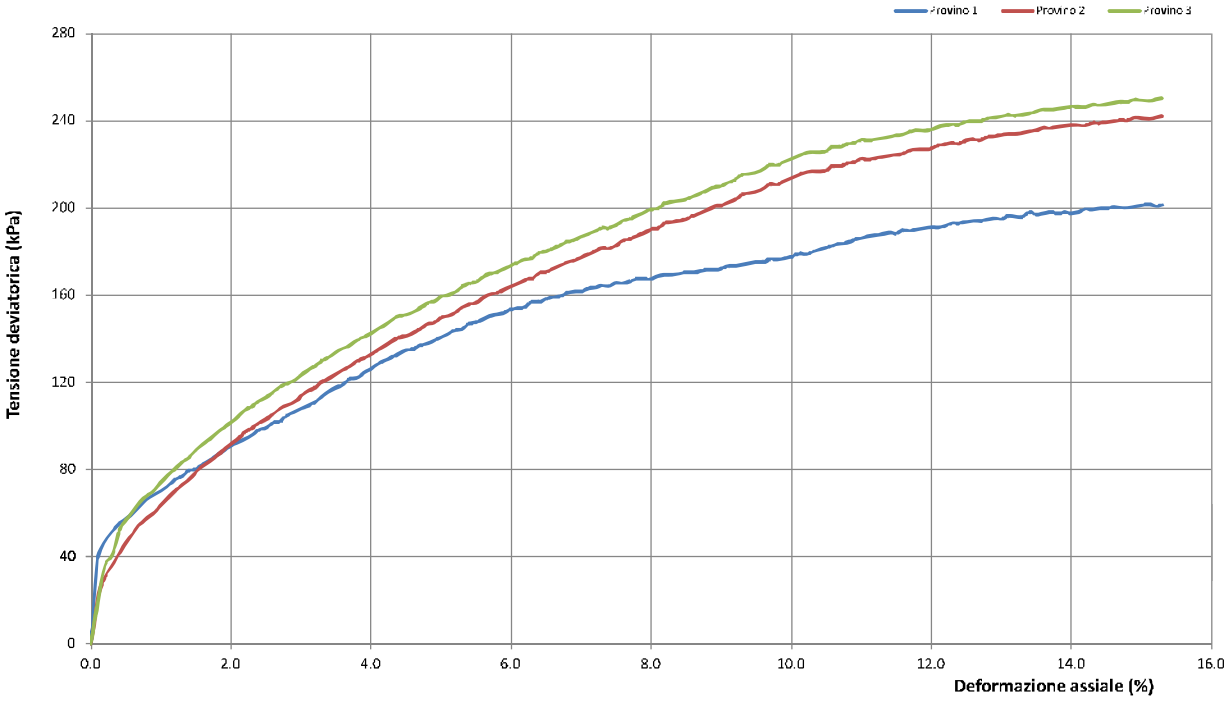
**(Ing. Rocco Tolve)**

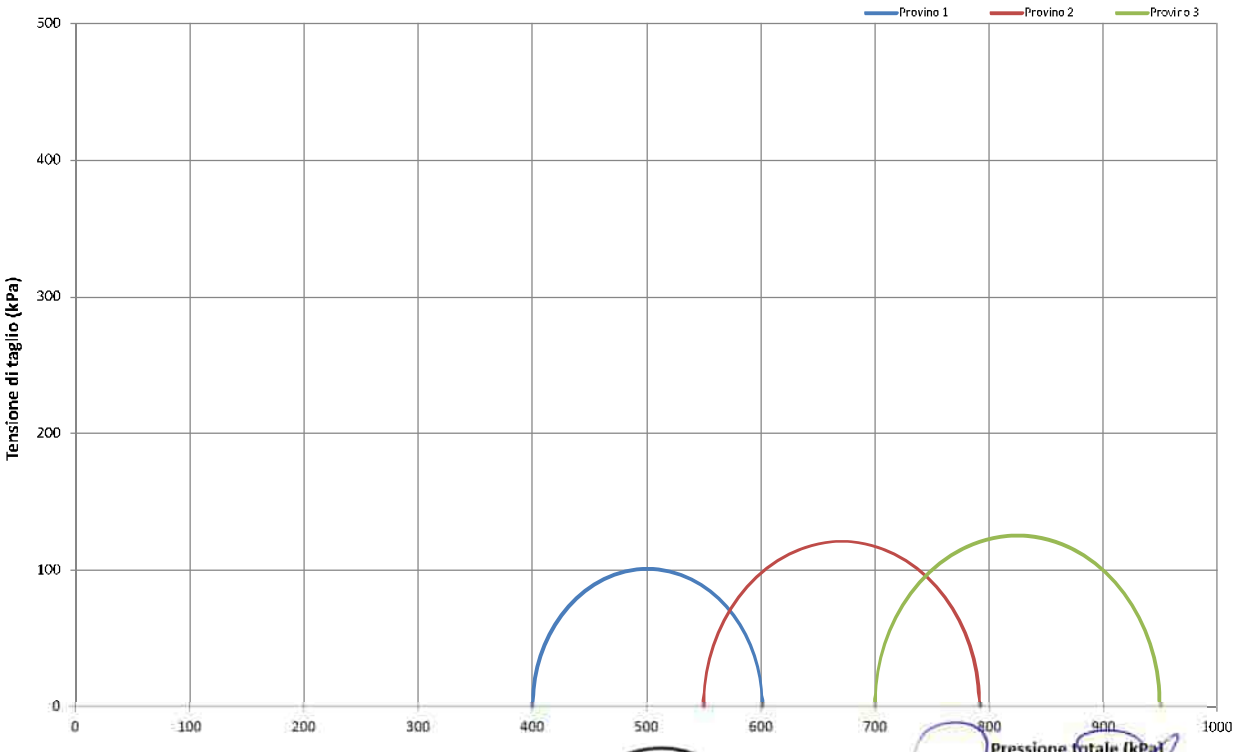
# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/H | Pagina: | 2/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/H | Pagina: | 3/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

**MISURAZIONI ACQUISITE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) |
| 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 |
| 0.31 | | 51.55 | 0.31 | | 36.00 | 0.31 | | 41.14 |
| 0.60 | | 60.08 | 0.60 | | 50.76 | 0.60 | | 61.08 |
| 0.90 | | 68.56 | 0.90 | | 60.18 | 0.90 | | 70.44 |
| 1.20 | | 75.26 | 1.21 | | 70.42 | 1.21 | | 80.61 |
| 1.50 | | 80.18 | 1.50 | | 78.87 | 1.50 | | 89.01 |
| 1.81 | | 86.80 | 1.79 | | 86.41 | 1.79 | | 96.49 |
| 2.10 | | 92.54 | 2.10 | | 93.89 | 2.10 | | 103.92 |
| 2.40 | | 98.23 | 2.40 | | 101.33 | 2.40 | | 111.30 |
| 2.71 | | 102.18 | 2.70 | | 107.88 | 2.70 | | 117.80 |
| 3.00 | | 107.82 | 3.00 | | 113.52 | 3.00 | | 123.39 |
| 3.29 | | 113.43 | 3.29 | | 120.00 | 3.29 | | 129.82 |
| 3.60 | | 118.99 | 3.60 | | 125.57 | 3.60 | | 135.34 |
| 3.90 | | 124.52 | 3.90 | | 131.11 | 3.90 | | 140.83 |
| 4.20 | | 130.03 | 4.20 | | 136.63 | 4.20 | | 146.31 |
| 4.50 | | 134.66 | 4.50 | | 141.26 | 4.50 | | 150.89 |
| 4.79 | | 137.60 | 4.81 | | 146.70 | 4.81 | | 156.28 |
| 5.10 | | 142.18 | 5.10 | | 150.46 | 5.10 | | 160.00 |
| 5.39 | | 146.74 | 5.41 | | 155.84 | 5.40 | | 165.33 |
| 5.70 | | 150.44 | 5.70 | | 160.38 | 5.70 | | 169.82 |
| 5.99 | | 153.30 | 6.00 | | 164.03 | 6.00 | | 173.44 |
| 6.30 | | 156.95 | 6.31 | | 167.67 | 6.31 | | 177.03 |
| 6.60 | | 158.94 | 6.60 | | 172.13 | 6.60 | | 181.44 |
| 6.91 | | 161.73 | 6.89 | | 175.74 | 6.89 | | 185.01 |
| 7.21 | | 163.70 | 7.20 | | 180.12 | 7.20 | | 189.35 |
| 7.49 | | 165.69 | 7.50 | | 182.85 | 7.50 | | 192.04 |
| 7.80 | | 167.63 | 7.80 | | 187.21 | 7.79 | | 196.35 |
| 8.10 | | 168.75 | 8.10 | | 190.70 | 8.10 | | 199.80 |
| 8.41 | | 169.86 | 8.41 | | 194.17 | 8.40 | | 203.23 |
| 8.70 | | 170.99 | 8.71 | | 197.62 | 8.71 | | 206.64 |
| 9.01 | | 172.09 | 9.00 | | 201.08 | 9.00 | | 210.05 |
| 9.30 | | 174.00 | 9.30 | | 206.11 | 9.29 | | 215.03 |
| 9.60 | | 175.09 | 9.60 | | 208.68 | 9.60 | | 217.57 |
| 9.91 | | 176.95 | 9.89 | | 212.07 | 9.89 | | 220.91 |
| 10.20 | | 178.83 | 10.20 | | 216.19 | 10.20 | | 224.99 |
| 10.49 | | 181.49 | 10.50 | | 217.13 | 10.50 | | 225.90 |
| 10.80 | | 184.10 | 10.80 | | 220.46 | 10.79 | | 229.18 |
| 11.09 | | 186.72 | 11.10 | | 222.16 | 11.10 | | 230.85 |
| 11.40 | | 188.52 | 11.41 | | 223.85 | 11.40 | | 232.50 |
| 11.70 | | 189.53 | 11.70 | | 226.34 | 11.70 | | 234.95 |
| 12.01 | | 191.31 | 12.01 | | 227.23 | 12.00 | | 235.81 |
| 12.30 | | 193.10 | 12.30 | | 229.68 | 12.29 | | 238.23 |
| 12.60 | | 194.09 | 12.60 | | 231.32 | 12.60 | | 239.83 |
| 12.90 | | 195.10 | 12.91 | | 232.95 | 12.90 | | 241.42 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/H | Pagina: | 4/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

**MISURAZIONI ACQUISITE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) |
| 13.20 | | 196.08 | 13.20 | | 233.83 | 13.20 | | 242.27 |
| 13.49 | | 197.07 | 13.49 | | 235.47 | 13.49 | | 243.87 |
| 13.80 | | 197.28 | 13.80 | | 237.07 | 13.79 | | 245.43 |
| 14.11 | | 198.24 | 14.10 | | 237.89 | 14.10 | | 246.22 |
| 14.40 | | 199.96 | 14.40 | | 238.74 | 14.39 | | 247.04 |
| 14.70 | | 200.16 | 14.71 | | 240.28 | 14.71 | | 248.54 |
| 15.01 | | 201.10 | 14.99 | | 241.14 | 14.99 | | 249.37 |
| 15.30 | | 201.31 | 15.30 | | 241.94 | 15.29 | | 250.13 |
| 15.59 | | 202.26 | 15.60 | | 242.73 | 15.60 | | 250.89 |
| 15.91 | | 202.43 | 15.90 | | 243.54 | 15.89 | | 251.67 |
| 16.20 | | 202.63 | 16.20 | | 244.32 | 16.20 | | 252.41 |
| 16.51 | | 202.81 | 16.51 | | 245.09 | 16.50 | | 253.15 |
| 16.80 | | 204.48 | 16.80 | | 245.88 | 16.80 | | 253.91 |
| 17.09 | | 206.13 | 17.10 | | 246.64 | | | |
| 17.40 | | 207.02 | 17.40 | | 248.15 | | | |
| 17.70 | | 209.35 | 17.70 | | 248.89 | | | |
| 18.00 | | 209.53 | 18.01 | | 250.35 | | | |
| 18.30 | | 211.12 | 18.30 | | 250.38 | | | |
| 18.59 | | 211.29 | 18.59 | | 251.14 | | | |
| 18.90 | | 212.15 | 18.90 | | 251.85 | | | |

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Leonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Tolve)

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.51**

Francesco Di Lonardo

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2576/J | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF8 | **Campione** | CI1 | **Profondità** | 29.00 ÷ 29.60 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.50** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **14.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **12.33** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**55.06**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fustella | 90 | 700.0 | 85 | 560.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 05/03/2020 | Limo con sabbia e argilla di colore grigiastro | Q5 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2577/A |
| Peso di volume | ☑ | 2577/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2577/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2577/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2577/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2577/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2577/G |
| Prova Triassiale TX | ☑ | 2577/H |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2577/I |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2577/J |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 4.6 | | |
| | | 2.5 | |
| **TD1** | 4.6 | | |
| **TD2** | 4.6 | 2.5 | |
| **TD3** | 4.6 | | |
| | | 2.5 | |
| TX1 | 4.6 | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| TX2 | 4.6 | 2.5 | |
| TX3 | 4.6 | | |
| | | 2.5 | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 69.31 | 60.06 | 67.39 |
| Peso Lordo Secco (g) | 61.77 | 54.04 | 60.10 |
| Tara (g) | 26.11 | 25.87 | 25.74 |
| **Umidità relativa W (%)** | **21.1%** | **21.4%** | **21.2%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **21.2%** | **0.12%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2577/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

**Determinazione eseguita mediante fustella tarata**

| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{sn}$ - Peso campione (g) |
|---|---|---|---|
| 59.97 | 39.98 | 142.20 | 82.23 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**20.18**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 67.83 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**16.64**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO



AIPnD

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 06/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 07/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 40.68 | 40.92 | 40.82 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 202.68 | 202.82 | 202.77 |
| Temperatura (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.174 | 177.174 | 177.174 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6809** | **2.6791** | **2.6813** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6814** | **2.6796** | **2.6818** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.681** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# LIMITI DI ATTERBERG

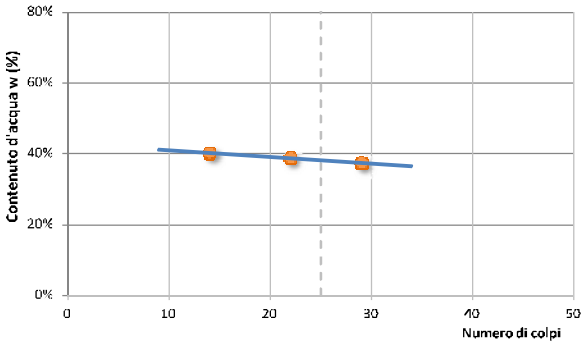
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 13/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 25 | 2 | 33 |
| $P_T$ - tara (g) | 26.03 | 25.95 | 25.75 |
| $P_I$ + campione umido (g) | 49.79 | 50.28 | 50.31 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 43.33 | 43.48 | 43.28 |
| N° di colpi | 29 | 22 | 14 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 37.34% | 38.79% | 40.10% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **38.1%** | |

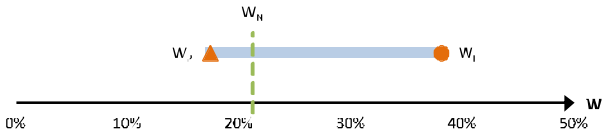



y = -0.00184 x + 0.42724 $R^2$ = 0.995

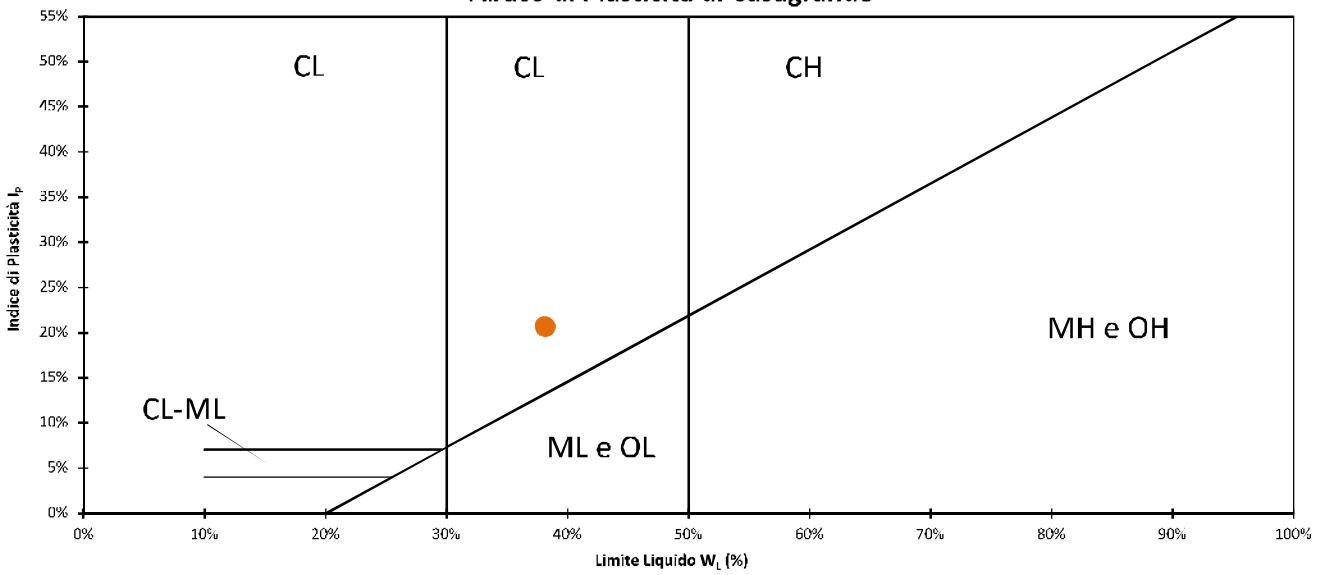
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 22 | 21 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 26.11 | 25.99 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 64.2 | 68.49 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 58.54 | 62.19 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 17.45% | 17.40% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **17.4%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **20.7%** | **plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.816** | **solido-plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.184** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **1.428** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.849** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di media plasticità**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO



AIPnD

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

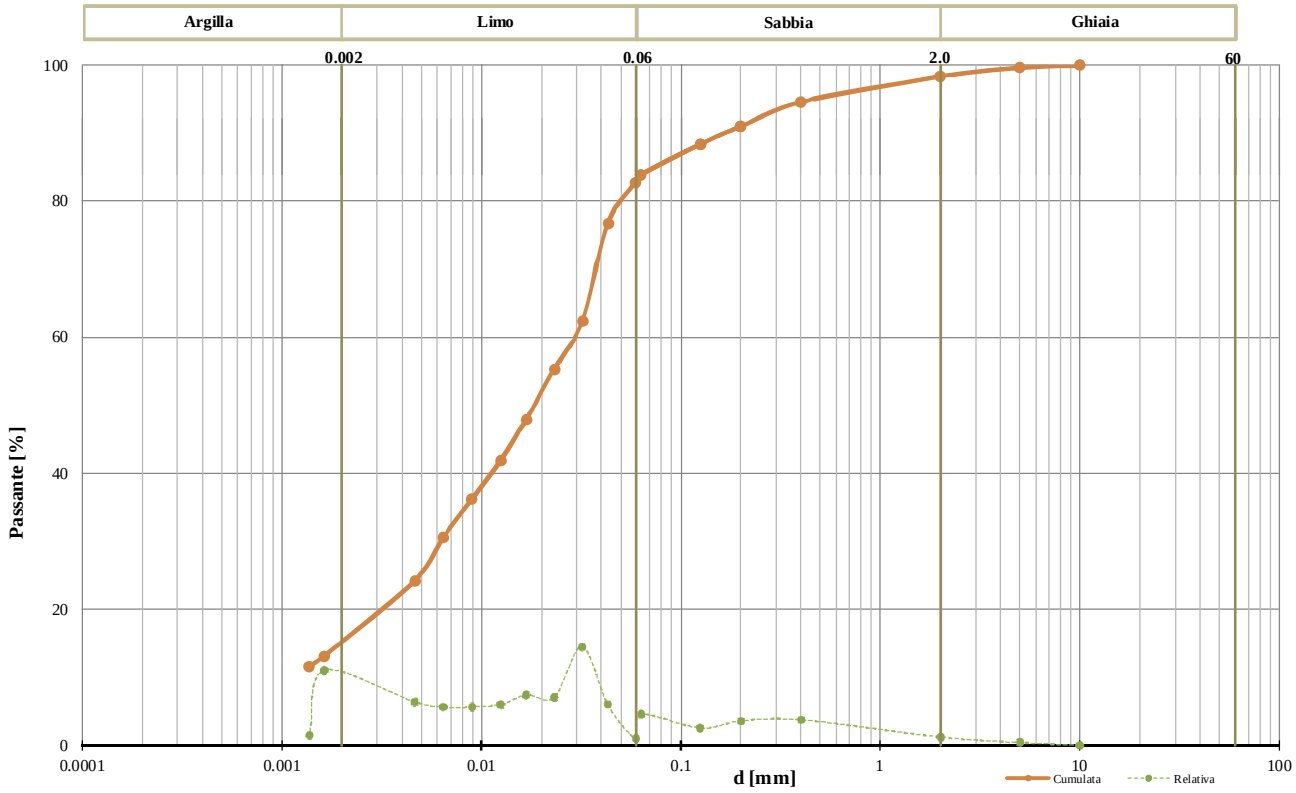
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.0000 | 100.00 % | 0.0431 | 76.77 % | 0.0016 | 13.15 % |
| 5.0000 | 99.57 % | 0.0321 | 62.30 % | 0.0014 | 11.65 % |
| 2.0000 | 98.34 % | 0.0232 | 55.24 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 94.56 % | 0.0168 | 47.83 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 90.95 % | 0.0125 | 41.83 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 88.37 % | 0.0090 | 36.18 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 83.79 % | 0.0064 | 30.53 % | #N/D | #N/D |
| 0.0596 | 82.77 % | 0.0046 | 24.18 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Limo sabbiosa argillosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 98.34 % | $D_{10}$ | *#N/D* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 94.56 % | $D_{30}$ | *0.00630 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 83.79 % | $D_{50}$ | *0.01868 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | #N/D | $D_{60}$ | *0.02918 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | #N/D | $D_{90}$ | *0.17225 mm* |

| *Argilla ( < 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | Ghiaia ( >2 mm) |
|---|---|---|---|
| 14.50 % | 68.40 % | 15.44 % | 1.66 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

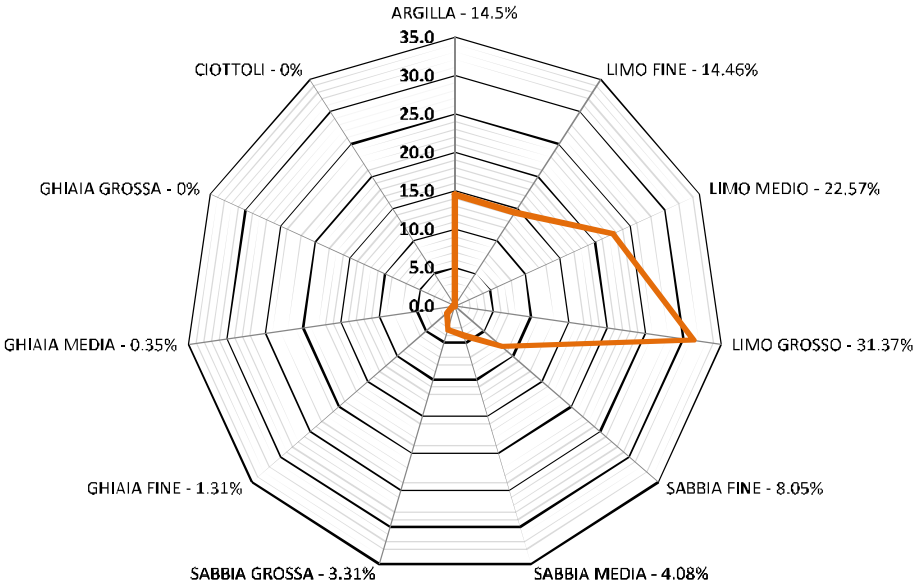
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

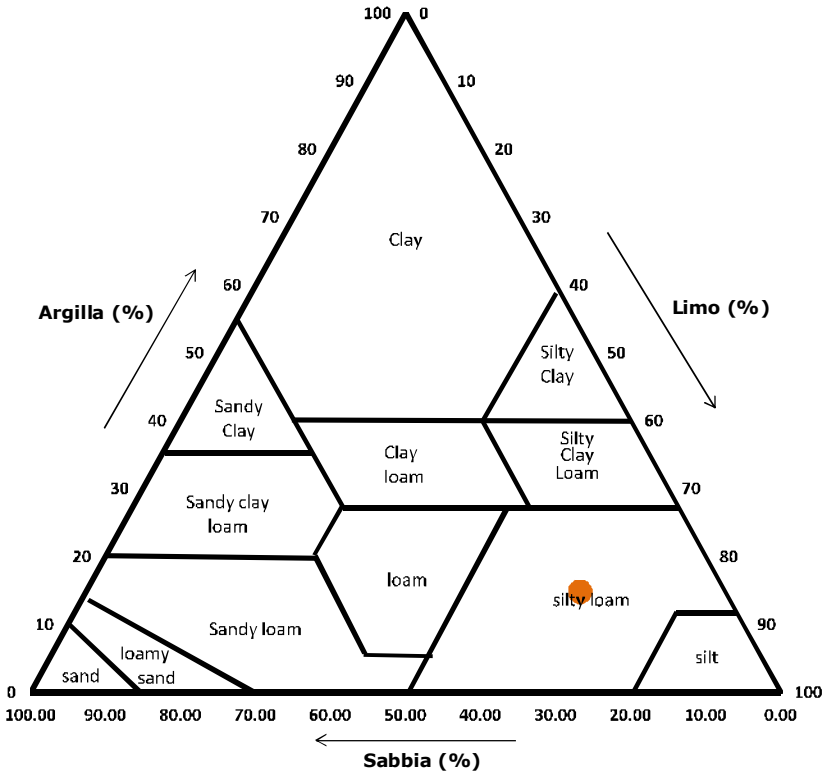
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF8 **Campione** CI2 **Profondità** 35.00 ÷ 35.60




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 14.75 % | 65.88 % | 19.38 % |

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Lonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Tolve)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

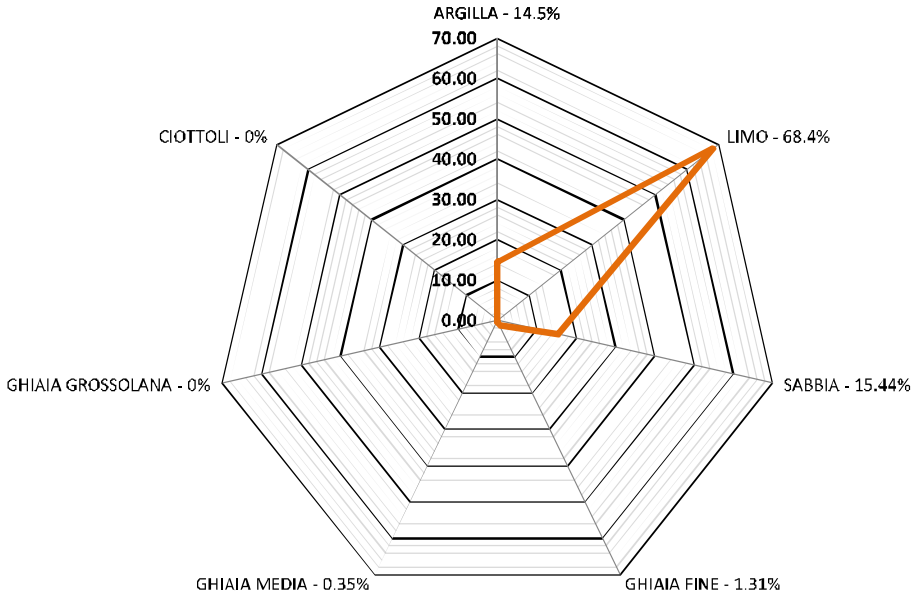
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 98.34 % | $D_{10}$ | *#N/D* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 94.56 % | $D_{30}$ | *0.00630 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 83.79 % | $D_{50}$ | *0.01868 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{50}/D_{10}$) | #N/D | $D_{60}$ | *0.02918 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | #N/D | $D_{90}$ | *0.17225 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 14.50 % | 68.40 % | 15.44 % | 1.66 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 38.1% | 17.43% | 20.70% | 10 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A6***

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Leonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Talvè)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | Geotec Spa | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| **CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^4$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 147.58 | 148.11 | 148.27 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 20.75% | 21.13% | 20.47% |
| Umidità (trimming) (%) | 21.14% | 21.37% | 21.22% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 20.11 | 20.18 | 20.20 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 16.65 | 16.66 | 16.77 |
| Indice dei vuoti | 0.610 | 0.609 | 0.599 |
| Grado di saturazione (%) | 91.2% | 93.0% | 91.6% |

| **FASE DI CONSOLIDAZIONE** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| Cedimento (mm) | 0.314 | 0.577 | 0.619 |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00582 | 0.00575 | 0.00570 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 49.2 | 83.1 | 122.3 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 2.25 | 3.01 | 3.19 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.150 | 0.179 | 0.180 |

| **c' (kPa)** | **φ' (°)** |
|---|---|
| **11.72** | **20.09** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e φ' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulle terne di punti (pressione verticale/tensione di taglio), sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocca Tolve)**

Rocca Tolve

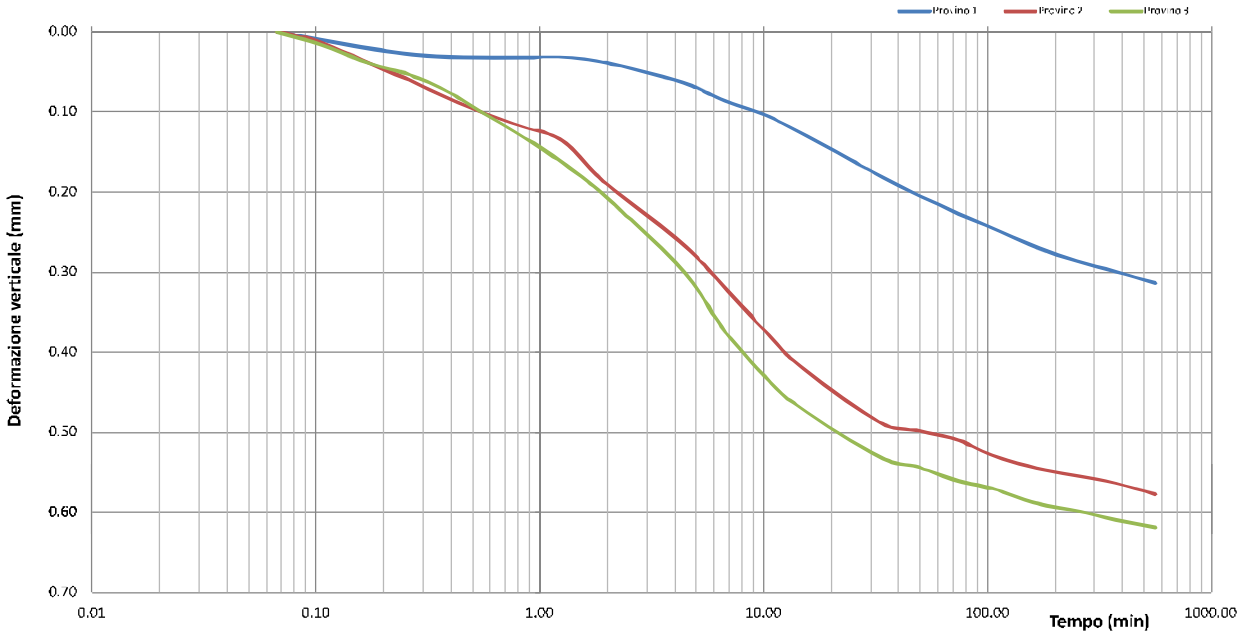
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

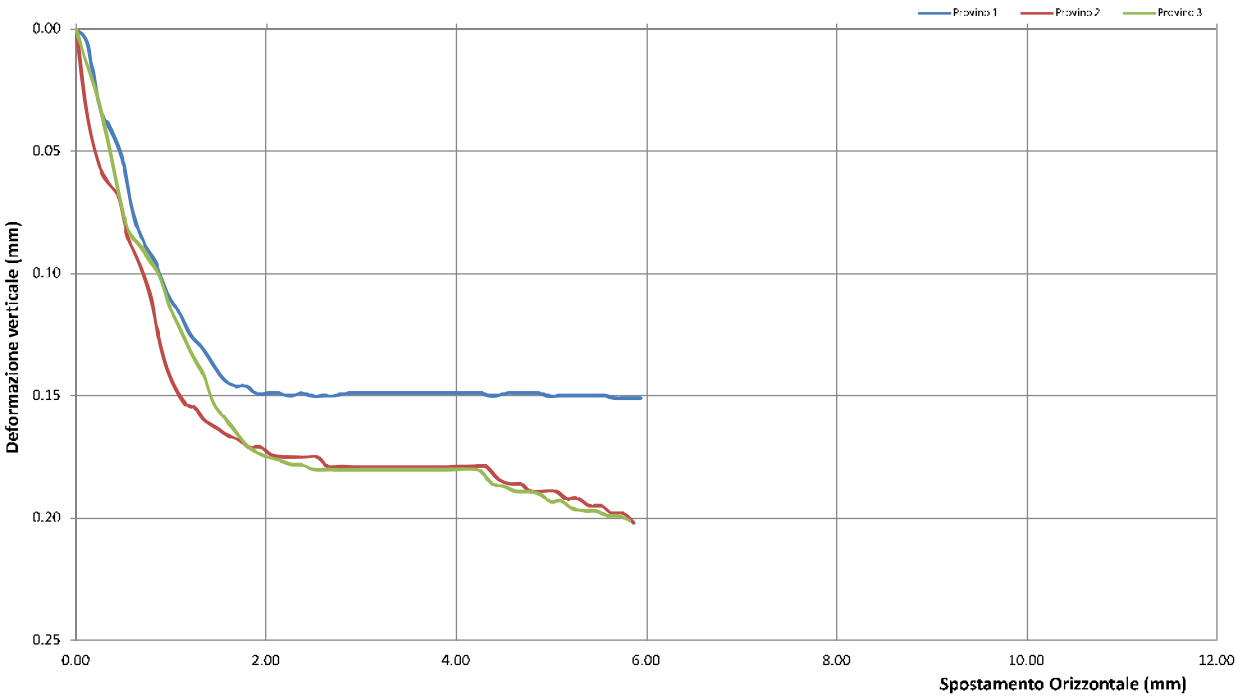
# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

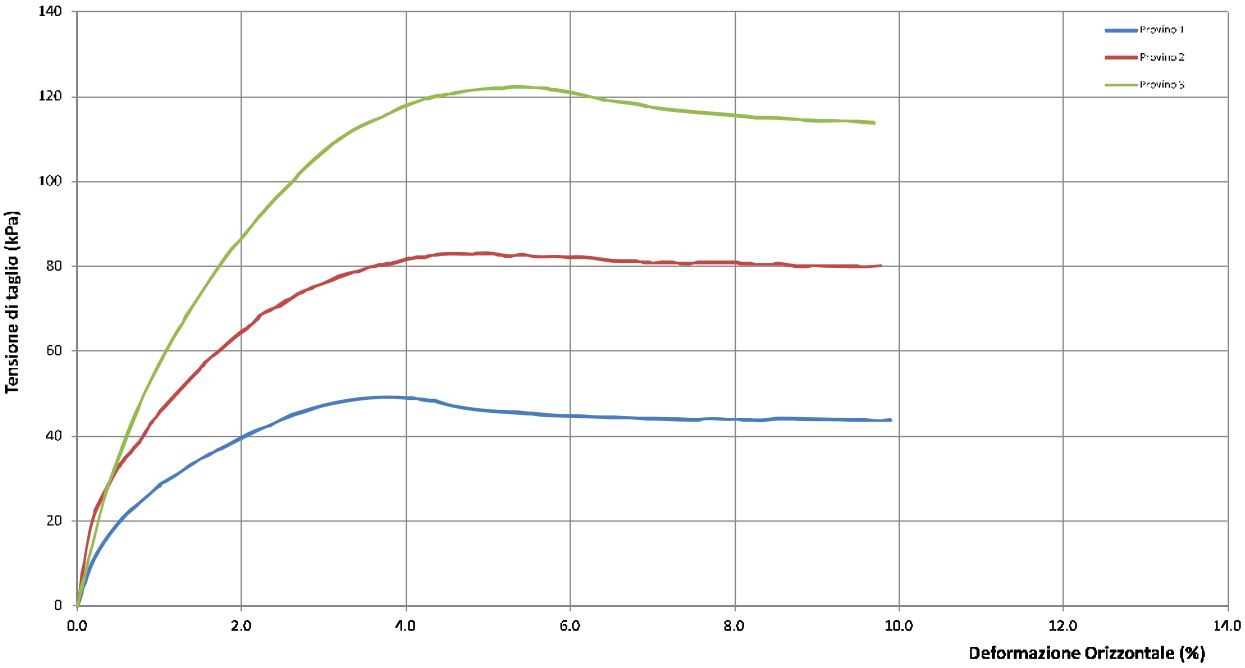
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

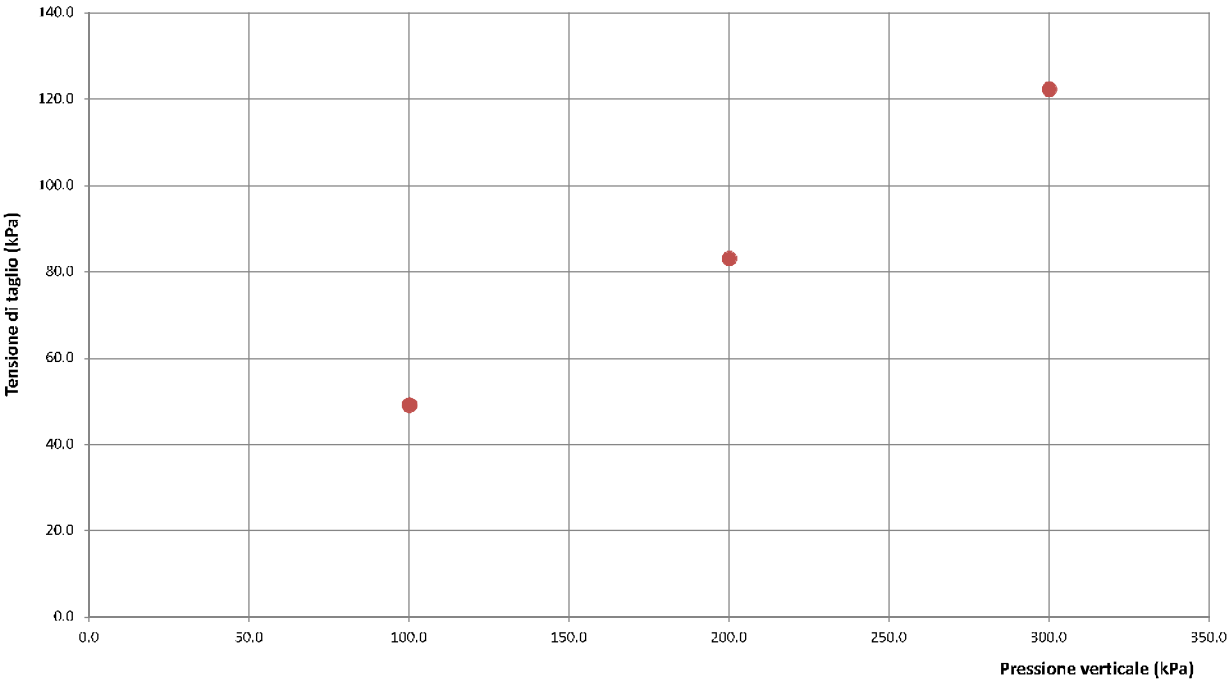
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2577/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| 0.07 | 0.57 | 0.000 | 0.07 | 0.69 | 0.000 | 0.07 | 0.91 | 0.000 |
| 0.10 | 0.58 | 0.009 | 0.10 | 0.70 | 0.011 | 0.10 | 0.92 | 0.014 |
| 0.17 | 0.59 | 0.020 | 0.17 | 0.72 | 0.037 | 0.17 | 0.95 | 0.038 |
| 0.25 | 0.60 | 0.027 | 0.25 | 0.74 | 0.058 | 0.25 | 0.96 | 0.052 |
| 0.37 | 0.60 | 0.031 | 0.37 | 0.77 | 0.080 | 0.37 | 0.98 | 0.071 |
| 0.57 | 0.61 | 0.032 | 0.57 | 0.79 | 0.102 | 0.57 | 1.01 | 0.103 |
| 0.85 | 0.61 | 0.032 | 0.85 | 0.80 | 0.119 | 0.85 | 1.04 | 0.132 |
| 1.27 | 0.61 | 0.032 | 1.27 | 0.82 | 0.136 | 1.27 | 1.07 | 0.164 |
| 1.92 | 0.61 | 0.038 | 1.92 | 0.87 | 0.186 | 1.92 | 1.11 | 0.203 |
| 4.32 | 0.64 | 0.063 | 4.32 | 0.95 | 0.264 | 4.32 | 1.21 | 0.297 |
| 4.32 | 0.64 | 0.063 | 4.32 | 0.95 | 0.264 | 4.32 | 1.21 | 0.297 |
| 6.48 | 0.66 | 0.085 | 6.48 | 1.00 | 0.315 | 6.48 | 1.28 | 0.368 |
| 9.72 | 0.68 | 0.102 | 9.72 | 1.05 | 0.368 | 9.72 | 1.33 | 0.425 |
| 14.58 | 0.70 | 0.126 | 14.58 | 1.10 | 0.417 | 14.58 | 1.38 | 0.470 |
| 32.83 | 0.75 | 0.179 | 32.83 | 1.17 | 0.487 | 32.83 | 1.44 | 0.531 |
| 49.25 | 0.78 | 0.204 | 49.25 | 1.18 | 0.498 | 49.25 | 1.45 | 0.544 |
| 73.88 | 0.80 | 0.227 | 73.88 | 1.20 | 0.510 | 73.88 | 1.47 | 0.561 |
| 110.83 | 0.82 | 0.248 | 110.83 | 1.22 | 0.531 | 110.83 | 1.48 | 0.572 |
| 166.25 | 0.84 | 0.269 | 166.25 | 1.23 | 0.545 | 166.25 | 1.50 | 0.589 |
| 249.38 | 0.86 | 0.286 | 249.38 | 1.24 | 0.554 | 249.38 | 1.51 | 0.598 |
| 374.08 | 0.87 | 0.299 | 374.08 | 1.25 | 0.564 | 374.08 | 1.52 | 0.609 |
| 561.13 | 0.89 | 0.314 | 561.13 | 1.26 | 0.577 | 561.13 | 1.53 | 0.619 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2577/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.11 | 0.006 | 10.6 | 0.10 | 0.033 | 19.5 | 0.12 | 0.015 | 15.4 |
| 0.36 | 0.041 | 21.6 | 0.32 | 0.062 | 33.8 | 0.33 | 0.044 | 37.4 |
| 0.48 | 0.053 | 25.1 | 0.45 | 0.069 | 38.5 | 0.44 | 0.065 | 46.1 |
| 0.59 | 0.074 | 28.1 | 0.54 | 0.085 | 43.2 | 0.55 | 0.082 | 53.8 |
| 0.72 | 0.088 | 30.8 | 0.67 | 0.097 | 48.1 | 0.66 | 0.088 | 60.7 |
| 0.84 | 0.096 | 33.4 | 0.78 | 0.110 | 52.1 | 0.77 | 0.094 | 66.8 |
| 0.96 | 0.109 | 35.6 | 0.90 | 0.132 | 56.3 | 0.88 | 0.101 | 72.3 |
| 1.09 | 0.116 | 37.6 | 1.01 | 0.144 | 59.4 | 0.99 | 0.114 | 77.7 |
| 1.20 | 0.125 | 39.5 | 1.14 | 0.153 | 63.1 | 1.10 | 0.123 | 82.8 |
| 1.32 | 0.130 | 41.3 | 1.25 | 0.155 | 65.6 | 1.22 | 0.133 | 87.4 |
| 1.44 | 0.137 | 43.0 | 1.35 | 0.160 | 68.6 | 1.33 | 0.141 | 91.9 |
| 1.54 | 0.143 | 44.6 | 1.47 | 0.163 | 70.7 | 1.45 | 0.153 | 96.0 |
| 1.66 | 0.146 | 45.9 | 1.58 | 0.166 | 73.0 | 1.56 | 0.159 | 99.9 |
| 1.78 | 0.146 | 47.0 | 1.71 | 0.168 | 74.9 | 1.67 | 0.164 | 103.4 |
| 1.90 | 0.149 | 47.9 | 1.82 | 0.171 | 76.3 | 1.79 | 0.170 | 106.8 |
| 2.02 | 0.149 | 48.5 | 1.94 | 0.171 | 77.9 | 1.90 | 0.173 | 109.7 |
| 2.13 | 0.149 | 49.0 | 2.05 | 0.174 | 78.9 | 2.02 | 0.175 | 112.1 |
| 2.25 | 0.150 | 49.2 | 2.17 | 0.175 | 80.1 | 2.13 | 0.176 | 114.0 |
| 2.37 | 0.149 | 49.1 | 2.29 | 0.175 | 80.7 | 2.25 | 0.178 | 115.6 |
| 2.48 | 0.150 | 48.8 | 2.42 | 0.175 | 81.8 | 2.36 | 0.178 | 117.5 |
| 2.61 | 0.150 | 48.2 | 2.54 | 0.175 | 82.2 | 2.48 | 0.180 | 118.8 |
| 2.72 | 0.150 | 47.3 | 2.65 | 0.179 | 82.9 | 2.59 | 0.180 | 119.8 |
| 2.84 | 0.149 | 46.6 | 2.78 | 0.179 | 83.0 | 2.72 | 0.180 | 120.6 |
| 2.96 | 0.149 | 46.1 | 2.89 | 0.179 | 82.9 | 2.83 | 0.180 | 121.3 |
| 3.08 | 0.149 | 45.7 | 3.01 | 0.179 | 83.1 | 2.95 | 0.180 | 121.8 |
| 3.21 | 0.149 | 45.5 | 3.14 | 0.179 | 82.5 | 3.08 | 0.180 | 122.0 |
| 3.32 | 0.149 | 45.3 | 3.26 | 0.179 | 82.7 | 3.19 | 0.180 | 122.3 |
| 3.44 | 0.149 | 44.9 | 3.38 | 0.179 | 82.3 | 3.31 | 0.180 | 122.2 |
| 3.57 | 0.149 | 44.8 | 3.48 | 0.179 | 82.4 | 3.43 | 0.180 | 121.9 |
| 3.69 | 0.149 | 44.6 | 3.61 | 0.179 | 82.1 | 3.55 | 0.180 | 121.3 |
| 3.79 | 0.149 | 44.5 | 3.73 | 0.179 | 82.1 | 3.66 | 0.180 | 120.6 |
| 3.91 | 0.149 | 44.4 | 3.86 | 0.179 | 81.5 | 3.78 | 0.180 | 119.7 |
| 4.04 | 0.149 | 44.3 | 3.96 | 0.179 | 81.3 | 3.90 | 0.180 | 118.9 |
| 4.15 | 0.149 | 44.1 | 4.08 | 0.179 | 81.1 | 4.02 | 0.180 | 118.6 |
| 4.27 | 0.149 | 44.1 | 4.20 | 0.179 | 80.8 | 4.15 | 0.180 | 117.8 |
| 4.39 | 0.150 | 43.9 | 4.32 | 0.179 | 81.0 | 4.27 | 0.181 | 117.2 |
| 4.51 | 0.149 | 43.8 | 4.44 | 0.184 | 80.6 | 4.38 | 0.186 | 116.7 |
| 4.63 | 0.149 | 44.1 | 4.56 | 0.186 | 81.0 | 4.51 | 0.187 | 116.4 |
| 4.75 | 0.149 | 43.9 | 4.67 | 0.186 | 80.8 | 4.62 | 0.189 | 116.0 |
| 4.86 | 0.149 | 43.9 | 4.78 | 0.189 | 80.9 | 4.74 | 0.189 | 115.7 |
| 4.97 | 0.150 | 43.6 | 4.92 | 0.189 | 80.5 | 4.87 | 0.190 | 115.4 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Talvo)**

Rocco Talvo

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2577/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 16/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 18/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| *5.10* | *0.15* | *43.97* | *5.04* | *0.19* | *80.50* | *4.98* | *0.19* | *115.00* |
| *5.22* | *0.15* | *44.06* | *5.16* | *0.19* | *80.47* | *5.10* | *0.19* | *115.03* |
| *5.34* | *0.15* | *43.97* | *5.28* | *0.19* | *80.00* | *5.22* | *0.20* | *114.69* |
| *5.45* | *0.15* | *43.92* | *5.40* | *0.20* | *80.17* | *5.35* | *0.20* | *114.47* |
| *5.57* | *0.15* | *43.89* | *5.52* | *0.20* | *79.92* | *5.46* | *0.20* | *114.36* |
| *5.69* | *0.15* | *43.72* | *5.63* | *0.20* | *80.00* | *5.59* | *0.20* | *114.31* |
| *5.82* | *0.15* | *43.64* | *5.75* | *0.20* | *79.89* | *5.70* | *0.20* | *114.03* |
| *5.94* | *0.15* | *43.67* | *5.87* | *0.20* | *80.14* | *5.82* | *0.20* | *113.72* |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 2850**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/H | Pagina: | 1/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** **Campione Indisturbato** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Pressione di cella (kPa) | **700** | **550** | **400** |
| L - Altezza (mm) | 75.98 | 75.31 | 75.32 |
| D - Diametro (mm) | 37.95 | 38.04 | 38.02 |
| A - Sezione ($mm^2$) | 1131.1 | 1136.5 | 1135.3 |
| P - Massa provino (g) | 177.04 | 175.69 | 175.93 |
| w - Contenuto d'acqua (%) | 21.14% | 21.37% | 21.22% |
| $G_s$ - Peso specifico dei granuli ($kN/m^3$) | 26.30 | 26.30 | 26.30 |
| $\gamma$ - Densità umida ($kN/m^3$) | 20.21 | 20.14 | 20.18 |
| $\gamma_d$ - Densità secca ($kN/m^3$) | 16.68 | 16.59 | 16.65 |
| e - Indice dei vuoti | 0.577 | 0.585 | 0.580 |
| $S_r$ - Grado di saturazione (%) | 98.3% | 97.9% | 98.1% |
| Spessore membrana (mm) | | 0.2 | |
| Modulo Elastico membrana ($kN/m^2$) | | 1400 | |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.760 | 0.753 | 0.753 |
| Criterio di rottura | | Massimo sforzo deviatorico | |
| Deformazione assiale (%) | 15.31 | 15.31 | 15.31 |
| **Resistenza a compressione (kPa)** | **349.6** | **315.2** | **322.2** |
| Sforzo principale minore (kPa) | 700.0 | 550.0 | 400.0 |
| Sforzo principale maggiore (kPa) | 1050 | 865 | 722 |
| Pressione interstiziale (kPa) | --- | --- | --- |

**PROVINI DOPO ROTTURA**










**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

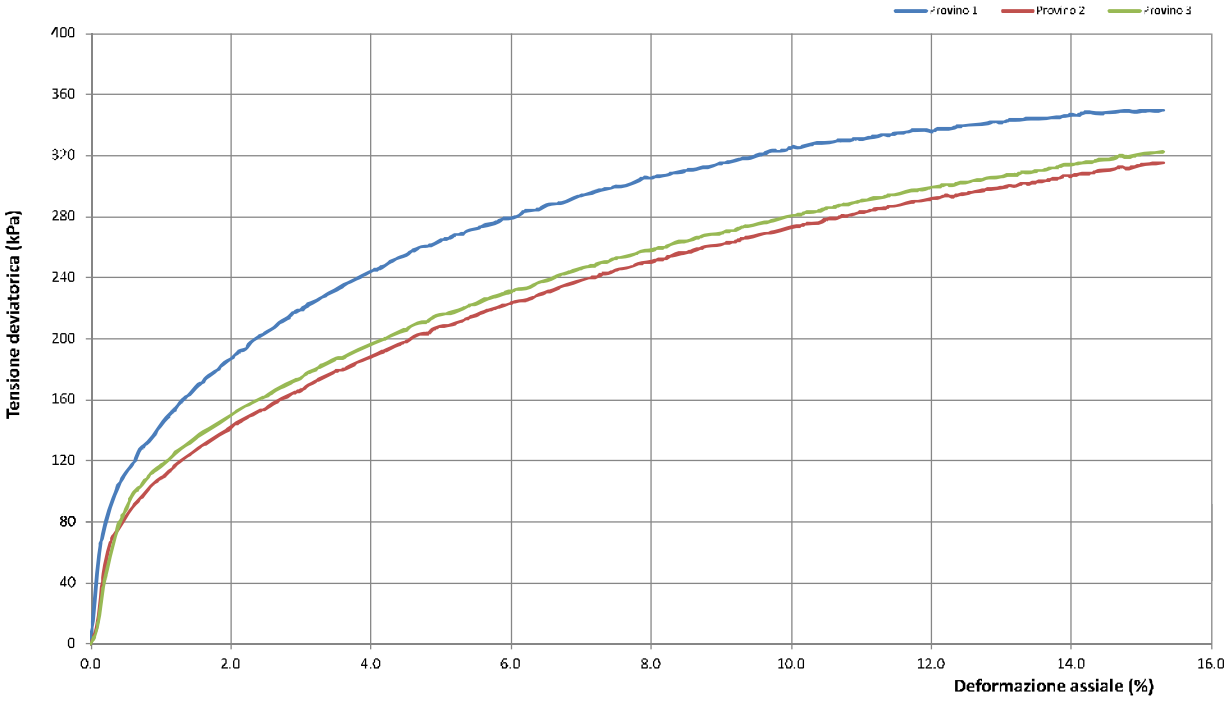
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

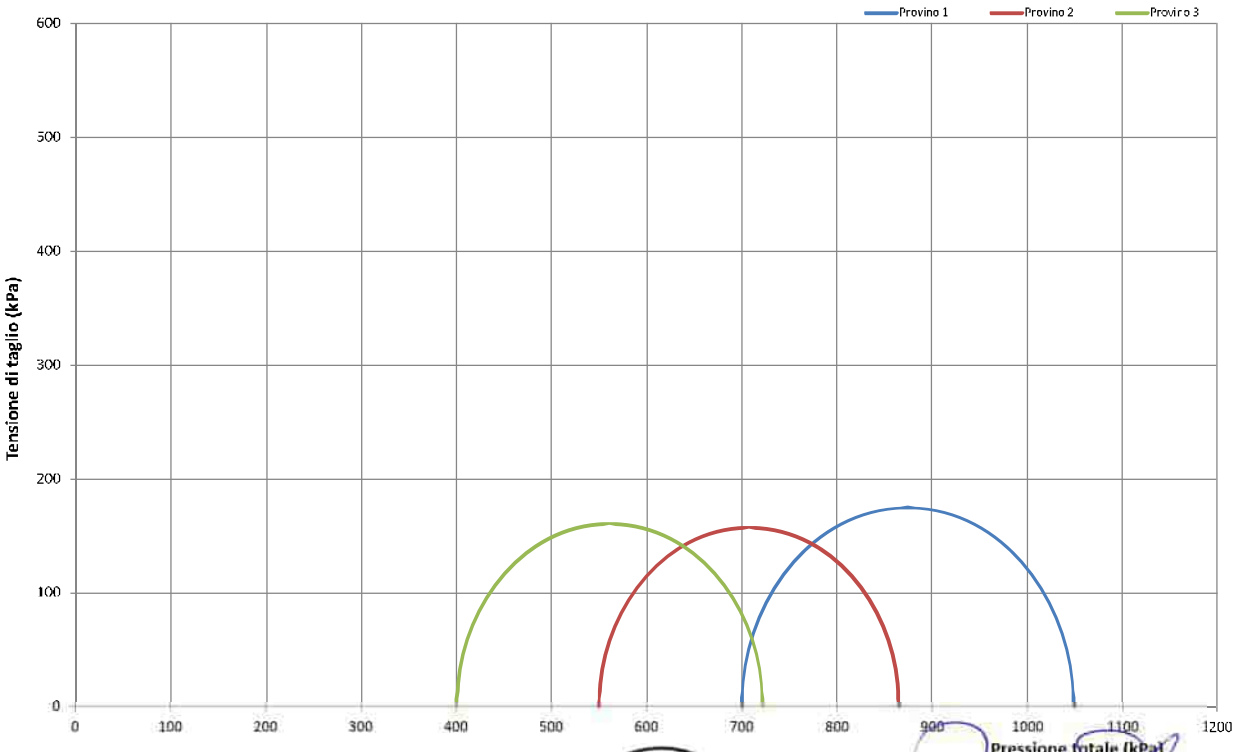
# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/H | Pagina: | 2/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |




Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/H | Pagina: | 3/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

**MISURAZIONI ACQUISITE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) |
| 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 |
| 0.30 | | 93.39 | 0.31 | | 69.26 | 0.31 | | 63.18 |
| 0.61 | | 118.55 | 0.60 | | 90.01 | 0.60 | | 97.98 |
| 0.91 | | 137.43 | 0.90 | | 105.39 | 0.90 | | 113.36 |
| 1.20 | | 153.59 | 1.21 | | 117.21 | 1.21 | | 125.16 |
| 1.51 | | 168.75 | 1.50 | | 127.24 | 1.50 | | 135.18 |
| 1.80 | | 179.51 | 1.81 | | 136.32 | 1.81 | | 144.25 |
| 2.11 | | 191.06 | 2.11 | | 145.36 | 2.11 | | 153.27 |
| 2.41 | | 201.67 | 2.40 | | 152.64 | 2.40 | | 160.54 |
| 2.70 | | 210.52 | 2.70 | | 159.88 | 2.70 | | 167.76 |
| 3.01 | | 219.27 | 3.00 | | 166.20 | 3.00 | | 174.06 |
| 3.30 | | 227.16 | 3.29 | | 174.20 | 3.29 | | 182.05 |
| 3.61 | | 234.97 | 3.60 | | 179.59 | 3.60 | | 187.42 |
| 3.91 | | 241.88 | 3.92 | | 186.61 | 3.92 | | 194.43 |
| 4.20 | | 247.94 | 4.20 | | 191.98 | 4.20 | | 199.78 |
| 4.50 | | 254.77 | 4.50 | | 198.11 | 4.50 | | 205.89 |
| 4.80 | | 260.71 | 4.81 | | 203.35 | 4.81 | | 211.11 |
| 5.11 | | 265.78 | 5.10 | | 208.60 | 5.10 | | 216.34 |
| 5.40 | | 270.84 | 5.40 | | 213.78 | 5.40 | | 221.50 |
| 5.70 | | 275.01 | 5.70 | | 218.95 | 5.70 | | 226.66 |
| 6.00 | | 279.15 | 6.00 | | 223.24 | 6.00 | | 230.93 |
| 6.30 | | 284.08 | 6.31 | | 226.68 | 6.31 | | 234.34 |
| 6.59 | | 288.20 | 6.60 | | 231.76 | 6.60 | | 239.41 |
| 6.91 | | 292.21 | 6.90 | | 236.79 | 6.90 | | 244.42 |
| 7.21 | | 296.24 | 7.20 | | 240.17 | 7.20 | | 247.79 |
| 7.50 | | 299.45 | 7.50 | | 245.14 | 7.50 | | 252.73 |
| 7.80 | | 303.42 | 7.79 | | 248.48 | 7.79 | | 256.05 |
| 8.11 | | 306.55 | 8.10 | | 251.76 | 8.10 | | 259.31 |
| 8.40 | | 308.89 | 8.41 | | 255.83 | 8.40 | | 263.36 |
| 8.71 | | 311.93 | 8.70 | | 259.10 | 8.70 | | 266.61 |
| 9.00 | | 315.04 | 9.00 | | 261.51 | 9.00 | | 269.00 |
| 9.31 | | 318.08 | 9.29 | | 265.53 | 9.29 | | 273.01 |
| 9.61 | | 321.10 | 9.60 | | 268.70 | 9.60 | | 276.15 |
| 9.91 | | 323.30 | 9.91 | | 271.85 | 9.90 | | 279.28 |
| 10.20 | | 326.31 | 10.20 | | 275.01 | 10.20 | | 282.42 |
| 10.52 | | 328.43 | 10.50 | | 278.11 | 10.50 | | 285.50 |
| 10.81 | | 329.83 | 10.80 | | 280.44 | 10.79 | | 287.81 |
| 11.11 | | 331.96 | 11.10 | | 283.49 | 11.10 | | 290.84 |
| 11.40 | | 333.34 | 11.41 | | 286.53 | 11.40 | | 293.86 |
| 11.70 | | 336.21 | 11.70 | | 289.58 | 11.70 | | 296.89 |
| 12.00 | | 335.96 | 12.00 | | 291.80 | 12.00 | | 299.08 |
| 12.31 | | 338.03 | 12.31 | | 293.22 | 12.31 | | 300.48 |
| 12.60 | | 340.12 | 12.60 | | 296.21 | 12.60 | | 303.46 |
| 12.90 | | 342.16 | 12.91 | | 298.38 | 12.90 | | 305.60 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# PROVA TRIASSIALE UU

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/H | Pagina: | 4/4 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

**MISURAZIONI ACQUISITE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) | Deformazione assiale (%) | pressione interstiziale (kPa) | Tensione deviatorica (kPa) |
| 13.20 | | 343.41 | 13.20 | | 299.80 | 13.20 | | 307.00 |
| 13.50 | | 343.88 | 13.50 | | 302.69 | 13.50 | | 309.87 |
| 13.79 | | 345.15 | 13.80 | | 304.84 | 13.79 | | 312.00 |
| 14.10 | | 346.37 | 14.10 | | 307.69 | 14.10 | | 314.83 |
| 14.40 | | 347.58 | 14.39 | | 309.81 | 14.39 | | 316.92 |
| 14.70 | | 348.77 | 14.70 | | 312.62 | 14.70 | | 319.71 |
| 15.00 | | 349.20 | 15.00 | | 313.91 | 15.00 | | 320.98 |
| 15.31 | | 349.62 | 15.31 | | 315.18 | 15.31 | | 322.23 |
| 15.61 | | 351.53 | 15.60 | | 317.23 | 15.60 | | 324.26 |
| 15.90 | | 352.72 | 15.91 | | 319.23 | 15.91 | | 326.23 |
| 16.20 | | 352.37 | 16.20 | | 319.77 | 16.20 | | 326.75 |
| 16.50 | | 354.24 | 16.51 | | 321.73 | 16.50 | | 328.69 |
| 16.81 | | 353.88 | 16.81 | | 322.94 | 16.81 | | 329.88 |
| 17.10 | | 355.04 | 17.10 | | 324.18 | 17.10 | | 331.10 |
| 17.40 | | 356.86 | 17.41 | | 326.10 | 17.41 | | 332.99 |
| 17.72 | | 356.44 | 17.70 | | 327.32 | | | |
| 18.00 | | 356.83 | 18.01 | | 328.48 | | | |
| 18.31 | | 358.62 | 18.30 | | 328.95 | | | |
| 18.61 | | 358.95 | 18.60 | | 329.38 | | | |
| 18.90 | | 360.04 | 18.91 | | 330.51 | | | |

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Leonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**7.55**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2577/J | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF8 | **Campione** | CI2 | **Profondità** | 35.00 ÷ 35.60 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **5.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.50** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **1.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **1.28** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**1.14**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 13/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 230.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 05/03/2020 | Ghiaia sabbiosa limosa di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2578/A |
| Peso di volume | ☑ | 2578/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2578/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2578/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2578/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2578/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2578/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2578/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2578/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 2 | | |
| | | 0.5 | |
| **TD1** | 2 | | |
| **TD2** | 2 | 0.5 | |
| **TD3** | 2 | | |
| | | 0.5 | |
| | 2 | | Unità di misura scissometro N/cm$^2$ |
| | | 0.5 | |
| | 2 | | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 53.37 | 61.29 | 62.38 |
| Peso Lordo Secco (g) | 49.95 | 56.89 | 57.86 |
| Tara (g) | 26.13 | 25.99 | 26.25 |
| **Umidità relativa W (%)** | **14.4%** | **14.2%** | **14.3%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **14.3%** | **0.06%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO



AIPnD

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2578/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

**Determinazione eseguita mediante fustella tarata**

| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{sn}$ - Peso campione (g) |
|---|---|---|---|
| 59.97 | 39.98 | 147.70 | 87.73 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**21.53**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 76.75 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**18.83**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 06/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 07/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 39.56 | 39.97 | 39.785 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 201.95 | 202.21 | 202.1 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6765** | **2.6771** | **2.6781** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6770** | **2.6776** | **2.6787** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.678** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

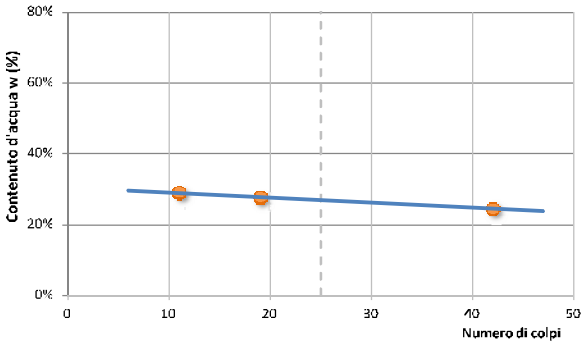
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 12/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 13/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 36 | 3 | 31 |
| $P_T$ - tara (g) | 26 | 24.75 | 26.05 |
| $P_I$ + campione umido (g) | 48.65 | 47.11 | 49.27 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 44.19 | 42.26 | 44.05 |
| N° di colpi | 42 | 19 | 11 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 24.52% | 27.70% | 29.00% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **26.9%** | |

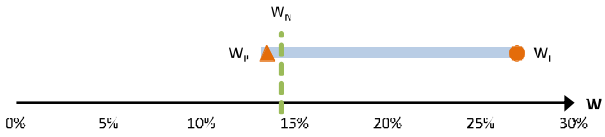



y = -0.00143 x + 0.30508 $R^2$ = 0.999

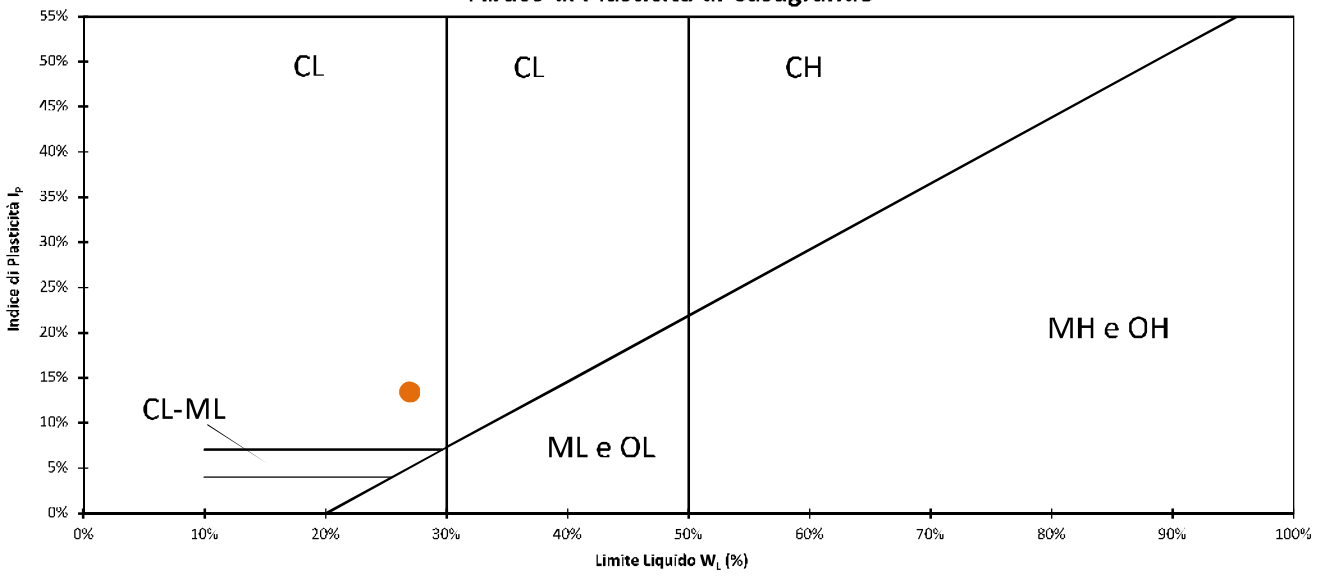
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 23 | 24 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 25.96 | 25.99 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 72.6 | 70.59 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 67.05 | 65.29 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 13.51% | 13.49% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **13.5%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **13.4%** | **poco plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.940** | **solido-plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.060** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **4.305** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.064** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di bassa plasticità**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO



AIPnD

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

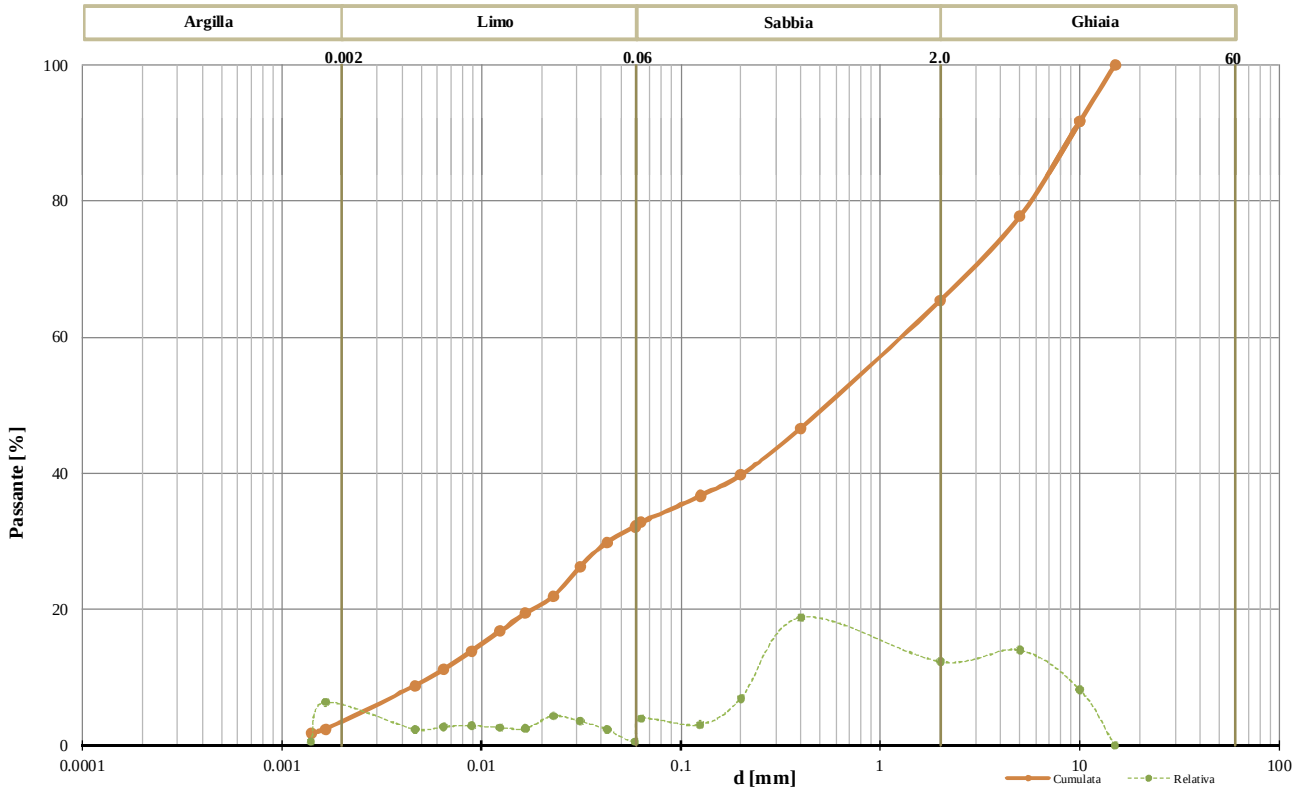
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.0000 | 100.00 % | 0.0588 | 32.18 % | 0.0047 | 8.75 % |
| 10.0000 | 91.80 % | 0.0426 | 29.81 % | 0.0017 | 2.40 % |
| 5.0000 | 77.78 % | 0.0312 | 26.26 % | 0.0014 | 1.84 % |
| 2.0000 | 65.46 % | 0.0230 | 21.91 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 46.66 % | 0.0166 | 19.41 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 39.75 % | 0.0124 | 16.78 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 36.70 % | 0.0090 | 13.89 % | #N/D | #N/D |
| 0.0630 | 32.75 % | 0.0065 | 11.12 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Ghiaia con Sabbia e Limo* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 65.46 % | $D_{10}$ | *0.00561 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 46.66 % | $D_{30}$ | *0.04392 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 32.75 % | $D_{50}$ | *0.68416 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 273.73 | $D_{60}$ | *1.53520 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.22 | $D_{90}$ | *9.35885 mm* |

| *Argilla ( < 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | Ghiaia ( >2 mm) |
|---|---|---|---|
| 3.12 % | 29.22 % | 33.12 % | 34.54 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

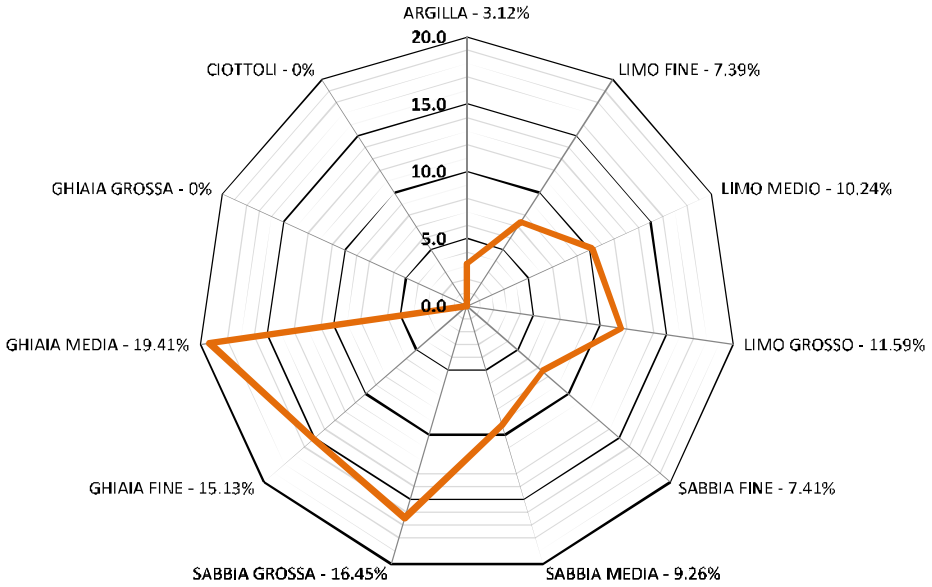
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

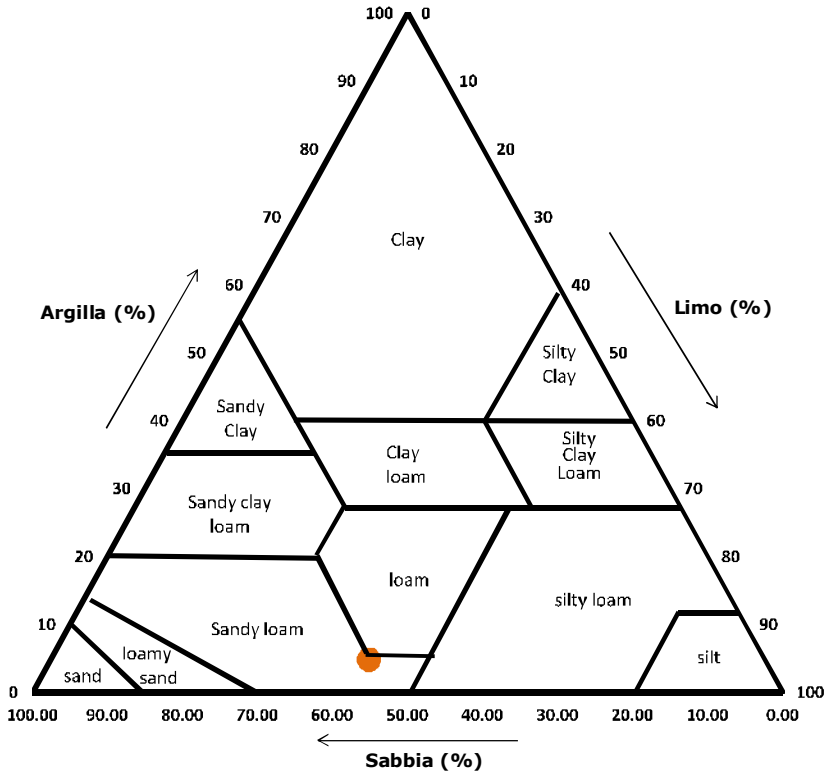
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF8 **Campione** CR1 **Profondità** 13.70 ÷ 14.00




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 4.77 % | 42.42 % | 52.81 % |

Sandy Loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

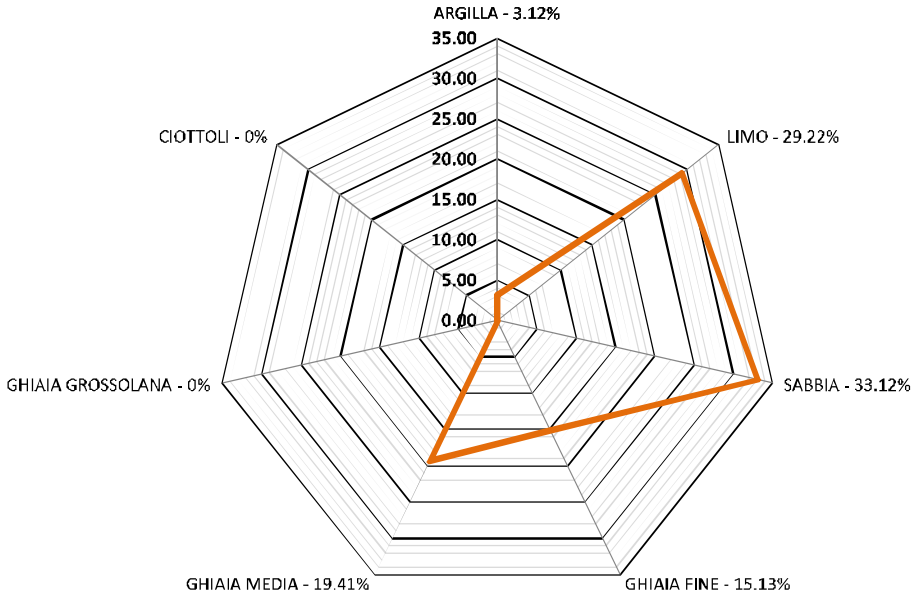
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 65.46 % | $D_{10}$ | *0.00561 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 46.66 % | $D_{30}$ | *0.04392 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 32.75 % | $D_{50}$ | *0.68416 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 273.73 | $D_{60}$ | *1.53520 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 0.22 | $D_{90}$ | *9.35885 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 3.12 % | 29.22 % | 33.12 % | 34.54 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 26.9% | 13.50% | 13.43% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Leonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| **CONDIZIONI INIZIALI Campione Ricostituito** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^4$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 157.55 | 157.91 | 158.03 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 13.71% | 14.04% | 13.92% |
| Umidità (trimming) (%) | 14.36% | 14.24% | 14.30% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 21.47 | 21.52 | 21.53 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 18.88 | 18.87 | 18.90 |
| Indice dei vuoti | 0.418 | 0.419 | 0.417 |
| Grado di saturazione (%) | 87.7% | 89.7% | 89.4% |

| **FASE DI CONSOLIDAZIONE** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| Cedimento (mm) | 0.239 | 0.409 | 0.484 |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00573 | 0.00570 | 0.00555 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 67.8 | 124.4 | 182.2 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 5.14 | 4.87 | 3.52 |
| Deformazione verticale (mm) | -0.280 | -0.045 | 0.097 |

| **c' (kPa)** | **φ' (°)** |
|---|---|
| **10.36** | **29.78** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e φ' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulle terne di punti (pressione verticale/tensione di taglio), sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

Rocco Tolve

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

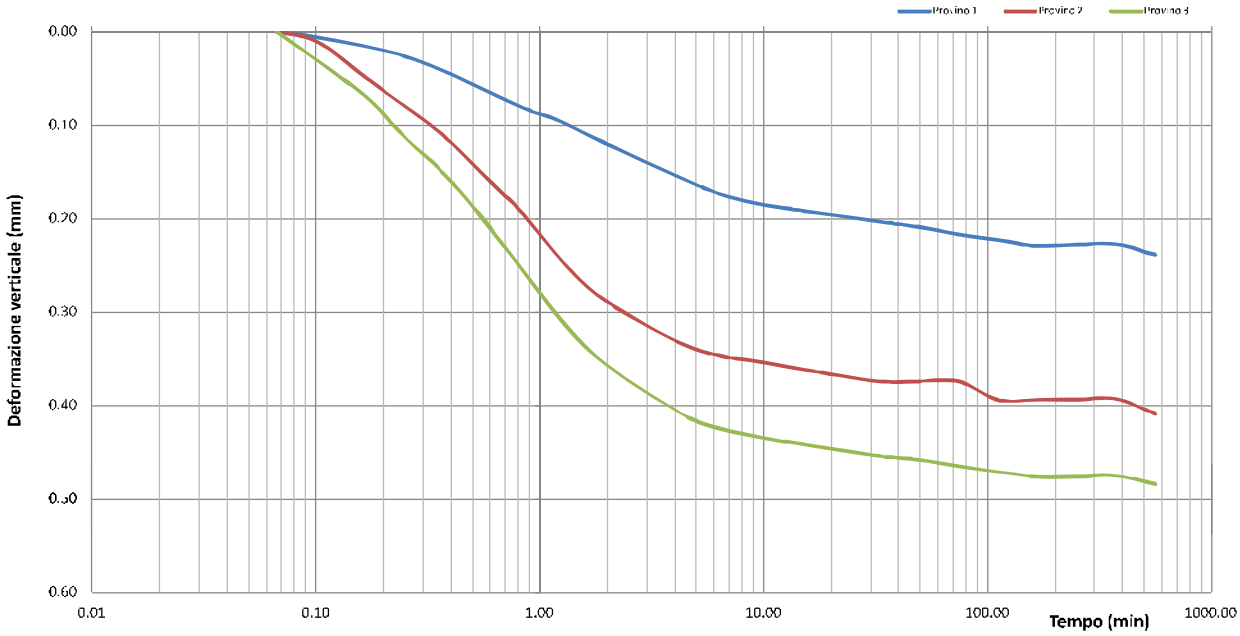
**Modalità di prova: ASTM D 3080**

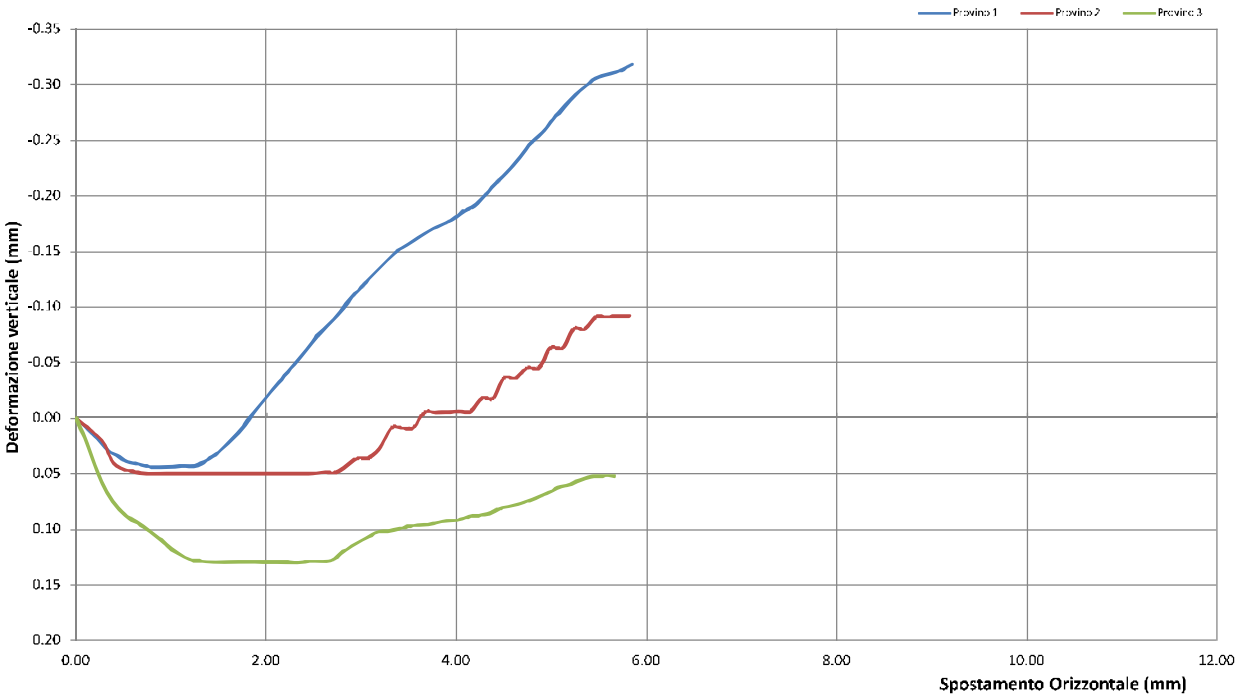
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF8 **Campione** CR1 **Profondità** 13.70 ÷ 14.00




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

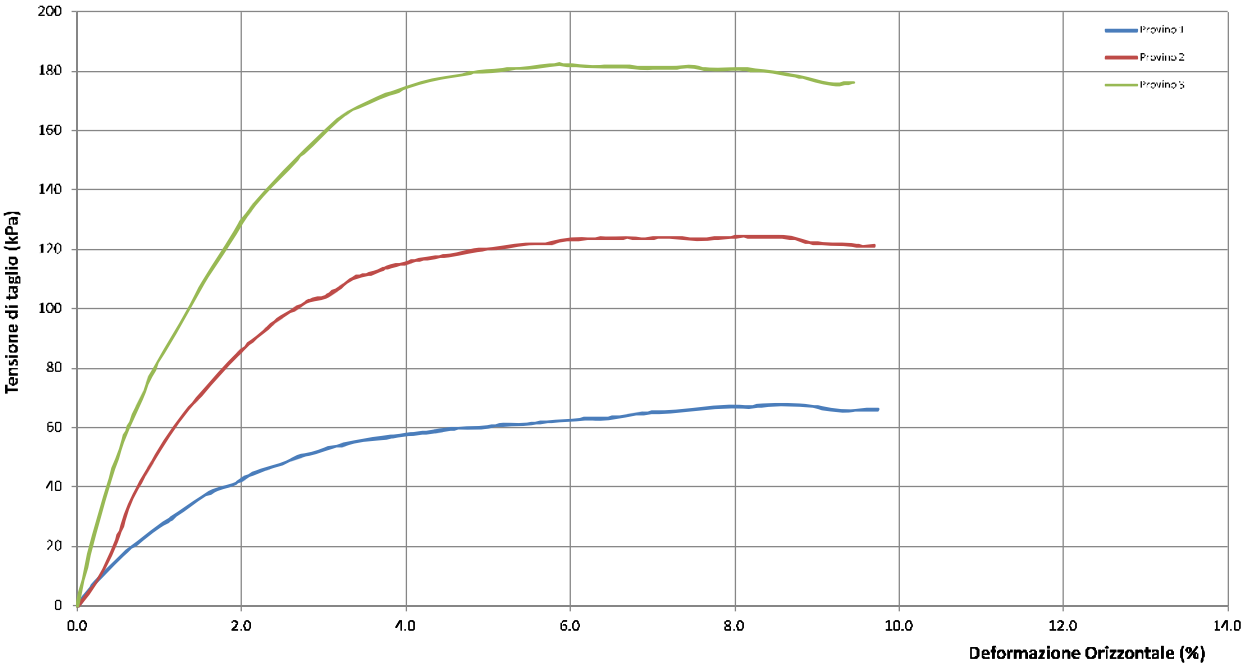
**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

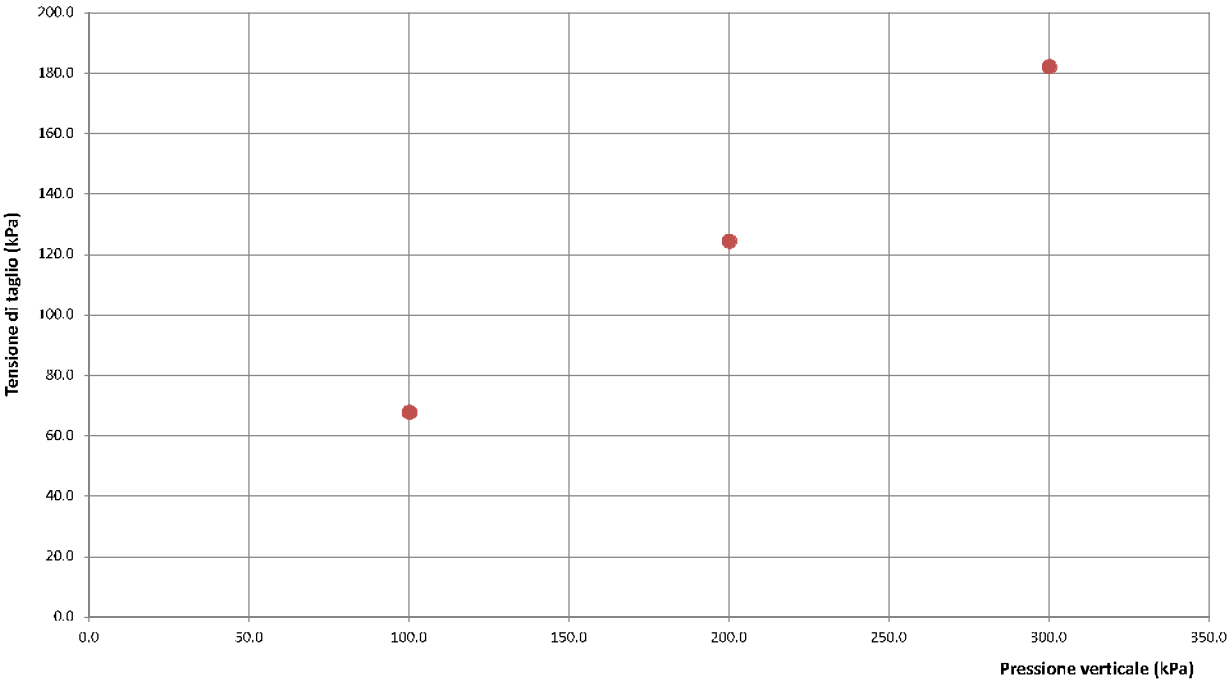
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2578/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| 0.07 | 0.43 | 0.000 | 0.07 | 0.70 | 0.000 | 0.07 | 0.94 | 0.000 |
| 0.10 | 0.44 | 0.006 | 0.10 | 0.71 | 0.010 | 0.10 | 0.97 | 0.030 |
| 0.17 | 0.45 | 0.016 | 0.17 | 0.74 | 0.049 | 0.17 | 1.01 | 0.069 |
| 0.25 | 0.46 | 0.026 | 0.25 | 0.78 | 0.080 | 0.25 | 1.05 | 0.113 |
| 0.37 | 0.47 | 0.041 | 0.37 | 0.81 | 0.110 | 0.37 | 1.09 | 0.150 |
| 0.57 | 0.49 | 0.062 | 0.57 | 0.85 | 0.154 | 0.57 | 1.14 | 0.202 |
| 0.85 | 0.51 | 0.082 | 0.85 | 0.89 | 0.196 | 0.85 | 1.20 | 0.258 |
| 1.27 | 0.53 | 0.097 | 1.27 | 0.94 | 0.246 | 1.27 | 1.25 | 0.311 |
| 1.92 | 0.55 | 0.118 | 1.92 | 0.98 | 0.286 | 1.92 | 1.29 | 0.354 |
| 4.32 | 0.59 | 0.157 | 4.32 | 1.03 | 0.334 | 4.32 | 1.35 | 0.409 |
| 4.32 | 0.59 | 0.157 | 4.32 | 1.03 | 0.334 | 4.32 | 1.35 | 0.409 |
| 6.48 | 0.60 | 0.174 | 6.48 | 1.04 | 0.347 | 6.48 | 1.36 | 0.425 |
| 9.72 | 0.61 | 0.185 | 9.72 | 1.05 | 0.353 | 9.72 | 1.37 | 0.434 |
| 14.58 | 0.62 | 0.191 | 14.58 | 1.06 | 0.361 | 14.58 | 1.38 | 0.441 |
| 32.83 | 0.63 | 0.203 | 32.83 | 1.07 | 0.374 | 32.83 | 1.39 | 0.454 |
| 49.25 | 0.64 | 0.209 | 49.25 | 1.07 | 0.374 | 49.25 | 1.40 | 0.458 |
| 73.88 | 0.65 | 0.217 | 73.88 | 1.07 | 0.374 | 73.88 | 1.40 | 0.465 |
| 110.83 | 0.65 | 0.223 | 110.83 | 1.09 | 0.394 | 110.83 | 1.41 | 0.471 |
| 166.25 | 0.66 | 0.229 | 166.25 | 1.09 | 0.394 | 166.25 | 1.41 | 0.476 |
| 249.38 | 0.66 | 0.228 | 249.38 | 1.09 | 0.394 | 249.38 | 1.41 | 0.476 |
| 374.08 | 0.66 | 0.227 | 374.08 | 1.09 | 0.393 | 374.08 | 1.41 | 0.475 |
| 561.13 | 0.67 | 0.239 | 561.13 | 1.10 | 0.409 | 561.13 | 1.42 | 0.484 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2578/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.11 | 0.009 | 6.8 | 0.15 | 0.011 | 9.1 | 0.09 | 0.018 | 17.3 |
| 0.33 | 0.029 | 17.3 | 0.38 | 0.039 | 34.3 | 0.26 | 0.057 | 46.1 |
| 0.45 | 0.035 | 21.6 | 0.49 | 0.046 | 44.0 | 0.36 | 0.072 | 58.8 |
| 0.56 | 0.040 | 25.7 | 0.60 | 0.048 | 52.5 | 0.47 | 0.083 | 69.5 |
| 0.69 | 0.042 | 29.4 | 0.70 | 0.050 | 59.9 | 0.56 | 0.090 | 79.6 |
| 0.79 | 0.044 | 32.9 | 0.82 | 0.050 | 66.7 | 0.68 | 0.096 | 88.8 |
| 0.91 | 0.044 | 36.5 | 0.93 | 0.050 | 72.6 | 0.79 | 0.103 | 97.7 |
| 1.03 | 0.044 | 39.3 | 1.03 | 0.050 | 78.2 | 0.89 | 0.110 | 106.7 |
| 1.14 | 0.043 | 41.0 | 1.15 | 0.050 | 83.6 | 1.00 | 0.118 | 115.0 |
| 1.25 | 0.043 | 43.8 | 1.25 | 0.050 | 88.1 | 1.11 | 0.124 | 122.8 |
| 1.37 | 0.038 | 46.0 | 1.37 | 0.050 | 92.4 | 1.21 | 0.128 | 130.1 |
| 1.50 | 0.031 | 47.7 | 1.47 | 0.050 | 96.5 | 1.33 | 0.129 | 136.6 |
| 1.60 | 0.022 | 50.1 | 1.58 | 0.050 | 99.7 | 1.44 | 0.130 | 142.3 |
| 1.73 | 0.011 | 51.5 | 1.69 | 0.050 | 102.7 | 1.55 | 0.130 | 147.8 |
| 1.83 | -0.001 | 53.0 | 1.81 | 0.050 | 104.2 | 1.65 | 0.130 | 152.5 |
| 1.96 | -0.014 | 54.4 | 1.92 | 0.050 | 107.3 | 1.76 | 0.130 | 157.6 |
| 2.07 | -0.026 | 55.6 | 2.03 | 0.050 | 110.5 | 1.87 | 0.130 | 162.4 |
| 2.19 | -0.038 | 56.3 | 2.14 | 0.050 | 111.8 | 1.98 | 0.130 | 166.3 |
| 2.32 | -0.051 | 57.0 | 2.26 | 0.050 | 114.0 | 2.10 | 0.130 | 169.0 |
| 2.42 | -0.062 | 57.8 | 2.39 | 0.050 | 115.2 | 2.23 | 0.130 | 171.5 |
| 2.55 | -0.075 | 58.3 | 2.50 | 0.050 | 116.6 | 2.35 | 0.130 | 173.4 |
| 2.67 | -0.085 | 59.0 | 2.62 | 0.049 | 117.4 | 2.46 | 0.129 | 175.2 |
| 2.78 | -0.096 | 59.8 | 2.73 | 0.049 | 118.0 | 2.57 | 0.129 | 176.7 |
| 2.90 | -0.109 | 59.8 | 2.84 | 0.043 | 119.1 | 2.69 | 0.128 | 177.8 |
| 3.02 | -0.120 | 60.4 | 2.96 | 0.036 | 120.0 | 2.81 | 0.120 | 178.7 |
| 3.13 | -0.130 | 61.0 | 3.08 | 0.036 | 120.4 | 2.92 | 0.114 | 179.8 |
| 3.25 | -0.140 | 61.0 | 3.20 | 0.026 | 121.3 | 3.05 | 0.108 | 180.1 |
| 3.38 | -0.150 | 61.6 | 3.32 | 0.009 | 121.9 | 3.17 | 0.103 | 180.7 |
| 3.49 | -0.156 | 62.1 | 3.43 | 0.009 | 121.9 | 3.28 | 0.102 | 181.0 |
| 3.61 | -0.163 | 62.5 | 3.55 | 0.009 | 123.1 | 3.40 | 0.100 | 181.7 |
| 3.73 | -0.169 | 63.0 | 3.66 | -0.005 | 123.5 | 3.52 | 0.097 | 182.2 |
| 3.85 | -0.174 | 63.0 | 3.78 | -0.005 | 123.6 | 3.64 | 0.096 | 181.8 |
| 3.96 | -0.179 | 63.7 | 3.91 | -0.005 | 123.7 | 3.76 | 0.095 | 181.5 |
| 4.08 | -0.186 | 64.4 | 4.02 | -0.006 | 124.0 | 3.88 | 0.093 | 181.6 |
| 4.19 | -0.191 | 65.0 | 4.15 | -0.006 | 123.6 | 4.01 | 0.092 | 181.6 |
| 4.31 | -0.202 | 65.1 | 4.27 | -0.018 | 124.1 | 4.12 | 0.089 | 181.0 |
| 4.43 | -0.212 | 65.6 | 4.38 | -0.018 | 123.9 | 4.23 | 0.088 | 181.2 |
| 4.55 | -0.223 | 66.3 | 4.50 | -0.036 | 123.3 | 4.35 | 0.086 | 181.1 |
| 4.68 | -0.236 | 66.8 | 4.62 | -0.036 | 123.6 | 4.47 | 0.081 | 181.5 |
| 4.79 | -0.248 | 67.1 | 4.74 | -0.045 | 123.9 | 4.60 | 0.079 | 180.5 |
| 4.91 | -0.257 | 67.0 | 4.87 | -0.045 | 124.4 | 4.71 | 0.076 | 180.5 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

Rocco Tolve

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2578/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 5.02 | -0.27 | 67.44 | 4.99 | -0.06 | 124.08 | 4.83 | 0.07 | 180.75 |
| 5.14 | -0.28 | 67.78 | 5.12 | -0.06 | 124.11 | 4.95 | 0.07 | 180.14 |
| 5.25 | -0.29 | 67.61 | 5.23 | -0.08 | 123.78 | 5.07 | 0.06 | 179.69 |
| 5.38 | -0.30 | 67.03 | 5.35 | -0.08 | 122.28 | 5.19 | 0.06 | 178.75 |
| 5.50 | -0.31 | 66.06 | 5.47 | -0.09 | 121.78 | 5.30 | 0.06 | 177.83 |
| 5.62 | -0.31 | 65.53 | 5.59 | -0.09 | 121.81 | 5.42 | 0.05 | 176.33 |
| 5.73 | -0.31 | 66.03 | 5.70 | -0.09 | 121.06 | 5.54 | 0.05 | 175.53 |
| 5.85 | -0.32 | 66.03 | 5.82 | -0.09 | 121.31 | 5.66 | 0.05 | 176.11 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2578/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 10/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.71**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| Certificato di prova numero: | 2578/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 10/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF8 | **Campione** | CR1 | **Profondità** | 13.70 ÷ 14.00 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.50** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **47.00** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **39.97** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**178.48**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

# DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579 | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 14/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| Contenitore | Diam. esterno contenitore (mm) | Lungh. contenitore (mm) | Diam. Carota (mm) | Lunghezza carota (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Busta | | | | 230.0 |

| Data di apertura del campione | Descrizione del campione | Classe di qualità |
|---|---|---|
| 05/03/2020 | Ghiaia con sabbia e limo di colore grigiastro | Q3 |

**Fotografia del campione**




| Prove eseguite | | Cert. N° |
|---|---|---|
| Contenuto d'acqua | ☑ | 2579/A |
| Peso di volume | ☑ | 2579/B |
| Peso specifico dei granuli | ☑ | 2579/C |
| Limiti di Atterberg | ☑ | 2579/D |
| Analisi Granulometrica | ☑ | 2579/E |
| Classificazione terreni | ☑ | 2579/F |
| Compressione ELL | ☐ | --- |
| Prova Edometrica ED | ☐ | --- |
| Permeab in edometro k | ☐ | --- |
| Prova di taglio diretto TD | ☑ | 2579/G |
| Prova Triassiale TX | ☐ | --- |
| Prova Proctor | ☐ | --- |
| Determinazione PH | ☑ | 2579/H |
| Determinazione Calcare Totale | ☑ | 2579/I |

**SCHEMA DEL CAMPIONE**

| | Pocket Penetr. | Vane Test | Osservazioni |
|---|---|---|---|
| alto | | | |
| | 2 | | |
| | | 0.4 | |
| **TD1** | 2 | | |
| **TD2** | 2 | 0.4 | |
| **TD3** | 2 | | |
| | | 0.4 | |
| | 2 | | Unità di misura scissometro $N/cm^2$ |
| | | 0.4 | |
| | 2 | | |
| basso | | | |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

**Norme: UNI CEN ISO 17892-1 - ASTM D 2216**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/A | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| Bilancia Utilizzata | Struttura del materiale | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | Omogeneo | 110 °C | 16 h |

| DATI | Determinazione $W_1$ | Determinazione $W_2$ | Determinazione $W_3$ |
|---|---|---|---|
| Peso Lordo Umido (g) | 61.23 | 54.93 | 63.57 |
| Peso Lordo Secco (g) | 56.61 | 51.13 | 58.66 |
| Tara (g) | 26.00 | 25.99 | 26.06 |
| **Umidità relativa W (%)** | **15.1%** | **15.1%** | **15.1%** |

| Umidità naturale media $W_n$ (%) | Deviazione standard |
|---|---|
| **15.1%** | **0.03%** |

Note

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO



AIPnD

# PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-2**

| Certificato di prova numero: | 2579/B | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 06/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

**Determinazione eseguita mediante fustella tarata**

| Peso fustella (g) | $V_M$ - Volume fustella (cm3) | Peso fustella con campione (g) | $P_{sn}$ - Peso campione (g) |
|---|---|---|---|
| 59.97 | 39.98 | 147.39 | 87.42 |

**$\gamma$ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m$^3$)**

**21.45**

| Bilancia Utilizzata | Temperatura di essiccazione | Tempo di essiccazione | $P_{Sd}$ - Peso campione essiccato (g) |
|---|---|---|---|
| Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g | 110 °C | 12 h | 75.96 |

**$\gamma_d$ - Peso di volume essiccato (kN/m$^3$)**

**18.64**

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PESO SPECIFICO DEI GRANULI

**Norme: UNI CEN ISO 17892-3 - ASTM D 854**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/C | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 06/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 07/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| DATI | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ID Picnometro | 1 | 2 | 3 |
| P1 - Peso materiale secco | 39.53 | 39.44 | 39.505 |
| P2 - Peso picnometro con $H_2O$ e materiale | 201.94 | 201.88 | 201.93 |
| Temperatura (°C) | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| P4 - Peso picnometro con H2O e tappo da curva di taratura T | 177.171 | 177.171 | 177.171 |
| **Peso specifico dei granuli alla temperatura T** | **2.6781** | **2.6774** | **2.6791** |
| K - Densità $H_2O$ a T / Densità $H_2O$ a 20 °C | 1.0002 | 1.0002 | 1.0002 |
| **Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C** | **2.6786** | **2.6780** | **2.6796** |

| Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - $\gamma s$ (g/cm$^3$) | Deviazione standard |
|---|---|
| **2.679** | **0.001** |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# LIMITI DI ATTERBERG

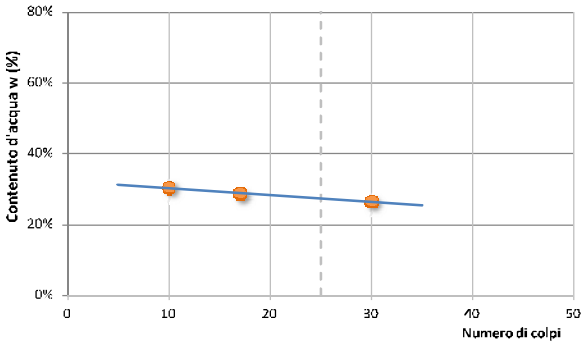
**Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/D | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 13/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 14/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

## DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Contenitore N° | 21 | 22 | 23 |
| $P_T$ - tara (g) | 25.99 | 26.11 | 25.97 |
| $P_I$ + campione umido (g) | 52.57 | 53.08 | 47.74 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 47 | 47.06 | 42.66 |
| N° di colpi | 30 | 17 | 10 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 26.51% | 28.74% | 30.44% |
| **LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)** | | **27.4%** | |

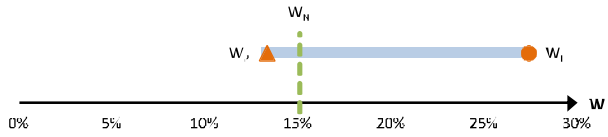



y = -0.00193 x + 0.32231 $R^2$ = 0.991

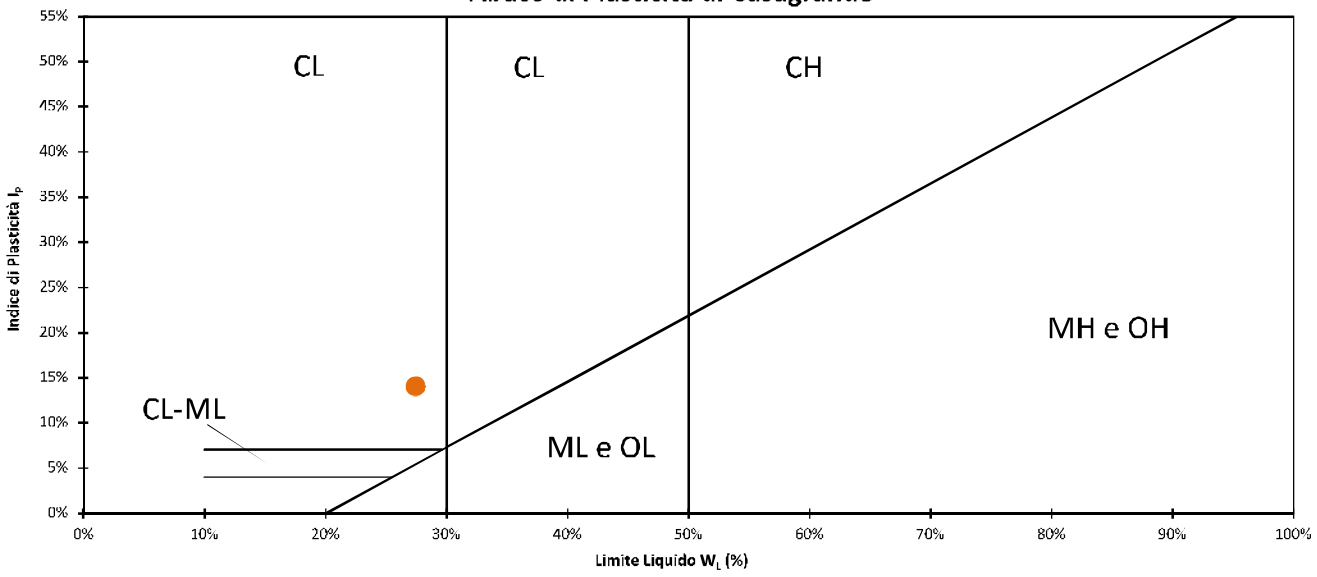
## DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

| | A | B |
|---|---|---|
| Contenitore N° | 24 | 37 |
| $P_T$ - Peso contenitore (g) | 26.01 | 26.15 |
| $P_T$ + campione umido (g) | 71.9 | 65.87 |
| $P_T$ + campione secco (g) | 66.58 | 61.12 |
| Contenuto d'acqua W (%) | 13.11% | 13.58% |
| **LIMITE PLASTICO $W_P$ (%)** | **13.3%** | |

| | | |
|---|---|---|
| **Indice di Plasticità - $I_P$** | **14.1%** | **poco plastico** |
| **Indice di consistenza - $I_C$** | **0.876** | **solido-plastica** |
| **Indice di liquidità - $I_L$** | **0.124** | |
| **Indice di attività - $I_A$** | **5.406** | **Attivo** |
| **Potenziale rigonfiam. Seed - S** | **0.059** | **basso (0-1.5)** |




## Abaco di Plasticità di Casagrande




**Classifica dalla carta di plasticità** — **Argille inorganiche di bassa plasticità**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

**Norme: UNI CEN ISO 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

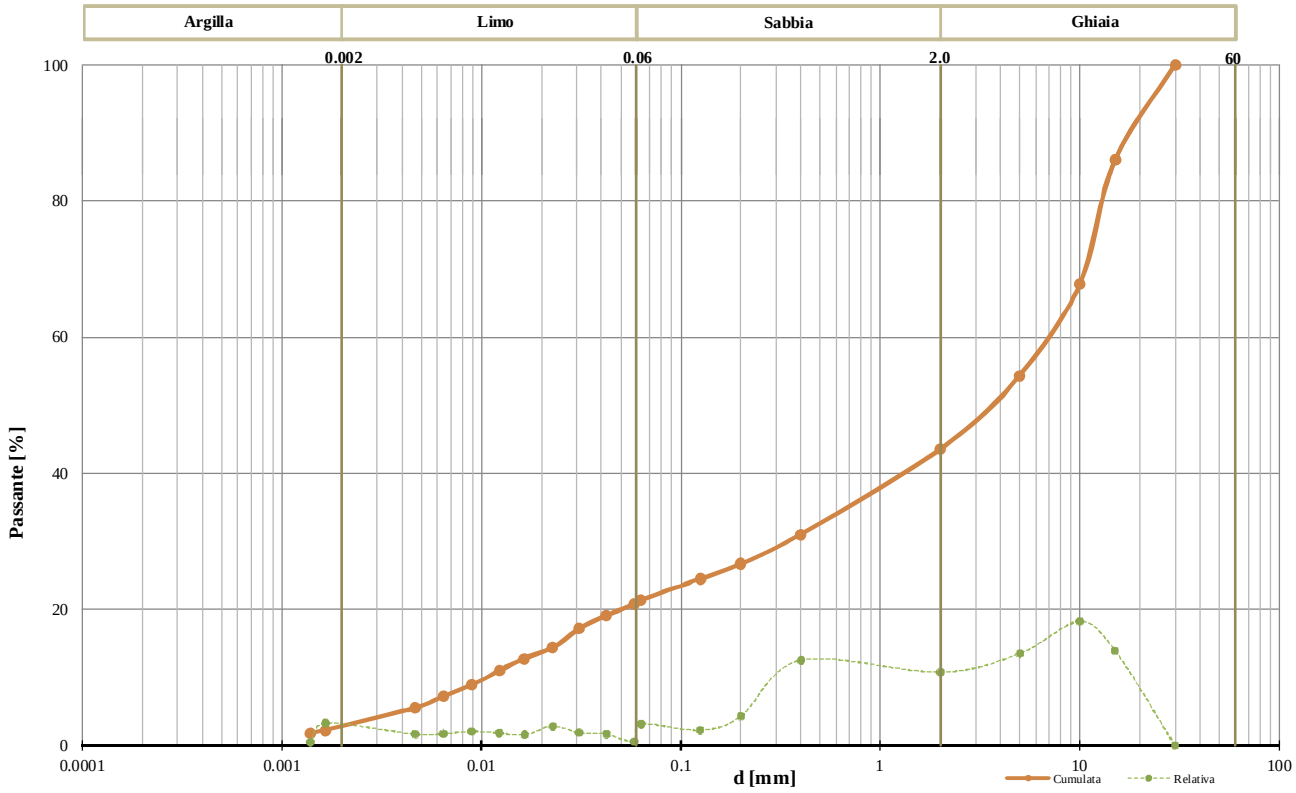
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/E | Pagina: | 1/2 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

**DATI**

| Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) | Diametro (mm) | Passante (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30.0000 | 100.00 % | 0.0630 | 21.32 % | 0.0065 | 7.16 % |
| 15.0000 | 86.06 % | 0.0583 | 20.73 % | 0.0047 | 5.50 % |
| 10.0000 | 67.82 % | 0.0424 | 19.08 % | 0.0017 | 2.21 % |
| 5.0000 | 54.31 % | 0.0309 | 17.17 % | 0.0014 | 1.74 % |
| 2.0000 | 43.54 % | 0.0228 | 14.36 % | #N/D | #N/D |
| 0.4000 | 31.01 % | 0.0165 | 12.79 % | #N/D | #N/D |
| 0.2000 | 26.72 % | 0.0123 | 10.97 % | #N/D | #N/D |
| 0.1250 | 24.47 % | 0.0089 | 8.90 % | #N/D | #N/D |

## Curva granulometrica




| Classifica granulometrica | *Ghiaia sabbiosa limosa* | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 43.54 % | $D_{10}$ | *0.01074 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 31.01 % | $D_{30}$ | *0.35295 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 21.32 % | $D_{50}$ | *3.79971 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 661.79 | $D_{60}$ | *7.10602 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 1.63 | $D_{90}$ | *19.24200 mm* |

| *Argilla ( < 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)* | Ghiaia ( >2 mm) |
|---|---|---|---|
| 2.60 % | 18.35 % | 22.59 % | 56.46 % |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# ANALISI GRANULOMETRICA

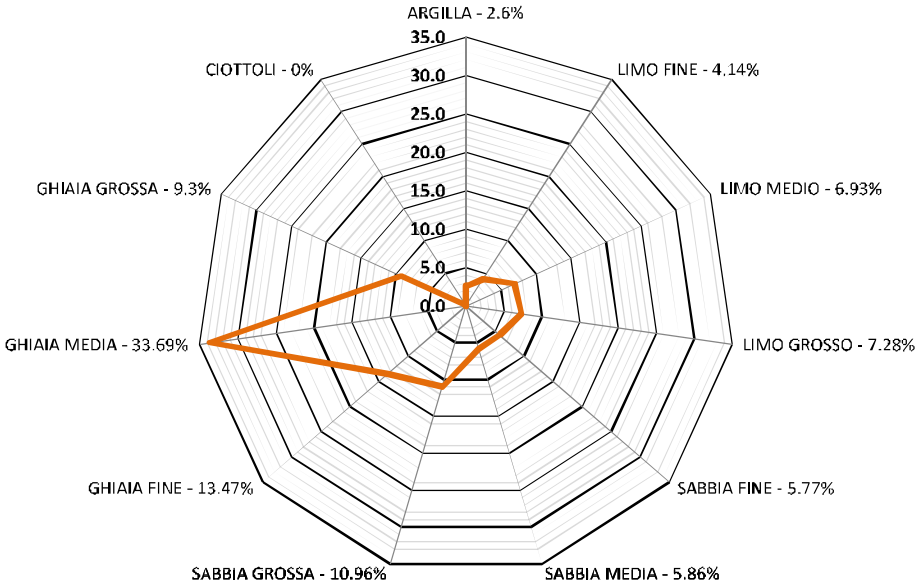
**Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4**

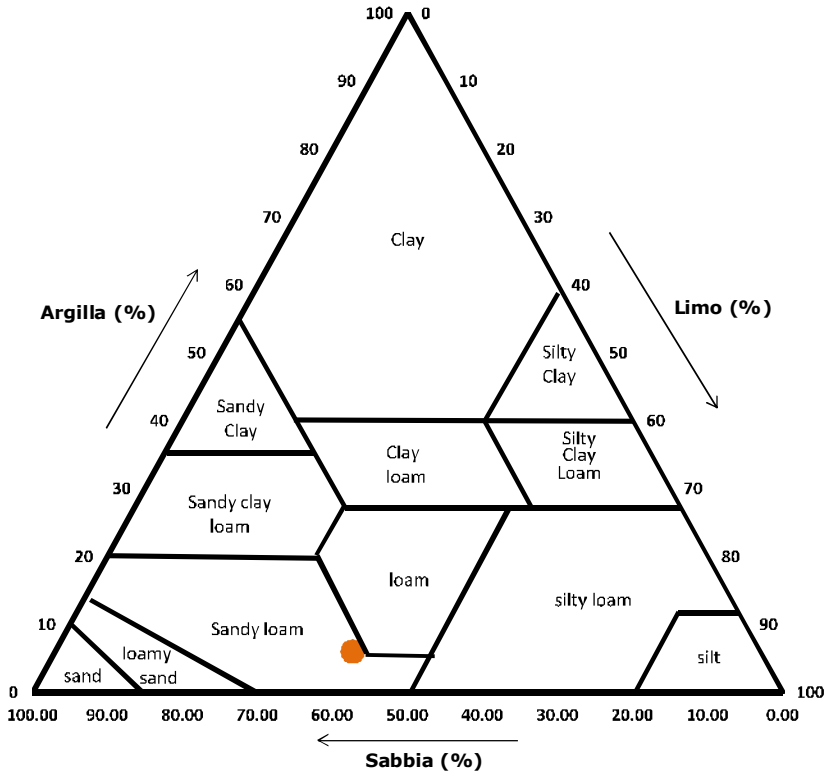
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/E | Pagina: | 2/2 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF7 **Campione** CR2 **Profondità** 15.00 ÷ 15.30




**Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)**

| *Argilla (< 0,002 mm)* | *Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)* | *Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)* |
|---|---|---|
| 5.97 % | 39.66 % | 54.36 % |

Sandy Loam

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Lonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Tolve)

# CLASSIFICAZIONE AASHTO

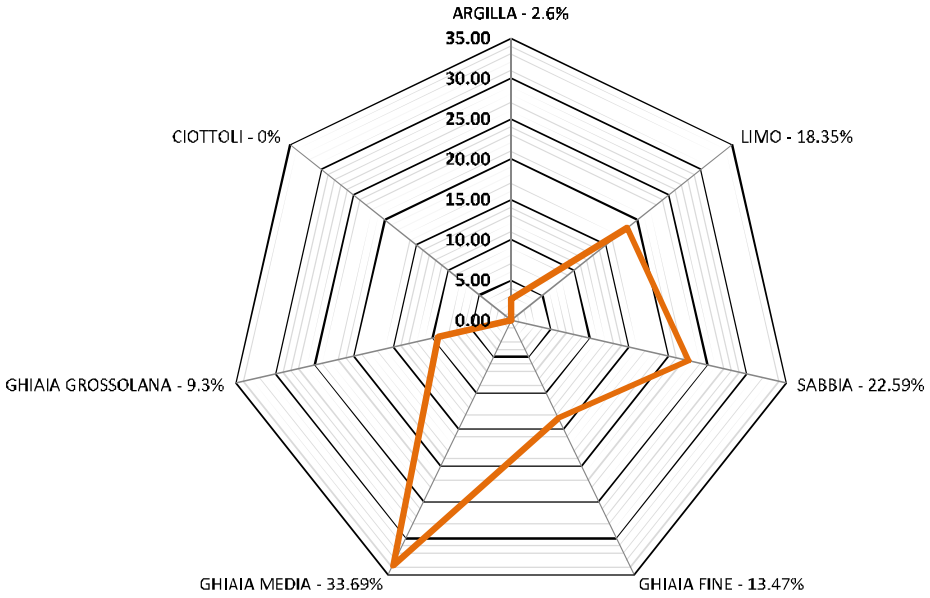
**Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/F | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 05/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 12/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Passante setaccio 2 mm* | 43.54 % | $D_{10}$ | *0.01074 mm* |
| *Passante setaccio 0,4 mm* | 31.01 % | $D_{30}$ | *0.35295 mm* |
| *Passante setaccio 0,063 mm* | 21.32 % | $D_{50}$ | *3.79971 mm* |
| Coefficiente di uniformità ($D_{60}/D_{10}$) | 661.79 | $D_{60}$ | *7.10602 mm* |
| Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10}\cdot D_{60}$) | 1.63 | $D_{90}$ | *19.24200 mm* |

| *Argilla ( < 0.002 mm)* | *Limo (0.002 ÷ 0.06 mm)* | *Sabbia (0.06 ÷ 2 mm)* | *Ghiaia ( > 2 mm)* |
|---|---|---|---|
| 2.60 % | 18.35 % | 22.59 % | 56.46 % |




| *Limite liquido WL* | *Limite plastico WP* | *Indice Plastico IP* | *Indice di Gruppo* |
|---|---|---|---|
| 27.4% | 13.35% | 14.05% | 0 |

**Classificazione UNI 11531-1** ***A2-6***

**Lo Sperimentatore**
(Geol. Francesco Di Leonardo)

**Il Direttore di Laboratorio**
(Ing. Rocco Telve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Norme: UNI CEN ISO 17892-10 - ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/G | Pagina: | 1/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | | Geotec Spa | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | |
| **Sondaggio** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| **CONDIZIONI INIZIALI Campione Ricostituito** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Altezza | 20 | 20 | 20 |
| Larghezza | 60 | 60 | 60 |
| Sezione ($mm^4$) | 3600 | 3600 | 3600 |
| Massa provino (g) | 157.75 | 158.01 | 157.81 |
| Umidità (misura diretta) (%) | 14.72% | 15.06% | 14.85% |
| Umidità (trimming) (%) | 15.09% | 15.12% | 15.06% |
| Densità umida ($kN/m^3$) | 21.49 | 21.53 | 21.50 |
| Densità secca ($kN/m^3$) | 18.74 | 18.71 | 18.72 |
| Indice dei vuoti | 0.430 | 0.432 | 0.431 |
| Grado di saturazione (%) | 91.7% | 93.5% | 92.3% |

| **FASE DI CONSOLIDAZIONE** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Carico Verticale Efficace (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Durata (h) | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| Cedimento (mm) | 0.395 | 0.622 | 0.568 |

| **FASE DI TAGLIO** | **Provino 1** | **Provino 2** | **Provino 3** |
|---|---|---|---|
| Velocità di deformazione (mm/min) | 0.00572 | 0.00569 | 0.00562 |
| Pressione verticale (kPa) | 100.0 | 200.0 | 300.0 |
| Tensione di taglio (kPa) | 68.1 | 133.5 | 197.0 |
| Spostamento orizzontale (mm) | 5.48 | 2.97 | 5.50 |
| Deformazione verticale (mm) | 0.030 | 0.018 | 0.085 |

| **c' (kPa)** | **φ' (°)** |
|---|---|
| **3.93** | **32.81** |

Si ricorda che la determinazione dei valori di c' e φ' è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare sulle terne di punti (pressione verticale/tensione di taglio), sono da considerarsi un semplice dato statistico non interpretativo. Ogni elaborazione o interpretazione è demandata al progettista/committente/richiedente.

**Lo Sperimentatore**

**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**

**(Ing. Rocco Tolve)**

Rocco Tolve

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

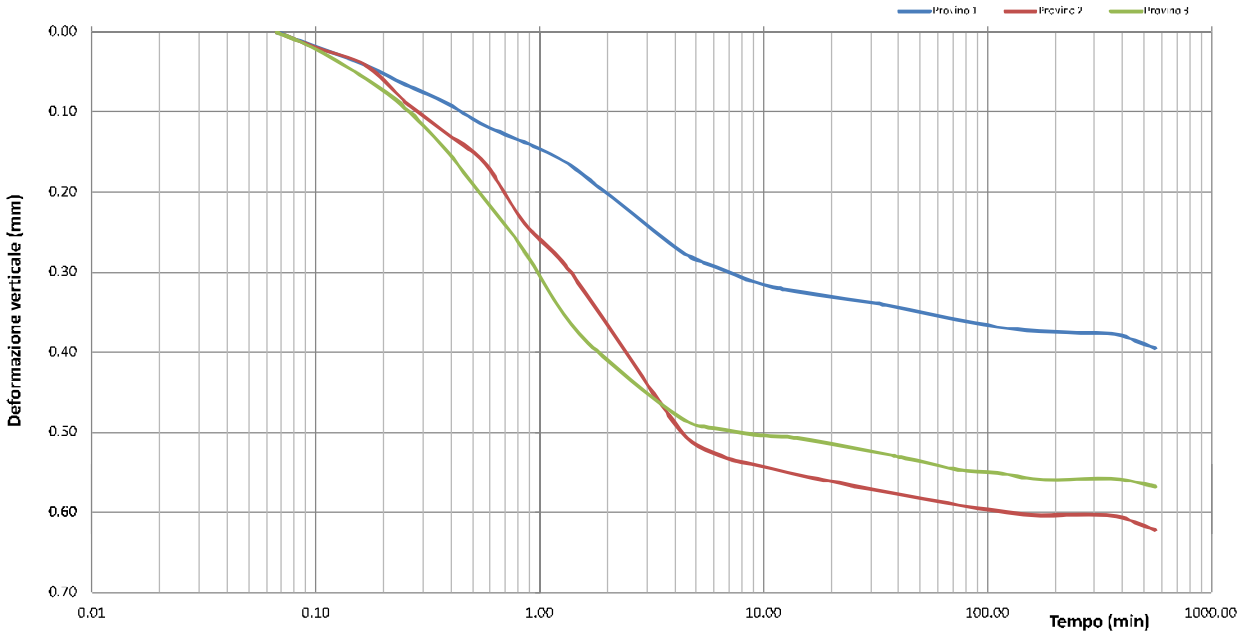
**Modalità di prova: ASTM D 3080**

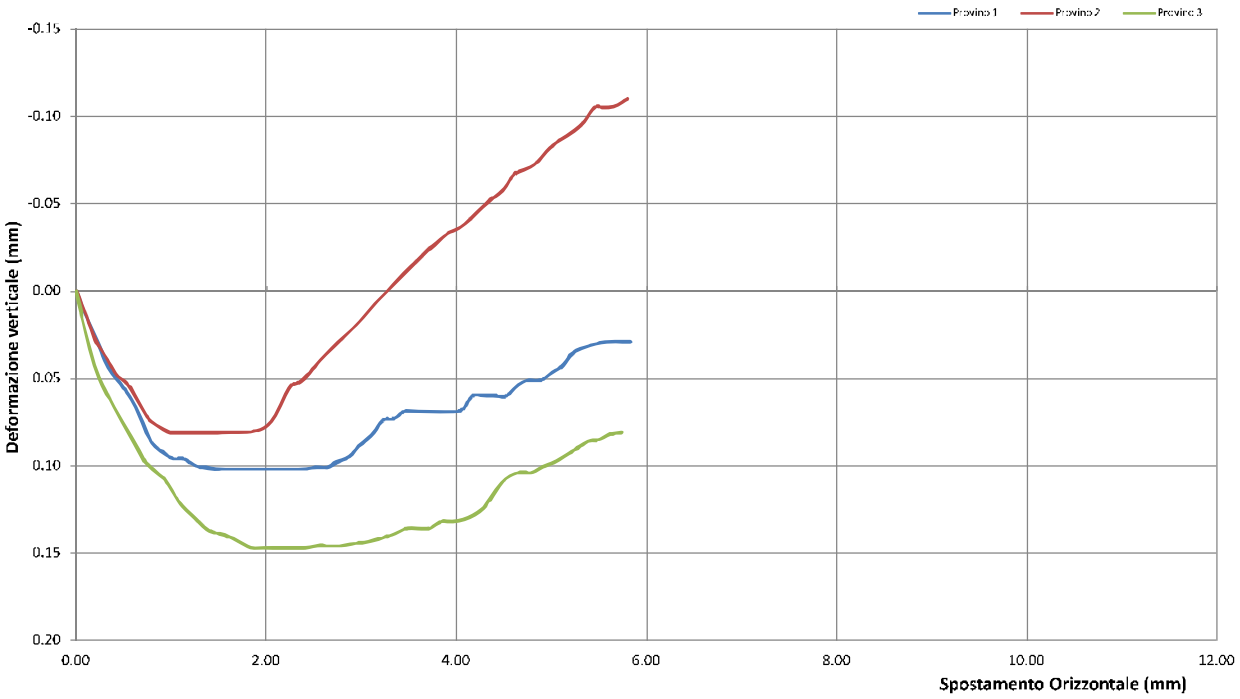
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/G | Pagina: | 2/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**Committente** Geotec Spa

**Riferimento/Cantiere** Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

**Sondaggio** MIF7 **Campione** CR2 **Profondità** 15.00 ÷ 15.30




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

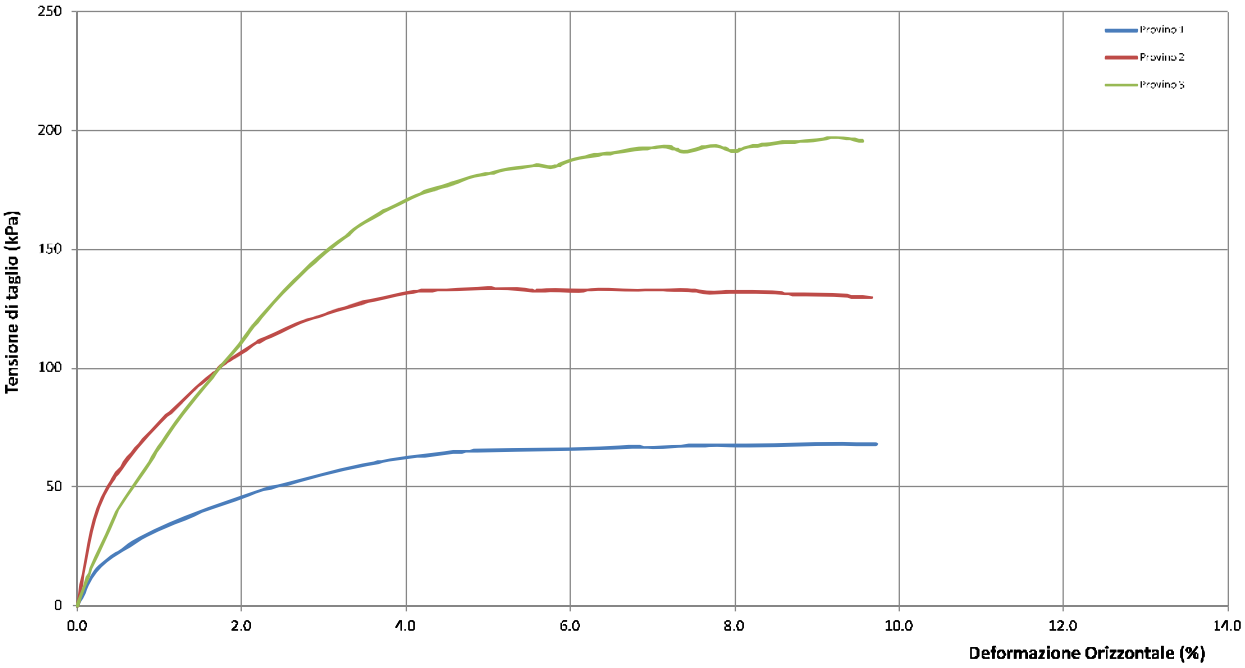
Rocco Tolve

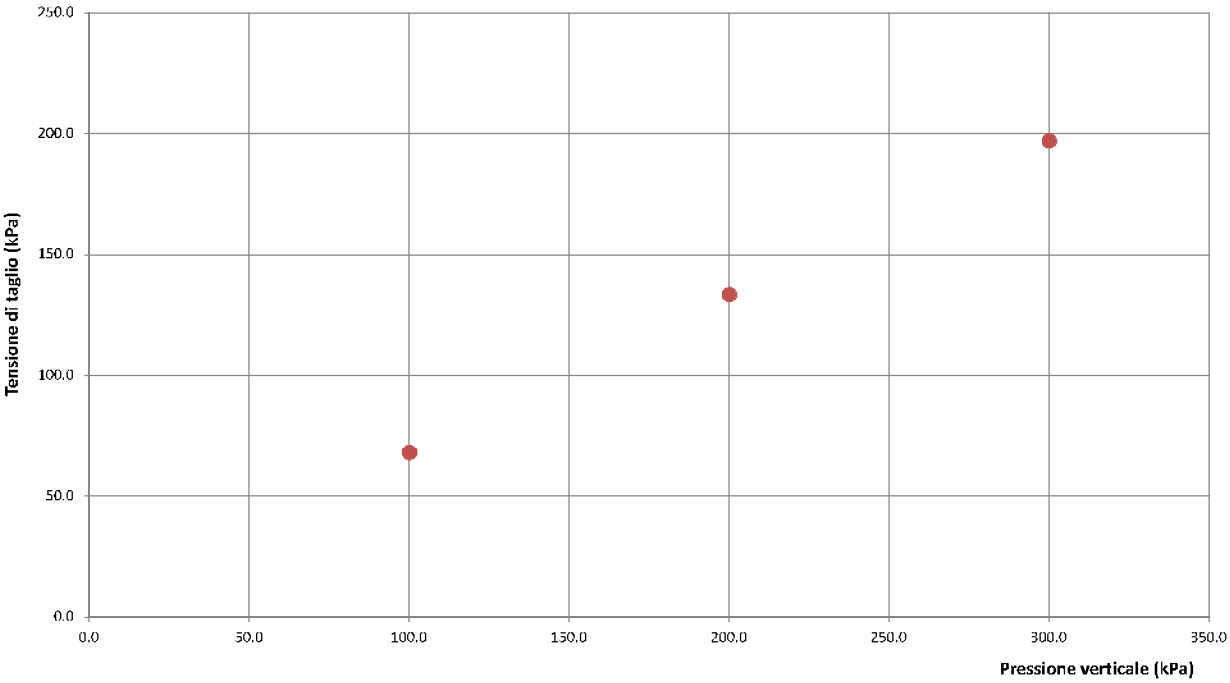
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/G | Pagina: | 3/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |




**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2579/G | Pagina: | 4/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) | Tempo (min) | Spostamento Verticale (mm) | Deformazione vert. provino (mm) |
| 0.07 | 0.65 | 0.000 | 0.07 | 0.69 | 0.000 | 0.07 | 1.08 | 0.000 |
| 0.10 | 0.66 | 0.019 | 0.10 | 0.71 | 0.020 | 0.10 | 1.11 | 0.022 |
| 0.17 | 0.69 | 0.042 | 0.17 | 0.73 | 0.042 | 0.17 | 1.14 | 0.059 |
| 0.25 | 0.71 | 0.066 | 0.25 | 0.78 | 0.087 | 0.25 | 1.18 | 0.095 |
| 0.37 | 0.73 | 0.086 | 0.37 | 0.81 | 0.123 | 0.37 | 1.23 | 0.143 |
| 0.57 | 0.76 | 0.117 | 0.57 | 0.85 | 0.164 | 0.57 | 1.29 | 0.209 |
| 0.85 | 0.78 | 0.138 | 0.85 | 0.93 | 0.239 | 0.85 | 1.36 | 0.273 |
| 1.27 | 0.81 | 0.161 | 1.27 | 0.98 | 0.288 | 1.27 | 1.44 | 0.351 |
| 1.92 | 0.84 | 0.198 | 1.92 | 1.05 | 0.358 | 1.92 | 1.49 | 0.405 |
| 4.32 | 0.92 | 0.275 | 4.32 | 1.19 | 0.500 | 4.32 | 1.57 | 0.483 |
| 4.32 | 0.92 | 0.275 | 4.32 | 1.19 | 0.500 | 4.32 | 1.57 | 0.483 |
| 6.48 | 0.94 | 0.296 | 6.48 | 1.22 | 0.530 | 6.48 | 1.58 | 0.496 |
| 9.72 | 0.96 | 0.315 | 9.72 | 1.23 | 0.542 | 9.72 | 1.59 | 0.504 |
| 14.58 | 0.97 | 0.325 | 14.58 | 1.24 | 0.554 | 14.58 | 1.59 | 0.508 |
| 32.83 | 0.99 | 0.340 | 32.83 | 1.26 | 0.573 | 32.83 | 1.61 | 0.526 |
| 49.25 | 1.00 | 0.350 | 49.25 | 1.27 | 0.582 | 49.25 | 1.62 | 0.536 |
| 73.88 | 1.01 | 0.360 | 73.88 | 1.28 | 0.591 | 73.88 | 1.63 | 0.547 |
| 110.83 | 1.01 | 0.369 | 110.83 | 1.29 | 0.598 | 110.83 | 1.64 | 0.551 |
| 166.25 | 1.02 | 0.374 | 166.25 | 1.29 | 0.604 | 166.25 | 1.64 | 0.559 |
| 249.38 | 1.02 | 0.376 | 249.38 | 1.29 | 0.603 | 249.38 | 1.64 | 0.559 |
| 374.08 | 1.02 | 0.378 | 374.08 | 1.30 | 0.605 | 374.08 | 1.64 | 0.558 |
| 561.13 | 1.04 | 0.395 | 561.13 | 1.31 | 0.622 | 561.13 | 1.65 | 0.568 |

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2579/G | Pagina: | 5/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.0 |
| 0.12 | 0.016 | 13.4 | 0.11 | 0.015 | 33.5 | 0.10 | 0.024 | 15.7 |
| 0.33 | 0.042 | 23.5 | 0.32 | 0.038 | 58.1 | 0.30 | 0.056 | 40.6 |
| 0.43 | 0.051 | 27.4 | 0.42 | 0.048 | 66.1 | 0.41 | 0.068 | 50.8 |
| 0.55 | 0.059 | 31.0 | 0.54 | 0.053 | 73.2 | 0.53 | 0.079 | 60.5 |
| 0.67 | 0.072 | 34.1 | 0.65 | 0.063 | 79.9 | 0.62 | 0.088 | 69.1 |
| 0.79 | 0.086 | 36.9 | 0.76 | 0.073 | 85.9 | 0.73 | 0.098 | 77.8 |
| 0.91 | 0.092 | 39.6 | 0.88 | 0.078 | 92.2 | 0.84 | 0.104 | 86.1 |
| 1.02 | 0.096 | 42.1 | 0.99 | 0.081 | 97.4 | 0.96 | 0.110 | 94.3 |
| 1.14 | 0.096 | 44.4 | 1.08 | 0.081 | 102.3 | 1.07 | 0.120 | 102.3 |
| 1.25 | 0.100 | 46.6 | 1.20 | 0.081 | 106.8 | 1.18 | 0.127 | 109.8 |
| 1.36 | 0.101 | 48.8 | 1.31 | 0.081 | 110.6 | 1.28 | 0.132 | 117.8 |
| 1.47 | 0.102 | 50.6 | 1.44 | 0.081 | 114.1 | 1.39 | 0.137 | 125.1 |
| 1.59 | 0.102 | 52.3 | 1.55 | 0.081 | 117.1 | 1.51 | 0.139 | 132.4 |
| 1.70 | 0.102 | 54.1 | 1.66 | 0.081 | 120.0 | 1.62 | 0.141 | 138.8 |
| 1.82 | 0.102 | 55.8 | 1.78 | 0.081 | 122.1 | 1.73 | 0.144 | 144.9 |
| 1.93 | 0.102 | 57.4 | 1.89 | 0.080 | 124.3 | 1.84 | 0.147 | 150.3 |
| 2.05 | 0.102 | 58.8 | 2.01 | 0.077 | 126.1 | 1.97 | 0.147 | 155.7 |
| 2.17 | 0.102 | 60.0 | 2.13 | 0.068 | 128.1 | 2.07 | 0.147 | 160.3 |
| 2.28 | 0.102 | 61.4 | 2.25 | 0.055 | 129.7 | 2.18 | 0.147 | 164.3 |
| 2.40 | 0.102 | 62.3 | 2.36 | 0.052 | 131.2 | 2.29 | 0.147 | 167.6 |
| 2.51 | 0.101 | 63.1 | 2.49 | 0.045 | 132.3 | 2.42 | 0.147 | 171.2 |
| 2.63 | 0.101 | 63.8 | 2.60 | 0.038 | 132.7 | 2.53 | 0.146 | 174.1 |
| 2.74 | 0.098 | 64.6 | 2.73 | 0.031 | 132.9 | 2.66 | 0.146 | 176.1 |
| 2.87 | 0.095 | 65.1 | 2.84 | 0.025 | 133.2 | 2.77 | 0.146 | 178.5 |
| 2.97 | 0.089 | 65.4 | 2.97 | 0.018 | 133.5 | 2.88 | 0.145 | 180.6 |
| 3.11 | 0.082 | 65.5 | 3.08 | 0.011 | 133.4 | 3.01 | 0.144 | 181.9 |
| 3.22 | 0.074 | 65.7 | 3.20 | 0.004 | 133.4 | 3.12 | 0.143 | 183.6 |
| 3.34 | 0.073 | 65.9 | 3.32 | -0.003 | 132.4 | 3.24 | 0.141 | 184.4 |
| 3.45 | 0.069 | 66.0 | 3.45 | -0.010 | 132.9 | 3.36 | 0.139 | 185.3 |
| 3.59 | 0.069 | 65.9 | 3.57 | -0.016 | 132.7 | 3.47 | 0.136 | 184.6 |
| 3.70 | 0.069 | 66.1 | 3.67 | -0.022 | 132.5 | 3.60 | 0.136 | 187.4 |
| 3.81 | 0.069 | 66.3 | 3.79 | -0.027 | 133.1 | 3.71 | 0.136 | 189.0 |
| 3.93 | 0.069 | 66.4 | 3.91 | -0.033 | 133.0 | 3.84 | 0.132 | 190.1 |
| 4.06 | 0.068 | 66.8 | 4.03 | -0.036 | 132.8 | 3.95 | 0.132 | 190.9 |
| 4.17 | 0.060 | 66.6 | 4.14 | -0.041 | 132.8 | 4.07 | 0.131 | 192.1 |
| 4.29 | 0.060 | 66.8 | 4.27 | -0.048 | 132.8 | 4.19 | 0.128 | 192.8 |
| 4.41 | 0.060 | 67.2 | 4.38 | -0.053 | 132.9 | 4.31 | 0.123 | 193.3 |
| 4.52 | 0.060 | 67.3 | 4.51 | -0.059 | 132.4 | 4.43 | 0.113 | 191.2 |
| 4.64 | 0.054 | 67.5 | 4.62 | -0.067 | 131.6 | 4.56 | 0.106 | 192.9 |
| 4.76 | 0.051 | 67.5 | 4.74 | -0.070 | 131.9 | 4.67 | 0.104 | 193.7 |
| 4.88 | 0.051 | 67.6 | 4.85 | -0.074 | 131.9 | 4.79 | 0.104 | 191.3 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**

Francesco Di Lonardo

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

Rocco Tolve

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**Modalità di prova: ASTM D 3080**

| Certificato di prova numero: | 2579/G | Pagina: | 6/6 | Inizio Analisi: | 09/03/2020 | Data di emissione certificato |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 11/03/2020 | 18/03/2020 |

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) | Spostamento orizzontale (mm) | Deformazione verticale (%) | Sollecitazione di taglio (kPa) |
| 5.00 | 0.05 | 67.53 | 4.99 | -0.08 | 131.89 | 4.91 | 0.10 | 193.28 |
| 5.11 | 0.04 | 67.58 | 5.12 | -0.09 | 131.50 | 5.03 | 0.10 | 194.06 |
| 5.23 | 0.04 | 67.75 | 5.22 | -0.09 | 131.11 | 5.15 | 0.09 | 195.06 |
| 5.35 | 0.03 | 67.92 | 5.33 | -0.10 | 131.08 | 5.27 | 0.09 | 195.42 |
| 5.48 | 0.03 | 68.08 | 5.45 | -0.11 | 130.97 | 5.39 | 0.09 | 195.97 |
| 5.59 | 0.03 | 67.97 | 5.57 | -0.11 | 130.61 | 5.50 | 0.09 | 197.03 |
| 5.72 | 0.03 | 67.81 | 5.68 | -0.11 | 129.92 | 5.62 | 0.08 | 196.78 |
| 5.83 | 0.03 | 67.97 | 5.80 | -0.11 | 129.64 | 5.74 | 0.08 | 195.53 |

**Lo Sperimentatore**
**(Geol. Francesco Di Lonardo)**
Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

**Il Direttore di Laboratorio**
**(Ing. Rocco Tolve)**

# Misura del pH

**Modalità di prova: DM 13/09/1999**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/H | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 10/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | | Geotec Spa | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| Metodo di misura | Strumento utilizzato | Miscelazione soluzione |
|---|---|---|
| H2O e soluzione KCl | pH-metro con compensazione della temperatura | Agitatore magnetico a velocità regolabile |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione (g)** | **10.00** |
| **W - Peso acqua aggiunta (g)** | **25.00** |

**Misura rilevata del pH**

**8.52**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

# Determinazione del calcare totale

**Modalità di prova: Norma interna - Calcimetro D.F.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Certificato di prova numero: | 2579/I | Pagina: | 1/1 | Inizio Analisi: | 10/03/2020 | Data di emissione certificato |
| Verbale di accettazione numero: | 792 | Data verbale: | 04/03/2020 | Fine Analisi: | 10/03/2020 | 18/03/2020 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Committente** | Geotec Spa | | | | |
| **Riferimento/Cantiere** | Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI | | | | |
| **Sondaggio/Prelievo** | MIF7 | **Campione** | CR2 | **Profondità** | 15.00 ÷ 15.30 |

| **Reagente** | **Strumentazione** |
|---|---|
| Soluzione diluita acido cloridrico HCl | Calcimetro Dietrich Freuling |

| | |
|---|---|
| **A - Peso campione terreno (g)** | **1.00** |
| **B - Soluzione HCl (ml) al 50%** | **10.00** |
| **C - Temperatura di prova** | **18.50** |
| **$V_t$ - Volume di $CO_2$ alla temperatura di prova** | **35.50** |
| **$V_o$ - Standardizzazione volume di gas a 0°C e 760 mmHg** | **30.19** |

**Contenuto di calcare totale C (g/kg)**

**134.81**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Talvè)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Laboratorio analisi chimiche ambientali
Dott. LUCA MONTANARELLA
Perito Industriale Chimico, laureato in Scienze Naturali
Via Mantova 2/B (porticato) - 85025 MELFI (PZ)
lucamontanarella@tiscali.it - Cell 347-5802698
P.IVA 01781910763 - C.F. MNTLCU78D21F104Z

RAPPORTO di PROVA N. 2069 del 11/03/2020
Determinazione solfati e cloruri solubili in terreni
Committente: **BRAINSTORMERS S.r.l.** – Via del Gallitello n°169, Potenza

---

Descrizione campioni: terreni
Etichette: MIF8CI1, MIF8CI2, MIF8CR1, MIF7CR2
Quantità: circa 0,06 Kg ognuno in 4 sacchetti in plastica non sigillati
Prelievi effettuati da: committente in data: 9/03/2020
Ubicazione prelievi: non specificata
Procedura campionamento: non specificata
Data inizio analisi: 10/03/2020

---

Campione MIF 8CI1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 8,5 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 128,9 |

Campione MIF8 CI2

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 7,7 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 64,0 |

Campione MIF8 CR1

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 6,8 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 20,3 |

Campione MIF7 CR2

| Parametri | Unità di misura | Risultati di analisi |
|---|---|---|
| Solfati solubili | mg/kg s.s. | 5,7 |
| Cloruri solubili | mg/kg s.s. | 30,2 |

s.s. = sostanza secca
Metodi di analisi: D.M. 13/09/1999 (approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo)
I risultati del presente rapporto sono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Il Responsabile
Dott. Per. Ind. Luca Montanarella



COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

ALTA SORVEGLIANZA:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

GENERAL CONTRACTOR:

Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

LEGGE N. 55 DEL 14/06/2019

TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI

COLLEGAMENTO PARCO RUGNA/BETTOLO – BIVIO FEGINO VIA CAMPASSO
PROGETTO ESECUTIVO

# Solettone Rilevato ferroviario Pali TE 0C02 – Ponte Polcevera

# Relazione geotecnica sismica

| GENERAL CONTRACTOR | ITALFERR S.p.A. | |
|---|---|---|
| Consorzio **Cociv** Ing. G. Irace | | |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N G 1 O | 0 2 | E | C V | R B | R I 0 2 0 0 | 0 0 1 | A |

Progettazione:

| Rev | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Progettista Integratore | Data | IL PROGETTISTA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A00 | Emissione | 3BA | 09/01/2024 | S. Tunno | 09/01/2024 | Paolo Costamedich | 09/01/2024 | Dott. Ing. Paolo Costa Medich Ordine degli Ingegneri Prov. TO n. 10306 X |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | n. Elab.: | File: NG1O-02-E-CV-RB-RI02-00-001-A00.DOC |
|---|---|---|

CUP: F81H92000000008

# INDICE

1 INTRODUZIONE ..... 5
2 NORMATIVA ..... 6
3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO ..... 7
4 INQUADRAMENTO COROGRAFICO ..... 8
5 LAYOUT DEL RILEVATO FERROVIARIO NELLA WBS RI02 ..... 10
6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO ..... 11
6.1 Tettonica ..... 13
6.2 Inquadramento geologico locale ..... 16
6.3 Geomorfologia ..... 23
7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ..... 30
8 CAMPAGNE D'INDAGINE ..... 35
8.1 Campagna d'indagine 2019 ..... 36
8.2 Campagna d'indagini 2020 ..... 41
9 STRATIGRAFIA GENERALE DELL'AREA ..... 45
9.1 Livello di falda ..... 46
10 PROFILO GEOLOGICO- GEOTECNICO ..... 47
11 MODALITÀ INTERPRETAZIONE DELLE PROVE IN SITU ..... 50
11.1 Standard Penetration Test (SPT) ..... 50
11.2 Densità relativa (Dr) da SPT ..... 51
11.3 Modulo elastico (E) da SPT ..... 52
11.4 Angolo di attrito ($\varphi'$) da SPT ..... 52
12 RISULTATI CAMPAGNA DI INDAGINE – CAMAPAGNA D'INDAGINE 2019 ..... 53
12.1 Numero di colpi SPT ..... 53
12.2 Densità relativa (Dr) da SPT ..... 55
12.3 Modulo elastico (E) da SPT ..... 57
12.4 Angolo di attrito ($\varphi'$) da SPT ..... 59
13 RISULTATI CAMPAGNA DI INDAGINE – CAMPAGNA D'INDAGINE 2020 ..... 61
13.1 Numero di colpi SPT ..... 61
13.2 Densità relativa (Dr) da SPT ..... 63
13.3 Modulo elastico (E) da SPT ..... 65
13.4 Angolo di attrito ($\varphi'$) da SPT ..... 67

14 SISMICITA' ..... 69
14.1 Zona sismica ..... 69
14.2 Microzonazione sismica ..... 79
14.3 CPTI 15 – DBMI15 V 4.0 ..... 82
14.4 Indagini sismiche in sito ..... 91
14.4.1 MASW ..... 91
14.4.1.1 MASW4 ..... 93
14.4.1.2 MASW5 ..... 97
14.4.1.3 MASW6 ..... 101
14.4.1.4 MASW7 ..... 105
14.4.1.5 MASW8 ..... 109
14.4.2 HVSR ..... 113
14.4.2.1 HVSR 4 ..... 114
14.4.2.2 HVSR 5 ..... 126
14.4.2.3 HVSR 6 ..... 138
14.4.2.4 HVSR 7 ..... 142
14.4.2.5 HVSR 8 ..... 146
14.5 Categoria di sottosuolo ..... 150
14.6 Categoria topografica ..... 151
14.7 Pericolosità sismica ..... 152
14.7.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento ..... 152
14.7.2 Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno ..... 153
14.7.3 Definizione della pericolosità sismica di base ..... 155
14.7.4 Pericolosità sismica di sito ..... 160
14.7.4.1 Coefficienti sismici ..... 160
14.7.4.2 Stabilità dei pendii e fondazioni ..... 161
14.7.5 Pericolosità sismica ..... 162
15 PARAMETRI GEOTECNICI ..... 167
15.1 Parametri geotecnici medi ..... 167
15.2 Parametri geotecnici caratteristici ..... 167
16 LIQUEFAZIONE ..... 170
16.1 Verifica della liquefazione ..... 173
17 CONCLUSIONI ..... 180

# 1 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica è stata redatta per collegamento parco rugna/bettolo – Bivio Fegino Via Campasso Tratta Bivio Fegino – ex Bivio s. Limbania in particolare per l'intervento riguardante la WBS RI02 (**solettone per il rilevato ferroviario - Pali TE 0C02**), al fine di produrre un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico del sito d'interesse.




**Figura 1-area d'intervento**

Tale relazione ottempera a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

## 2 NORMATIVA

- **O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003** (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105) -Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **O.P.C.M. 3519 del 2006**-Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale
- **D.G.R. 13-03-2017 n. 216**- Zone sismiche Regione Liguria
- **D.M. 17 gennaio 2018**- Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Regione Liguria – Giunta Regionale **Atto N° 535-2021 - Seduta N° 3677 - del 18/06/2021 - Numero d'Ordine 19**, **NP/2021/196157:** "***L.R. 21 luglio 1983, nr. 29. Adozione delle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Liquefazione (LQ) ed approvazione criteri tecnici integrativi alla DGR 471/2010*****".**
- **D.G.R. n. 535 del 18.06.2021**
- Regione Liguria - **Attività' di prevenzione del rischio sismico di cui all'art. 11 della L.77/2009:** "**Analisi territoriale della suscettività alla liquefazione dei suoli sulla base dei dati di pericolosità sismica di base (ag, M)".**

# 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Comune di Genova: Piano Urbanistico Comunale (PUC vigente).
- Autorità di Bacino Torrente Polcevera.
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20.12.2019.

# 4 INQUADRAMENTO COROGRAFICO

L'area oggetto del presente studio è ubicata nel comune di Genova, nella bassa Val Polcevera. La Val Polcevera costituisce il bacino di maggior estensione del genovesato (138 km2). L'area viene individuata nelle figure seguenti.




**Figura 2- Comune di Genova. Il rettangolo rosso identifica l'area di interesse.**

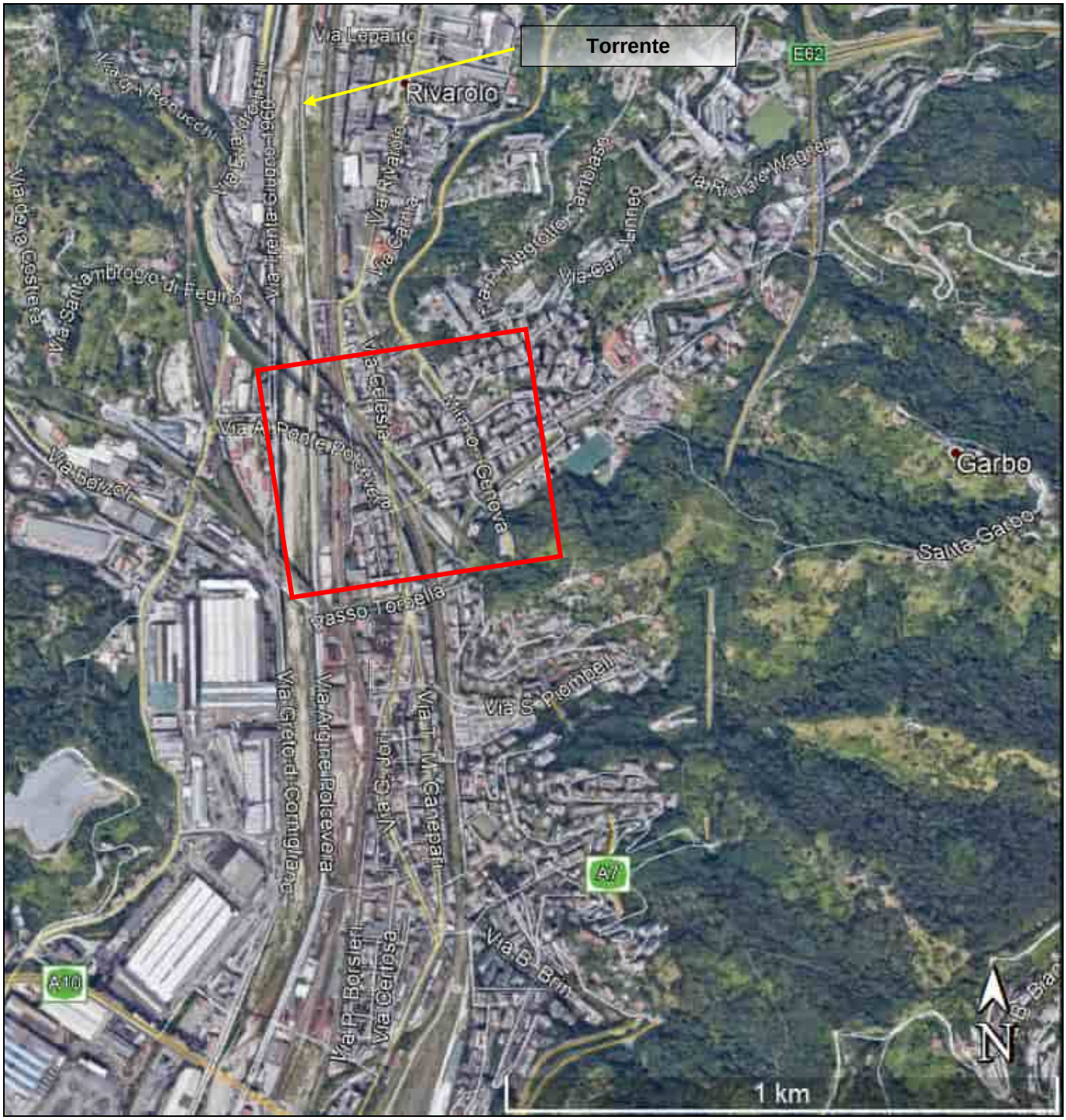
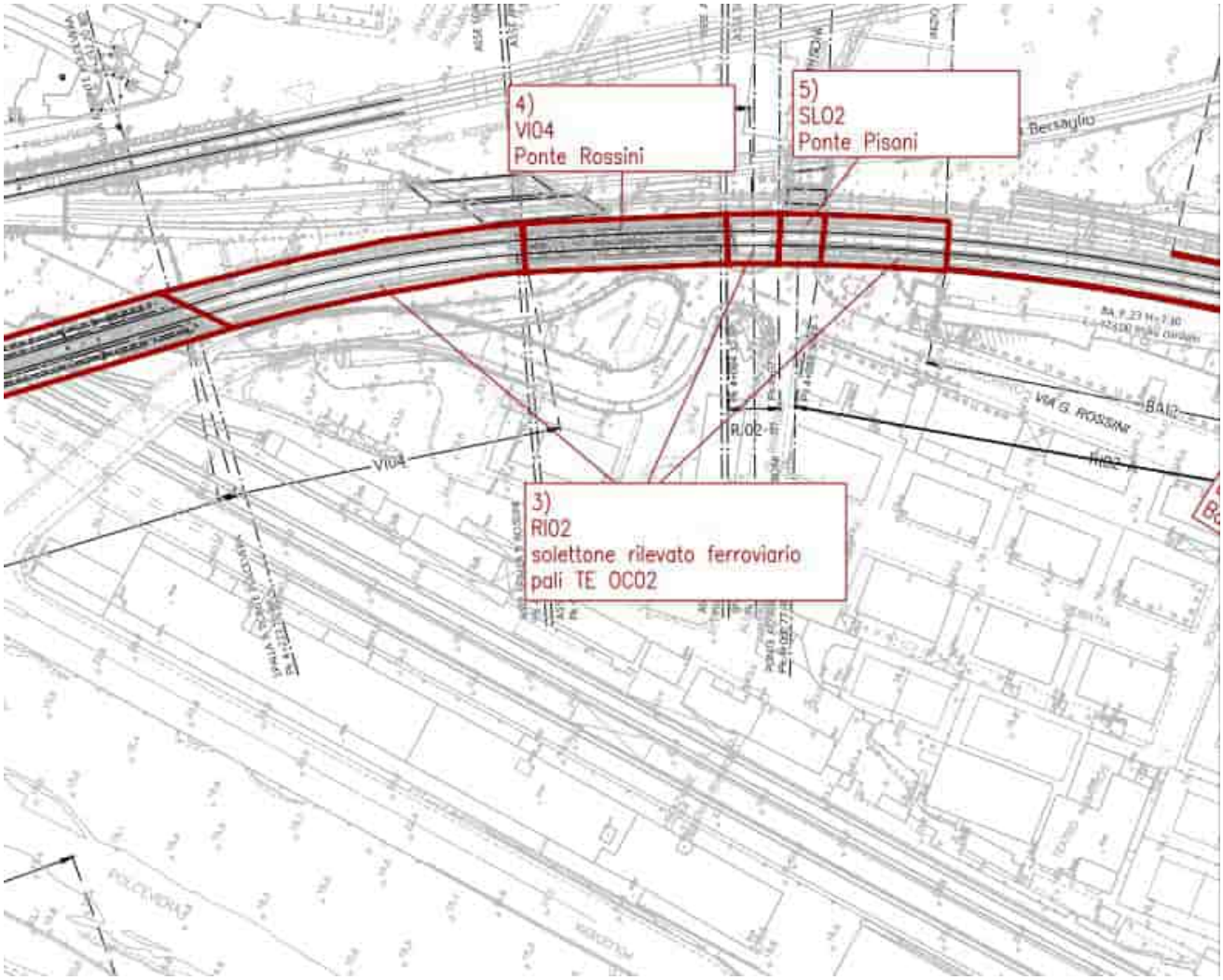



**Figura 3- Comune di Genova. Il rettangolo rosso identifica l'area di interesse.**

# 5 LAYOUT DEL RILEVATO FERROVIARIO NELLA WBS RI02

Si riporta di seguito l'ubicazione della WBS con le diverse opere in realizzazione



# 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Geologicamente il territorio del Comune di Genova ha caratteristiche del tutto peculiari in quanto è stato da sempre considerato come area di transizione tra la catena Alpina e quella Appenninica, comprendendo unità delle Alpi Liguri che sono state dapprima coinvolte nell'evoluzione alpina a livelli più o meno profondi e che successivamente sono state interessate da una tettonica attribuibile all'evoluzione appenninica

L'area oggetto d'interesse è rappresentata nel Foglio n. 213-230 "Genova" della Carta Geologica Italiana (Progetto CARG), in scala 1: 50.000, riportato nella figura seguente.

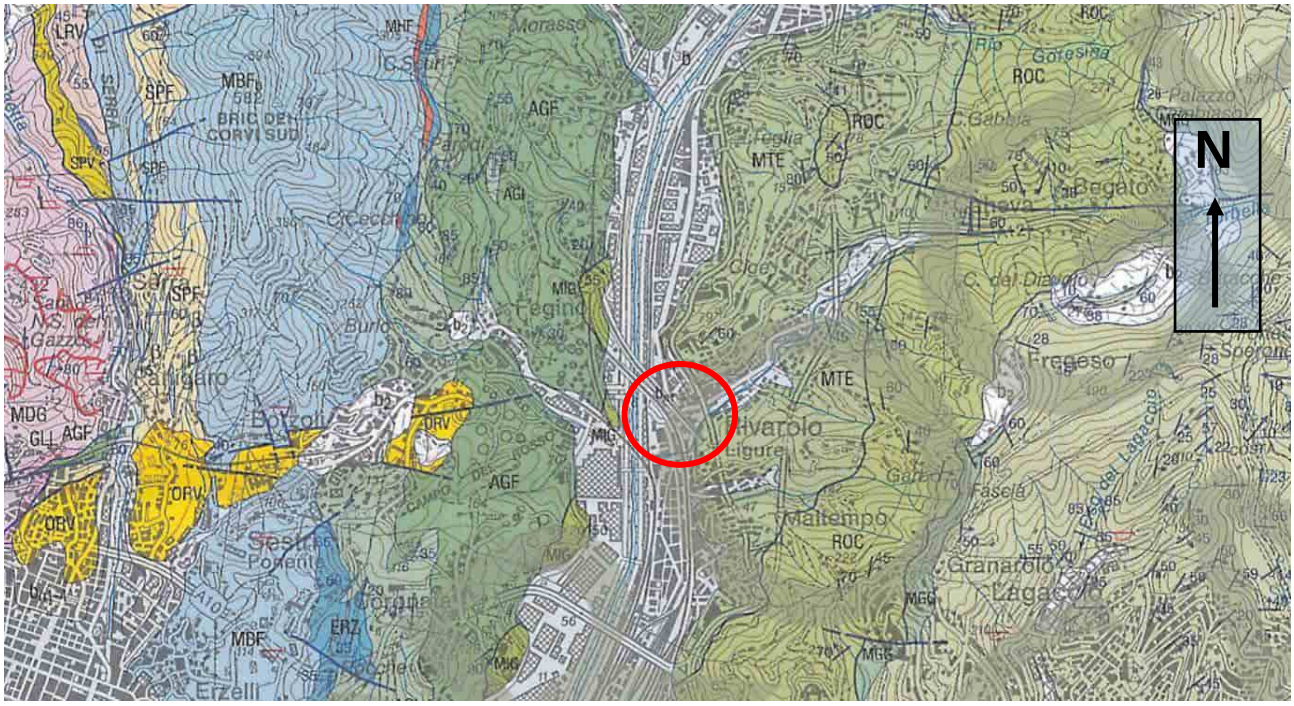



**Figura 4– Foglio n. 213-230 "Genova" della Carta Geologica Italiana (Progetto CARG), in scala 1: 50.000, area di interesse cerchiata in rosso.**

b

**depositi alluvionali in evoluzione**

Depositi ghiaiosi, spesso con blocchi e/o materiali fini, che costituiscono gli alvei attuali dei corsi d'acqua e le aree adiacenti; verso la foce raggiungono spessori considerevoli.

*OLOCENE*

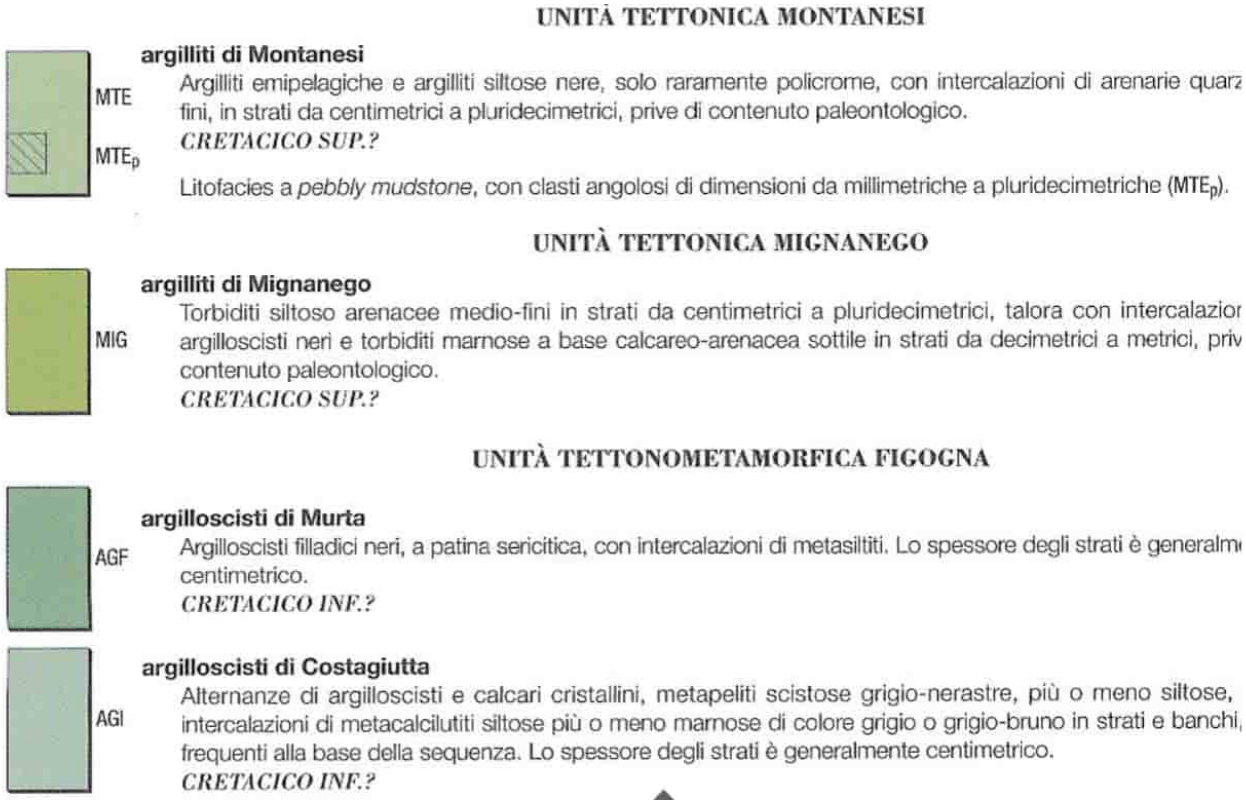



**Figura 5– Legenda Foglio n. 213-230 "Genova" della Carta Geologica Italiana (Progetto CARG), in scala 1: 50.000, area di interesse cerchiata in rosso.**

Dalla carta sopra riportata l'area ricade nei depositi alluvionali terrazzati costituiti da depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a una quota superiore rispetto agli alvei attuali coperti da coltre colluviale e nei depositi alluvionali in evoluzione depositi ghiaiosi che costituiscono gli alvei attuali e le aree adiacenti.

Il substrato dell'area è costituito dalle argilliti di Montanesi, argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere con intercalazione di arenarie.

### 6.1 Tettonica

L'area oggetto dell'intervento ricade nel dominio appenninico settentrionale (Ligure-Emiliano) il cui assetto geologico-strutturale è dovuto alla sovrapposizione tettonica di due grandi insiemi, diversi tra loro per caratteri litologici, strutturali ed evoluzione paleogeografica:

l'Insieme Interno Ligure-emiliano, determinato dalla sovrapposizione di più unità tettoniche generatesi in un oceano, l'Oceano Ligure-piemontese, e successivamente sovrascorse da ovest verso est sull'insieme Esterno.

L'Insieme Interno Ligure-emiliano vede la presenza di due domini distinti, separati tra loro da una discontinuità tettonica, ed entrambi caratterizzati dalla presenza di ofioliti:

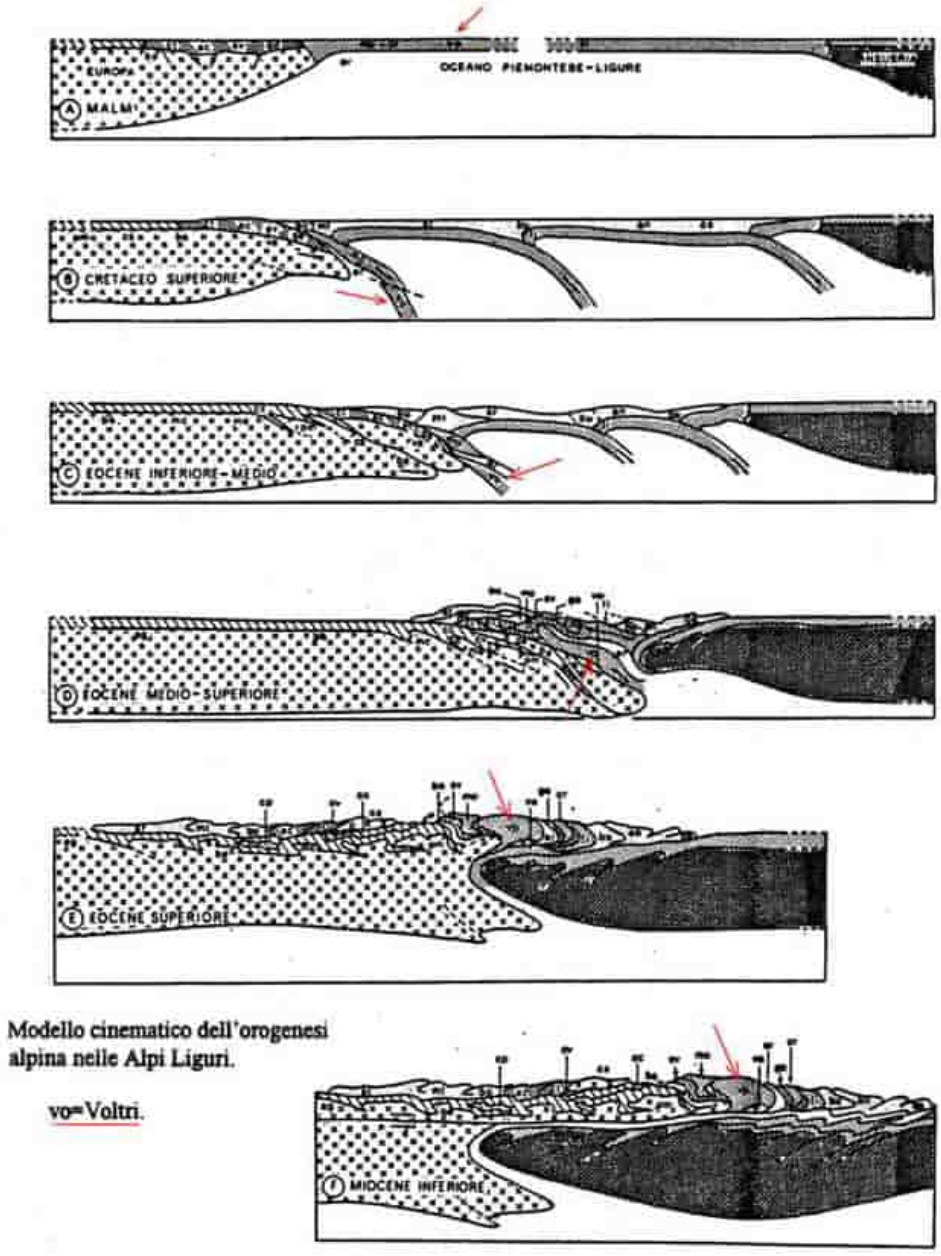
- il Ligure Interno ha carattere oceanico e le ofioliti sono presenti in posizione primaria alla base della successione sedimentaria; comprende tre unità tettoniche sovrapposte: l'Unità Colli Tavarone-Serò, l'Unità Bracco-Val Gaveglia e l'Unità Gottero;
- il Ligure Esterno nel quale le ofioliti sono presenti come megaclasti rimaneggiati, e la serie sedimentaria è costituita dai livelli argillosi del Cretaceo medio-sup. (Complessi di base) e dalle formazioni dei flysch a elmintoidi (Campaniano-Paleocene).

Le unità di crosta oceanica e di mantello consistono dell'Unità Voltri (che comprende gran parte delle successioni ofiolitiche del "Gruppo di Voltri"), dell'Unità Palmaro - Caffarella, dell'Unità Cravasco - Voltaggio e dell'Unità Figogna. La zona Sestri-Voltaggio è definibile come una "sovrapposizione impilata" d'unità tettoniche formanti una ristretta fascia, allungate grossomodo in direzione N-S, limitate ad occidente dal "Gruppo di Voltri", sul quale poggiano, e ad oriente dalle unità liguridi (Antola e Zatta) che le ricoprono; è costituita da differenti unità, giustapposte in un complesso assetto strutturale durante l'evoluzione tettonica alpina. L'unità appartenente alla Zona Sestri-Voltaggio e affiorante nell'area in esame è l'Unità di Monte Figogna.

Le unità costituite da flysch che affiorano a est del Polcevera (Unità Mignanego, Unità Montanesi, Unità Ronco Unità Antola) sono non metamorfiche o di basso grado metamorfico, il che indica che durante l'orogenesi alpina sono rimaste sempre a livelli strutturali piuttosto superficiali. Queste unità sono a loro volta accavallate sulle unità di grado metamorfico più elevato. In letteratura le prime tre sono spesso riunite nel l'Unità Val Polcevera.

L'origine delle rocce che si rinvengono in quest'area (le unità del Gruppo di Voltri, la Zona Sestri-Voltaggio e l'areale del Flysch di M. Antola) risale al Cretaceo Superiore (60 - 80 milioni di anni fa) quando ebbe inizio il movimento convergente della placca africana verso la placca euro-asiatica. Le terre emerse dei due continenti erano allora separate dal Bacino Ligure Piemontese, cioè un oceano alla base del quale era presente una copertura sedimentaria che ammantava il basamento

oceanico. Questo movimento di avvicinamento continentale determinò la chiusura del bacino frapposto e l'inizio degli eventi tettogenetici alpini. In sostanza, quindi, tutta l'area della Liguria centrale è riassumibile (Haccard et alii, 1972) come il risultato di imponenti traslazioni della crosta oceanica ligure sulla zona piemontese, rappresentato nel seguente modello cinematico.




Modello cinematico dell'orogenesi alpina nelle Alpi Liguri.

vo=Voltri.

**Figura 6– Modello cinematico dell'orogenesi Alpina nelle Alpi Liguri (Vanossi et alii, 1984). Le frecce rosse evidenziano a posizione del Gruppo di Voltri nelle varie fasi evolutive)**

Da quanto detto, si delinea come il quadro tettonico dell'area in studio sia estremamente complicato, per il succedersi e l'intersecarsi di sistemi tettonici dapprima prevalentemente compressivi e poi,

successivamente, distensivi. Conseguentemente, le unità della Zona Sestri-Voltaggio appaiono sovente divise in singole scaglie tettoniche. Il sistema sarebbe principalmente rappresentato da una struttura transpressiva destra orientata circa in direzione NE-SW, centrata sul margine di giunzione fra il Gruppo di Voltri e la Zona Sestri-Voltaggio.

Oltre ai terreni delle unità tettoniche che costituiscono l'ossatura del tratto di catena alpino-appenninica su cui insiste l'area urbana genovese, nel settore in esame sono comunque predominanti le formazioni geologiche quaternarie non coinvolte nei movimenti orogenetici, discordanti sui terreni sottostanti, costituite dai depositi alluvionali antichi e recenti del Torrente Polcevera.

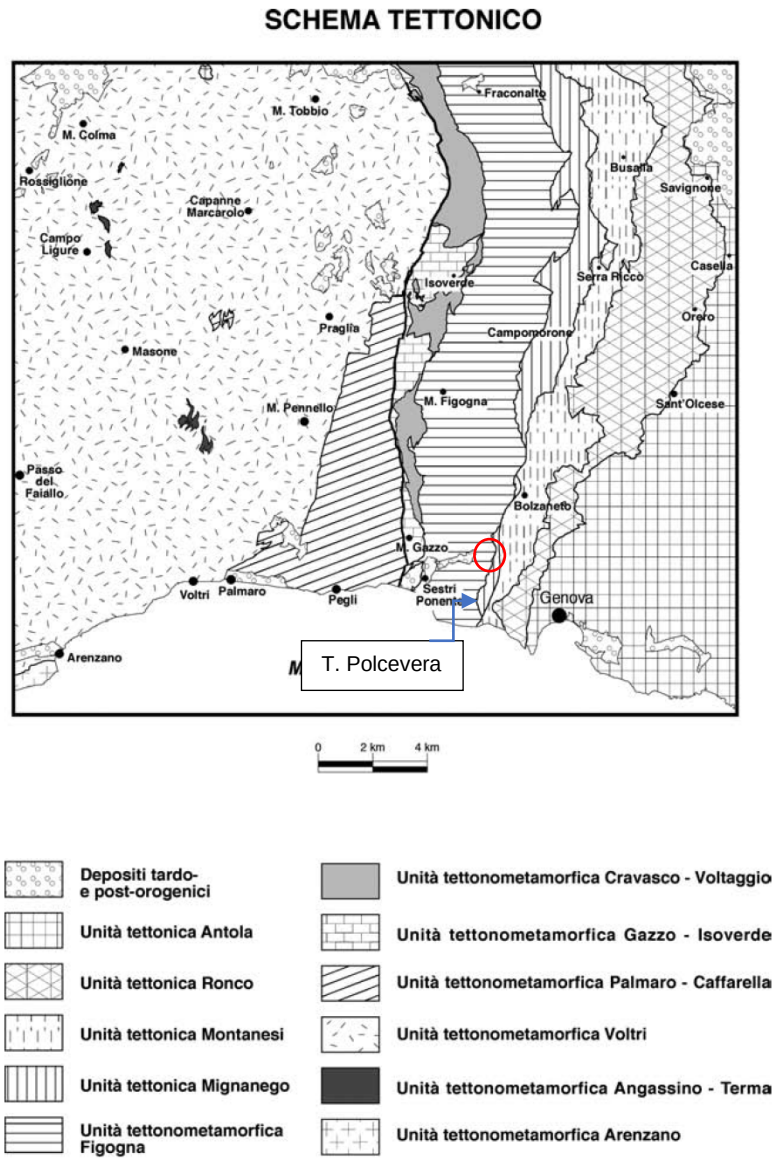



**Figura 7– Schema tettonico strutturale dell'area di Genova (da Limoncelli B. e Marini M., 1969) area della Galleria Facchini segnata con un cerchio rosso.**

### 6.2 Inquadramento geologico locale

Dalla carta del Foglio Genova l'area è caratterizzata dalle seguenti litologie:

- Sedimenti alluvionali (Quaternario): depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a quota più elevata rispetto agli alvei attuali, talvolta terrazzati e/o ricoperti da coltri eluvio-colluviali di spessore variabile. Queste formazioni sono classificate sul Foglio 213 Genova della Carta Geologica d'Italia (in scala 1:50.000 – Progetto CARG anno 2008) come "depositi alluvionali in evoluzione: depositi ghiaiosi, spesso con blocchi e/o materiali fini" (b) e poggiano sulle formazioni mesozoiche e cenozoiche di seguito riportate. La formazione è rappresentata da depositi alluvionali di probabile età pleistocenica, costituiti in prevalenza da ghiaie e subordinate sabbie. Tali depositi si collocano nel fondovalle dei corsi d'acqua principali, affiorando, in terrazzo morfologico, ad una quota maggiore rispetto ai depositi alluvionali recenti e/o attuali. Gli orizzonti più superficiali si presentano intensamente alterati e quasi completamente trasformati dall'azione della pedogenesi. Buona parte dell'area di studio (tratto terminale del Torrente Polcevera) si imposta su terreni ascrivibili a tale formazione. I depositi sono generalmente costituiti da un'alternanza di ghiaie da fini a grossolane, e sabbie a tratti debolmente limose con livelletti da millimetrici a centimetrici di limo argilloso debolmente sabbioso e limo sabbioso debolmente argilloso; all'interno del livello ghiaioso sono presenti ciottoli eterometrici, poligenici da subarrotondati a subangolari con diametro massimo di 10-15 cm circa. L'orizzonte comprende lenti irregolarmente distribuite sia arealmente che verticalmente di limi argillosi e sabbiosi, più raramente di argille, comprendenti livelletti ghiaiosi e sabbiosi. Lo spessore di tali lenti varia tra alcuni decimetri ed alcuni metri, raggiungendo in particolare i valori maggiori in prossimità del centro della valle fluviale, mentre si riduce gradualmente spostandosi verso i fianchi. Lo spessore complessivo dei materiali alluvionali è anch'esso variabile a seconda che venga considerato in prossimità dei versanti od al centro della valle fluviale, ove raggiunge valori di 40-50 m.
- Unità tettonica Montanesi (Cretacico): Argilliti di Montanesi: argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere, solo raramente policrome, con intercalazioni di arenarie quarziose fini, in strati da centimetrici a pluridecimetrici, prive di contenuto paleontologico. (Cretacico sup.?)

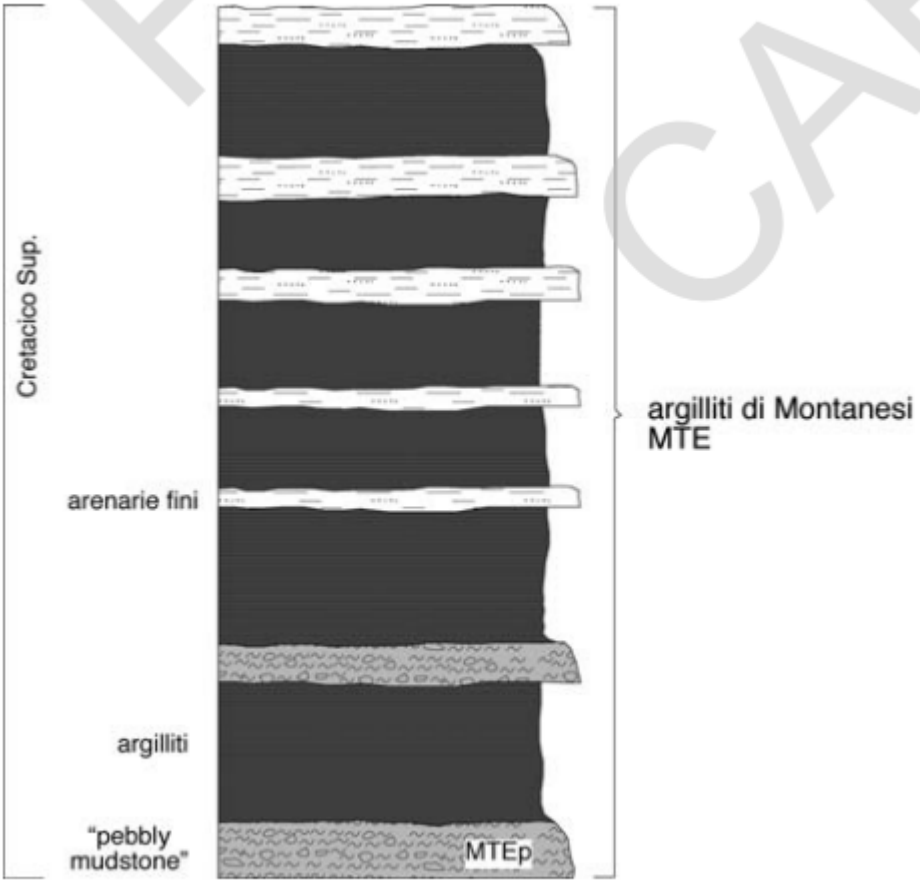



**Figura 8– Successione stratigrafica dell'Unità Montanesi. Non in scala. Note Illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 213-230 GENOVA**

Oltre ai terreni delle unità tettoniche che costituiscono l'ossatura del tratto di catena alpino-appenninica su cui insiste l'area urbana genovese, nel settore in esame sono comunque presenti superficialmente i depositi alluvionali terrazzati e in evoluzione, come si evince dalle carte geologiche seguenti. Di seguito è riportato lo stralcio della carta geolitologica in scala 1:10.000 desunta dal sito dell'Autorità di Bacino del Torrente Polcevera.

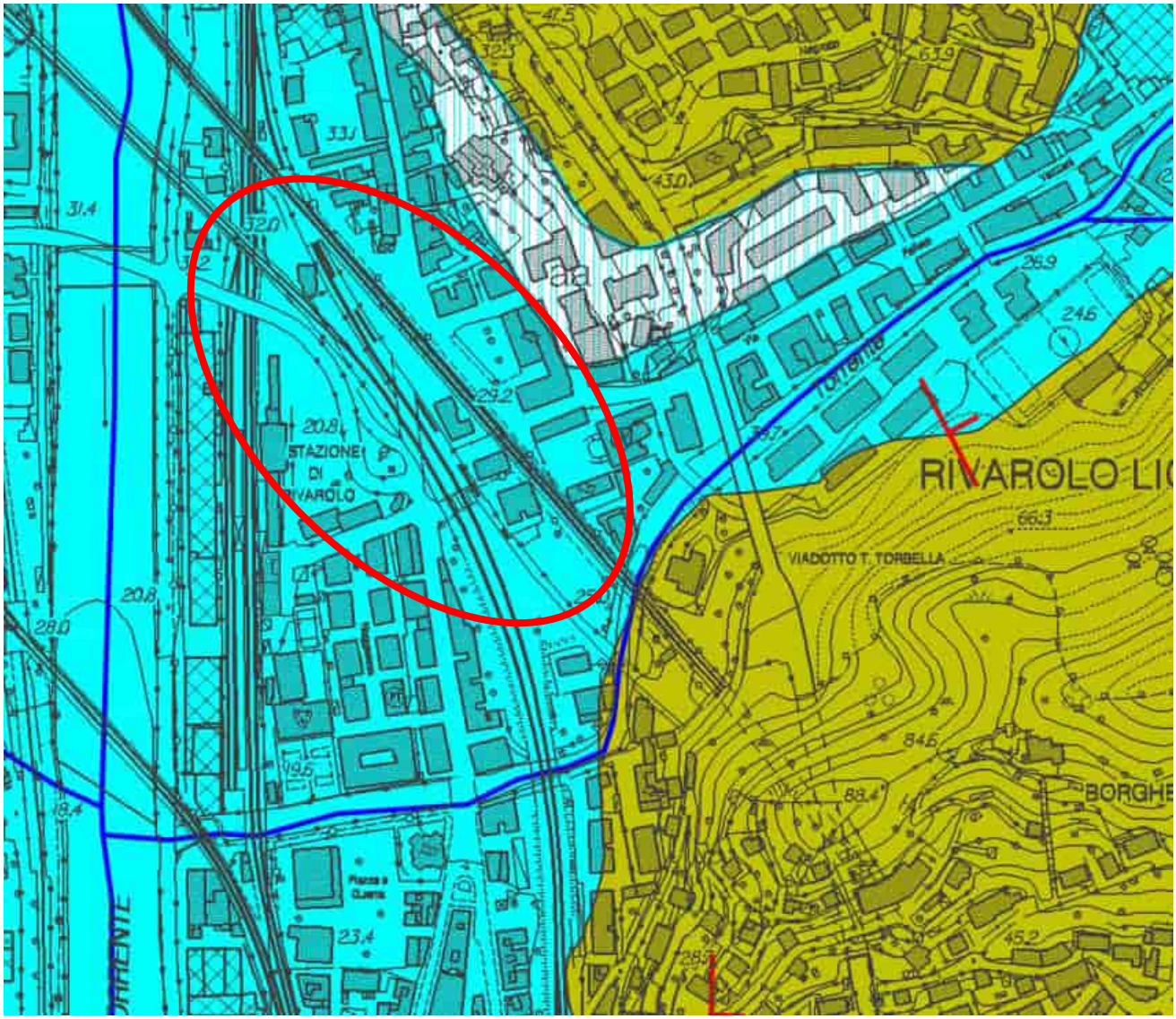



**Figura 9–Carta Geolitologica dell'Autorità di Bacino del Fiume Polcevera in scala 1:10.000. In rosso si evidenzia l'area in esame.**

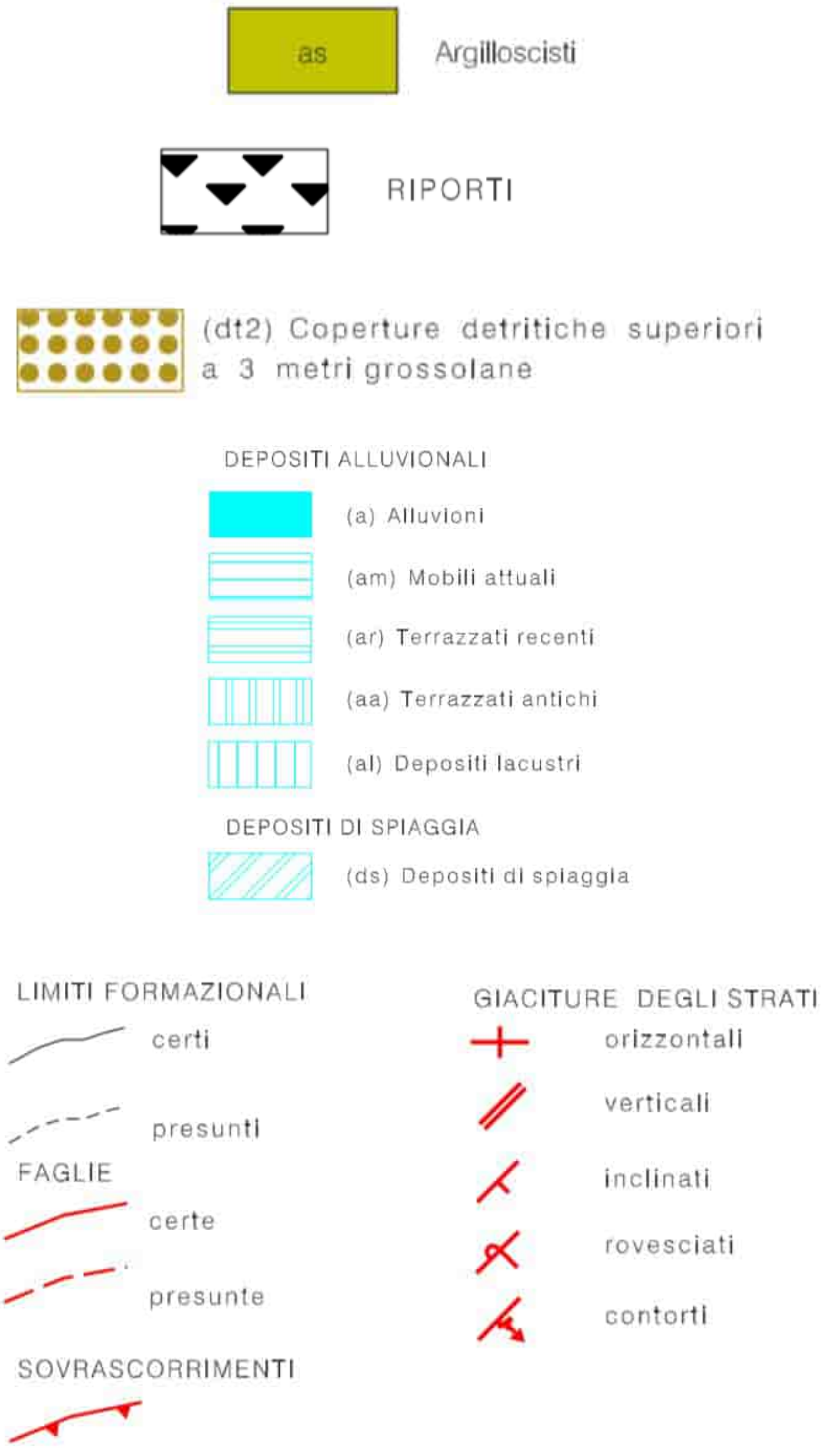



**Figura 10–Legenda della Carta Geolitologica dell'Autorità di Bacino del Fiume Polcevera in scala 1:10.000.**

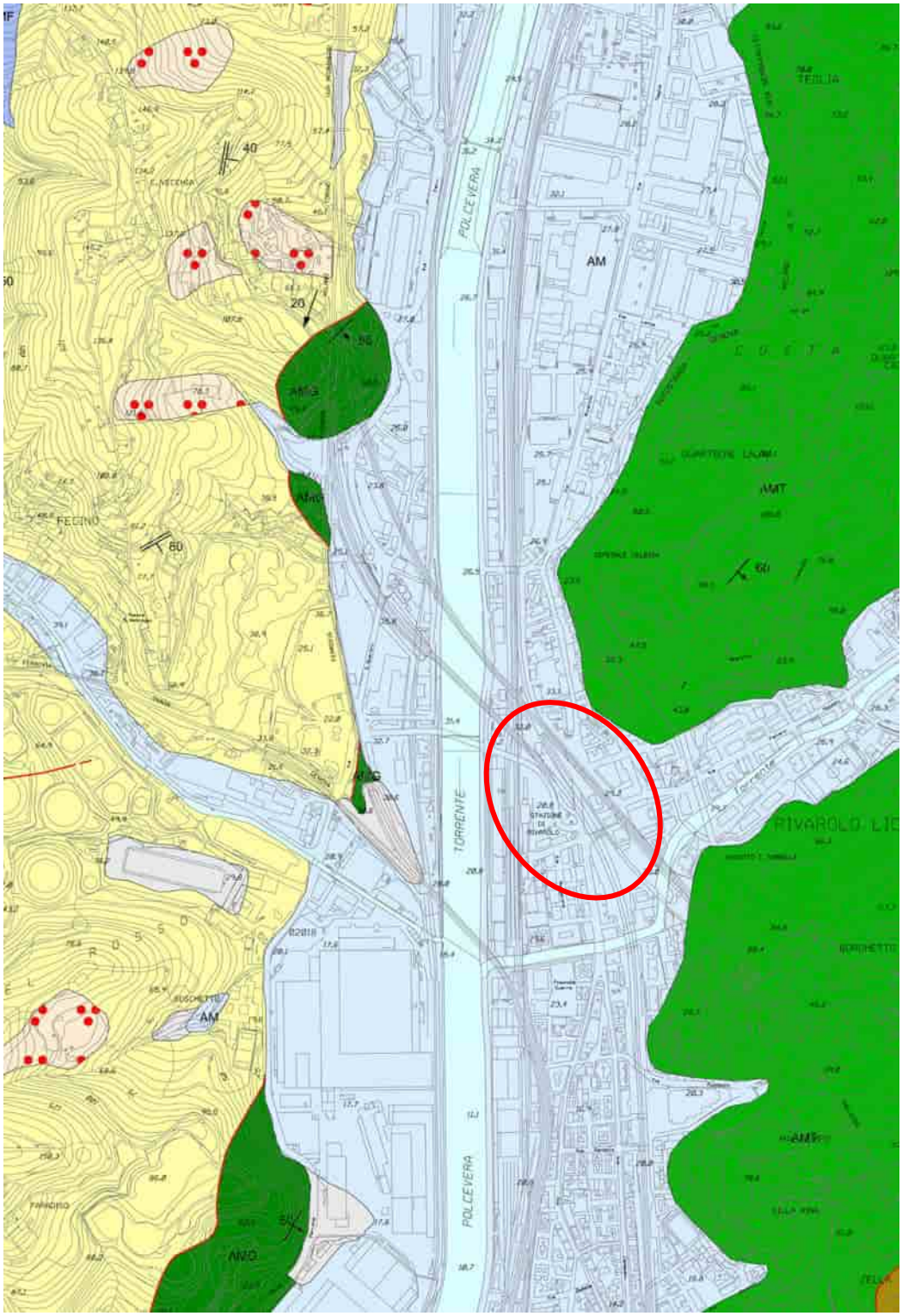



**Figura 11–Stralcio non in scala della Carta geologica del Piano urbanistico del Comune di Genova (2015) Direzione Urbanistica, SUE e Grandi progetti. In rosso si evidenzia l'area in esame. Scala 1: 5.000.**




**Figura 12–Legenda della Carta geologica del Piano urbanistico del Comune di Genova (2015) Direzione Urbanistica, SUE e Grandi progetti. Scala 1: 5.000.**

Dalle carte soprastanti si evince che l'area è caratterizzata dalla presenza dei sedimenti alluvionali costituiti da depositi ghiaiosi e sabbiosi a quota più elevata degli attuali alvei (Polcevera) e talvolta ricoperti da coltri colluviali e/o da materiali di riporto antropico.

### 6.3 Geomorfologia

L'area di studio si inserisce in un contesto di media montagna e di colline, con una modesta pianura alluvionale in corrispondenza del settore medio-inferiore del torrente Polcevera, quest'ultima irregolarmente terrazzata. La Val Polcevera è caratterizzata da un appilamento di successioni sedimentarie a prevalente componente argillitica che si addossano, in sponda destra, sui litotipi ofiolitici, mentre in sponda sinistra sono sovrastate da una potente successione di strati marnosi e marnoso calcarei; ne risulta una morfologia dolce nel settore vallivo ed abrupta lungo i crinali, evidenziando la predominanza dell'erosione selettiva nel modellamento attuale.

Tale situazione è confermata dal reticolo idrografico che mostra, sul versante destro a prevalente composizione argillitica, una elevata densità di drenaggio, mentre il versante sinistro presenta tre corsi d'acqua a carattere torrentizio: il Sardorella, il Secca ed il Torbella, alimentati dal grande serbatoio idrico dei calcari marnosi.

L'erosione regressiva risulta rimontante verso le superfici spianate, alle quote comprese tra i 150 ed i 300 m slm., mentre l'asta principale è stabile, colmata da depositi alluvionali.

I versanti hanno andamento ripido, con pendenza media, dal crinale al fondovalle o alla linea di costa dell'ordine del 20-25%. Le variazioni di acclività sui versanti, anche se in taluni casi sfumata e graduale per la presenza di coltri detritiche, sono dovute, oltre ai processi legati al fenomeno di ringiovanimento, alla diversa risposta ai processi erosivi da parte delle litologie presenti nel bacino. Per quanto riguarda le formazioni argillose, queste danno luogo a forme dolci e arrotondate, in particolare laddove i versanti in argilliti hanno raggiunto attraverso movimenti successivi angoli di equilibrio modesti, in prevalenza attorno ai 20°.

Per quanto concerne l'area di studio, localizzata nella zona inferiore del bacino del Polcevera, per un'analisi delle caratteristiche dei versanti presenti in questo settore della valle e sui quali la linea è o prossima, o direttamente impostata, è possibile consultare la Carta dell'acclività redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera, riportata di seguito. Da tale carta risulta che l'area di interesse ricade in classe 1 di acclività.

Dalla Carta geomorfologica, sempre riportata di seguito, redatta anche in questo caso dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera, l'area di interesse ricade nei depositi alluvionali antichi.

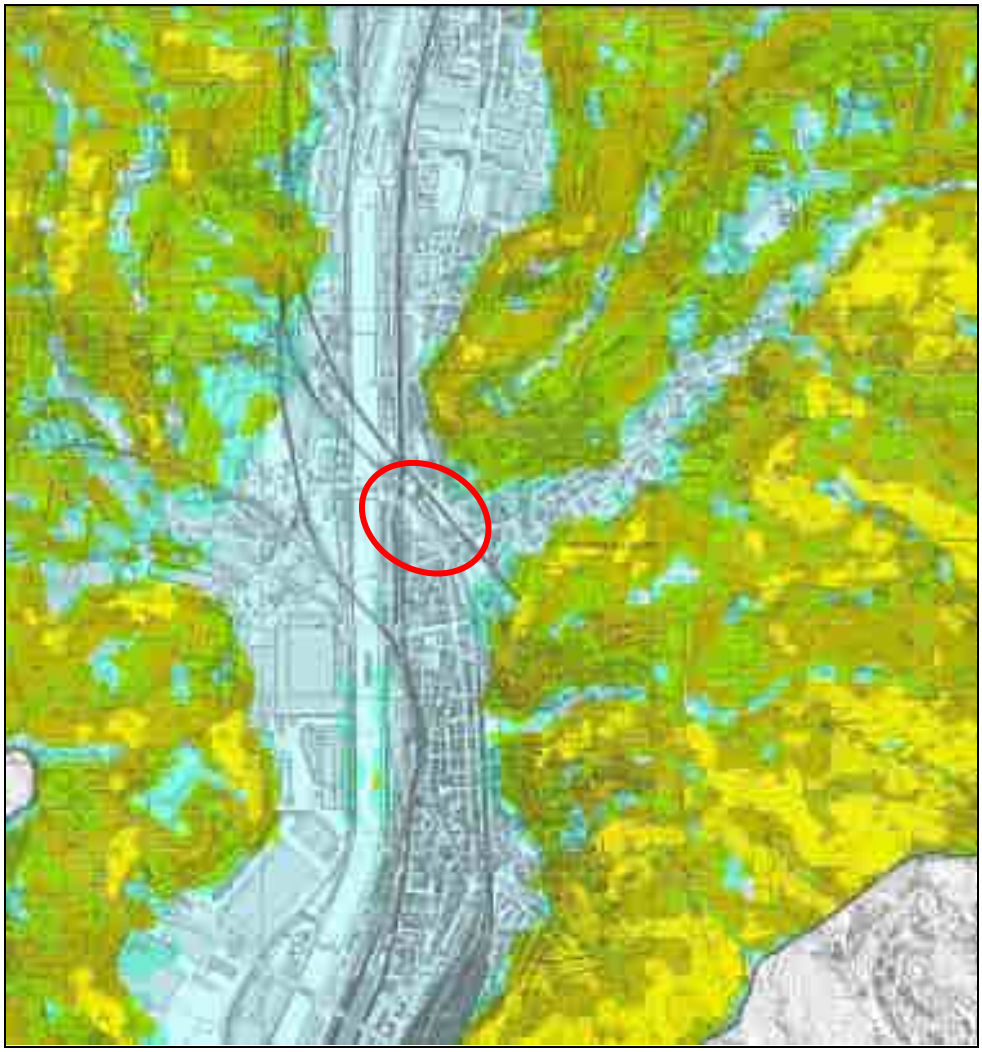


**Figura 13–Stralcio non in scala della Carta dell'acclività redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015), scala 1: 10.000. Il cerchio rosso identifica l'area di interesse.**

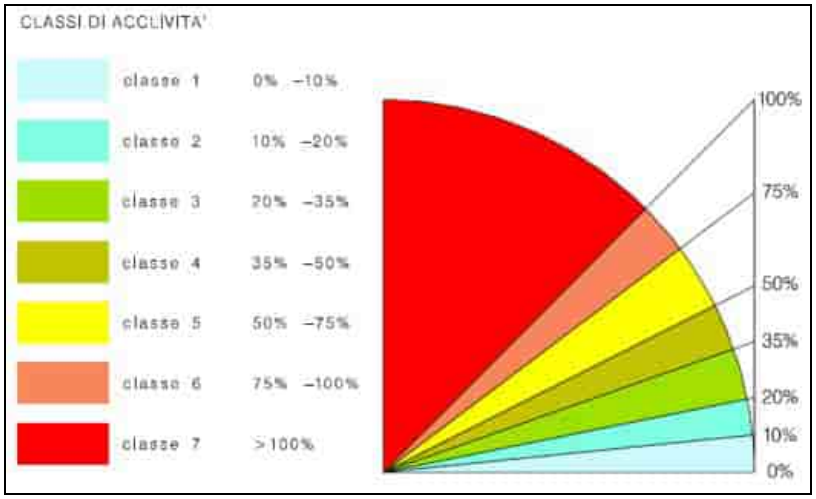



**Figura 14–Stralcio della legenda della Carta dell'acclività del Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015).**

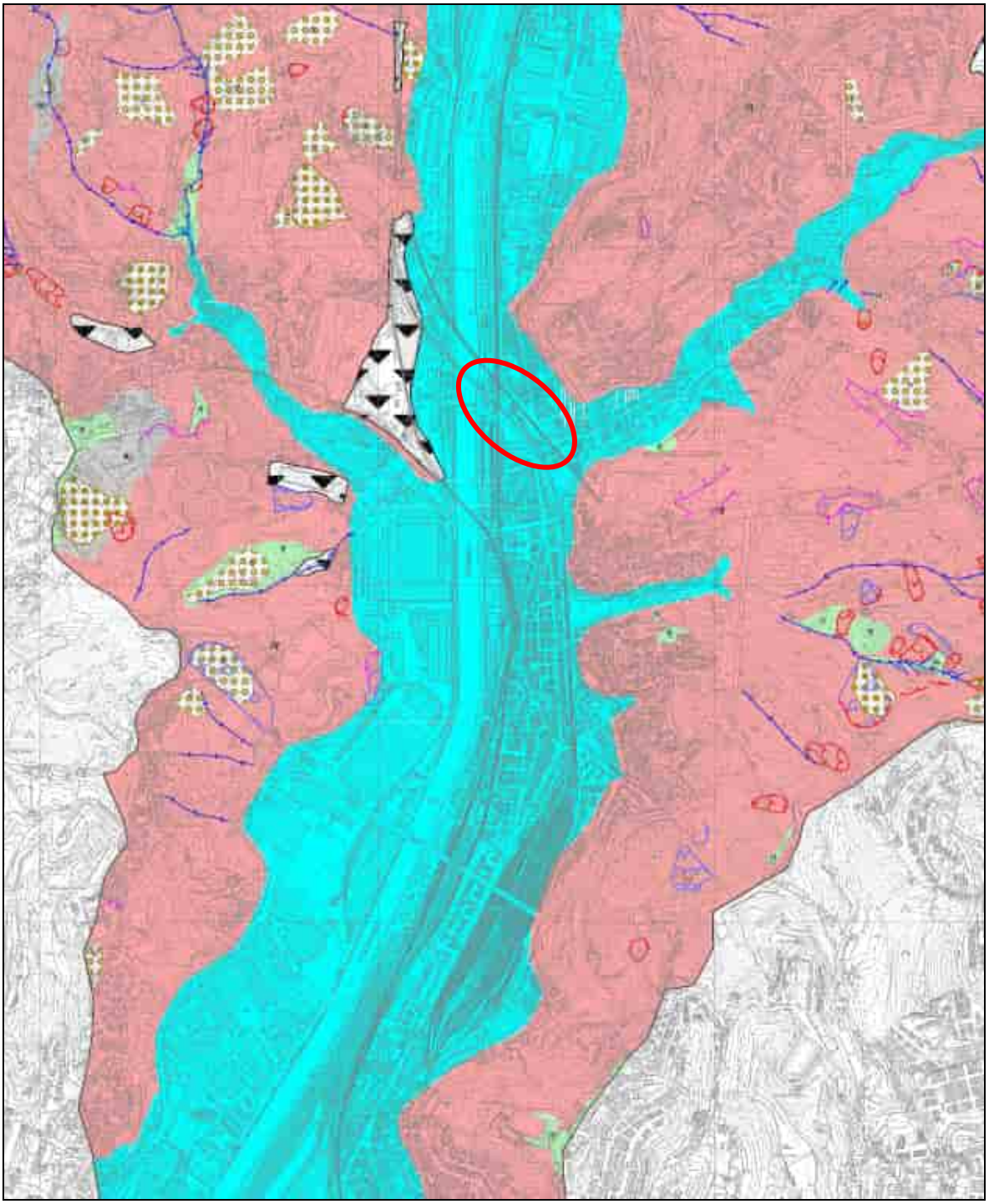


**Figura 15–Stralcio non in scala della Carta Geomorfologica redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015), scala 1: 10.000. Il cerchio rosso identifica l'area di interesse.**

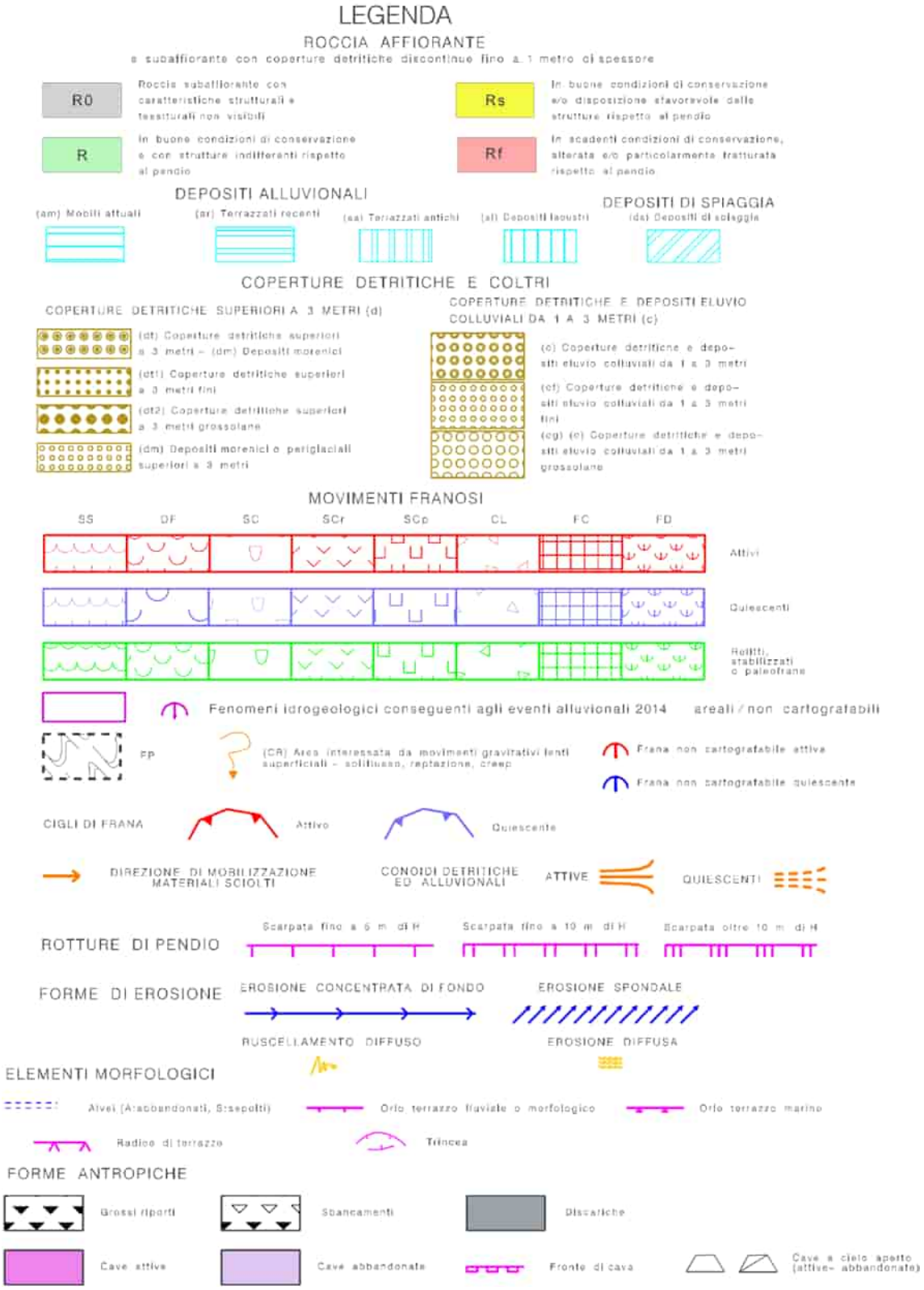



**Figura 16–Legenda Stralcio non in scala della Carta Geomorfologica redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015), scala 1: 10.000.**

La Carta geomorfologica pubblicata nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova è riportata in uno stralcio nella seguente figura, con evidenziata l'area di indagine. Dalla carta sotto riportata si evince che l'area in esame è caratterizzata da depositi alluvionali antichi.

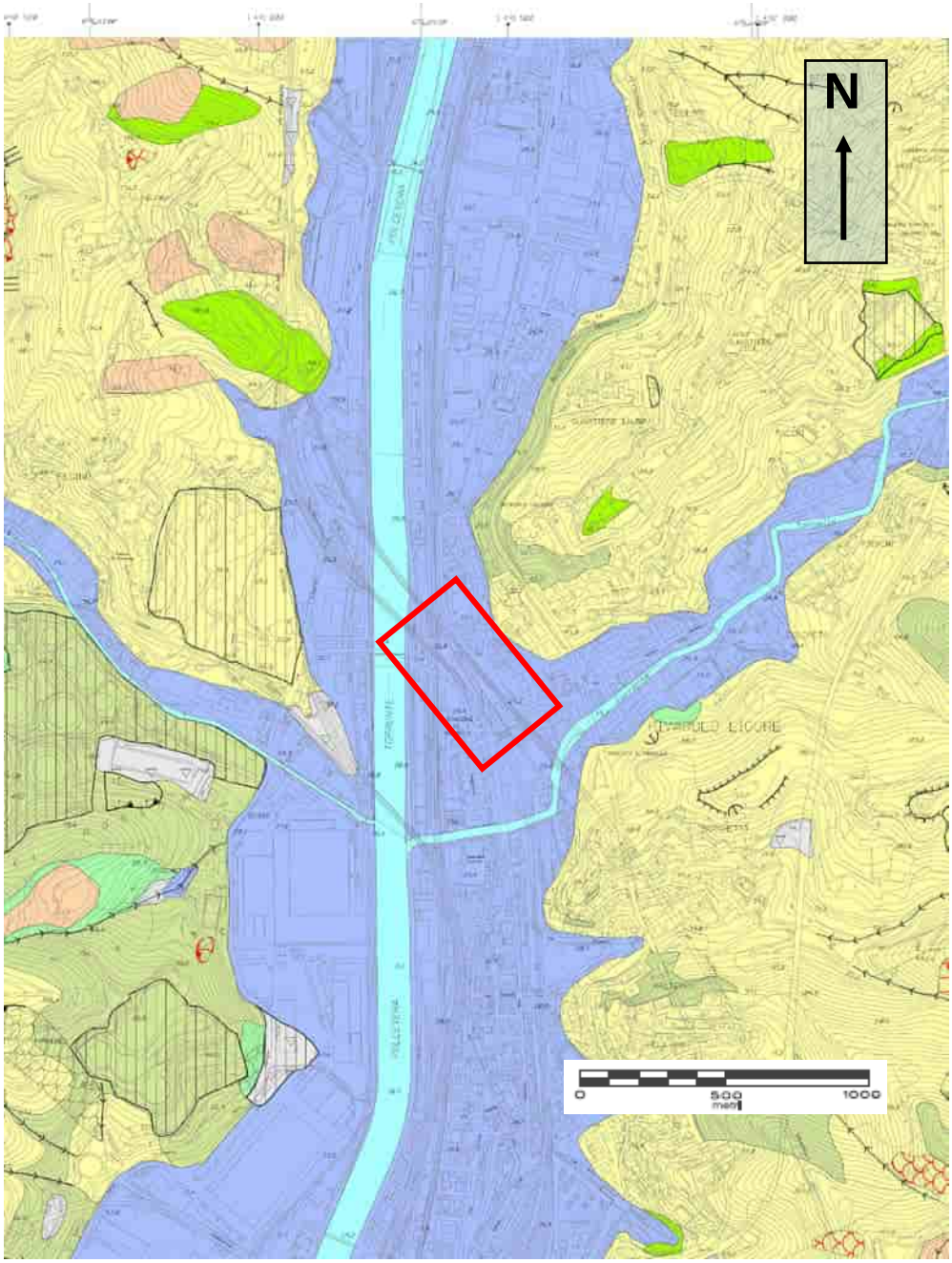



**Figura 17–Stralcio (non in scala) della Carta geomorfologica redatta nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova, Tavola 27 (scala 1: 10.000, 2017).**




**Figura 18–Legenda della Carta geomorfologica redatta nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova, Tavola 27 (scala 1: 10.000, 2017).**

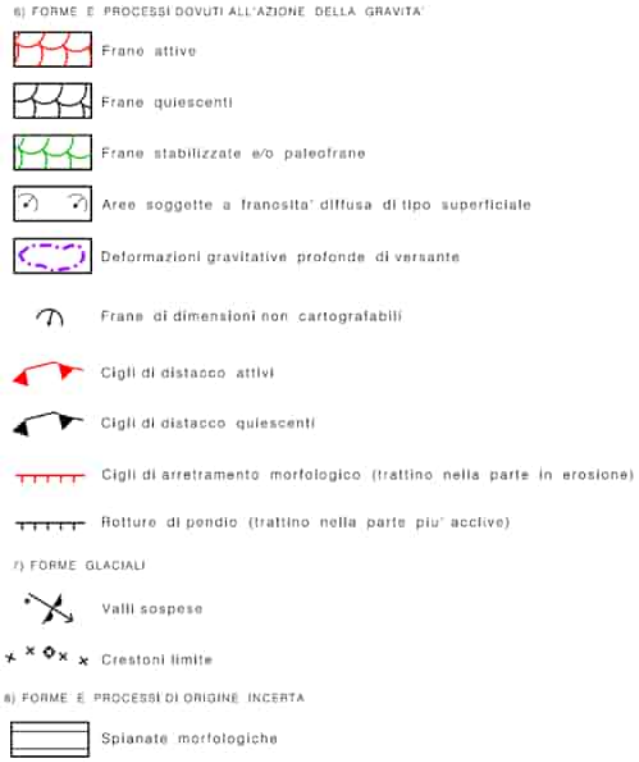



**Figura 19-Legenda della Carta geomorfologica redatta nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova, Tavola 27**

# 7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il territorio ligure genovese presenta una notevole omogeneità litologica, con la presenza predominante di argilliti ed argilloscisti, che ne determinano un carattere tendenzialmente impermeabile. Si possono localmente riconoscere condizioni idrogeologiche favorevoli alla formazione di strutture acquifere potenzialmente sfruttabili, e la loro esistenza è controllata sia dalla natura litologica dei materiali interessati (con particolare riferimento alla possibile presenza di litotipi più permeabili affioranti all'interno della massa argillitica dominante) sia dalla presenza negli stessi di lineamenti tettonici in buona persistenza (con fasce a incrementata permeabilità per fratturazione).

Nell'area in esame le coperture detritiche quaternarie, affioranti con buona continuità nel settore di fondovalle sul quale insiste l'area, risultano caratterizzate da una permeabilità comunque relativamente modesta, per la presenza degli orizzonti alterati superficiali e/o per la presenza dei livelli fini limoso argillosi. A ciò è importante sottolineare come l'intero settore di fondovalle del Torrente Polcevera risulti intensamente urbanizzato, con ampie e continue aree cementate.

<u>Depositi alluvionali: am (mobili attuali); ar (terrazzati recenti)</u>

Le alluvioni di fondovalle sono caratterizzate da condizioni di permeabilità primaria per porosità. Tali alluvioni costituiscono il principale serbatoio idrico sotterraneo.

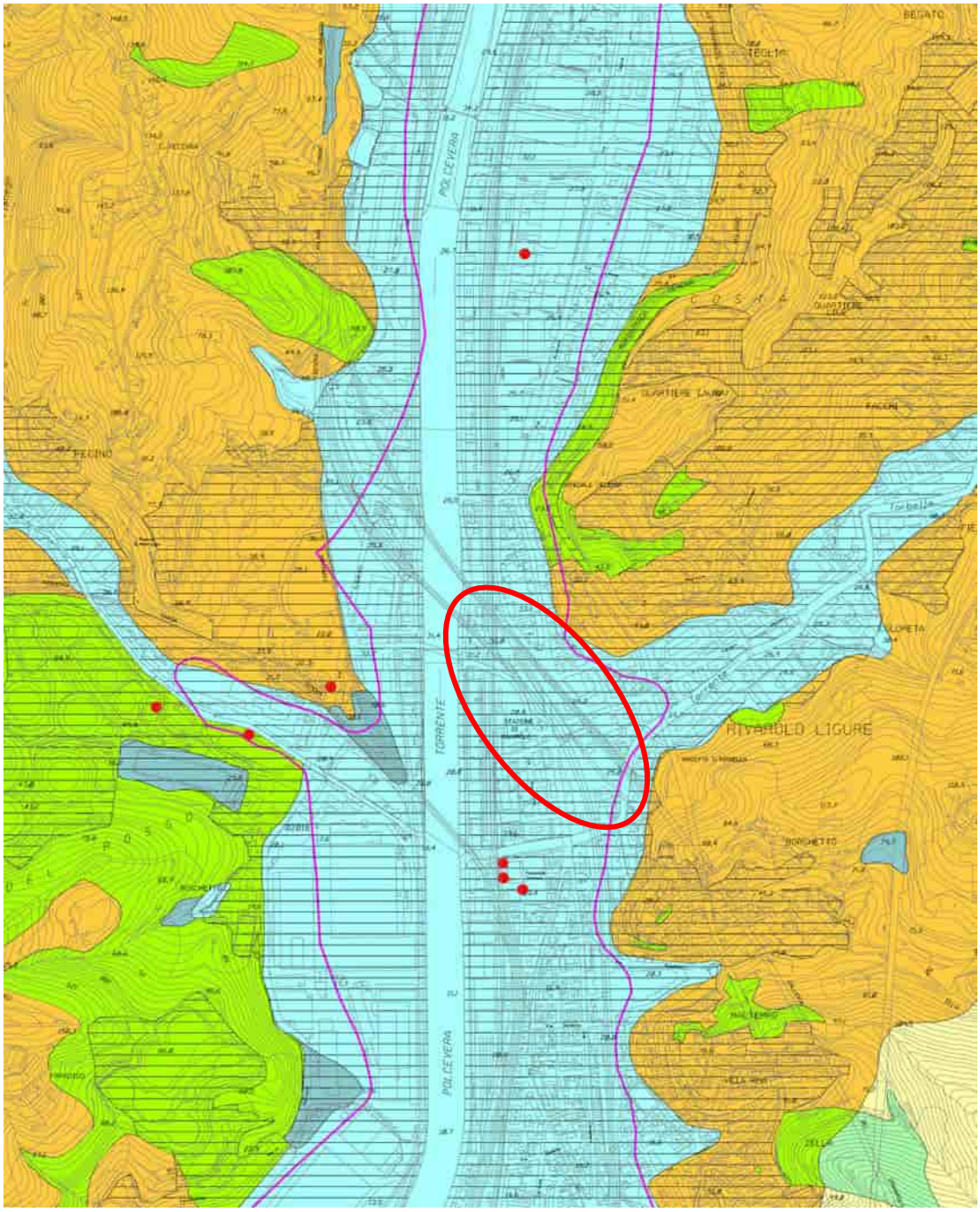



**Figura 20-Stralcio non in scala della Carta Idrogeologica redatta per il Piano Urbanistico Comunale di Genova. Il cerchio rosso identifica l'area. Scala 1: 5.000.**

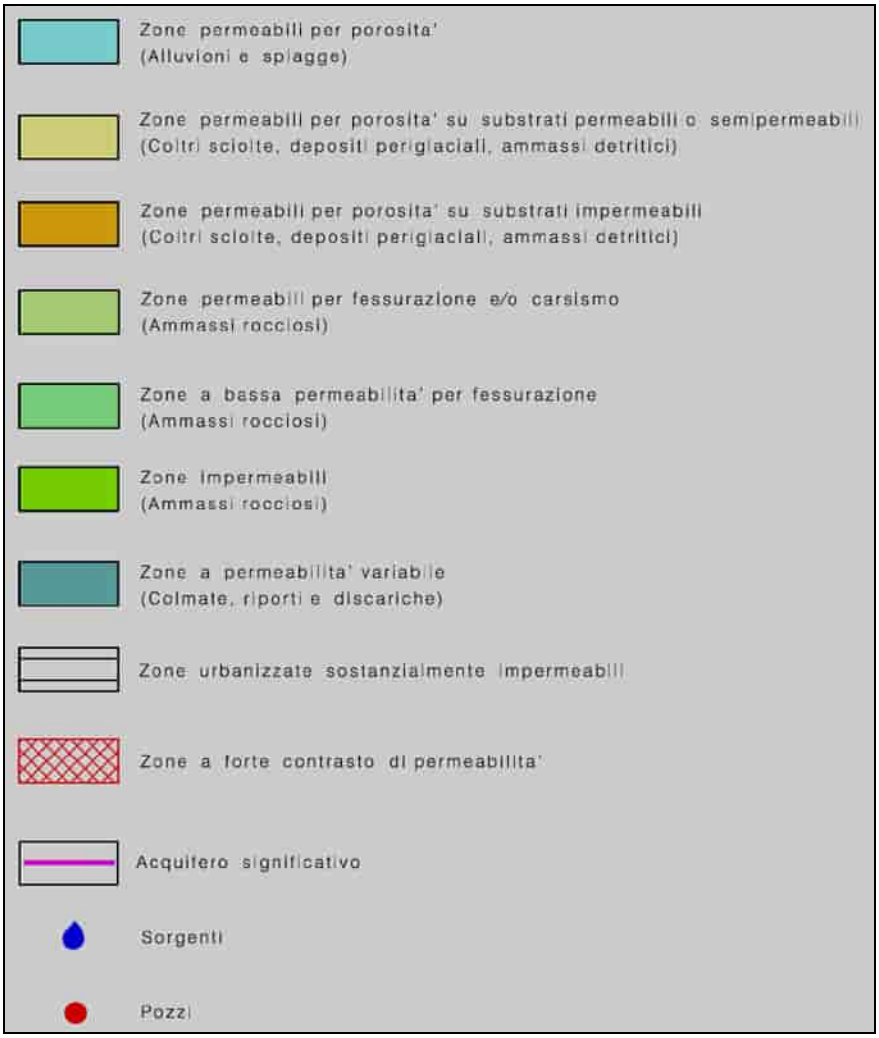



**Figura 21-Legenda della Carta Idrogeologica redatta per il Piano Urbanistico Comunale di Genova**

Dalla carta sopra riportata l'area di interesse è caratterizzata da zone permeabili per porosità (Alluvioni) e rientra nell'acquifero significativo (evidenziato con la linea viola in cartografia). Dalla carta sottostante si evince che il tratto in esame ricade in terreni permeabili per porosità, in urbanizzato continuo impermeabile.

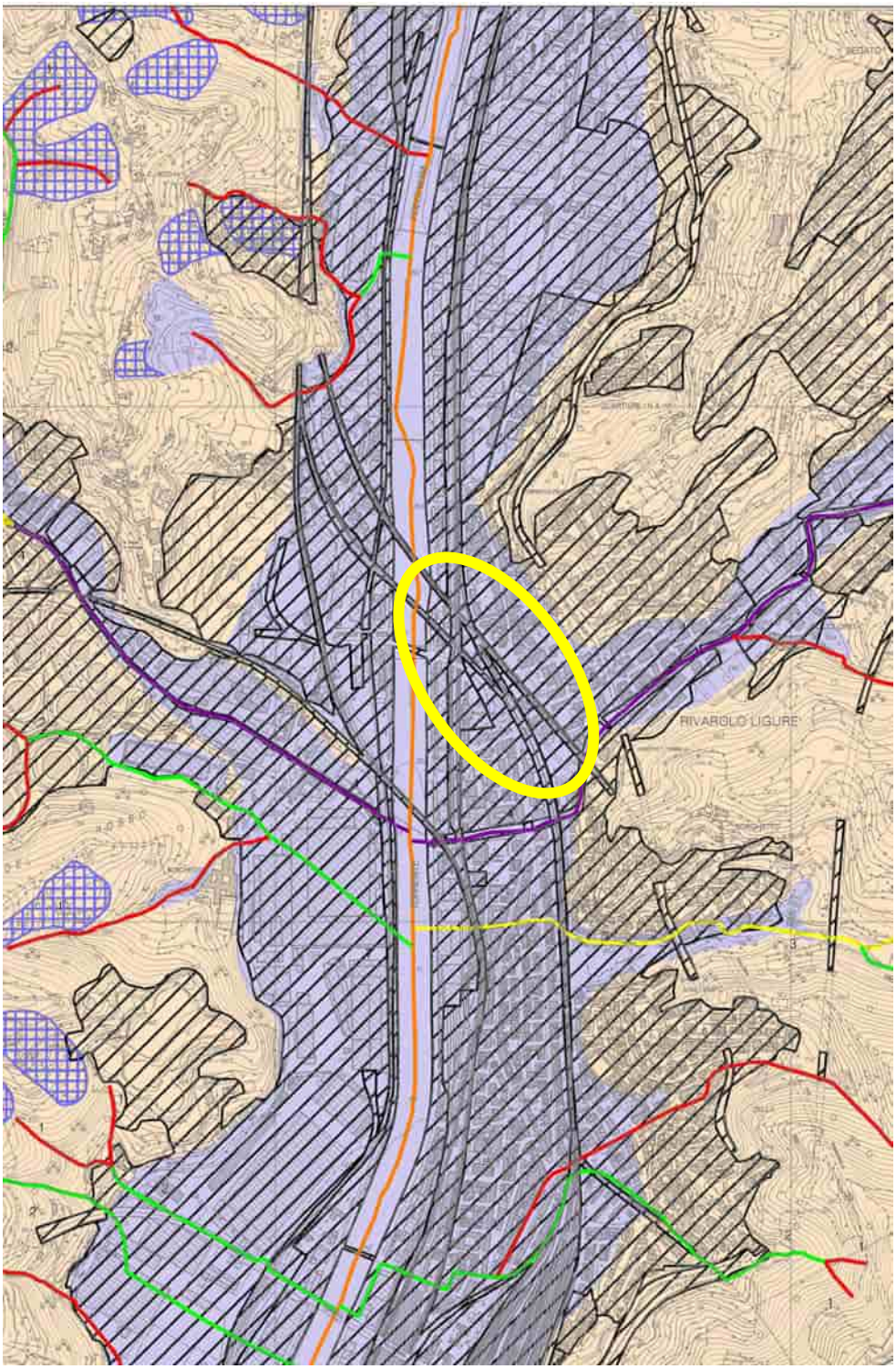



**Figura 22-Stralcio della carta idrogeologica del piano di Bacino del Piano di bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico del bacino del Polcevera (2015). Scala 1: 10.000.**

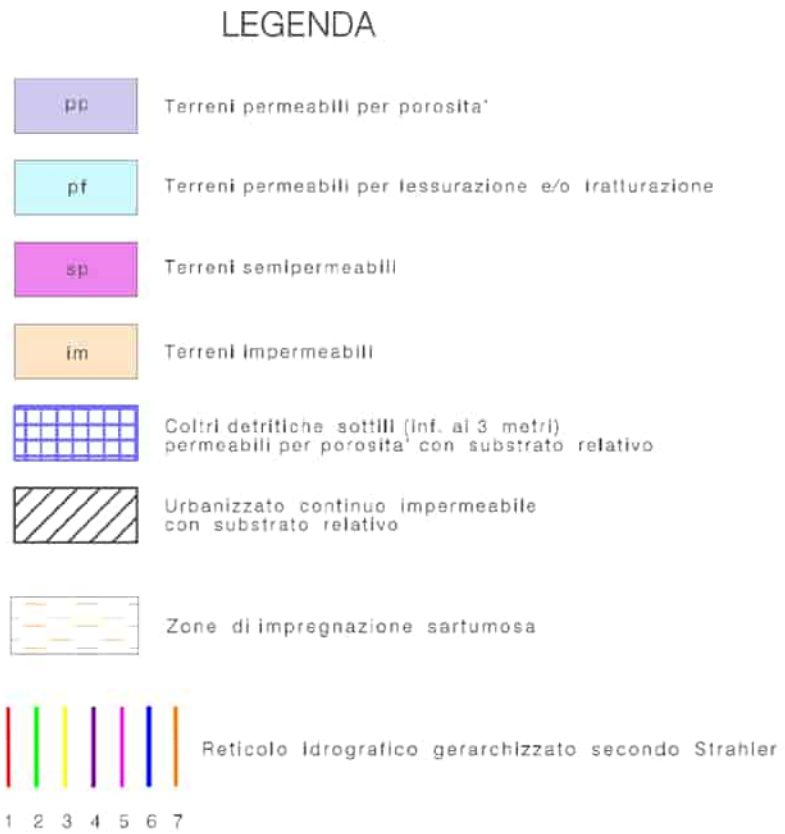



**Figura 23-legenda della carta idrogeologica del piano di Bacino del Piano di bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico del bacino del Polcevera (2015)**

# 8 CAMPAGNE D'INDAGINE

Per la WBS RI02 si prendono di riferimento i seguenti sondaggi:

- Sondaggio 1N eseguito nel 2019
- Sondaggio S02 eseguito nel 2020.




**Figura 24- Ubicazione sondaggio 1N e sondaggio S02**

### 8.1 Campagna d'indagine 2019

Nelle vicinanze dell'area di studio è presente anche il sondaggio 1N

Si riporta di seguito l'ubicazione del sondaggio 1N.

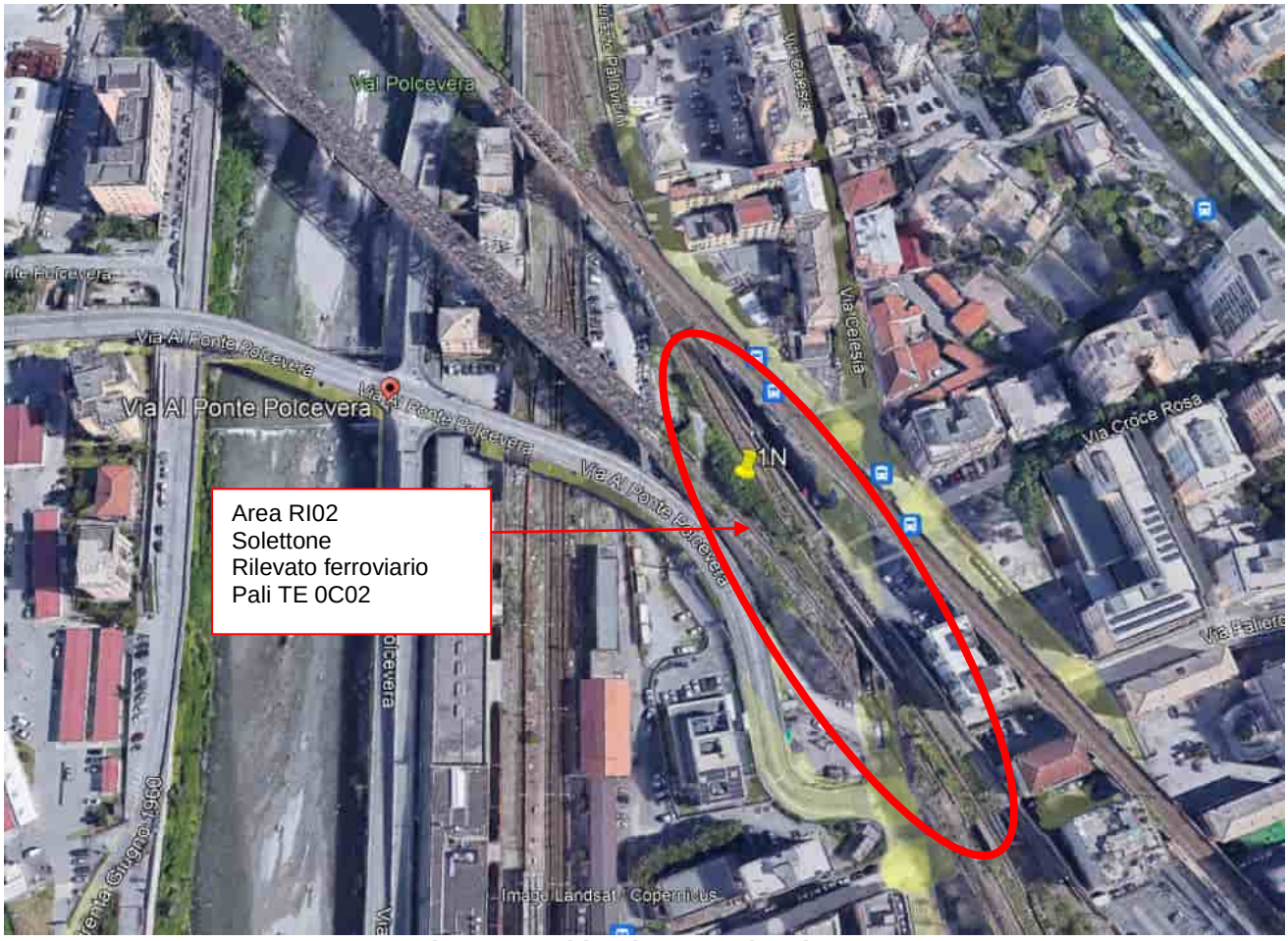
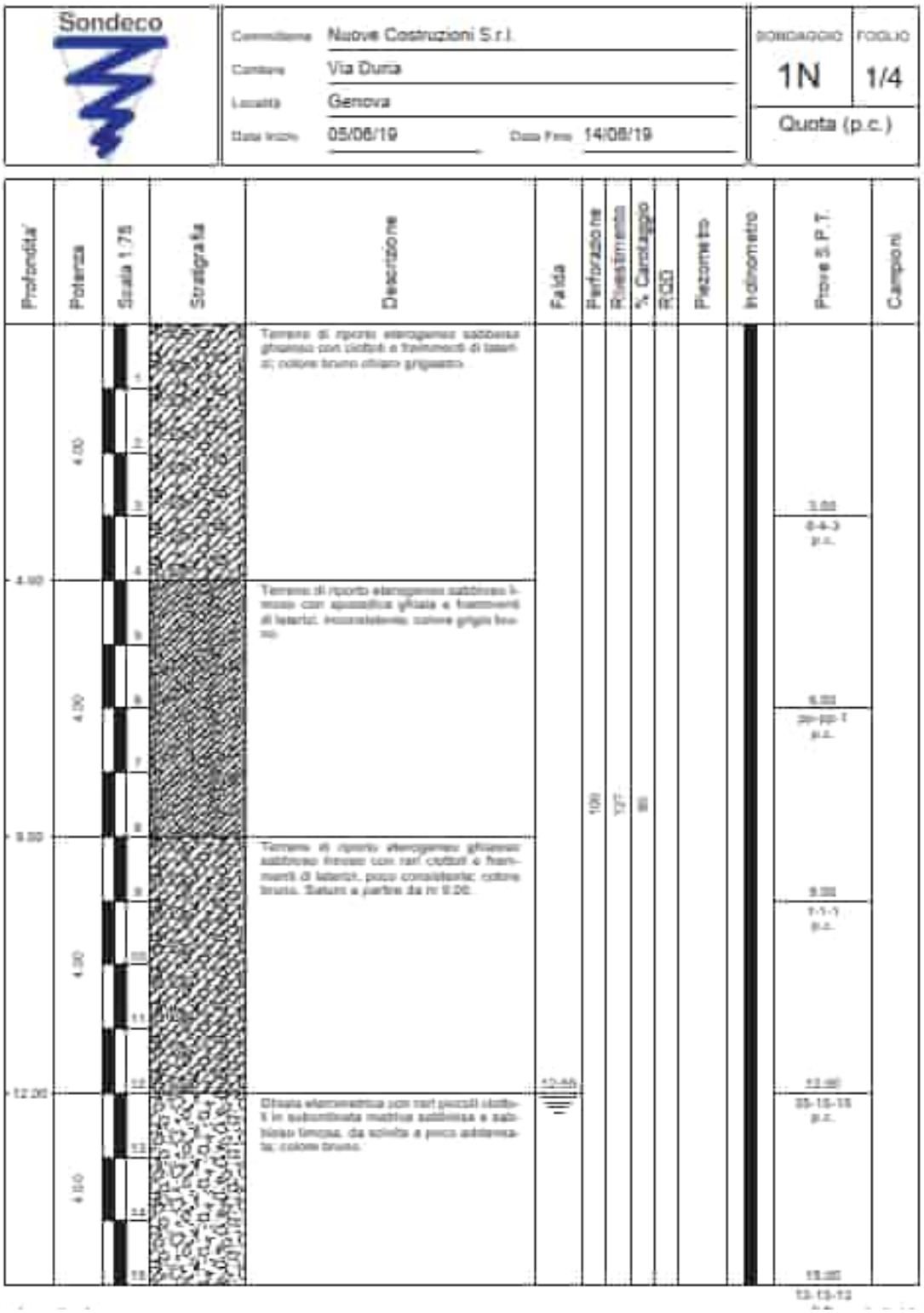



**Figura 25- Ubicazione sondaggio 1N.**

Si riporta di seguito la stratigrafia del sondaggio 1N.


Sondeco
Committente Nuove Costruzioni S.r.l.
Cantiere Via Durra
Località Genova
Data inizio 05/06/19
Data Fine 14/06/19
SONDAGGIO 1N
FOGLIO 1/4
Quota (p.c.)
Profondità
Potenza
Scala 1:75
Stratigrafia
Descrizione
Falda
Perforazione
Rivestimento
% Carotaggio
RQD
Piezometro
Inclinometro
Prove S.P.T.
Campioni
Terreno di riporto eterogeneo sabbioso ghiaioso con ciottoli e frammenti di laterizi; colore bruno chiaro grigiastro.
Terreno di riporto eterogeneo sabbioso limoso con sporadica ghiaia e frammenti di laterizi, mediamente; colore grigio bruno.
Terreno di riporto eterogeneo ghiaioso sabbioso limoso con rari ciottoli e frammenti di laterizi, poco consistente; colore bruno. Saturo a partire da m 9.00.
Ghiaia eterometrica con rari piccoli ciottoli in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da scarsa a poco addensata; colore bruno.
4.00
9.00
12.00
4.00
4.00
4.00
4.00
109
137
80
12.45
3.00
6.00
9.00
12.00
15.00
13-13-12

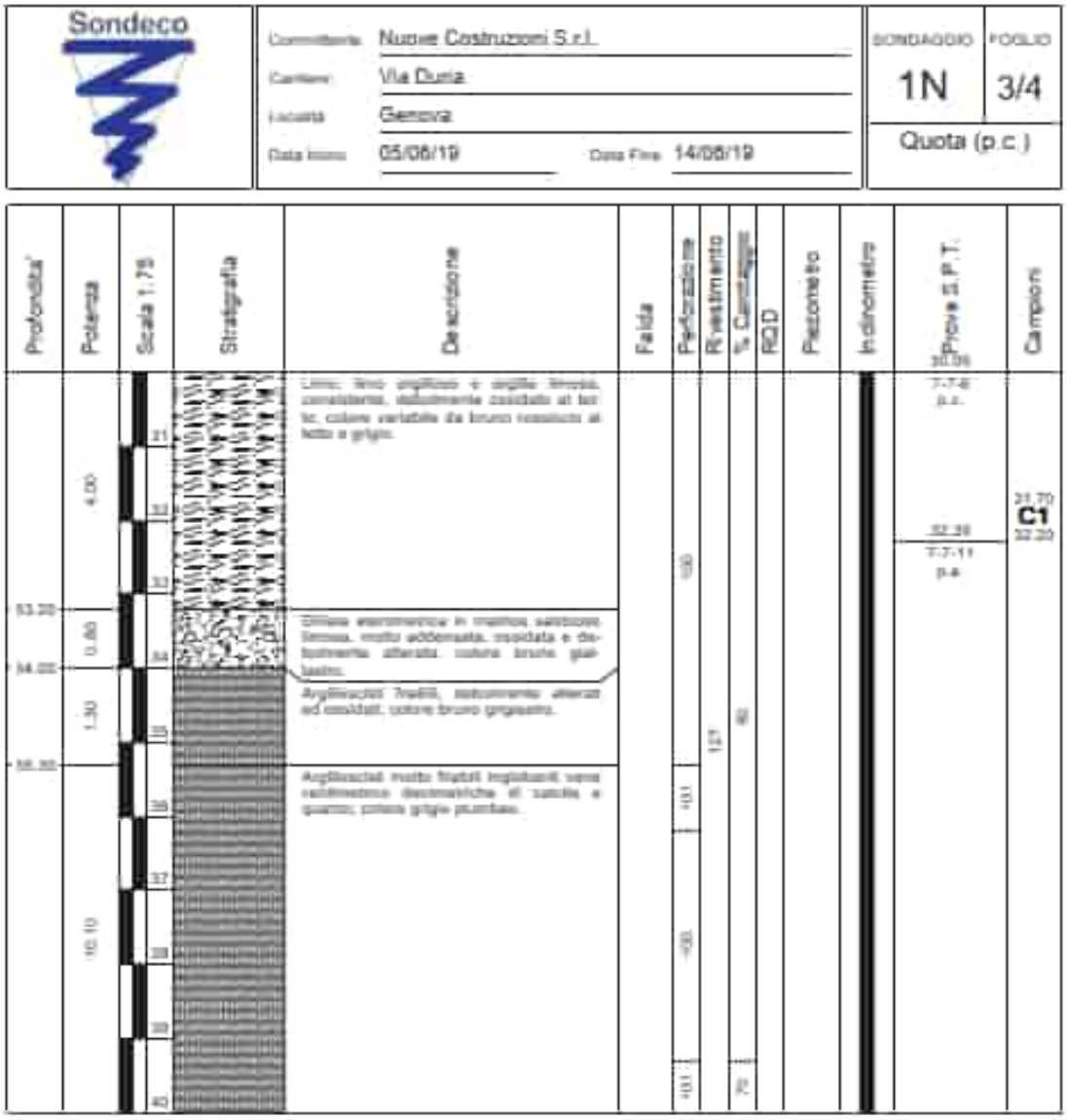
Sondeco

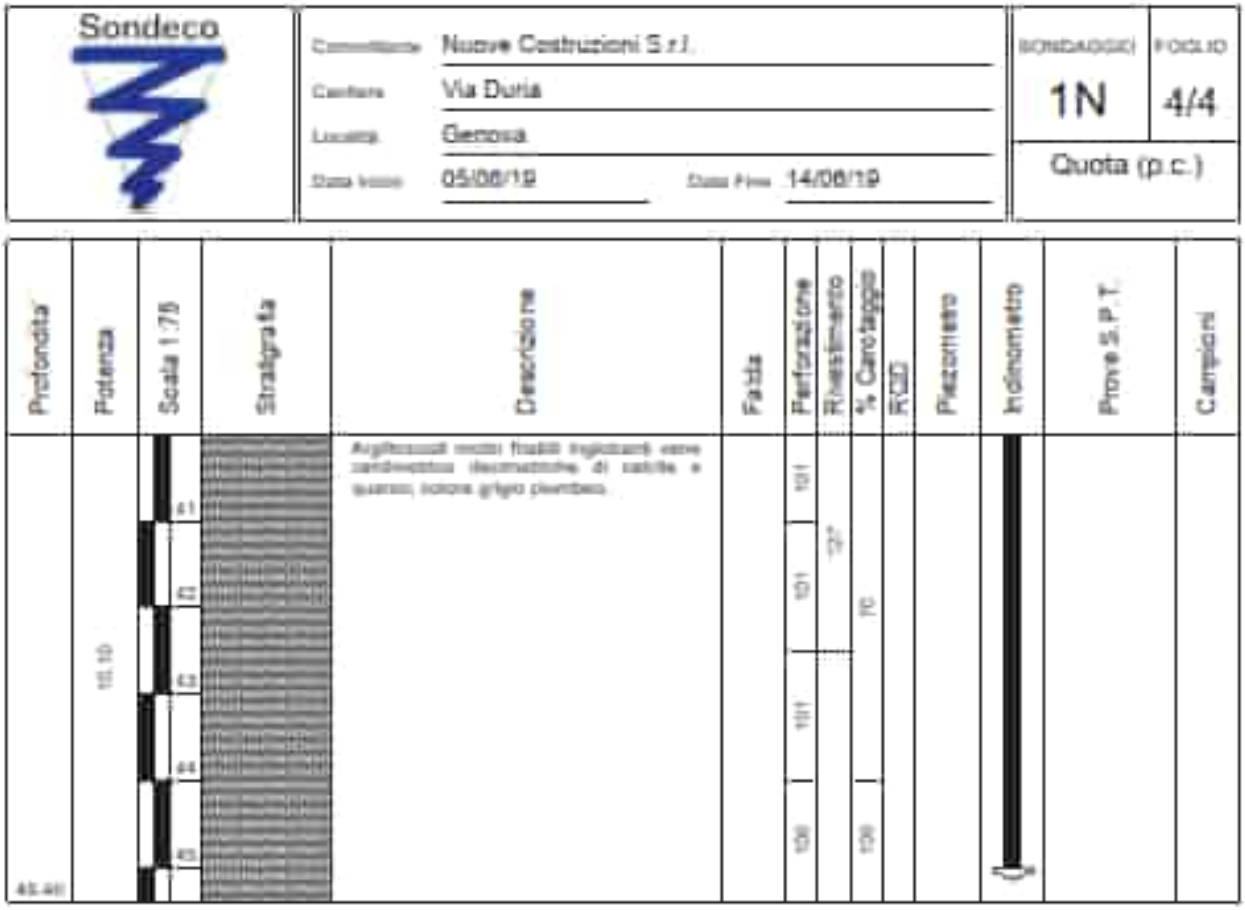
Committente: Nuove Costruzioni S.r.l.
Cantiere: Via Duria
Località: Genova
Data inizio: 05/06/19 Data Fine: 14/06/19

| SONDAGGIO | FOGLIO |
|---|---|
| 1N | 2/4 |

Quota (p.c.)

| Profondità | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. (Pocket) | Campioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.00 | 16 | | Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da scarsa a poco abbondante, colore bruno. | | | | | | | | 12-13-12 p.c. | |
| 16.00 | 1.00 | | | Argilla limosa debolmente sabbiosa, consistente, colore bruno chiaro. | | | | | | | | | |
| | | 17 | | Ghiaia eterometrica, a tratti debolmente alterata, con occasionali ciottoli (diam. max 8-10 cm) in matrice limoso sabbiosa a sabbioso, molto addensata, colore bruno chiaro. | | | | | | | | | |
| | | 18 | | | | | | | | | | 16.00 | |
| | | 19 | | | | | | | | | | 10-14-21 p.c. | |
| | | 20 | | | | | | | | | | | |
| | | 21 | | | | | | | | | | 21.00 | |
| | 10.00 | 22 | | | | 100 | 127 | 90 | | | | 18-23-14 p.c. | |
| | | 23 | | | | | | | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | | | | 24.00 | |
| | | 25 | | | | | | | | | | 25-31-19 p.c. | |
| | | 26 | | | | | | | | | | | |
| 26.00 | 0.60 | | | Limo a limo sabbioso, debolmente plastico, inglobante ghiaia fine, colore grigio scuro. | | | | | | | | | |
| 26.60 | | 27 | | | | | | | | | | 27.00 | |
| | 2.40 | 28 | | Ghiaia media fino in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, a tratti abbondante, scarsa a poco addensata, colore bruno chiaro grigiastro | | | | | | | | 7-10-7 p.c. | |
| | | 29 | | | | | | | | | | | |
| 29.00 | 4.00 | 30 | | Limo, limo argilloso e argilla limosa, consistente, debolmente cagliato al tatto, colore variabile da bruno rossiccio al tetto a grigio. | | | | | | | | 30.00 7-7-8 | |


Sondeco
Committente: Nuove Costruzioni S.r.l.
Cantiere: Via Duria
Località: Genova
Data inizio: 05/06/19
Data Fine: 14/06/19
SONDAGGIO 1N
FOGLIO 3/4
Quota (p.c.)
Profondità
Potenza
Scala 1:75
Stratigrafia
Descrizione
Falda
Perforazione
Rivestimento
% Carotaggio
RQD
Piezometro
Inclinometro
Prove S.P.T.
Campioni
4.00
0.80
1.30
10.10
53.20
54.00
55.30
C1
32.20


Sondeco
Committente Nuove Costruzioni S.r.l.
Cantiere Via Doria
Località Genova
Data inizio 05/06/19
Data Fine 14/06/19
SONDAGGIO 1N
FOGLIO 4/4
Quota (p.c.)
Profondità
Potenza
Scala 1:75
Stratigrafia
Descrizione
Falda
Perforazione
Rivestimento
% Carotaggio
RQD
Piezometro
Inclinometro
Prove S.P.T.
Campioni
Argilloscisti molto fratti inglobanti vene centimetriche discontinue di calcite e quarzo, colore grigio piombo.
C1
C2
C3
C4
C5

### 8.2 Campagna d'indagini 2020

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni nell'area di indagine sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- N.1 Sondaggio a carotaggio continuo (S02) spinto alla profondità di 40m da p.c;
  - N.10 Prove Penetrometriche Dinamiche SPT a punta chiusa in foro di sondaggio a diverse profondità
- N.5 indagini sismiche di superficie MASW (4-5-6-7-8)
- N.5 prove sismiche HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio HVSR) a stazione singola (tromino)

Di seguito si riporta lo stralcio dell'ubicazione delle indagini.




**Figura 26- Ubicazione delle indagini geognostiche**

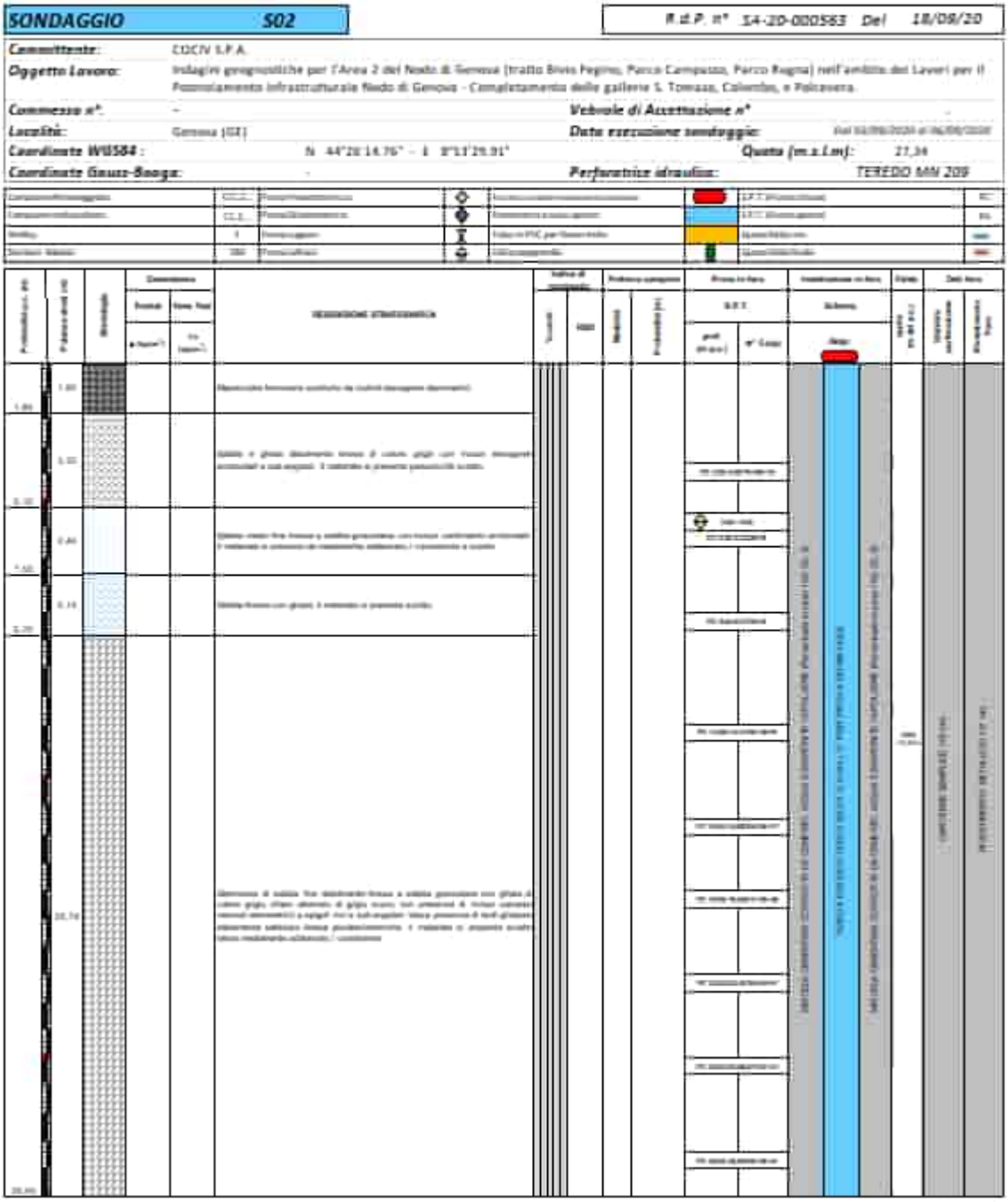
Si riporta di seguito la stratigrafia del sondaggio S02.

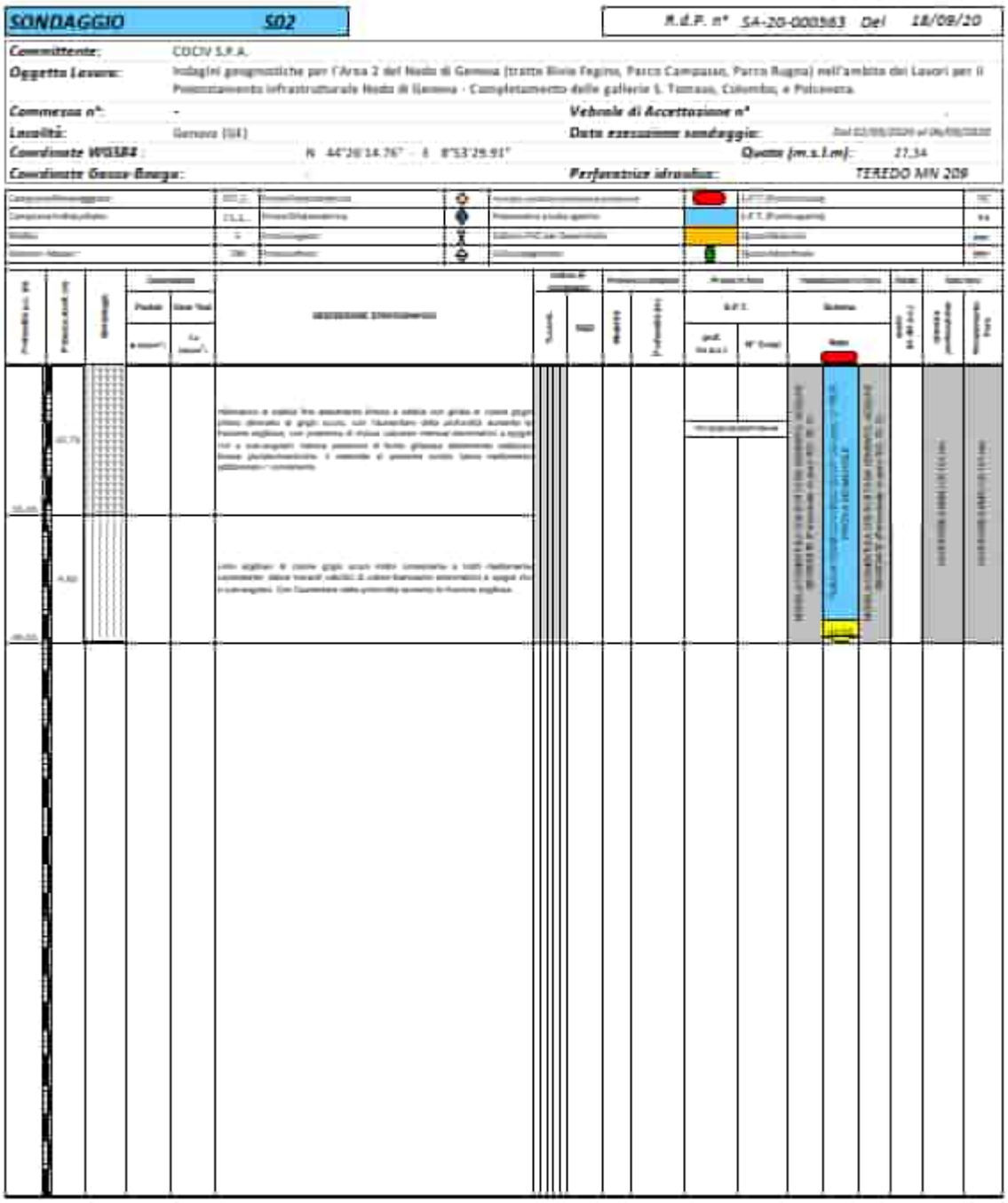
## Ubicazione sondaggio S02



FOTO / PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINE SONDAGGIO S02

## Stratigrafia sondaggio S02





**SONDAGGIO** S02

R.d.P. n° SA-20-000583 Del 18/09/20

**Committente:** COCIV S.P.A.

**Oggetto Lavoro:** Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratte Rivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera

**Commessa n°:** -

**Località:** Genova (GE)

**Coordinate WGS84:** N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91"

**Coordinate Gauss Boaga:**

**Veicolo di Accettazione n°**

**Data esecuzione sondaggio:**

**Quota (m.s.l.m):** 27.34

**Perforatrice idraulica:** TEREDO MIN 209

# 9 STRATIGRAFIA GENERALE DELL'AREA

Sulla base dei risultati delle indagini condotte in sito è stata dedotta la seguente stratigrafia di riferimento generale:

| Strato | Profondità[m] | Litologia |
|---|---|---|
| 1 | 0.00 - 1.80 | Massicciata ferroviaria costituita da ciottoli eterogenei eterometrici |
| 2 | 1.80 - 9.70 | Depositi alluvionali - sabbia debolmente limosa e ghiaia con ciottoli eterogenei arrotondati |
| 3 | 9.70 - 29.20/35.40 | Depositi alluvionali - Alternanze di sabbia fine debolmente limosa e sabbia grossolana con ghiaia di colore grigio chiaro alternato al grigio scuro; con presenza di inclusi calcareo marnosi eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari; talora presenza di lenti ghiaiose debolmente sabbioso limose pluridecimentriche. Il materiale si presenta sciolto talora mediamente addensato / consistente. |
| 4 | 29.20/35.40 - 34.00/40.00 | Limo argilloso di colore grigio scuro molto consistente a tratti mediamente consistente; talora trovanti calcitici di colore biancastro eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari. Con l'aumentare della profondità aumenta la frazione argillosa. |
| 5 | >34.00/40.00 | Argilliti/Argilloscisti friabili, debolmente alterati ed ossidati; colore bruno grigiastro. |

### 9.1 Livello di falda

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva con la profondità della falda riscontrata durante l'esecuzione del sondaggio S02 eseguito nel settembre 2020:

| Sondaggio | Livello di falda durante esecuzione sondaggio [m] |
|---|---|
| S02 | 13.43 |

# 10 PROFILO GEOLOGICO- GEOTECNICO

Si riporta di seguito il profilo geologico-geotecnico dell'area oggetto di studio.

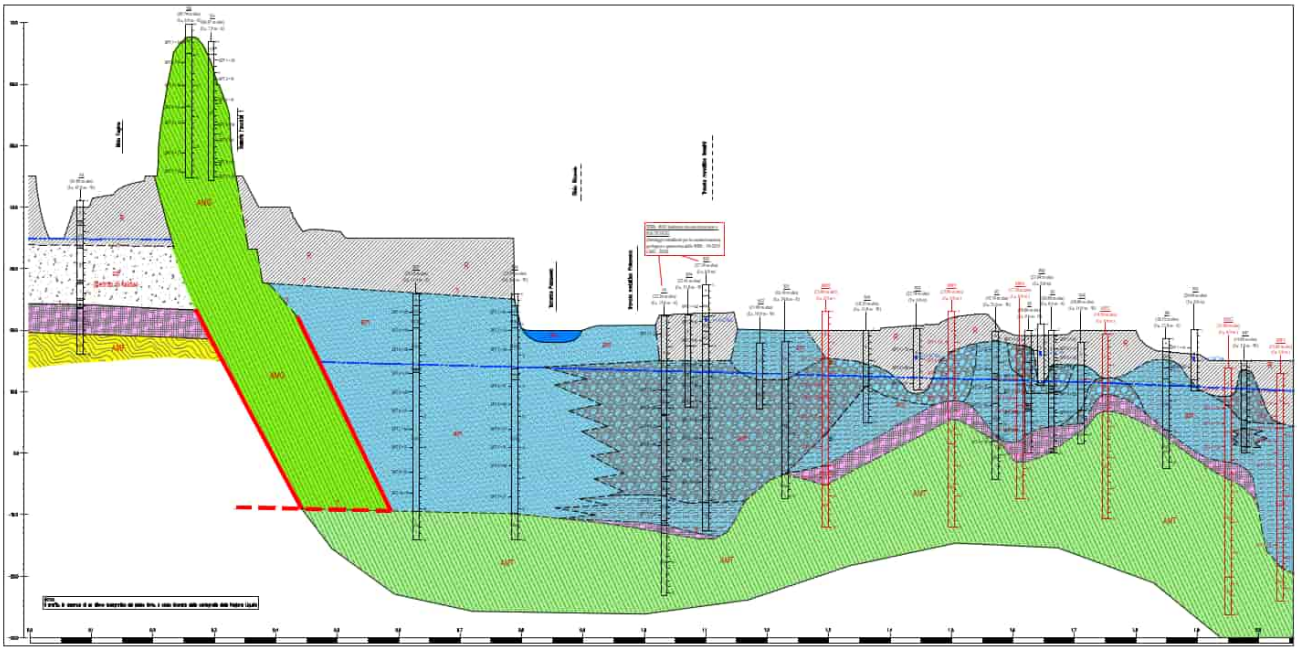


**Figura 27-Stralcio del profilo geologico-geotecnico in scala 1:2000/200.**

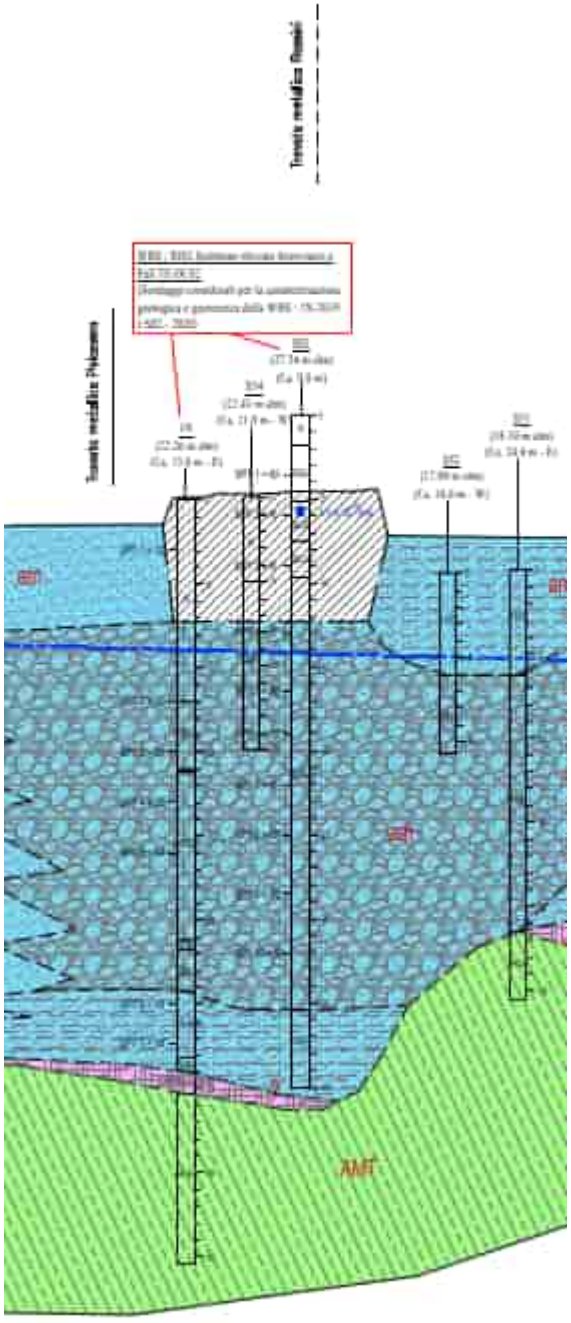
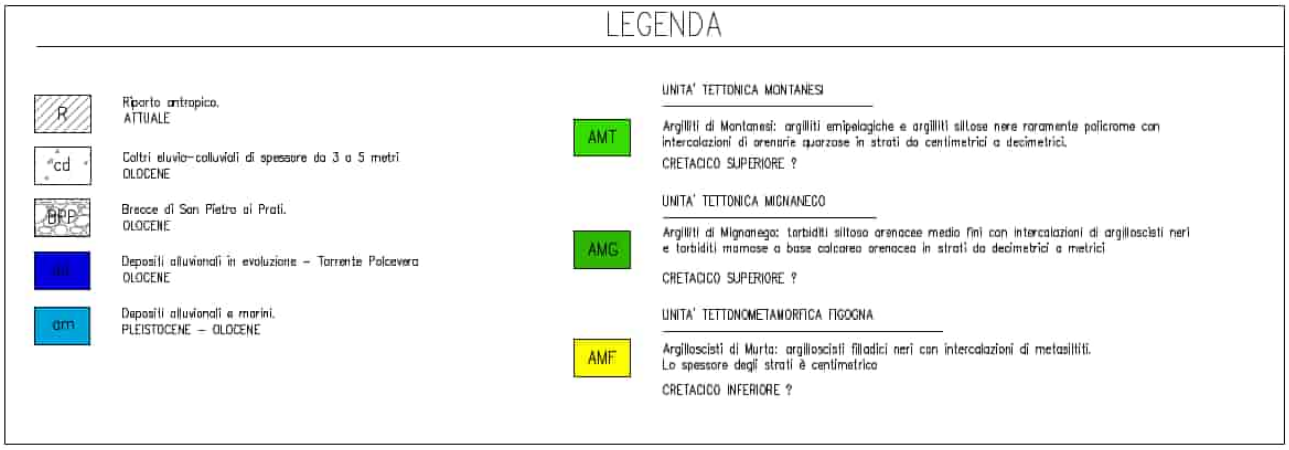
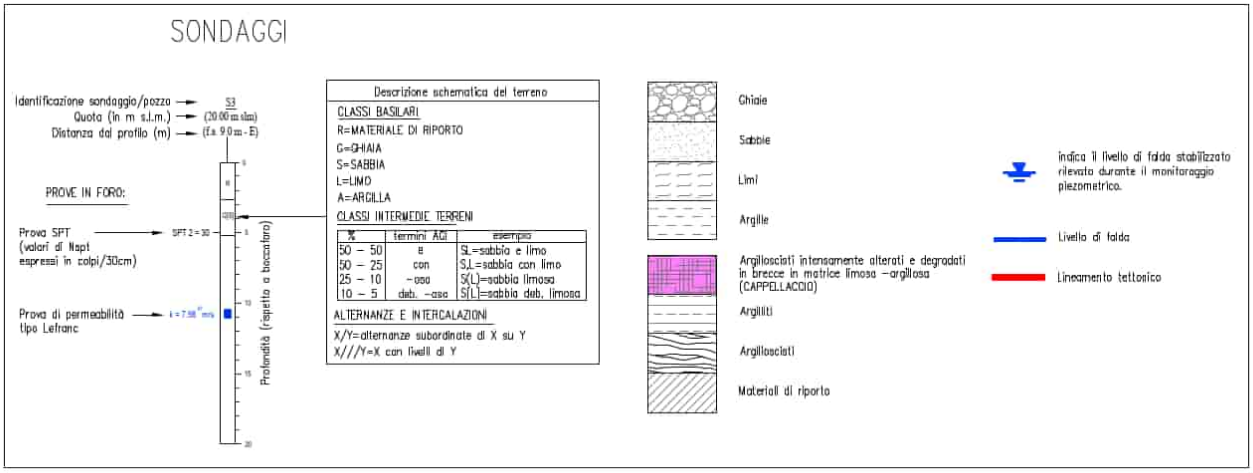



**Figura 28-Dettaglio profilo geologico-geotecnico WBS RI02 - in scala 1:2000/200.**


LEGENDA
R
Riporto antropico.
ATTUALE
cd
Coltri eluvio-colluviali di spessore da 3 a 5 metri
OLOCENE
BPP
Brecce di San Pietro ai Prati.
OLOCENE
Depositi alluvionali in evoluzione - Torrente Polcevera
OLOCENE
am
Depositi alluvionali e marini.
PLEISTOCENE - OLOCENE
AMT
UNITA' TETTONICA MONTANESI
Argilliti di Montanesi: argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere raramente policrome con intercalazioni di arenarie quarzose in strati da centimetrici a decimetrici.
CRETACICO SUPERIORE ?
AMG
UNITA' TETTONICA MIGNANEGO
Argilliti di Mignanego: torbiditi siltoso arenacee medio fini con intercalazioni di argilloscisti neri e torbiditi marnose a base calcarea arenacea in strati da decimetrici a metrici
CRETACICO SUPERIORE ?
AMF
UNITA' TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA
Argilloscisti di Murta: argilloscisti filladici neri con intercalazioni di metasiltiti.
Lo spessore degli strati è centimetrico
CRETACICO INFERIORE ?


SONDAGGI
Identificazione sondaggio/pozzo
Quota (in m s.l.m.)
Distanza dal profilo (m)
PROVE IN FORO:
Prova SPT
(valori di Nspt
espressi in colpi/30cm)
Prova di permeabilità
tipo Lefranc
Profondità (rispetto a boccaforo)
Descrizione schematica del terreno
CLASSI BASILARI
R=MATERIALE DI RIPORTO
G=GHIAIA
S=SABBIA
L=LIMO
A=ARGILLA
CLASSI INTERMEDIE TERRENI
% | termini ACI | esempio
50 - 50 | e | SL=sabbia e limo
50 - 25 | con | S/L=sabbia con limo
25 - 10 | -oso | S(L)=sabbia limosa
10 - 5 | deb. -oso | S(L)=sabbia deb. limosa
ALTERNANZE E INTERCALAZIONI
X/Y=alternanze subordinate di X su Y
X///Y=X con livelli di Y
Ghiaie
Sabbie
Limi
Argille
Argilloscisti intensamente alterati e degradati in breccie in matrice limosa -argillosa (CAPPELLACCIO)
Argilliti
Argilloscisti
Materiali di riporto
indica il livello di falda stabilizzato rilevato durante il monitoraggio piezometrico.
Livello di falda
Lineamento tettonico

# 11 MODALITÀ INTERPRETAZIONE DELLE PROVE IN SITU

## 11.1 Standard Penetration Test (SPT)

Le prove SPT in foro generalmente in letteratura considerano le correlazioni per la punta aperta (campionatore Raymond), le norme AGI 1977 ed anche le norme ASTM prevedono però che il campionatore può essere sostituito da una punta chiusa in caso di terreni granulari grossolani ove gli elementi hanno diametro maggiore di quello del tubo campionatore (~4 cm). Parte delle prove nel sito sono state eseguite con la punta aperta, parte con la punta chiusa, gli SPT eseguiti con punta chiusa riportano la sigla PC, mentre gli altri sono da considerare come eseguiti a punta aperta (PA).

Per la determinazione di N1(60) si fa riferimento alla seguente formula:

N1(60) = Cn*Ce*Cb*Cr*Cs*NSPT

dove:

- Cn=coefficiente influenzato dalla pressione verticale efficace alla profondità della prova;
- Ce= coefficiente influenzato dall'efficienza del sistema di battuta della prova;
- Cb= coefficiente influenzato dal diametro del sondaggio;
- Cr= coefficiente influenzato dalla lunghezza della batteria di aste;
- Cb= coefficiente influenzato dal tipo di campionatore utilizzato;
- Cr=coefficiente influenza dalla lunghezza della batteria di aste
- Cs= coefficiente influenzato dal tipo di campionatore

Per quanto riguarda l'utilizzo della punta aperta o chiusa durante le prove SPT, il coefficiente di riferimento risulta essere Cs il quale assumerà i seguenti valori:

- Campionatori punta aperta (PA): Cs =1,0
- Campionatori punta chiusa (PC): 1,1≤Cs≤1,3

Nelle correlazioni riportate nei capitoli seguenti, per il campionatore a punta aperta si è considerato un Cs=1 e per il campionatore a punto chiuso un Cs = 1,2.

I valori derivanti dalle prove SPT in foro sono stati corretti con le formulazioni di Gibbs e Holtz, che tengono conto degli effetti della pressione, del diametro di perforazione e della lunghezza delle aste di perforazione. La relazione utilizzata è la seguente:

For N<15 N' = NSPT

For N≥15 N' = 15+1/2(NSPT-15)

È necessario tenere in conto anche dell'efficienza del dispositivo di perforazione, riducendo il valore di $N_{SPT}$ con la seguente correlazione:

$$N1_{(60)} = Cn\ N_{SPT}$$

Dove:

$$Cn = \frac{3}{2 + \frac{\sigma'_{v0}}{100}}$$

### 11.2 Densità relativa (Dr) da SPT

Partendo dai valori di $N_{SPT}$ è possibile valutare i valori di densità relativa con la seguente formula:

$D_r = \sqrt{\frac{C_N \cdot N_{SPT}}{60}}$ (Skempton, 1986)

### 11.3 Modulo elastico (E) da SPT

Utilizzando i parametri valutati precedentemente, è stato calcolato il modulo elastico utilizzando le seguenti formule:

$$E = (36.79 + 1.043 \cdot N_{SPT})$$ (D'Appolonia)

### 11.4 Angolo di attrito ($\varphi'$) da SPT

Utilizzando i parametri valutati precedentemente, l'angolo di resistenza al taglio φ' di picco del terreno è stato calcolato utilizzando le seguenti formule:

$\varphi' = 15 + [20 \cdot N1(60)]^{0.5}$ Owasaki e Iwasaki

# 12 RISULTATI CAMPAGNA DI INDAGINE – CAMAPAGNA D'INDAGINE 2019

## 12.1 Numero di colpi SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei numeri di colpi eseguiti:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{SPT}$ | N' | Livello di Falda [m] | σ'vo [kPa] | Cn | $N_{1(60)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1N | 3,00 | 7,00 | 11,0 | 19,00 | 54,00 | 1,18 | 11,88 |
| | 6,00 | 100,00 | 57,5 | 19,00 | 108,00 | 0,97 | 1,44 |
| | 9,00 | 11,00 | 13,0 | 19,00 | 162,00 | 0,83 | 2,4 |
| | 12,00 | 30,00 | 22,5 | 19,00 | 216,00 | 0,72 | 31,2 |
| | 15,00 | 26,00 | 20,5 | 19,00 | 270,00 | 0,64 | 24,84 |
| | 18,00 | 35 | 25 | 19,00 | 324,00 | 0,57 | 31,8 |
| | 21,00 | 34 | 24,5 | 19,00 | 358,00 | 0,54 | 29,4 |
| | 24,00 | 49 | 32 | 19,00 | 382,00 | 0,52 | 40,44 |
| | 27,00 | 100 | 57,5 | 19,00 | 406,00 | 0,50 | 2,4 |
| | 30,00 | 15 | 15 | 19,00 | 430,00 | 0,48 | 11,4 |
| | 32,00 | 18 | 16,5 | 19,00 | 446,00 | 0,46 | 17,04 |

**Tabella 1: Tabella riassuntiva della correlazione del numero dei colpi**

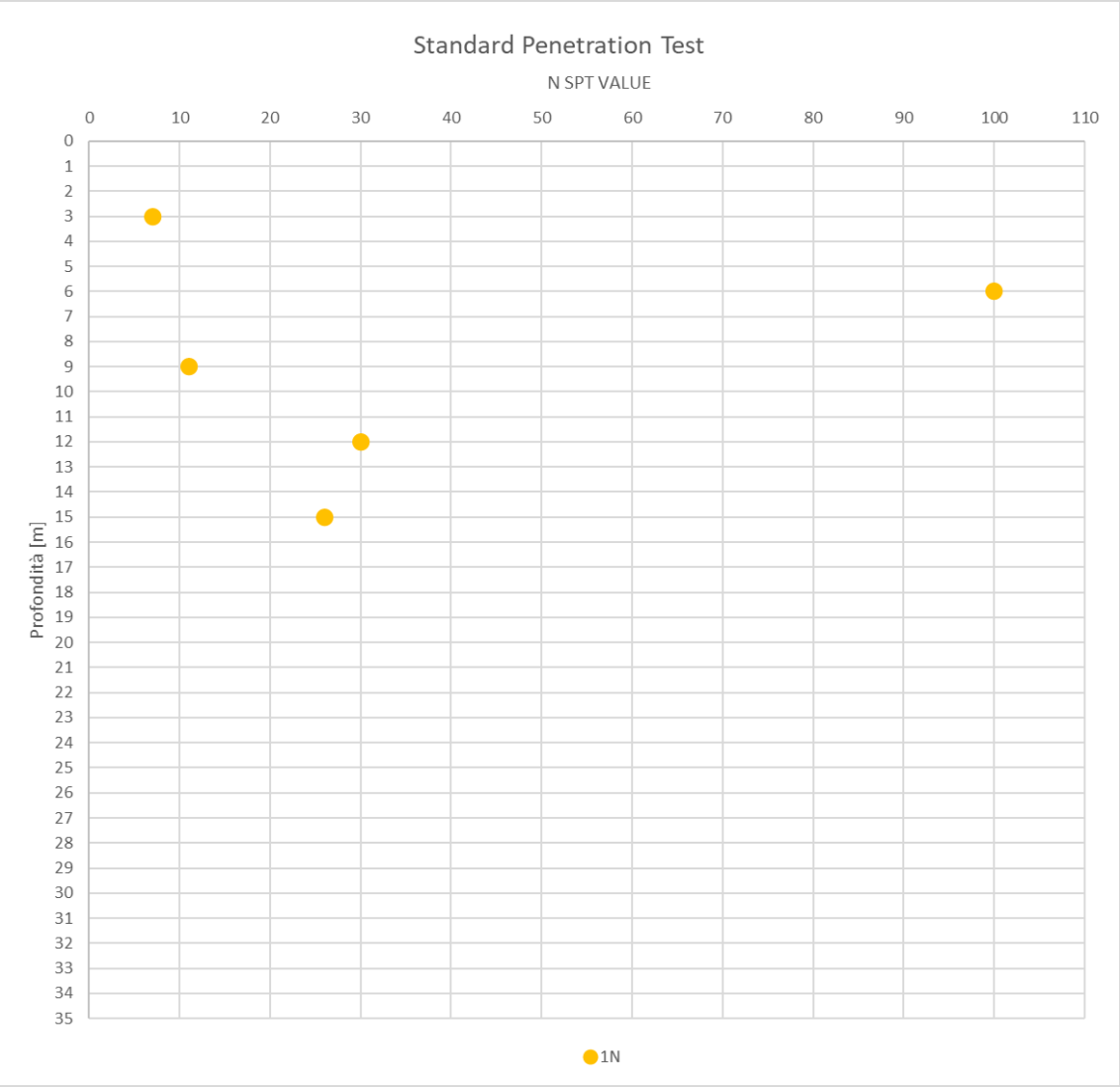



**Figura 29 - Grafico di numero di colpi Nspt**

### 12.2 Densità relativa (Dr) da SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva della densità relativa:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{1(60)}$ | Dr [%] |
|---|---|---|---|
| 1N | 3,00 | 11,88 | 44% |
| | 6,00 | 1,44 | 15% |
| | 9,00 | 2,40 | 20% |
| | 12,00 | 31,20 | 72% |
| | 15,00 | 24,84 | 64% |
| | 18,00 | 31,80 | 73% |
| | 21,00 | 29,40 | 70% |
| | 24,00 | 40,44 | 82% |
| | 27,00 | 2,40 | 20% |
| | 30,00 | 11,40 | 44% |
| | 32,00 | 17,04 | 53% |

**Tabella 2: Tabella riassuntiva della densità relativa**

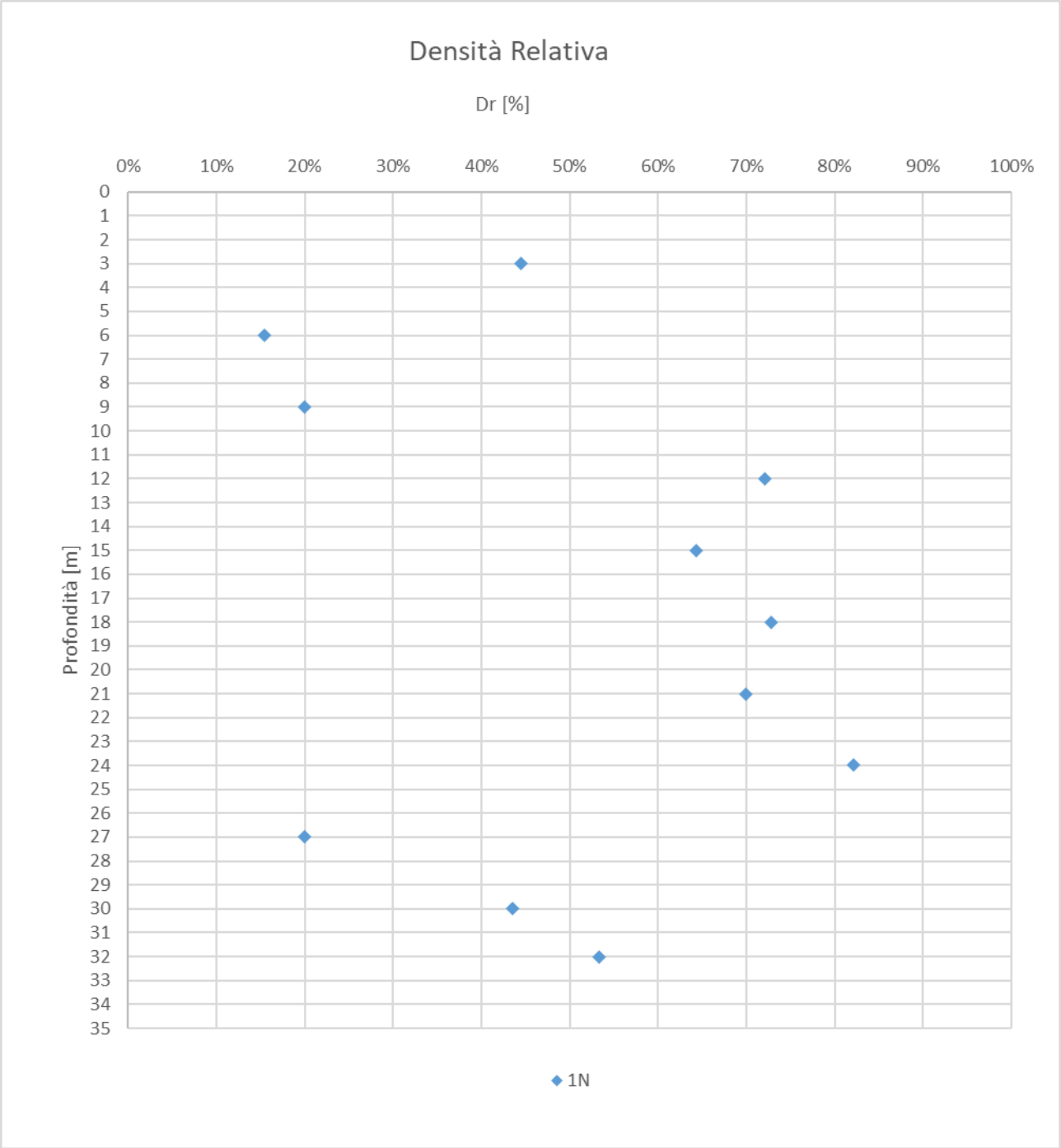



**Figura 30 - Grafico di Dr**

### 12.3 Modulo elastico (E) da SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva del modulo elastico:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{SPT}$ | $N_{1(60)}$ | Dr [%] | E [kPa] (D'Appolonia) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1N | 3,00 | 7 | 11,9 | 44% | 44091 |
| | 6,00 | 100 | 1,4 | 15% | 141090 |
| | 9,00 | 11 | 2,4 | 20% | 48263 |
| | 12,00 | 30 | 31,2 | 72% | 68080 |
| | 15,00 | 26 | 24,8 | 64% | 63908 |
| | 18,00 | 35 | 31,8 | 73% | 73295 |
| | 21,00 | 34 | 29,4 | 70% | 72252 |
| | 24,00 | 49 | 40,4 | 82% | 87897 |
| | 27,00 | 100 | 2,4 | 20% | 141090 |
| | 30,00 | 15 | 11,4 | 44% | 52435 |
| | 32,00 | 18 | 17,0 | 53% | 55564 |

**Tabella 3: Tabella riassuntiva del modulo elastico**

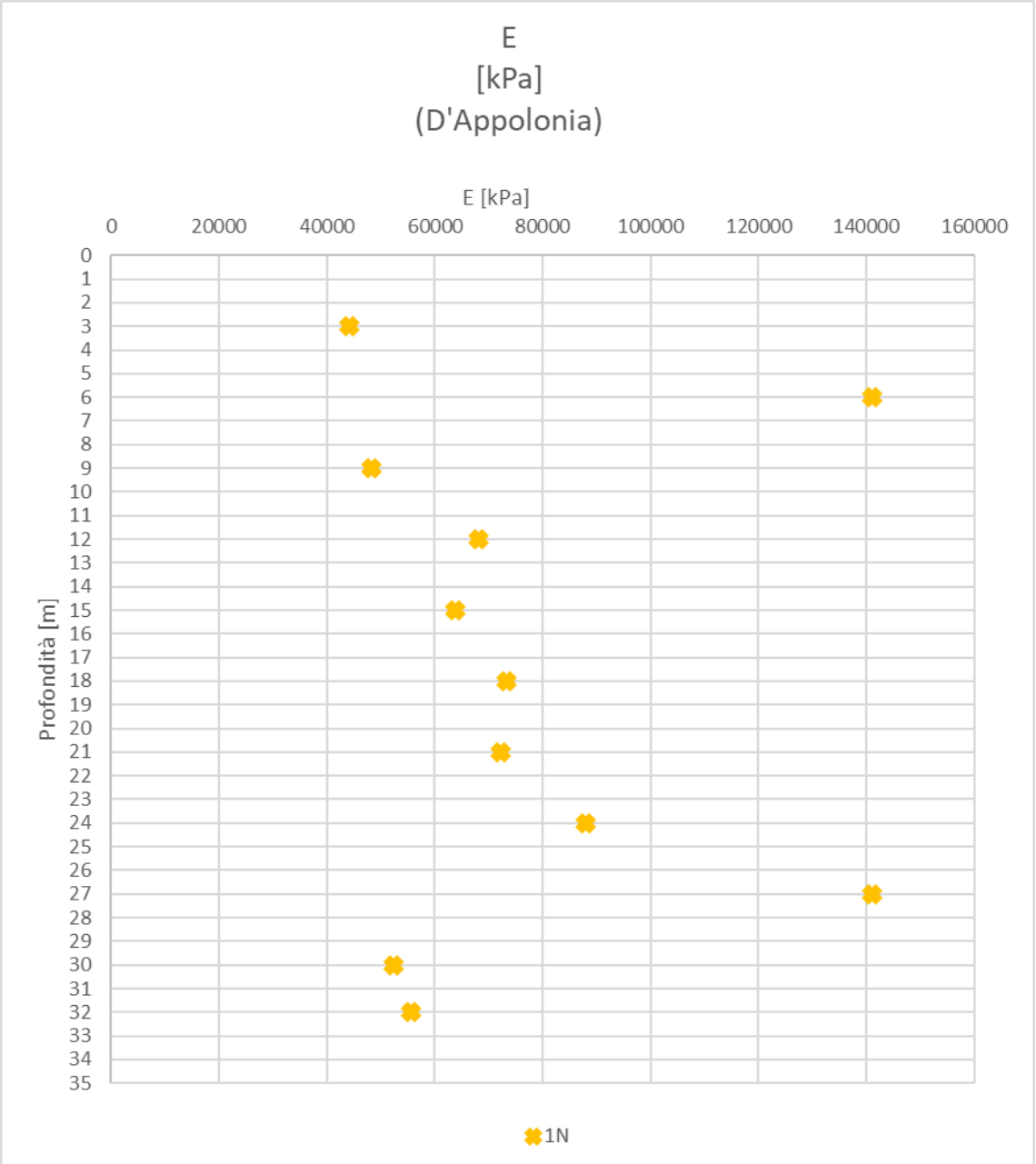



**Figura 31 - Grafico di E**

### 12.4 Angolo di attrito ($\varphi'$) da SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dell'angolo d'attrito:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{1(60)}$ | ϕ' [°] |
|---|---|---|---|
| 1N | 3,00 | 11,9 | 30,41 |
| | 6,00 | 1,4 | 20,37 |
| | 9,00 | 2,4 | 21,93 |
| | 12,00 | 31,2 | 39,98 |
| | 15,00 | 24,8 | 37,29 |
| | 18,00 | 31,8 | 40,22 |
| | 21,00 | 29,4 | 39,25 |
| | 24,00 | 40,4 | 43,44 |
| | 27,00 | 2,4 | 21,93 |
| | 30,00 | 11,4 | 30,10 |
| | 32,00 | 17,0 | 33,46 |

**Tabella 4: Tabella riassuntiva dell'angolo d'attrito**

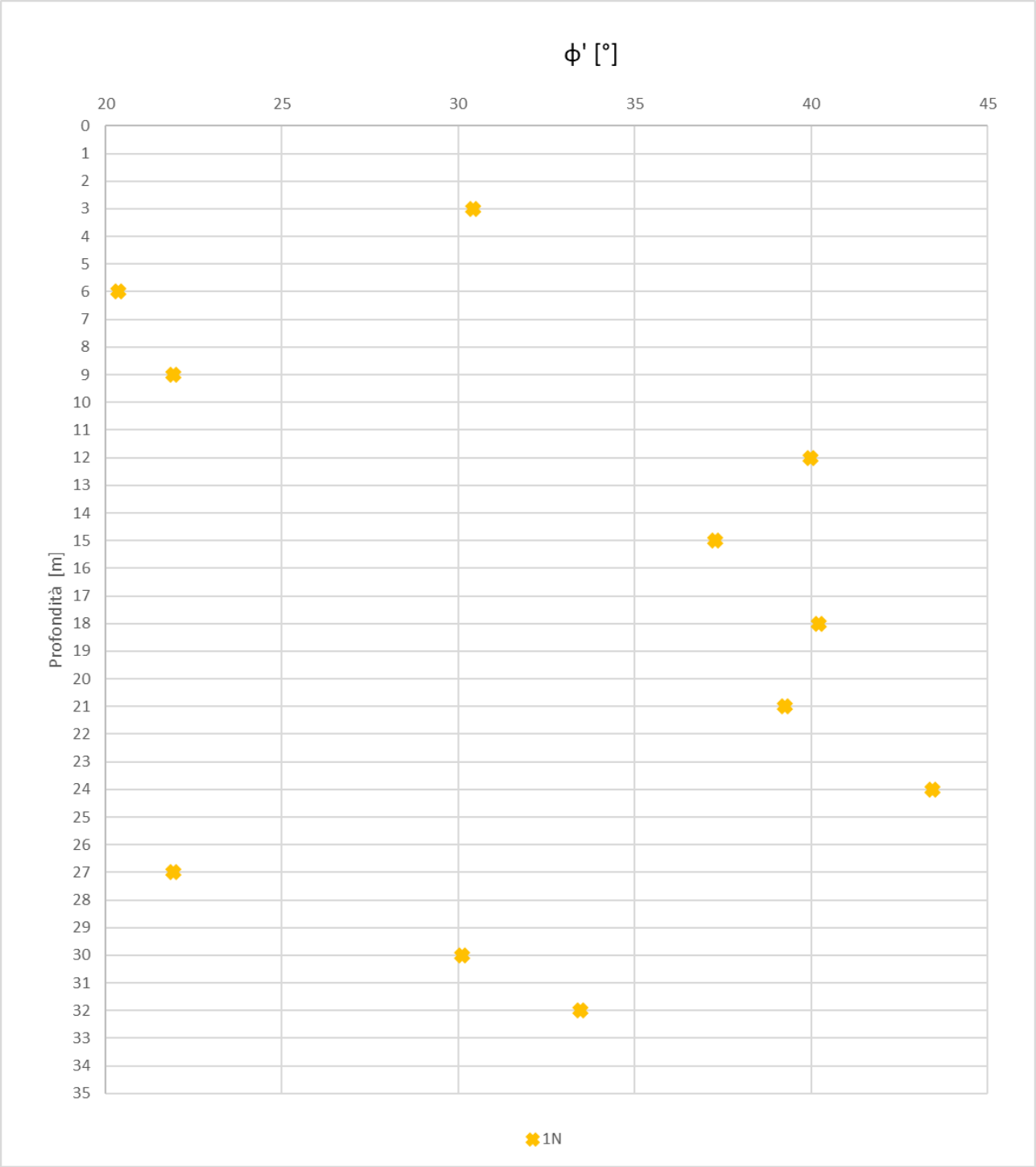



**Figura 32 - Grafico di ϕ**

# 13 RISULTATI CAMPAGNA DI INDAGINE – CAMPAGNA D'INDAGINE 2020

## 13.1 Numero di colpi SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei numeri di colpi eseguiti:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{SPT}$ | N' | $\Upsilon$ [kN/m$^3$] | Livello di Falda [m] | $\sigma'vo$ [kPa] | Cn | $N_{1(60)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S02 | 3,6 | 62 | 38,50 | 18,00 | 13,41 | 64,80 | 1,13 | 84,29 |
| | 6,0 | 100 | 57,50 | 18,00 | 13,41 | 108,00 | 0,97 | 116,88 |
| | 9,0 | 100 | 57,50 | 18,00 | 13,41 | 162,00 | 0,8287293 | 99,45 |
| | 13,0 | 100 | 57,50 | 18,00 | 13,41 | 234,00 | 0,6912442 | 82,95 |
| | 16,4 | 100 | 57,50 | 18,00 | 13,41 | 265,30 | 0,6447453 | 77,37 |
| | 19,0 | 66 | 40,5 | 18,00 | 13,41 | 286,10 | 0,617157 | 48,88 |
| | 22,0 | 76 | 45,5 | 18,00 | 13,41 | 310,10 | 0,58812 | 53,64 |
| | 25,0 | 100 | 57,5 | 18,00 | 13,41 | 334,10 | 0,5616926 | 67,40 |
| | 28,5 | 69 | 42 | 18,00 | 13,41 | 362,10 | 0,5337129 | 44,19 |
| | 32,0 | 80 | 47,5 | 18,00 | 13,41 | 390,10 | 0,5083884 | 48,81 |

**Tabella 5: Tabella riassuntiva della correlazione del numero dei colpi**

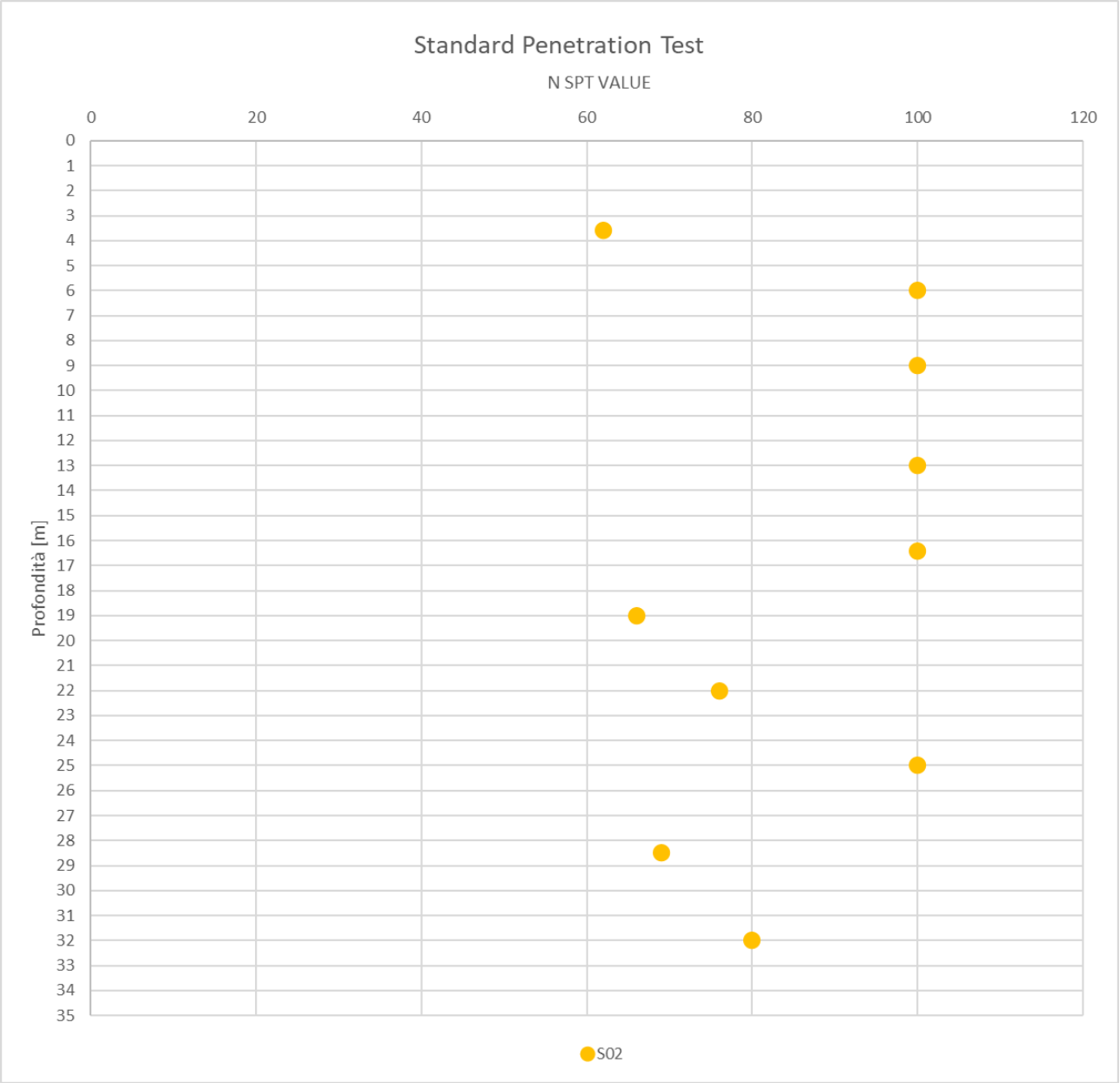



**Figura 33 - Grafico di numero di colpi Nspt**

### 13.2 Densità relativa (Dr) da SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva della densità relativa:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{1(60)}$ | Dr [%] |
|---|---|---|---|
| S02 | 3,6 | 84,29 | 100% |
| | 6,0 | 116,88 | 100% |
| | 9,0 | 99,45 | 100% |
| | 13,0 | 82,95 | 100% |
| | 16,4 | 77,37 | 100% |
| | 19,0 | 48,88 | 90% |
| | 22,0 | 53,64 | 95% |
| | 25,0 | 67,40 | 100% |
| | 28,5 | 44,19 | 86% |
| | 32,0 | 48,81 | 90% |

**Tabella 6: Tabella riassuntiva della densità relativa**

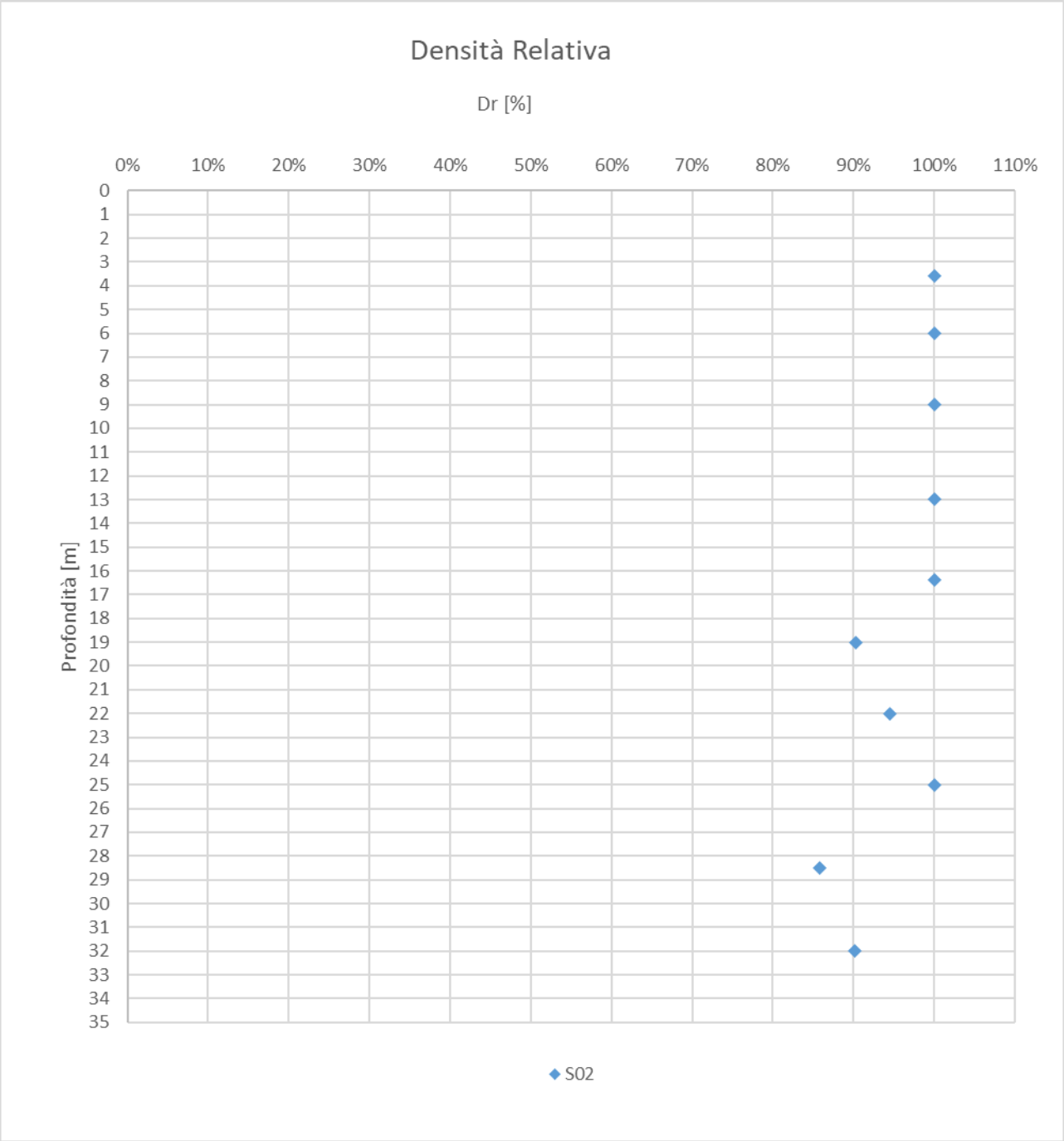



**Figura 34 - Grafico di Dr**

### 13.3 Modulo elastico (E) da SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva del modulo elastico:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{SPT}$ | $N_{1(60)}$ | Dr [%] | Consolidazione | E [kPa] (D'Appolonia) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S02 | 3,6 | 62 | 84,3 | 100% | NC | 101456 |
| | 6,0 | 100 | 116,9 | 100% | NC | 141090 |
| | 9,0 | 100 | 99,4 | 100% | NC | 141090 |
| | 13,0 | 100 | 82,9 | 100% | NC | 141090 |
| | 16,4 | 100 | 77,4 | 100% | NC | 141090 |
| | 19,0 | 66 | 48,9 | 90% | NC | 105628 |
| | 22,0 | 76 | 53,6 | 95% | NC | 116058 |
| | 25,0 | 100 | 67,4 | 100% | NC | 141090 |
| | 28,5 | 69 | 44,2 | 86% | NC | 108757 |
| | 32,0 | 80 | 48,8 | 90% | NC | 120230 |

**Tabella 7: Tabella riassuntiva del modulo elastico**

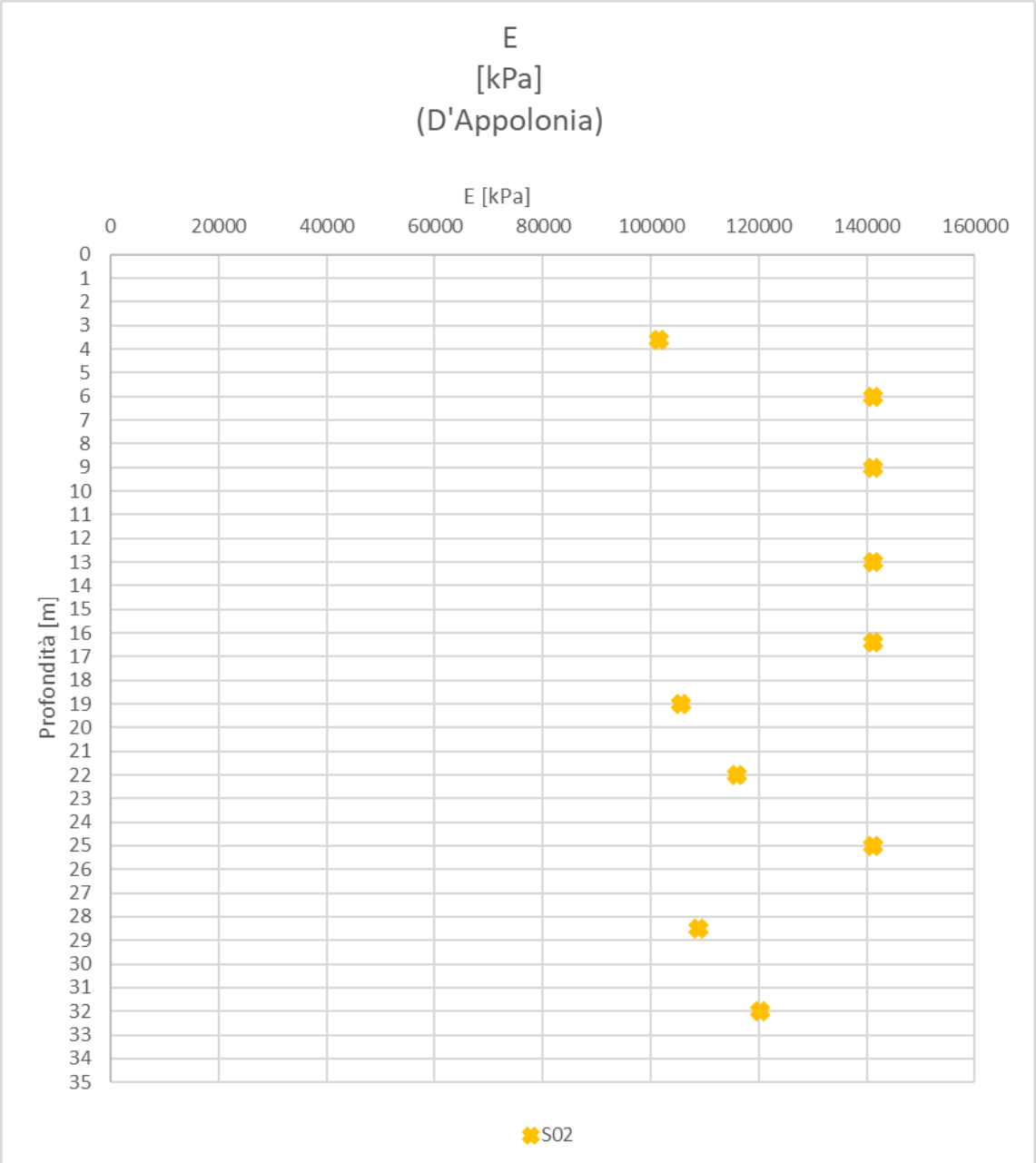



**Figura 35 - Grafico di E**

### 13.4 Angolo di attrito ($\varphi'$) da SPT

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dell'angolo d'attrito:

| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{1(60)}$ | ϕ' [°] |
|---|---|---|---|
| S02 | 3,6 | 84,3 | 56,06 |
| | 6,0 | 116,9 | 63,35 |
| | 9,0 | 99,4 | 59,60 |
| | 13,0 | 82,9 | 55,73 |
| | 16,4 | 77,4 | 54,34 |
| | 19,0 | 48,9 | 46,27 |
| | 22,0 | 53,6 | 47,75 |
| | 25,0 | 67,4 | 51,72 |
| | 28,5 | 44,2 | 44,73 |
| | 32,0 | 48,8 | 46,24 |

**Tabella 8: Tabella riassuntiva dell'angolo d'attrito**

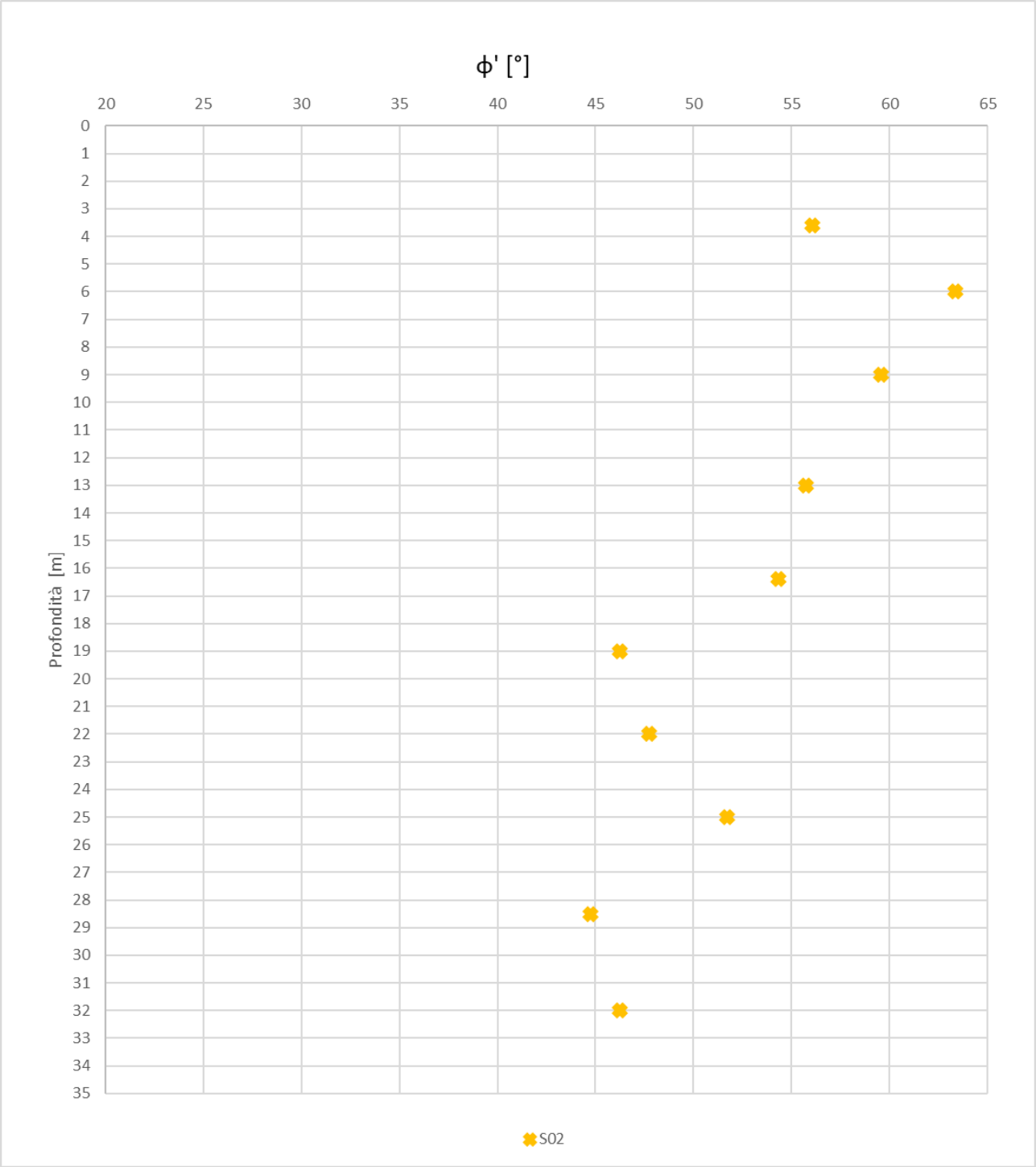



**Figura 36 - Grafico di ϕ**

# 14 SISMICITA'

## 14.1 Zona sismica

Secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006 – "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" riferita all'intero territorio nazionale, il territorio comunale di Genova è classificato in **zona sismica 3** a "sismicità bassa", cui corrisponde un valore massimo di ag pari a 0,15g.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della regione Liguria (D.G.R. 13-03-2017 n. 216), in cui il comune di Genova è classificato in **zona sismica 3**.

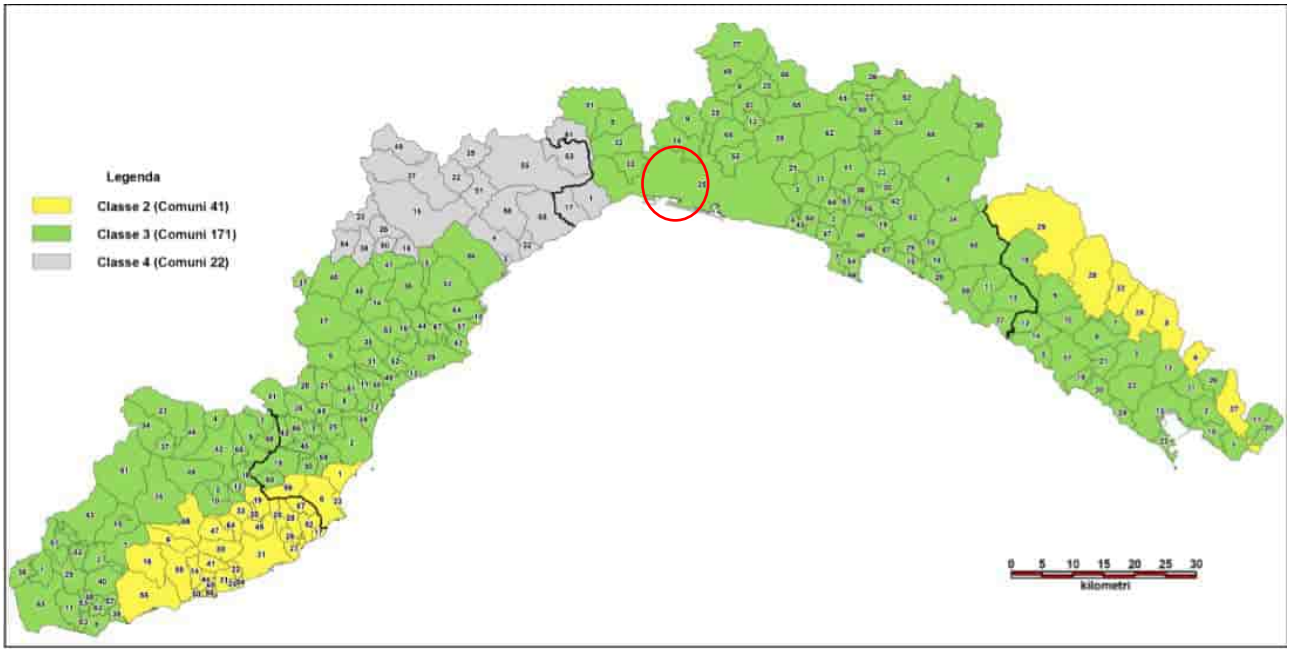



**Figura 37: elenco dei comuni liguri con indicazione della zona sismica di appartenenza e AgMax relativa; Carta della zonazione sismica della Regione Liguria.**

Nella tabella seguente, che illustra le zone sismiche in cui è stato diviso il territorio nazionale secondo l'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, è riportata una descrizione più dettagliata della **zona sismica 3**, in cui è stato classificato il comune di Genova.

| *Zona sismica* | *Descrizione* | *accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]* | *accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]* | *numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)* |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti. | ag > 0,25 g | 0,35 g | 703 |
| **2** | Zona dove possono verificarsi forti terremoti. | 0,15 < ag ≤ 0,25 g | 0,25 g | 2.230 |
| **3** | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari. | 0,05 < ag ≤ 0,15 g | 0,15 g | 2.815 |
| **4** | E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. | ag ≤ 0,05 g | 0,05 g | 2.235 |

**Tabella 9: zone sismiche in cui è stato diviso il territorio nazionale secondo l'Ordinanza del PCM n. 3519/2006.**

La figura seguente mostra la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, successivamente è riportata l'immagine dell'area di interesse e l'accelerazione al suolo tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni del comune di Genova, pari a **PGA = 0.050-0.075**, valore caratteristico della **zona sismica di tipo 3**.

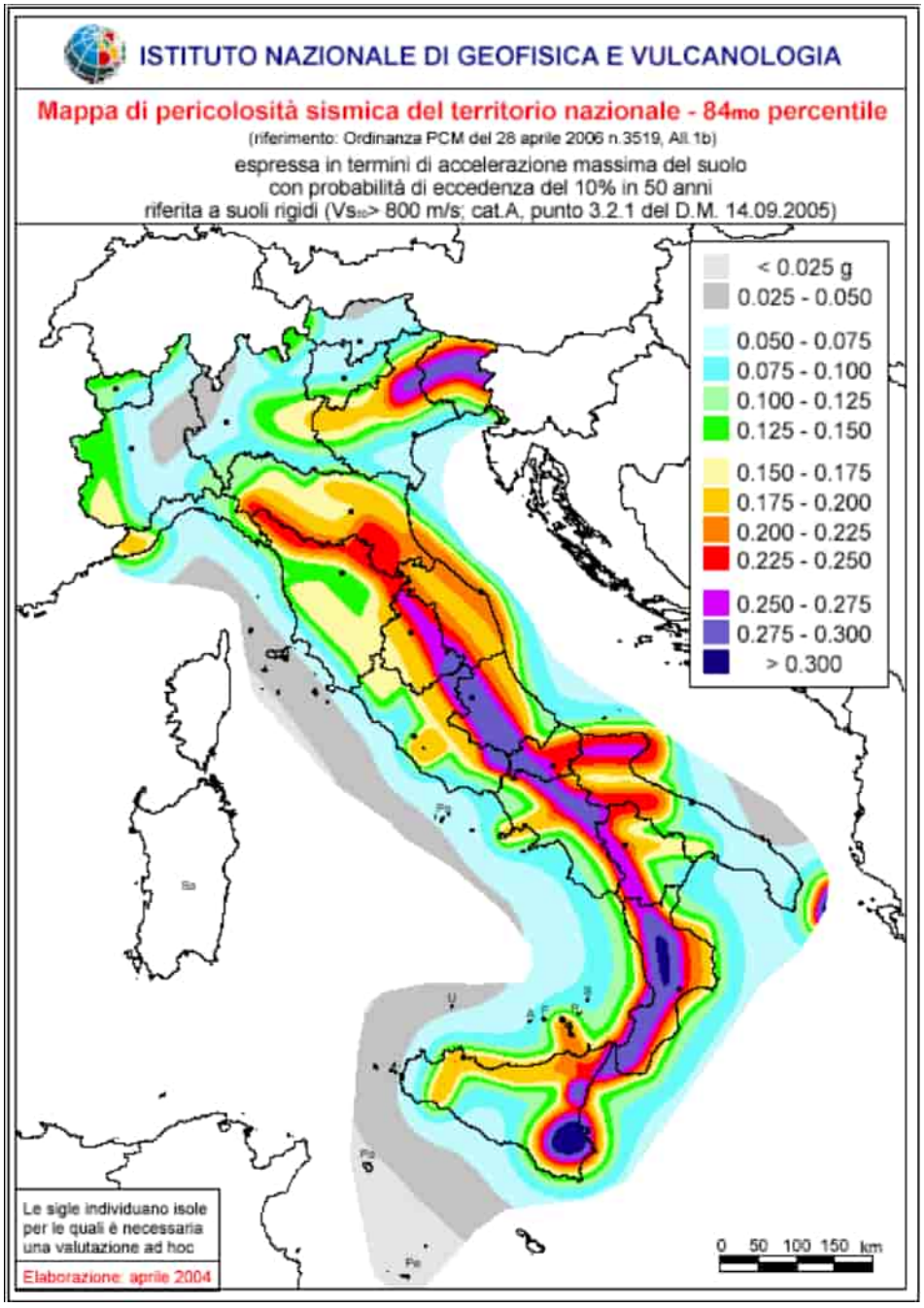
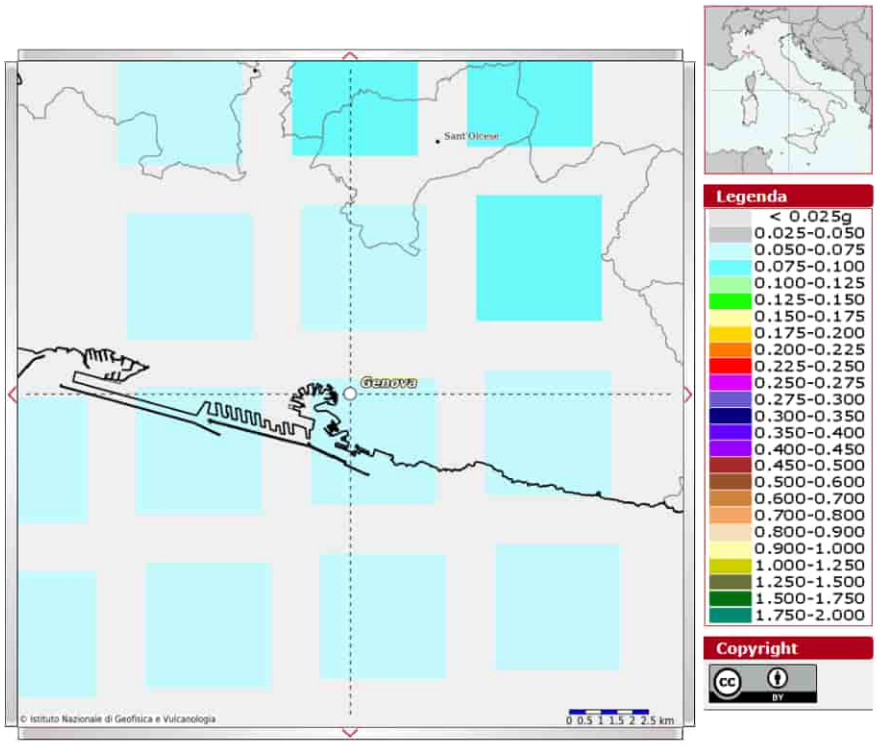



**Figura 38: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.**




Informazioni sul nodo con ID: 16918 - Latitudine: 44.398 - Longitudine: 8.942

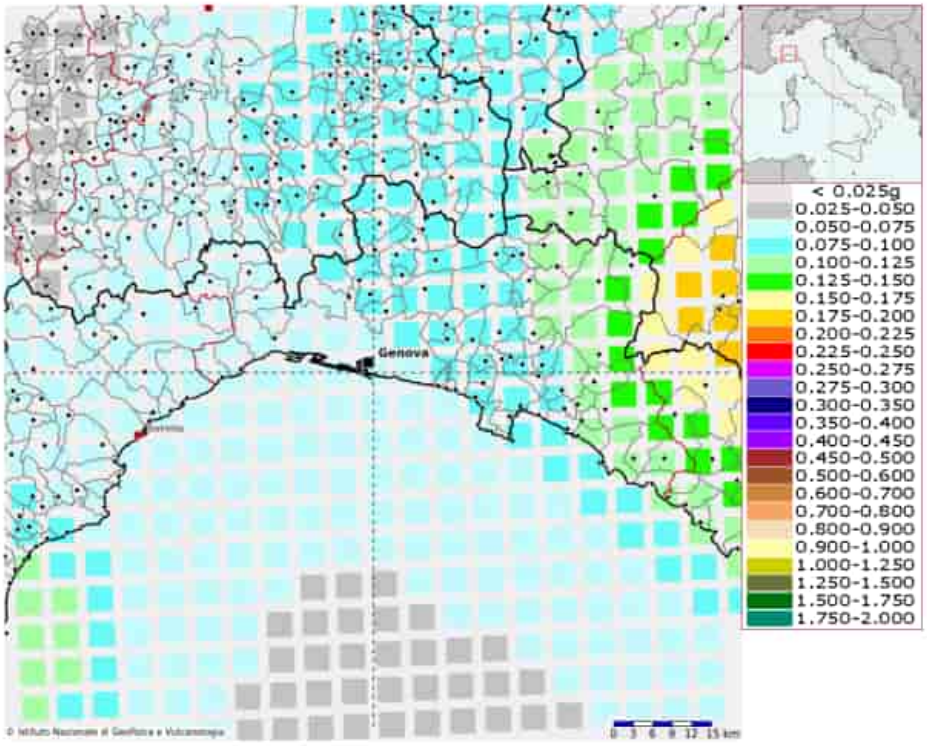



**Figura 39: INGV: Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Genova**

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 16918 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

**Grafico di disaggregazione**

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon

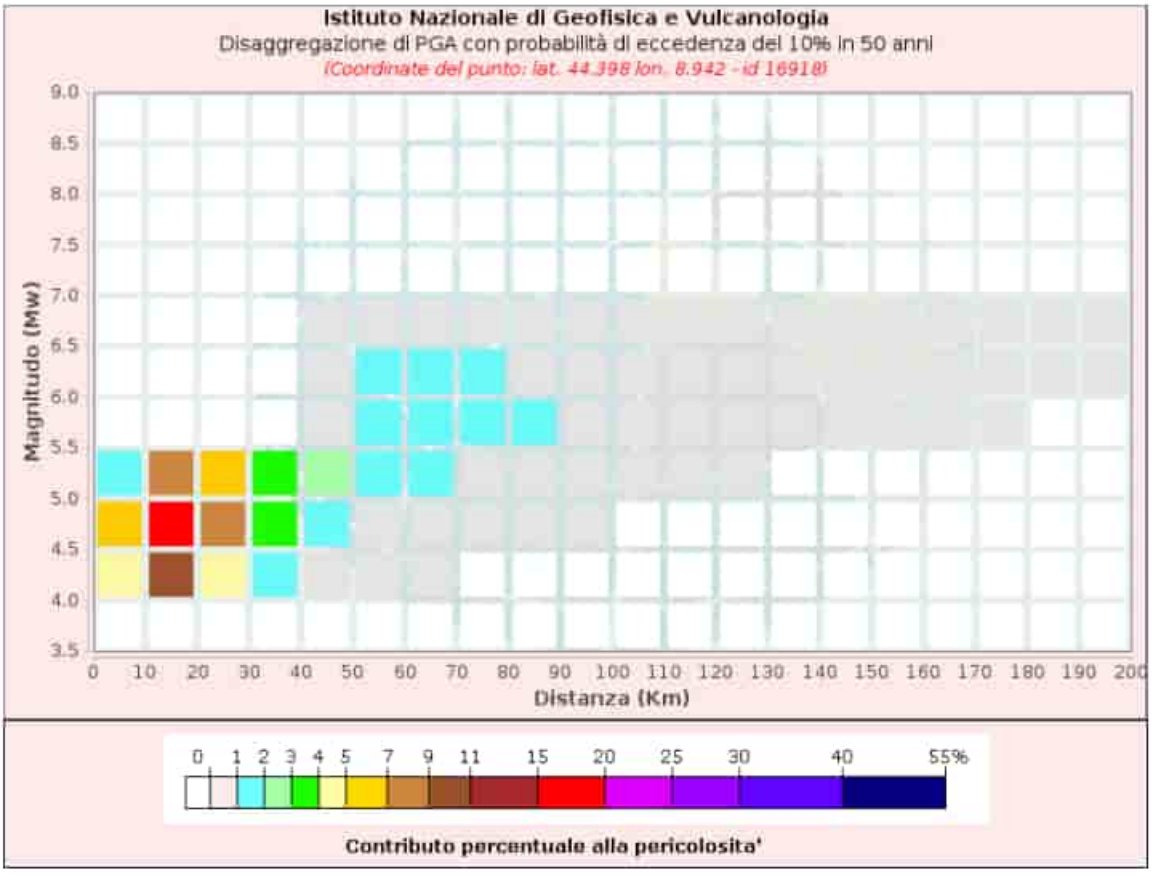



**Figura 40: disaggregazione del valore a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).**

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

| Distanza | Magnitudo | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in Km | 3.5-4.0 | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10 | 0.0000 | 4.6200 | 5.8900 | 1.9000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 10-20 | 0.0000 | 10.5000 | 16.4000 | 7.0800 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 20-30 | 0.0000 | 4.4200 | 8.8800 | 5.3000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 30-40 | 0.0000 | 1.5600 | 3.9700 | 3.0200 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 40-50 | 0.0000 | 0.3620 | 1.8200 | 2.0100 | 0.4520 | 0.3340 | 0.0496 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0323 | 0.8620 | 1.8400 | 1.4500 | 1.1900 | 0.1370 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0049 | 0.3110 | 1.3400 | 1.6100 | 1.4400 | 0.1410 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1090 | 0.8460 | 1.3300 | 1.2100 | 0.0921 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0219 | 0.4720 | 1.0200 | 0.9820 | 0.0592 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0005 | 0.2200 | 0.7180 | 0.7670 | 0.0398 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0898 | 0.5070 | 0.6220 | 0.0270 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0273 | 0.3210 | 0.4810 | 0.0186 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 120-130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0037 | 0.1730 | 0.3310 | 0.0129 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 130-140 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0724 | 0.1680 | 0.0077 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 140-150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0292 | 0.0858 | 0.0070 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 150-160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0124 | 0.0521 | 0.0070 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 160-170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0042 | 0.0320 | 0.0065 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 170-180 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0007 | 0.0185 | 0.0055 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 180-190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0112 | 0.0046 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 190-200 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0074 | 0.0037 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |

Valori Medi: magnitudo = 4.99 ; distanza = 32.1 ; epsilon = 1.16

**Figura 41: disaggregazione del valore a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).**

| Valori medi | | |
|---|---|---|
| **Magnitudo** | **Distanza** | **Epsilon** |
| 4.990 | 32.100 | 1.160 |

**Figura 42: valori medi di magnitudo per il territorio di Genova.**

Da quanto citato sopra, la magnitudo massima dell'area oggetto di studio è pari a 4,99. Per il calcolo della verifica di liquefazione viene presa in considerazione la magnitudo citata nel "***L.R. 21 luglio 1983, nr. 29. Adozione delle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Liquefazione (LQ) ed approvazione criteri tecnici integrativi alla DGR 471/2010***" della Regione Liguria – Giunta Regionale Atto N° 535-2021 - Seduta N° 3677 - del 18/06/2021 - Numero d'Ordine 19, NP/2021/196157, che il comune di Genova è di magnitudo **6**, prendendo in questo modo in considerazione la condizione più gravosa.

In base all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, sono state definite sulla base di più approfonditi studi, le zone di pericolosità sismica per il territorio nazionale ed è stata definita la mappa di pericolosità sismica MPSO4, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Vs30>800 m/s e TR= 475anni).

Le figure seguenti mostrano la disaggregazione per l'area oggetto di studio della stima di PGA con il 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Il grafico è una elaborazione che mostra il contributo delle sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica di un certo sito: le sorgenti vengono discretizzate per intervalli di spazio e magnitudo.

Si riporta di seguito la carta delle zone sismogenetiche ZS9 dell'Italia:

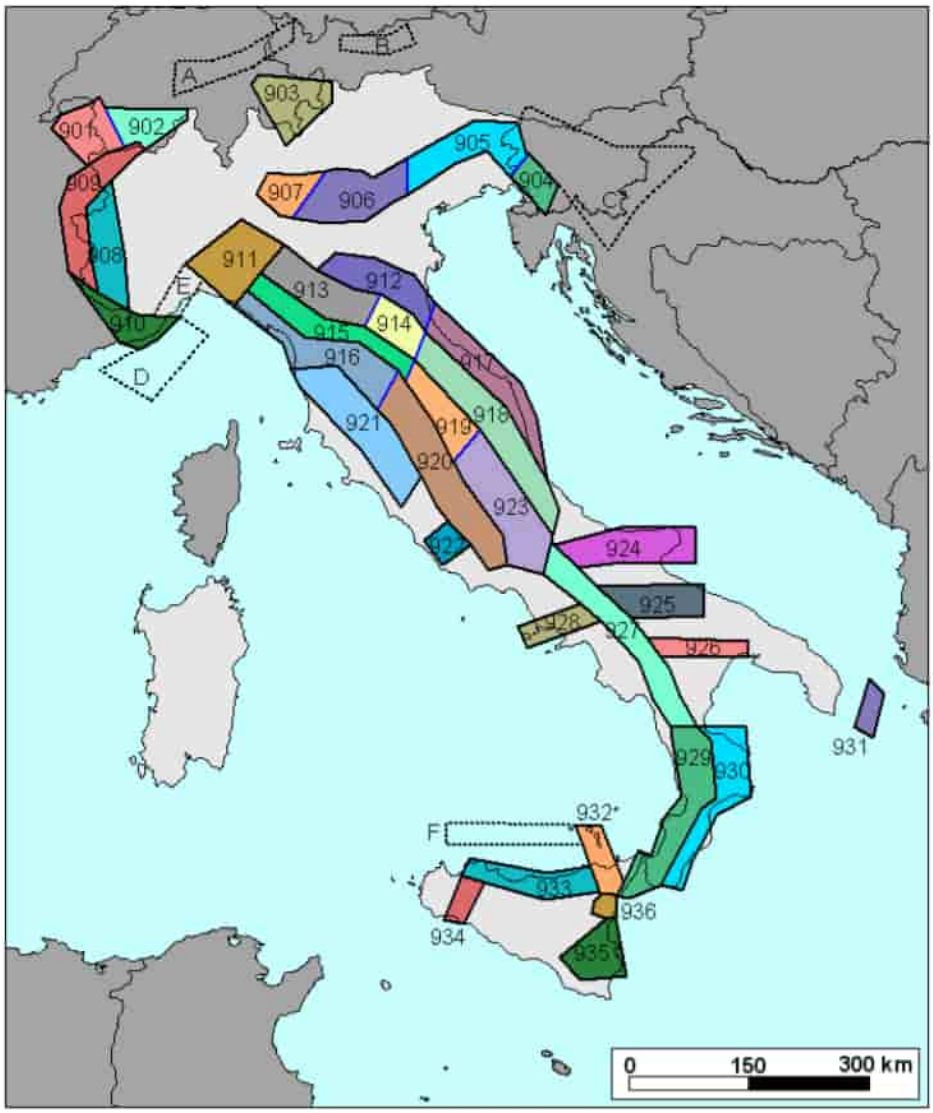



**Figura 43: Zonazione sismogenetica ZS9**

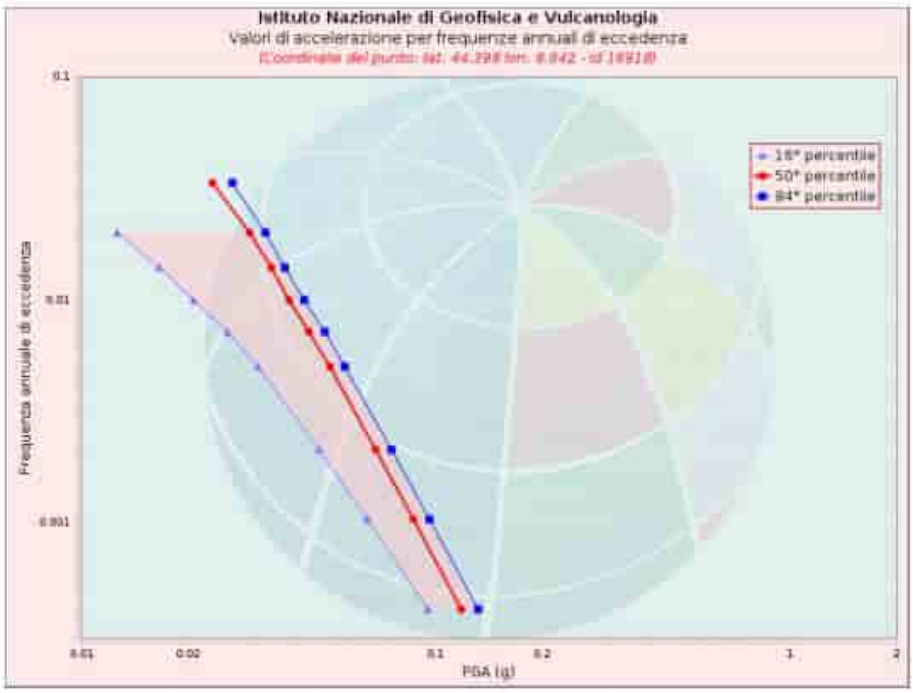


**Figura 44: zonazione sismogenetica ZS9, dove l'area d'interesse è evidenziata da un cerchio verde.**

Come è possibile vedere alla figura precedente, l'area oggetto d'interesse non ricade all'interno di alcuna zona della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al. 2008), utilizzata per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04. Di seguito si riporta un inquadramento sismogenetico dell'area.

## Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attaverso il 16° e l'84° percentile.

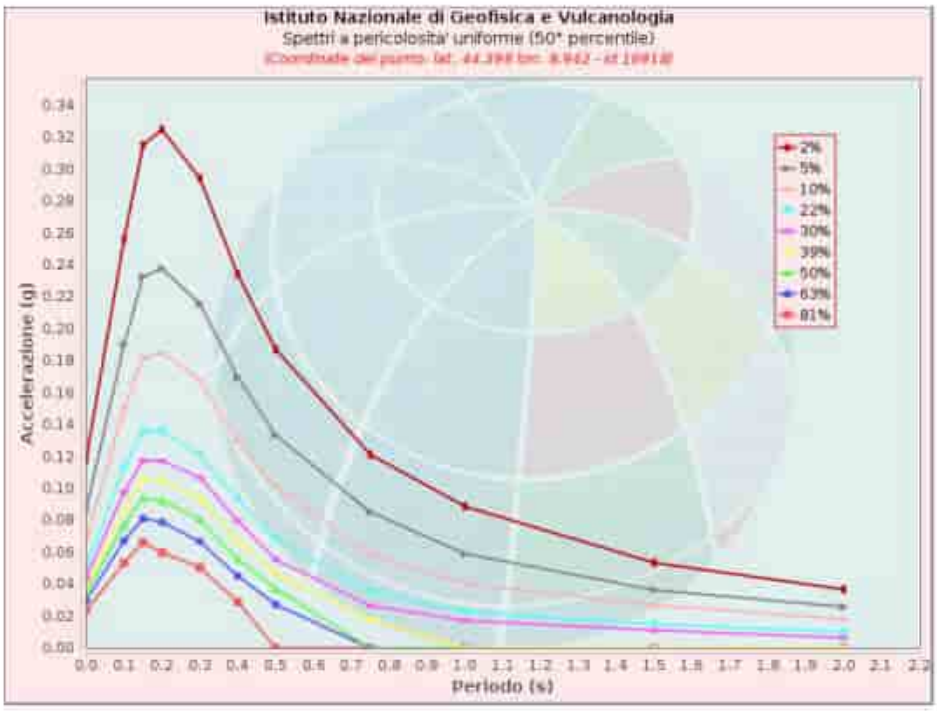



| Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza | | | |
|---|---|---|---|
| Frequenza annuale di ecc. | PGA (g) | | |
| | 16° percentile | 50° percentile | 84° percentile |
| 0.0004 | 0.095 | 0.119 | 0.132 |
| 0.0010 | 0.064 | 0.087 | 0.096 |
| 0.0021 | 0.047 | 0.068 | 0.075 |
| 0.0050 | 0.032 | 0.050 | 0.056 |
| 0.0071 | 0.026 | 0.044 | 0.049 |
| 0.0089 | 0.021 | 0.039 | 0.043 |
| 0.0139 | 0.017 | 0.034 | 0.038 |
| 0.0199 | 0.013 | 0.030 | 0.033 |
| 0.0332 | 0.000 | 0.024 | 0.027 |

**Figura 45: Curva di pericolosità**

## Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.




Spettri a pericolosita' uniforme (50° percentile)

| PoE in 50 anni | Accelerazione (g) Periodo (s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.0 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
| 2% | 0.119 | 0.256 | 0.315 | 0.325 | 0.294 | 0.234 | 0.187 | 0.121 | 0.089 | 0.053 | 0.037 |
| 5% | 0.087 | 0.190 | 0.233 | 0.238 | 0.216 | 0.170 | 0.133 | 0.085 | 0.059 | 0.036 | 0.026 |
| 10% | 0.068 | 0.150 | 0.182 | 0.185 | 0.168 | 0.130 | 0.101 | 0.059 | 0.040 | 0.027 | 0.018 |
| 22% | 0.050 | 0.112 | 0.136 | 0.136 | 0.121 | 0.094 | 0.069 | 0.036 | 0.023 | 0.015 | 0.010 |
| 30% | 0.044 | 0.098 | 0.117 | 0.117 | 0.107 | 0.080 | 0.055 | 0.027 | 0.017 | 0.011 | 0.006 |
| 39% | 0.039 | 0.086 | 0.106 | 0.105 | 0.094 | 0.067 | 0.046 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 50% | 0.034 | 0.077 | 0.094 | 0.092 | 0.081 | 0.056 | 0.037 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 63% | 0.030 | 0.067 | 0.081 | 0.079 | 0.067 | 0.045 | 0.027 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 81% | 0.024 | 0.053 | 0.066 | 0.060 | 0.051 | 0.029 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Figura 46: Spettri di pericolosità uniforme**

## 14.2 Microzonazione sismica

Al fine di definire la classe di microzonazione sismica dell'area oggetto di studio, si fa qui diretto riferimento alla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica", elaborato del Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova (2017), di cui è riportato uno stralcio riportato di seguito. Sulla base delle informazioni desunte dalla carta in estratto, l'opera in progetto interessa, procedendo da Nord verso Sud, le seguenti zone:

Dalla carta sotto stante si evince che l'area in esame ricade nella seguente classe di microzonazione sismica:

- **B7s/t:"** Zone B7 suscettibili ad amplificazione locale Sedimenti alluvionali e marini con spessore > 3 m e acclività >15° (amplificazione topografica e stratigrafica)".

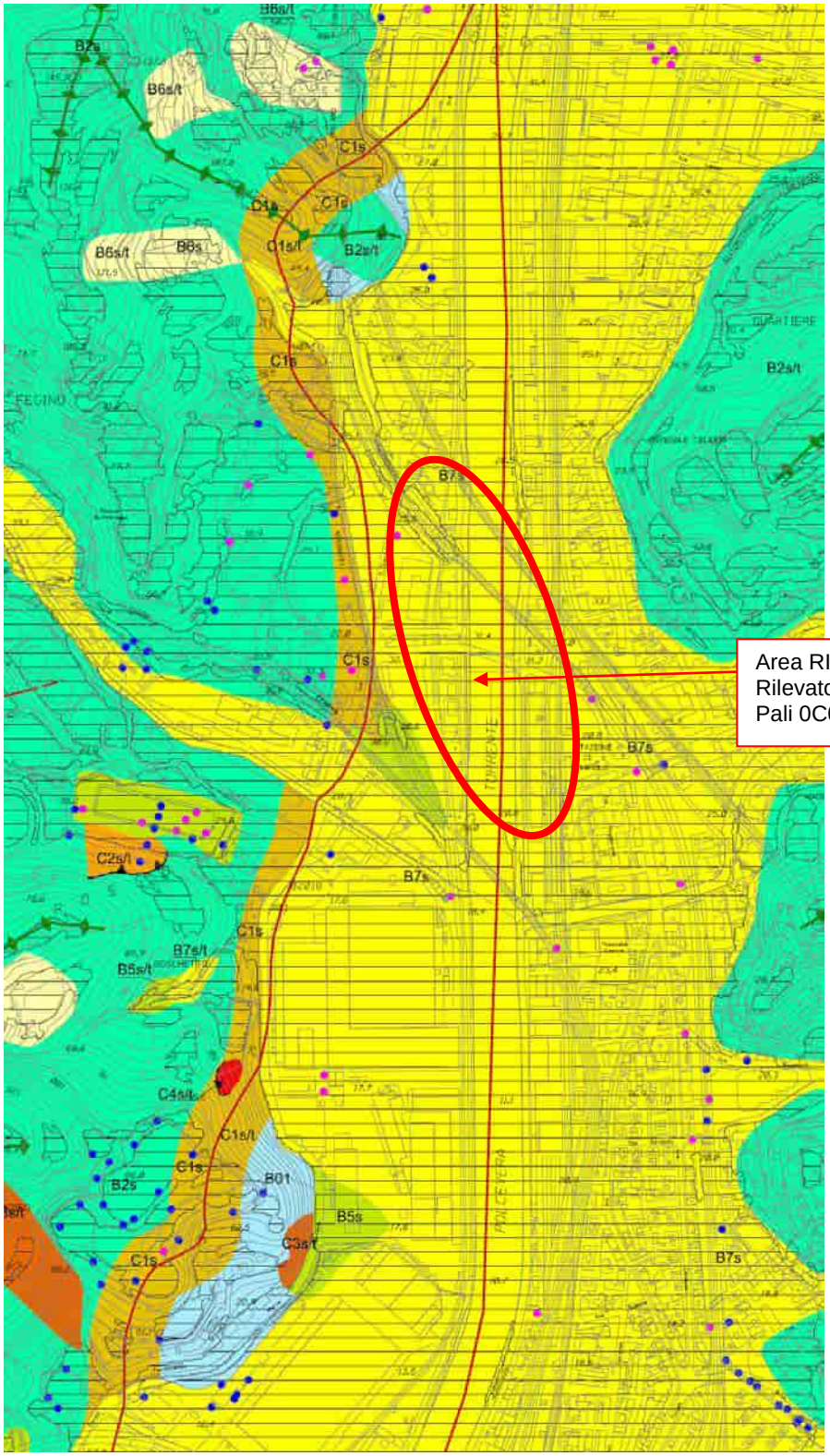



**Figura 47: Stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, dal Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova, 2017**

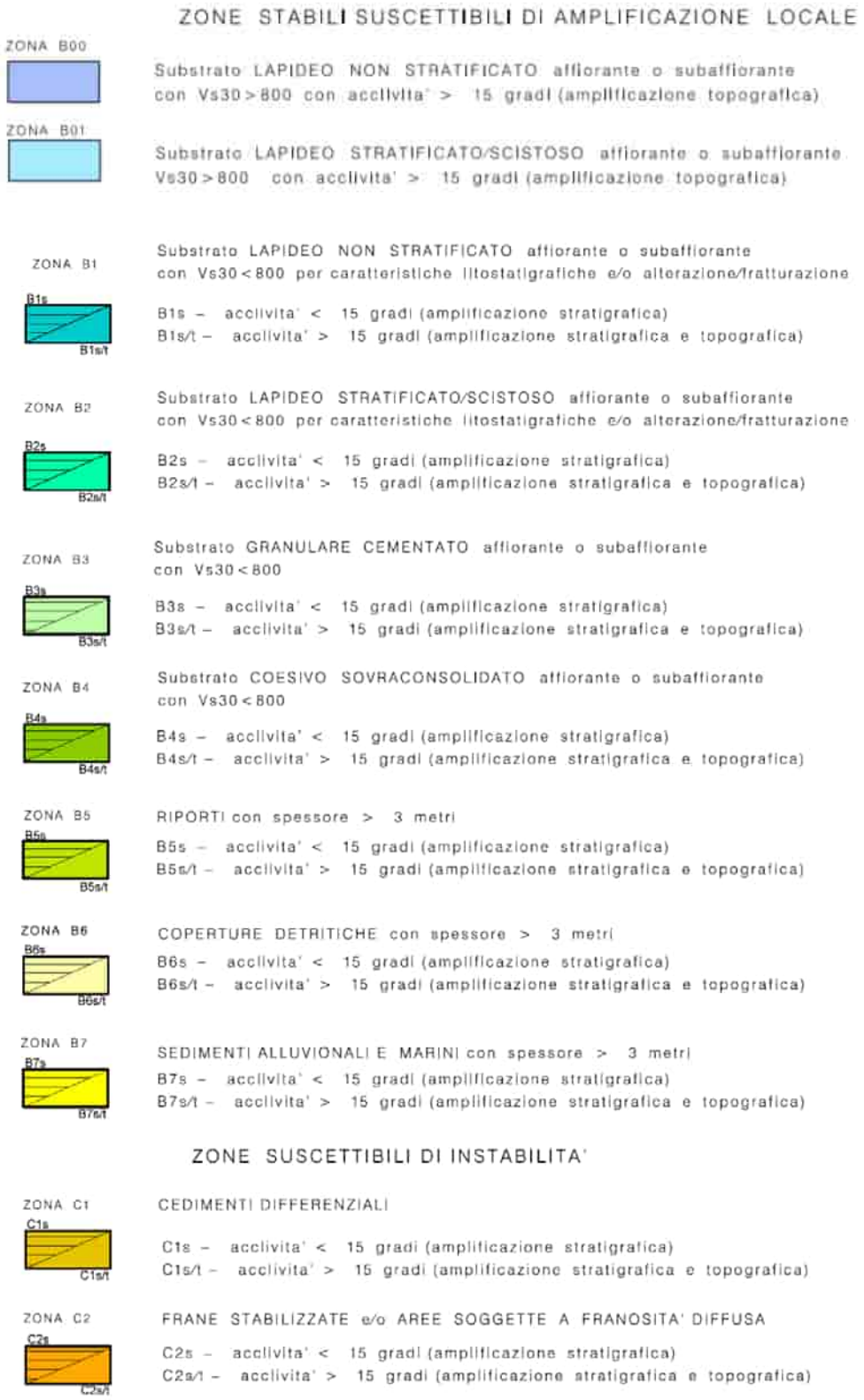



**Figura 48: Legenda della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, dal Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova, 2017**

### 14.3 CPTI 15 – DBMI15 V 4.0

La nuova versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 rappresenta una significativa evoluzione rispetto alle versioni precedenti, che sono quindi da considerare del tutto superate. Anche se i criteri generali di compilazione e la struttura sono gli stessi della precedente versione CPTI11 (Rovida et al., 2011), il contenuto del catalogo è stato ampiamente rivisto per quanto concerne:

- la copertura temporale, estesa a tutto il 2020
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15 versione 4.0; Locati et al., 2022), significativamente aggiornato
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente)
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer
- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

Il catalogo copre l'intero territorio italiano con porzioni delle aree e dei mari confinanti (Figura 1), e contiene 4894 terremoti nella finestra temporale 1000-2020. Il catalogo, quindi, considera e armonizza il più possibile dati di base di diverso tipo e provenienza.

La magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (Mw) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza. Tutti i dati e i metodi utilizzati sono accuratamente esplicitati nel catalogo per garantire la massima trasparenza possibile nelle procedure di compilazione. Al pari di CPTI11, il catalogo non è stato declusterato e contiene quindi tutti i foreshocks e le repliche disponibili e conosciuti all'interno delle soglie di magnitudo e intensità considerate.

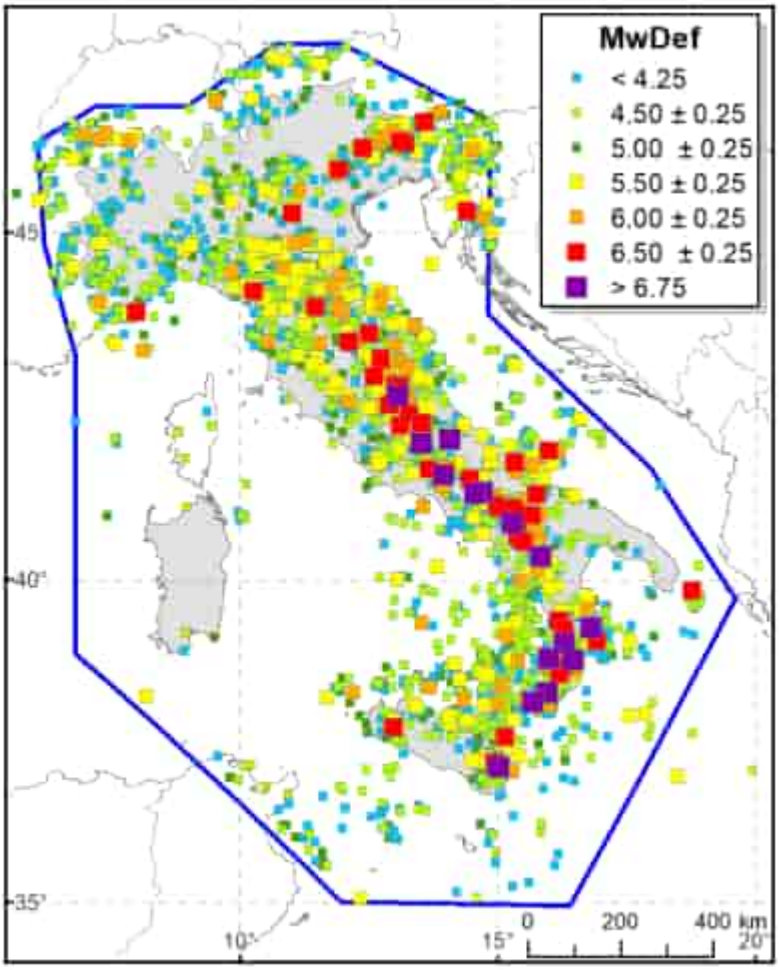



**Figura 49 - Distribuzione geografica degli epicentri dei terremoti contenuti in CPTI15 per classi di Mw e limite della copertura spaziale (poligono blu)**

Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore o uguale a 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente (secondo i metodi e le conversioni descritte nel seguito) a Mw 4.0 o superiore. Alcuni terremoti con Mw < 4.0 sono inclusi nel catalogo per le seguenti ragioni:

- per i terremoti dell'area vulcanica dell'Etna, la soglia di magnitudo è Mw 3.0 ma restano inclusi tutti i terremoti con intensità massima e/o epicentrale 5;
- per i terremoti nell'area vulcanica dei Campi Flegrei la soglia di magnitudo è Mw 3.1, corrispondente a intensità epicentrale 5 secondo le conversioni utilizzate;
- i terremoti contenuti in CPTI11 sono stati tutti, tranne alcuni dell'area etnea e gli eventi dimostrati falsi (vedi Appendice 4), mantenuti nella nuova versione del catalogo, anche se i nuovi dati o le nuove calibrazioni (o entrambi) hanno portato a stime di Mw < 4.0.

L'attuale versione del catalogo CPTI15 v4.0 consiste i) nell'estensione della copertura temporale della precedente versione 3.0 dalla fine 2019 al 31 dicembre 2020 e ii) nell'aggiornamento dei parametri di alcuni terremoti nel periodo settembre 2018 – dicembre 2019 conseguente alla pubblicazione e inserimento del Bollettino Rivisto dell'ISC (International Seismological Centre) per quel periodo.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI sono stati pubblicati insieme e usano una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web.

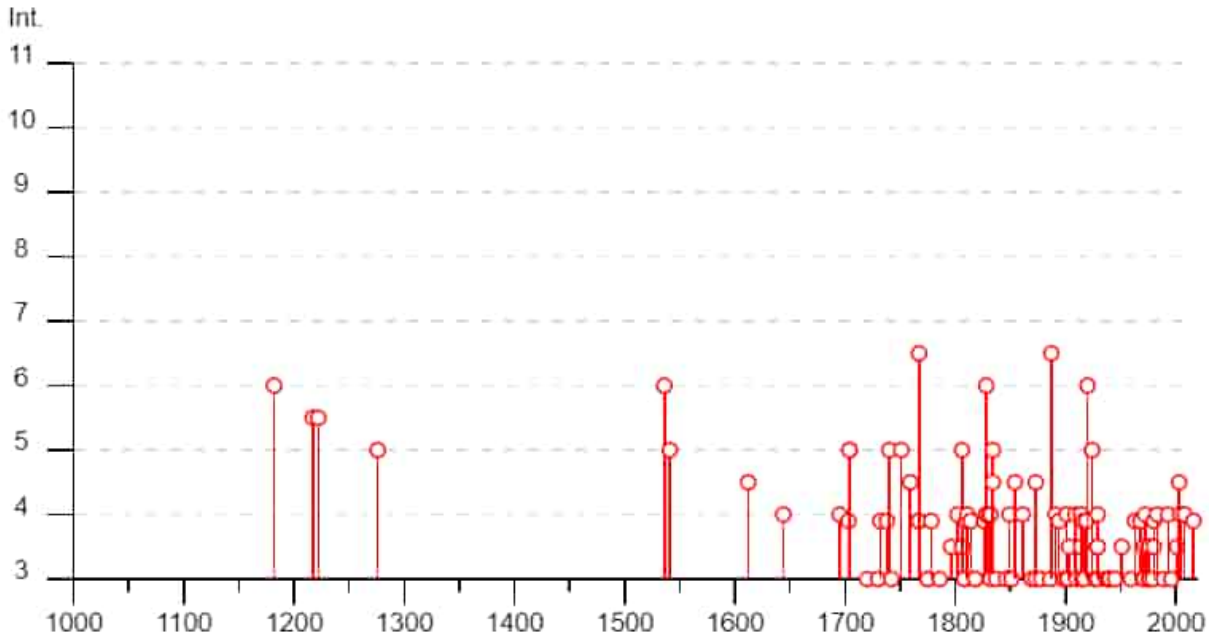
CPTI15 è consultabile liberamente all'indirizzo http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15 e attraverso il "web service" dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/.

CPTI15 è un prodotto scientifico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) la cui realizzazione ha richiesto anni di lavoro e raccoglie il frutto della ricerca di diversi autori di diversi enti. CPTI15 può essere utilizzato per scopi scientifici, a condizione che la fonte sia sempre citata.

Di seguito viene riporta la mappa del catalogo CPTI15 desunta dal sito https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/.

## Genova

| | |
|---|---|
| PlaceID | IT_33336 |
| Coordinate (lat, lon) | 44.419, 8.898 |
| Comune (ISTAT 2015) | Genova |
| Provincia | Genova |
| Regione | Liguria |
| Numero di eventi riportati | 131 |


Int.
11
10
9
8
7
6
5
4
3
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 6 | 1182 | 08 | 15 | | | | Genova | 1 | 6 | 4.63 |
| 5-6 | 1217 | 01 | 08 | | | | Genova | 1 | 5-6 | 4.40 |
| 5-6 | 1222 | 12 | 25 | 12 | 30 | | Bresciano-Veronese | 18 | 7-8 | 5.68 |
| 5 | 1276 | 07 | 29 | 18 | 30 | | Monferrato | 9 | 5 | 4.81 |
| 6 | 1536 | 08 | 10 | 23 | | | Genova | 1 | 6 | 4.63 |
| 5 | 1541 | 10 | 22 | 18 | | | Valle Scrivia | 9 | 7 | 5.26 |
| 4-5 | 1612 | 01 | 31 | | | | Liguria occidentale | 6 | 6-7 | 4.86 |
| 4 | 1644 | 02 | 15 | 04 | 30 | | Alpes Niçoises | 29 | 8 | 5.74 |
| 4 | 1695 | 02 | 25 | 05 | 30 | | Asolano | 107 | 10 | 6.40 |
| F | 1703 | 12 | 21 | 21 | | | Piemonte-Liguria | 3 | 4 | 3.70 |
| 5 | 1704 | 05 | 13 | 12 | 15 | | Riviera Ligure | 4 | 5 | 4.16 |
| 5 | 1704 | 05 | 14 | 00 | 45 | | Riviera Ligure | 2 | 5 | 4.16 |
| 3 | 1720 | 01 | 10 | | | | Toscana settentrionale | 3 | 4-5 | 3.93 |
| 3 | 1730 | 03 | 29 | 00 | 05 | | Versilia | 4 | 4 | 3.70 |
| F | 1732 | 05 | 21 | | | | Livorno | 2 | 4-5 | 3.93 |
| F | 1738 | 11 | 05 | 00 | 30 | | Emilia occidentale | 10 | 7 | 5.10 |
| 5 | 1740 | 03 | 06 | 05 | 40 | | Garfagnana | 32 | 8 | 5.64 |
| 3 | 1742 | 01 | 27 | 11 | 20 | | Livornese | 16 | 6 | 4.87 |
| 5 | 1751 | 11 | 21 | | | | Liguria | 6 | 4 | 3.70 |
| 4-5 | 1759 | 05 | 26 | 22 | 15 | | Pavese | 4 | 5 | 4.16 |
| F | 1767 | 01 | 21 | 07 | 45 | | Lunigiana | 10 | 7 | 5.27 |
| F | 1767 | 01 | 21 | 09 | | | Lunigiana | 7 | 5-6 | 4.60 |
| 6-7 | 1767 | 02 | 07 | 03 | 45 | | Genovese | 10 | 6 | 4.98 |
| 3 | 1775 | 01 | 04 | 18 | | | Appennino emiliano | 6 | 4 | 4.43 |
| 3 | 1775 | 01 | 05 | 22 | 45 | | Appennino emiliano | 7 | 5 | 4.55 |
| F | 1778 | 02 | 18 | 02 | 18 | | Lunigiana | 2 | 4-5 | 3.93 |
| 3 | 1786 | 12 | 25 | 01 | | | Riminese | 90 | 8 | 5.66 |
| 3-4 | 1796 | 10 | 22 | 04 | | | Emilia orientale | 27 | 7 | 5.45 |
| 4 | 1802 | 05 | 12 | 09 | 30 | | Valle dell'Oglio | 94 | 8 | 5.60 |
| 3-4 | 1806 | 02 | 12 | | | | Reggiano | 28 | 7 | 5.21 |
| 5 | 1806 | 03 | 31 | | | | Liguria occidentale | 6 | 5 | 4.62 |
| 2 | 1807 | 09 | 05 | 01 | 30 | | Liguria occidentale | 10 | 5-6 | 4.81 |
| 3 | 1808 | 04 | 02 | 16 | 43 | | Val Pellice | 105 | 8 | 5.64 |
| 3 | 1808 | 04 | 16 | 01 | 15 | | Val Pellice | 21 | 7 | 5.34 |
| F | 1810 | 12 | 25 | 00 | 45 | | Pianura emiliana | 33 | 6 | 5.06 |
| 4 | 1811 | 07 | 15 | 22 | 44 | | Modenese-Reggiano | 19 | 6-7 | 5.13 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| F | 1814 04 03 | Costa pisano-livornese | 4 | 6-7 5.12 |
| 3 | 1818 02 23 18 10 | Liguria occidentale | 45 | 7 5.32 |
| 3 | 1818 12 09 18 55 | Parmense | 26 | 7 5.24 |
| NF | 1824 02 04 21 50 | Oltrepò Pavese | 8 | 5 4.49 |
| F | 1826 06 24 12 15 | Garda occidentale | 20 | 5 4.62 |
| 6 | 1828 10 09 02 20 | Oltrepò Pavese | 110 | 8 5.72 |
| 4 | 1828 10 09 08 | Oltrepò Pavese | 6 | |
| 4 | 1828 10 10 01 30 | Oltrepò Pavese | 18 | |
| 4 | 1831 05 26 10 30 | Liguria occidentale | 33 | 8 5.56 |
| 2-3 | 1831 09 11 18 15 | Pianura emiliana | 25 | 7-8 5.48 |
| 2 | 1832 03 11 06 45 | Carpi | 14 | 5 4.51 |
| 3 | 1832 03 11 08 45 | Parmense | 14 | |
| 4 | 1832 03 13 03 30 | Reggiano | 97 | 7-8 5.51 |
| 5 | 1834 02 14 13 15 | Val di Taro-Lunigiana | 112 | 9 5.96 |
| 4-5 | 1834 07 04 00 45 | Val di Taro-Lunigiana | 24 | 6-7 5.08 |
| 3 | 1837 04 11 17 | Lunigiana | 60 | 9 5.94 |
| 2 | 1843 10 25 03 30 | Mugello | 17 | 6-7 5.03 |
| 3 | 1846 08 14 12 | Colline Pisane | 121 | 9 6.04 |
| 4 | 1849 11 28 18 | Val di Taro | 7 | 6 4.63 |
| 3 | 1851 02 05 09 50 | Valtellina | 30 | 5 4.72 |
| 4-5 | 1854 12 29 01 45 | Liguria occidentale | 86 | 7-8 5.72 |
| NF | 1857 02 01 | Parmense-Reggiano | 22 | 6-7 5.11 |
| 4 | 1861 03 16 | Varese Ligure | 2 | 6 4.63 |
| 3 | 1869 12 13 02 53 | Sassuolo | 13 | 5 4.57 |
| 2-3 | 1873 03 12 20 04 | Appennino marchigiano | 196 | 8 5.85 |
| 3 | 1873 06 29 03 58 | Alpago Cansiglio | 197 | 9-10 6.29 |
| 4-5 | 1873 09 17 | Appennino tosco-ligure | 64 | 6-7 5.26 |
| 3 | 1878 09 10 13 31 | Lunigiana | 12 | 6-7 4.98 |
| NF | 1882 02 15 05 | Val Borbera | 18 | 6 4.77 |
| 3 | 1886 09 05 | Torinese | 101 | 7 5.22 |
| 6-7 | 1887 02 23 05 21 5 | Liguria occidentale | 1511 | 9 6.27 |
| 4 | 1891 06 07 01 06 1 | Valle d'Illasi | 403 | 8-9 5.87 |
| F | 1894 11 27 05 07 | Bresciano | 183 | 6 4.89 |
| 2-3 | 1897 07 06 20 44 | Mar Ligure | 62 | 5 4.22 |
| 3 | 1898 03 04 21 05 | Parmense | 313 | 7-8 5.37 |
| 3 | 1901 01 23 00 17 1 | Oltrepò Pavese | 90 | 5 4.23 |
| 4 | 1901 10 30 14 49 5 | Garda occidentale | 289 | 7-8 5.44 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1902 | 08 | 04 | 22 | 36 | 1 | Lunigiana | 60 | 6 | 4.78 |
| 3-4 | 1903 | 07 | 27 | 03 | 46 | | Lunigiana | 79 | 7-8 | 5.19 |
| 2-3 | 1906 | 08 | 11 | 09 | 58 | | Liguria occidentale | 82 | 5 | 4.41 |
| 4 | 1909 | 01 | 13 | 00 | 45 | | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 3 | 1910 | 01 | 23 | 01 | 50 | | Piacentino | 118 | 5 | 4.39 |
| 2-3 | 1913 | 12 | 07 | 01 | 28 | | Valle Scrivia | 56 | 5 | 4.57 |
| 3-4 | 1914 | 10 | 26 | 03 | 43 | 2 | Torinese | 63 | 7 | 5.24 |
| 4 | 1914 | 10 | 27 | 09 | 22 | | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| 3 | 1915 | 10 | 10 | 23 | 10 | | Reggiano | 30 | 6 | 4.87 |
| F | 1916 | 08 | 16 | 07 | 06 | 1 | Riminese | 257 | 8 | 5.82 |
| 3 | 1917 | 01 | 07 | 03 | 39 | | Savonese | 32 | 5 | 4.35 |
| F | 1919 | 06 | 29 | 15 | 06 | 1 | Mugello | 565 | 10 | 6.38 |
| 6 | 1920 | 09 | 07 | 05 | 55 | 4 | Garfagnana | 750 | 10 | 6.53 |
| 5 | 1924 | 09 | 21 | 20 | 18 | | Genovese | 11 | 5 | 4.32 |
| 2 | 1926 | 01 | 01 | 18 | 04 | 0 | Carniola interna | 63 | 7-8 | 5.72 |
| 3 | 1927 | 10 | 28 | 21 | 49 | | Alta Val di Taro | 39 | 6 | 4.66 |
| 2-3 | 1929 | 04 | 19 | 04 | 16 | | Bolognese | 82 | 6-7 | 5.13 |
| 3-4 | 1929 | 04 | 20 | 01 | 10 | | Bolognese | 109 | 7 | 5.36 |
| 3 | 1929 | 04 | 22 | 08 | 26 | | Bolognese | 41 | 6-7 | 5.10 |
| 4 | 1929 | 04 | 29 | 18 | 36 | | Bolognese | 45 | 6 | 5.20 |
| 3-4 | 1929 | 05 | 11 | 19 | 23 | | Bolognese | 64 | 6-7 | 5.29 |
| 2 | 1935 | 03 | 19 | 07 | 27 | 1 | Embrunais | 254 | 7 | 5.25 |
| 3 | 1937 | 12 | 10 | 18 | 04 | | Frignano | 28 | 6 | 5.30 |
| 3 | 1939 | 10 | 15 | 14 | 05 | | Garfagnana | 62 | 6-7 | 4.96 |
| 3 | 1939 | 10 | 31 | 06 | 47 | | Lunigiana | 19 | 5-6 | 4.85 |
| 3 | 1940 | 01 | 24 | 23 | 32 | 1 | Appennino emiliano | 6 | | |
| 3 | 1945 | 12 | 15 | 05 | 27 | | Oltrepò Pavese | 12 | 6 | 4.72 |
| 3-4 | 1951 | 05 | 15 | 22 | 54 | | Lodigiano | 179 | 6-7 | 5.17 |
| 3 | 1959 | 01 | 26 | 05 | 35 | 4 | Alta Val di Taro | 14 | 5 | 4.27 |
| F | 1963 | 07 | 19 | 05 | 46 | 0 | Mar Ligure | 412 | | 5.95 |
| F | 1968 | 04 | 18 | 19 | 38 | 1 | Liguria occidentale | 51 | 7-8 | 4.93 |
| 3 | 1970 | 12 | 31 | 22 | 04 | 4 | Liguria occidentale | 79 | 6 | 4.62 |
| 3 | 1971 | 07 | 15 | 01 | 33 | 2 | Parmense | 228 | 8 | 5.51 |
| 3-4 | 1971 | 09 | 25 | 10 | 34 | 0 | Mar Ligure | 31 | 5-6 | 4.33 |
| 4 | 1972 | 10 | 25 | 21 | 56 | 1 | Appennino settentrionale | 198 | 5 | 4.87 |
| 3-4 | 1975 | 11 | 16 | 13 | 04 | 2 | Appennino piacentino | 10 | 4-5 | 4.93 |
| 3-4 | 1976 | 05 | 06 | 20 | 00 | 1 | Friuli | 770 | 9-10 | 6.45 |
| 3 | 1976 | 08 | 22 | 02 | 49 | 1 | Alta Val di Taro | 26 | 5 | 4.54 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1976 | 09 | 15 | 09 | 21 | 1 | Friuli | 54 | 8-9 | 5.95 |
| NF | 1978 | 12 | 05 | 15 | 39 | 0 | Romagna | 34 | 4-5 | 4.61 |
| 3 | 1979 | 02 | 09 | 14 | 44 | | Bergamasco | 73 | 6 | 4.78 |
| F | 1980 | 01 | 05 | 14 | 32 | 2 | Torinese | 120 | 6-7 | 4.82 |
| 2-3 | 1980 | 06 | 07 | 18 | 35 | 0 | Garfagnana | 102 | 6-7 | 4.64 |
| 3-4 | 1980 | 12 | 23 | 12 | 01 | 0 | Piacentino | 69 | 6-7 | 4.57 |
| 4 | 1983 | 11 | 09 | 16 | 29 | 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| NF | 1984 | 04 | 29 | 05 | 02 | 5 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5.62 |
| 3 | 1989 | 12 | 26 | 19 | 59 | 5 | Mar Ligure | 290 | | 4.46 |
| 4 | 1993 | 07 | 17 | 10 | 34 | 5 | Liguria occidentale | 336 | 5 | 4.34 |
| NF | 1995 | 10 | 10 | 06 | 54 | 2 | Lunigiana | 341 | 7 | 4.82 |
| 3 | 1996 | 10 | 15 | 09 | 55 | 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 2 | 2000 | 08 | 21 | 17 | 14 | | Monferrato | 595 | 6 | 4.94 |
| 3-4 | 2001 | 02 | 06 | 22 | 28 | 4 | Mar Ligure | 47 | 4-5 | 4.17 |
| 4-5 | 2003 | 04 | 11 | 09 | 26 | 5 | Valle Scrivia | 78 | 6-7 | 4.81 |
| 4 | 2004 | 11 | 24 | 22 | 59 | 3 | Garda occidentale | 176 | 7-8 | 4.99 |
| NF | 2005 | 04 | 13 | 18 | 46 | 0 | Valle del Trebbia | 163 | 4 | 3.68 |
| NF | 2005 | 04 | 18 | 10 | 59 | 1 | Valle del Trebbia | 284 | 4 | 3.97 |
| 4 | 2008 | 12 | 23 | 15 | 24 | 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| F | 2016 | 10 | 30 | 06 | 40 | 1 | Valnerina | 379 | | 6.61 |

Località vicine (entro 10km)

| Località | EQs | Distanza (km) |
|---|---|---|
| Sampierdarena | 3 | 1 |
| Borzoli | 1 | 3 |
| Rivarolo Ligure | 2 | 3 |
| Sestri Ponente | 10 | 4 |
| San Giovanni Battista | 1 | 4 |
| Bolzaneto | 2 | 5 |
| Pegli | 2 | 7 |
| Sturla | 1 | 7 |
| Pontedecimo | 11 | 9 |
| Ceranesi (Santa Marta) | 7 | 9 |
| Sant'Olcese | 3 | 10 |
| Campomorone | 5 | 10 |

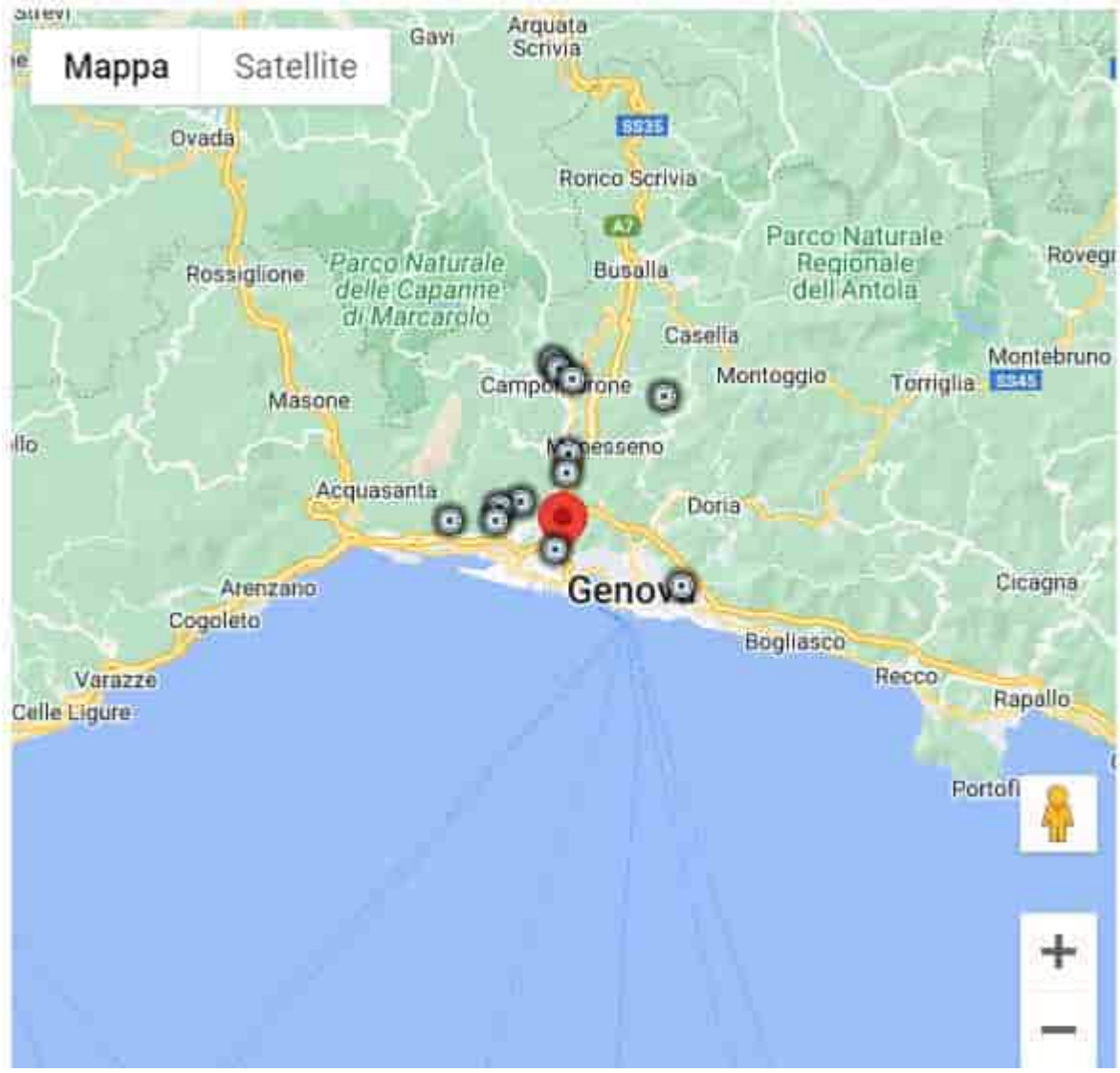



**Figura 50: Dati desunti dalla consultazione del CPTI15 e DBMI15 per l'area di Genova (GE)**

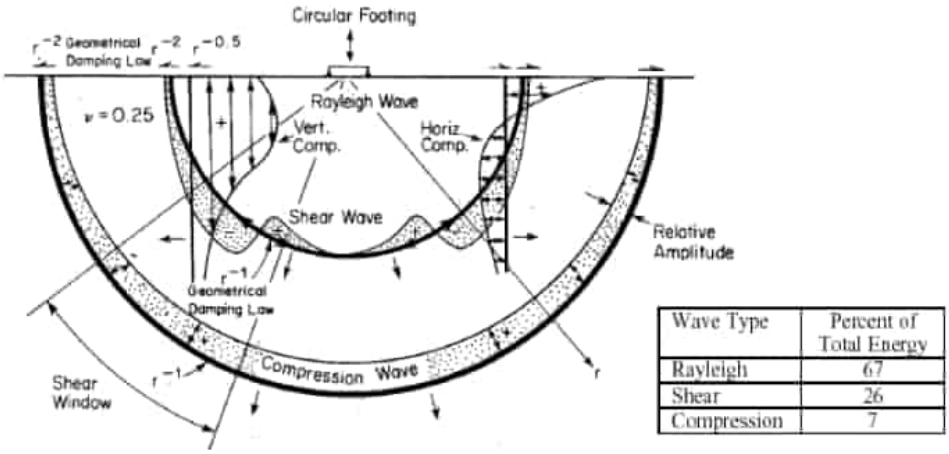
### 14.4 Indagini sismiche in sito

Per la definizione dei parametri dinamici e per la classificazione del suolo di fondazione ai fini sismici è stata condotta la seguente indagine nelle vicinanze dell'area della WBS RI02:

- N.5 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per l'individuazione della velocità delle onde sismiche Vs30;
- N.5 prove sismiche HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) a stazione singola (tromino)
  I risultati delle indagini eseguite in sito sono riportati in allegato
- N.1 prove Down-Hole nel foro di sondaggio S06

#### *14.4.1 MASW*

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. La determinazione delle Vs viene ottenuta tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.




| Wave Type | Percent of Total Energy |
|---|---|
| Rayleigh | 67 |
| Shear | 26 |
| Compression | 7 |

· *Distribuzione delle onde di Rayleigh nel sottosuolo.*

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prova si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

Il *sistema energizzante*: tale sistema deve essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali. Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5kg.

*Il sistema di ricezione:* per l'indagine sono stati utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione verticale), con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.

*Il trigger*: la metodologia utilizzata, in quanto attiva, prevede che l'inizio della registrazione sia individuato mediante un *trigger:* consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato un geofono starter) e l'impulso.

generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

*Il sistema di acquisizione dati*: sismografo costituito da un sistema multicanale a conversione digitale. Il modello è denominato *GEODE* (prodotto dalla *GEOMETRICS,* Fig. 4; Tab. 2) ed è caratterizzato da una risoluzione di acquisizione pari a 24 bit (Tecnologia Delta Sigma). Tale sistema è in grado di registrare, su ciascun canale in forma digitale, le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni ed al sensore del trigger, consentendo quindi di registrare in forma numerica e visualizzare sotto forma di tracce, su un apposito monitor, le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

Gli stendimenti sismici sono stati realizzati utilizzando 24 canali d'acquisizione (geofoni) con passo intergeofonico pari a 3 m.

***Risultati MASW***

Le indagini MASW hanno consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs che, com'è noto, può essere ritenuto esaustivo del profilo verticale di Vs nel punto centrale dello stendimento.

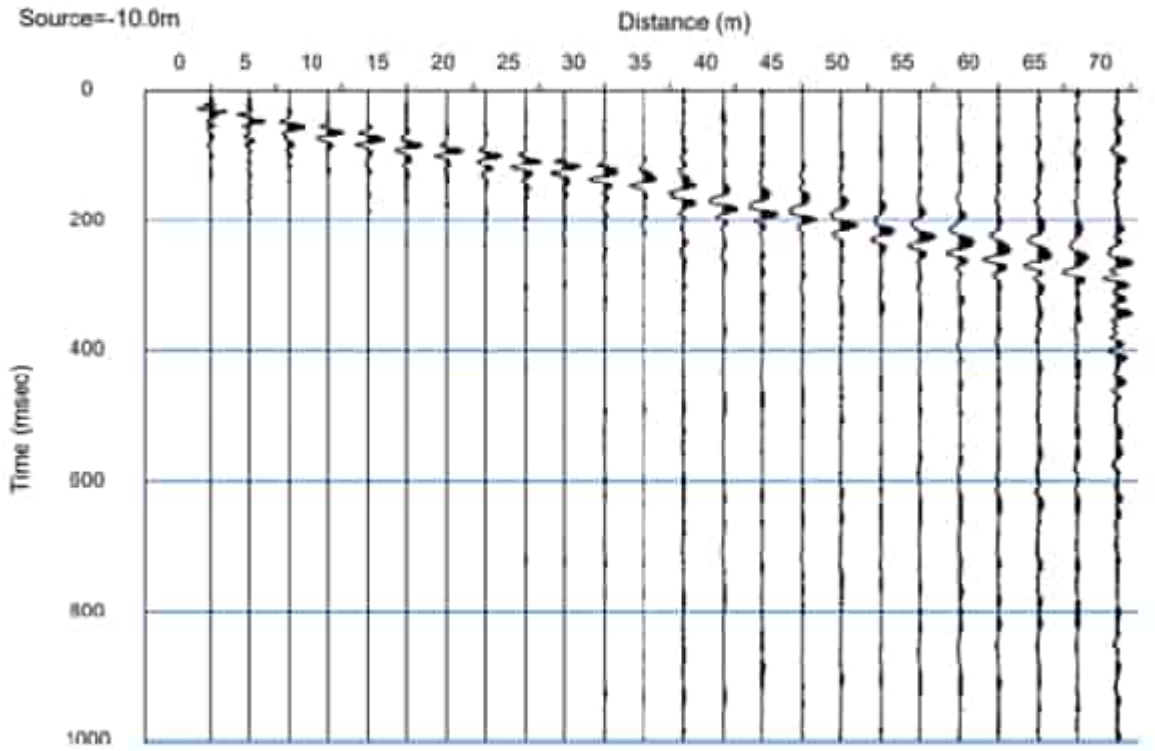
Di seguito sono riportati i risultati per ogni indagine MASW eseguita:

### 14.4.1.1 MASW4

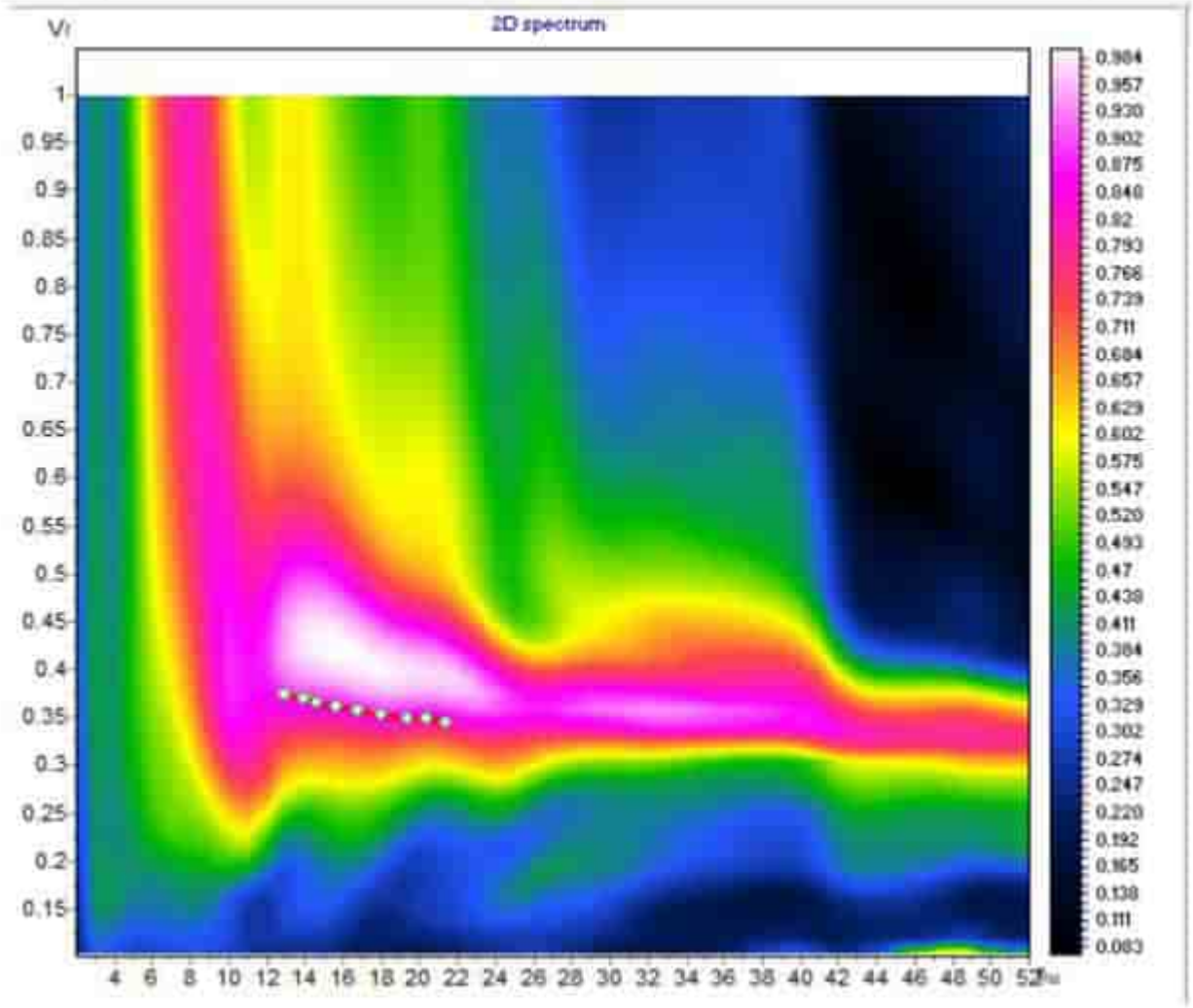
| | | | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | COCIV S.P.A. | | |
| LAVORO: | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| UBICAZIONE: | GENOVA (GE) | | |
| NOME TEST: | MASW 4 | | |
| DATA DI ESECUZIONE: | 23/09/2020 | | |
| COORDINATE | Y | 44°26'16.52"N | |
| | E | 8°53'28.53"E | |



**SISMOGRAMMA**

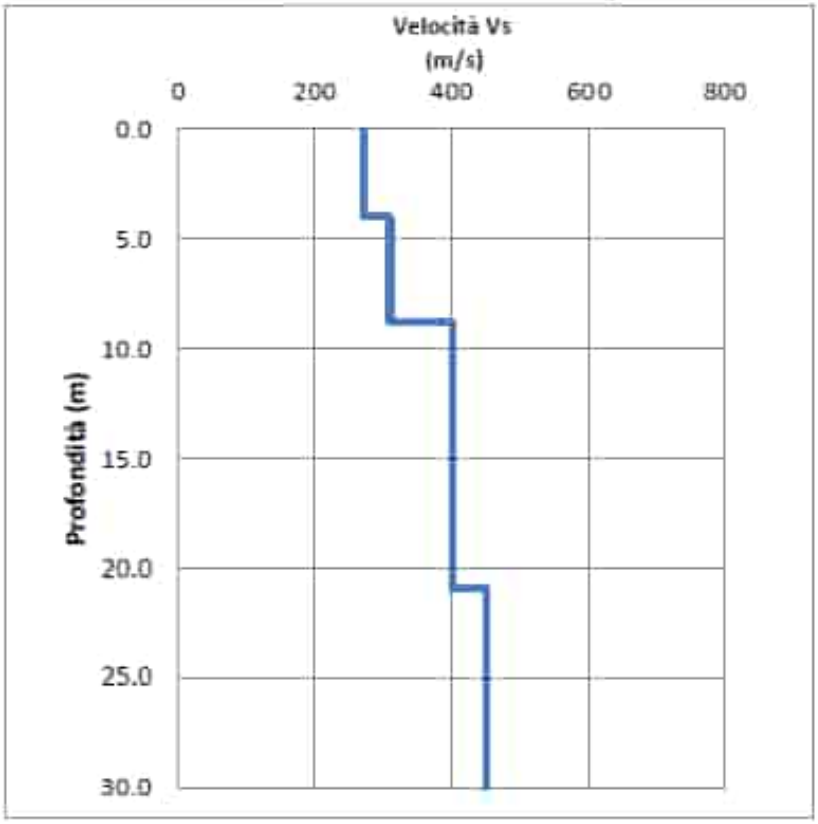


**SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE**



| GRAFICO & TABELLA Vs - h | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
| 1 | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 270.00 |
| 2 | 4.00 | 8.80 | 4.80 | 310.00 |
| 3 | 8.80 | 20.90 | 12.10 | 400.00 |
| 4 | 20.90 | inf. | inf. | 450.00 |

| | |
|---|---|
| Vs eq (0 - 30) | 371 |
| Suolo | B |

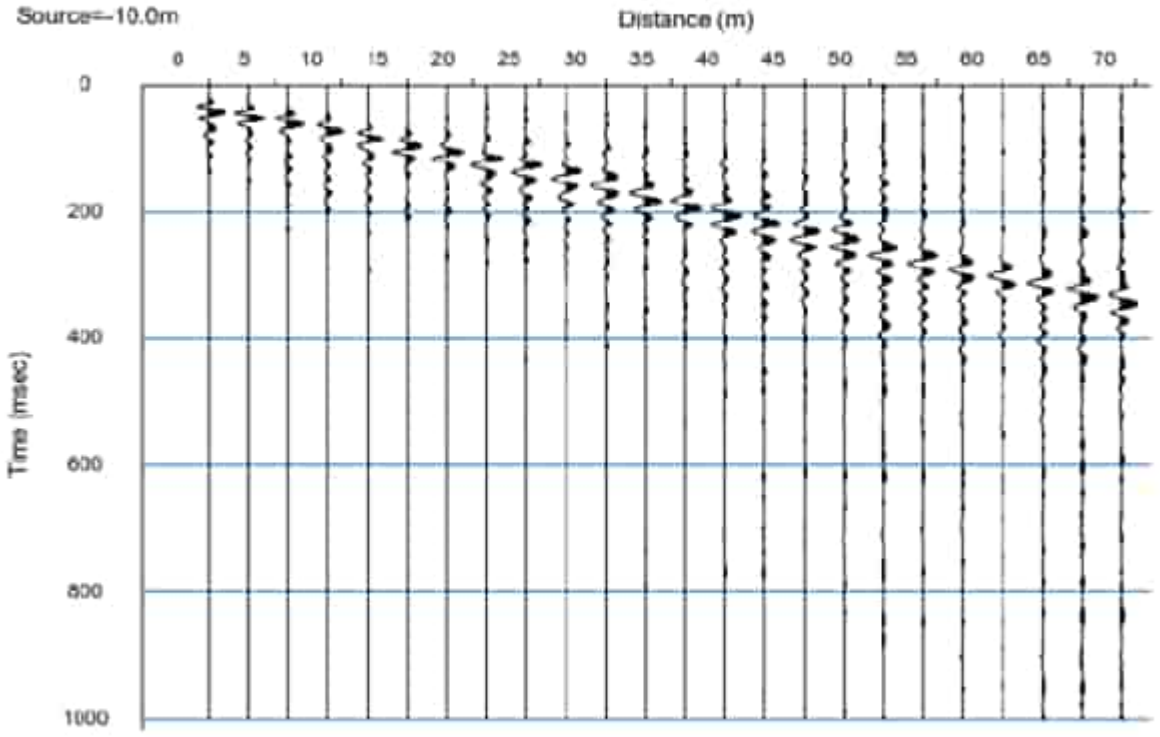


### 14.4.1.2 MASW5

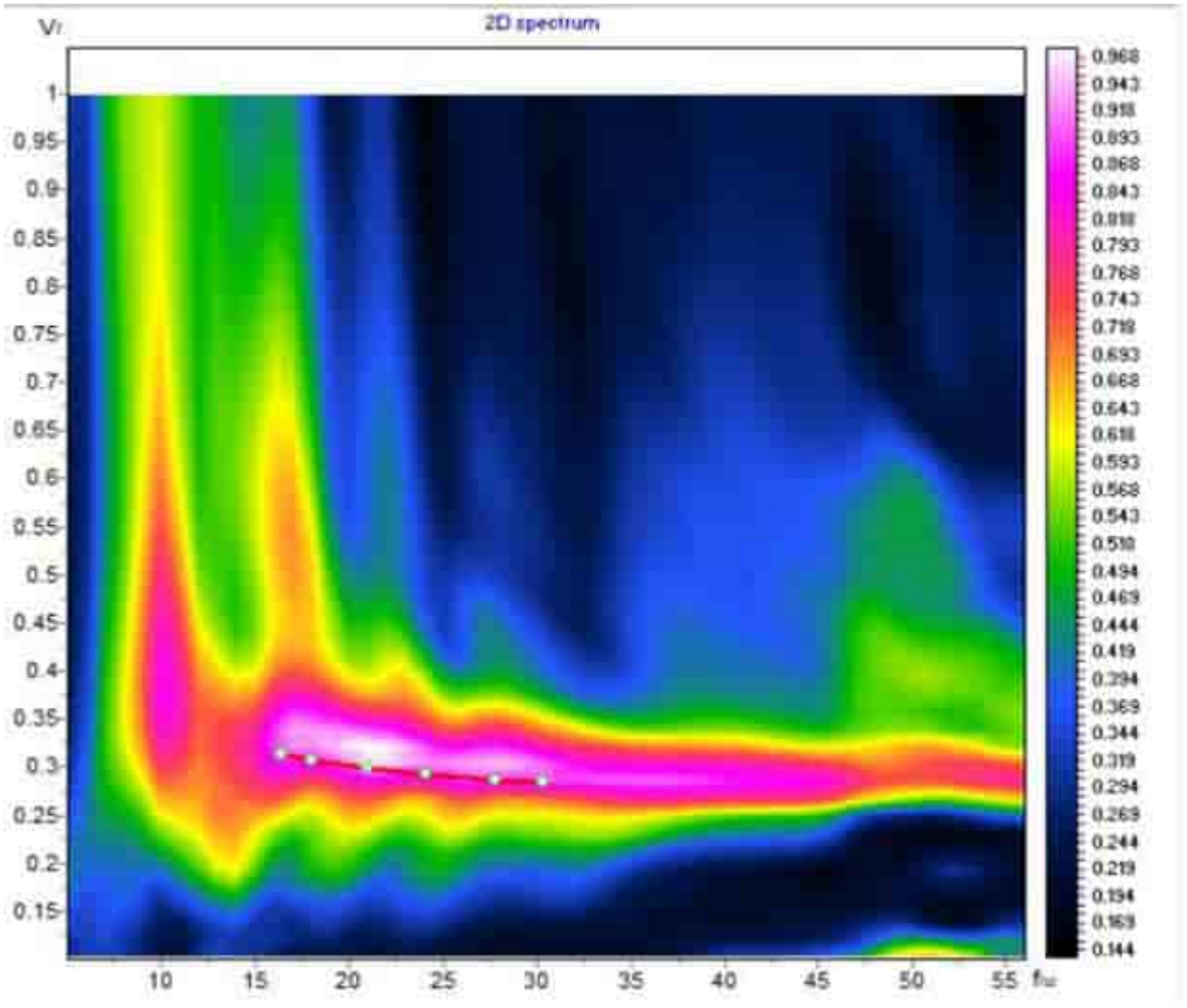
| | | | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | COCIV S.P.A. | | |
| LAVORO: | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| UBICAZIONE: | GENOVA (GE) | | |
| NOME TEST.: | MASW 5 | | |
| DATA DI ESECUZIONE: | 22/09/2020 | | |
| COORDINATE: | Y | 44°28'21.28"N | |
| | X | 8°53'21.81"E | |



**SISMOGRAMMA**

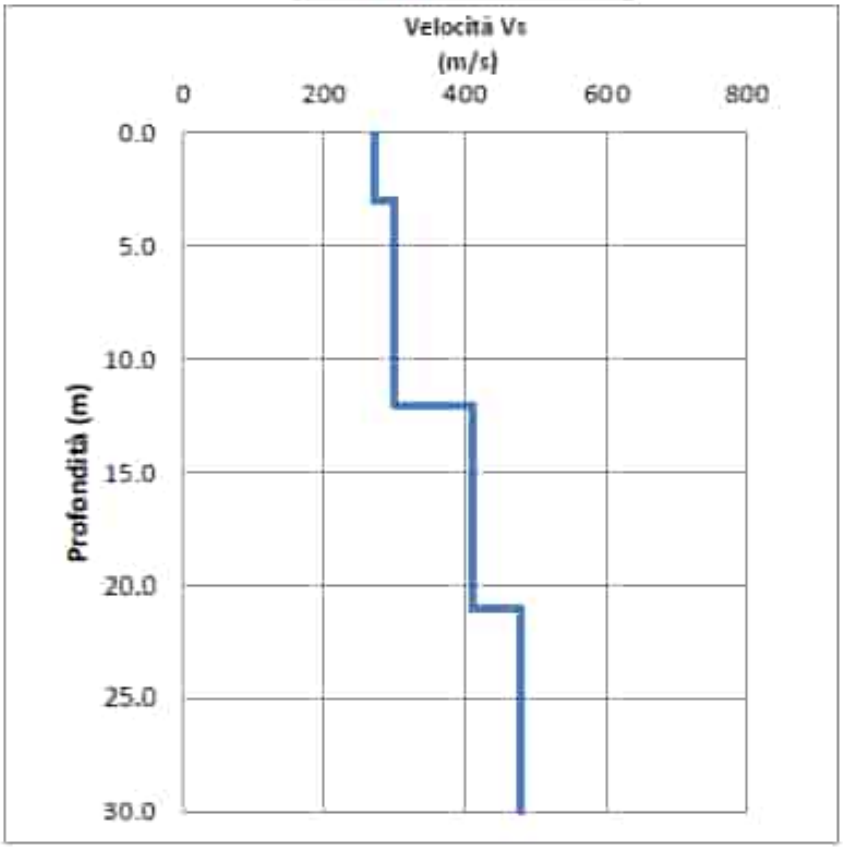


**SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE**



| GRAFICO & TABELLA Vs - h | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
| 1 | 0.00 | 3.00 | 3.00 | 270.00 |
| 2 | 3.00 | 12.00 | 9.00 | 300.00 |
| 3 | 12.00 | 21.00 | 9.00 | 410.00 |
| 4 | 21.00 | inf. | inf. | 480.00 |

| | |
|---|---|
| Vs eq (0 - 30) | 367 |
| Suolo | B |

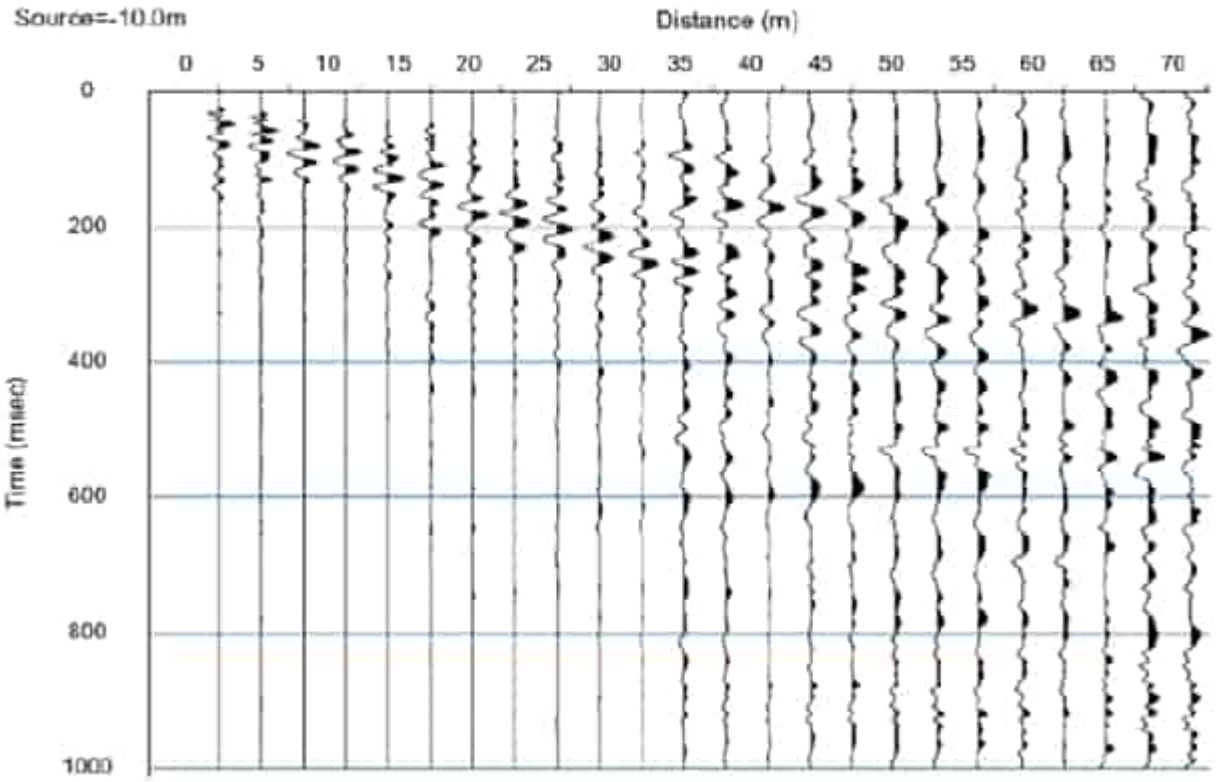


### 14.4.1.3 MASW6

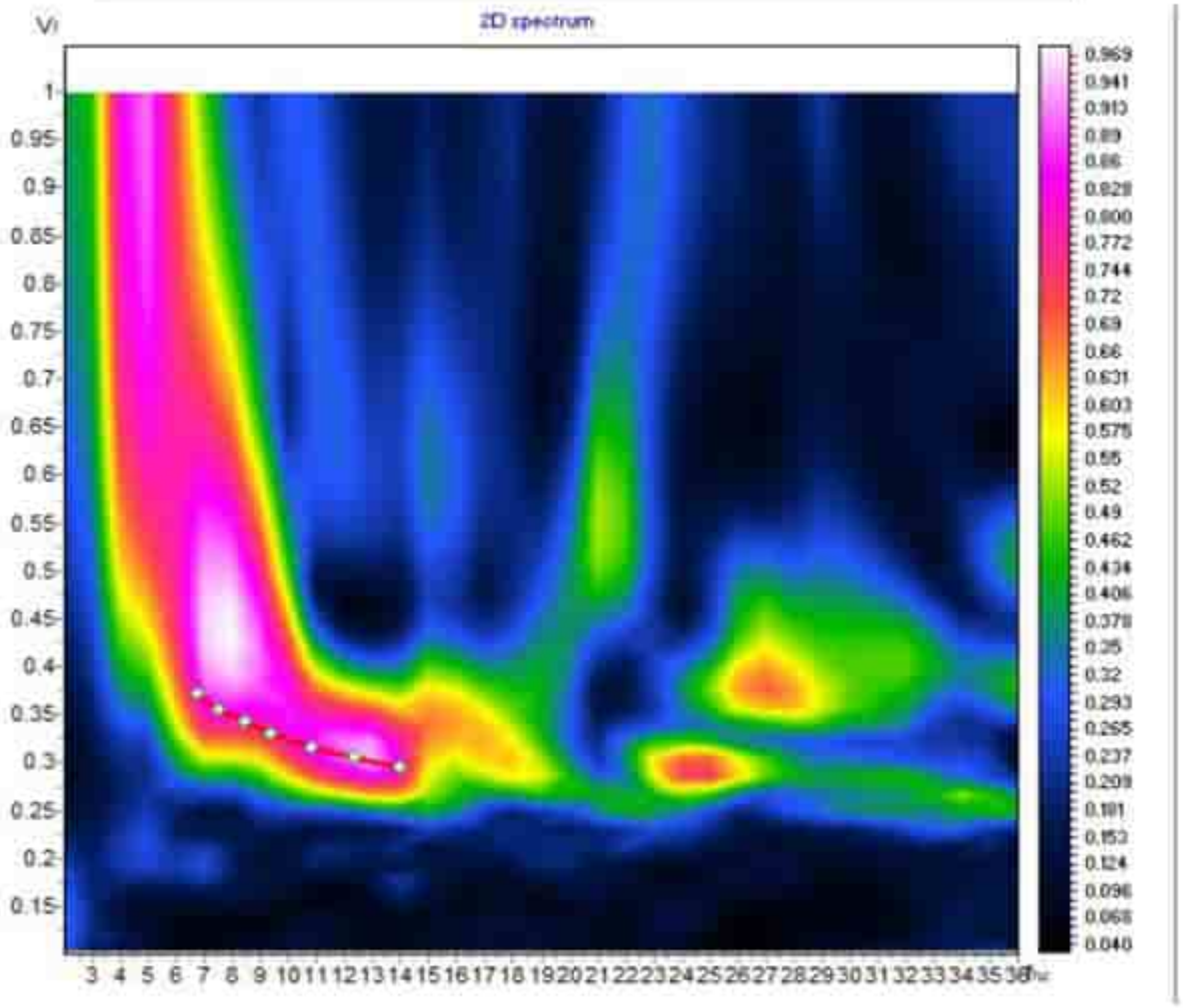
| | | | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | COCIV S.P.A. | | |
| LAVORO: | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento Infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera | | |
| UBICAZIONE: | GENOVA (GE) | | |
| NOME TEST: | MASW 6 | | |
| DATA DI ESECUZIONE: | 23/09/2020 | | |
| COORDINATE: | Y | 44°26'21.78"N | |
| | X | 8°53'20.17"E | |



**SISMOGRAMMA**

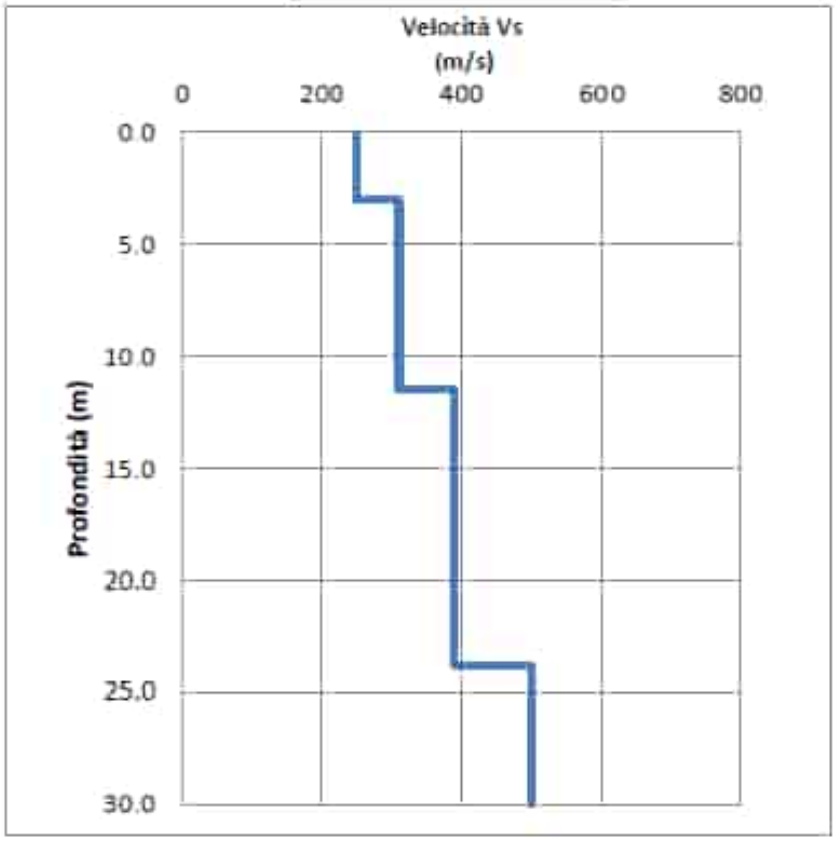


**SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE**



| GRAFICO & TABELLA Vs - h | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
| 1 | 0.00 | 3.00 | 3.00 | 250.00 |
| 2 | 3.00 | 11.50 | 8.50 | 310.00 |
| 3 | 11.50 | 23.80 | 12.30 | 390.00 |
| 4 | 23.80 | inf | inf | 500.00 |

| Vs eq (0 - 30) | 360 |
|---|---|
| Suolo | C |

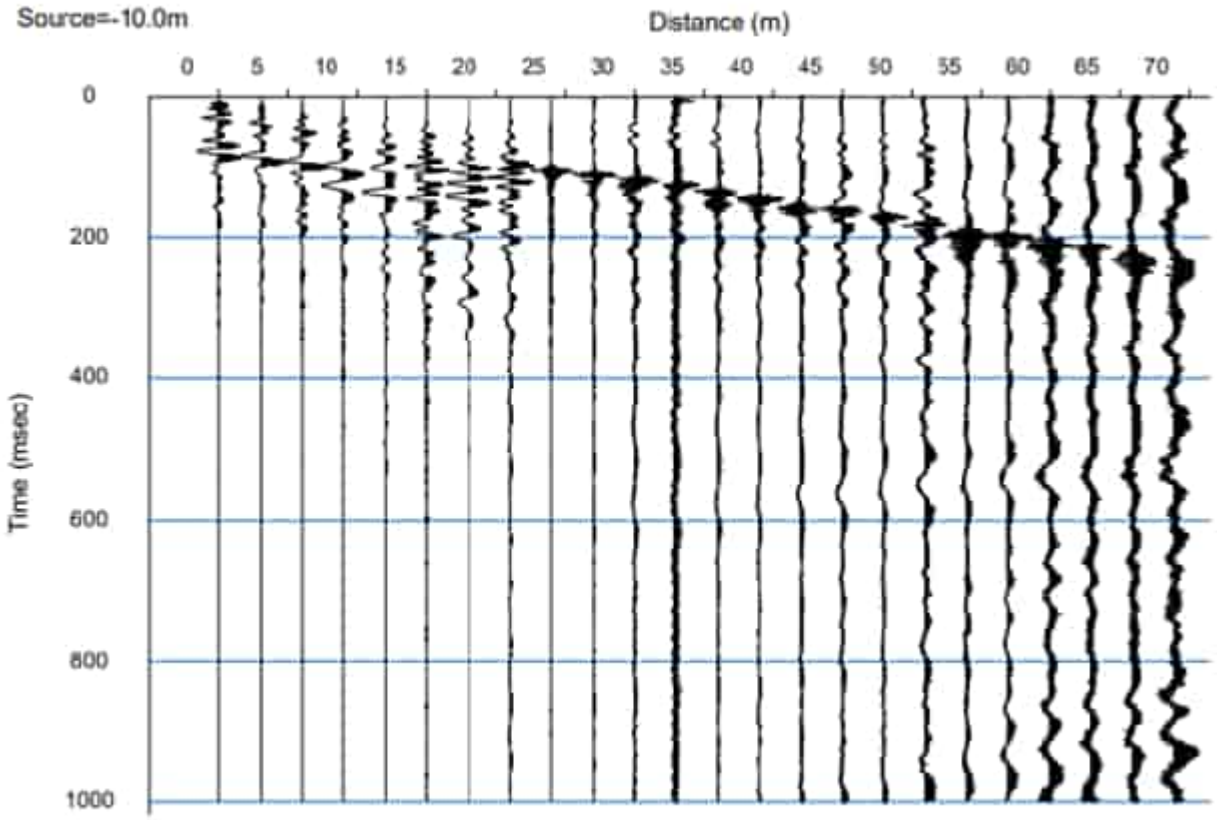


### 14.4.1.4 MASW7

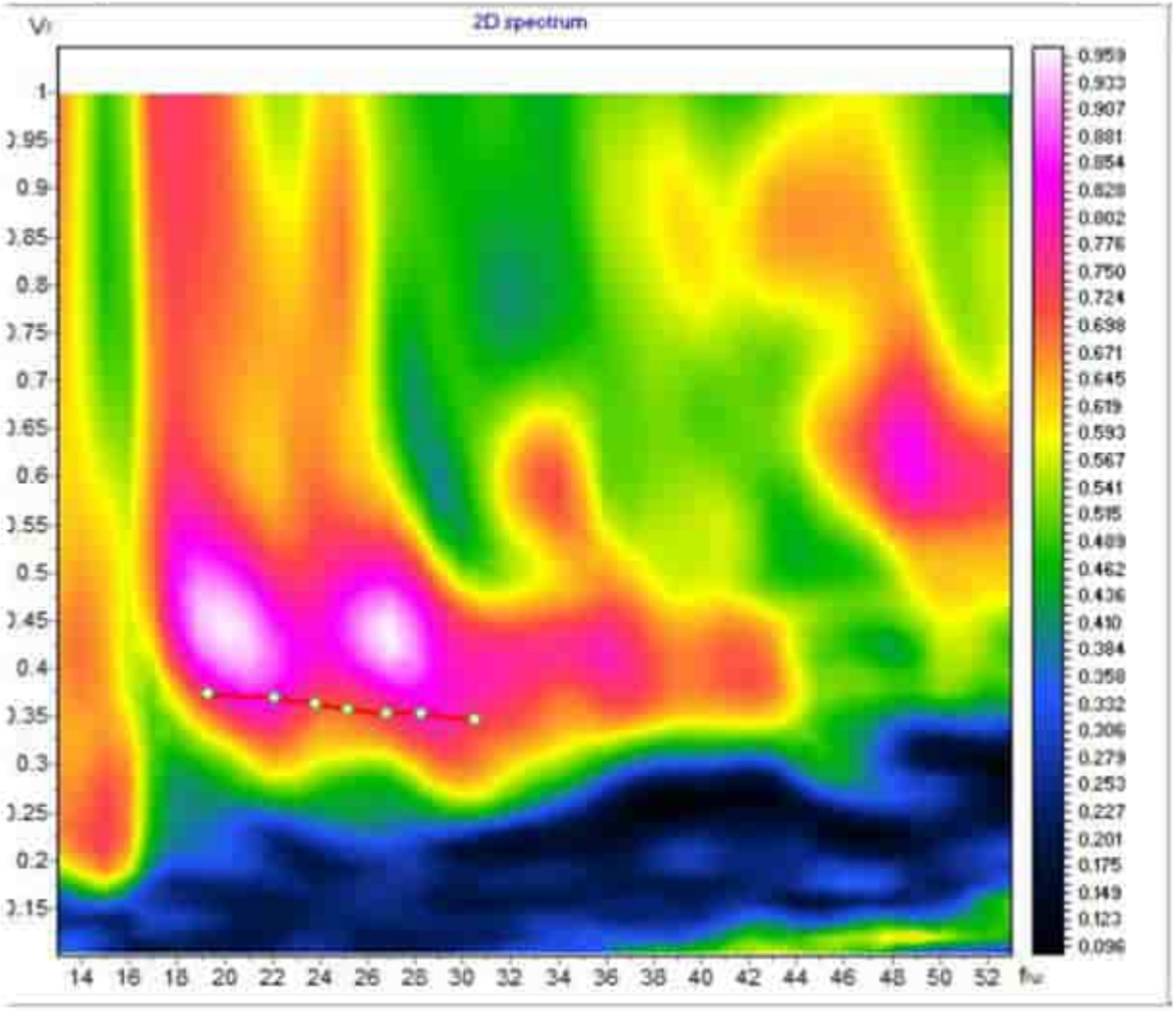
| | | | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | COCIV S.P.A. | | |
| LAVORO: | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (Istituto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| UBICAZIONE: | GENOVA (GE) | | |
| NOME TEST: | MASW 7 | | |
| DATA DI ESECUZIONE | 22/09/2020 | | |
| COORDINATE | Y | 44°26'25.05"N | |
| | X | 8°53'17.56"E | |



**SISMOGRAMMA**

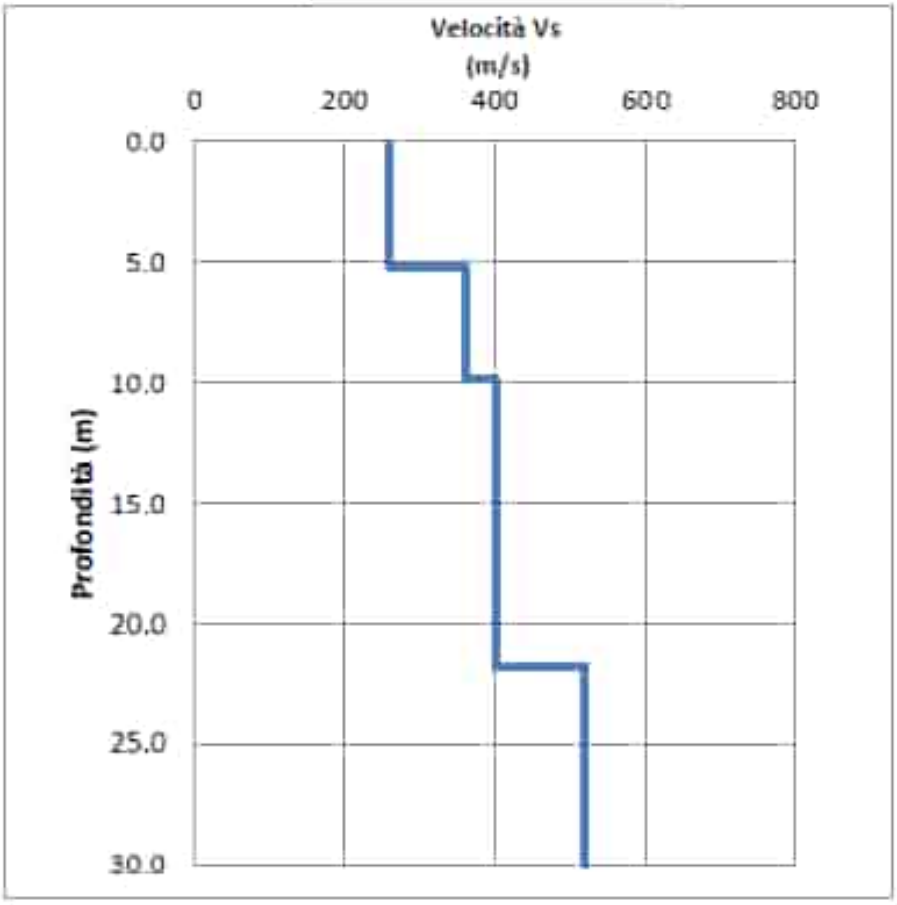


**SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE**



| GRAFICO & TABELLA Vs - h | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
| 1 | 0.00 | 5.20 | 5.20 | 260.00 |
| 2 | 5.20 | 9.80 | 4.60 | 360.00 |
| 3 | 9.80 | 21.80 | 12.00 | 400.00 |
| 4 | 21.80 | inf. | inf. | 520.00 |

| Vs eq (0 - 30) | 382 |
|---|---|
| Suolo | B |

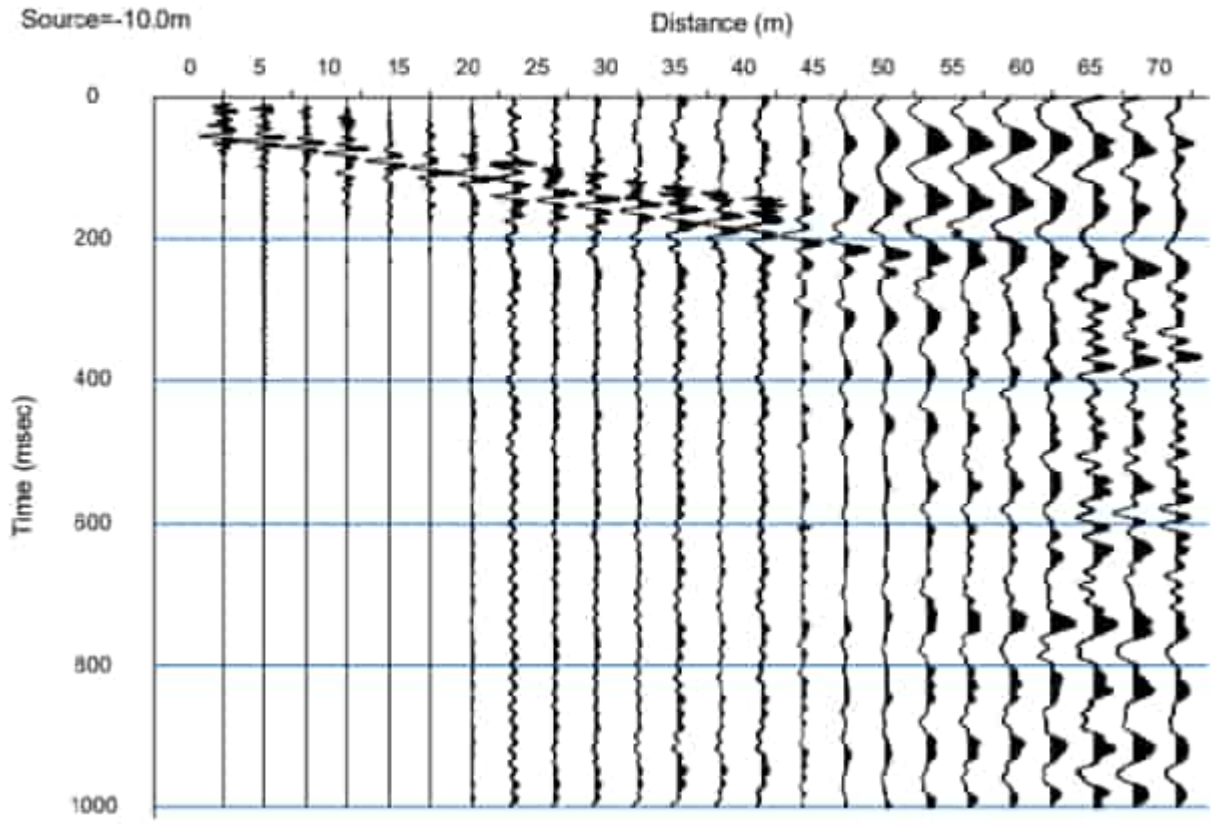


## 14.4.1.5 MASW8

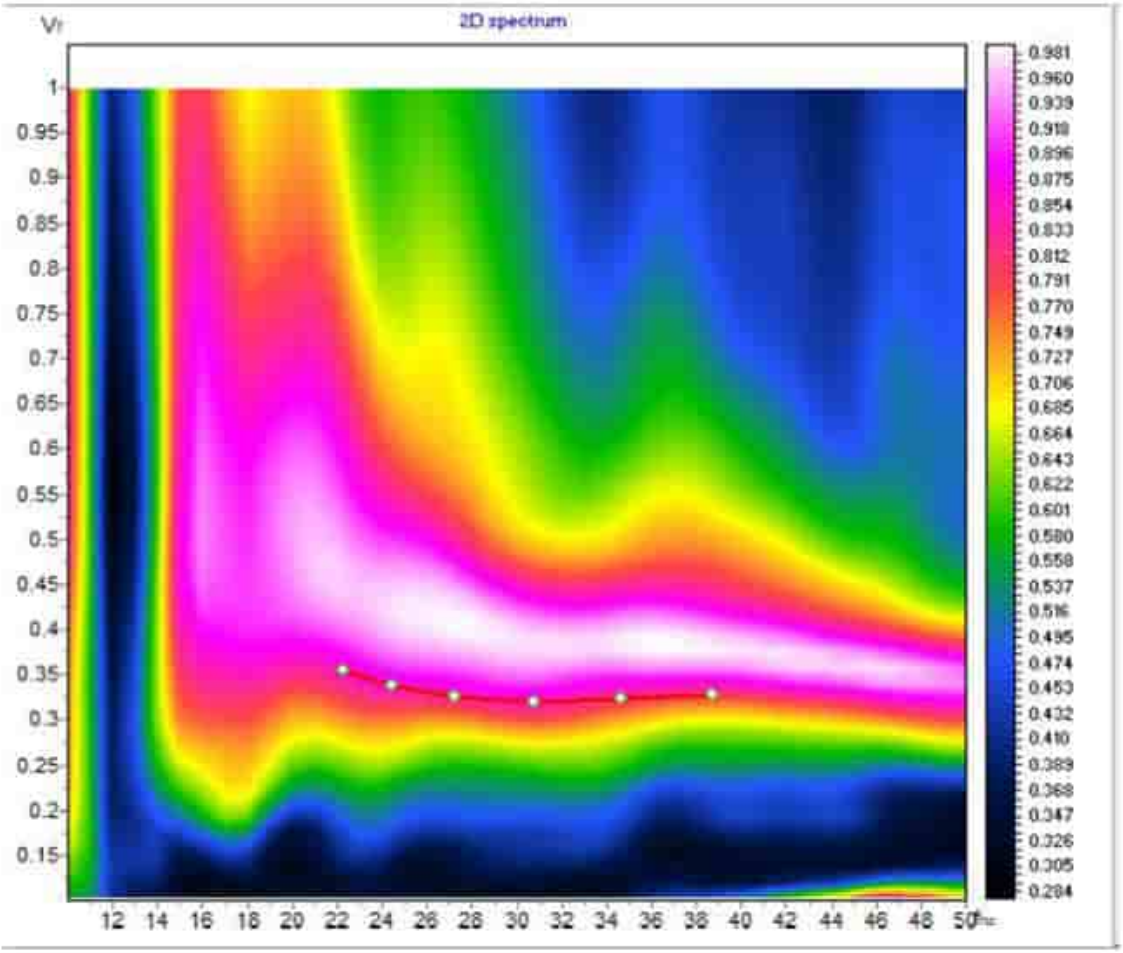
| | | | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | COCIV S.P.A. | | |
| LAVORO: | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| UBICAZIONE: | GENOVA (GE) | | |
| NOME TEST.: | MASW 8 | | |
| DATA DI ESECUZIONE: | 23/09/2020 | | |
| COORDINATE | Y | 44°28'25.85"N | |
| | E | 8°53'15.48"E | |



**SISMOGRAMMA**



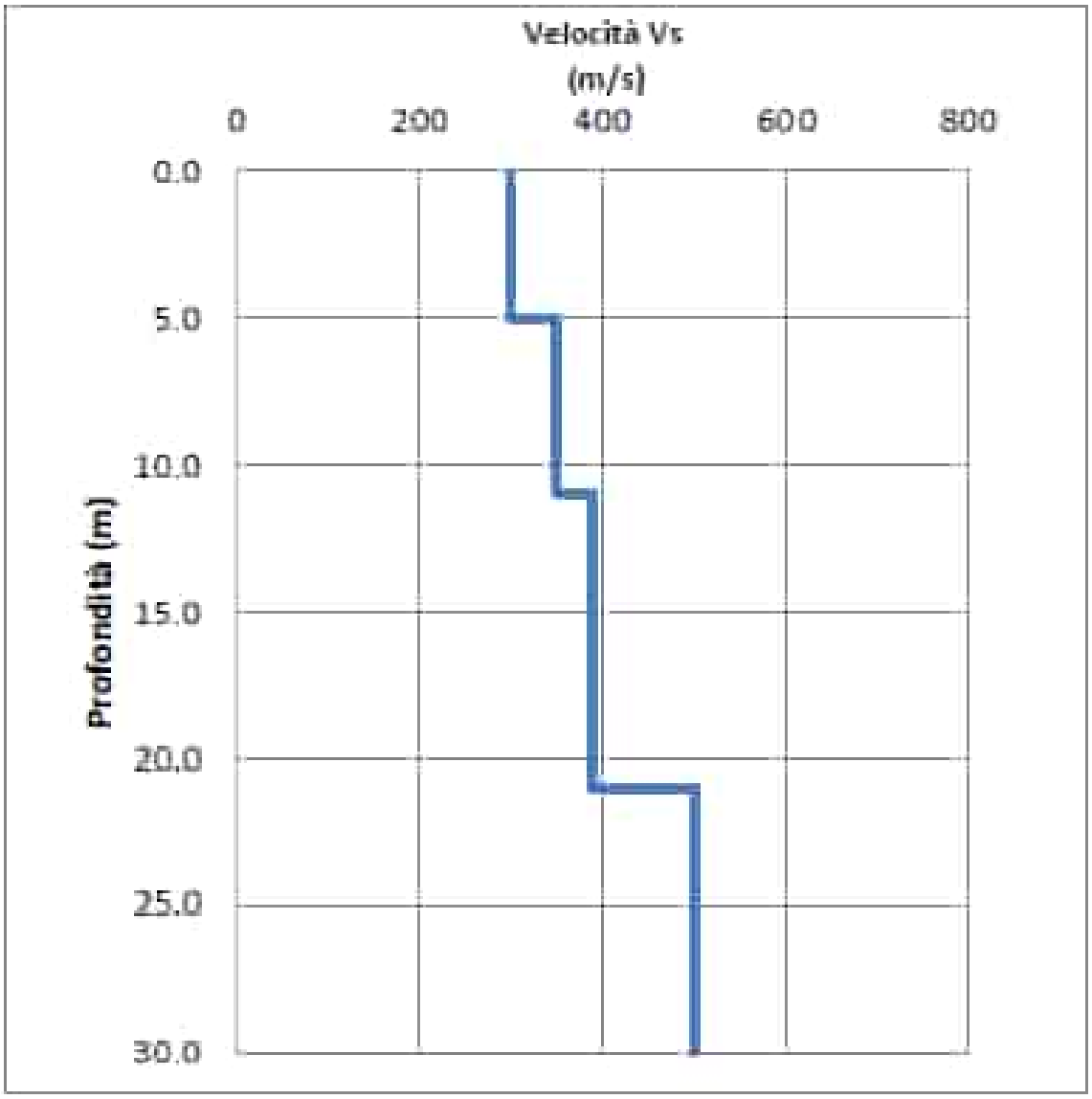
**SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE**




| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 5.00 | 5.00 | 300.00 | $Vs_{eq(0-30)}$ | 387 m/s |
| 2 | 5.00 | 11.00 | 6.00 | 350.00 | | |
| 3 | 11.00 | 21.00 | 10.00 | 390.00 | Suolo | B |
| 4 | 21.00 | Inf. | Inf. | 500.00 | | |

| GRAFICO & TABELLA Vs - h | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
| 1 | 0.00 | 5.00 | 5.00 | 300.00 |
| 2 | 5.00 | 11.00 | 6.00 | 350.00 |
| 3 | 11.00 | 21.00 | 10.00 | 390.00 |
| 4 | 21.00 | inf. | inf. | 500.00 |

| | |
|---|---|
| Vs eq (0 - 30) | 387 |
| Suolo | B |



### *14.4.2 HVSR*

La tecnica di sismica passiva a stazione sismica o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è una tecnica totalmente non invasiva. Il metodo si basa sul rapporto spettrale tra la componente orizzontale (H) e quella verticale (V) (eseguito nel dominio delle frequenze). Esso fu introdotto come strumento speditivo per stimare l'incidenza delle condizioni locali sull'amplificazione dello scuotimento dovuto ad un sisma. Il principio si basa sul fatto che, misurando il rapporto H/V determinabile da microtremori, si stimano le frequenze che possono essere amplificate in caso di sisma.

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica (si ha risonanza stratigrafica quando si è in presenza di terreni di copertura con spessore superiore a tre metri su di un substrato rigido), in quanto il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione.

***Risultati HVSR***

14.4.2.1 HVSR 4



Ubicazione



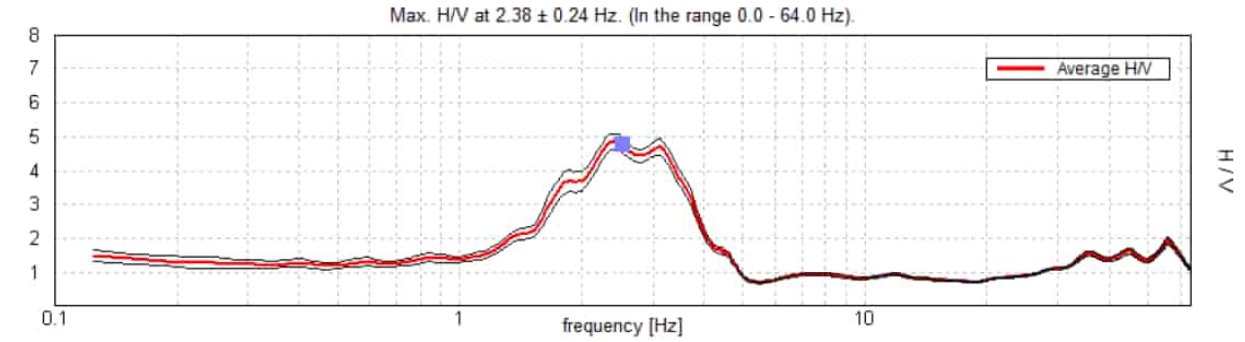
Foto acquisizione

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'12.04"N | 8°53'36.99"E |

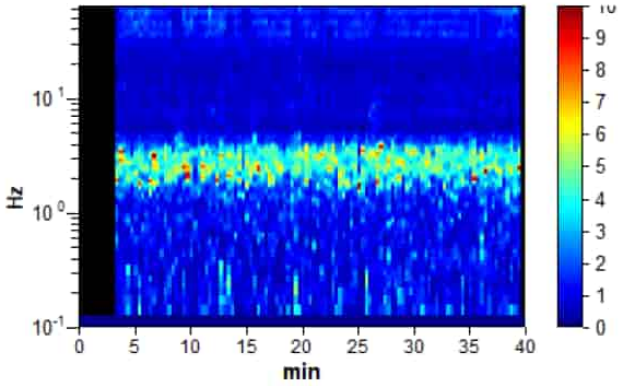
**COCIV_HVSR_4_PONTE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 15:39:11 Fine registrazione: 23/09/20 16:19:11
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

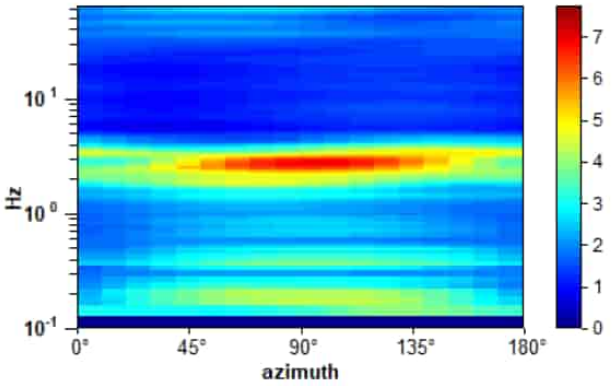
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



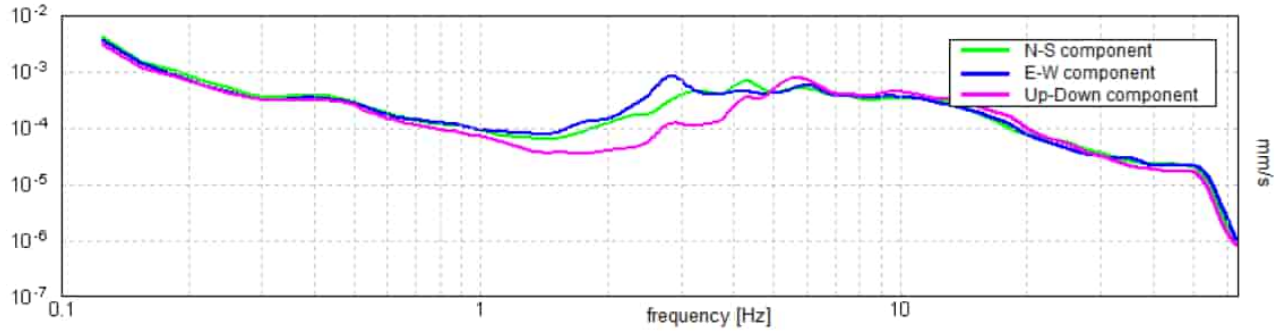

H/V TIME HISTORY



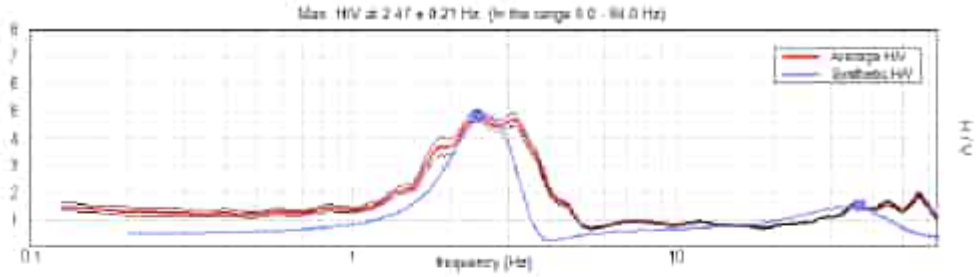

DIRECTIONAL H/V



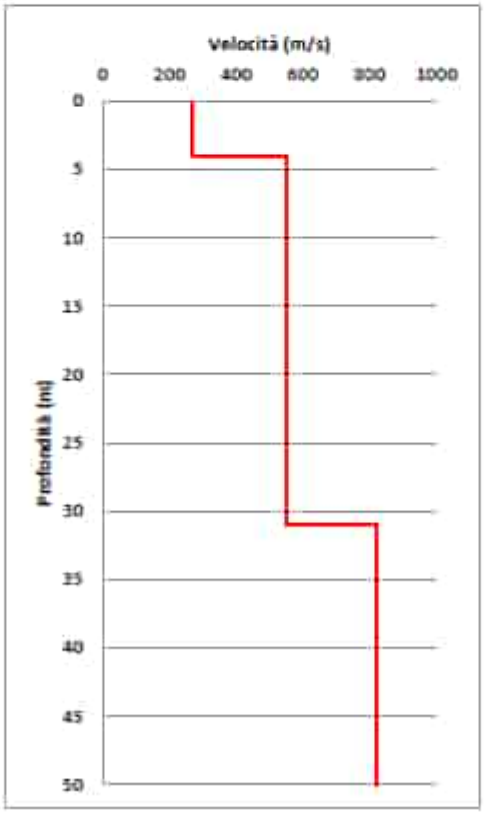

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 4 | 4 | 270 |
| 31 | 27 | 550 |
| inf. | inf. | 820 |



**Picco H/V a 2.47 ± 6.19 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 2.47 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 5825.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 120 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste f⁻ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 1.313 Hz | OK | |
| Esiste f⁺ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.0 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 4.89 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|2.50611\| < 0.05 | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 6.18597 < 0.12344 | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.4386 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$. $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{\log H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |



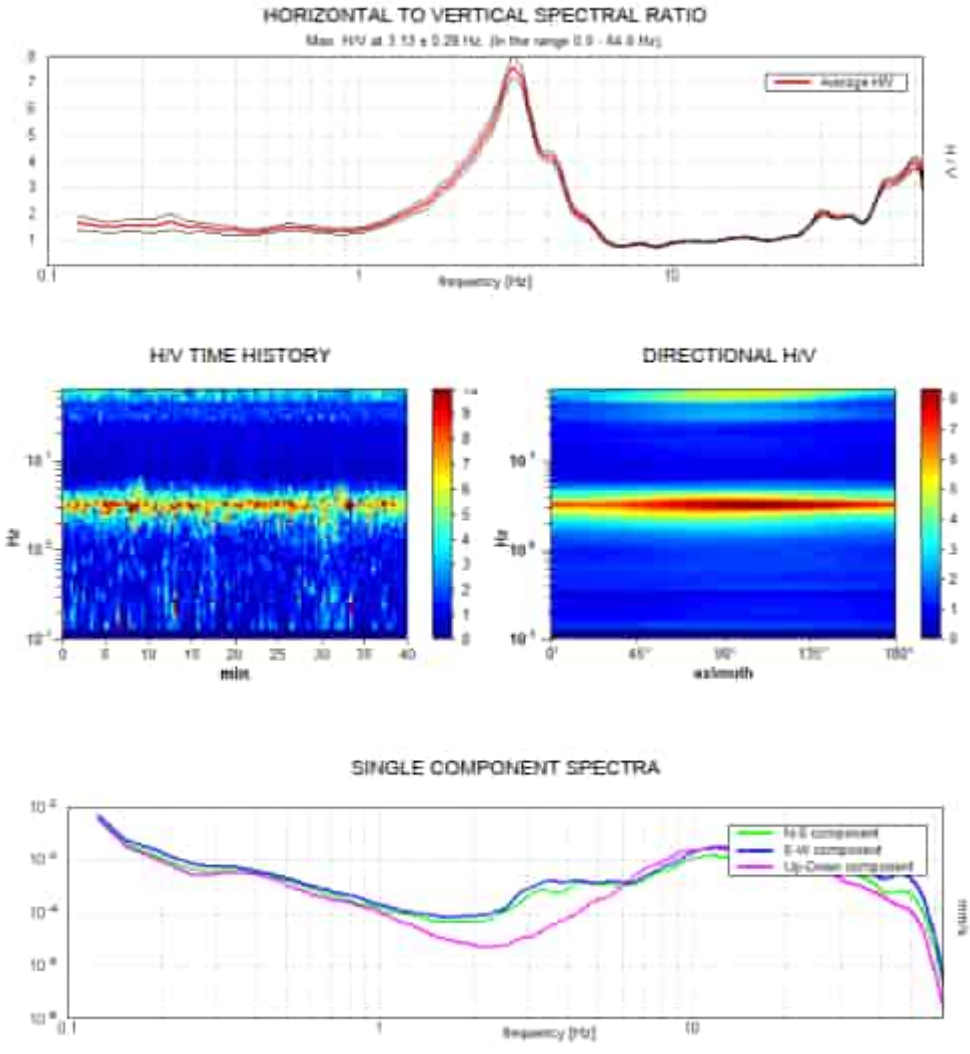
**Ubicazione**



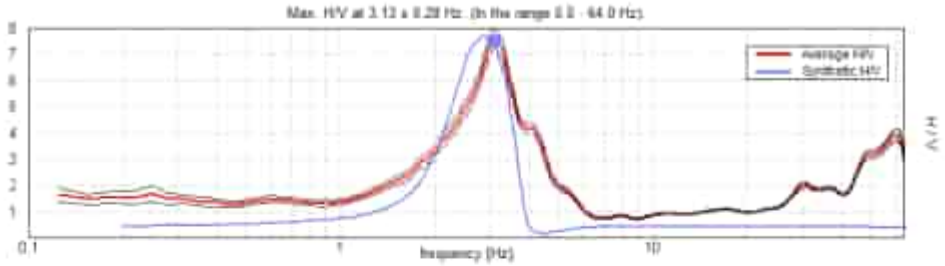
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'17.22"N | 8°53'28.21"E |

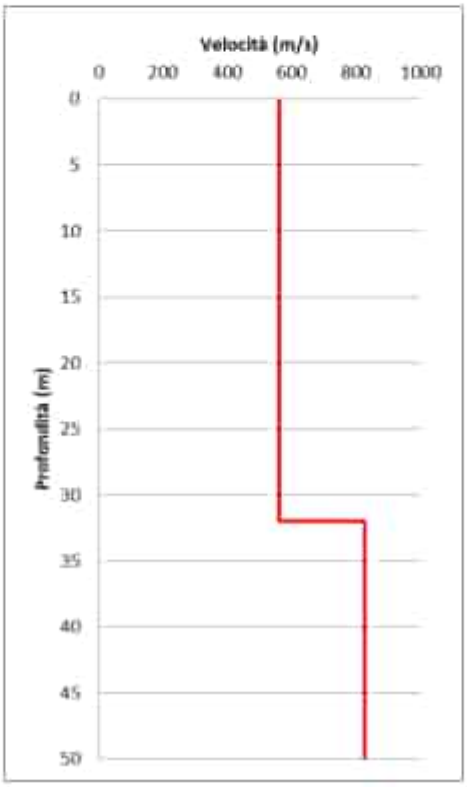
**COCIV _HVSR_4_MONTE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 14:11:46 Fine registrazione: 24/09/20 14:51:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
H / V
Frequency [Hz]
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
m/s/s
Frequency [Hz]

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 32 | 32 | 620 |
| Inf. | Inf. | 850 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a 3.13 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile** [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 3.13 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 7500.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 151 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 2.125 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.344 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 7.58 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|0.08807\| < 0.05 | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.27521 < 0.15625 | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.386 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{\log H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |



**Ubicazione**



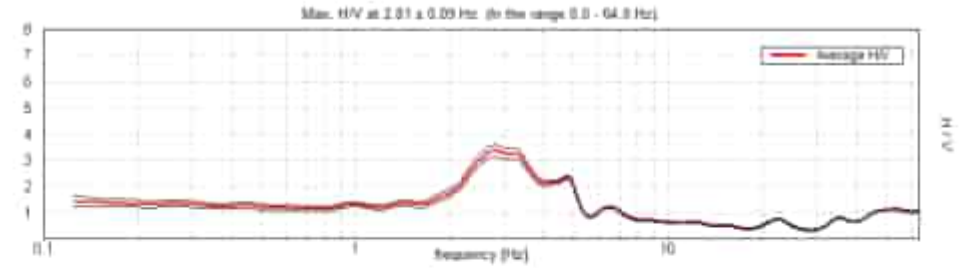
**Foto acquisizione**

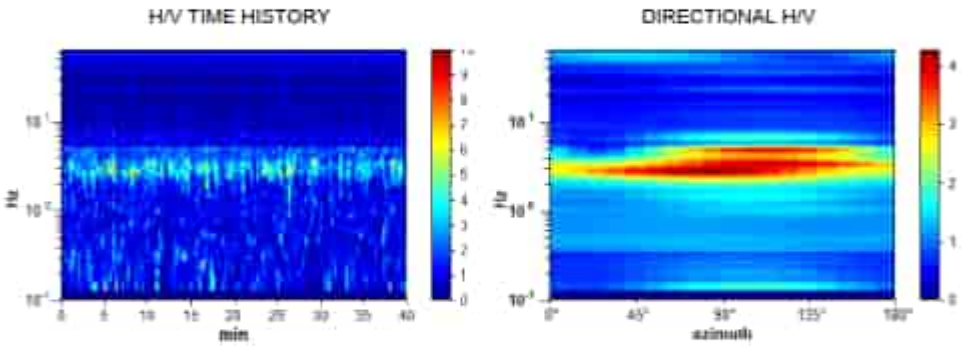
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'13.52"N | 8°53'29.98"E |

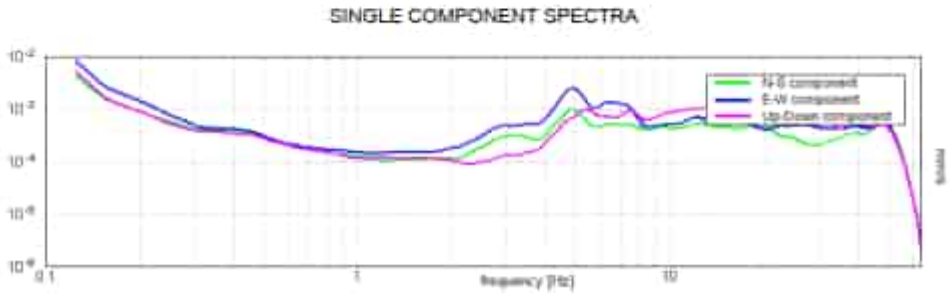
**COCIV_HVSR_4_VALLE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 17:30:28 Fine registrazione: 23/09/20 18:10:28
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

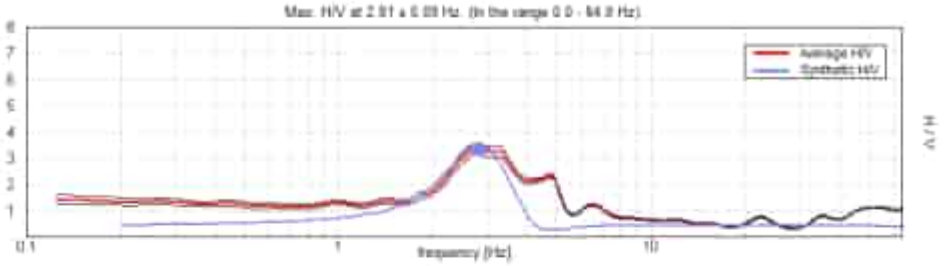
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO


Frequency [Hz]

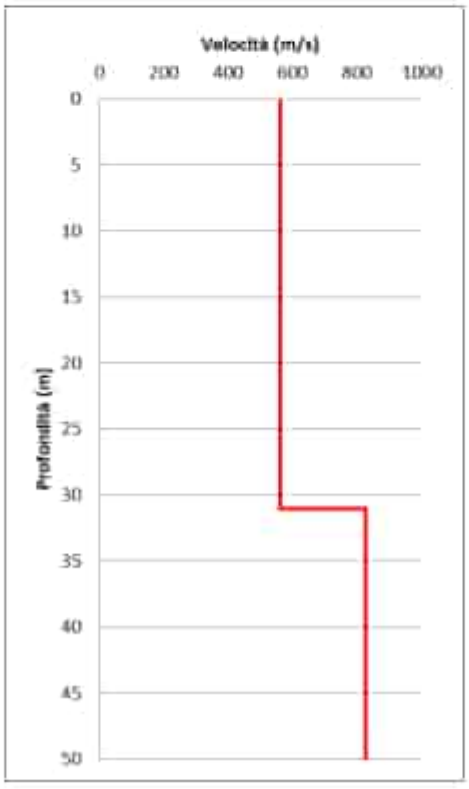

H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth


SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
Frequency [Hz]

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 31 | 31 | 580 |
| Inf. | Inf. | 825 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a 2.81 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile** [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 2.81 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 6750.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 136 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 1.938 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 5.125 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 3.37 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|0.03363\| < 0.05 | OK | |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.09457 < 0.14063 | OK | |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.2192 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{\log H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

### 14.4.2.2 HVSR 5



**Ubicazione**

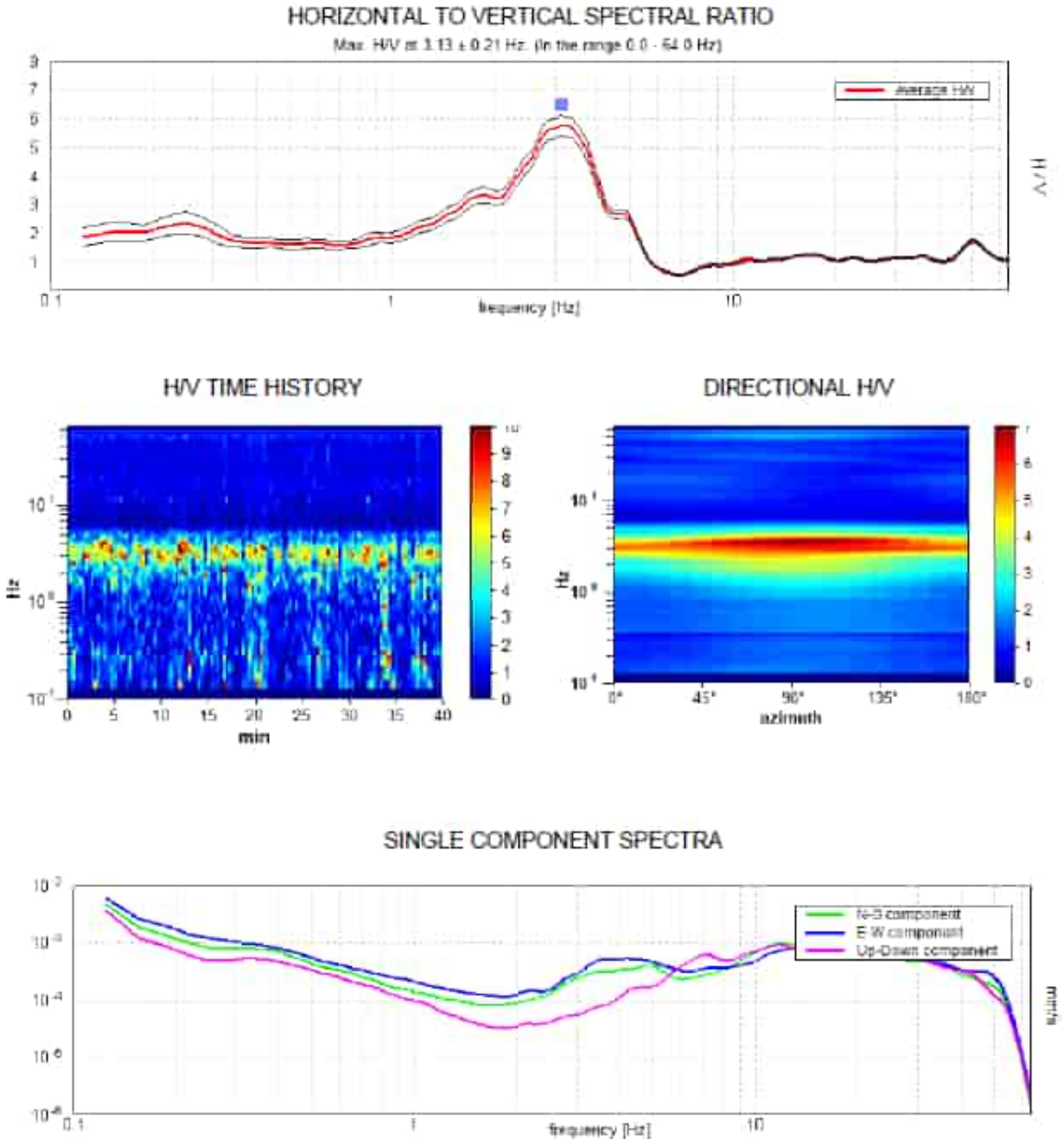


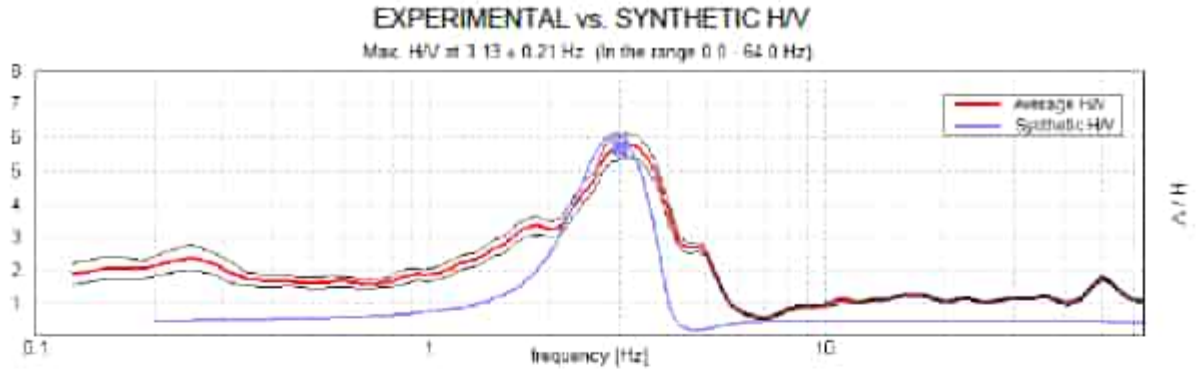
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'20.32"N | 8°53'21.20"E |

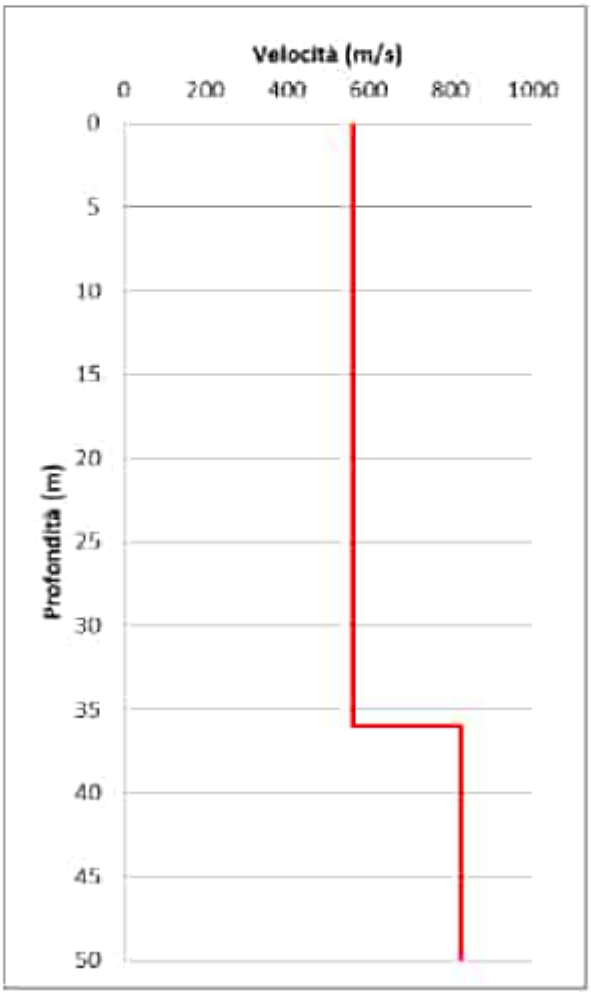
**COCIV _HVSR_5_PONTE**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 12.34.56 Fine registrazione: 24/09/20 13.14.56
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down; Y+ Y-; X+ X-; Z+ Z-
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 3.13 ± 0.21 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz)
Average H/V
H / V
frequency [Hz]
H/V TIME HISTORY
Hz
min
DIRECTIONAL H/V
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
frequency [Hz]




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 36 | 36 | 560 |
| Inf. | Inf. | 825 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a 3.13 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 3.13 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 7500.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 151 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{HV}(f^-) < A_0 / 2$ | 2.125 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{HV}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.344 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 7.58 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|0.08807\| < 0.05 | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.27521 < 0.15625 | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.366 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{HV}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{HV}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{HV}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{HV}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{HV}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{log HV}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{HV}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{log HV}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |



Ubicazione

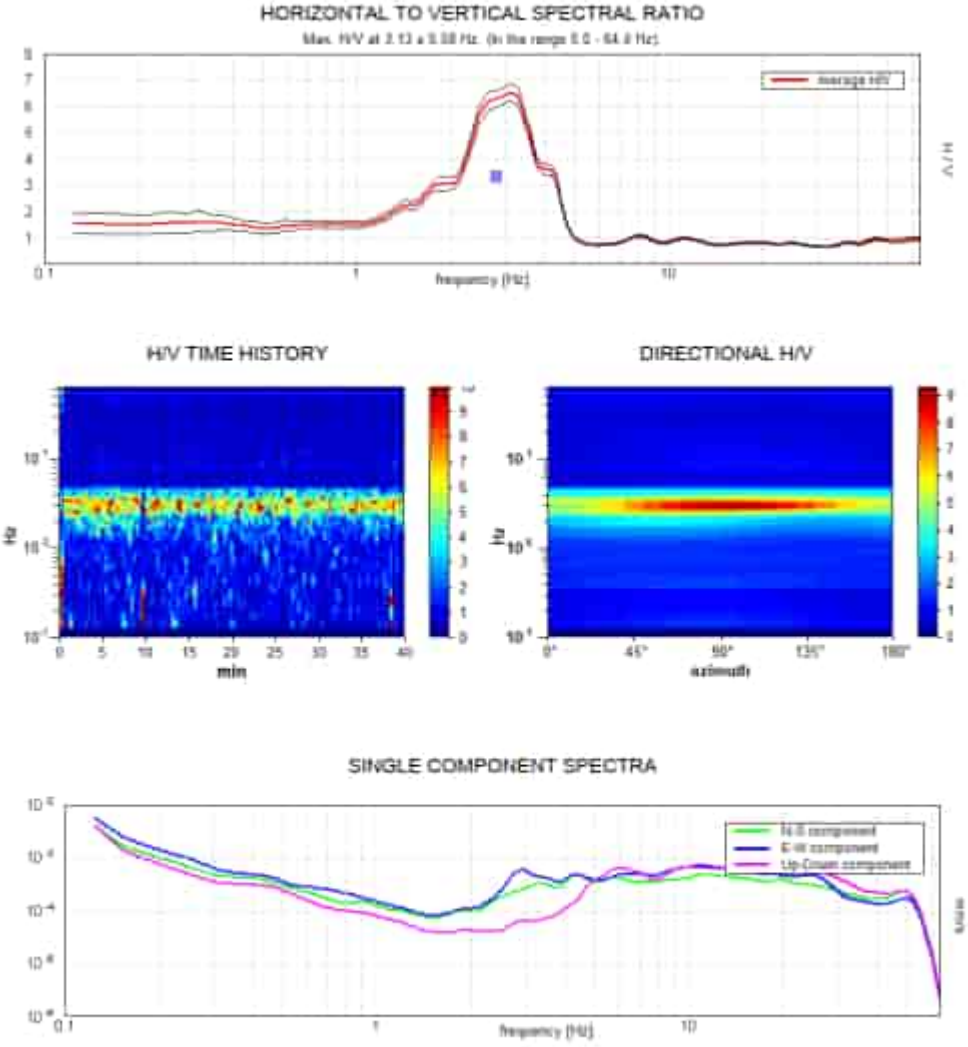


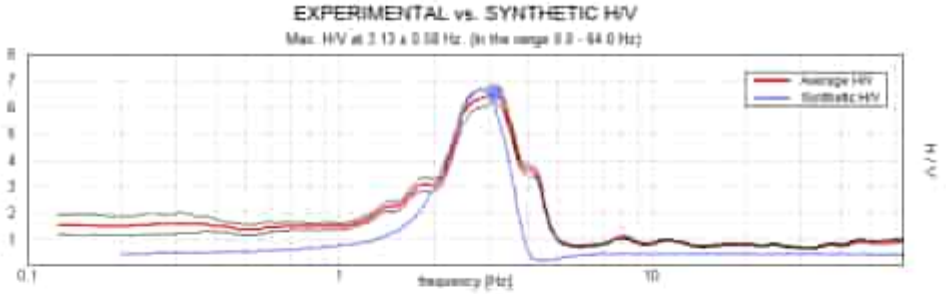
Foto acquisizione

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'23.33"N | 8°53'20.87"E |

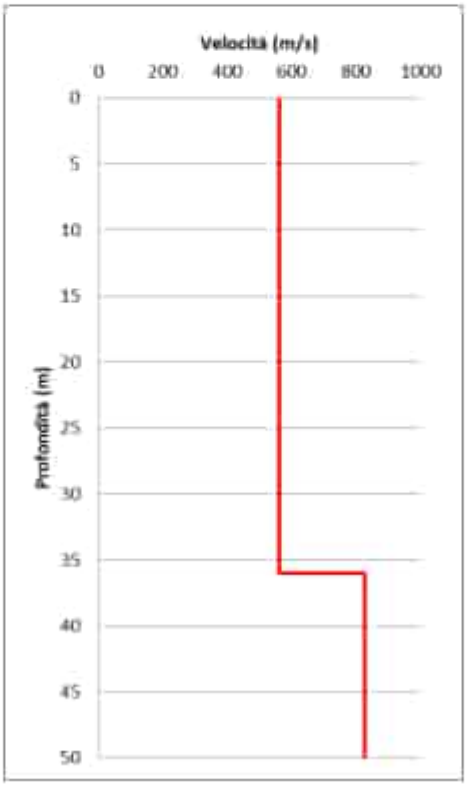
**COCIV _HVSR_5_MONTE**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 16:33:30 Fine registrazione: 23/09/20 17:13:30
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
SINGLE COMPONENT SPECTRA
min
azimuth
frequency (Hz)




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 36 | 36 | 585 |
| Inf. | Inf. | 865 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a 3.13 ± 0.58 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 3.13 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 7500.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 151 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{HV}(f^-) < A_0 / 2$ | 2.094 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{HV}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.375 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 6.52 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | [0.18562] < 0.05 | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.58069 < 0.15625 | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.317 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{HV}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{HV}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{HV}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{HV}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{HV}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{\log HV}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{HV}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\log HV}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |



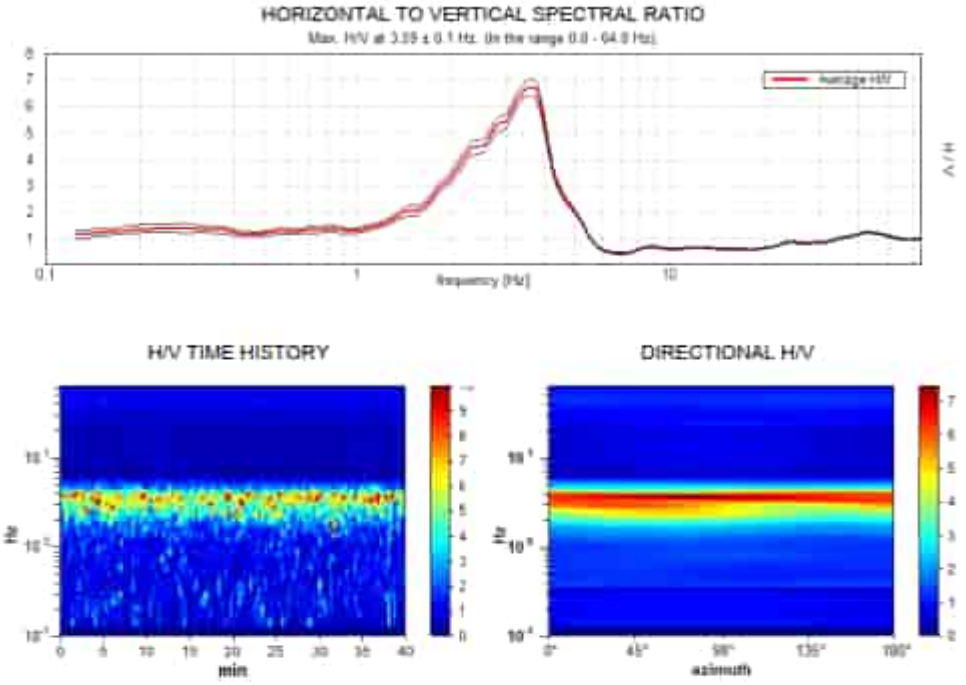
Ubicazione

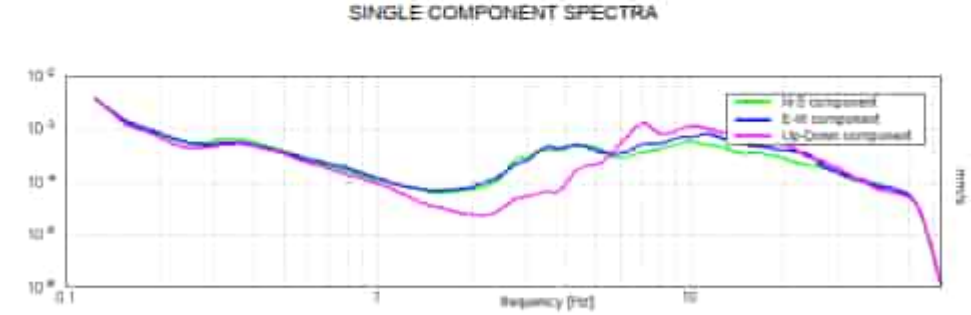


Foto acquisizione

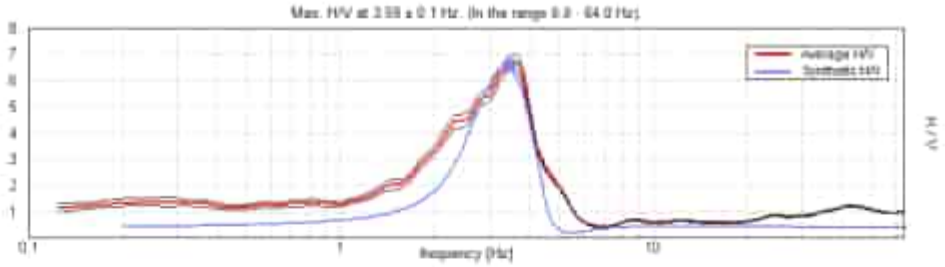
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'20.32"N | 8°53'21.20"E |

**COCIV_HVSR_5_VALLE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 13:23:38 Fine registrazione: 24/09/20 14:03:38
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down; Y+ Y-; X+ X-; Z+ Z-
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

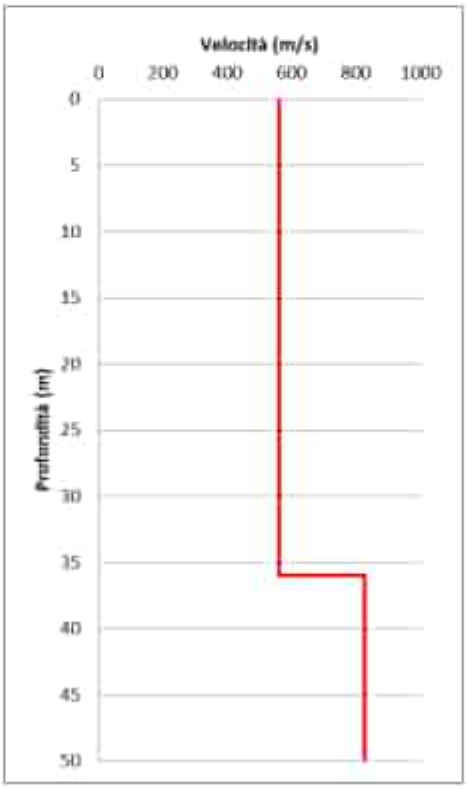



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 35.5 | 35.5 | 560 |
| Inf. | Inf. | 825 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a 3.59 ± 0.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile** [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 3.59 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 8625.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 174 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 1.969 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.313 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 6.89 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|0.02666\| < 0.05 | OK | |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.09581 < 0.17969 | OK | |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.3005 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{log\,H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{log\,H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

### 14.4.2.3 HVSR 6



**Ubicazione**

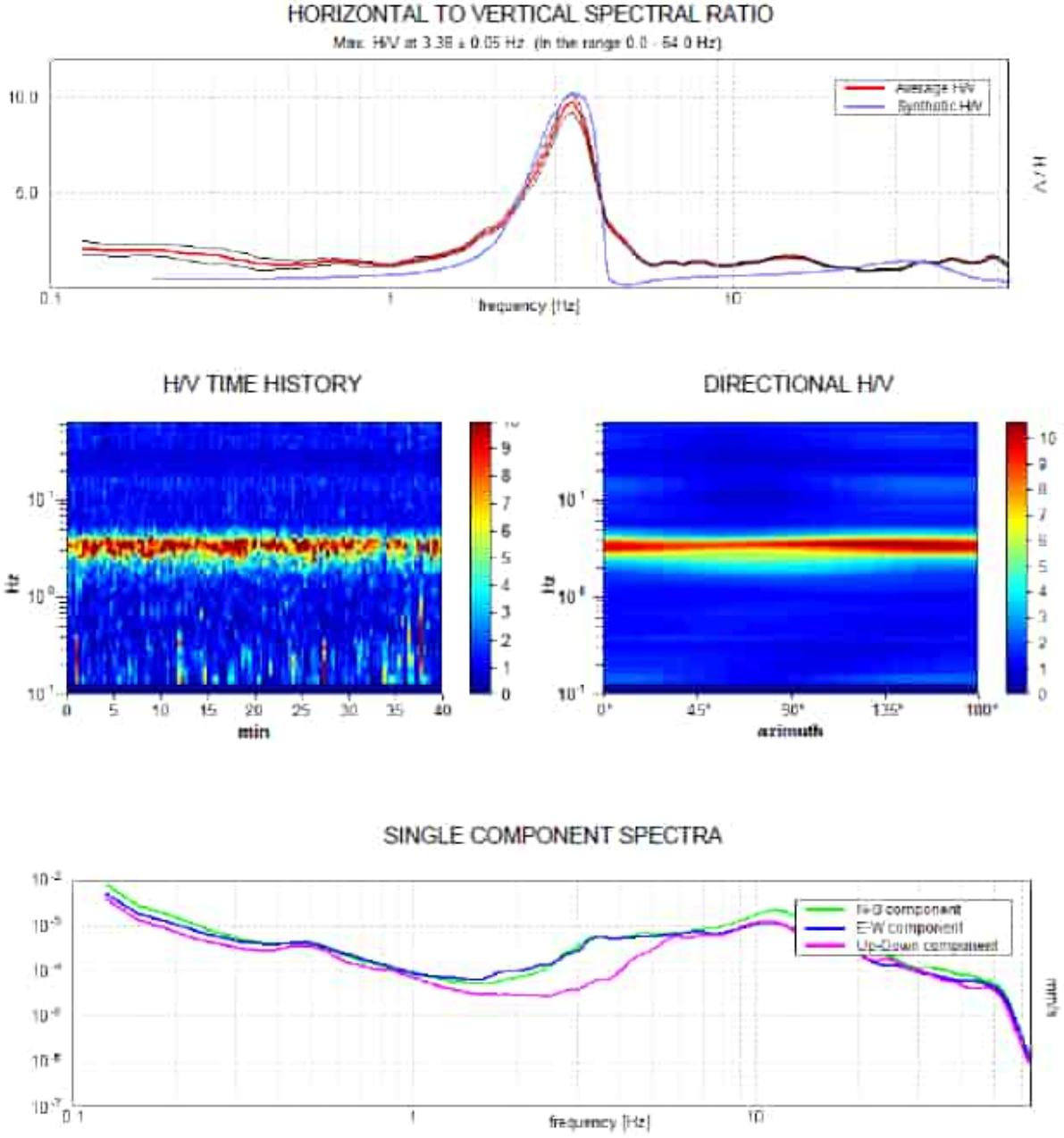


**Foto acquisizione**

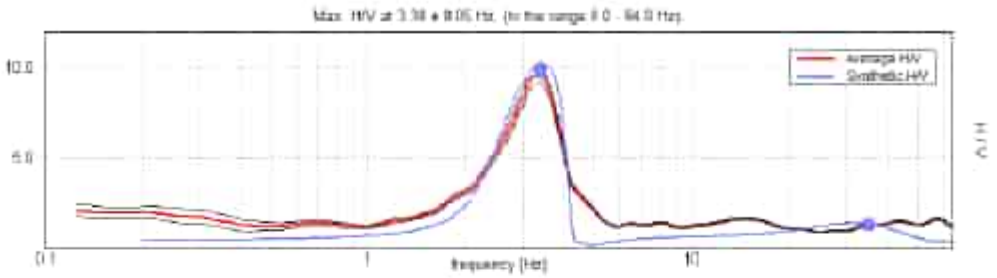
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'17.22"N | 8°53'28.21"E |

**COCIV _HVSR_6**

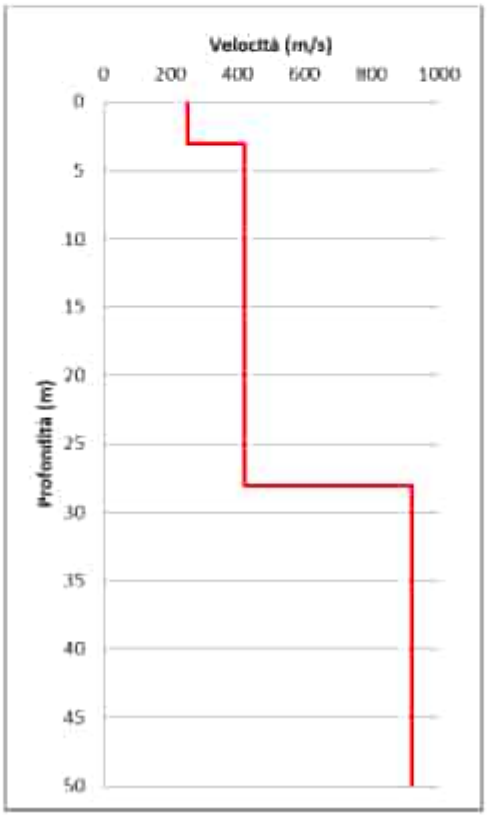
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 14:11:46 Fine registrazione: 24/09/20 14:51:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 3.38 ± 0.05 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)
Average H/V
Synthetic H/V
frequency [Hz]
A / H
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
frequency [Hz]

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 3 | 3 | 250 |
| 28 | 25 | 420 |
| inf. | inf. | 918 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**]

**Picco H/V a 3.38 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile** [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 3.38 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 1100.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 163 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste f⁻ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 2.406 Hz | OK | |
| Esiste f⁺ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.094 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 9.77 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|0.01447\| < 0.05 | OK | |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.04883 < 0.16875 | OK | |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.5713 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

### 14.4.2.4 HVSR 7



**Ubicazione**

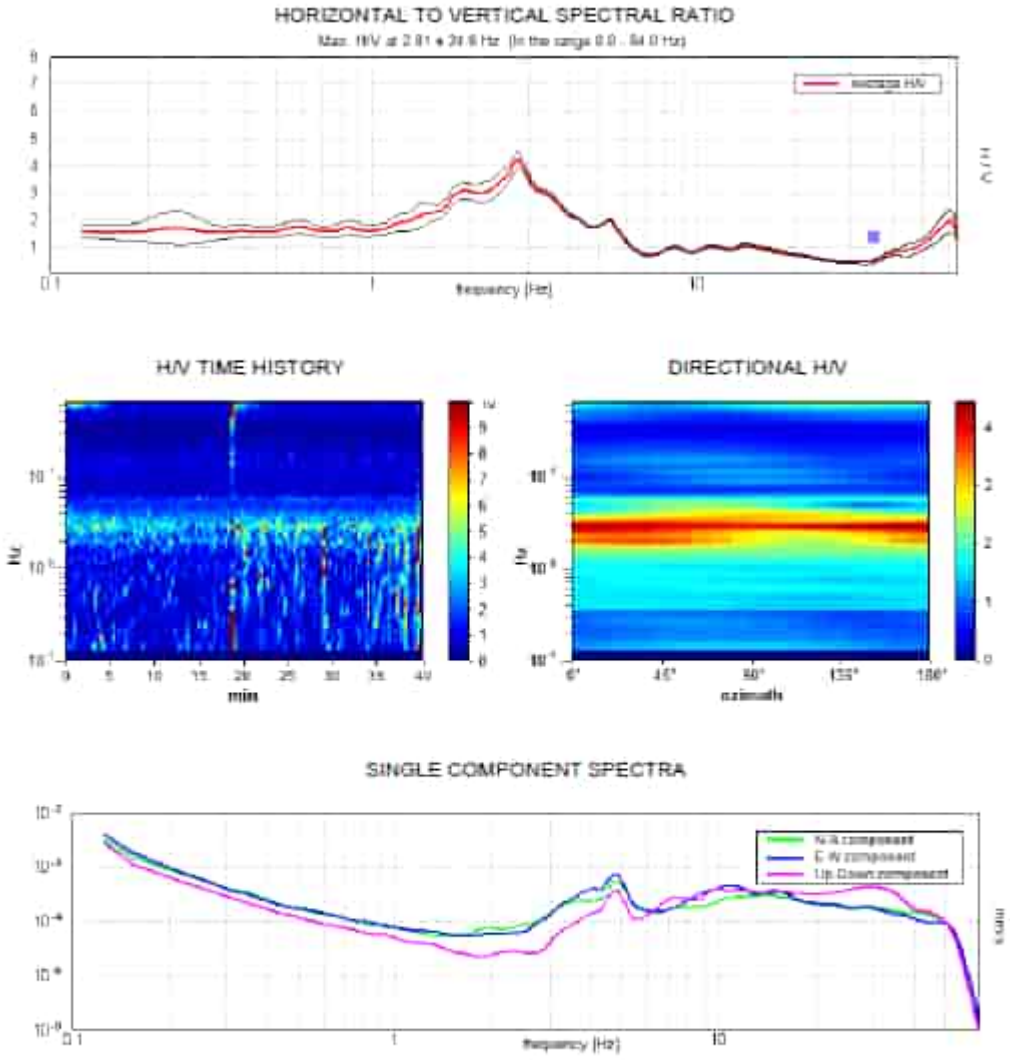


**Foto acquisizione**

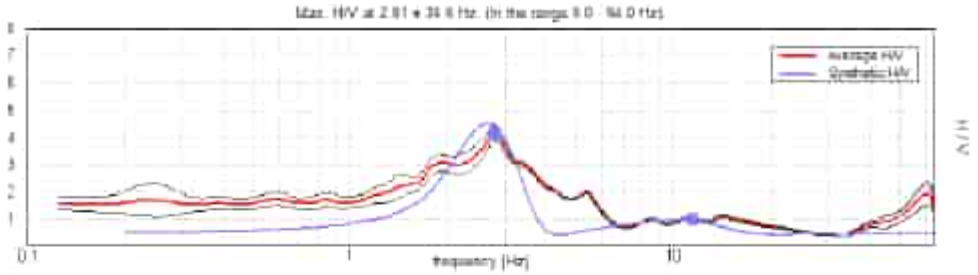
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'13.52"N | 8°53'29.98"E |

**COCIV_HVSR_7**

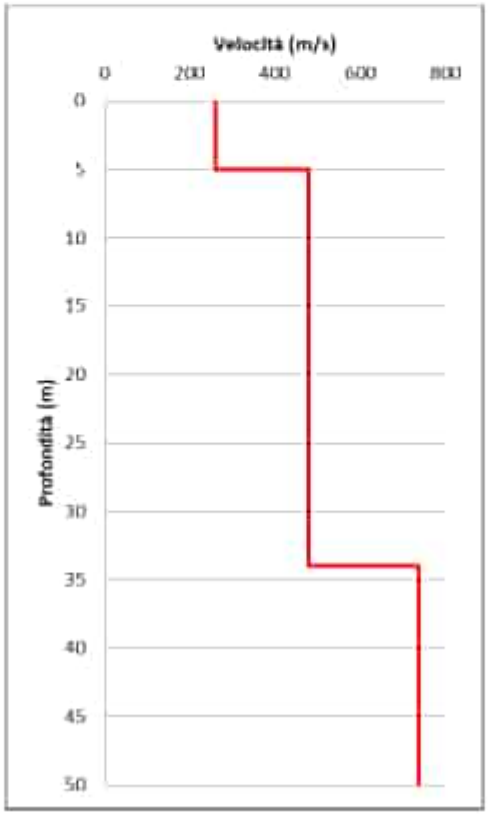
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 22/09/20 10:30:42 Fine registrazione: 22/09/20 11:10:42
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
SINGLE COMPONENT SPECTRA
Frequency [Hz]
min
azimuth

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 5.00 | 5.00 | 260 |
| 34.00 | 29.00 | 480 |
| inf. | inf. | 737 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**]

**Picco H/V a 2.81 ± 24.6 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile** [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 2.81 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 5750.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 138 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 1.344 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 4.188 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 4.20 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | \|8.7463\| < 0.05 | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 24.59886 < 0.14063 | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.3004 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$. $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{log H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{log H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

### 14.4.2.5 HVSR 8



**Ubicazione**

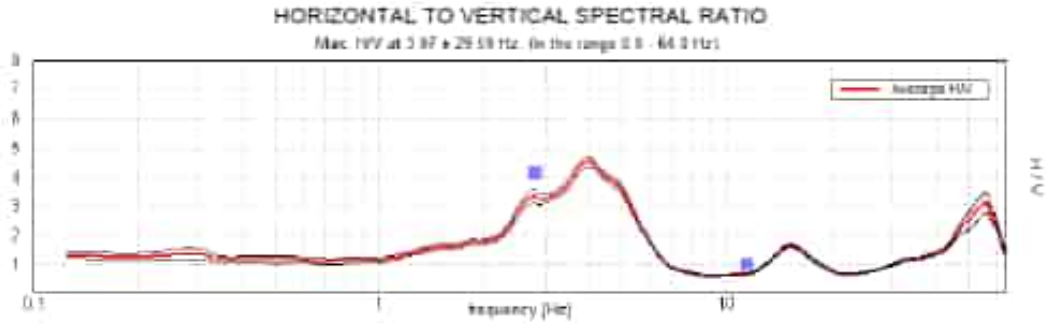


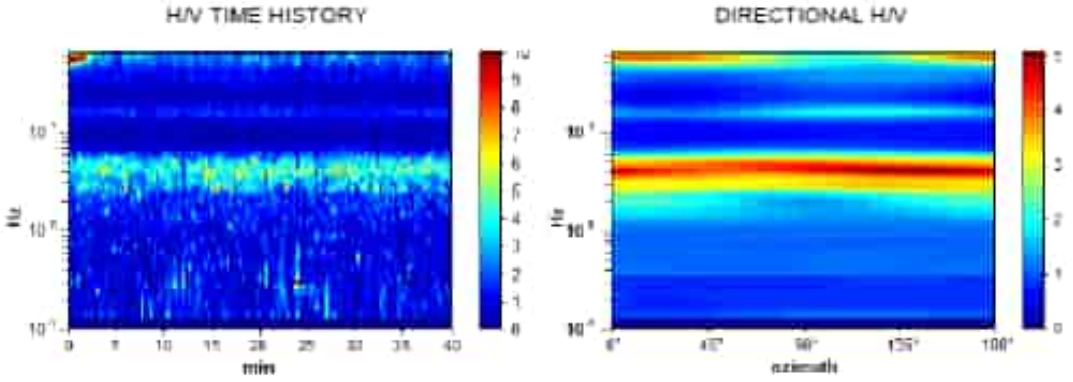
**Foto acquisizione**

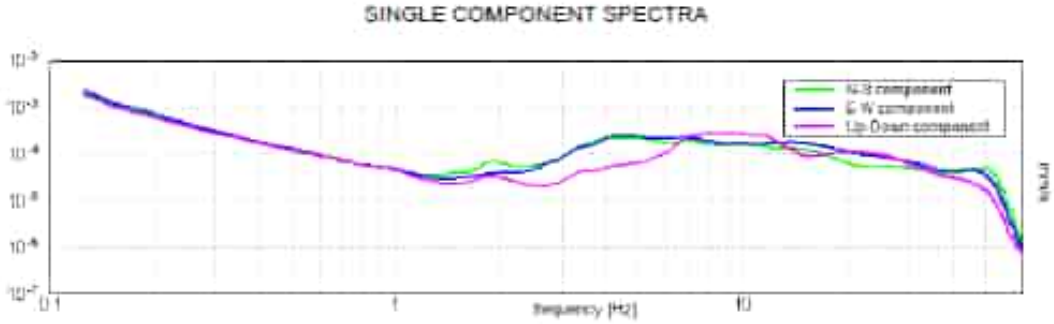
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'25.79"N | 8°53'16.38"E |

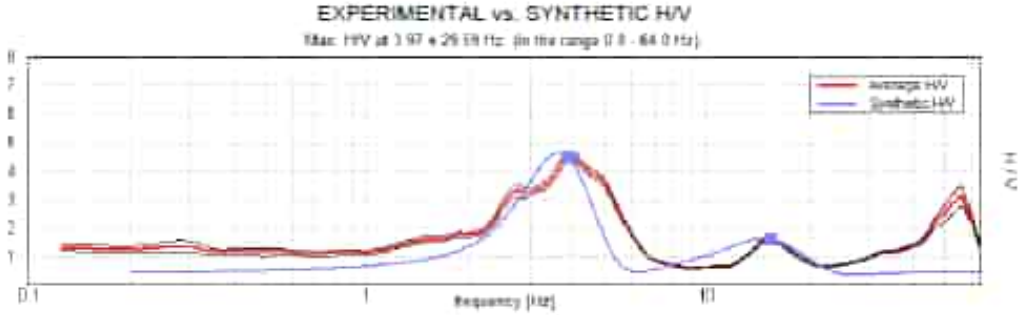
**COCIV _HVSR_8**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 22/09/20 09:44:06 Fine registrazione: 22/09/20 10:24:06
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

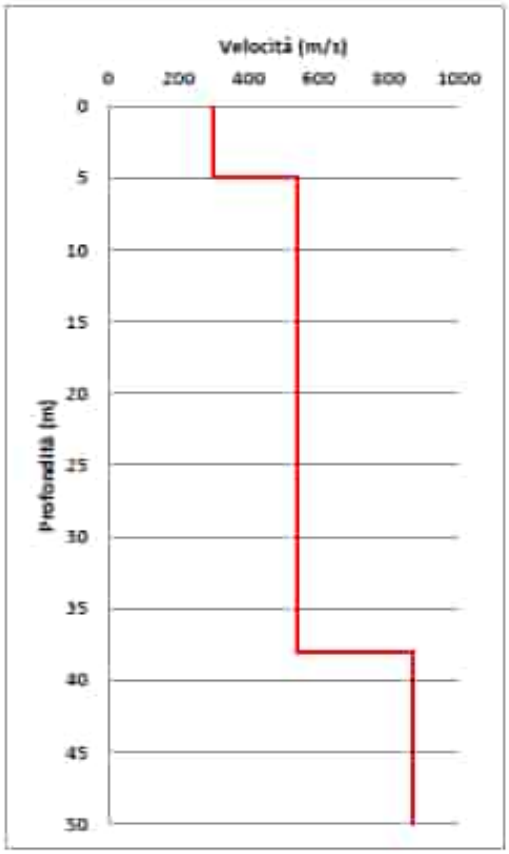

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Frequency [Hz]
H / V


H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth


SINGLE COMPONENT SPECTRA
Frequency [Hz]




| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 5.00 | 5.00 | 307 |
| 38.00 | 33.00 | 538 |
| inf. | inf. | 870 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a 3.97 ± 29.59 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile** [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 3.97 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 9525.0 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz | Superato 0 volte su 192 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 2.344 Hz | OK | |
| Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 5.688 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 4.52 > 2 | OK | |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | [7.45557] < 0.05 | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 29.58929 < 0.19844 | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 0.1919 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$ |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{\log H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

### 14.5 Categoria di sottosuolo

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. definite in base ai valori della velocità equivalente Vs, eq corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente Vs, eq è definita dal parametro VS,30, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente $Vs_{,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_i^N \frac{h_i}{V_i}}$$

*hi* = Spessore in metri dello strato i-esimo

*Vi* = Velocità dell'onda di taglio i-esima

*N* = Numero di strati

H = Profondità del substrato sismico con Vs>800m/s

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dalle prove MASW eseguite in corrispondenza dell'area di indagine.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valori delle $V_{s30}$ sono i seguenti

- **MASW 4, Vs30 = 371,0 m/s**
- **MASW 5, Vs30 = 367,0 m/s**
- **MASW 6, Vs30 = 360,0 m/s**
- **MASW 7, Vs30 = 382,0 m/s**
- **MASW 8, Vs30 = 387,0 m/s**

Viste le velocità ottenute con le indagini MASW in sito, per la classificazione del suolo si è ritenuto corretto opportuno classificare il terreno in **categoria B**: *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"*.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|---|---|
| A | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

*Figura 51: Tabella 3.2.II "Categoria di sottosuolo" – D.M. 17.10.2018*

### 14.6 Categoria topografica

Secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (categorie topografiche da NTC2018):

T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°

T2 Pendii con inclinazione media i > 15°

T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°

T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|---|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media ≤ 15° |
| T2 | Pendii con inclinazione media i > 15° |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15 ≤ i ≤ 30° |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30° |

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

La categoria topografica è **T1.**

## 14.7 Pericolosità sismica

### *14.7.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento*

Nel DM 17 gennaio 2018-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove:

$V_R$ = periodo di riferimento

$V_N$ = vita nominale

$C_U$ = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale $V_N$, secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tabella 10 Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

| TIPI DI COSTRUZIONI | | Valori minimi di VN (anni) |
|---|---|---|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni | 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | 100 |

**Tabella 10 - Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

Nel caso specifico **VN = 50 anni**.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I**: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. CU = 0.7;

**Classe II**: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. CU = 1.0;

**Classe III**: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. CU = 1.5;

**Classe IV**: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

### *14.7.2 Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno*

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere

l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (Tabella 11), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

| | | |
|---|---|---|
| Stato limite di esercizio: operatività | SLO | PVR = 81% |
| Stato limite di esercizio: danno | SLD | PVR = 63% |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | PVR = 10% |

| | | |
|---|---|---|
| Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso | SLC | PVR = 5% |

**Tabella 11 Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR**

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{V\,R})}$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è VR = 50 anni, il tempo di ritorno TR sarà:

| | | |
|---|---|---|
| Stato limite di esercizio: operatività | SLO | TR = 30 |
| Stato limite di esercizio: danno | SLD | TR = 50 |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | TR = 475 |
| Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso | SLC | TR = 975 |

**Tabella 12 Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR**

### *14.7.3 Definizione della pericolosità sismica di base*

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (ag) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV http://esse1-gis.mi.ingv.it/, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC 2018:

ag = accelerazione orizzontale massima;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

ag, il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

Fo e TC* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC 2018, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

| | | | TR = 30 | | | TR = 50 | | | TR = 72 | | | TR = 101 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID | LON | LAT | ag | F0 | T*c | ag | F0 | T*c | ag | F0 | T*c | ag | F0 | T*c |
| 13111 | 6.5448 | 45.1340 | 0.263 | 2.500 | 0.180 | 0.340 | 2.510 | 0.210 | 0.394 | 2.550 | 0.220 | 0.469 | 2.490 | 0.240 |
| 13333 | 6.5506 | 45.0850 | 0.264 | 2.490 | 0.180 | 0.341 | 2.510 | 0.210 | 0.395 | 2.550 | 0.220 | 0.469 | 2.490 | 0.240 |
| 13555 | 6.5564 | 45.0350 | 0.264 | 2.500 | 0.180 | 0.340 | 2.510 | 0.200 | 0.393 | 2.550 | 0.220 | 0.466 | 2.500 | 0.240 |
| 13777 | 6.5621 | 44.9850 | 0.263 | 2.500 | 0.180 | 0.338 | 2.520 | 0.200 | 0.391 | 2.550 | 0.220 | 0.462 | 2.510 | 0.240 |
| 12890 | 6.6096 | 45.1880 | 0.284 | 2.460 | 0.190 | 0.364 | 2.510 | 0.210 | 0.431 | 2.500 | 0.220 | 0.509 | 2.480 | 0.240 |
| 13112 | 6.6153 | 45.1390 | 0.286 | 2.460 | 0.190 | 0.366 | 2.510 | 0.210 | 0.433 | 2.500 | 0.220 | 0.511 | 2.480 | 0.240 |
| 13334 | 6.6210 | 45.0890 | 0.288 | 2.460 | 0.190 | 0.367 | 2.510 | 0.210 | 0.434 | 2.500 | 0.220 | 0.511 | 2.490 | 0.240 |
| 13556 | 6.6268 | 45.0390 | 0.288 | 2.460 | 0.190 | 0.367 | 2.510 | 0.210 | 0.433 | 2.510 | 0.220 | 0.510 | 2.490 | 0.240 |
| 13778 | 6.6325 | 44.9890 | 0.288 | 2.460 | 0.190 | 0.366 | 2.520 | 0.210 | 0.430 | 2.510 | 0.220 | 0.507 | 2.500 | 0.240 |
| 14000 | 6.6383 | 44.9390 | 0.286 | 2.470 | 0.190 | 0.363 | 2.520 | 0.210 | 0.426 | 2.520 | 0.220 | 0.502 | 2.500 | 0.240 |
| 14222 | 6.6439 | 44.8890 | 0.284 | 2.470 | 0.190 | 0.360 | 2.530 | 0.210 | 0.421 | 2.530 | 0.220 | 0.497 | 2.500 | 0.240 |
| 12891 | 6.6803 | 45.1920 | 0.306 | 2.430 | 0.200 | 0.389 | 2.500 | 0.210 | 0.467 | 2.470 | 0.230 | 0.544 | 2.490 | 0.230 |
| 10228 | 6.6826 | 45.7940 | 0.283 | 2.420 | 0.200 | 0.364 | 2.460 | 0.220 | 0.430 | 2.460 | 0.240 | 0.505 | 2.440 | 0.250 |
| 13113 | 6.6860 | 45.1430 | 0.309 | 2.430 | 0.200 | 0.391 | 2.510 | 0.210 | 0.470 | 2.470 | 0.230 | 0.546 | 2.490 | 0.230 |
| 10450 | 6.6885 | 45.7450 | 0.278 | 2.440 | 0.200 | 0.356 | 2.480 | 0.220 | 0.415 | 2.500 | 0.230 | 0.485 | 2.470 | 0.250 |
| 13335 | 6.6915 | 45.0930 | 0.310 | 2.430 | 0.200 | 0.392 | 2.510 | 0.210 | 0.470 | 2.480 | 0.230 | 0.546 | 2.500 | 0.230 |
| 10672 | 6.6942 | 45.6950 | 0.275 | 2.450 | 0.200 | 0.351 | 2.490 | 0.210 | 0.406 | 2.520 | 0.230 | 0.475 | 2.490 | 0.250 |
| 13557 | 6.6973 | 45.0430 | 0.311 | 2.440 | 0.200 | 0.392 | 2.520 | 0.210 | 0.469 | 2.480 | 0.230 | 0.545 | 2.500 | 0.230 |
| 13779 | 6.7029 | 44.9930 | 0.310 | 2.440 | 0.200 | 0.391 | 2.520 | 0.210 | 0.467 | 2.480 | 0.230 | 0.543 | 2.500 | 0.230 |

**Tabella 13- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC2018, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.**

Questi ID e relative coordinate fanno riferimento ad un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno TR corrispondente alla VR e PVR fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC 2018:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC*) corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato, mentre p1, 2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno TR1, 2.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC 2018:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1}{d_i}}$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC*) corrispondente al punto considerato, pi è il valore di tale parametro nell'i-esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e di è la distanza del punto in esame dall'i-esimo vertice della suddetta maglia.

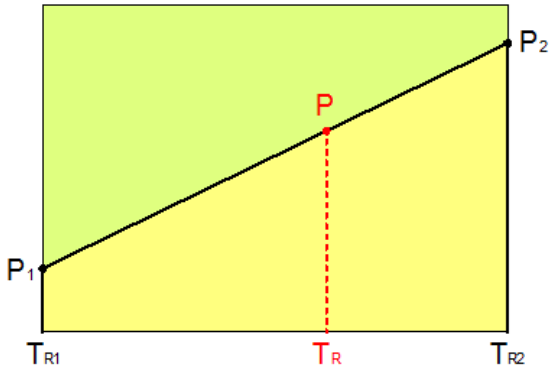



**Figura 52: Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC 2018.**

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura seguente.

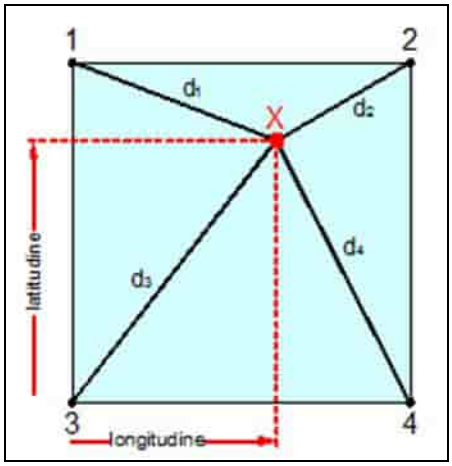



**Figura 53: Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC 2018.**

Pertanto, per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC 2018, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos\left[\sin(lat\beta)\cdot\sin(lat\alpha) + \cos(lat\beta)\cdot\cos(lat\alpha)\cdot\cos(lon\alpha - lon\beta)\right]$$

dove R = 6371 è il raggio medio terrestre in km, mentre lata, lona, latβ e lonβ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di ±0,01g ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

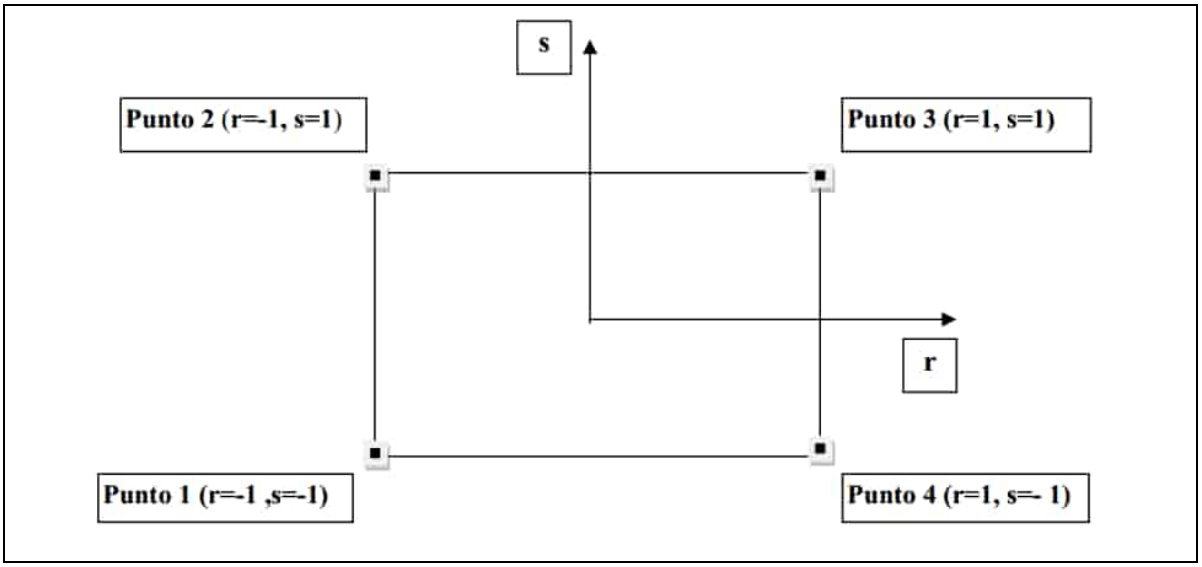



**Figura 54: Applicazione dell'interpolazione bilineare.**

Definiti i 4vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r)\cdot(1-s)/4$$

$$h_2 = (1-r)\cdot(1+s)/4$$

$$h_3 = (1+r)\cdot(1+s)/4$$

$$h_4 = (1+r)\cdot(1-s)/4$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot x_i = [(1-r)\cdot(1-s)\cdot x_1 + (1-r)\cdot(1+s)\cdot x_2 + (1+r)\cdot(1+s)\cdot x_3 + (1+r)\cdot(1-s)\cdot x_4]$$

$$4y = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot y_i = [(1-r)\cdot(1-s)\cdot y_1 + (1-r)\cdot(1+s)\cdot y_2 + (1+r)\cdot(1+s)\cdot y_3 + (1+r)\cdot(1-s)\cdot y_4]$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri ag, F0, Tc* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot p_i = [(1-r)\cdot(1-s)\cdot p_1 + (1-r)\cdot(1+s)\cdot p_2 + (1+r)\cdot(1+s)\cdot p_3 + (1+r)\cdot(1-s)\cdot p_4]$$

Dove p rappresenta il parametro cercato

### *14.7.4 Pericolosità sismica di sito*

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2 delle NTC 2018).

#### 14.7.4.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale kh e verticale kv dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR non può essere inferiore a 35 anni.

### 14.7.4.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti kh e kv sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right)$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

Con

- bs: coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- amax: accelerazione orizzontale massima attesa al sito
- g: accelerazione di gravità.

I valori di βs sono riportati nella Tabella 14

| | Categoria di sottosuolo | |
|---|---|---|
| | A | B, C, D, E |
| | βs | βs |
| 0.2 < ag(g) ≤ 0.4 | 0.30 | 0.28 |
| 0.1 < ag(g) ≤ 0.2 | 0.27 | 0.24 |
| ag(g) ≤ 0.1 | 0.20 | 0.20 |

**Tabella 14- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

$S_S$ (effetto di amplificazione stratigrafica) (0.90 ≤ Ss ≤ 1.80) è funzione di F0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e

del rapporto $a_g/g$. ST (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

T1: ST = 1.0; T2: ST = 1.20; T3: ST =1.20; T4: ST = 1.40.

### *14.7.5 Pericolosità sismica*

| | | |
|---|---|---|
| Vita nominale (Vn): | 50 | [anni] |
| Classe d'uso: | II | |
| Coefficiente d'uso (Cu): | 1 | |
| Periodo di riferimento (Vr): | 50 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLO: | 30 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLD: | 50 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLV: | 475 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLC: | 975 | [anni] |

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

| | | |
|---|---|---|
| Latitudine (WGS84): | 44,4368477 | [°] |
| Longitudine (WGS84): | 8,8925104 | [°] |
| Latitudine (ED50): | 44,4378090 | [°] |
| Longitudine (ED50): | 8,8935575 | [°] |

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

| Punto | ID | Latitudine (ED50) [°] | Longitudine (ED50) [°] | Distanza [m] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 16695 | 44,444970 | 8,868443 | 2146,95 |
| 2 | 16696 | 44,447680 | 8,938303 | 3717,99 |
| 3 | 16918 | 44,397740 | 8,942104 | 5892,10 |
| 4 | 16917 | 44,395040 | 8,872318 | 5045,96 |

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 30 | 0,023 | 2,554 | 0,180 |
| SLD | 50 | 0,029 | 2,520 | 0,205 |
| | 72 | 0,034 | 2,539 | 0,220 |
| | 101 | 0,038 | 2,553 | 0,241 |
| | 140 | 0,043 | 2,517 | 0,265 |
| | 201 | 0,050 | 2,522 | 0,270 |
| SLV | 475 | 0,068 | 2,524 | 0,287 |
| SLC | 975 | 0,088 | 2,520 | 0,294 |
| | 2475 | 0,121 | 2,509 | 0,300 |

**Punto 2**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 30 | 0,024 | 2,519 | 0,193 |
| SLD | 50 | 0,031 | 2,526 | 0,210 |
| | 72 | 0,036 | 2,544 | 0,223 |
| | 101 | 0,040 | 2,553 | 0,251 |
| | 140 | 0,047 | 2,498 | 0,265 |
| | 201 | 0,054 | 2,530 | 0,267 |
| SLV | 475 | 0,074 | 2,522 | 0,283 |
| SLC | 975 | 0,097 | 2,504 | 0,291 |
| | 2475 | 0,135 | 2,482 | 0,296 |

**Punto 3**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 30 | 0,024 | 2,538 | 0,181 |
| SLD | 50 | 0,030 | 2,529 | 0,207 |
| | 72 | 0,034 | 2,547 | 0,222 |
| | 101 | 0,039 | 2,560 | 0,243 |
| | 140 | 0,044 | 2,519 | 0,265 |
| | 201 | 0,050 | 2,534 | 0,270 |
| SLV | 475 | 0,068 | 2,536 | 0,288 |
| SLC | 975 | 0,087 | 2,535 | 0,296 |
| | 2475 | 0,119 | 2,523 | 0,308 |

**Punto 4**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 30 | 0,022 | 2,559 | 0,180 |
| SLD | 50 | 0,028 | 2,524 | 0,203 |
| | 72 | 0,033 | 2,542 | 0,219 |
| | 101 | 0,037 | 2,556 | 0,239 |
| | 140 | 0,041 | 2,551 | 0,264 |
| | 201 | 0,047 | 2,529 | 0,273 |
| SLV | 475 | 0,063 | 2,562 | 0,290 |
| SLC | 975 | 0,079 | 2,571 | 0,307 |
| | 2475 | 0,106 | 2,577 | 0,319 |

**Punto d'indagine**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 30 | 0,023 | 2,544 | 0,183 |
| SLD | 50 | 0,030 | 2,524 | 0,206 |
| SLV | 475 | 0,069 | 2,532 | 0,287 |
| SLC | 975 | 0,088 | 2,528 | 0,296 |

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

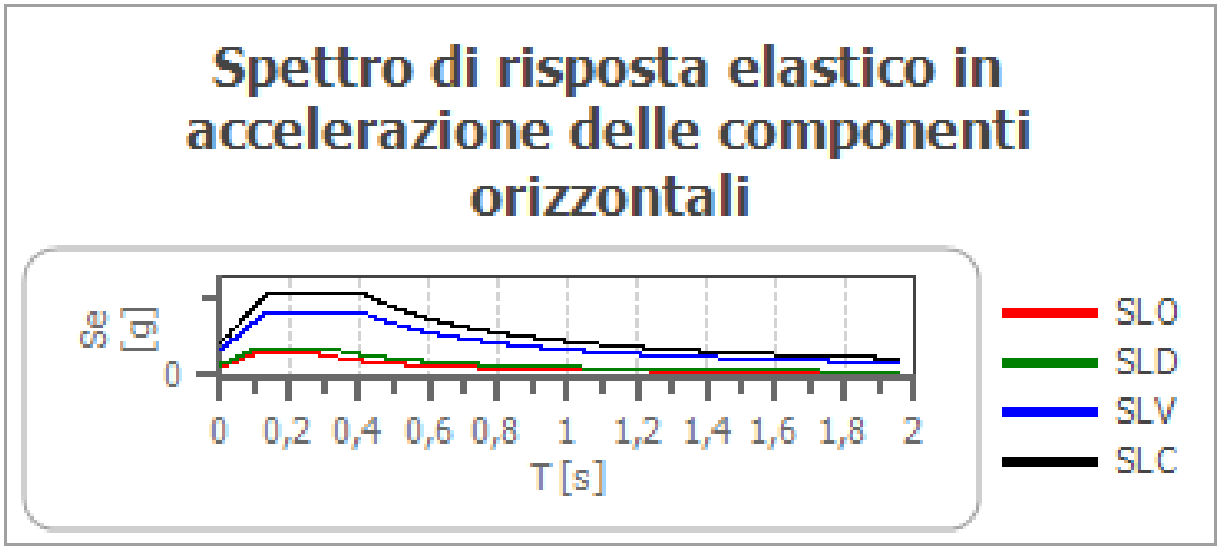
**Stabilità di pendii e fondazioni**

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---|---|---|---|---|
| kh | 0,006 | 0,007 | 0,016 | 0,021 |
| kv | 0,003 | 0,004 | 0,008 | 0,011 |
| amax [m/s²] | 0,272 | 0,349 | 0,807 | 1,038 |
| Beta | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |

**Fronti di scavo e rilevati**

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---|---|---|---|---|
| kh | -- | 0,017 | 0,031 | -- |
| kv | -- | 0,008 | 0,016 | -- |
| amax [m/s²] | 0,272 | 0,349 | 0,807 | 1,038 |
| Beta | -- | 0,470 | 0,380 | -- |

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**

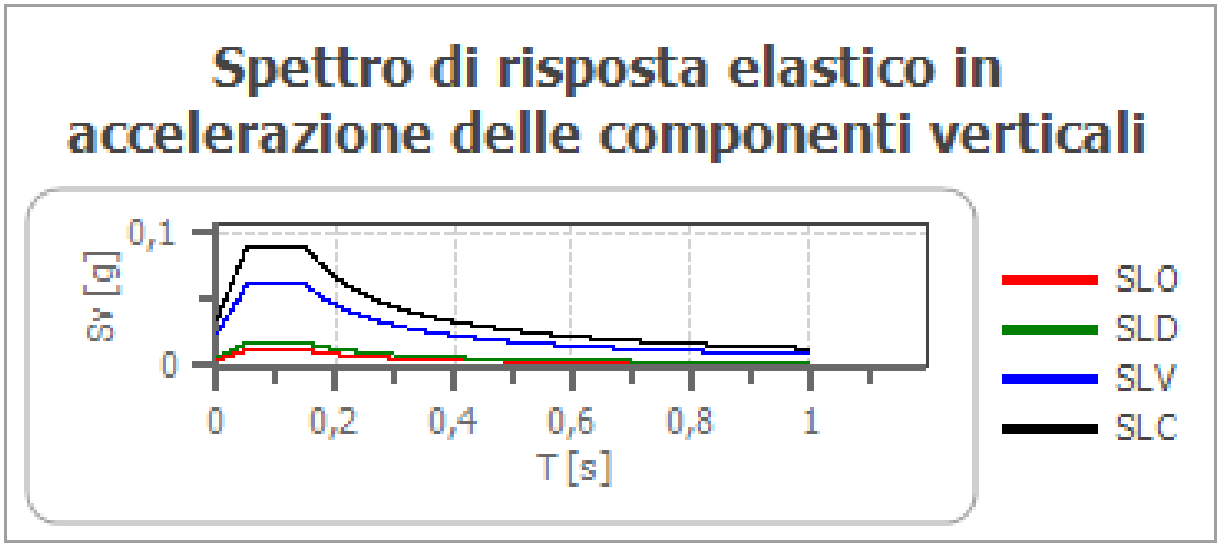


| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,0 | 0,023 | 2,544 | 0,183 | 1,200 | 1,540 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,094 | 0,283 | 1,692 | 0,028 | 0,071 |
| SLD | 1,0 | 0,030 | 2,524 | 0,206 | 1,200 | 1,510 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,104 | 0,311 | 1,719 | 0,036 | 0,090 |
| SLV | 1,0 | 0,069 | 2,532 | 0,287 | 1,200 | 1,410 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,135 | 0,404 | 1,874 | 0,082 | 0,208 |
| SLC | 1,0 | 0,088 | 2,528 | 0,296 | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,138 | 0,415 | 1,953 | 0,106 | 0,268 |

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000




| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,0 | 0,023 | 2,544 | 0,183 | 1 | 1,540 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,005 | 0,012 |
| SLD | 1,0 | 0,030 | 2,524 | 0,206 | 1 | 1,510 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,007 | 0,017 |
| SLV | 1,0 | 0,069 | 2,532 | 0,287 | 1 | 1,410 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,024 | 0,061 |
| SLC | 1,0 | 0,088 | 2,528 | 0,296 | 1 | 1,400 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,035 | 0,089 |

**Spettro di progetto**

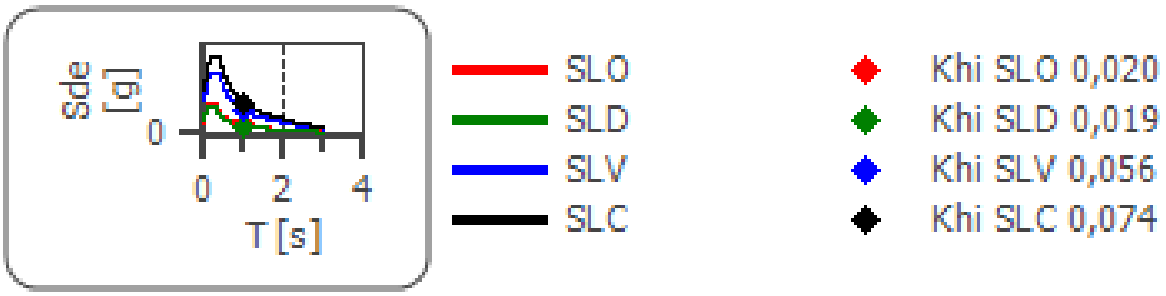
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

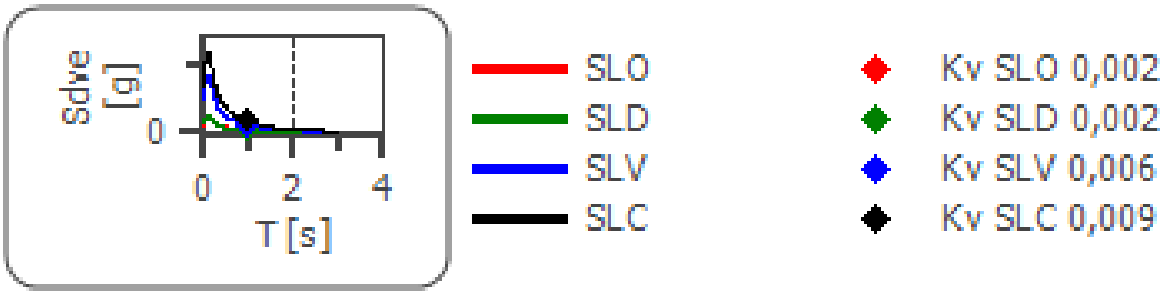
Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---|---|---|---|---|
| khi = Sde(T) Orizzontale [g] | 0,020 | 0,019 | 0,056 | 0,074 |
| kv = Sdve(T) Verticale [g] | 0,002 | 0,002 | 0,006 | 0,009 |

## Spettro di progetto delle componenti orizzontali




## Spettro di progetto delle componenti verticali




| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | q [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Sd(0) [g] | Sd(TB) [g] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO orizzontale | 1,0 | 0,023 | 2,544 | 0,183 | 1,200 | 1,540 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,094 | 0,283 | 1,692 | 0,028 | 0,071 |
| SLO verticale | 1,0 | 0,023 | 2,544 | 0,183 | 1,200 | 1,540 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,005 | 0,012 |
| SLD orizzontale | 1,0 | 0,030 | 2,524 | 0,206 | 1,200 | 1,510 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,104 | 0,311 | 1,719 | 0,036 | 0,060 |
| SLD verticale | 1,0 | 0,030 | 2,524 | 0,206 | 1,200 | 1,510 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,007 | 0,012 |
| SLV orizzontale | 1,0 | 0,069 | 2,532 | 0,287 | 1,200 | 1,410 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,135 | 0,404 | 1,874 | 0,082 | 0,139 |
| SLV verticale | 1,0 | 0,069 | 2,532 | 0,287 | 1,200 | 1,410 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,024 | 0,041 |
| SLC orizzontale | 1,0 | 0,088 | 2,528 | 0,296 | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,138 | 0,415 | 1,953 | 0,106 | 0,178 |
| SLC verticale | 1,0 | 0,088 | 2,528 | 0,296 | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,035 | 0,060 |

# 15 PARAMETRI GEOTECNICI

## 15.1 Parametri geotecnici medi

Di seguito si riportano I parametrici geotecnici medi per l'area di studio:

| Terreno | Profondità (m) | Peso di volume (kN/m$^3$) | Coesione c'(kPa) | Coesione non drenata Cu (kPa) | Angolo di attrito (°) | Modulo def. E (MPa) | Modulo di deformazione non drenata Eu (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MASSICCIATA FERROVIARIA | 0.00 - 1.80 | - | - | - | - | - | - |
| DEPOSITI ALLUVIONALI - Alternanze di sabbia fine debolmente limosa e sabbia grossolana con ghiaia di colore grigio | 1.80 - 29.20/35.40 | 20-22 | 0 | | 35-42 | 40-60 | - |
| DEPOSITI ALLUVIONALI - Limo argilloso di colore grigio scuro | 29.20/35.40 - 34.00/40.00 | 20-22 | | 30-40 | 22-24 | | 9-20 |
| ARGILLITI/ARGILLOSCISTI | >34.00/40.00 | 22-28 | 80-120 | | 30-32 | 500-700 | - |

## 15.2 Parametri geotecnici caratteristici

Di seguito si riportano I parametrici geotecnici caratteristici per l'area di studio:

| Terreno | Profondità (m) | Peso di volume (kN/m$^3$) | Coesione c'(kPa) | Coesione non drenata Cu (kPa) | Angolo di attrito (°) | Modulo def. E (MPa) | Modulo di deformazione non drenata Eu (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MASSICCIATA FERROVIARIA | 0.00 - 1.80 | - | - | - | - | - | - |
| DEPOSITI ALLUVIONALI - Alternanze di sabbia fine debolmente limosa e sabbia grossolana con ghiaia di colore grigio | 1.80 - 29.20/35.40 | 20 | 0 | | 35 | 40 | - |
| DEPOSITI ALLUVIONALI - Limo argilloso di colore grigio scuro | 29.20/35.40 - 34.00/40.00 | 20 | | 30 | 22 | | 9 |
| ARGILLITI/ARGILLOSCISTI | >34.00/40.00 | 22 | 80 | | 30 | 500 | - |

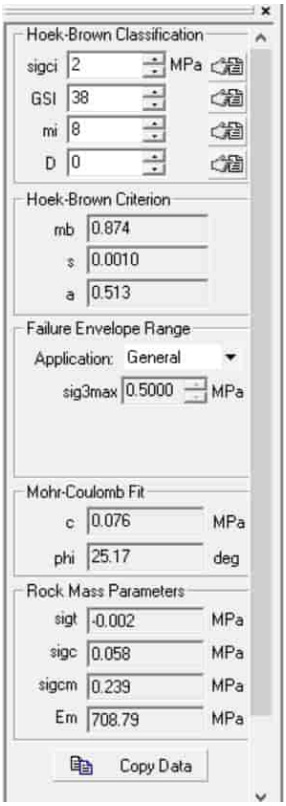
**Argilliti di Montanesi**

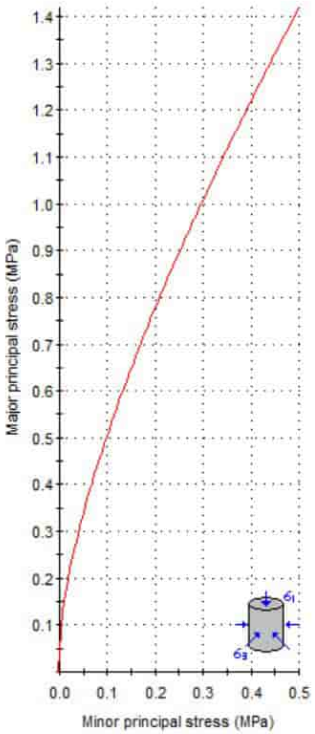
È stata presa in considerazione la condizione geomeccanica caratterizzata da un comportamento dell'ammasso roccioso in corrispondenza di importanti strutture geologiche (es. faglie, nuclei di pieghe, sovrascorrimenti…).

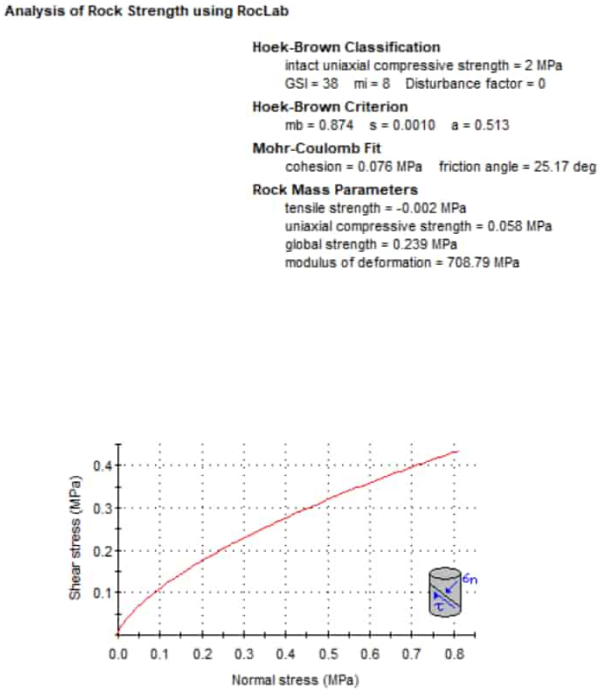
Sulla base delle indagini effettuate per la caratterizzazione geotecnica delle opere all'aperto del Terzo Valico dei Giovi "IG5102ECVRBGE0001001" su questo tipo di ammasso roccioso sono stati presi di riferimento i seguenti valori caratteristici:

- UCS = 2 Mpa
- GSI = 38
- Mi = 8
- D = 0

Si riporta di seguito l'analisi effettuata con il programma RocLab dalla quale è stata fatta la parametrizzazione geotecnica.




| Formazione | Peso di volume [kN/m$^3$] | Coesione [kpa] | Angolo di attrito [°] | E [Mpa] |
|---|---|---|---|---|
| Argilliti di Montanesi | 22-28 | 80-120 | 25-32 | 500-700 |

Nell'assegnazione dei parametri delle Argilliti di Montanesi si è ritenuto opportuno assumere un angolo di attrito pari a 30°.

# 16 LIQUEFAZIONE

Secondo le norme NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa nel caso si verifichino una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 56 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 ed in Figura 55 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

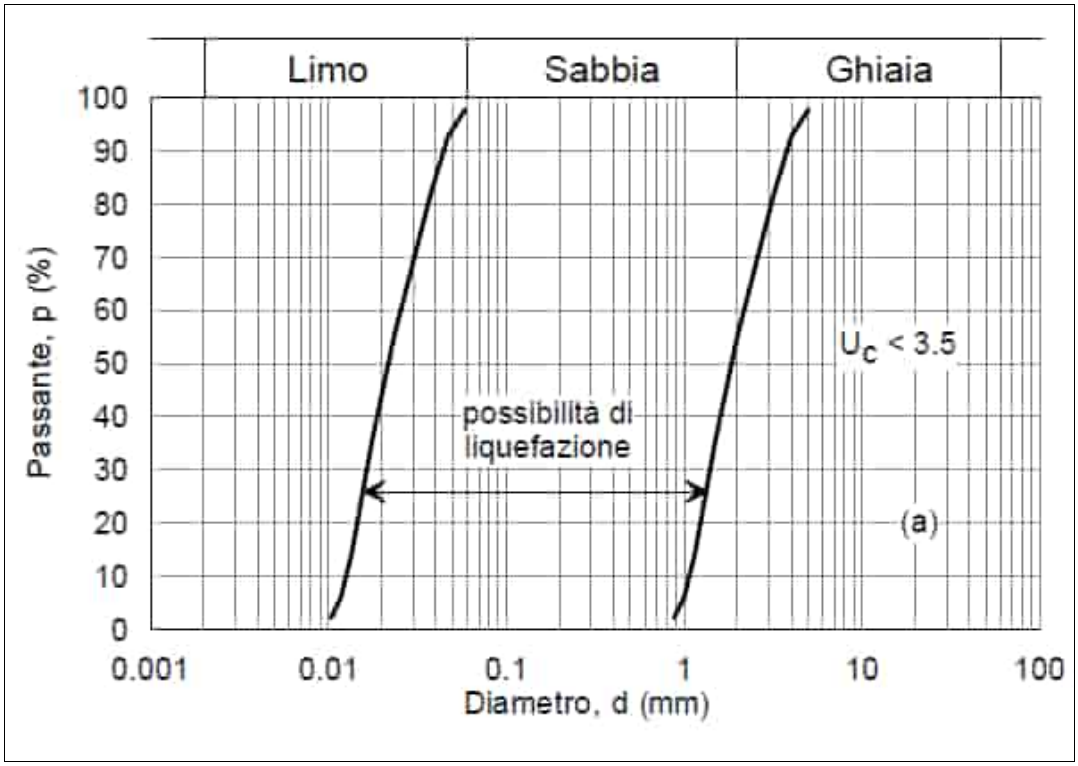



**Figura 55: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.**

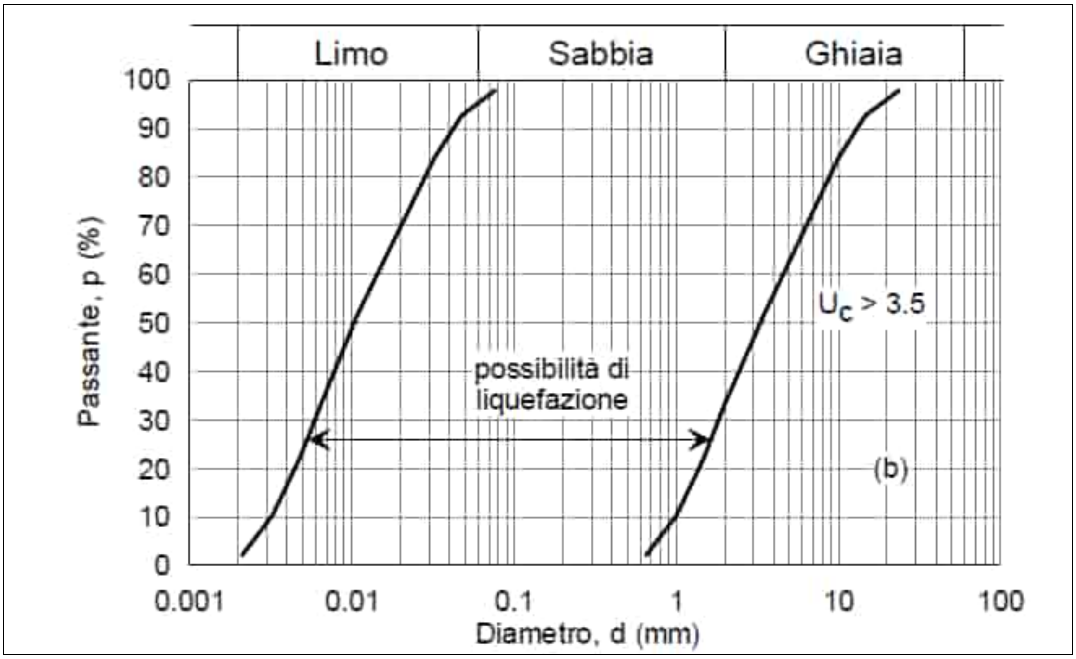



**Figura 56: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.**

Secondo quanto citato nel Decreto: "***L.R. 21 luglio 1983, nr. 29. Adozione delle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Liquefazione (LQ) ed approvazione criteri tecnici integrativi alla DGR 471/2010*****"*** della Regione Liguria – Giunta Regionale Atto N° 535-2021 - Seduta N° 3677 - del 18/06/2021 - Numero d'Ordine 19, NP/2021/196157, il comune di Genova è di magnitudo 6.

| | | |
|---|---|---|
| 5 | *GENOVA* | *6.0* |
| 6 | *Masone* | *5.5* |
| 7 | *Mele* | *5.5* |
| 8 | *Mezzanego* | *5.5* |
| 9 | *Ne* | *5.5* |
| 10 | *Rezzoaglio* | *5.5* |
| 11 | *Rossiglione* | *5.5* |
| 12 | *Santo Stefano d'Aveto* | *6.0* |
| 13 | *Tiglieto* | *5.5* |

**Figura 57: Tabella 1c. Criteri tecnici relativi al recepimento delle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) nel territorio ligure e indirizzi per la pianificazione urbanistica comunale**

Secondo li DGR N°535 del 18/06/2021 della Regione Liguria, il comune di Genova ricade nelle aree successibili alla Liquefazione. Di seguito riportiamo lo stralcio che evidenzia questo fatto

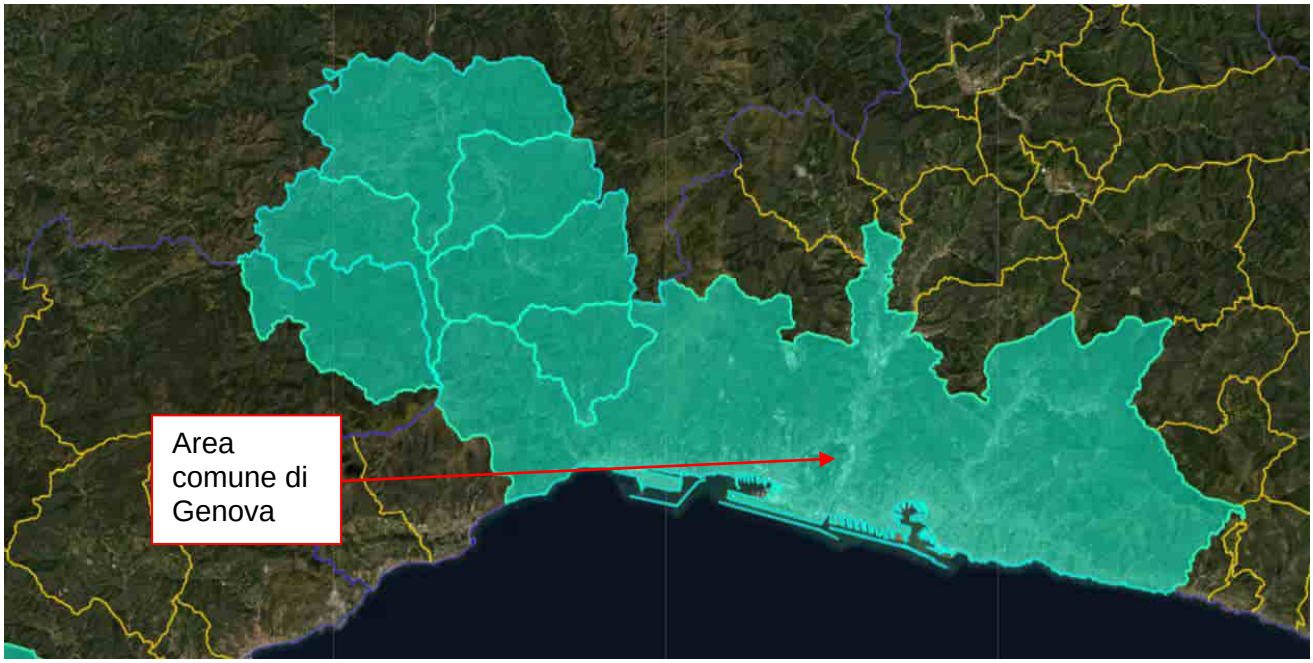



**Figura 58 :Stralcio del Comune di Genova: area interessata da Liquefazione ai sensi della D.G.R n 535 del 18.06.2021.**




**Figura 59 :Legenda dello Stralcio del Comune di Genova: area interessata da Liquefazione ai sensi della D.G.R n 535 del 18.06.2021.**

### 16.1 Verifica della liquefazione

La verifica consiste nella stima alle varie profondità di un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto fra la resistenza alla liquefazione del terreno (CRR) e lo sforzo di taglio ciclico indotto dal sisma (CSR).

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

Le verifiche possono essere di tipo puntuale (singoli livelli) o globale (sull'intera colonna stratigrafica).

Il parametro CRR può essere ottenuto attraverso correlazioni semi-empiriche con prove in sito (prove penetrometriche statiche, dinamiche (SPT) o mediante misura delle velocità delle onde S. La grandezza CSR è funzione dell'accelerazione sismica orizzontale max in superficie e della magnitudo. Le NTC 2018 non indicano un valore specifico di Fs di riferimento, lasciando al progettista la scelta e la motivazione del margine di sicurezza.

L'Eurocodice 8 suggerisce, nel caso di impiego di correlazioni semi-empiriche, che un terreno debba essere considerato liquefacibile se lo sforzo di taglio indotto dal terremoto superi l'80% della resistenza mobilitata dal terreno.

CSR >= 0.80 CRR

Questo comporta un coefficiente di sicurezza limite paria Fs = CRR/CSR = 1.25.

In accordo con l''Eurocodice 8, per considerare i depositi non liquefacibili, il valore di Fs calcolato dove essere maggiore di 1,25.

Sempre in accordo con la normativa vigente si è adottata una procedura di calcolo semplificata

Si riportano di seguito le formule usate per la verifica di liquefazione.

In questo caso specifico le formule adottate sono quelle di Blake e Rauch.

**VALUTAZIONE SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE**

**Reference Procedure**: *Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils (2001)*

➡ $FS = CRR / CRS = (CRR_{7.5}/CRS) \cdot MSF \cdot K_\sigma$

➡ $CRS = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (\sigma_{vo} / \sigma'_{vo}) r_d$ (Seed & Idriss, 1971)

| | | |
|---|---|---|
| $r_d = 1 - 0.00765 \cdot z$ | $z <= 9.15$ m | (Liao & Whitman, 1986b) |
| $r_d = 1.174 - 0.0267 \cdot z$ | $9.15 < z <= 23$ m | |
| $r_d = ???$ | $z > 23$ m | (Robertson & Wride, 1998) |

$r_d = (1 - 0.4113 \cdot z^{0.5} + 0.04053 \cdot z + 0.001753 \cdot z^{1.5}) / (1 - 0.4177 \cdot z^{0.5} + 0.05729 \cdot z - 0.006205 \cdot z^{1.5} + 0.00121 \cdot z^2)$ (Blake, 1996)

➡ $CRR_{7.5} = 1/[34 - (N_1)_{60\,cs}] + (N_1)_{60\,cs}/135 + 50/[10 \cdot (N_1)_{60\,cs} + 45]^2 - 1/200$ $(N_1)_{60\,cs} < 30$ (Rauch, 1998)

$(N_1)_{60\,cs} >= 30$ No liquefazione

➡ $CRR_{7.5} = 1/[34 - (N_1)_{60\,cs}] + (N_1)_{60\,cs}/135 + 50/[10 \cdot (N_1)_{60\,cs} + 45]^2 - 1/200$ $(N_1)_{60\,cs} < 30$ (Rauch, 1998)

$(N_1)_{60\,cs} >= 30$ No liquefazione

$CRR_{7.5} = [a + c \cdot (N_1)_{60\,cs} + e \cdot (N_1)_{60\,cs}^2 + g \cdot (N_1)_{60\,cs}^3] / [1 + b \cdot (N_1)_{60\,cs} + d \cdot (N_1)_{60\,cs}^2 + f \cdot (N_1)_{60\,cs}^3 + h \cdot (N_1)_{60\,cs}^4]$

| | | |
|---|---|---|
| a = | 0,04844 | (Blake, 1996) |
| b = | -0,1248 | |
| c = | -0,004721 | |
| d = | 0,009578 | |
| e = | 0,0006136 | |
| f = | -0,0003285 | |
| g = | -0,00001673 | |
| h = | 0,000003714 | |

**NB 1** I valori di $N_{SPT}$ vengono corretti in funzione di $D_{50}$ come segue:

$N_{clean\text{-}sand} = N_{SPT}\,(-0.19 \cdot \ln(D_{50}) + 0.721)$ (Tokimatsu, 1988)

**NB 2** Le espressioni di CRR sono valide per approssimare la curva base delle CLEAN-SAND.
In presenza di contenuto di fine FC >5% i valori di $(N_1)_{60}$ vengono corretti

$(N_1)_{60\,cs} = \alpha + \beta \cdot (N_1)_{60}$ (Seed & Idriss)

| | |
|---|---|
| $\alpha = 0$, $\beta = 1$ | per FC <= 5% |
| $\alpha = \exp[1.76 - (190/FC^2)]$, $\beta = \exp[0.99 + (FC^{1.5}/1000)]$ | per 5 < FC < 35% |
| $\alpha = 5$, $\beta = 1.2$ | per FC >= 35% |

**NB 3** Le espressioni di CRR sono valide per terremoti di magnitudo 7.5
In presenza di magnitudo diverse da 7.5 i valori di CRR vengono corretti

$CRR_{Mw} = MSF \cdot CRR_{7.5}$

| | | |
|---|---|---|
| $MSF = 10^{2.24} / M_w^{2.56}$ | lower bound | (Revised Idriss, 1997) |
| $MSF = (M_w / 7.5)^{-2.56}$ | upper bound | (Andrus & Stokoe, 1997) |

**NB 4** Le espressioni di CRR devono infine essere corrette in relazione allo stato tensionale in sito

| | | | |
|---|---|---|---|
| $K_\sigma = (\sigma'_{vo}/100)^{(1-f)}$ | $f = 0.8$ | per Dr <= 40% | (Hynes & Olsen, 1999) |
| | $f = 0.8 - 0.005 \cdot (Dr - 40)$ | per 40 < Dr < 80% | |
| | $f = 0.6$ | per Dr >= 80% | |

**NB 5** Le espressioni di CRR possono essere corrette in relazione all' OCR ⟶ vedi curve Rollins & Seed, 1990

La verifica è stata condotta considerando un contenuto di fine pari a 10%. I coefficienti α e β sono calcolati con la formula seguente:

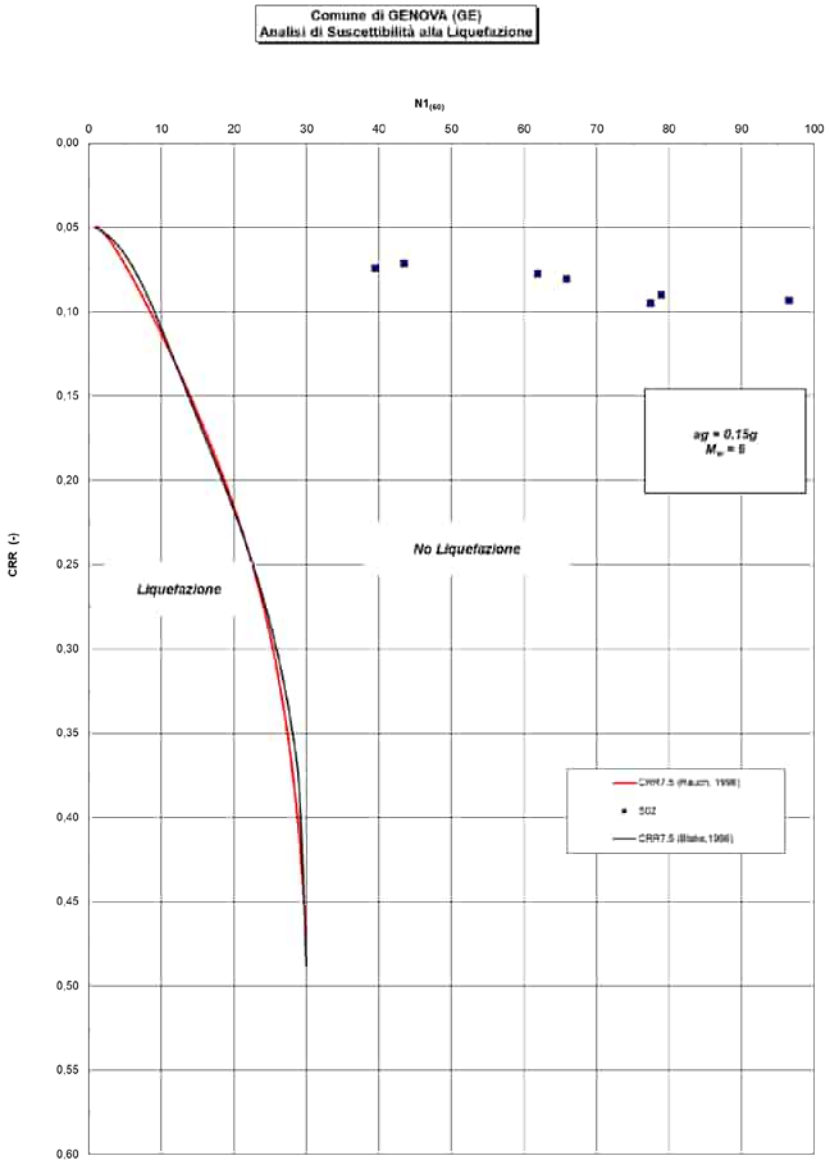
$$\alpha = \exp[1.76 - (190/FC^2)]$$
$$\beta = \exp[0.99 + (FC^{1.5}/1000)]$$

Quindi α è pari a 0,87 e β è pari a 2,77

La magnitudo considerando per il comune di Genova è pari a 6 secondo quanto descritto sopra. Quindi la formula del MSW considerato è quella di lower bond di Revised Idriss del 1977:

$MSF = 10^{2.24} / M_w^{2.56}$ lower bound (Revised Idriss, 1997)

**Verifica di liquefazione con i dati SPT del sondaggio S02**

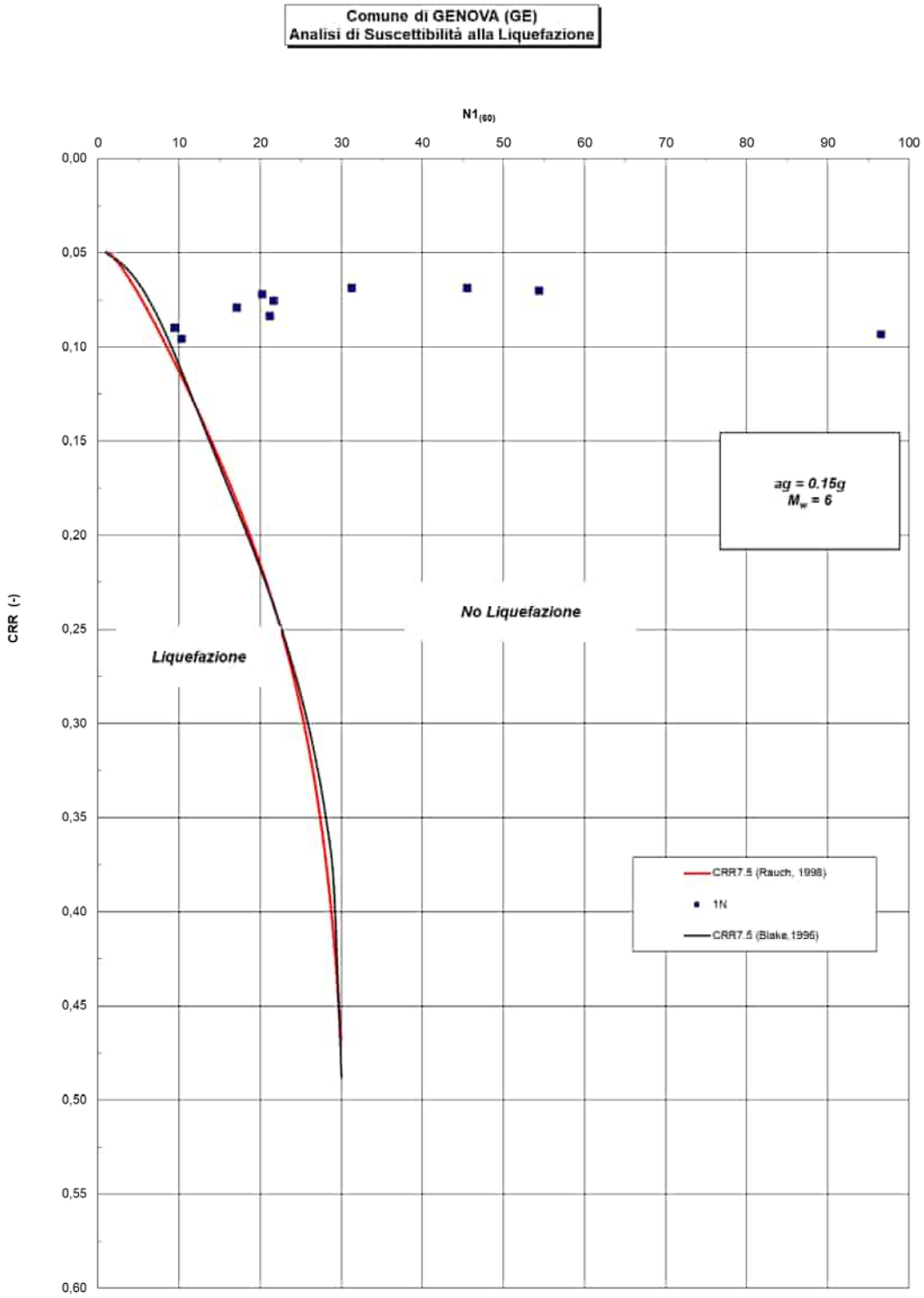


| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{SPT}$ | N' | σ'vo [kPa] | Cn | $N_{1(60)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S02 | 3,6 | 62 | 38,50 | 64,80 | 1,13 | 84,29 |
| | 6,0 | 100 | 57,50 | 108,00 | 0,97 | 116,88 |
| | 9,0 | 100 | 57,50 | 162,00 | 0,8287293 | 99,45 |
| | 13,0 | 100 | 57,50 | 234,00 | 0,6912442 | 82,95 |
| | 16,4 | 100 | 57,50 | 265,30 | 0,6447453 | 77,37 |
| | 19,0 | 66 | 40,5 | 286,10 | 0,617157 | 48,88 |
| | 22,0 | 76 | 45,5 | 310,10 | 0,58812 | 53,64 |
| | 25,0 | 100 | 57,5 | 334,10 | 0,5616926 | 67,40 |
| | 28,5 | 69 | 42 | 362,10 | 0,5337129 | 44,19 |
| | 32,0 | 80 | 47,5 | 390,10 | 0,5083884 | 48,81 |

Dalla tabella sopra citata si nota anche che la condizione 3 della Norma Tecnica 2018 sulla verifica di liquefazione viene soddisfatta visto che la N1(60) > 30.

Quindi si può concludere che il terreno oggetto di studio non è liquefacibile.

## Verifica di liquefazione con i dati SPT del sondaggio 1N



| Sondaggio | Profondità [m] | $N_{SPT}$ | N' | σ'vo [kPa] | Cn | $N_{1(60)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1N | 3,00 | 7,00 | 11,0 | 54,00 | 1,18 | 11,88 |
| | 6,00 | 100,00 | 57,5 | 108,00 | 0,97 | 1,44 |
| | 9,00 | 11,00 | 13,0 | 162,00 | 0,83 | 2,4 |
| | 12,00 | 30,00 | 22,5 | 216,00 | 0,72 | 31,2 |
| | 15,00 | 26,00 | 20,5 | 270,00 | 0,64 | 24,84 |
| | 18,00 | 35 | 25 | 324,00 | 0,57 | 31,8 |
| | 21,00 | 34 | 24,5 | 358,00 | 0,54 | 29,4 |
| | 24,00 | 49 | 32 | 382,00 | 0,52 | 40,44 |
| | 27,00 | 100 | 57,5 | 406,00 | 0,50 | 2,4 |
| | 30,00 | 15 | 15 | 430,00 | 0,48 | 11,4 |
| | 32,00 | 18 | 16,5 | 446,00 | 0,46 | 17,04 |

Dal grafico sopra riportato si conclude che il terreno oggetto di studio non è liquefacibile.

# 17 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- L'area della WBS RI02 è caratterizzata dalla presenza dei sedimenti alluvionali costituiti da depositi ghiaiosi e sabbiosi a quota più elevata degli attuali alvei (Polcevera) e talvolta ricoperti da coltri colluviali e/o da materiali di riporto antropico;
- Secondo la Carta dell'acclività redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera, risulta che l'area di interesse ricade in classe 1 di acclività (0-10%).
- Il tratto in esame ricade in terreni permeabili per porosità, in urbanizzato continuo impermeabile.
- La falda è stata individuata nei depositi alluvionali alla profondità di 13,43 metri da p.c (sondaggio S02)
- Per la WBS RI02 si prendono di riferimento le seguenti indagini:
  - N.1 Sondaggio a carotaggio continuo 1N spinto alla profondità circa 45,40m da p.c eseguito nel 2019
  - N.1 Sondaggio a carotaggio continuo S02 spinto alla profondità di 40m da p.c eseguito nel 2020;
  - N.5 indagini sismiche di superficie MASW (4-5-6-7-8)
  - N.5 prove sismiche HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio HVSR) a stazione singola (tromino)
- Dalla Carta di Microzonazione sismica evincono le seguenti classi di microzonazione sismica:
  - B7s/t:" Zone B7 suscettibili ad amplificazione locale Sedimenti alluvionali e marini con spessore > 3 m e acclività >15° (amplificazione topografica e stratigrafica)".
- Viste le velocità ottenute con le indagini MASW in sito, per la classificazione del suolo si è ritenuto corretto opportuno classificare il terreno in **categoria B**: *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"*.
- l'accelerazione al suolo tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni del comune di Genova è pari a **PGA = 0.050-0.075**, valore caratteristico della **zona sismica di tipo 3**

- Dalla verifica di liquefazione eseguita, risulta che il terreno della nostra area di studio risulta non liquefacibile.

## ALLEGATO 1 – STRATIGRAFIA E CASSETTE DEL SONDAGGIO 1N (CAMPAGNA 2019)

Sondeco

| | |
|---|---|
| Committente | Nuove Costruzioni S.r.l. |
| Cantiere | Via Duria |
| Località | Genova |
| Data Inizio | 05/06/19 |
| Data Fine | 14/06/19 |

| SONDAGGIO | FOGLIO |
|---|---|
| 1N | 1/4 |

Quota (p.c.)

| Profondita' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.00 | 1 2 3 4 | | Terreno di riporto eterogeneo sabbioso ghiaioso con ciottoli e frammenti di laterizi; colore bruno chiaro grigiastro. | | 100 | 127 | 90 | | | | 3.00 6-4-3 p.c. | |
| 4.00 | 4.00 | 5 6 7 8 | | Terreno di riporto eterogeneo sabbioso limoso con sporadica ghiaia e frammenti di laterizi, inconsistente; colore grigio bruno. | | | | | | | | 6.00 pp-pp-1 p.c. | |
| 8.00 | 4.00 | 9 10 11 12 | | Terreno di riporto eterogeneo ghiaioso sabbioso limoso con rari ciottoli e frammenti di laterizi, poco consistente; colore bruno. Saturo a partire da m 9.00. | | | | | | | | 9.00 1-1-1 p.c. | |
| 12.00 | 4.00 | 13 14 15 | | Ghiaia eterometrica con rari piccoli ciottoli in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da sciolta a poco addensata; colore bruno. | 12.00 | | | | | | | 12.00 35-15-15 p.c. 15.00 12-13-13 p.c. | |

Sondeco

| | |
|---|---|
| Committente | Nuove Costruzioni S.r.l. |
| Cantiere | Via Duria |
| Località | Genova |
| Data Inizio | 05/06/19 |
| Data Fine | 14/06/19 |

| SONDAGGIO | FOGLIO |
|---|---|
| 1N | 2/4 |

Quota (p.c.)

| Profondita' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.00 | 16 | | Ghiaia eterometrica con rari piccoli ciottoli in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da sciolta a poco addensata; colore bruno. | | | | | | | | 15.00<br>12-13-13<br>p.c. | |
| 16.00<br>16.20 | 0.20 | | | Argilla limosa debolmente stratificata, competente; colore bruno chiaro. | | | | | | | | | |
| | 10.00 | 17 | | Ghiaia eterometrica, a tratti debolmente alterata, con occasionali ciottoli (diam. max 8-10 cm) in matrice limoso sabbiosa e sabbiosa, molto addensata; colore bruno chiaro. | | | | | | | | | |
| | | 18 | | | | | | | | | | 18.00<br>10-14-21<br>p.c. | |
| | | 19 | | | | | | | | | | | |
| | | 20 | | | | | | | | | | | |
| | | 21 | | | | | | | | | | 21.00<br>16-20-14<br>p.c. | |
| | | 22 | | | | | | | | | | | |
| | | 23 | | | | 100 | 127 | 90 | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | | | | 24.00<br>35-31-18<br>p.c. | |
| | | 25 | | | | | | | | | | | |
| | | 26 | | | | | | | | | | | |
| 26.20 | 0.60 | | | Limo e limo sabbioso, debolmente plastico, inglobante ghiaia fine; colore grigio azzurro. | | | | | | | | | |
| 26.80 | 2.40 | 27 | | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, a tratti abbondante, sciolta o poco addensata; colore bruno chiaro grigiastro. | | | | | | | | 27.00<br>2-pp-3<br>p.c. | |
| | | 28 | | | | | | | | | | | |
| | | 29 | | | | | | | | | | | |
| 29.20 | 4.00 | 30 | | Limo, limo argilloso e argilla limosa, consistente, debolmente ossidato al tetto; colore variabile da bruno rossiccio al tetto a grigio. | | | | | | | | 30.00<br>7-7-8<br>p.c. | |

Sondeco

| | |
|---|---|
| Committente | Nuove Costruzioni S.r.l. |
| Cantiere | Via Duria |
| Località | Genova |
| Data Inizio | 05/06/19 |
| Data Fine | 14/06/19 |

| SONDAGGIO | FOGLIO |
|---|---|
| 1N | 3/4 |

Quota (p.c.)

| Profondita' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.00 | 31 32 33 | | Limo, limo argilloso e argilla limosa, consistente, debolmente ossidato al tetto; colore variabile da bruno rossiccio al tetto a grigio. | | 100 | 127 | 90 | | | | 30.00 7-7-8 p.c. 32.30 7-7-11 p.a. | 31.70 C1 32.20 |
| 33.20 | 0.80 | 34 | | Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa, molto addensata, ossidata e debolmente alterata; colore bruno giallastro. | | | | | | | | | |
| 34.00 | 1.30 | 35 | | Argilloscisti friabili, debolmente alterati ed ossidati; colore bruno grigiastro. | | | | | | | | | |
| 35.30 | 10.10 | 36 37 38 39 40 | | Argilloscisti molto friabili inglobanti vene centimetrico decimetriche di calcite e quarzo; colore grigio plumbeo. | | 101 100 101 | | 70 | | | | | |

Sondeco

| | |
|---|---|
| Committente | Nuove Costruzioni S.r.l. |
| Cantiere | Via Duria |
| Località | Genova |
| Data Inizio | 05/06/19 |
| Data Fine | 14/06/19 |

| SONDAGGIO | FOGLIO |
|---|---|
| 1N | 4/4 |

Quota (p.c.)

| Profondita' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45.40 | 10.10 | 41 42 43 44 45 | | Argilloscisti molto friabili inglobanti vene centimetrico decimetriche di calcite e quarzo; colore grigio plumbeo. | | 101 101 101 100 | 127 | 70 100 | | | 45.00 | | |

Utilizzati:
- carotiere semplice diam 101mm (cod. 100);
- carotiere doppio tipo T6 diam. 101 mm munito di corona diamantata (cod. 101).
Foro completato con posa in opera di tubazione diam. 3" in PVC per esecuzione di prova geofisica Down Hole.

# Allegato fotografico




**Foto 1:** Sondaggio 1N - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.




**Foto 2:** Sondaggio 1N - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.



**Foto 3:** Sondaggio 1N - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



**Foto 4:** Sondaggio 1N - cassa 4 - da 15.00 m a 20.00 m.



**Foto 5:** Sondaggio 1N - cassa 5 - da 20.00 m a 25.00 m.



**Foto 6:** Sondaggio 1N - cassa 6 - da 25.00 m a 30.00 m.




**Foto 7:** Sondaggio 1N - cassa 7 - da 30.00 m a 35.00 m.



**Foto 8:** Sondaggio 1N - cassa 8 - da 35.00 m a 40.60 m.



**Foto 9:** Sondaggio 1N - cassa 9 - da 40.60 m a 45.40 m.



**Foto 10:** Postazione sondaggio 1N.

## ALLEGATO 2 – STRATIGRAFIA E CASSETTE DEL SONDAGGIO S02 (CAMPAGNA 2020)

# SOCOTEC ITALIA SRL

**AVELLINO DEPARTMENT**
**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

| ***SONDAGGIO*** | ***S02*** | *R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20* |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Committente:*** | COCIV S.P.A. | | |
| ***Oggetto Lavoro:*** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| ***Commessa n°:*** | - | ***Vebrale di Accettazione n°*** | - |
| ***Località:*** | Genova (GE) | ***Data esecuzione sondaggio:*** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| ***Coordinate WGS84 :*** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" | ***Quota (m.s.l.m):*** | 27,340 |
| ***Coordinate Gauss-Boaga:*** | - | | |

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




***FOTO CASSETTA 0,00m - 5,00m***




***FOTO CASSETTA 5,00m - 10,00m***

# SOCOTEC ITALIA SRL

**AVELLINO DEPARTMENT**
**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

| ***SONDAGGIO*** | ***S02*** | *R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20* |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Committente:*** | COCIV S.P.A. | | |
| ***Oggetto Lavoro:*** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| ***Commessa n°:*** | - | ***Vebrale di Accettazione n°*** | - |
| ***Località:*** | Genova (GE) | ***Data esecuzione sondaggio:*** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| ***Coordinate WGS84 :*** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" | ***Quota (m.s.l.m):*** | 27,340 |
| ***Coordinate Gauss-Boaga:*** | - | | |

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




***FOTO CASSETTA 10,00m - 15,00m***




***FOTO CASSETTA 15,00m - 20,00m***

# SOCOTEC ITALIA SRL

**AVELLINO DEPARTMENT**
**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

| ***SONDAGGIO*** | ***S02*** | *R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20* |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Committente:*** | COCIV S.P.A. | | |
| ***Oggetto Lavoro:*** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| ***Commessa n°:*** | - | ***Vebrale di Accettazione n°*** | - |
| ***Località:*** | Genova (GE) | ***Data esecuzione sondaggio:*** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| ***Coordinate WGS84 :*** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" | ***Quota (m.s.l.m):*** | 27,340 |
| ***Coordinate Gauss-Boaga:*** | - | | |

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




***FOTO CASSETTA 20,00m - 25,00m***

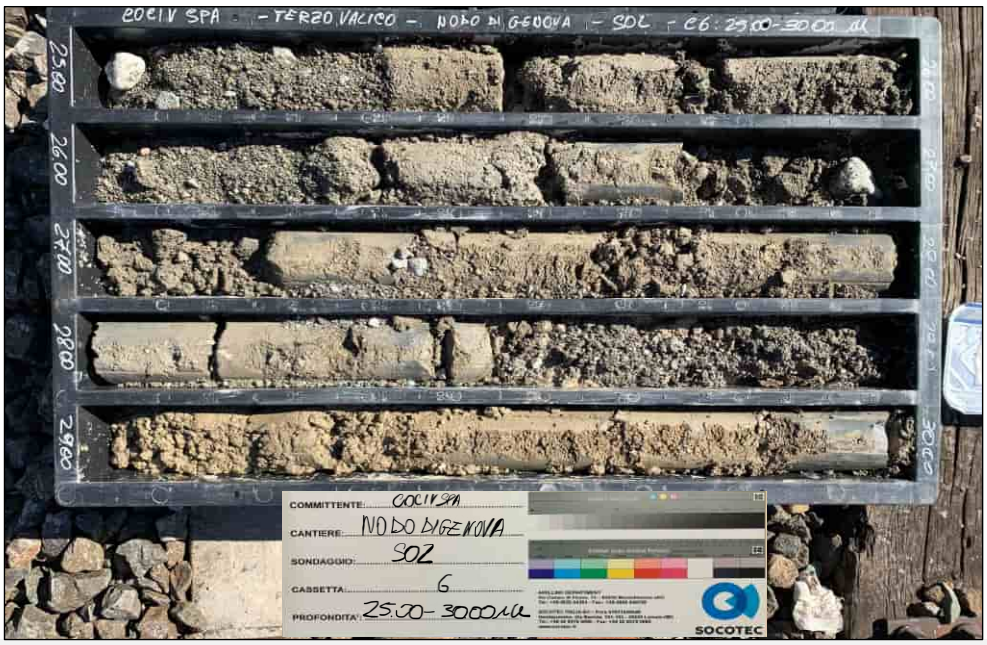



***FOTO CASSETTA 25,00m - 30,00m***

# SOCOTEC ITALIA SRL

**AVELLINO DEPARTMENT**
**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

| ***SONDAGGIO*** | ***S02*** | *R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20* |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Committente:*** | COCIV S.P.A. | | |
| ***Oggetto Lavoro:*** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| ***Commessa n°:*** | - | ***Vebrale di Accettazione n°*** | - |
| ***Località:*** | Genova (GE) | ***Data esecuzione sondaggio:*** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| ***Coordinate WGS84 :*** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" | ***Quota (m.s.l.m):*** | 27,340 |
| ***Coordinate Gauss-Boaga:*** | - | | |

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




***FOTO CASSETTA 30,00m - 35,00m***




***FOTO CASSETTA 35,00m - 40,00m***

# SOCOTEC ITALIA SRL

**AVELLINO DEPARTMENT**
**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

| ***SONDAGGIO*** | ***S02*** | *R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20* |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Committente:*** | COCIV S.P.A. | | |
| ***Oggetto Lavoro:*** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| ***Commessa n°:*** | - | ***Vebrale di Accettazione n°*** | - |
| ***Località:*** | Genova (GE) | ***Data esecuzione sondaggio:*** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| ***Coordinate WGS84 :*** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" | ***Quota (m.s.l.m):*** | 27,340 |
| ***Coordinate Gauss-Boaga:*** | - | | |

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



***ACCOPPIAMENTO, INSTALLAZIONE E CEMENTAZIONE DEL TUBO ATOSSICO PER PROVA DOWN HOLE***

# SOCOTEC ITALIA SRL

**AVELLINO DEPARTMENT**
**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

## SONDAGGIO S02

R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20

| | |
|---|---|
| **Committente:** | COCIV S.P.A. |
| **Oggetto Lavoro:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. |
| **Commessa n°:** | - |
| **Vebrale di Accettazione n°** | - |
| **Località:** | Genova (GE) |
| **Data esecuzione sondaggio:** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| **Coordinate WGS84 :** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" |
| **Quota (m.s.l.m):** | 27,34 |
| **Coordinate Gauss-Boaga:** | - |
| **Perforatrice idraulica:** | TEREDO MN 209 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Campione Rimaneggiato: | Cr1,2.. | Prova Pressiometrica: | | Pozzetto carrabile e terminale di protezione | | S.P.T. (Punta chiusa) | PC |
| Campione Indisturbato: | C1,2,.. | Prova Dilatometrica: | | Piezometro a tubo aperto: | | S.P.T. (Punta aperta) | PA |
| Shelby: | S | Prova Lugeon: | | Tubo in PVC per Down-hole: | | Quota falda iniz. | |
| DenIson -Mazier: | DM | Prova Lefranc | | Cella casagrande: | | Quota falda finale | |

| Profondità p.c. (m) | Potenza strati (m) | Simbologia | Consistenza: Pocket σ (kg/cm²) | Consistenza: Vane Test Cu (kg/cm²) | DESCRIZIONE STRATIGRAFICA | Indice di carotaggio: % carot. | Indice di carotaggio: RQD | Prelievo campioni: Modalità | Prelievo campioni: Profondità (m) | Prove in foro: S.P.T. prof. (m p.c.) | Prove in foro: S.P.T. N° Colpi | Installazione in foro: Schema / Note: | Falda: quota (m dal p.c.) | Dati foro: Utensile perforazione | Dati foro: Rivestimento Foro |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,80 | 1,80 | | | | Massicciata ferroviaria costituito da ciottoli eterogenei eterometrici | | | | | | | MISCELA CEMENTIZIA COSTIUTITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE IN POLVERE (Percentuale in peso 100, 30, 5) | | | |
| 5,15 | 3,35 | | | | Sabbia e ghiaia debolmente limosa di colore grigio con inclusi eterogenei arrotondati e sub-angolari. Il materiale si presenta pressocchè sciolto. | | | | | PC 3,60-4,05/19+28+34 | | TUBO ATOSSICO CIECO (SLOT 0,5 mm) 3" PER PROVA DOWN-HOLE | | CAROTIERE SEMPLICE 101 mm | RIVESTIMENTO METALLICO 127 mm |
| 7,55 | 2,40 | | | | Sabbia medio fine limosa e sabbia grossolana con inclusi centimetrici arrotondati. Il materiale si presenta da mediamente addensato / consistente a sciolto. | | | | | 5,50 - 6,00<br>PC 6,00-6,22/36+R | | | | | |
| 9,70 | 2,15 | | | | Sabbia limosa con ghiaia; il materiale si presenta sciolto. | | | | | PC 9,00-9,27/32+R | | | | | |
| 30,00 | 25,70 | | | | Alternanza di sabbia fine debolmente limosa e sabbia grossolana con ghiaia di colore grigio chiaro alternato al grigio scuro; con presenza di inclusi calcareo marnosi eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari; talora presenza di lenti ghiaiose debolmente sabbioso limose pluridecimentriche. il materiale si presenta sciolto talora mediamente addensato / consistente. | | | | | PC 13,00-13,37/25+38+R<br>PC 16,40-16,85/24+29+37<br>PC 19,00-19,45/31+36+40<br>PC 22,00-22,43/35+44+R<br>PC 25,00-25,45/27+32+37<br>PC 28,50-28,95/29+38+41 | | MISCELA CEMENTIZIA COSTIUTITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE IN POLVERE (Percentuale in peso 100, 30, 5) | -13,43m | | |

# SOCOTEC ITALIA SRL

AVELLINO DEPARTMENT
Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)
Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it


SOCOTEC

## SONDAGGIO S02

R.d.P. n° SA-20-000563 Del 18/09/20

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Committente:** | COCIV S.P.A. | | |
| **Oggetto Lavoro:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **Commessa n°:** | - | **Verbale di Accettazione n°** | - |
| **Località:** | Genova (GE) | **Data esecuzione sondaggio:** | Dal 02/09/2020 al 06/09/2020 |
| **Coordinate WGS84 :** | N 44°26'14.76" - E 8°53'29.91" | **Quota (m.s.l.m):** | 27,34 |
| **Coordinate Gauss-Boaga:** | - | **Perforatrice idraulica:** | TEREDO MN 209 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Campione Rimaneggiato: | Cr1,2.. | Prova Pressiometrica: | | Pozzetto carrabile e terminale di protezione | | S.P.T. (Punta chiusa) | PC |
| Campione Indisturbato: | C1,2,.. | Prova Dilatometrica: | | Piezometro a tubo aperto: | | S.P.T. (Punta aperta) | PA |
| Shelby: | S | Prova Lugeon: | | Tubo in PVC per Down-hole: | | Quota falda iniz. | |
| DenIson -Mazier: | DM | Prova Lefranc | | Cella casagrande: | | Quota falda finale | |

| Profondità p.c. (m) | Potenza strati (m) | Simbologia | Consistenza: Pocket σ (kg/cm²) | Consistenza: Vane Test Cu (kg/cm²) | DESCRIZIONE STRATIGRAFICA | Indice di carotaggio: % carot. | Indice di carotaggio: RQD | Prelievo campioni: Modalità | Prelievo campioni: Profondità (m) | Prove in foro: S.P.T. prof. (m p.c.) | Prove in foro: S.P.T. N° Colpi | Installazione in foro: Schema / Note | Falda: quota (m dal p.c.) | Dati foro: Utensile perforazione | Dati foro: Rivestimento Foro |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35,40 | 25,70 | | | | Alternanza di sabbia fine debolmente limosa e sabbia con ghiaia di colore grigio chiaro alternato al grigio scuro, con l'aumentare della profondità aumenta la frazione argillosa; con presenza di inclusi calcareo marnosi eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari; taklora presenza di lentio ghiaiose debolmente sabbioso limose pluridecimentriche. il materiale si presenta sciolto talora mediamente adddensato / consistente. | | | | | PC 32,00-32,45/27+36+44 | | MISCELA CEMENTIZIA COSTITUITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE (Percentuale in peso 100, 30, 5) / TUBO ATOSSICO CIECO (SLOT 0,5 mm) 3" PER PROVA DOWN-HOLE / MISCELA CEMENTIZIA COSTITUITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE (Percentuale in peso 100, 30, 5) | | CAROTIERE SEMPLICE 101 mm | CAROTIERE SEMPLICE 101 mm |
| 40,00 | 4,60 | | | | Limo argilloso di colore grigio scuro molto consistente a tratti mediamente consistente; talora trovanti calcitici di colore biancastro eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari. Con l'aumentare della profondità aumenta la frazione argillosa. | | | | | | | 40,00 | | | |

# SOCOTEC ITALIA SRL

**Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)**
**Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705**

**SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648**
**Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)**
**Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099**
**www.socotec.it**


SOCOTEC

## PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A CARICO VARIABILE raccomandazioni A.G.I. 1977

**COMMITTENTE**: COCIV S.p.A.

**CANTIERE: Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera.**

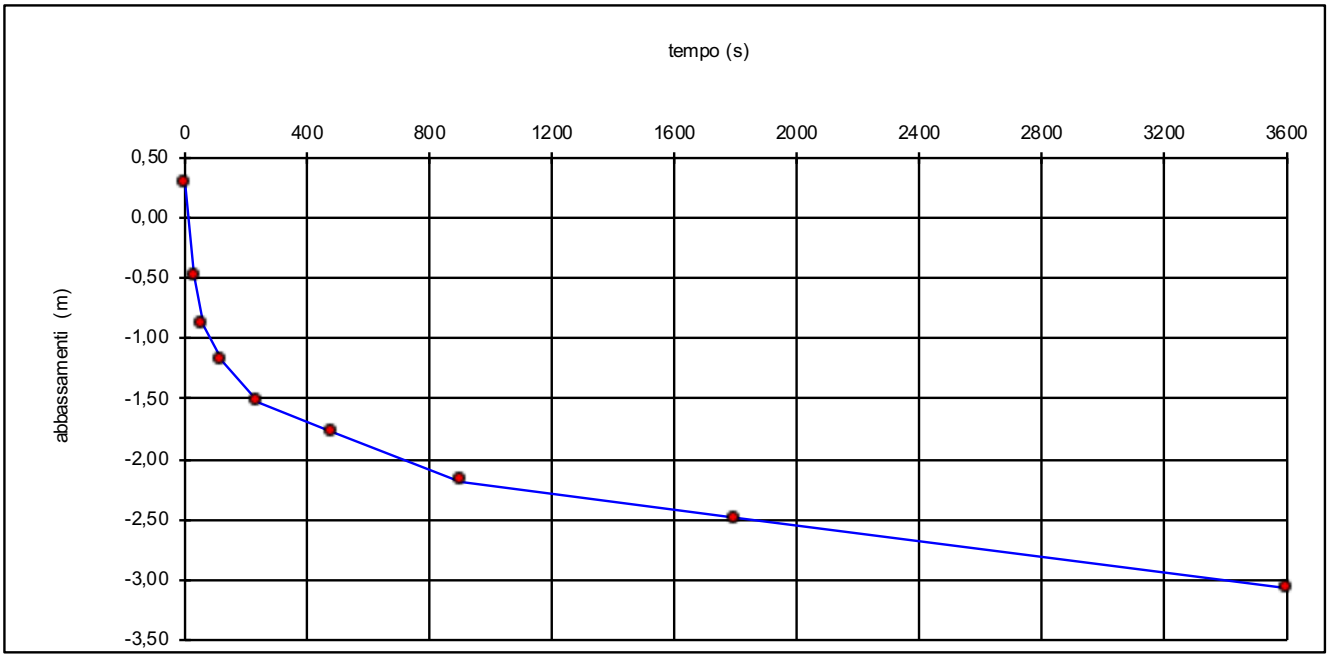
| | | | |
|---|---|---|---|
| **PROVA 1** | **SONDAGGIO** | **S02** | **DATA ESECUZIONE: 02/09/20** |
| **COMMESSA:** | **DURATA PROVE:** | **60 min** | |
| **N.RAPPORTO PROVA: SA-20-00000** | **DATA EMISSIONE:** | **18/09/20** | |

LITOLOGIA DEL TRATTO DI PROVA: Sabbia medio fine limosa e sabbia grossolana.

| | | |
|---|---|---|
| profondità fondo foro: | 5,50 | m |
| diametro del foro di prova: | 0,127 | m |
| sporgenza riferimento: | 0,30 | m |
| lunghezza tratto di prova: | 0,50 | m |
| profondità della falda dal p.c.: | – | m |
| durata prova: | 3600 | s |

PERMEABILITA' **K** = **6,12E-06** m/s
**6,12E-04** cm/s

| ABBASSAMENTI (m) | TEMPO (S) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0,78 | 30 |
| 1,19 | 60 |
| 1,49 | 120 |
| 1,83 | 240 |
| 2,07 | 480 |
| 2,48 | 900 |
| 2,79 | 1800 |
| 3,37 | 3600 |




Il Direttore Tecnico SOA:
Ing. Massimo De Iasi



Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Geol. Domenico Iannazzone

## ALLEGATO 3 – PROVE GEOFISICHE (CAMPAGNA 2020)

| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **1/4** |
| | ***MASW*** | |

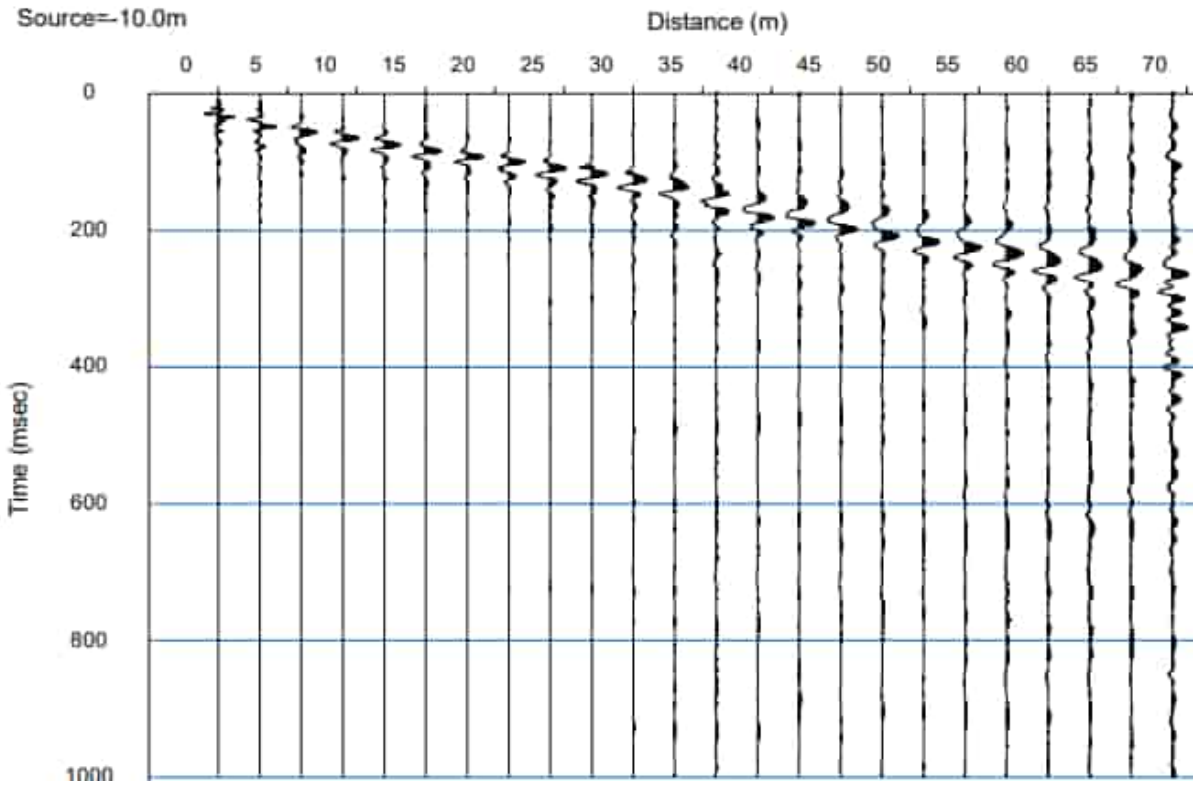
| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 4 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'16.52"N | |
| | **X** | 8°53'28.53"E | |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **2/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 4 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'16.52"N | |
| | **X** | 8°53'28.53"E | |

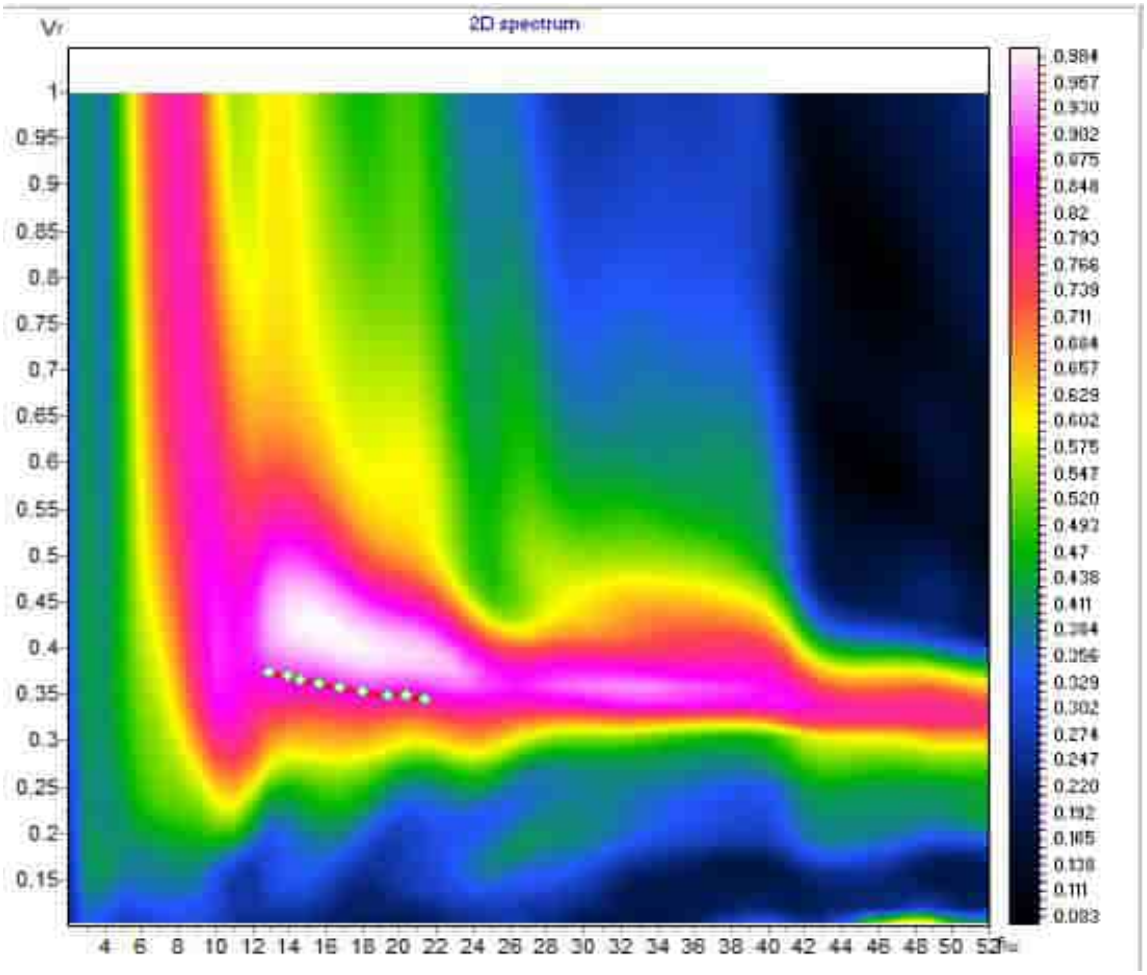
***SISMOGRAMMA***



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | **TEST REPORT** | **3/4** |
| | **MASW** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 4 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'16.52"N | |
| | **X** | 8°53'28.53"E | |

## *SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE*



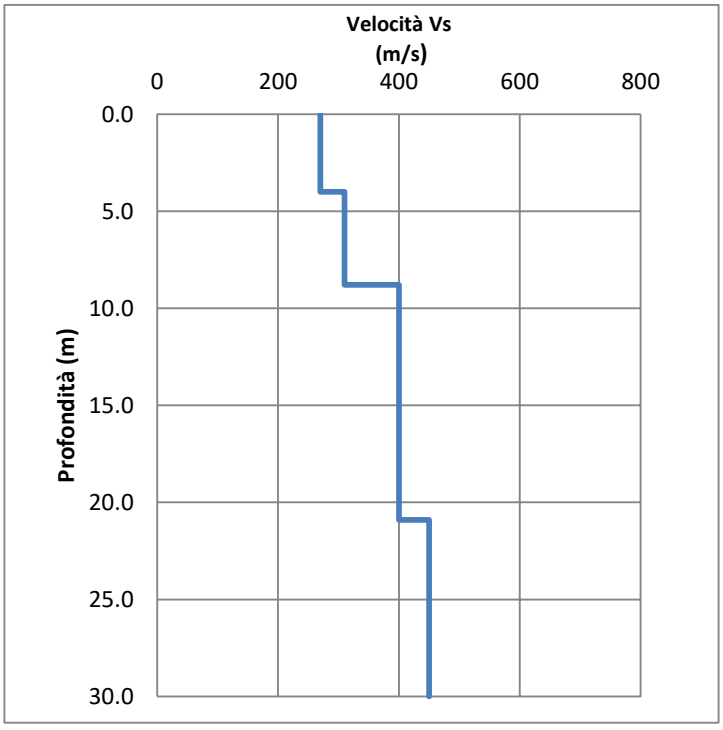
| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **4/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 4 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'16.52"N | |
| | **X** | 8°53'28.53"E | |

***GRAFICO & TABELLA Vs - h***

| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 270.00 |
| **2** | 4.00 | 8.80 | 4.80 | 310.00 |
| **3** | 8.80 | 20.90 | 12.10 | 400.00 |
| **4** | 20.90 | inf. | inf. | 450.00 |

| | |
|---|---|
| **Vs eq** (0 - 30) | **371** |
| **Suolo** | **B** |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | **TEST REPORT** | **1/4** |
| | ***MASW*** | |

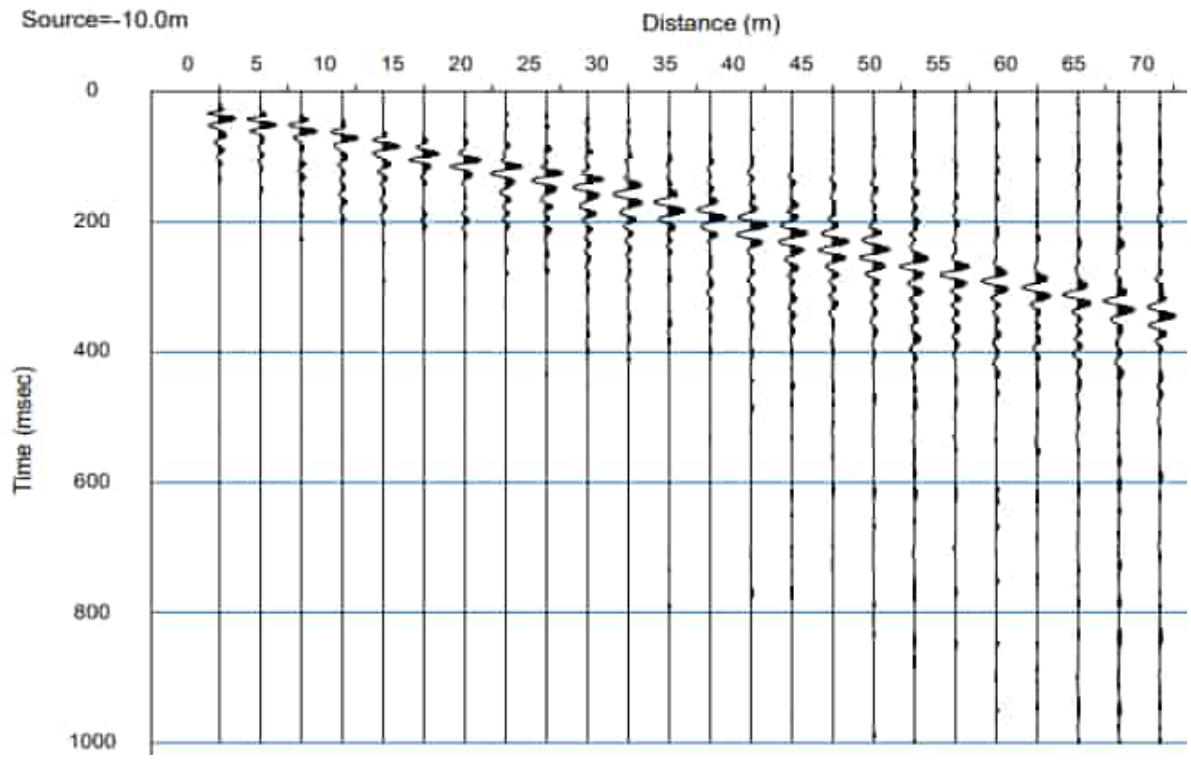
| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 5 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.28"N | |
| | **X** | 8°53'21.81"E | |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **2/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 5 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.28"N | |
| | **X** | 8°53'21.81"E | |

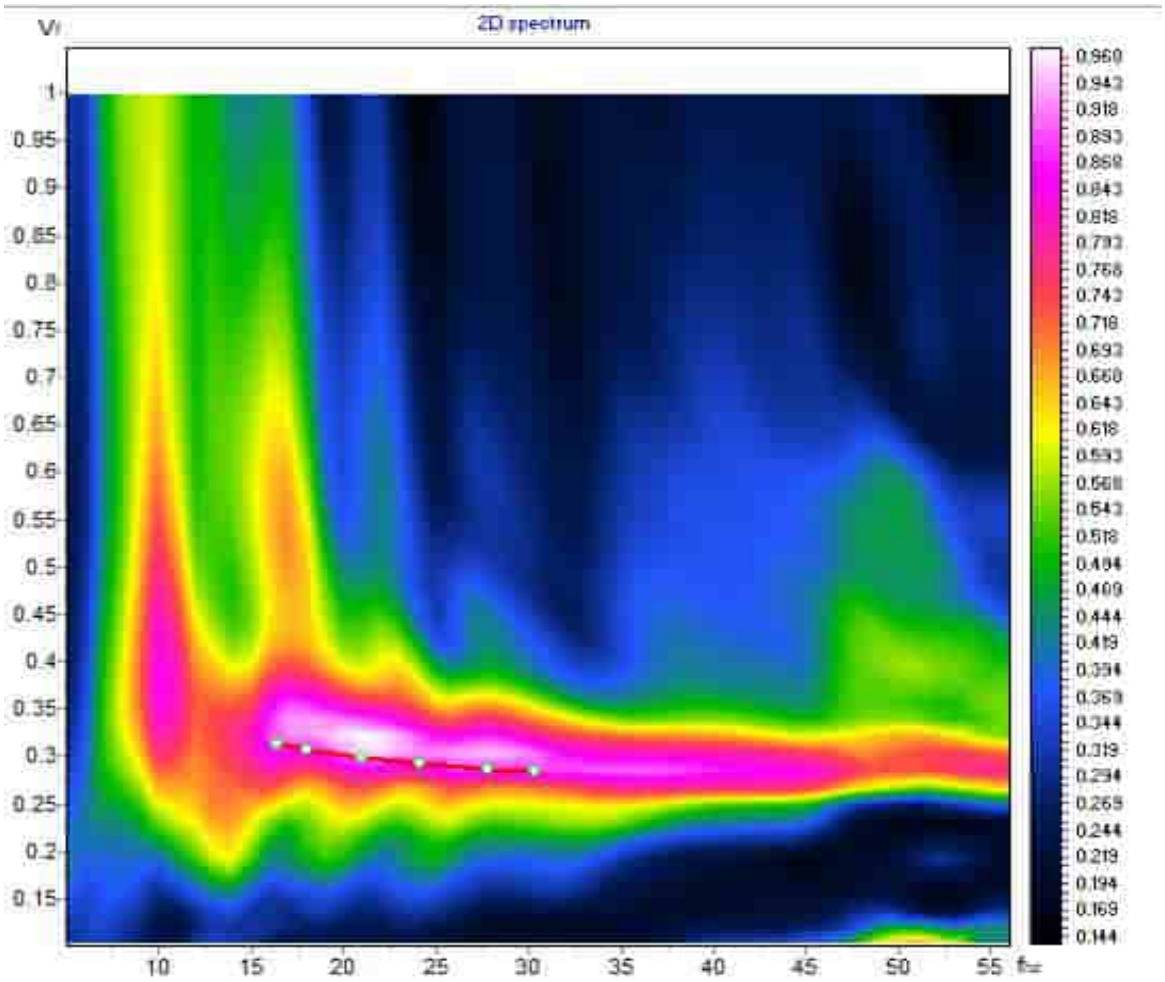
***SISMOGRAMMA***



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **3/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 5 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.28"N | |
| | **X** | 8°53'21.81"E | |

***SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE***



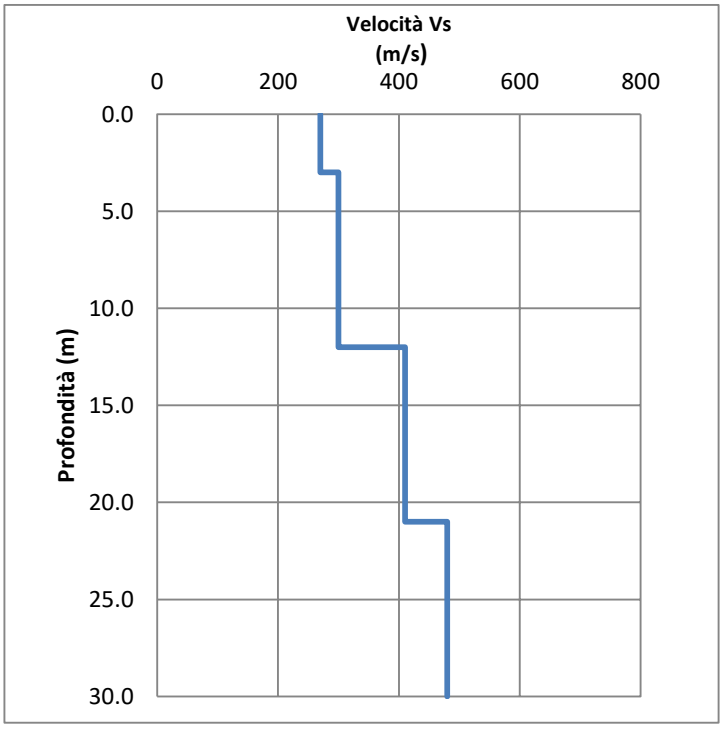
| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **4/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 5 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.28"N | |
| | **X** | 8°53'21.81"E | |

***GRAFICO & TABELLA Vs - h***

| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 0.00 | 3.00 | 3.00 | 270.00 |
| **2** | 3.00 | 12.00 | 9.00 | 300.00 |
| **3** | 12.00 | 21.00 | 9.00 | 410.00 |
| **4** | 21.00 | inf. | inf. | 480.00 |

| | |
|---|---|
| **Vs eq** (0 - 30) | **367** |
| **Suolo** | **B** |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **1/4** |
| | ***MASW*** | |

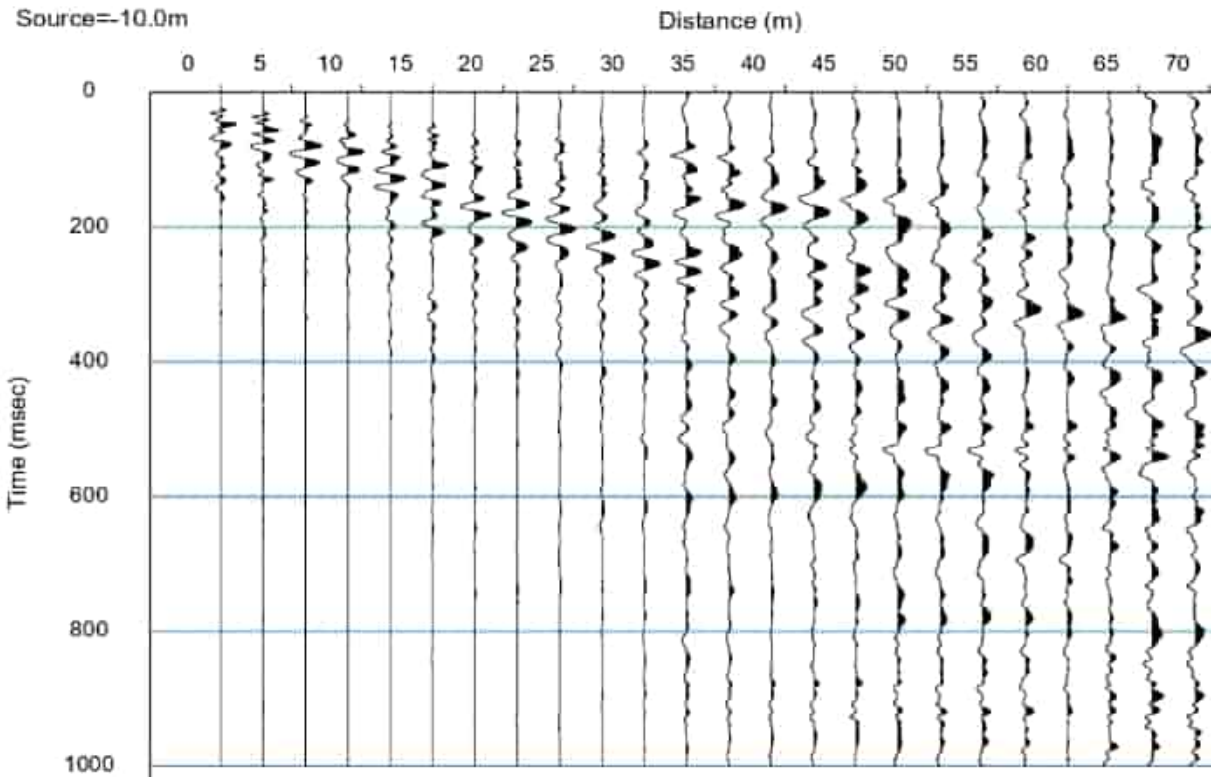
| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 6 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.76"N | |
| | **X** | 8°53'20.17"E | |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **2/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 6 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.76"N | |
| | **X** | 8°53'20.17"E | |

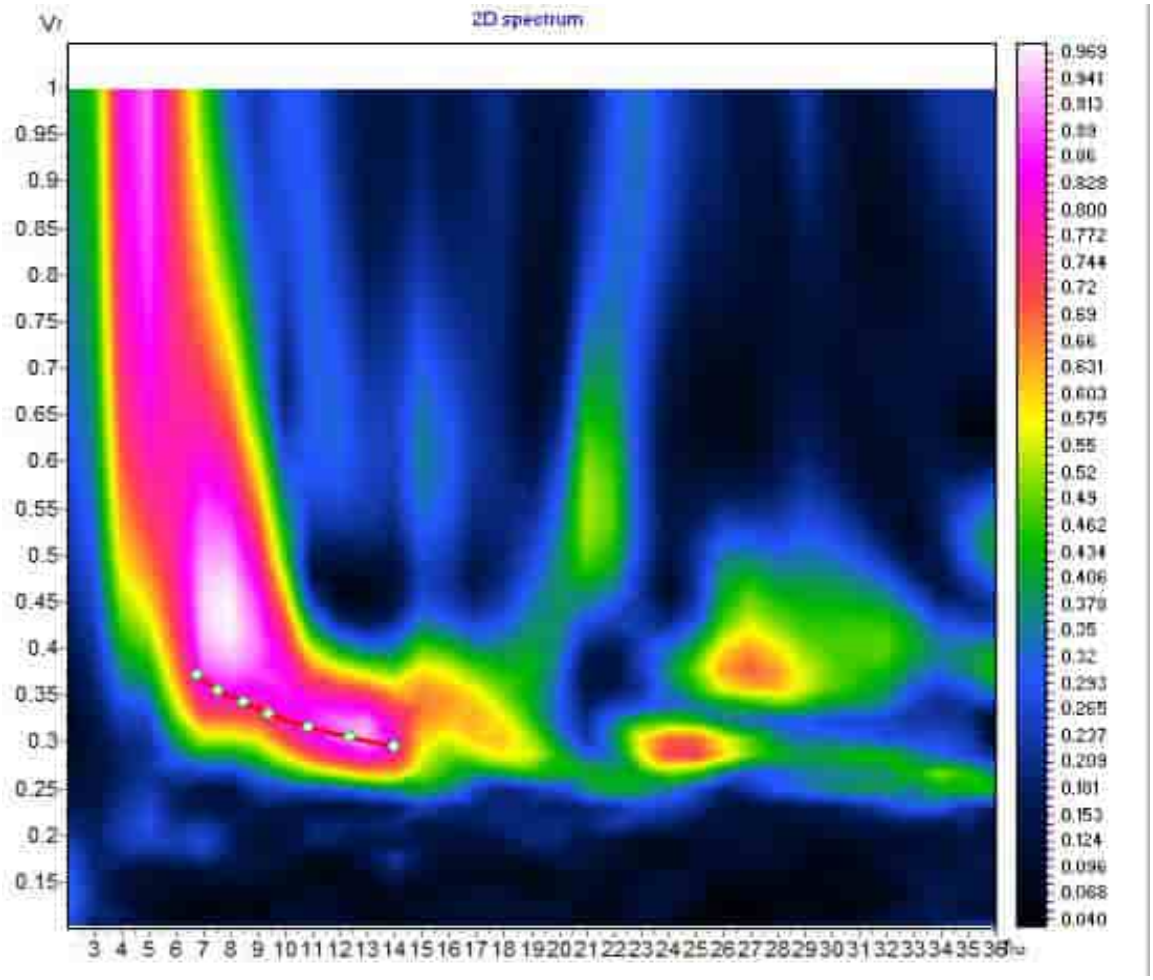
***SISMOGRAMMA***



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | **TEST REPORT** | **3/4** |
| | **MASW** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 6 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.76"N | |
| | **X** | 8°53'20.17"E | |

## *SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE*



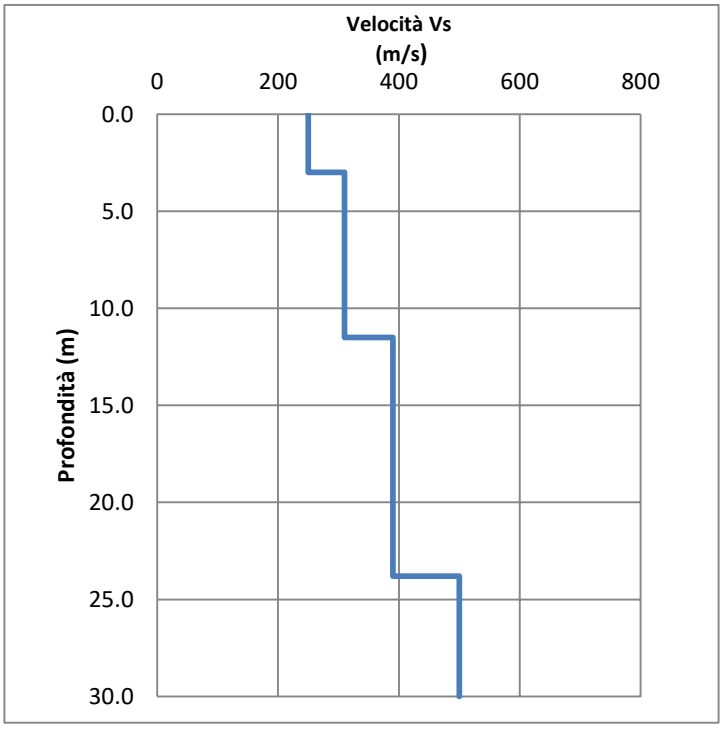
| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **4/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 6 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'21.76"N | |
| | **X** | 8°53'20.17"E | |

***GRAFICO & TABELLA Vs - h***

| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 0.00 | 3.00 | 3.00 | 250.00 |
| **2** | 3.00 | 11.50 | 8.50 | 310.00 |
| **3** | 11.50 | 23.80 | 12.30 | 390.00 |
| **4** | 23.80 | inf. | inf. | 500.00 |

| | |
|---|---|
| **Vs eq** (0 - 30) | **360** |
| **Suolo** | **C** |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **1/4** |
| | ***MASW*** | |

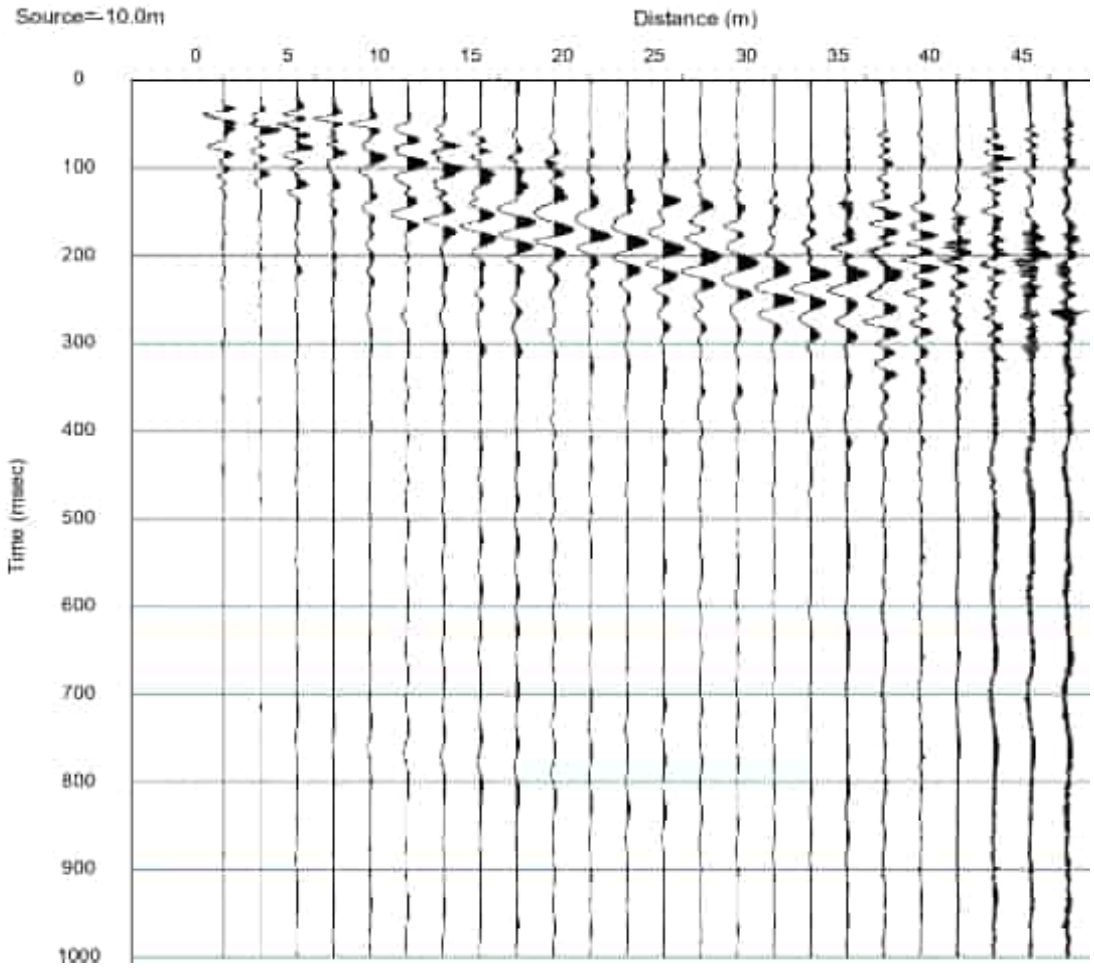
| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 7 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.05"N | |
| | **X** | 8°53'17.56"E | |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **2/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 7 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.05"N | |
| | **X** | 8°53'17.56"E | |

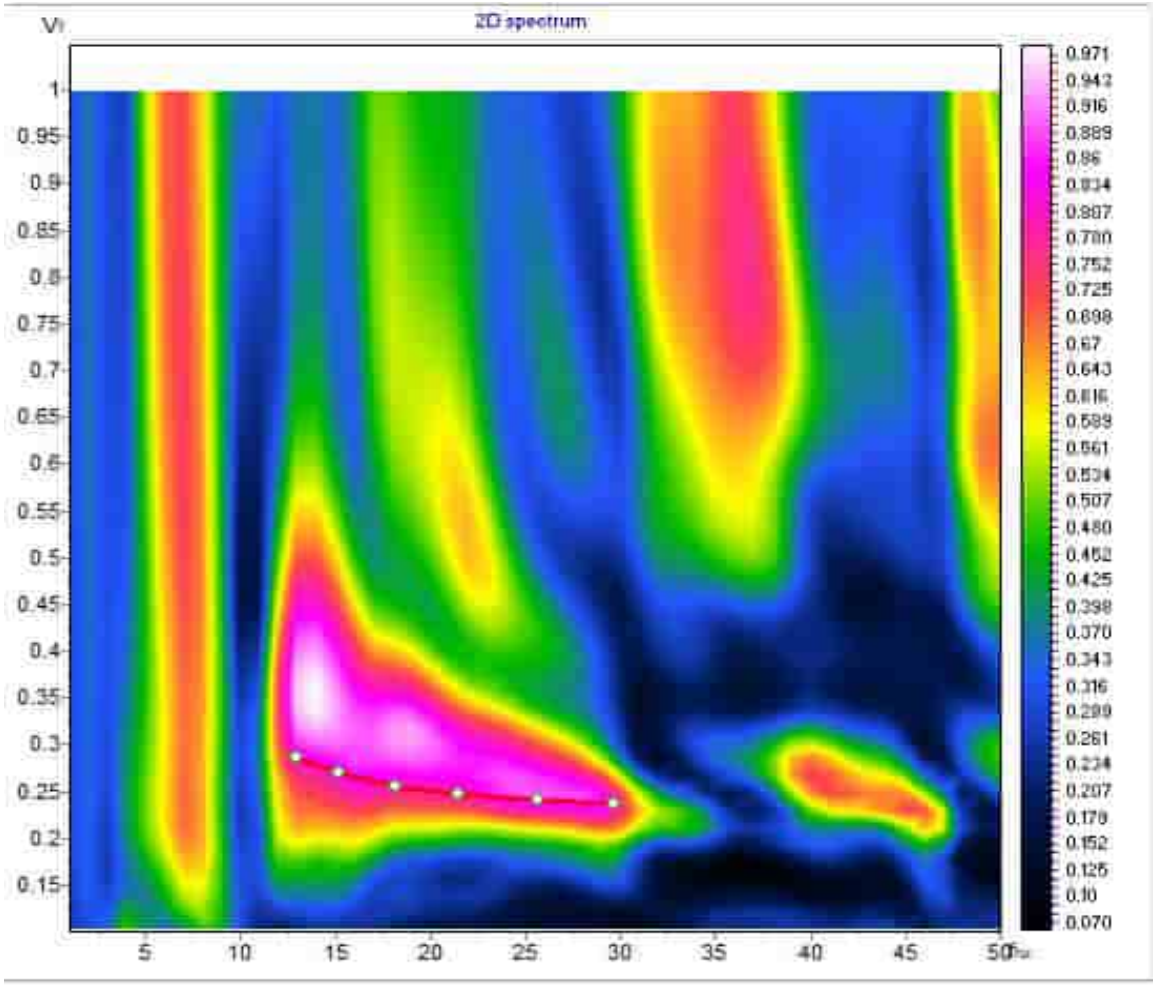
***SISMOGRAMMA***



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **3/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 7 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.05"N | |
| | **X** | 8°53'17.56"E | |

***SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE***



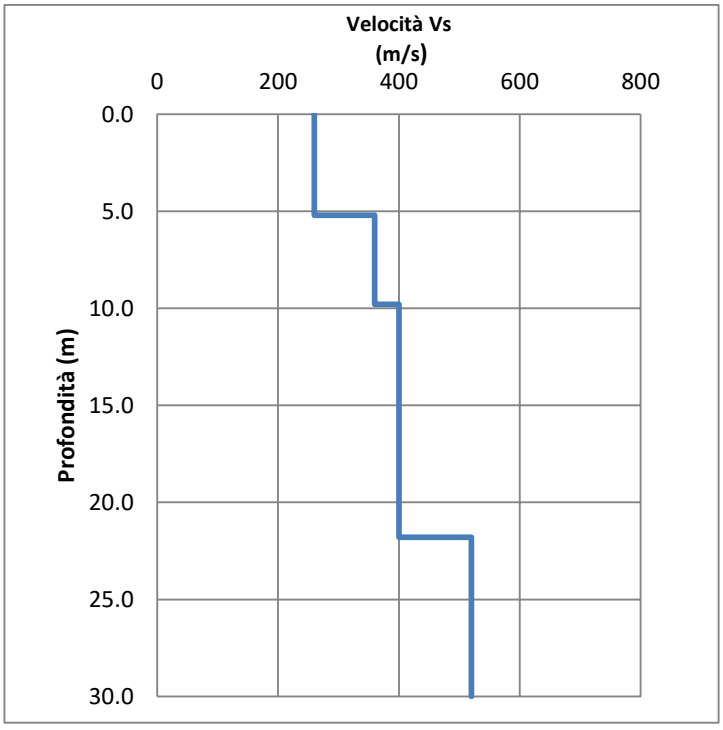
| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **4/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 7 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 22/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.05"N | |
| | **X** | 8°53'17.56"E | |

***GRAFICO & TABELLA Vs - h***

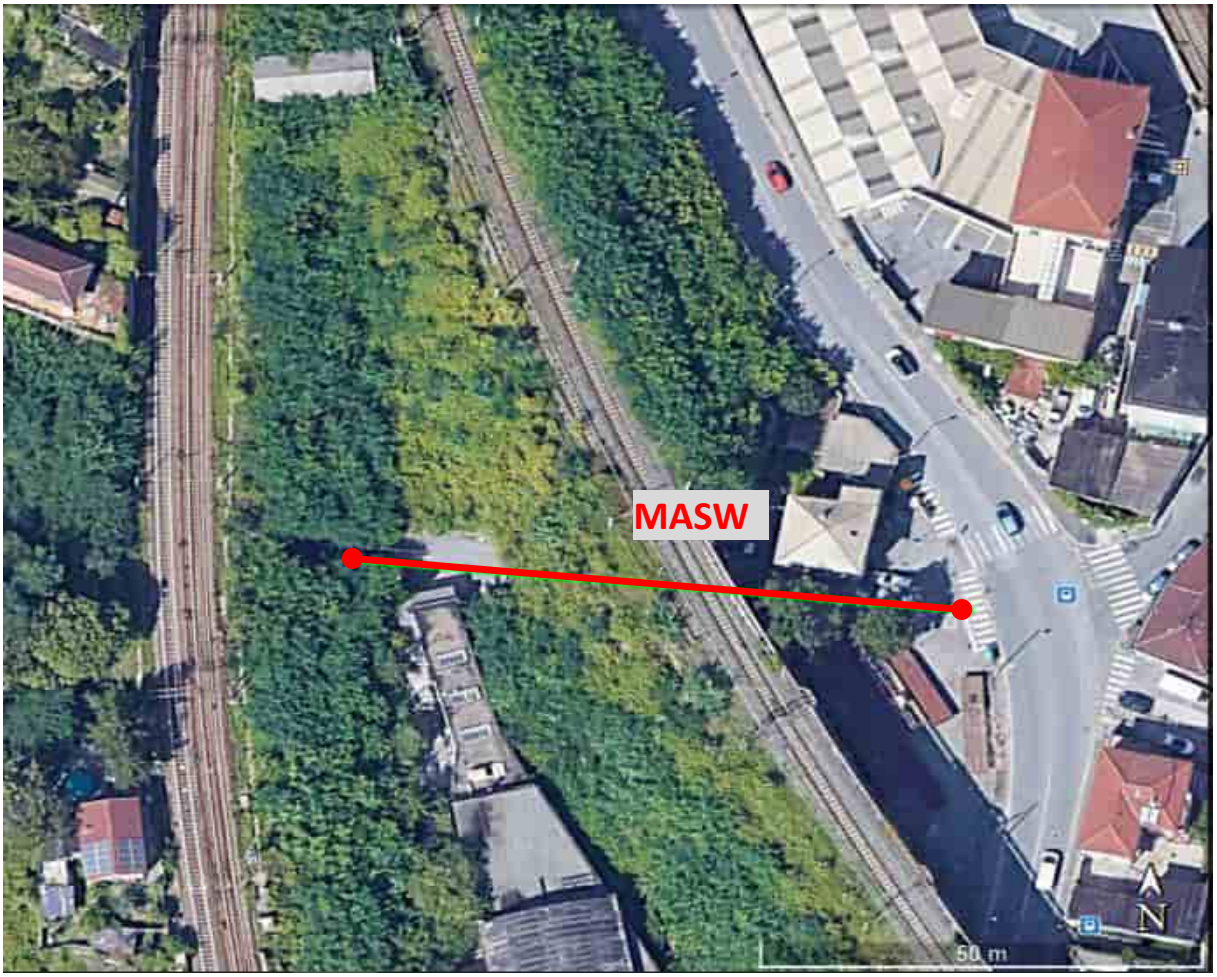
| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 0.00 | 5.20 | 5.20 | 260.00 |
| **2** | 5.20 | 9.80 | 4.60 | 360.00 |
| **3** | 9.80 | 21.80 | 12.00 | 400.00 |
| **4** | 21.80 | inf. | inf. | 520.00 |

| | |
|---|---|
| **Vs eq** (0 - 30) | **382** |
| **Suolo** | **B** |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **1/4** |
| | ***MASW*** | |

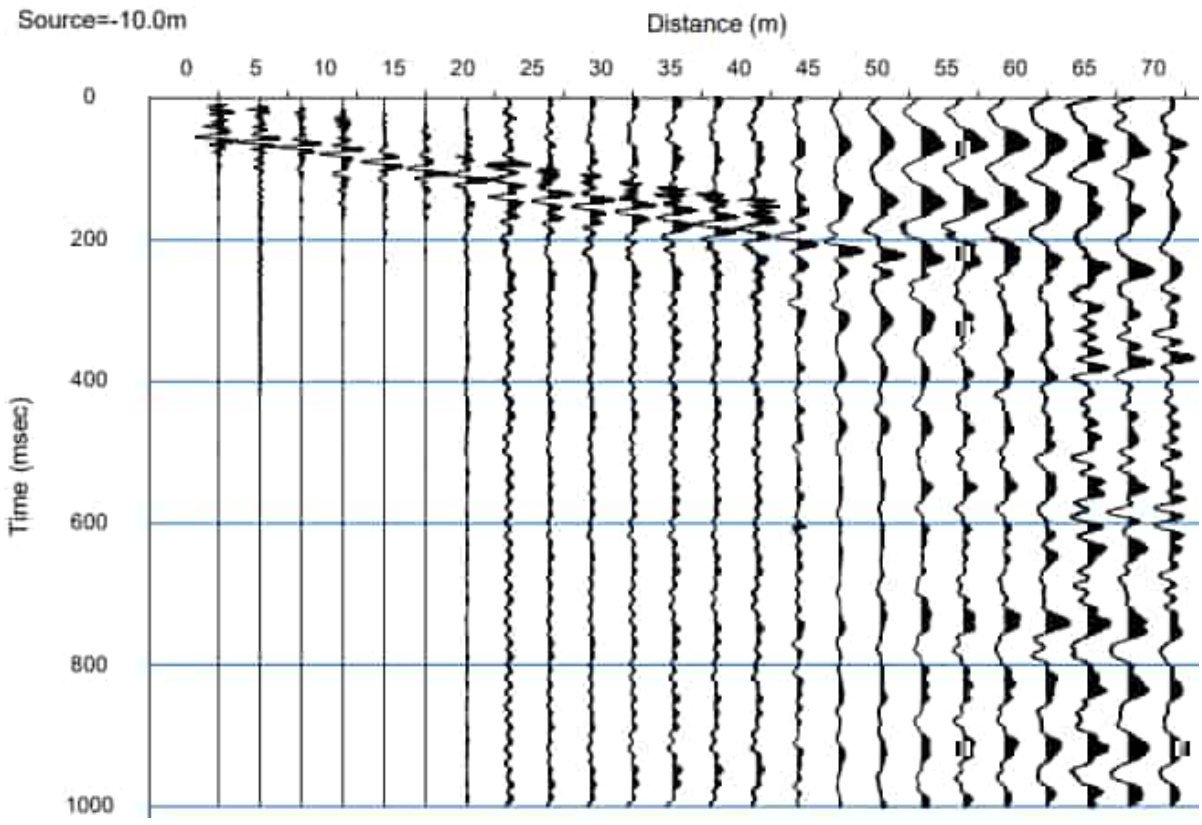
| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 8 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.86"N | |
| | **X** | 8°53'15.48"E | |



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | ***TEST REPORT*** | **2/4** |
| | ***MASW*** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 8 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.86"N | |
| | **X** | 8°53'15.48"E | |

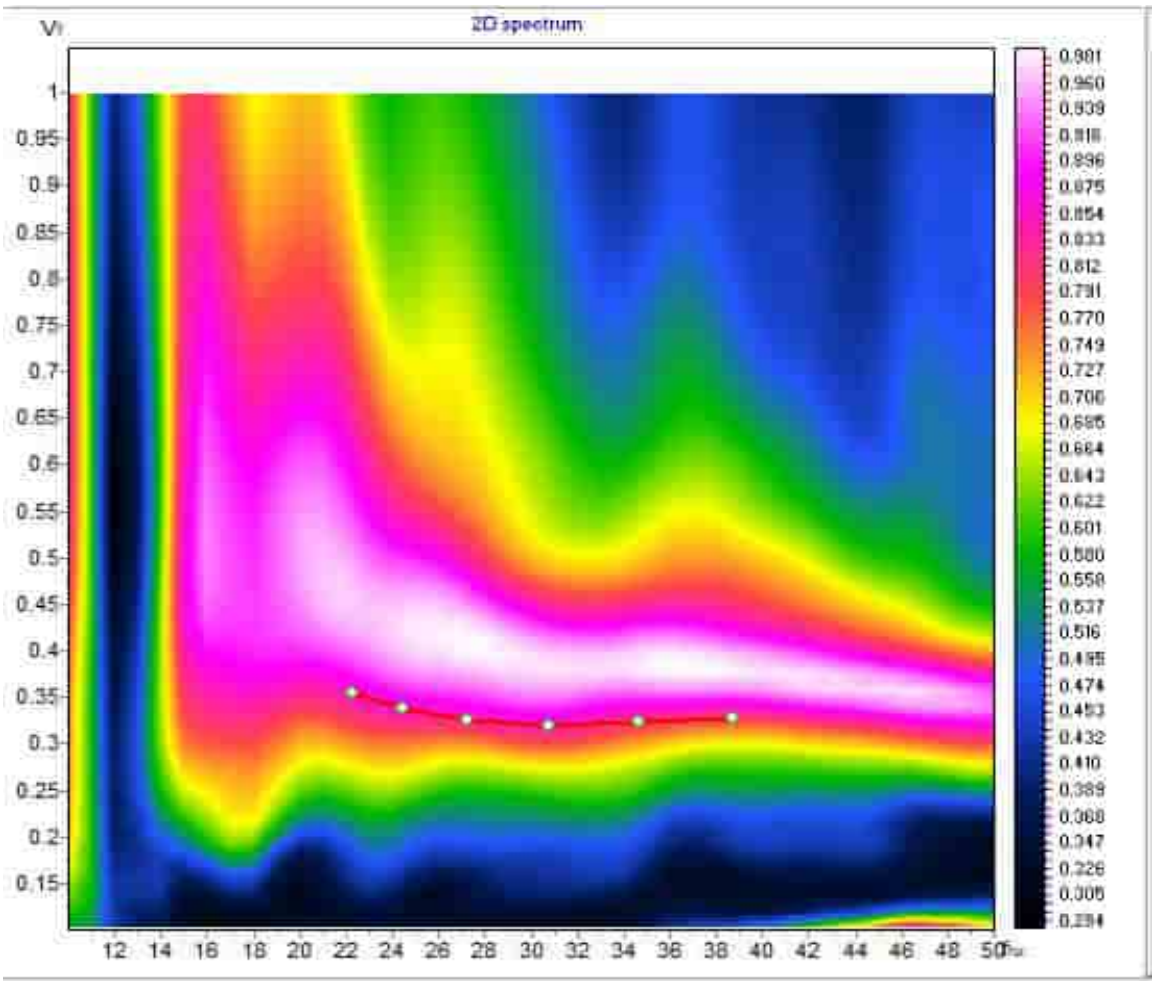
***SISMOGRAMMA***



| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | **TEST REPORT** | **3/4** |
| | **MASW** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 8 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.86"N | |
| | **X** | 8°53'15.48"E | |

***SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE***



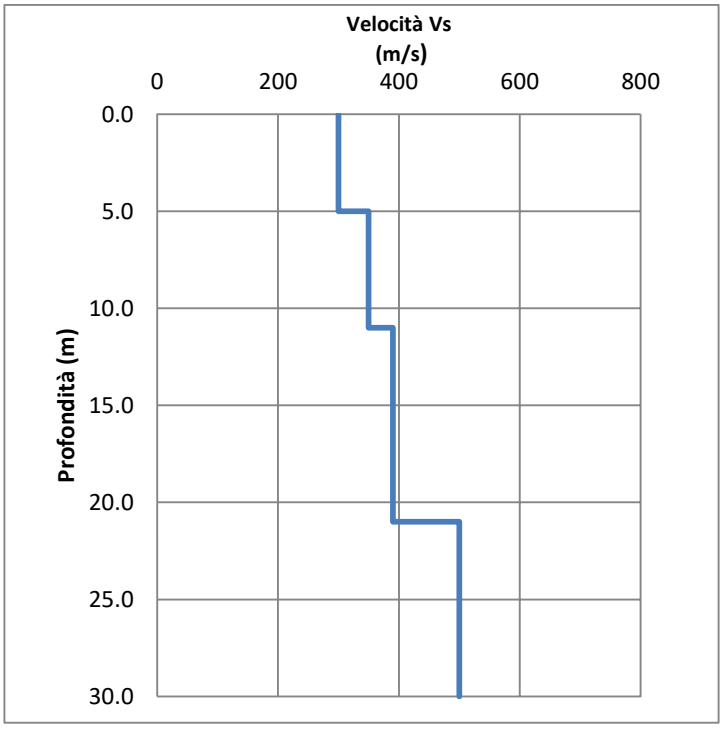
| | | |
|---|---|---|
| SOCOTEC | **TEST REPORT** | **4/4** |
| | **MASW** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | COCIV S.P.A. | | |
| **LAVORO:** | Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova<br>- Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera. | | |
| **UBICAZIONE:** | GENOVA (GE) | | |
| **NOME TEST:** | MASW 8 | | |
| **DATA DI ESECUZIONE** | 23/09/2020 | | |
| **COORDINATE** | **Y** | 44°26'25.86"N | |
| | **X** | 8°53'15.48"E | |

***GRAFICO & TABELLA Vs - h***

| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 0.00 | 5.00 | 5.00 | 300.00 |
| **2** | 5.00 | 11.00 | 6.00 | 350.00 |
| **3** | 11.00 | 21.00 | 10.00 | 390.00 |
| **4** | 21.00 | inf. | inf. | 500.00 |

| | |
|---|---|
| **Vs eq** (0 - 30) | **387** |
| **Suolo** | **B** |






**Ubicazione**



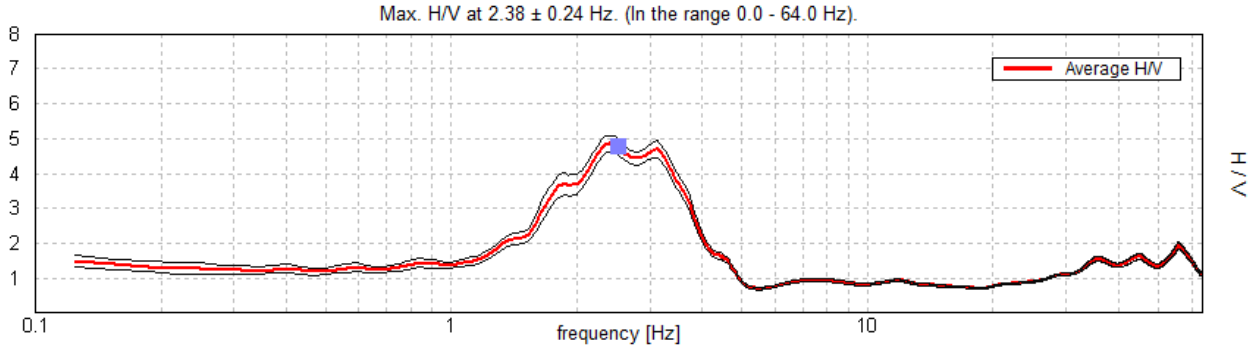
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'12.04"N | 8°53'36.99"E |

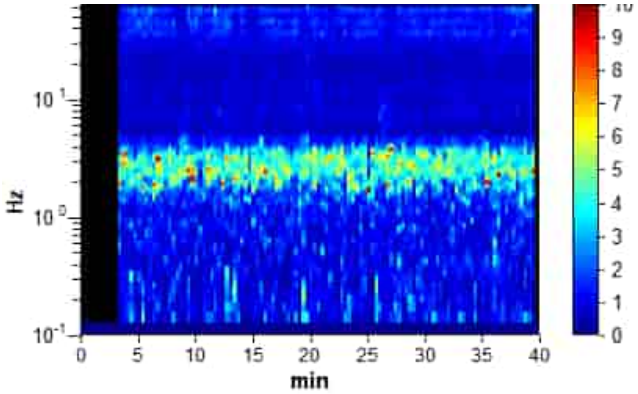
**COCIV_HVSR_4_PONTE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 15:39:11 Fine registrazione: 23/09/20 16:19:11
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

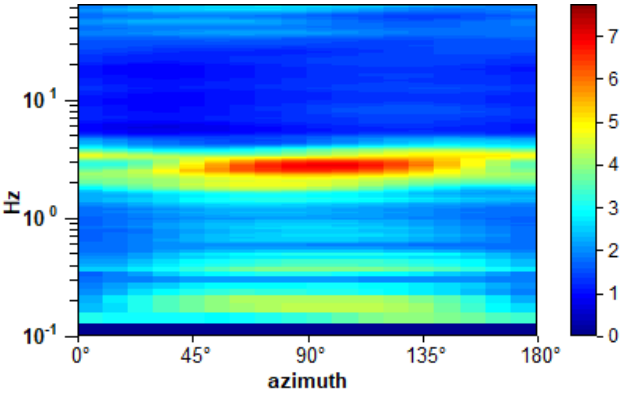
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



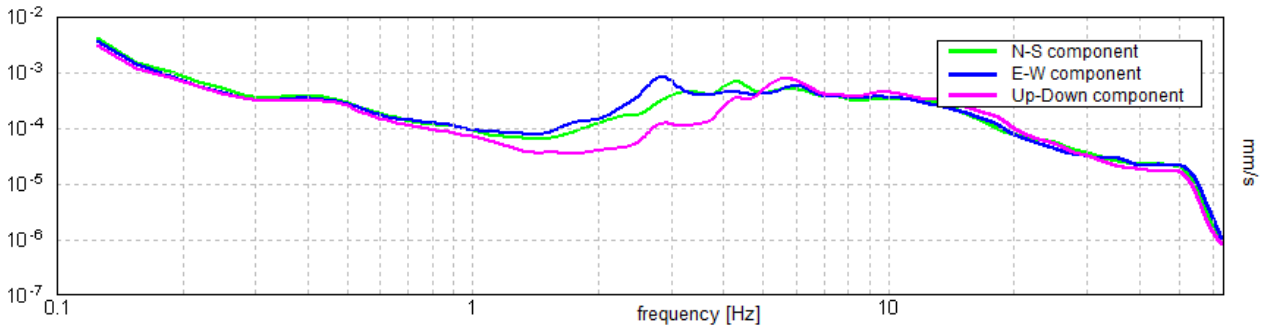

H/V TIME HISTORY



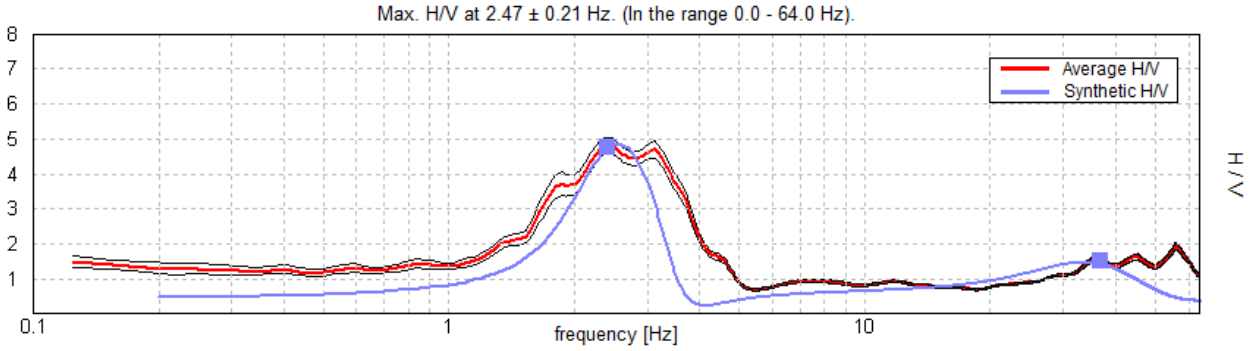

DIRECTIONAL H/V



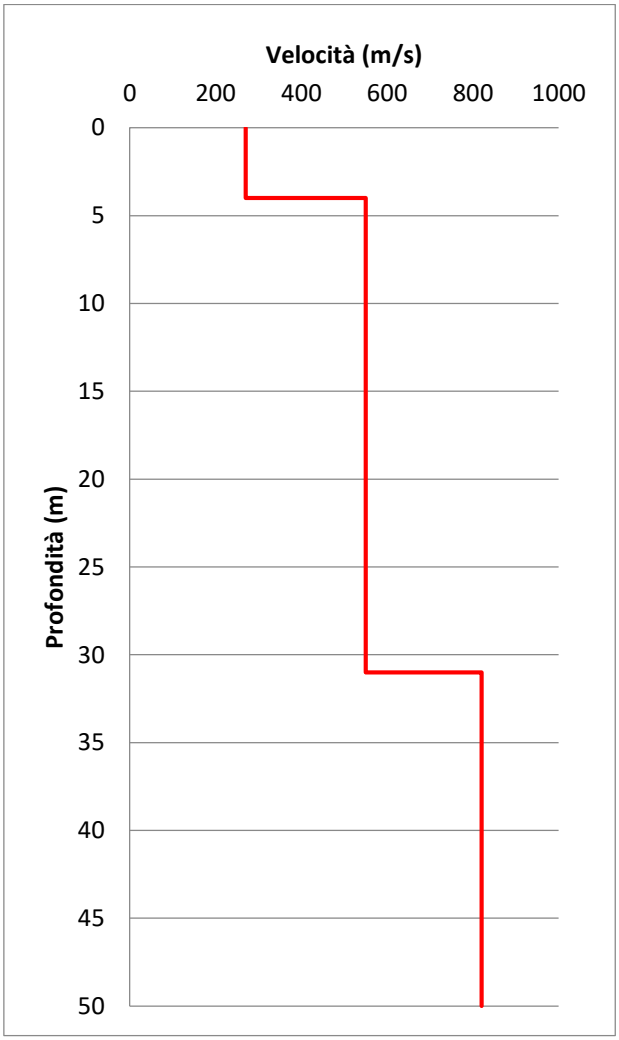

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 4 | 4 | 270 |
| 31 | 27 | 550 |
| inf. | inf. | 820 |



**Picco H/V a 2.47 ± 6.19 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 2.47 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 5925.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 120 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 1.313 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.0 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 4.89 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|2.50611\| < 0.05 | | NO |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 6.18697 < 0.12344 | | NO |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.4386 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**

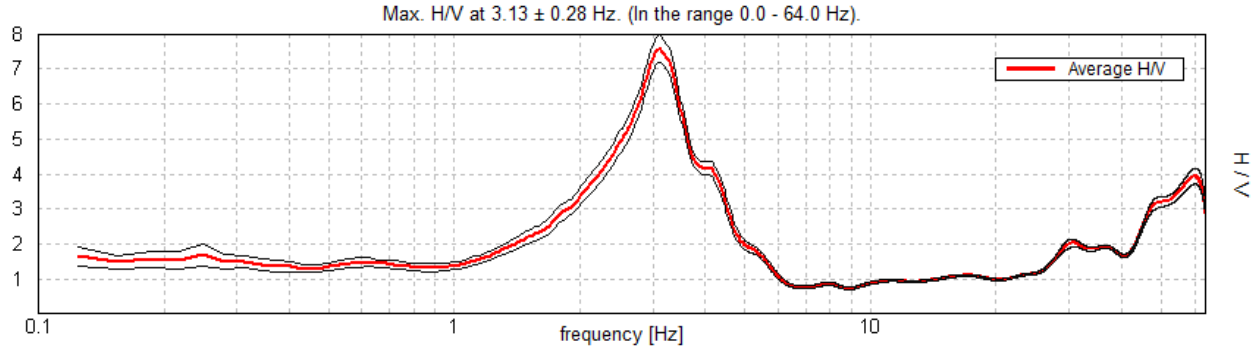


**Foto acquisizione**

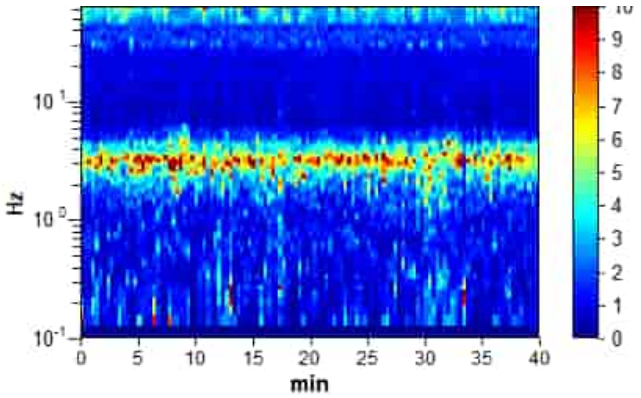
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'17.22"N | 8°53'28.21"E |

**COCIV _HVSR_4_MONTE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 14:11:46 Fine registrazione: 24/09/20 14:51:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

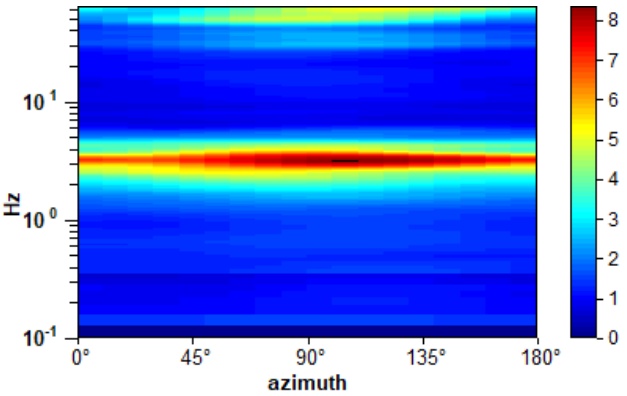
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



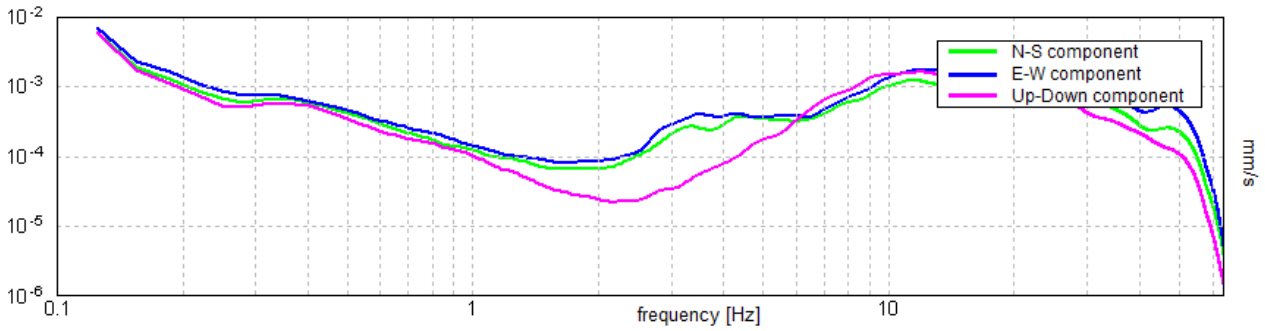

H/V TIME HISTORY



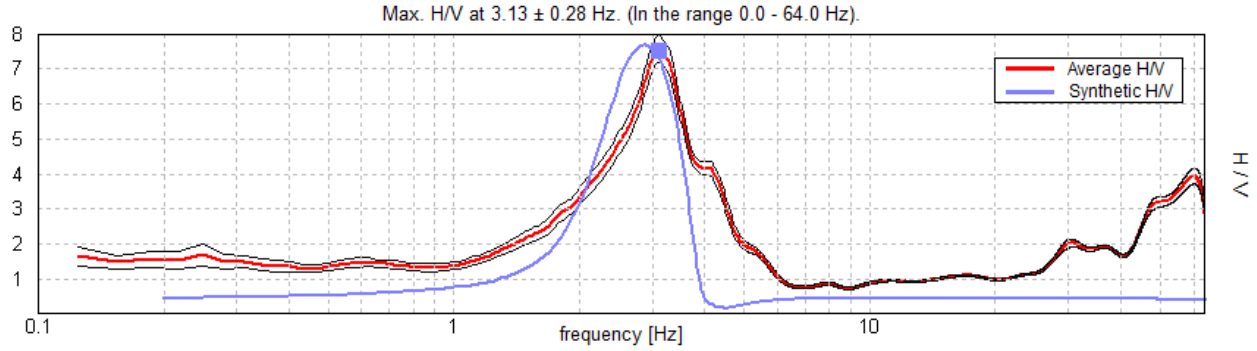

DIRECTIONAL H/V



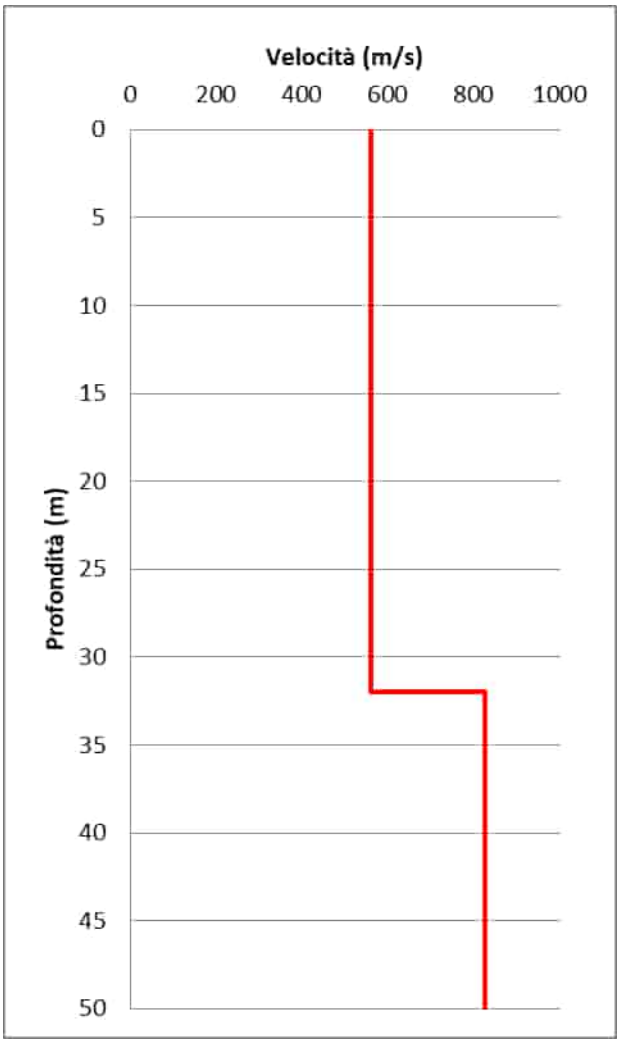

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 32 | 32 | 620 |
| Inf. | Inf. | 850 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 3.13 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 3.13 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 7500.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 151 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 2.125 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.344 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 7.58 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.08807\| < 0.05 | | NO |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.27521 < 0.15625 | | NO |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.386 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**

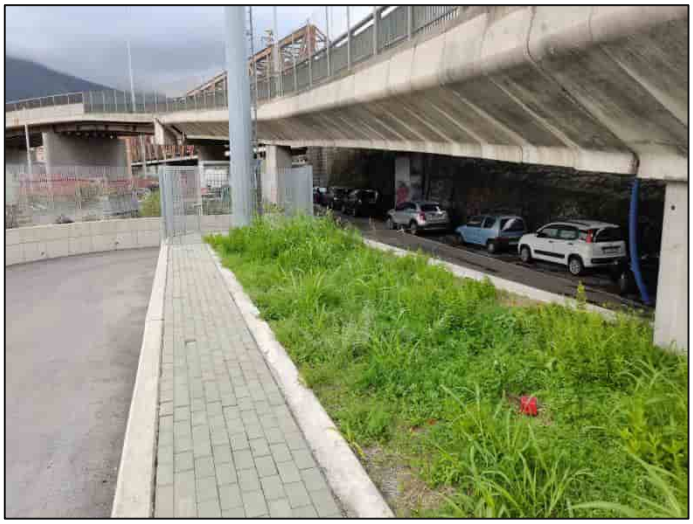


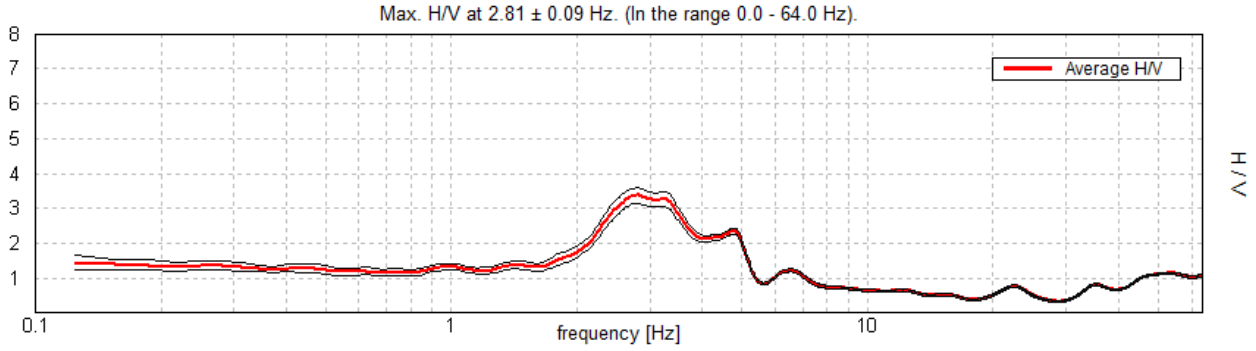
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'13.52"N | 8°53'29.98"E |

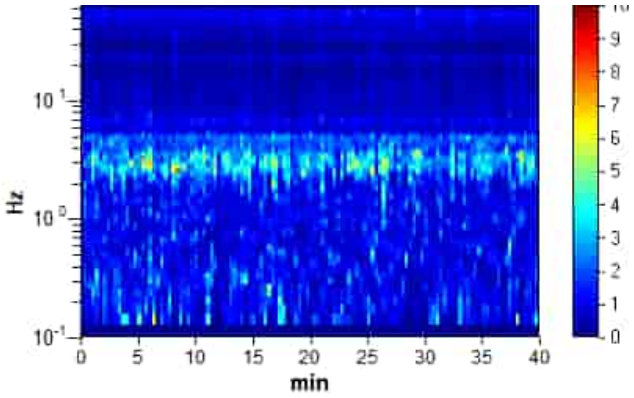
**COCIV_HVSR_4_VALLE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 17:30:28 Fine registrazione: 23/09/20 18:10:28
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

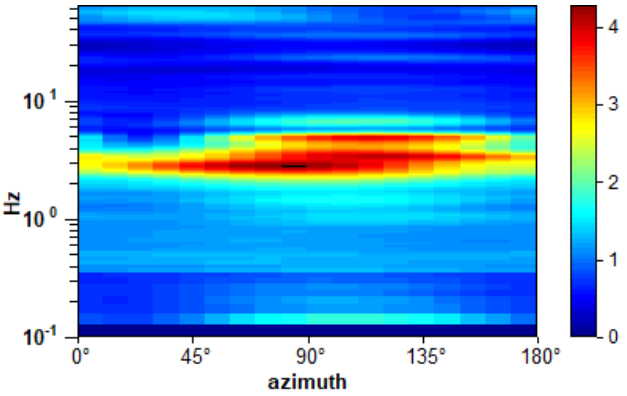
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



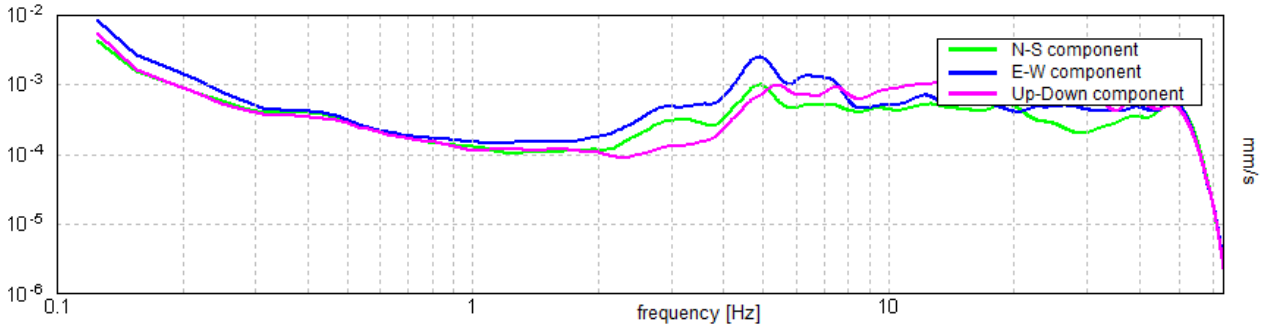

H/V TIME HISTORY



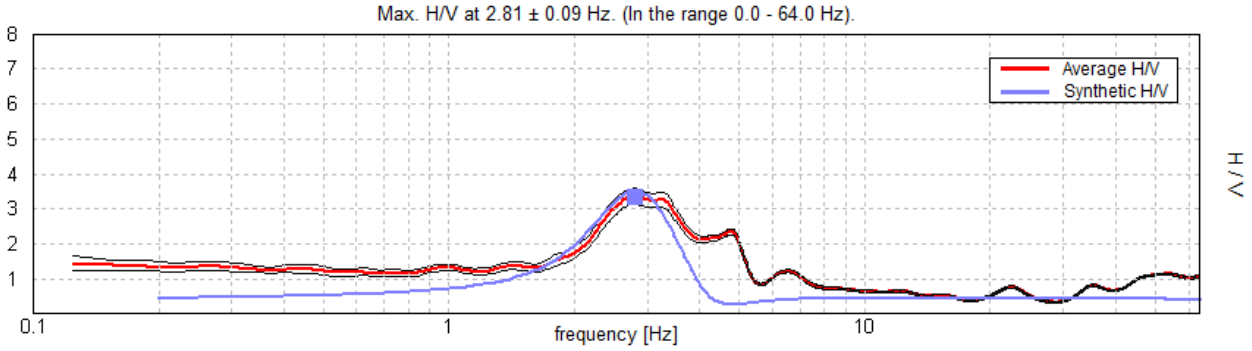

DIRECTIONAL H/V



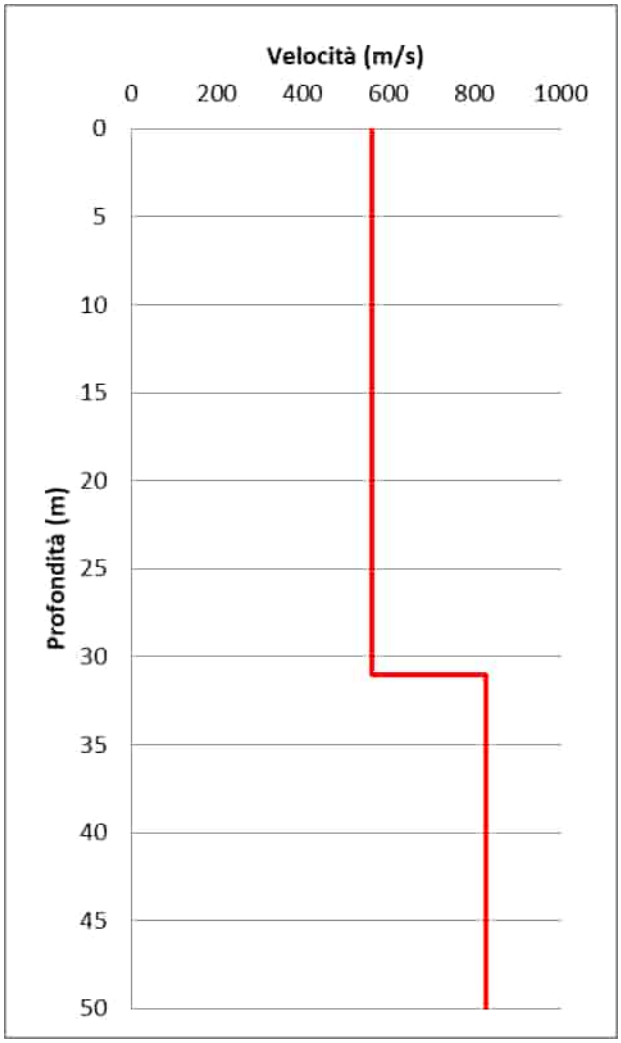

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 31 | 31 | 580 |
| Inf. | Inf. | 825 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 2.81 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 2.81 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 6750.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 136 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 1.938 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 5.125 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 3.37 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.03363\| < 0.05 | OK | |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.09457 < 0.14063 | OK | |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.2192 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**



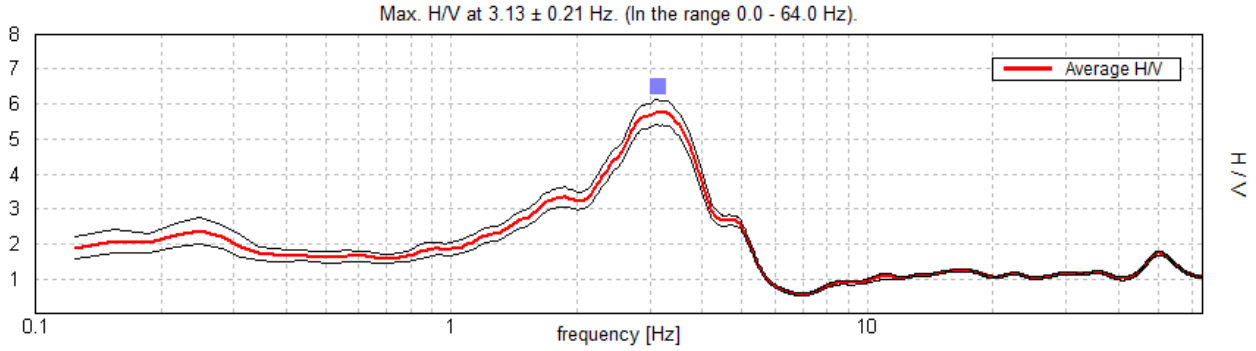
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'20.32"N | 8°53'21.20"E |

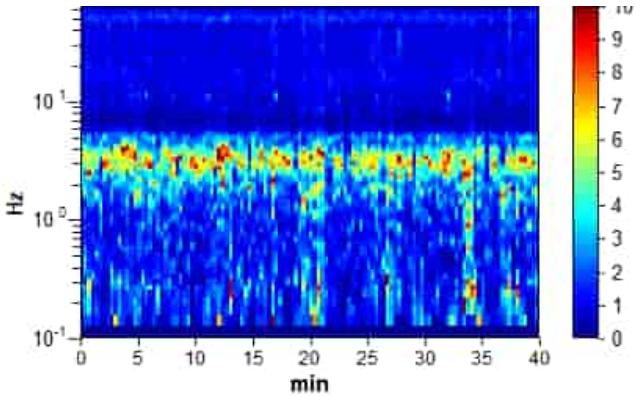
**COCIV _HVSR_5_PONTE**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 12:34:56 Fine registrazione: 24/09/20 13:14:56
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

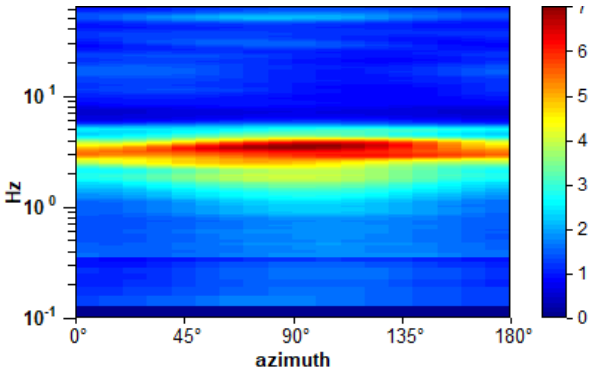
## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



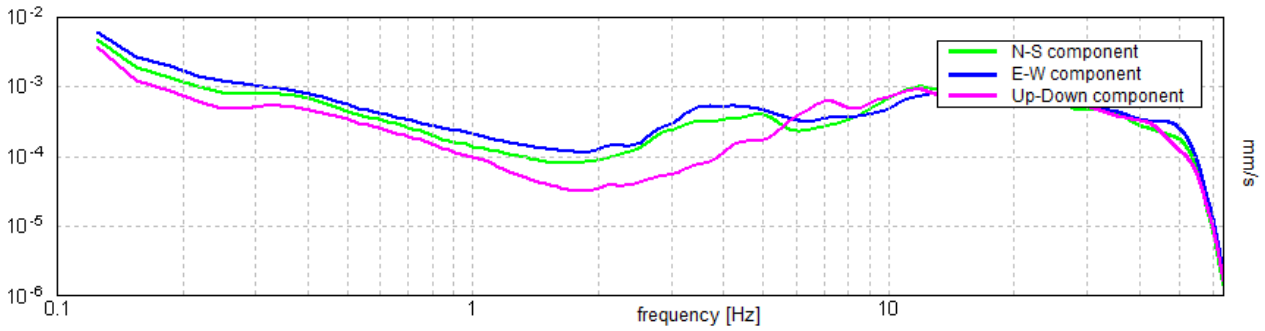

## H/V TIME HISTORY



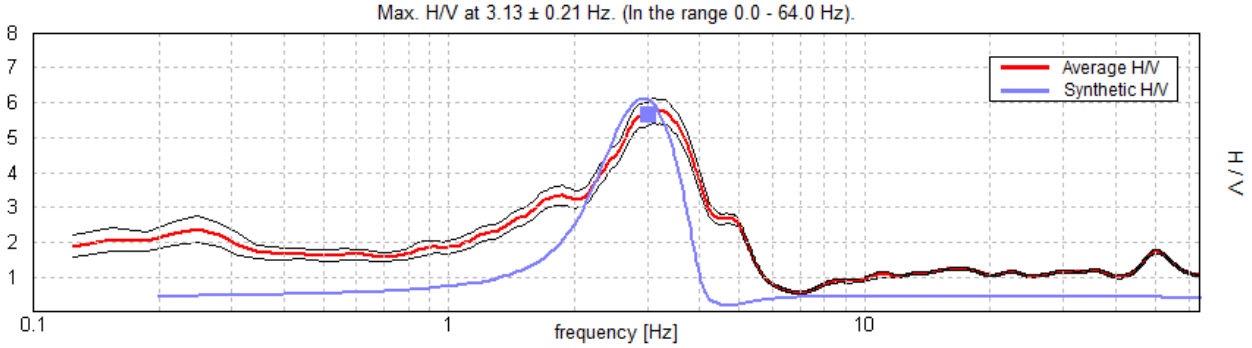

## DIRECTIONAL H/V



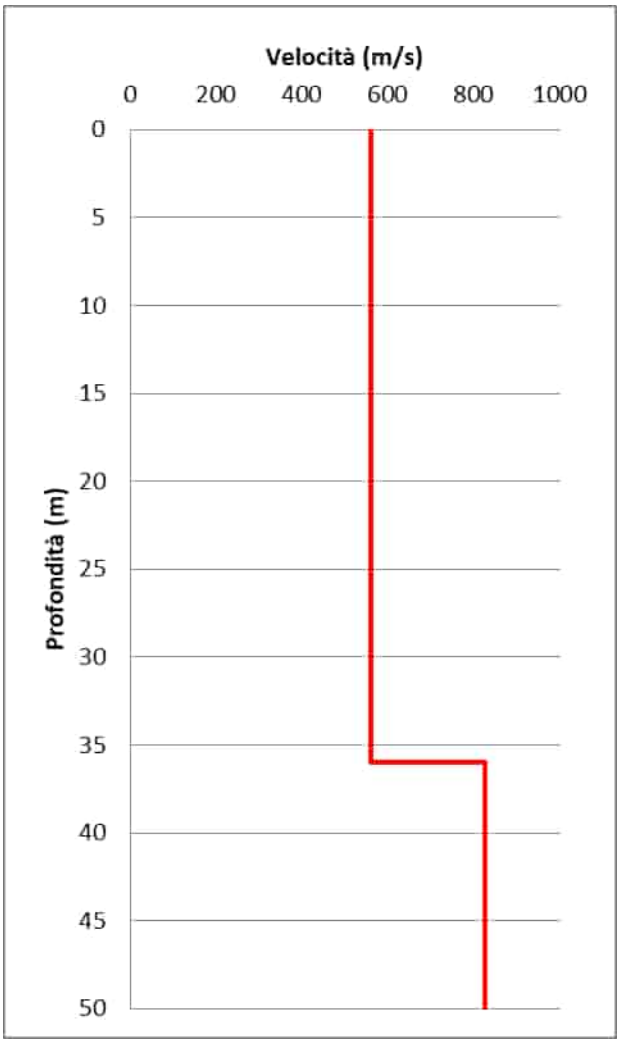

## SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 36 | 36 | 560 |
| Inf. | Inf. | 825 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 3.13 ± 0.21 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 3.13 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 7500.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 151 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 1.563 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.281 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 5.76 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.06862\| < 0.05 | | NO |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.21445 < 0.15625 | | NO |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.3591 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**



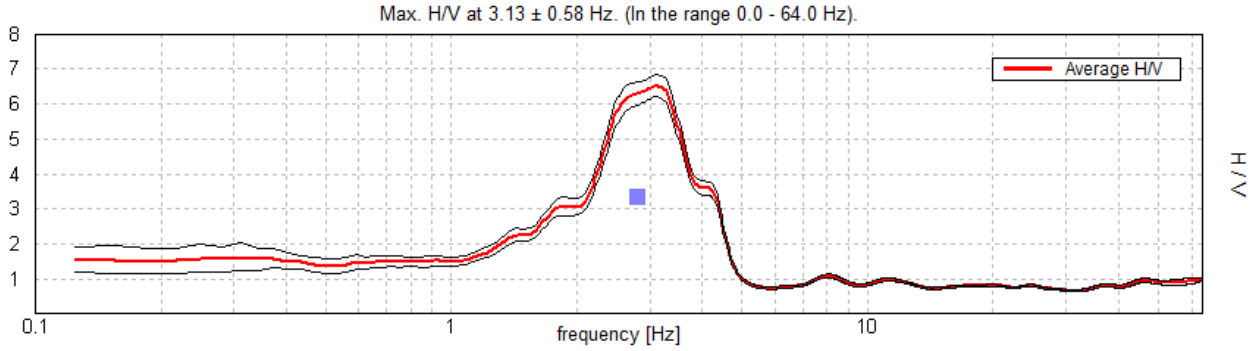
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'23.33"N | 8°53'20.87"E |

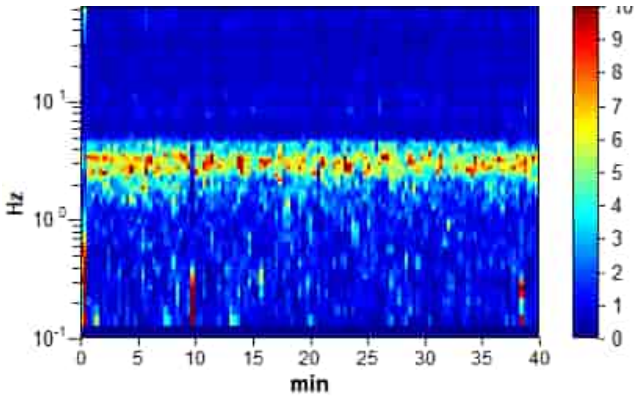
**COCIV _HVSR_5_MONTE**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 16:33:30 Fine registrazione: 23/09/20 17:13:30
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

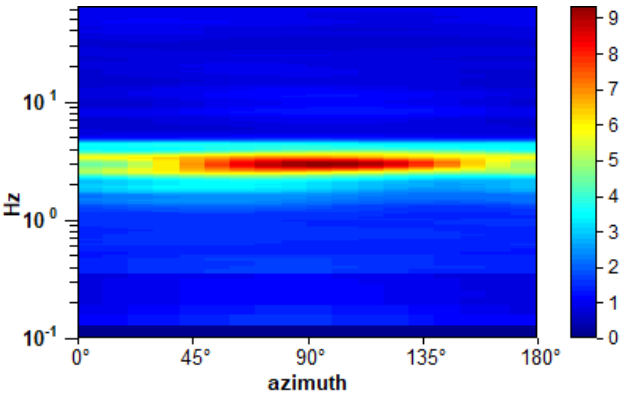
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



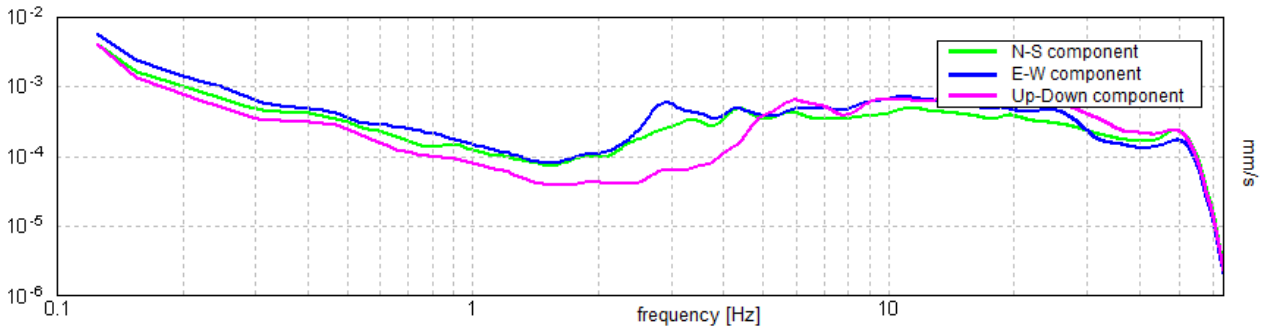

H/V TIME HISTORY



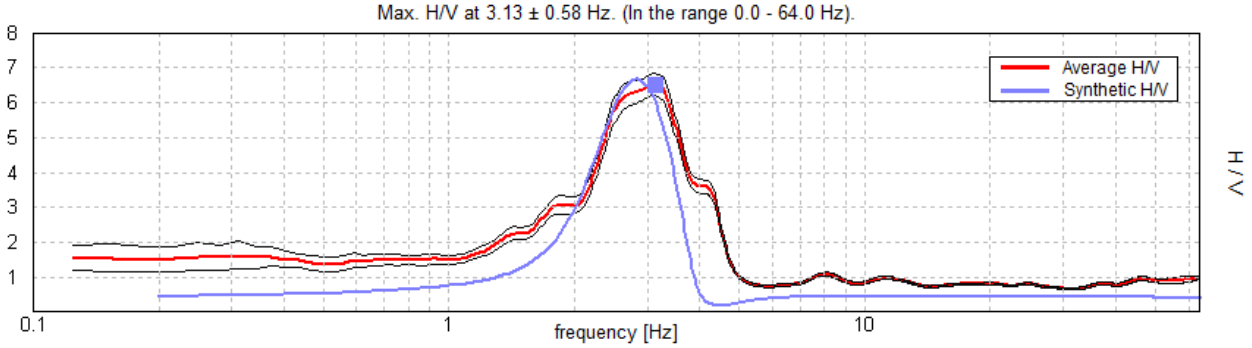

DIRECTIONAL H/V



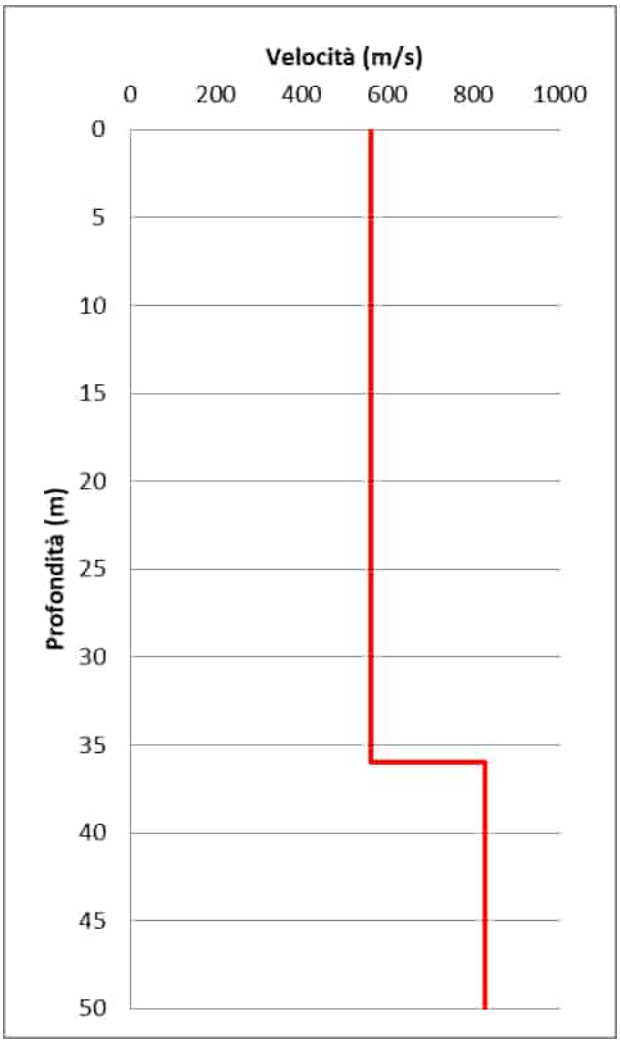

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 36 | 36 | 585 |
| Inf. | Inf. | 865 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 3.13 ± 0.58 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 3.13 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 7500.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 151 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 2.094 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.375 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 6.52 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.18582\| < 0.05 | | NO |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.58069 < 0.15625 | | NO |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.317 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**

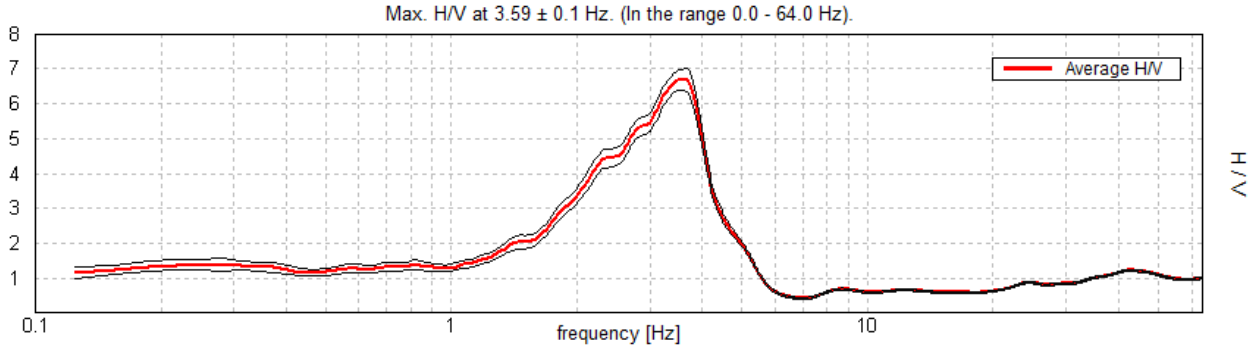


**Foto acquisizione**

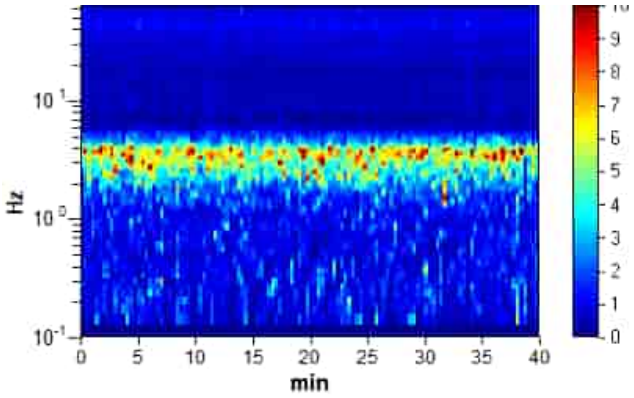
| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'20.32"N | 8°53'21.20"E |

**COCIV _HVSR_5_VALLE**
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 13:23:38 Fine registrazione: 24/09/20 14:03:38
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

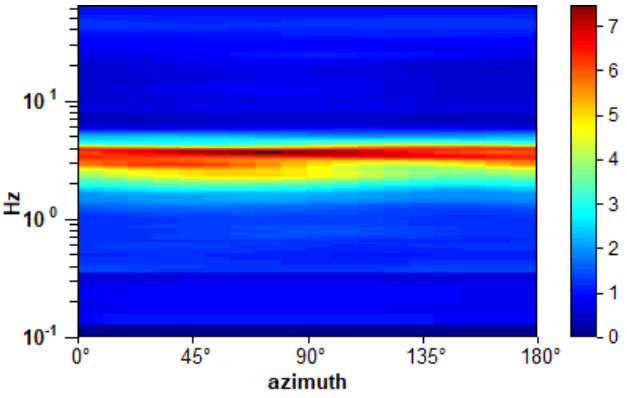
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



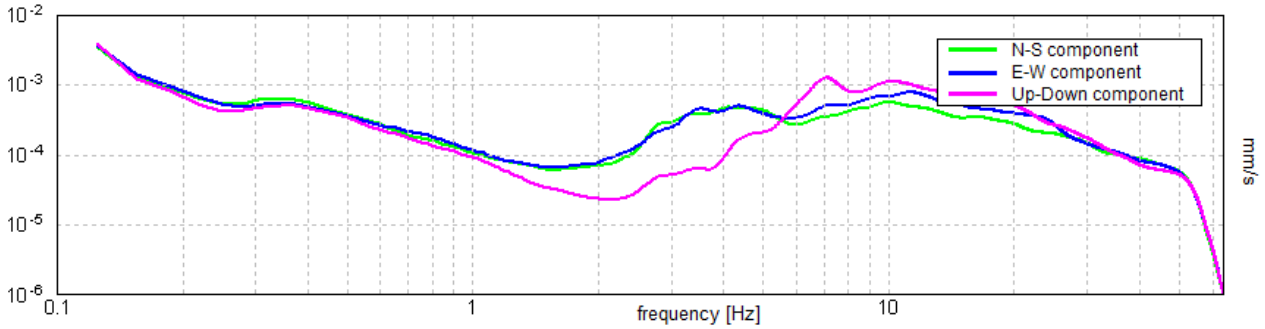

H/V TIME HISTORY



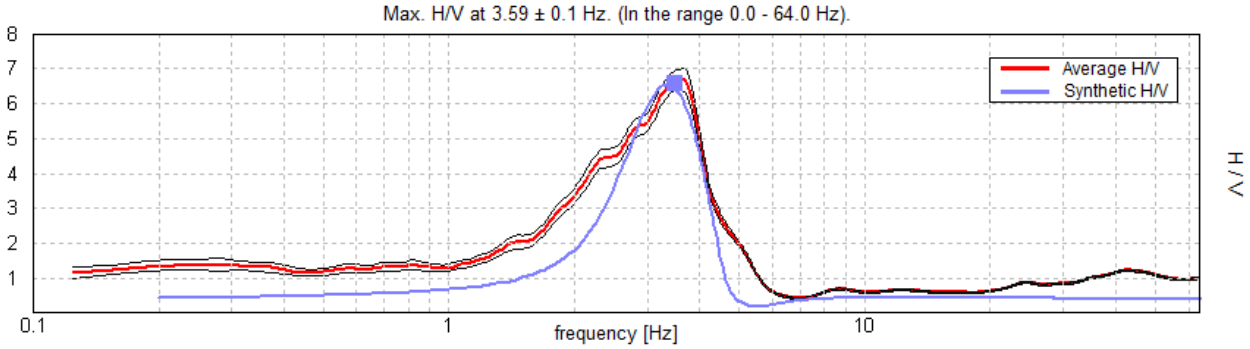

DIRECTIONAL H/V



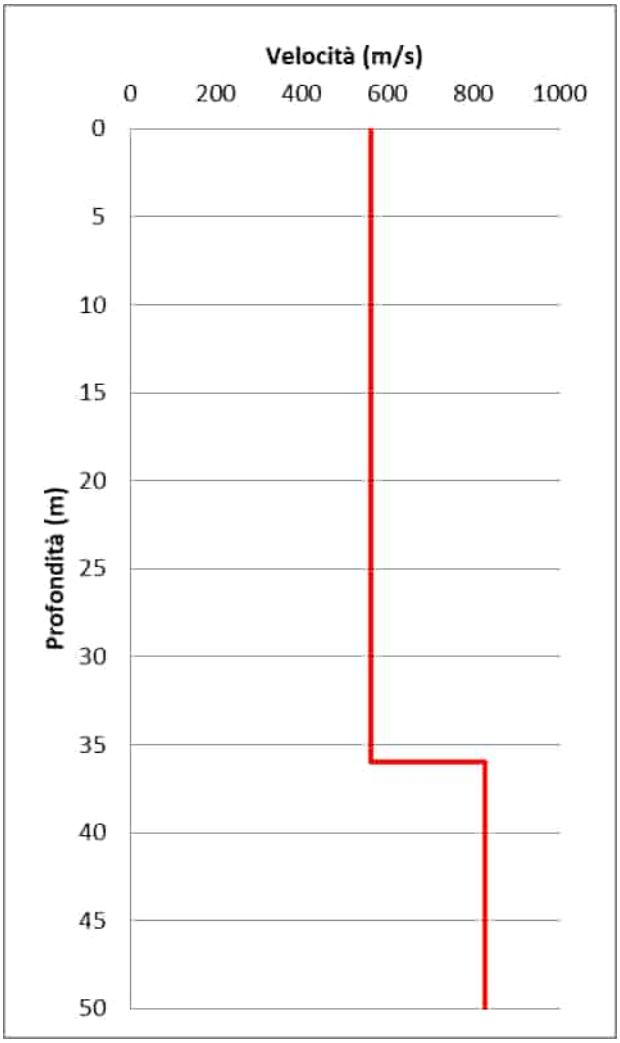

SINGLE COMPONENT SPECTRA




EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 35.5 | 35.5 | 560 |
| Inf. | Inf. | 825 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 3.59 ± 0.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 3.59 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 8625.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 174 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 1.969 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.313 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 6.69 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.02666\| < 0.05 | OK | |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.09581 < 0.17969 | OK | |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.3005 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**



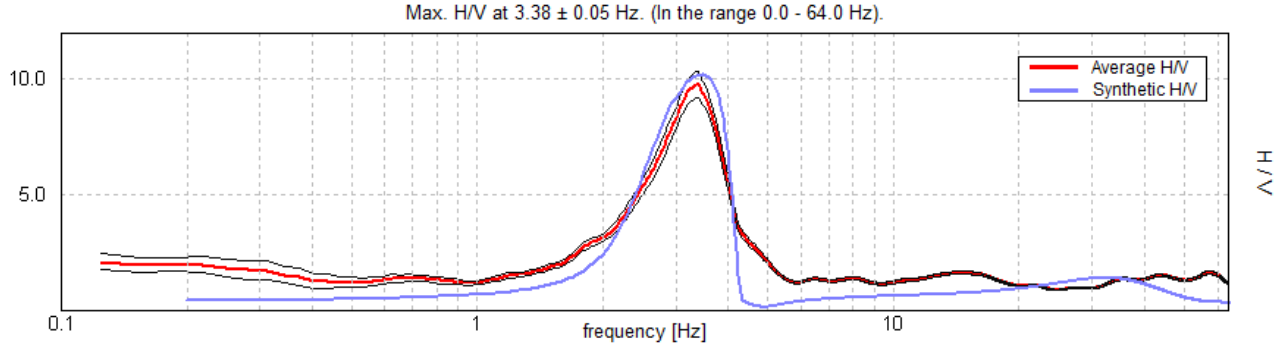
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'17.22"N | 8°53'28.21"E |

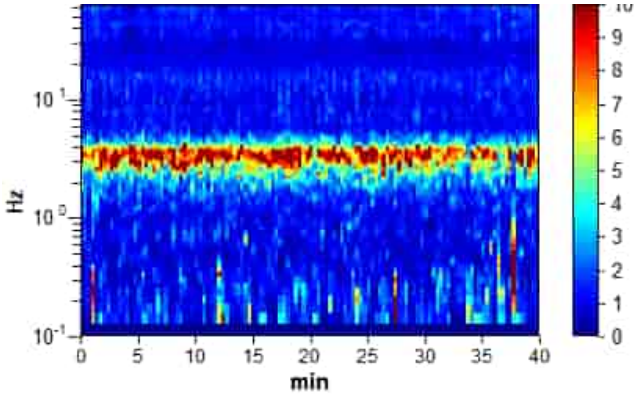
**COCIV _HVSR_6**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 14:11:46 Fine registrazione: 24/09/20 14:51:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

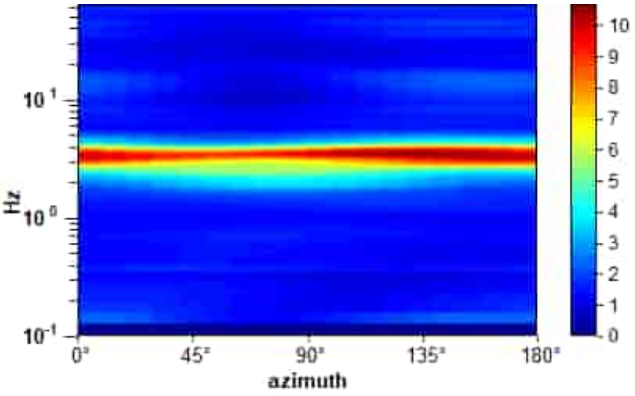
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



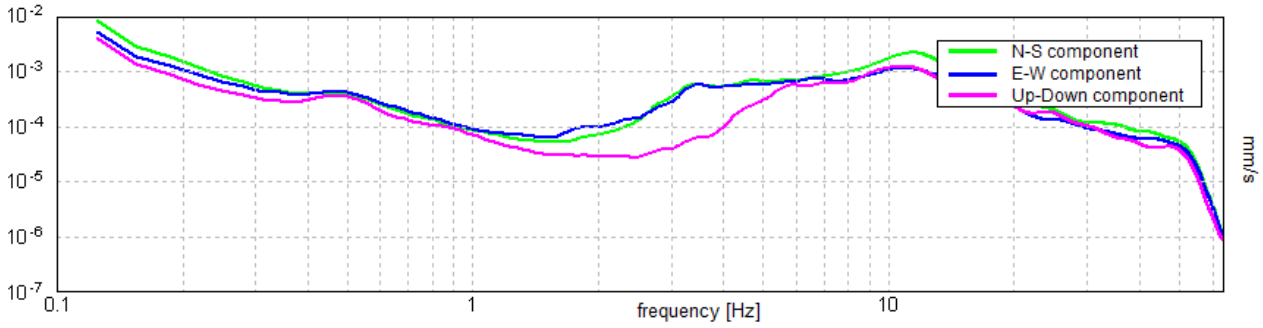

H/V TIME HISTORY



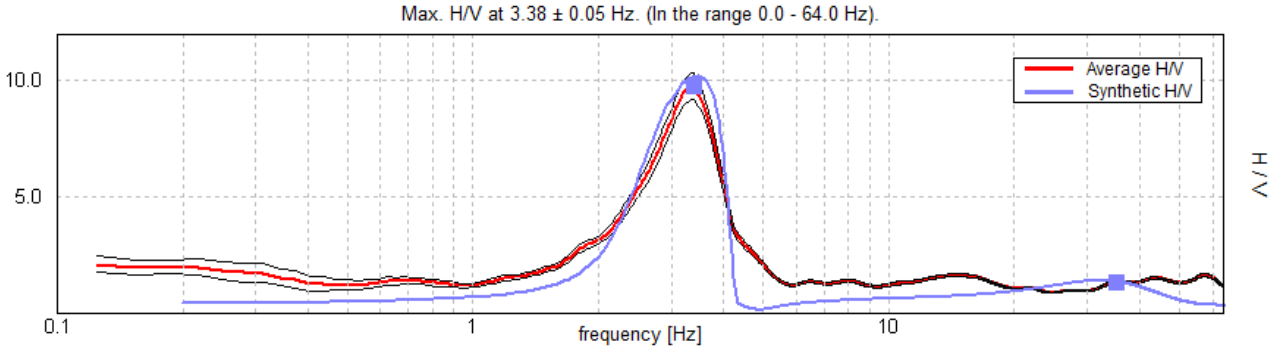

DIRECTIONAL H/V



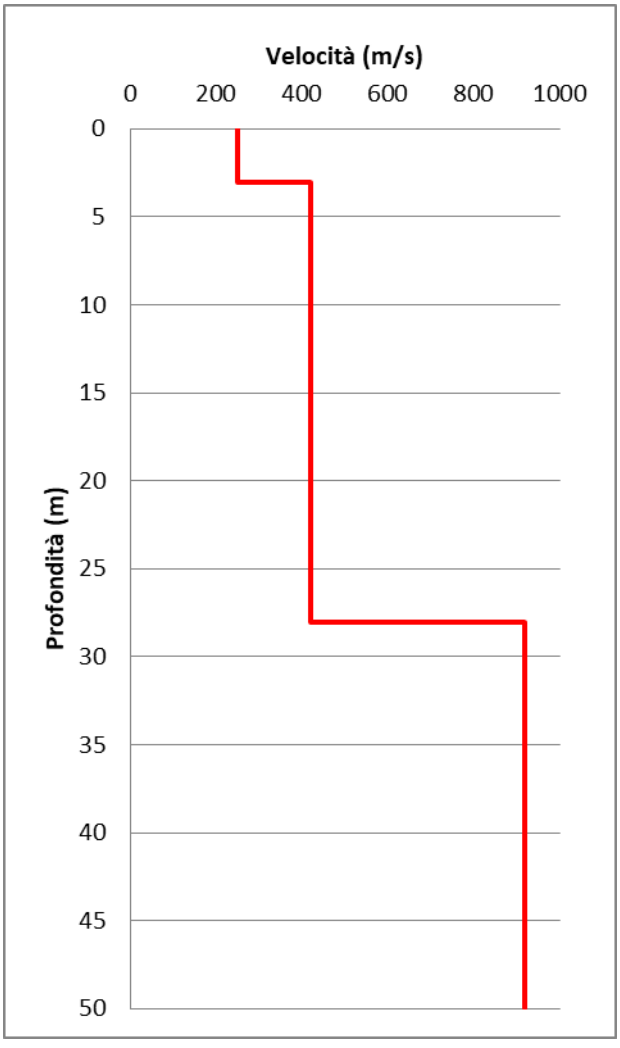

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 3 | 3 | 250 |
| 28 | 25 | 420 |
| inf. | inf. | 918 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 3.38 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 3.38 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 8100.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 163 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 2.406 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.094 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 9.77 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.01447\| < 0.05 | OK | |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.04883 < 0.16875 | OK | |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.5713 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**



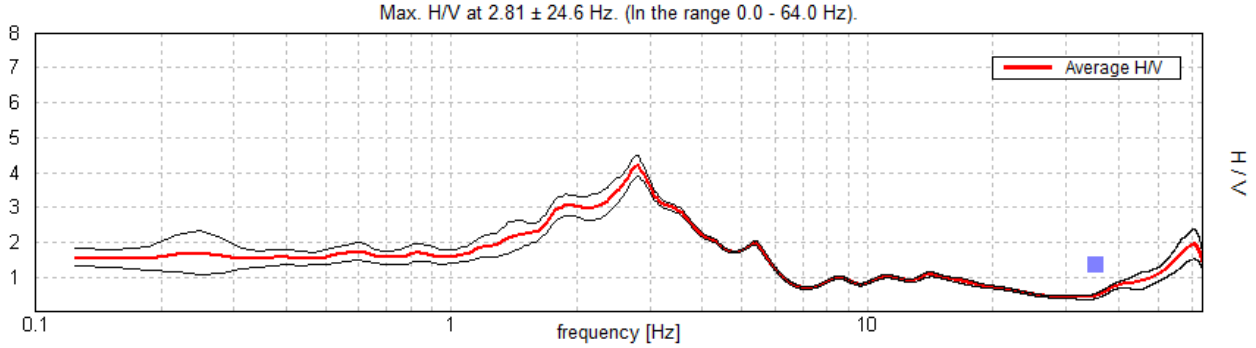
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'13.52"N | 8°53'29.98"E |

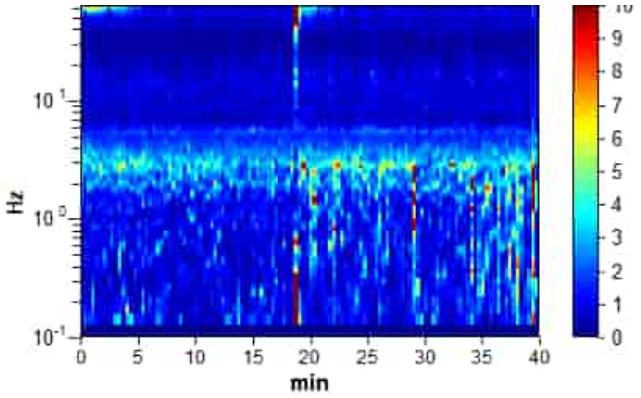
**COCIV_HVSR_7**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 22/09/20 10:30:42 Fine registrazione: 22/09/20 11:10:42
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

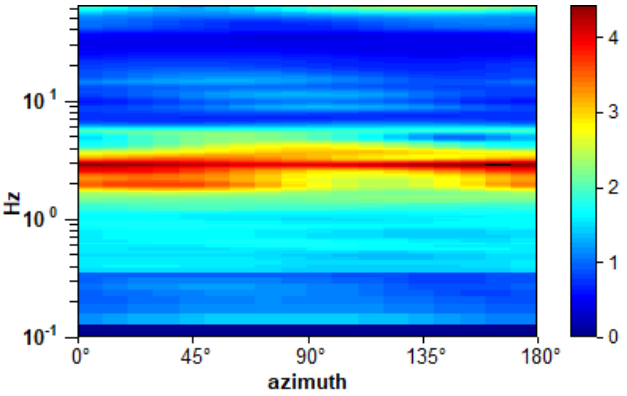
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



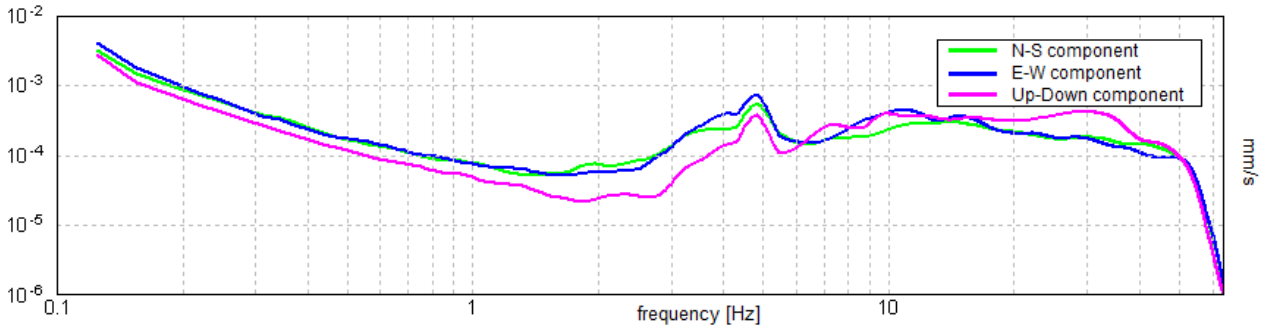

H/V TIME HISTORY



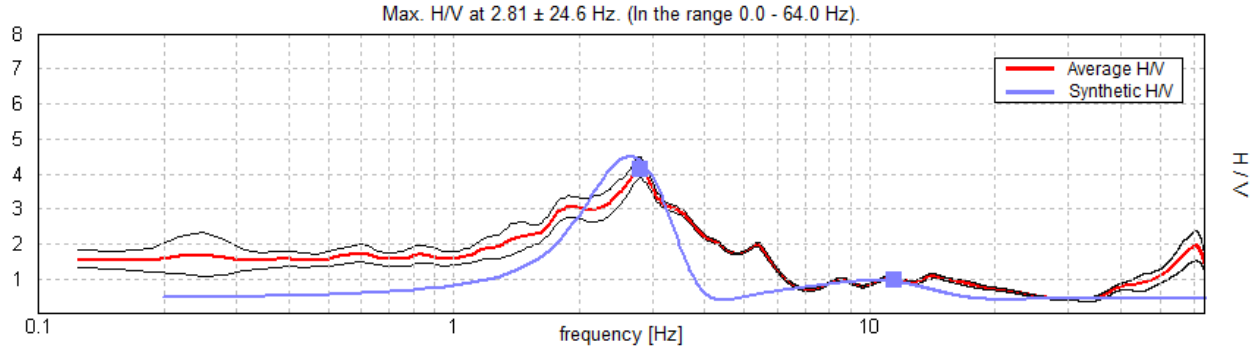

DIRECTIONAL H/V



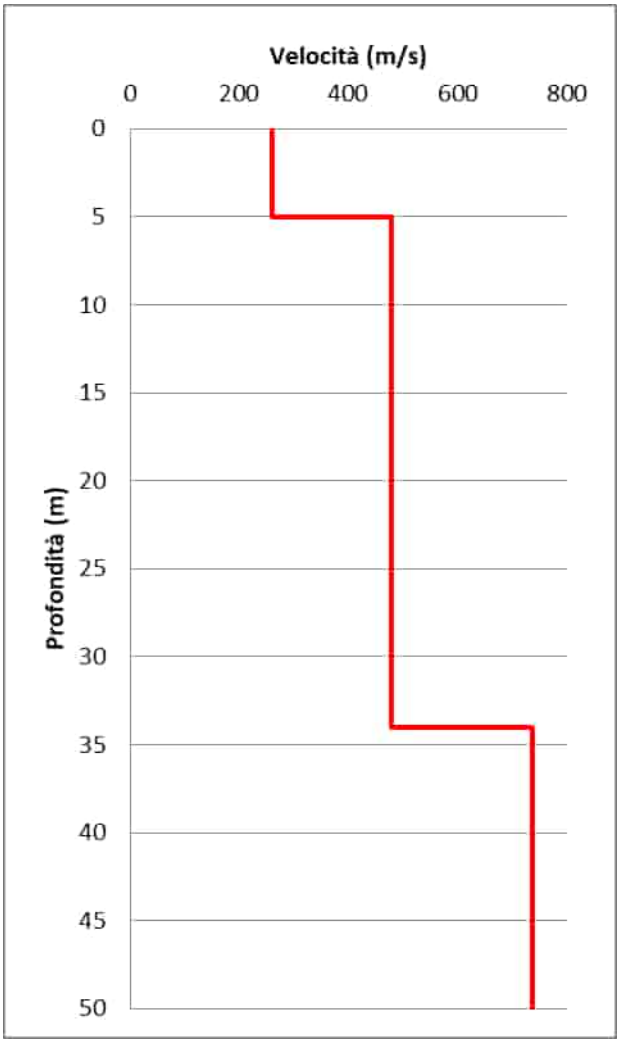

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V




| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 5.00 | 5.00 | 260 |
| 34.00 | 29.00 | 480 |
| inf. | inf. | 737 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 2.81 ± 24.6 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 2.81 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 6750.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 136 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 1.344 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.188 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 4.20 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|8.7463\| < 0.05 | | NO |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 24.59896 < 0.14063 | | NO |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.3004 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |




**Ubicazione**



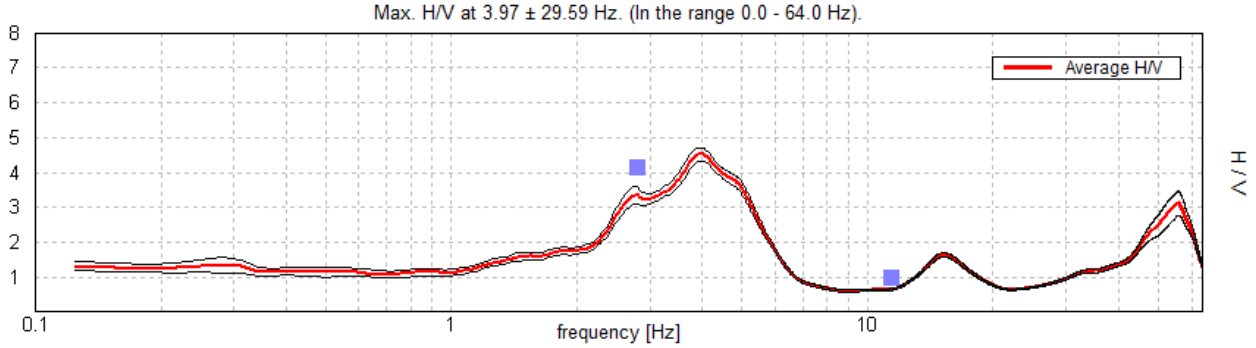
**Foto acquisizione**

| Latitudine | Longitudine |
|---|---|
| 44°26'25.79"N | 8°53'16.38"E |

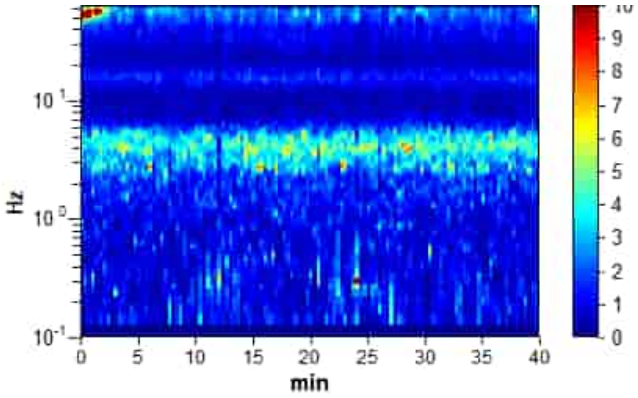
**COCIV _HVSR_8**

Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 22/09/20 09:44:06 Fine registrazione: 22/09/20 10:24:06
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

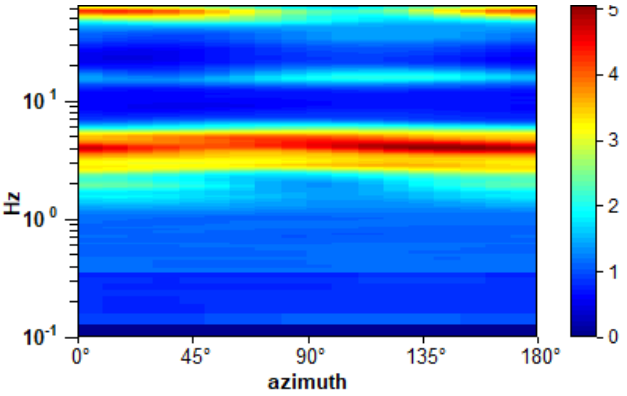
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



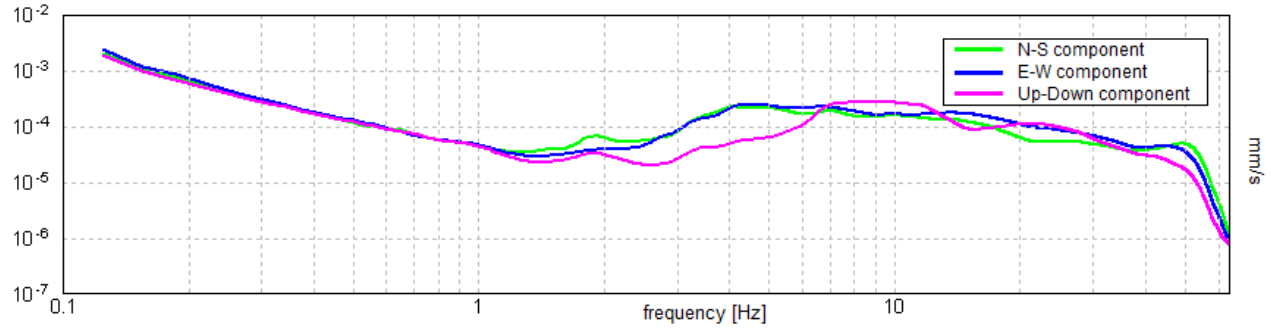

H/V TIME HISTORY

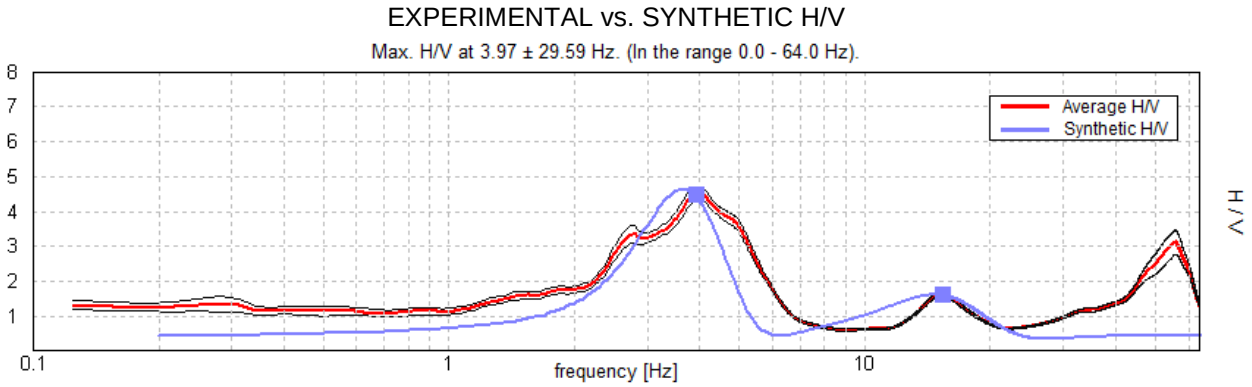



DIRECTIONAL H/V

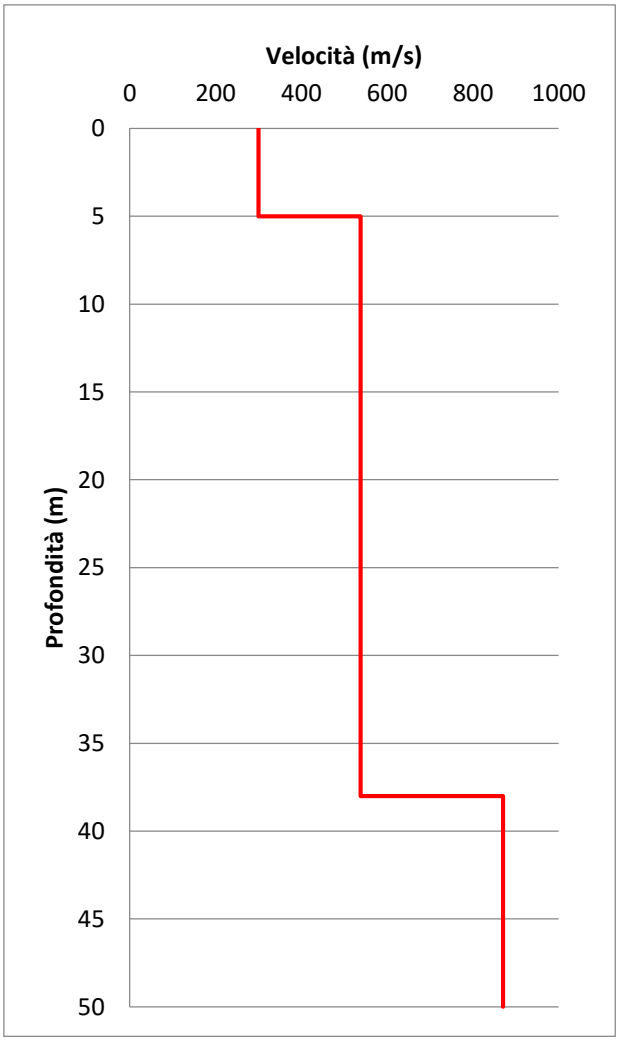



SINGLE COMPONENT SPECTRA






| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|---|---|---|
| 5.00 | 5.00 | 307 |
| 38.00 | 33.00 | 538 |
| inf. | inf. | 870 |



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

| **Picco H/V a 3.97 ± 29.59 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).** |
|---|

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 3.97 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 9525.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 192 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro**<br>[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti] | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | 2.344 Hz | OK | |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 5.688 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 4.52 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|7.45557\| < 0.05 | | NO |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 29.58929 < 0.19844 | | NO |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.1919 < 1.58 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

**COMMITTENTE**

# RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

METROPOLITANA DI GENOVA

OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO

INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE

CIG B0AA2B06D7 - CUP B31J23000240001 – CODICE MOGE 21149

COMUNE DI GENOVA

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

Genova, 15_01_2026

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. LUCA MALDOTTI
A.P. n. 411
data iscr. 16-09-99

**Dott. Geol. Luca Maldotti**
**(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)**

Ns. Rif. **M3D090_25 LM**

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

## INDICE

1. PREMESSA

2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

2.1 PERFORAZIONE

2.2 STRATIGRAFIA

3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU

3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T.

4. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

5. ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

5.1 CAMPIONAMENTO BALLAST

5.2 CAMPIONAMENTO PUNTI DI PERFORAZIONE

6. TUBI PIEZOMETRICI

7. PROSPEZIONI SISMICHE

7.1 PROSPEZIONE SISMICA DOWN-HOLE

7.2 PROSPEZIONE SISMICA MASW

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

## ALLEGATI AL TESTO

1. ORTOFOTO CON UBICAZIONE AREA D'INDAGINE
2. PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI
3. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C.C. **PZ01**
4. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C.C. **PZ02**
5. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C.C. **PZ03**
6. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C.C. **PZ04**
7. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **BH-01**
8. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **BH-02**
9. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **BH-03**
10. DOCUMENTAZIONE PROSPEZIONE SISMICA DOWN-HOLE
11. DOCUMENTAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE MASW
12. CERTIFICATO ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO
13. CERTIFICATO ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

# 1. PREMESSA

L'Impresa M3D Costruzioni Speciali S.r.l. è stata incaricata da RINA CONSULTING S.p.A., di eseguire una campagne di indagini geognostiche a carattere geotecnico ed ambientale, nell'ambito del "*Progetto P0044365-1-1-01- PFTE + INDAGINI - Esecuzione della campagna di indagini geognostiche sull'area interessata dalla futura realizzazione delle Opere di prolungamento della Metropolitana - Tratta Canepari - Rivarolo – CIG B0AA2B06D7 - CUP B31J23000240001 – CODICE MOGE 21149*", come meglio definito nella documentazione in allegato.
L'incarico, per quanto di ns. competenza, ha previsto la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

## 1.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARATTERE GEOTECNICO

1. Approntamento cantiere e recinzione di ogni singola area di cantiere;
2. Realizzazione di N°03 sondaggi geognostici, mediante trivellazione a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale di cui due della profondità di 35.00 m (BH-01 e BH-03) ed uno della profondità di 30.00 m;
3. Esecuzione di prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test ad intervalli regolari di 3.00 m;
4. Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati di terre nonché oltre a campioni lapidei da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio;
5. Allestimento della verticale di indagine BH-02 con tubazione piezometrica in PVC ø2", della profondità di 30.00 m, per la verifica dei livelli di falda;
6. Allestimento della verticale di indagine BH-03 con tubazioni in PVC ø3" CIECO, della profondità di 35.00 m, propedeutico all'esecuzione di una prova Down-Hole;
7. Esecuzione di N°01 prospezione sismica DOWN-HOLE;
8. Esecuzione di N°02 prospezioni sismiche MASW;


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.
Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

9. Georeferenziazione con restituzione di monografia dei punti di indagine;
10. Rimozione cantiere.

## 1.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARATTERE AMBIENTALE

1. Approntamento cantiere e recinzione delle aree di lavoro;
2. Realizzazione di N°04 sondaggi geognostici (denominati PZ-01, PZ-02, PZ-03 e PZ-04) di cui il punto di indagine PZ-01 è stato realizzato mediante trivellazione a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale sino alla profondità di 6.00 m da p.c. mentre per i punti PZ-02, PZ-03 e PZ-04 si è dapprima proceduto ad eseguire un pozzetto mediante escavatore a benna rovescia sino alla profondità di 2.00 m per poi approfondire il campionamento mediante trivellazione a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale sino alla profondità di 5.00 m da p.c per le verticali di indagine PZ-02 e PZ-03 e di 6.00 m da p.c per la verticale di indagine PZ-04.
3. Prelievo di campioni di terre da sottoporre ad analisi chimiche in ciascun punto di indagine;
4. Esecuzione di N°02 prospezioni sismiche MASW;
5. Georeferenziazione con restituzione di monografia dei punti di indagine;
6. Rimozione cantiere.



**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

# 2. SONDAGGI GEOGNOSTICI A C.C.

## 2.1 PERFORAZIONE

Le perforazioni sono state condotte con una perforatrice idraulica Beretta T44, montata su cingoli gommati e dotata di centralina separata, avente le seguenti caratteristiche:

- Velocità di rotazione: 550 rpm
- Coppia massima: 650 Kgm
- Corsa continua: 350 cm
- Spinta: 4000 Kg
- Tiro: 4000 Kg
- Pompa per fluidi di perforazione pressione 50 Bar portata 200 lt

Durante l'avanzamento nei terreni sciolti sono stati utilizzati carotieri semplici con valvola a sfera in testa e calice per perforazione a secco, muniti di corone ad inserti di widia, con le seguenti caratteristiche:



- Diametro nominale Øest = 101 / 116 mm
- Lunghezza utile L = 150 cm.

Per il campionamento del substrato roccioso o per l'attraversamento di materiali antropici (tipo fondazioni, pavimentazioni ecc.) è stato utilizzato un carotiere doppio T6, con una debole circolazione di acqua, utilizzando corone diamantate, con le seguenti caratteristiche:



- Diametro nominale Øest = 101 / 116 mm
- Lunghezza utile L = 150 cm.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



In assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro ad ogni manovra di carotaggio è seguita una manovra di rivestimento utilizzando tubi di diametro 127 mm, dotati di una scarpa ad inserti di widia. Le operazioni di rivestimento, viste le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, hanno richiesto un debole circolazione di acqua.



Le carote provenienti dalle perforazioni sono state ordinate in successione continua, entro apposite cassette catalogatrici in pvc di centimetri 100 x 50 e d'altezza adeguata. Le cassette sono state in seguito fotografate da un'angolazione di circa 90°, previa l'installazione di un riferimento indicante la località del cantiere, il numero del sondaggio e le quote di riferimento delle carote. Le fotografie sono state eseguite con una fotocamera digitale.

## 2.2 STRATIGRAFIA

Per ogni sondaggio geognostico è stata redatta la relativa stratigrafia allegata alla presente relazione, riportante tutte le informazioni riguardanti le operazioni di perforazione e le caratteristiche delle carote e dei terreni, come di seguito indicato:

**a) informazioni generali del sondaggio:**

- metodo di perforazione;
- diametro del foro;
- utensili utilizzati;
- lunghezza del tratto rivestito;
- metri realizzati con i diversi carotieri e le diverse corone.

**b) descrizioni relative ai terreni attraversati:**

- tipo di terreno;



**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

aif Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

- presenza di materiale organico o di natura antropica;
- massime dimensioni dei clasti e forma predominante per i terreni ghiaiosi;
- uniformità dei terreni granulari;
- struttura del terreno;
- colore.

Nella stesura della descrizione è stato elencato per primo il nome del costituente principale seguito dal costituente secondario nella seguente forma, in accordo alle Raccomandazioni AGI (1977):

- preceduto dalla congiunzione "con" se rappresenta una percentuale compresa tra il 25% ed il 50 %;
- seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 10% ed il 25%;
- preceduto da "debolmente" e seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 5% ed il 10%.

Per le carote è stato inoltre determinato in sito il recupero percentuale.

Nella descrizione dei terreni sciolti è stato fatto riferimento alla seguente tabella:

| *Definizione* | | *Diametro dei grani [mm]* | *Criteri d'identificazione* |
|---|---|---|---|
| blocchi | | >200 | Visibili ad occhio nudo |
| Ciottoli | | 60-200 | Visibili ad occhio nudo |
| Ghiaia | grossolana | 20-60 | Visibile ad occhio nudo |
| | media | 6-20 | |
| | fine | 2-6 | |
| Sabbia | grossolana | 0.6-2 | Visibile ad occhio nudo |
| | media | 0.2-0.6 | |
| | fine | 0.06-0.2 | |
| Limo | | 0.002-0.06 | Solo se grossolano è visibile a occhio nudo, poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto, si disgrega velocemente in acqua, si essicca velocemente, possiede coesione ma può essere polverizzato tra le dita |
| Argilla | | <0.002 | Plastica, non dilatante, liscia al tatto, appiccica alle dita, si disgrega in acqua lentamente, asciuga lentamente, si ritira durante l'essiccazione, i frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita |
| terreno organico o vegetale | | | Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali |
| Torba | | | Predominano i resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità |



**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

**c) informazioni relative agli strati di roccia attraversati:**

- tipo di roccia;
- colore;
- grado di fratturazione;
- grado di alterazione.

Nella descrizione del grado di fatturazione sono stati utilizzati i termini frantumato o fratturato. Nel primo caso sono stati considerati gli intervalli con roccia ridotta a frammenti angolari disarticolati, con i caratteri di un prodotto di frantoio. Gli orizzonti fratturati sono stati suddivisi secondo le 5 classi della classificazione di Deere (1969), riportata nella tabella sottostante.

| Classi | Descrizione | Spaziatura delle fratture (cm) |
|---|---|---|
| 1 | Fratture molto ravvicinate | 5 |
| 2 | Fratture ravvicinate | 5-30 |
| 3 | Fratture moderatamente ravvicinate | 30-100 |
| 4 | Fratture distanziate | 100-300 |
| 5 | Fratture molto distanziate | >300 |

Nelle stratigrafie è stato riportato il recupero percentuale modificato (R.Q.D. Rock Quality Designation, Deere 1964) calcolato per ogni metro o per la lunghezza totale perforata in una manovra, tenendo conto dei singoli spezzoni di carota aventi lunghezza superiore a 10 cm e utilizzando la seguente formula:

$$RQD\% = \frac{lunghezza \ \deg li \ spezzoni \ di \ carota \geq 10cm}{lunghezza \ totale \ perforata}$$



**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

# 3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU

## 3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT

Durante l'esecuzione delle perforazioni a carattere geotecnico è stata richiesta l'esecuzione di alcune prove Standard Penetration Test; tale prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.



L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova S.P.T. è stata quella di dimensioni standard (Raccomandazioni A.G.I. per la programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche, 1977).

Il dispositivo di percussione comprende: testa di battitura avvitata sulle aste, un maglio del peso di 63.5 kg (± 0.5 kg), ed un sistema di guida sganciamento automatico del maglio, che assicura una corsa a caduta libera di 75 cm. La prova d'infissione, avvenuta in fondo al foro precedentemente pulito, consiste nel far penetrare il campionatore in questo caso a punta aperta per tratti successivi di 15 cm., registrando ogni volta il numero di colpi necessari ($N_1$, $N_2$, $N_3$). Con il primo tratto, detto di "avviamento", s'intende superare la zona di terreno rimaneggiata in fase di perforazione; se con N1 = 50 colpi l'avviamento è minore


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

di 15 cm., l'infissione deve essere sospesa e la prova si dichiara conclusa, annotando la relativa penetrazione.
Se il tratto di avviamento è stato superato, si conteggiano N2 e N3 (da 15 a 30 e da 30 a 45 cm.) fino ad un limite complessivo di 100 colpi (N2 + N3), raggiunto il quale si sospende la prova annotando l'avanzamento ottenuto. Il parametro caratteristico della prova NS.P.T. è: NS.P.T. = N2 + N3

## 4. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Durante le operazioni di carotaggio, per le attività di indagine geotecnica, è stato richiesto il prelievo di alcuni campioni di terre e di rocce con le seguenti modalità / tipologie:

- Indisturbati con campionatore a pareti sottili tipo Shelby;
- Rimaneggiati e litoidi direttamente dalle cassette catalogatrici;

I campioni, debitamente sigillati ed etichettati sono stati trasportati presso il laboratorio geotecnico RINA Consulting S.p.A. di Genova - Bolzaneto (Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n° 219 del 11/05/2018 per essere sottoposti alle prove geotecniche di laboratorio richieste.

Si rimanda ai Certificati in Allegato per una più precisa analisi dei dati ottenuti.


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.
aif Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

## 5. ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Durante le operazioni di carotaggio, per le attività di indagine ambientale, è stato richiesto il prelievo di alcuni campioni di terre con le seguenti modalità / tipologie:

- primo metro: 2 barattoli 500 g per CSC + sacchetto per test di cessione + vial per composti volatili. In caso di eventuale presenza di rifiuti frammisti alla matrice terrosa, deve essere prelevato un sacchetto abbondante per la caratterizzazione del rifiuto.
- per i successivi metri fino al fondo dello strato di riporto: come sopra creando un campione composito, a condizione che lo strato di riporto non mostri distinguibili stratificazioni tali da richiedere campionamento specifico di caratterizzazione.
- Per i successi metri di terreno naturale: 2 barattoli 500 g per CSC + vial per composti volatili, per ogni orizzonte stratigrafico distinguibile. Sarebbe inoltre auspicabile arrivare ad indagare fino al primo strato che abbia un colore tale da far supporre l'assenza di inquinanti.
- In generale in ogni punto (PZ01, PZ02, PZ03 e PZ04) sono stati costituti tre set di campioni diversi, uno per ogni strato o composizione di strato. Quello rappresentativo del primo metro, quello di fondo e quello intermedio.

Inoltre in tutti e 4 i pozzetti geognostici si è provveduto al campionamento dello strati di riporti mentre in 3 differenti posizioni si è proceduto a campionare il ballast ferroviario ancora riscontrabile in alcuni punti il cui le attività di cantiere COCIV non hanno interferito con il vecchio sedime ferroviario.


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

Il campionamento dei terreni e le relative analisi chimiche di laboratorio richieste sono stati affidati ad IREOS Laboratori S.r.l..
I prelievi dei campioni di terreno saranno eseguiti secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i.; i prelievi dei riporti e dei rifiuti saranno effettuati secondo quanto previsto dalla Norma UNI 10802:2023

I campionamenti dei terreni sono stati propedeutici alle seguenti analisi:

- Sui 12 campioni di terreno prelevati sono state eseguite analisi per la verifica di conformità delle CSC della Tabella 1 di cui all'allegato 5 al titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06;
- Sui 4 campioni di terreno superficiale (strato di riporto) è stato eseguito il test di cessione ai sensi del DM 05/02/98.
- Su 3 campioni di ballast, da classificare come rifiuto, sono stati determinati i parametri secondo quanto indicato dalla **Tabella 5** allegata

## 5.1 CAMPIONAMENTO BALLAST

Per ciascun punto di prelievo, sono stati campionati circa 15 Kg di ballast che sono stati successivamente trasportati al laboratorio, disposti in sacchetti di plastica appositamente contrassegnati con etichette autoadesive per l'identificazione del campione ed inviati al laboratorio per l'esecuzione delle analisi petrografiche e chimiche.
Il campionamento è stato eseguito prelevando n. 5 sub-campioni secondo lo schema riportato nella figura a lato.




**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.
Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



## 5.2 CAMPIONAMENTO POZZETTI GEOGNOSTICI

- Il campionamento della frazione di terreno destinata all'analisi dei parametri volatili è stato effettuato da personale IREOS Laboratori S.r.l. immediatamente dopo la deposizione del materiale carotato in singola battuta nella cassetta catalogatrice, senza procedere preliminarmente all'omogeneizzazione del materiale.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

- Il prelievo della frazione di terreno destinata all'analisi dei composti non volatili è stato effettuato da personale IREOS Laboratori S.r.l. dopo il completamento del sondaggio, la raccolta e la registrazione fotografica dei dati stratigrafici. La formazione del campione è avvenuta su un telo di plastica (polietilene), in condizioni adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale;
- Il materiale utilizzato per la formazione della frazione destinata all'analisi dei non volatili è stato preliminarmente setacciato con maglia pari a 2 cm, fermo restando che lo stesso deve essere rappresentativo dell'intera porzione di carota che si intende caratterizzare. Dalla porzione passante al setaccio, ulteriormente omogeneizzata, è stato prelevato un campione rappresentativo del primo.



- Ogni campione è stato riposto contenitore, chiuso ermeticamente, etichettato con opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio/campione, la profondità e la data del prelievo, e sono stati conservati alla temperatura di 4 °C in minifrigoriferi portatili fino all'inizio delle analisi, accompagnati dalla scheda di campionamento (catena di custodia).



m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

## 6. TUBO PIEZOMETRICO

Al termine della perforazione la verticale di indagine denominata BH-02, è stata attrezzata con tubo piezometrico del tipo a circuito aperto ø 2".

Questi strumenti di monitoraggio consentiranno di verificare il livello di falda presente nel terreno per tutta la durata degli accertamenti tecnici.

I piezometri constano di una colonna di tubi in PVC rigido, fessurati ed eventualmente rivestiti di tessuto non tessuto per la parte in falda e ciechi per il rimanente tratto.

Vanno posti in opera entro un foro rivestito con una tubazione provvisoria, di diametro utile pari almeno al doppio del diametro dei tubi di misura adottati.

Una volta eseguita a quota la pulizia del foro, si inserisce la colonna fino a fondo foro; quindi si procede all'immissione, nell'intercapedine colonna - tubazione, di materiale granulare (sabbia, sabbia - ghiaietto) in modo da realizzare un filtro poroso attorno al tratto di colonna fenestrato.

Tale operazione va eseguita ritirando la tubazione provvisoria mano a mano che si procede con l'immissione






**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

dall'alto del materiale filtrante, curando di controllare la quota di questo con idonei sistemi di misura (cordelle metriche, etc.). Il bordo inferiore della tubazione dovrà sempre trovarsi al di sotto della quota raggiunta dal materiale di riempimento.

Al termine della formazione del filtro, si procede all'esecuzione di un tappo impermeabile di circa 1 metro di altezza, formato generalmente da palline di bentonite o argilla opportunamente pestellate, onde separare la zona filtrante dal tratto di foro superficiale, che andrà poi riempito con materiale di risulta, oppure cementato a seconda delle esigenze.

In superficie, si provvede quindi ad eseguire un idoneo pozzetto, per il contenimento e la protezione della testa del piezometro. con la posa in opera di un tombino in CLS e relativo chiusino in ghisa carrabile.

# 7. PROSPEZIONI GEOFISICHE

## 7.1 PROSPEZIONE GEOFISICA DOWN-HOLE

Al termine della perforazione della verticale di indagine BH-03, è stata strumentata con un tubo in PVC con diametro 3", utile alla realizzazione della Prova Down-Hole.

Nell'istallazione sono state utilizzate le seguenti modalità esecutive:

- lavaggio accurato del foro con acqua pulita al termine della perforazione e del completo rivestimento con tubi di diametro 127 mm, fino alla totale assenza all'interno nel fluido di tracimazione di detriti e particelle fini;
- preparazione della colonna giuntata;
- installazione in foro;
- riempimento per tratti successivi (dal basso, tramite tubicino in PVC per iniezione di boiacca cementizia) dello spazio tra il tubo PVC ed il rivestimento con miscela di cemento, bentonite e acqua.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

In superficie, si provvede quindi ad eseguire un idoneo pozzetto, per il contenimento e la protezione della testa del tubo con la posa in opera di un tombino in CLS e relativo chiusino in ghisa carrabile.

Per quanto riguarda la prova sismica Down-hole, sono state generate in superficie sia le onde di pressione "p" sia le onde di taglio "s" acquisite in foro con passo metrico.
Le modalità e le geometrie di generazione e di acquisizione degli impulsi elastici saranno descritte nel seguito.

Il metodo "Down Hole" prevede il posizionamento di strumenti riceventi (idrofoni, geofono triassiale) all'interno di un foro di sondaggio preventivamente condizionato con idoneo rivestimento in PVC o ABS $\phi$ = 80 mm dotato di chiusura di fondo e cementato, e la generazione di energia sismica in superficie in prossimità del boccaforo.



Scopo dell'indagine "Down Hole" è l'individuazione delle variazioni di velocità dei fronti d'onda elastici lungo la verticale di perforazione ed in un suo immediato intorno, al fine di ottenere informazioni supplementari sulle condizioni fisico – meccaniche dei terreni.
Nel caso specifico è stata focalizzata l'attenzione sulla propagazione sia delle onde di pressione "p" che di quelle di taglio "s", al fine di ricostruirne le relative colonne di velocità presso la verticale di perforazione interessata.
Per le onde "p" l'impulso elastico è stato generato attraverso la percussione di una massa battente accelerata (mazza con testa pesante 8.0 kg) su una piastra di


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

contrasto circolare in ferro sistemata a terra ad una distanza nota dal centro della perforazione (nello specifico: D = 1.0 m).
Il segnale di trigger è comunicato al sismografo mediante appositi cablaggi elettrici, e consiste nel cortocircuito generato dal contatto della testa della mazza con la piastra di contrasto.
Le onde di pressione sono state ricevute mediante catena idrofonica prodotta da AMBROGEO con passo metrico e costituita da 12 sensori.

Per generare le onde "s" è stato invece utilizzato un apposito strumento di contrasto posto ad una distanza nota dal boccaforo (nello specifico: D = 1.3 m) e appoggiato alla muratura che costeggia il camminamento.
Il "tempo zero" di generazione dell'impulso sismico viene sempre comunicato al sismografo attraverso il cortocircuito che avviene nell'istante in cui la testa di percussione urta la putrella di contrasto e nel quale, contestualmente, viene generata la sollecitazione di taglio che si trasmette al terreno per attrito radente attraverso la piastra di base dello strumento di contrasto.



Il ricevitore da foro utilizzato per le onde di taglio è un geofono tridimensionale prodotto e commercializzato da PASI, dotato di sistema di ancoraggio pneumatico comandato dalla superficie che consente di ottenere un perfetto accoppiamento tra i sensori e le pareti interne del rivestimento in PVC alle varie profondità di misura. Il sistema può misurare sollecitazioni sismiche fino alla profondità di 60 m dal piano campagna.


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

L'unità di registrazione è costituita da un sismografo Seismic Source Daq Link III a 24 canali per modulo, con convertitore A/D a 24 bit, corredato di pc portatile.

I segnali di ciascun canale sono stati digitalizzati per una lunghezza di registrazione di 150 ms, visualizzati su pc in tempo reale e quindi memorizzati sull'*hard disk* del *notebook*.

I tempi di percorso dei fronti d'onda dai punti sorgente ai ricevitori in foro vengono individuati considerando traiettorie dirette. Nella realtà sono possibili piccole deviazioni dal percorso diretto a causa di modeste rifrazioni, ma tali effetti risultano generalmente trascurabili.

Tutte le operazioni di *processing* sono state espletate su licenza attraverso lo specifico codice di calcolo "WIN_DOWNHOLE" versione 3.9.16 prodotto da W_GeoSoft per sistema operativo Windows e commercializzato da PASI.

Il metodo "Down Hole" consente di evidenziare fenomeni di inversione di velocità lungo la verticale che non potrebbero essere individuati attraverso le classiche metodologie sismiche a rifrazione dalla superficie.

Negli allegati seguenti si fornisce quanto segue:

- tabella con parametri numerici della prova
- sismogrammi onde "p" alle varie profondità di misura con il picking dei primi arrivi
- sismogrammi onde "s" alle varie profondità di misura con il picking dei primi arrivi
- grafico della variazione in continuo della velocità delle onde "p" ed "s" con la profondità
- grafici della variazione in continuo dei coefficienti di Poisson / Young / Def. Taglio con la profondità

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

## 7.2 PROVA MASW

Per la realizzazione di una stesa sismica MASW è stata utilizzata la seguente strumentazione:

1. Sismografo acquisitore;
2. Geofoni;
3. Sorgente;
4. Cavi sismici
5. Trigger e cavo del trigger.

Le indagini sono state eseguite mediante sistema di acquisizione a 24 canali, costituito da sismografo digitale AMBROGEO modello ECHO 24/2002, collegato ad una catena di 12 geofoni con una frequenza di 4.5Hz. Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 10 kg In fase di elaborazione è stato utilizzato il Programma MASW2007.

Nella Tavola relativa alle prove MASW sono riportati i seguenti elaborati

- Tracce acquisizione;
- Spettro Velocità di fase - Frequenze;
- Spettro Velocità di fase – Frequenze con massimi;
- Spettro Velocità di fase – Frequenze con massimi e picking;
- Spettro Velocità di fase – Frequenze con picking e profilo con fattore minimo di disadattamento;
- Calcolo VS30 e Vs,eq;

Secondo le NTC 2018 la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:


**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$ spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II delle NTC 218

| Categoria | Descrizione |
|---|---|
| **A** | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.* |
| **B** | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.* |
| **C** | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.* |
| **D** | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente* |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

| Categoria | Descrizione |
|---|---|
| | *compresi tra 100 e 180 m/s.* |
| **E** | *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.* |

Le prove realizzate hanno evidenziato la presenza di un bedrock sismico (Vs>800 m/s) a profondità inferiori a 30 m, per questa ragione i valori di VS,eq e di VS,30 non coincidono.

Nella seguente tabella sono riassunti i risultati ottenuti meglio indicati negli elaborati allegati:

| Prova | VS,30 | VS,eq | | Categoria |
|---|---|---|---|---|
| **A** | 432 m/s | 409 m/s | | B |
| **B** | 618 m/s | 519 m/s | | B |

* * *

Si rimanda alla documentazione in allegato per una più precisa analisi dei dati ottenuti dalle indagini eseguite.

Certi di aver adempiuto correttamente ed in modo esaustivo all'incarico conferitoci, rimaniamo comunque a disposizione per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti di indagine.

Genova, 15_01_2026

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. LUCA MALDOTTI
A.P. n. 411
dalla iscr. 16-09-99

**Dott. Geol. Luca Maldotti**
**(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)**

Ns. Rif. **M3D090_25 LM**

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

# ALLEGATI



**P.IVA-C.F.-N° Iscr. Reg.Imp. GE** 01293970990 - **R.E.A.della CCIAA GE** 398554 - **Cap.Soc.**€ 100.000,00 i.v.

Associazione Imprese Fondazioni
SOA GROUP
ANCE 2025 GENOVA Socio n.ro 16-GE-3175

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



| N° | allegato |
|---|---|
| 1 | ORTOFOTO CON UBICAZIONE AREA DI INDAGINE |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa e uffici** Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

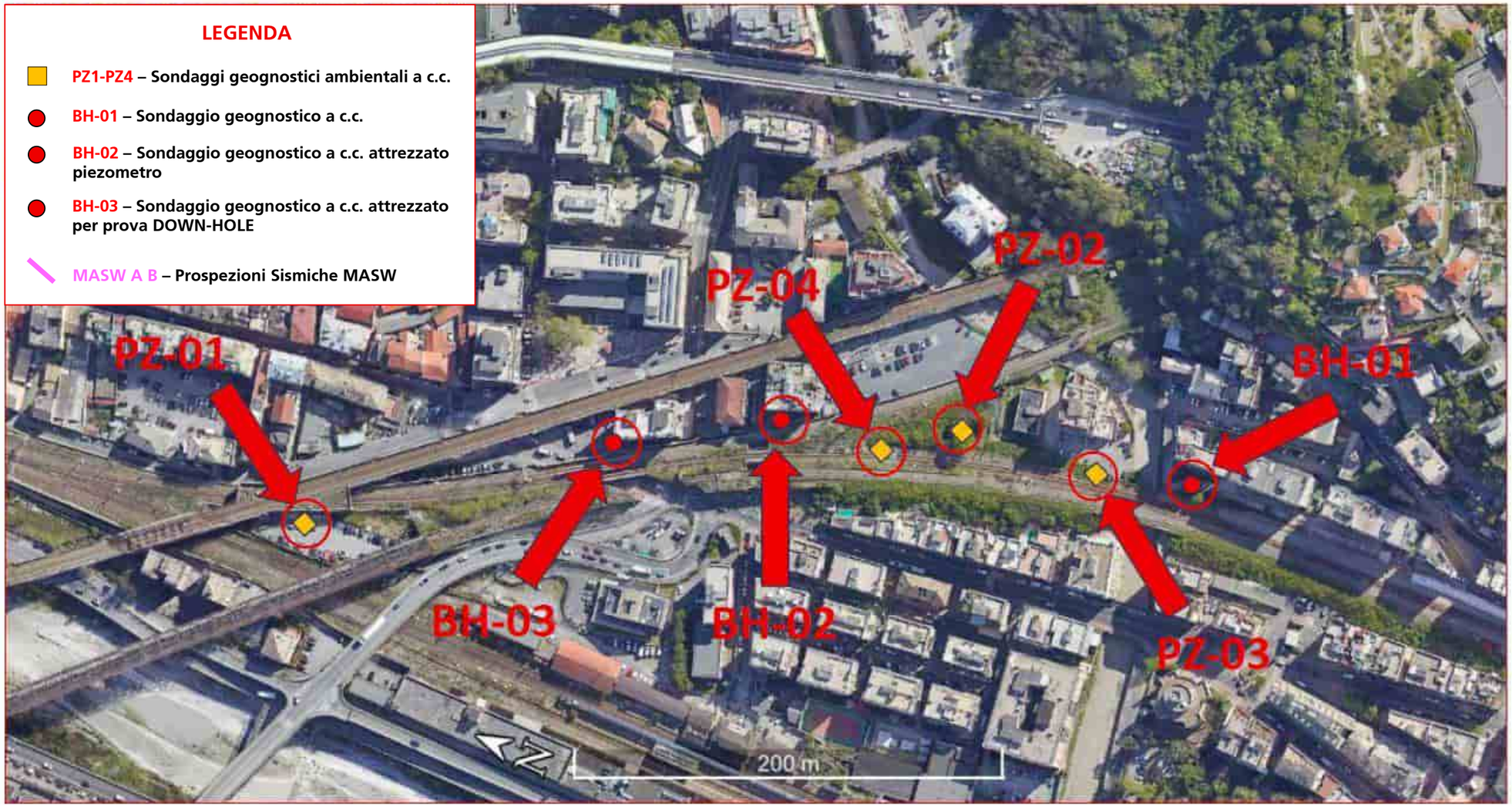
**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**Web** www.m3dsrl.com
**E-mail** info@m3dsrl.com

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018 IAS REGISTER
SISTEMA CERTIFICATO ISO 9001:2015 IAS REGISTER

## LEGENDA

- **PZ1-PZ4 – Sondaggi geognostici ambientali a c.c.**
- **BH-01 – Sondaggio geognostico a c.c.**
- **BH-02 – Sondaggio geognostico a c.c. attrezzato piezometro**
- **BH-03 – Sondaggio geognostico a c.c. attrezzato per prova DOWN-HOLE**
- **MASW A B – Prospezioni Sismiche MASW**




| 2 | ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI | M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | allegato | codice | data | scala | redatto | committente |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



| N° | |
|---|---|
| 3 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C. C. **PZ-01** |
| **allegato** | |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2025 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

# SONDAGGIO N° PZ-01

DATA RILEVAMENTO
02/10/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO - INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE -

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'16,71972"<br>E = 8°53'28,96326" | |
| QUOTA = 24,454 m<br>(RIFERITA TESTA TUBO) | | |






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Commessa: **090/25**

Sigla sondaggio: **PZ-01**

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Località: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Data: | **Inizio e fine 29/09/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *4.50 m* Casse: *n. 2*
Carotiere semplice: *5.20 m*
Carotiere doppio: *0.80 m*
Corona diamantata: *0.80 m*
Strumentazione*: -*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni (CR rimaneggiato, CI indisturbato, CRay raymond, CL lapideo) | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof. | Risutato | $N_{spt}$ | Lefranc | Lugeon | Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0.30 | Soletta in calcestruzzo. | | | | | | | | | | | | | 0.80 | 0.80 | |
| | 0.30 | 5.70 | Materiale di riempimento costituito da ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente ciottolosa e debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore grigio-beige, | 100 | 0.80<br>1.50<br>3.00<br>4.50<br>6.00 | C.A. 1 0.80-1.80 m<br>C.A. 2 2.80-3.80 m<br>C.A. 3 4.80-5.80 m | | | | | | | | | 6.00 | | | |
| | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **PZ-01** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **PZ-01**- Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m a 6.00 m** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



CAMPIONAMENTO DA 0.0 a 2.0 ML. MEDIANTE ESCAVATORE A BENNA ROVESCIA



CAMPIONAMENTO DA 2.0 a 5.0 ML. MEDIANTE PERFORATRICE CINGOLATA

| N° | allegato |
|---|---|
| 4 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C. C. **PZ-02** |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

SONDAGGIO N° **PZ-02**

DATA RILEVAMENTO
02/10/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO - INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE -

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'08,57840"<br>E = 8°53'36,08517" | |
| QUOTA = 23,816 m<br>(RIFERITA TESTA TUBO) | | |






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **PZ-02** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Località: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Data: | **Inizio e fine 30/09/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: *carotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *4.00 m* Casse: *n. 1*
Carotiere semplice: *3.00 m*
Carotiere doppio: -
Corona diamantata: -
Strumentazione*:* -

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni (CR rimaneggiato, CI indisturbato, CRay raymond, CL lapideo) | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test (prof., Risutato, $N_{spt}$) | Lefranc | Lugeon | Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | prof. Risutato $N_{spt}$ | | | | | | | | | |
| | 2.00 | PRESCAVO | | | C.A. 1 0.00-1.00 m | | | | | | | 2.00 | | | |
| | 2.00 | Materiale di riporto costituito sabbia ghiaioso-limosa debolmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore grigio-beige, | 100 | 2.00 | C.A. 2 2.00-3.00 m | | | | | | | | | | |
| | 5.00 | | | 3.00 4.00 5.00 | C.A. 3 4.00-5.00 m | | | | | | | 5.00 | | | |
| | 10.00 | | | | | | | | | | | | | | |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **PZ-02** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




CAMPIONAMENTO DA 0.0 a 2.0 ML. MEDIANTE ESCAVATORE A BENNA ROVESCIA



CAMPIONAMENTO DA 2.0 a 5.0 ML. MEDIANTE PERFORATRICE CINGOLATA

| N° | allegato |
|---|---|
| 5 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C. C. **PZ-03** |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

# SONDAGGIO N° PZ-03

DATA RILEVAMENTO
02/10/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO - INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE -

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'06,85178"<br>E = 8°53'36,43268" | |
| QUOTA = 19,792 m<br>(RIFERITA TESTA TUBO) | | |






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **PZ-03** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Località: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Data: | **Inizio e fine 30/09/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *4.00 m* Casse: *n. 1*
Carotiere semplice: *3.00 m*
Carotiere doppio: -
Corona diamantata: -
Strumentazione*: -*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni (CR rimaneggiato, CI indisturbato, CRay raymond, CL lapideo) | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test (prof., Risutato, $N_{spt}$) | Prove geotecniche in foro: Lefranc | Prove geotecniche in foro: Lugeon | Prove geotecniche in foro: Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Utensile: Carotiere doppio | Utensile: Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | prof. Risutato $N_{spt}$ | | | | | | | | | |
| | | 2.00 PRESCAVO | | | C.A. 1 0.00-1.00 m | | | | | | | 2.00 | | | |
| | 2.00 | Materiale di riporto costituito da ghiaia eterometrica sabbiosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore grigio scuro. | | 2.00 | | | | | | | | | | | |
| | | 3.00 Limo sabbioso localmente da ghiaioso a con ghiaia; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige, | 100 | 3.00 | C.A. 2 2.00-3.00 m | | | | | | | | | | |
| | | | | 4.40 | C.A. 3 4.00-5.00 m | | | | | | | | | | |
| | 5.00 | | | 5.00 | | | | | | | | 5.00 | | | |
| | 10.00 | | | | | | | | | | | | | | |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **PZ-03** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



CAMPIONAMENTO DA 0.0 a 2.0 ML. MEDIANTE ESCAVATORE A BENNA ROVESCIA



CAMPIONAMENTO DA 2.0 a 6.0 ML. MEDIANTE PERFORATRICE CINGOLATA

| N° | allegato |
|---|---|
| 6 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE A C. C. **PZ-04** |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

SONDAGGIO N° **PZ-04**

DATA RILEVAMENTO
02/10/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO - INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE -

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'09,18697"<br>E = 8°53'35,29321" | |
| QUOTA = 24,718 m<br>(RIFERITA TESTA TUBO) | | |






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **PZ-04** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Località: | **Metro tratta Canepari-Rivarolo** |
| Data: | **Inizio e fine 01/10/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *4.50 m* Casse: *n. 2*
Carotiere semplice: *4.00 m*
Carotiere doppio: -
Corona diamantata: -
Strumentazione*: -*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni (CR rimaneggiato, CI indisturbato, CRay raymond, CL lapideo) | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test (prof., Risutato, $N_{spt}$) | Lefranc | Lugeon | Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Utensile: Carotiere doppio | Utensile: Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | prof. Risutato $N_{spt}$ | | | | | | | | | |
| | | 2.00 PRESCAVO | | | C.A. 1 1.00-2.00 m | | | | | | | 2.00 | | | |
| | 2.00 | 3.60 Materiale di riempimento costituito da ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente ciottolosa e debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore grigio-beige, | 100 | 2.00 3.00 3.50 5.00 6.00 | C.A. 2 3.00-4.00 m C.A. 3 5.00-6.00 m | | | | | | | | | | |
| | 5.60 | 0.40 Ghiaia prevalentemente medio fine sabbioso-limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige, | | | | | | | | | | | | | |
| | 6.00 | | | | | | | | | | | 6.00 | | | |
| | 10.00 | | | | | | | | | | | | | | |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **PZ-04** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **PZ-04**- Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m a 6.00 m** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




| N° | allegato |
|---|---|
| 7 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **BH-01** |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

# SONDAGGIO N° BH01

DATA RILEVAMENTO
25/11/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO
INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'05,13479"<br>E = 8°53'36,93664" | |
| QUOTA = 20,427 m<br>(RIFERITA TESTA TUBO) | | |






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **BH-01** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metropolitana di Genova** |
| Località: | **Genova - Rivarolo** |
| Data: | **Inizio 27/10/2025 Fine 29/10/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *16.50 m* Casse: *n. 7*
Carotiere semplice: *15.00 m*
Carotiere doppio: *20.00 m*
Corona diamantata: *20.00 m*
Strumentazione*: -*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica |
|---|---|---|
| | 0,00 | |
| | 4.80 | Materiale di riempimento costituito da ghiaia eterometrica con sabbia localmente debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige-grigio chiari.<br>Livello stratigrafico poco addensato (valore di NSPT pari a 6 a 3.00 m di profondità). |
| | 5.20 | Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa, localmente ciottolosa; clasti prevalentemente argillitici, da angolari a subangolari; colore beige-grigio chiari.<br>Livello stratigrafico moderatamente addensato (valori di NSPT pari a 15 e 14 rispettivamente a 6.00 m e 9.00 m di profondità). |
| | 3.00 | Limo argilloso-sabbioso localmente ghiaioso; colore marrone.<br>Livello stratigrafico moderatamente addensato (valore di NSPT pari a 12 a 12.00 m di profondità). |
| | 3.00 | Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso riferibile ad argilliti di colore grigio, assimilabile ad una ghiaia grossolana con ciottoli sabbioso-limosa.<br>Livello stratigrafico addensato (valore di NSPT pari a 39 a 15.00 m di profondità). |
| | 18.40 | Substrato roccioso costituito da argilliti di colore grigio, fratturato, localmente molto fratturato, con discontinuità ravvicinate localmente molto ravvicinate.<br>Superfici di discontinuità con locali patine di alterazione e inclinazioni comprese tra 30°-50°.<br>Presenza di vene di calcite da millimetriche a centimetriche, localmente pluricentimetriche. |
| | 20,00 | |

| Prove geotecniche in foro | | | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile | | | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Standard Penetration Test | Lefranc | Lugeon | Menard | | | Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | |
| prof. / Risutato / $N_{spt}$ | | | | | | | | | |
| 3.00 / 4 - 3 - 3 / 6 | | | | | | | | | |
| 3.45 | | | | | | | | | |
| 6.00 / 11 - 7 - 8 / 15 | | | | | | | | | |
| 6.45 | | | | | | | | | |
| 9.00 / 5 - 8 - 6 / 14 | | | | | | | | | 29/10/2025 |
| 9.45 | | | | | | | | | 8.79 |
| 12.00 / 9 - 7 - 9 / 16 | | | | | | | | | |
| 12.45 | | | | | | | | | |
| 15.00 / 17 - 19 - 20 / 39 | | | | | | 15.00 | | | |
| 15.45 | | | | | | | | | |

Carotaggio % (10 30 50 70 90): 100

Manovre % RQD (10 30 50 70 90): 0.70 · 1.50 · 3.00 · 4.50 · 6.00 · 7.50 · 9.00 · 10.00 · 11.30 · 13.20 · 14.00 · 15.00 · 16.20 · 17.20 · 18.15 · 19.00

Campioni (CR rimaneggiato, CI indisturbato, CRay raymond, CL lapideo):
- C.I. 1 11.3-11.9 m
- C.L. 1 15.5-15.75 m
- C.L. 2 19.6-19.8 m

RQD: 40 · 60 · 58

**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Commessa **090/25**

Sigla sondaggio **BH-01**

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metropolitana di Genova** |
| Località: | **Genova - Rivarolo** |
| Data: | **Inizio 27/10/2025 Fine 29/10/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *16.50 m* Casse: *n. 7*
Carotiere semplice: *15.00 m*
Carotiere doppio: *20.00 m*
Corona diamantata: *20.00 m*
Strumentazione*: -*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni CR rimaneggiato CI indisturbato CRay raymond CL lapideo | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof. | Risutato | $N_{spt}$ | Lefranc | Lugeon | Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20,00 | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | | | | | | | | | | | | |
| | | Substrato roccioso costituito da argilliti di colore grigio, da fratturato a moderatamente fratturato, localmente molto fratturato, con discontinuità da ravvicinate a moderatamente ravvicinate, localmente molto ravvicinate. Superfici di discontinuità con inclinazioni comprese tra 30°-50°, localmente >50°. Presenza di vene di calcite da millimetriche a centimetriche, localmente pluricentimetriche. | 100 | 58 (20.15) 58 (21.30) 100 (22.50) 83 (23.50) 80 (26.00) 48 (26.40) 31 (27.75) 52 (28.80) 45 (30.00) 70 (31.00) 56 (32.40) 92 (33.70) 93 (35.00) | C.L. 3 15.35-15.55 m; C.L. 4 33.7-34.0 m | | | | | | | | | | | | |
| | 18.40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 35.00 | | | | | | | | | | | | | | 35.00 | 35.00 | |
| | 40,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** ⟶



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m a 10.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m a 15.00 m** ⟶




Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m a 20.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°5**
Prof. da **20.00 m a 25.00 m** ⟶



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°6**
Prof. da **25.00 m a 30.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



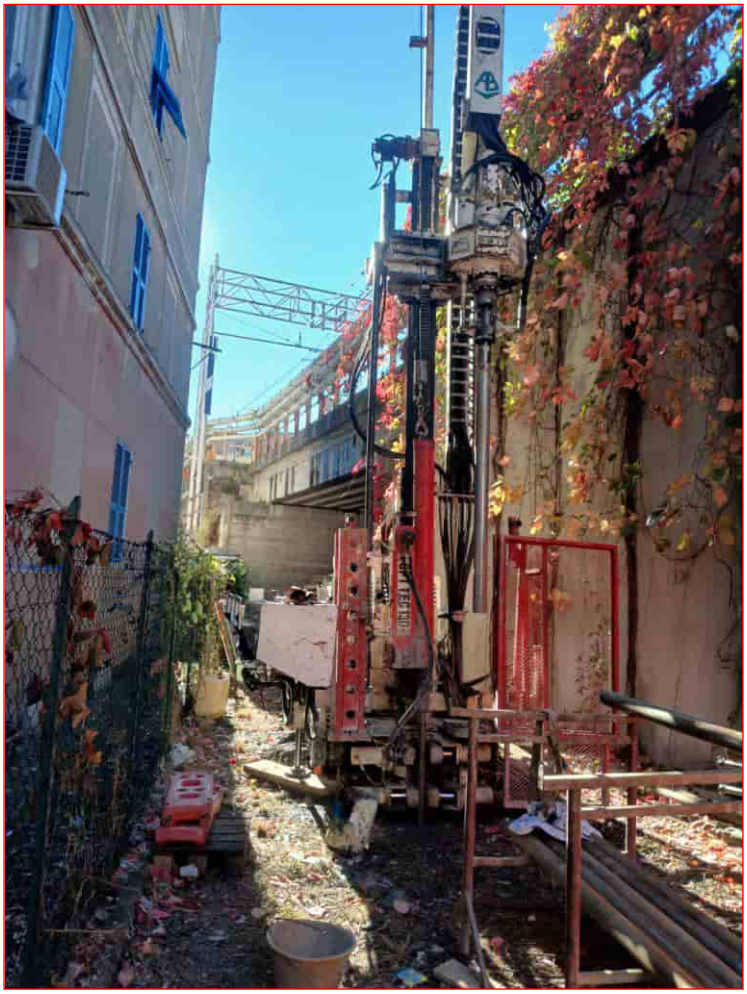
Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-01** - Cassetta: **n°7**
Prof. da **30.00 m a 35.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



| N° | |
|---|---|
| 8 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **BH-02** |
| **allegato** | |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

# SONDAGGIO N° BH02

DATA RILEVAMENTO
25/11/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO
INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'11,01436"<br>E = 8°53'34,83386" | |
| QUOTA = 23,624 m<br>(RIFERITA TESTA TUBO) | | |






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **BH-02** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metropolitana di Genova** |
| Località: | **Genova - Rivarolo** |
| Data: | **Inizio 03/11/2025 Fine 05/11/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *25.00 m* Casse: *n. 6*
Carotiere semplice: *18.00 m*
Carotiere doppio: *12.00 m*
Corona diamantata: *12.00 m*
Strumentazione*: Piezometro 2" a tubo aperto profondità 20.00 m*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni CR rimaneggiato CI indisturbato CRay raymond CL lapideo | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof. | Risutato | $N_{spt}$ | Lefranc | Lugeon | Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | | | | | | | | 2" | | | | |
| | | 0.50 | PRESCAVO. | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.50 | 5.30 | Materiale di riempimento costituito da ghiaia eterometrica con sabbia localmente limosa e ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore marrone, beige-grigio chiari oltre i 4.00 m di profondità.<br>Livello stratigrafico poco addensato (valore di NSPT pari a 6 a 3.00 m di profondità). | | 1.50<br>3.00<br>4.50<br>5.50 | | 3.00<br>3.45 | 2 - 4 - 2 | 6 | | | | | 3.0 | | | | |
| | 5.80 | 12.20 | Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa localmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subarrotondati; colore marrone.<br>Livello stratigrafico moderatamente addensato, loccalmente addensato (valori di NSPT pari a 16, 32, 28 e 28 rispettivamente a 6.00 m, 9.00 m, 12.00 m e 15.00 m di profondità). | 100 | 6.00<br>7.10<br>8.00<br>9.00<br>10.50<br>12.00<br>12.60<br>13.20<br>14.15<br>15.00<br>16.10<br>17.00<br>18.00 | | 6.00<br>6.45<br>9.00<br>9.45<br>12.00<br>12.45<br>15.00<br>15.45 | 8 - 9 - 7<br>12 - 15 - 17<br>11 - 13 - 15<br>14 - 11 - 17 | 16<br>32<br>28<br>28 | | | | | | | | 05/11/2025<br>11.61 |
| | 18.00<br>20,00 | 5.50 | Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso riferibile ad argilliti di colore grigio, destrutturato ed argillificato. | | 18.50<br>19.20<br>20.00 | | | | | | | | | | | 18.00 | | |

**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **BH-02** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metropolitana di Genova** |
| Località: | **Genova - Rivarolo** |
| Data: | **Inizio 03/11/2025 Fine 05/11/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *25.00 m* Casse: *n. 6*
Carotiere semplice: *18.00 m*
Carotiere doppio: *12.00 m*
Corona diamantata: *12.00 m*
Strumentazione*: Piezometro 2" a tubo aperto profondità 20.00 m*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni CR rimaneggiato CI indisturbato CRay raymond CL lapideo | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test (prof. / Risutato / $N_{spt}$) | Lefranc | Lugeon | Menard | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20,00 | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | prof. Risutato $N_{spt}$ | | | | | 2" | | | | |
| | | 5.50 | | 21.00<br>21.60<br>22.60<br>23.30 | | | | | | | | | | | |
| | 23.50 | Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso riferibile ad argilliti di colore grigio, destrutturato ed argillificato. | | 62<br>24.10 | | | | | | | | | | | |
| | | 6.50 | Substrato roccioso costituito da argilliti di colore grigio, da fratturato a molto fratturato, con discontinuità ravvicinate, localmente molto ravvicinate.<br>Superfici di discontinuità con inclinazioni comprese tra 30°-50°.<br>Presenza di vene di calcite da millimetriche a centimetriche. | 100 | 52<br>25.00<br>26.20<br>75<br>27.00<br>42<br>27.70<br>53<br>28.60<br>77<br>29.50<br>82<br>30.00 | | | | | | | | | |
| | 30.00 | | | | | | | | | | 30.00 | | 30.00 | 30.00 | |
| | 40,00 | | | | | | | | | | | | | | |

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

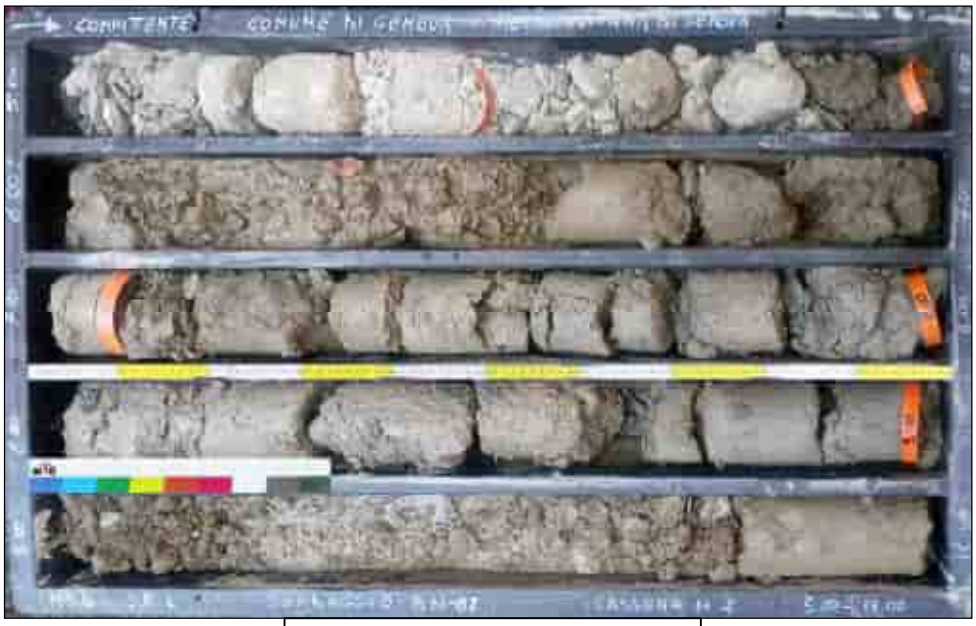
**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-02** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA.**
Sondaggio: **BH-02** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m a 10.00 m** →

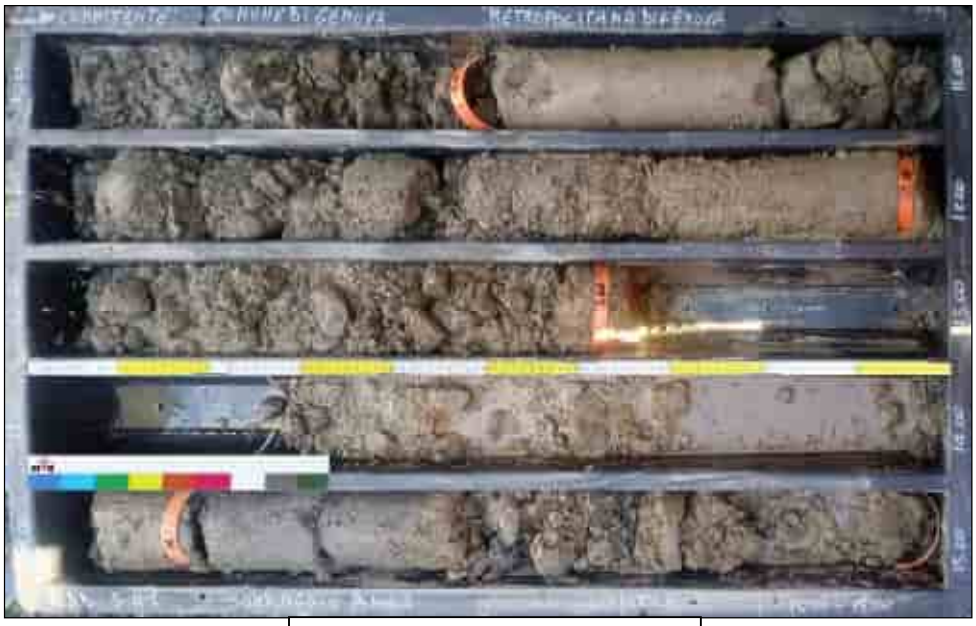
m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA.**
Sondaggio: **BH-02** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m a 15.00 m** ⟶



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-02** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m a 20.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-02** - Cassetta: **n°5**
Prof. da **20.00 m a 25.00 m** ⟶



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-02** - Cassetta: **n°6**
Prof. da **25.00 m a 30.00 m** ⟶

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it




| N° | |
|---|---|
| 9 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **BH-03** |
| **allegato** | |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

COMUNE DI GENOVA
AREA PROJECT MANAGEMENT OFFICE
GRANDI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

# SONDAGGIO N° BH03

DATA RILEVAMENTO
25/11/2025

DESCRIZIONE: METROPOLITANA DI GENOVA OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI – RIVAROLO
INDAGINI GEOGNOSTICHE A CARETTERE GEOTECNICO E AMBIENTALE

| COORDINATE GAUSS-BOAGA F.O. | COORDINATE WGS 84 | CAPISALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA: |
|---|---|---|
| N = -<br>E = - | N = 44°26'13,33922"<br>E = 8°53'33,32674" | |

QUOTA = 19,251 m
(RIFERITA TESTA TUBO)






**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **BH-03** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metropolitana di Genova** |
| Località: | **Genova - Rivarolo** |
| Data: | **Inizio 10/11/2025 Fine 13/11/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *19.50 m* Casse: *n. 7*
Carotiere semplice: *26.00 m*
Carotiere doppio: *9.00 m*
Corona diamantata: *9.00 m*
Strumentazione*: Tubo in PVC per Down-Hole profondità 35.00 m*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica | % Carotaggio | Manovre % RQD | Campioni CR rimaneggiato CI indisturbato CRay raymond CL lapideo | Prove geotecniche in foro: Standard Penetration Test prof. | Risutato | $N_{spt}$ | Lefranc | Lugeon | Menard | Tubo in PVC per Down-Hole | Piezometro a tubo aperto | Utensile: Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata | Falda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,00 | | 10 30 50 70 90 | 10 30 50 70 90 | | | | | | | | 3" | | | | | |
| | 1.00 | PRESCAVO. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.00 | Materiale di riempimento costituito da ghiaia eterometrica sabbiosa localmente limosa e ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore da marrone a beige-grigio chiari oltre i 4.00 m di profondità. Livello stratigrafico poco addensato (valore di Nspt pari a 6 a 3.00 m di profondità). | | 1.00 1.50 3.00 4.50 | | 3.00 3.45 | 3 - 2 - 4 | 6 | | | | | | | | | |
| | 16.00 | Ghiaia eterometrica da sabbiosa debolmente limosa a sabbioso-limosa e debolmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subarrotondati; colore marrone. Livello stratigrafico moderatamente addensato (valori di Nspt pari a 29, 27, 25, 26 e 26 rispettivamente a 6.00 m, 9.00 m, 12.00 m, 15.00 m e 18.00 m di profondità). | 100 | 6.00 7.50 9.00 10.50 12.00 12.50 12.90 14.00 15.00 16.00 17.00 18.00 19.15 | | 6.00 6.45 | 11 - 13 - 16 | 29 | | | | | | | | | |
| | | | | | | 9.00 9.45 | 14 - 12 - 15 | 27 | | | | | | | | | 13/11/2025 9.56 |
| | | | | | | 12.00 12.45 | 10 - 12 - 13 | 25 | | | | | | | | | |
| | | | | | | 15.00 15.45 | 9 - 11 - 15 | 26 | | | | | | | | | |
| | 20,00 | | | 20.00 | | 18.00 18.45 | 15 - 13 - 13 | 26 | | | | | | | | | |

**M3D Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

| Commessa | Sigla sondaggio |
|---|---|
| **090/25** | **BH-03** |

| | |
|---|---|
| Committente: | **COMUNE DI GENOVA** |
| Cantiere: | **Metropolitana di Genova** |
| Località: | **Genova - Rivarolo** |
| Data: | **Inizio 10/11/2025 Fine 13/11/2025** |
| Quota: | **p.c.** |

**Dati di perforazione - computo metrico**

Tipo e diametro di perforazione: c*arotaggio continuo - 101 mm*
Rivestimento diam. 127 mm: *19.50 m* Casse: *n. 7*
Carotiere semplice: *26.00 m*
Carotiere doppio: *9.00 m*
Corona diamantata: *9.00 m*
Strumentazione*: Tubo in PVC per Down-Hole profondità 35.00 m*

| Litologia | Profondità e potenza strato (m) | Descrizione litologica |
|---|---|---|
| | 20,00 | |
| | 16.00 | Ghiaia eterometrica da sabbiosa debolmente limosa a sabbioso-limosa e debolmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subarrotondati; colore marrone. |
| | 21.00 | Limo argilloso-sabbioso localmente ghiaioso; colore marrone. |
| | 3.00 | |
| | 24.00 | Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso riferibile ad argilliti di colore grigio, destrutturato e localmente argillificato. |
| | 2.50 | |
| | 26.50 | Substrato roccioso costituito da argilliti di colore grigio, frantumato e destrutturato, assimilabile ad una ghiaia eterometrica sabbiosa localmente limoso-argillosa. |
| | 8.50 | |
| | 35.00 | |
| | 40,00 | |

**% Carotaggio**: 10 30 50 70 90 — 100

**Manovre % RQD**: 10 30 50 70 90 — 20.60, 21.70, 23.20, 24.35, 25.30, 26.00, 26.55, 27.10, 27.60, 28.00, 28.80, 29.30, 30.00, 30.70, 31.65, 32.40, 33.30, 34.00, 34.40, 35.00

**Campioni**: CR rimaneggiato; CI indisturbato; CRay raymond; CL lapideo

**Prove geotecniche in foro**

| prof. | Standard Penetration Test: Risutato | $N_{spt}$ | Lefranc | Lugeon | Menard |
|---|---|---|---|---|---|

**Tubo in PVC per Down-Hole**: 3" — 35.00

**Piezometro a tubo aperto**

**Utensile**

| Carotiere semplice | Carotiere doppio | Corona Diamantata |
|---|---|---|
| 26.00 | 35.00 | 35.00 |

**Falda**

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-03** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m a 5.00 m** ⟶



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-03** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m a 10.00 m** ⟶

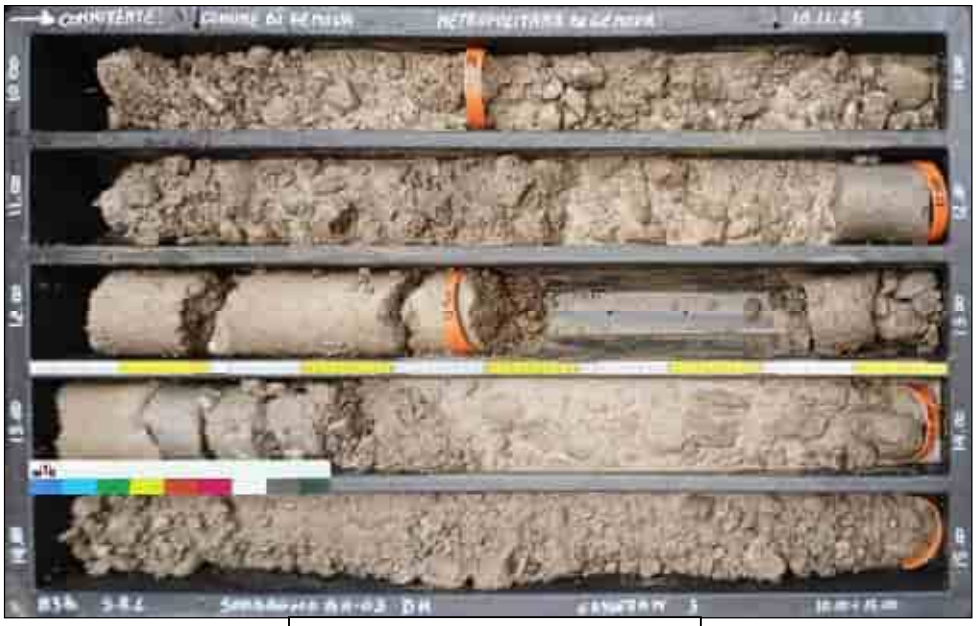
m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio **BH-03** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m a 15.00 m** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio **BH-03** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m a 20.00 m** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA.**
Sondaggio: **BH-03** - Cassetta: **n°5**
Prof. da **20.00 m a 25.00 m** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-03** - Cassetta: **n°6**
Prof. da **25.00 m a 30.00 m** →

m3d costruzioni speciali s.r.l.

SISTEMA CERTIFICATO ISO 45001:2018

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



Committente: **COMUNE DI GENOVA**
Sondaggio: **BH-03** - Cassetta: **n°7**
Prof. da **30.00 m a 35.00 m** →

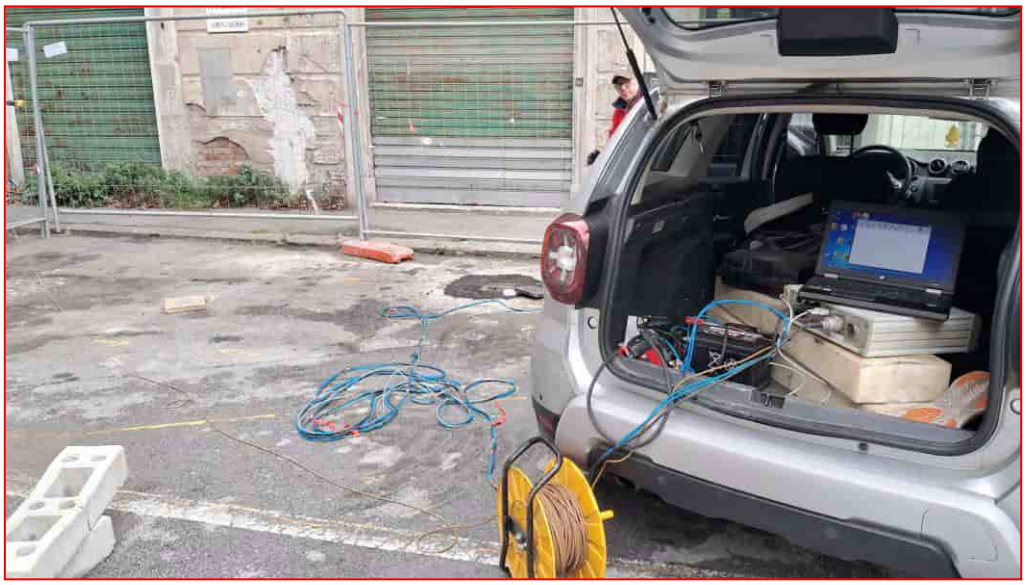
m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it



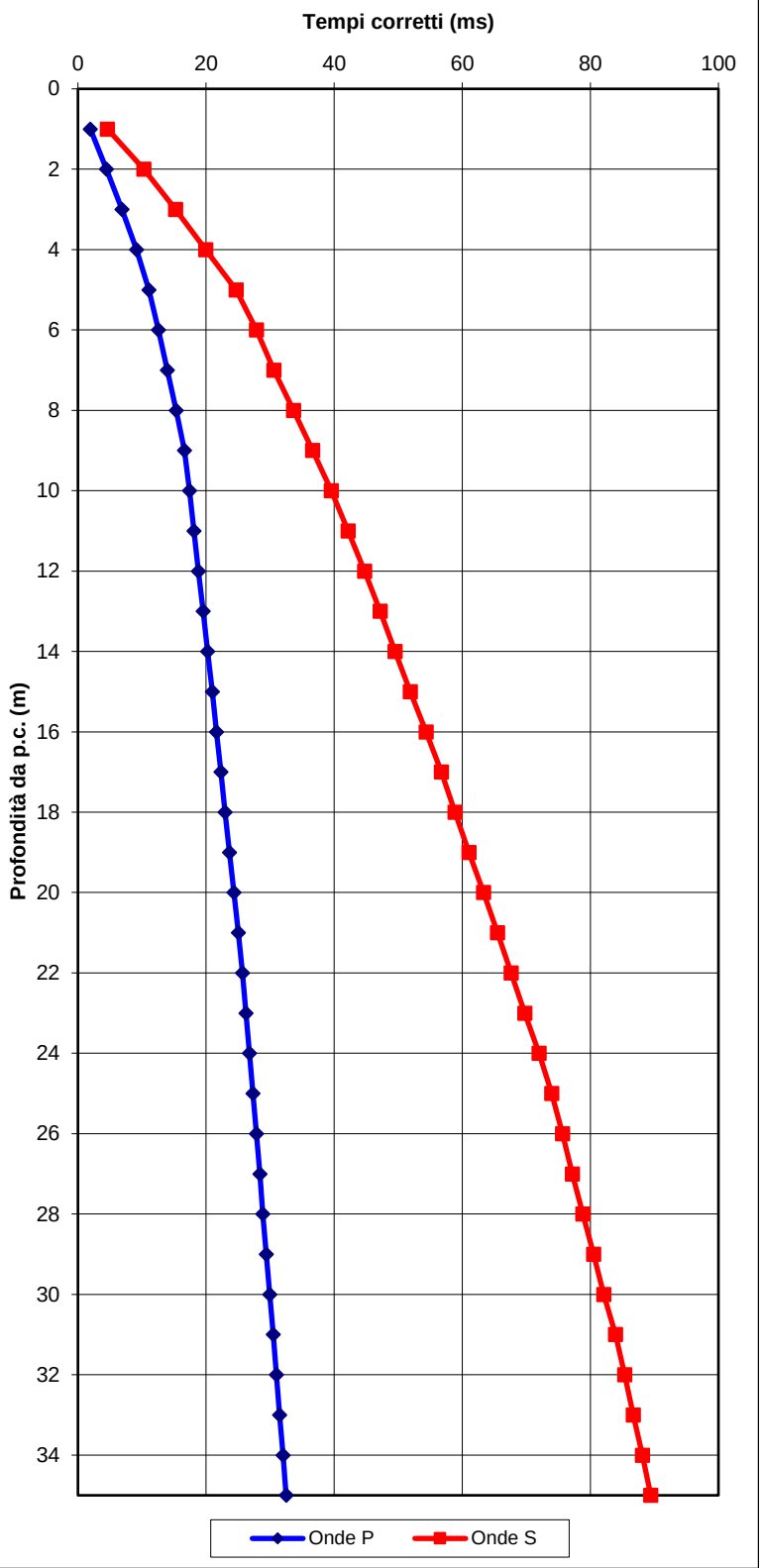


| N° | allegato |
|---|---|
| 10 | DOCUMENTAZIONE PROSPEZIONE SISMICA DOWN-HOLE |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

| m3d | PROVA DOWN-HOLE | Committente: COMUNE DI GENOVA<br>Località: Metropolitana di Genova | BH-03 |
|---|---|---|---|

| Scoppio | Tempi | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tp | Tp corretto | Ts | Ts corretto |
| (n°) | (ms) | (ms) | (ms) | (ms) |
| 1 | 7.99 | 1.94 | 6.53 | 4.62 |
| 2 | 9.92 | 4.44 | 11.51 | 10.29 |
| 3 | 11.43 | 6.86 | 16.06 | 15.24 |
| 4 | 12.96 | 9.16 | 20.57 | 19.96 |
| 5 | 14.22 | 11.10 | 25.20 | 24.71 |
| 6 | 15.09 | 12.56 | 28.26 | 27.88 |
| 7 | 16.05 | 13.94 | 30.91 | 30.60 |
| 8 | 17.16 | 15.35 | 33.92 | 33.66 |
| 9 | 18.19 | 16.62 | 36.86 | 36.63 |
| 10 | 18.78 | 17.44 | 39.73 | 39.53 |
| 11 | 19.27 | 18.11 | 42.37 | 42.20 |
| 12 | 19.84 | 18.82 | 44.92 | 44.76 |
| 13 | 20.47 | 19.56 | 47.33 | 47.19 |
| 14 | 21.05 | 20.24 | 49.64 | 49.51 |
| 15 | 21.71 | 20.98 | 51.98 | 51.86 |
| 16 | 22.30 | 21.63 | 54.45 | 54.34 |
| 17 | 22.93 | 22.32 | 56.84 | 56.74 |
| 18 | 23.55 | 22.99 | 58.98 | 58.89 |
| 19 | 24.18 | 23.66 | 61.12 | 61.04 |
| 20 | 24.85 | 24.37 | 63.38 | 63.30 |
| 21 | 25.48 | 25.03 | 65.56 | 65.49 |
| 22 | 26.12 | 25.70 | 67.71 | 67.64 |
| 23 | 26.64 | 26.25 | 69.82 | 69.75 |
| 24 | 27.17 | 26.80 | 72.05 | 71.99 |
| 25 | 27.66 | 27.31 | 74.03 | 73.97 |
| 26 | 28.19 | 27.86 | 75.71 | 75.65 |
| 27 | 28.70 | 28.39 | 77.23 | 77.18 |
| 28 | 29.17 | 28.88 | 78.86 | 78.81 |
| 29 | 29.70 | 29.42 | 80.58 | 80.53 |
| 30 | 30.21 | 29.94 | 82.16 | 82.11 |
| 31 | 30.74 | 30.49 | 83.95 | 83.91 |
| 32 | 31.23 | 30.99 | 85.42 | 85.38 |
| 33 | 31.72 | 31.49 | 86.75 | 86.71 |
| 34 | 32.23 | 32.01 | 88.16 | 88.12 |
| 35 | 32.71 | 32.50 | 89.47 | 89.43 |

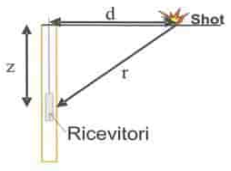



Legenda

| | |
|---|---|
| Tp | Tempi di primo arrivo onde p |
| Ts | Tempi di primo arrivo onde s |
| Tp corretto | Tempi corretti onde p |
| Ts corretto | Tempi corretti onde s |

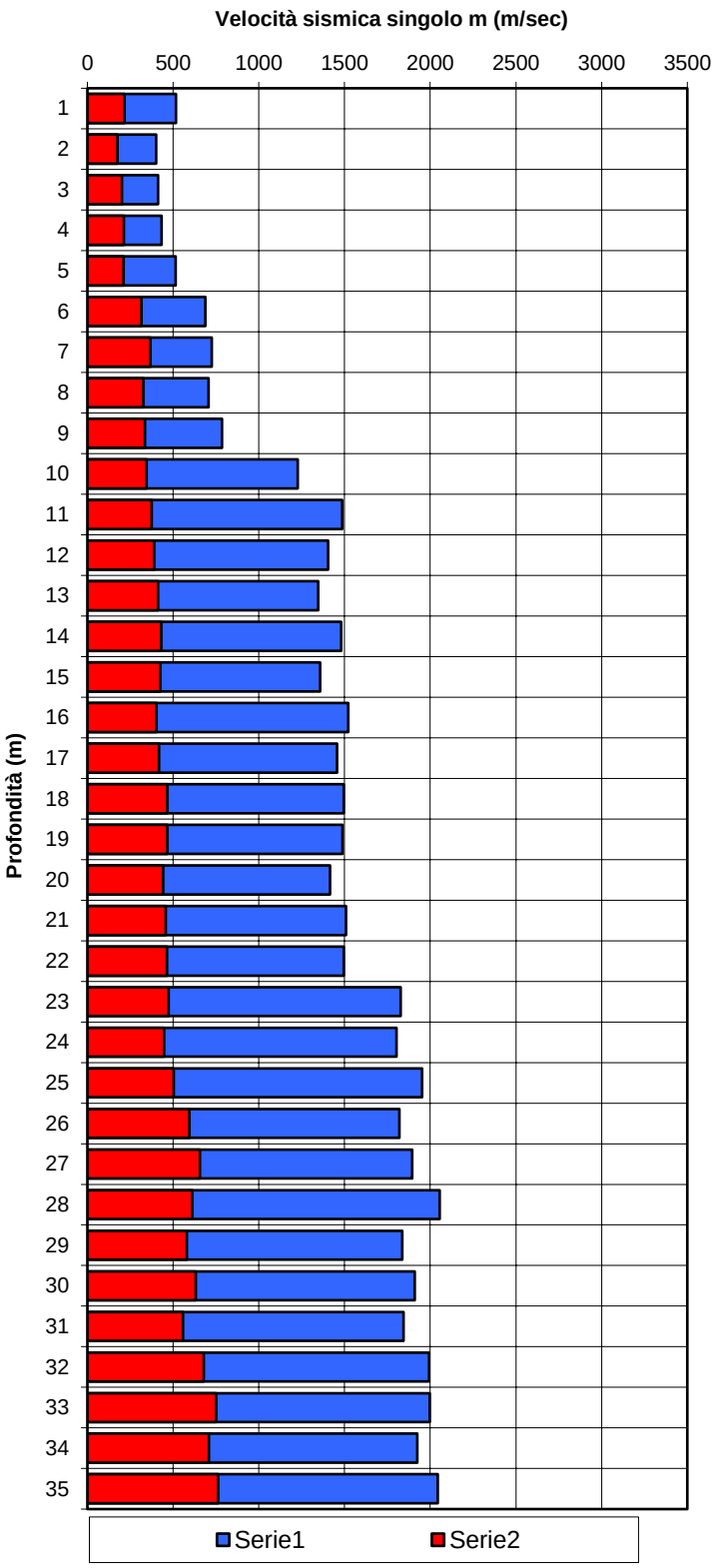
Calcolo correzione tempi

$t_{corretto} = (z/r)t = [z / (z^2 + d^2)1/2]\ t$



| | PROVA DOWN-HOLE | Committente: COMUNE DI GENOVA<br>Località: Metropolitana di Genova | BH-03 |
|---|---|---|---|

| Scoppio | Velocità | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Vp | Vp/m | Vs | Vs/m |
| (n°) | (ms) | (ms) | (ms) | (ms) |
| 1 | 516 | 516 | 217 | 217 |
| 2 | 451 | 400 | 194 | 176 |
| 3 | 437 | 413 | 197 | 202 |
| 4 | 436 | 434 | 200 | 212 |
| 5 | 450 | 516 | 202 | 210 |
| 6 | 478 | 689 | 215 | 316 |
| 7 | 502 | 725 | 229 | 367 |
| 8 | 521 | 708 | 238 | 327 |
| 9 | 541 | 785 | 246 | 336 |
| 10 | 573 | 1228 | 253 | 345 |
| 11 | 607 | 1486 | 261 | 375 |
| 12 | 638 | 1404 | 268 | 389 |
| 13 | 664 | 1346 | 275 | 412 |
| 14 | 692 | 1481 | 283 | 430 |
| 15 | 715 | 1357 | 289 | 425 |
| 16 | 740 | 1522 | 294 | 403 |
| 17 | 762 | 1457 | 300 | 417 |
| 18 | 783 | 1495 | 306 | 466 |
| 19 | 803 | 1488 | 311 | 466 |
| 20 | 821 | 1416 | 316 | 441 |
| 21 | 839 | 1509 | 321 | 458 |
| 22 | 856 | 1495 | 325 | 464 |
| 23 | 876 | 1827 | 330 | 473 |
| 24 | 896 | 1804 | 333 | 448 |
| 25 | 915 | 1952 | 338 | 504 |
| 26 | 933 | 1820 | 344 | 594 |
| 27 | 951 | 1894 | 350 | 657 |
| 28 | 970 | 2055 | 355 | 612 |
| 29 | 986 | 1836 | 360 | 581 |
| 30 | 1002 | 1910 | 365 | 632 |
| 31 | 1017 | 1844 | 369 | 558 |
| 32 | 1033 | 1994 | 375 | 679 |
| 33 | 1048 | 1997 | 381 | 751 |
| 34 | 1062 | 1924 | 386 | 708 |
| 35 | 1077 | 2044 | 391 | 762 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |




Legenda

| | |
|---|---|
| Vp | Velocità onde p calcolate da p.c. |
| Vs | Velocità onde s calcolate da p.c. |
| Vp/m | Velocità onde p calolata su singolo metro |
| Vs/m | Velocità onde s calolata su singolo metro |

Calcolo velocità Vp Vs

Vp = (z/Tp corretto)*1000

Vs = (z/Ts corretto)*1000

Calcolo velocità V/m alla profondità z

$V/m_z$ = 1/(Tcorretto$_z$-T corretto$_{z-1}$)*1000

| | PROVA DOWN-HOLE | Committente: COMUNE DI GENOVA<br>Località: Metropolitana di Genova | | | | | | BH-03 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scoppio | Parametri | | | | | Calcolo Vs30 | | |
| | Vp/Vs | ρ | Poisson ($v$) | E din | G din | Vs/m | h/Vs/m | Vs30<br>Vs,eq |
| (n°) | | kg/cm$^2$ | | Mpa | Mpa | m/s | s | m/s |
| 1 | 2.38 | 1.80 | 0.39 | 235.23 | 84.43 | 217 | 0.00461741 | |
| 2 | 2.27 | 1.80 | 0.38 | 154.12 | 55.84 | 176 | 0.00567745 | |
| 3 | 2.04 | 1.80 | 0.34 | 197.88 | 73.73 | 202 | 0.004941 | |
| 4 | 2.05 | 1.80 | 0.34 | 217.05 | 80.80 | 212 | 0.00471998 | |
| 5 | 2.45 | 1.80 | 0.40 | 222.95 | 79.62 | 210 | 0.0047548 | |
| 6 | 2.18 | 1.90 | 0.37 | 518.53 | 189.69 | 316 | 0.00316486 | |
| 7 | 1.97 | 1.90 | 0.33 | 679.89 | 256.09 | 367 | 0.00272385 | |
| 8 | 2.16 | 1.90 | 0.36 | 554.14 | 203.08 | 327 | 0.00305873 | |
| 9 | 2.34 | 1.90 | 0.39 | 595.29 | 214.46 | 336 | 0.00297649 | |
| 10 | 3.56 | 1.90 | 0.46 | 659.17 | 226.19 | 345 | 0.00289827 | |
| 11 | 3.96 | 1.90 | 0.47 | 785.39 | 267.89 | 375 | 0.00266317 | |
| 12 | 3.61 | 1.90 | 0.46 | 839.81 | 287.93 | 389 | 0.00256884 | |
| 13 | 3.27 | 1.90 | 0.45 | 935.26 | 322.89 | 412 | 0.00242575 | |
| 14 | 3.44 | 1.90 | 0.45 | 1023.55 | 352.01 | 430 | 0.00232326 | |
| 15 | 3.19 | 1.90 | 0.45 | 993.80 | 343.75 | 425 | 0.00235102 | |
| 16 | 3.77 | 1.90 | 0.46 | 904.08 | 309.15 | 403 | 0.00247909 | |
| 17 | 3.49 | 1.90 | 0.46 | 961.80 | 330.42 | 417 | 0.00239795 | |
| 18 | 3.21 | 1.90 | 0.45 | 1191.97 | 412.08 | 466 | 0.00214728 | |
| 19 | 3.19 | 1.90 | 0.45 | 1192.48 | 412.44 | 466 | 0.00214633 | |
| 20 | 3.21 | 1.90 | 0.45 | 1070.83 | 370.22 | 441 | 0.0022654 | |
| 21 | 3.30 | 1.90 | 0.45 | 1153.74 | 398.02 | 458 | 0.00218487 | |
| 22 | 3.22 | 1.90 | 0.45 | 1184.46 | 409.37 | 464 | 0.00215436 | |
| 23 | 3.86 | 1.90 | 0.46 | 1244.97 | 425.18 | 473 | 0.00211394 | |
| 24 | 4.03 | 1.90 | 0.47 | 1117.69 | 380.90 | 448 | 0.00223344 | |
| 25 | 3.87 | 2.20 | 0.46 | 1637.91 | 559.30 | 504 | 0.00198331 | |
| 26 | 3.06 | 2.20 | 0.44 | 2236.85 | 776.50 | 594 | 0.00168322 | |
| 27 | 2.88 | 2.20 | 0.43 | 2715.80 | 948.44 | 657 | 0.00152302 | |
| 28 | 3.35 | 2.20 | 0.45 | 2395.49 | 825.33 | 612 | 0.00163267 | |
| 29 | 3.16 | 2.20 | 0.44 | 2142.39 | 741.59 | 581 | 0.00172238 | Vs30 |
| 30 | 3.02 | 2.20 | 0.44 | 2528.23 | 878.76 | 632 | 0.00158226 | **365** |
| 31 | 3.30 | 2.20 | 0.45 | 1986.29 | 685.12 | 558 | 0.00179196 | **378** |
| 32 | 2.93 | 2.20 | 0.43 | 2912.74 | 1015.38 | 679 | 0.00147197 | **400** |
| 33 | 2.66 | 2.20 | 0.42 | 3516.53 | 1240.21 | 751 | 0.00133188 | **420** |
| 34 | 2.72 | 2.20 | 0.42 | 3138.69 | 1103.93 | 708 | 0.0014117 | **440** |
| 35 | 2.68 | 2.20 | 0.42 | 3629.83 | 1278.83 | 762 | 0.00131161 | **464** |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Legenda

ρ: Peso di volume

Poisson: Modulo di Poisson v

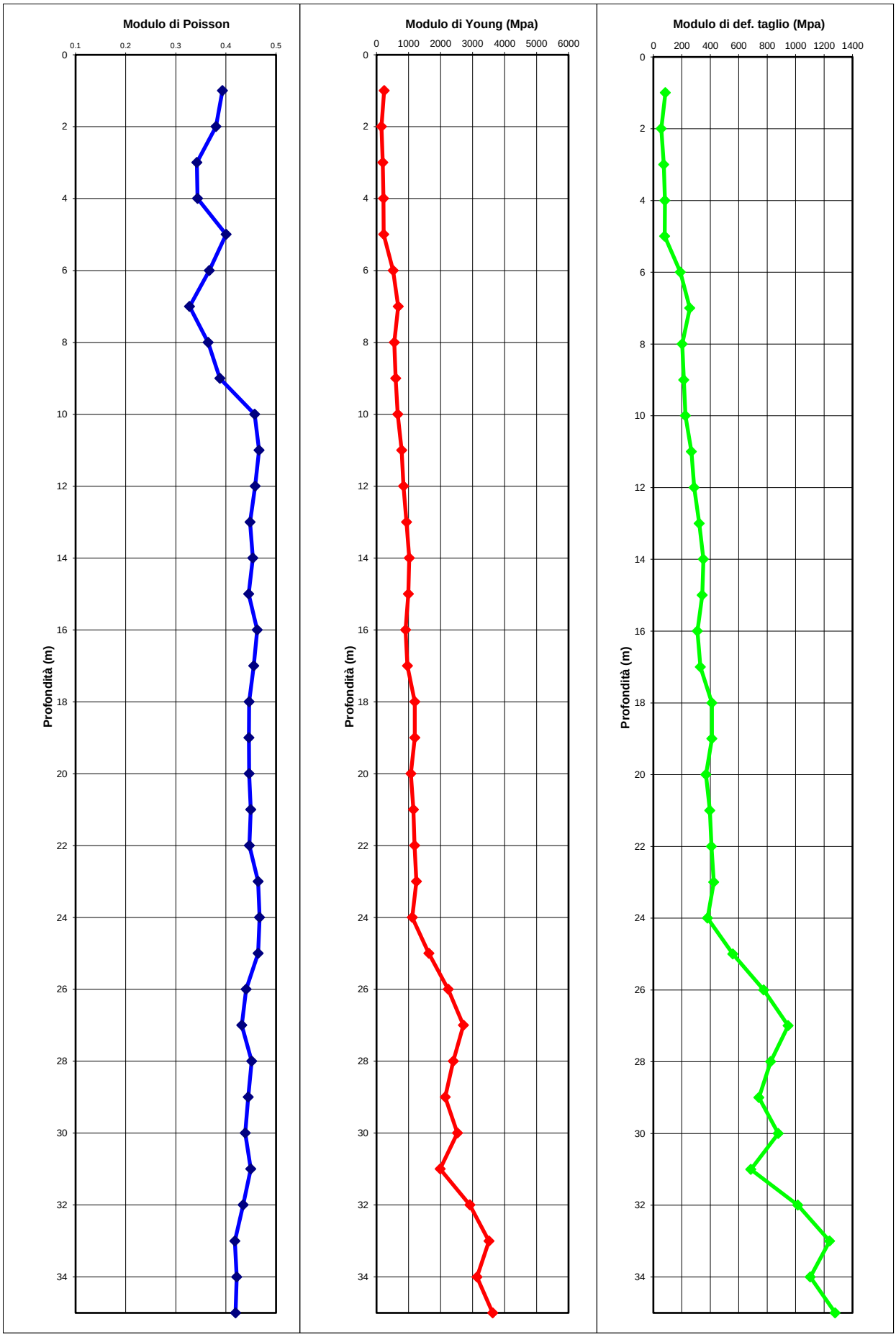
E din: Modulo di Young (E = 2ρ · $Vs^2$ · (1 + v))

G din: Modulo di deformazione al taglio (G = ρ · $Vs^2$)

$$v = \frac{0.5 \cdot \left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1}{\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1}$$

Calcolo Vs 30

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$


Modulo di Poisson
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
Profondità (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
Modulo di Young (Mpa)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
Profondità (m)
Modulo di def. taglio (Mpa)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Profondità (m)

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it





## PROSPEZIONE MASW A





## PROSPEZIONE MASW B

| N° | allegato |
|---|---|
| 11 | DOCUMENTAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE MASW A – MASW B |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

**M3D**
**Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. Della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA

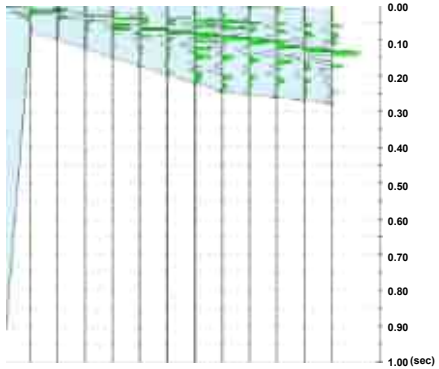
**COMMITTENTE:** COMUNE DI GENOVA
**CANTIERE:** Metropolitana di Genova
Opere di prolungamento tratta Canepari-Rivarolo
**LOCALITA':** Genova
**DATA:** 02/10/2025

**Lunghezza stesa:** 24 m
**Distanza intergeofonica:** 2 m
**N° geofoni:** 12 a 4.5 Hz
**Energizzazione:** Mazza 10 Kg

# ELABORAZIONE PROVA MASW

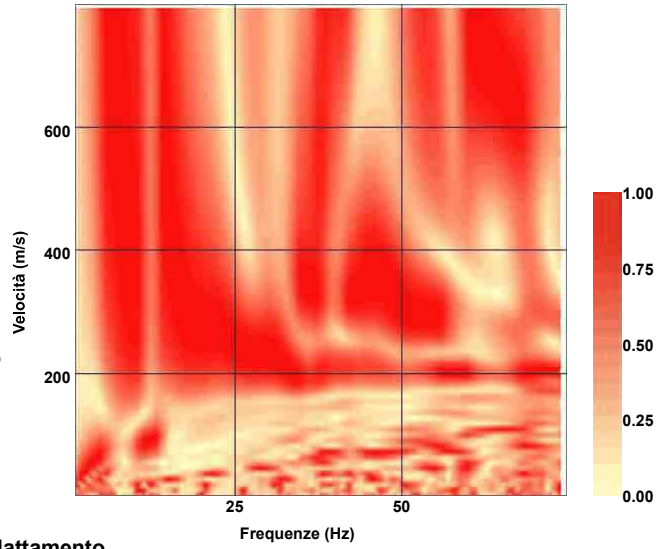
# STESA 1

### Tracce acquisite

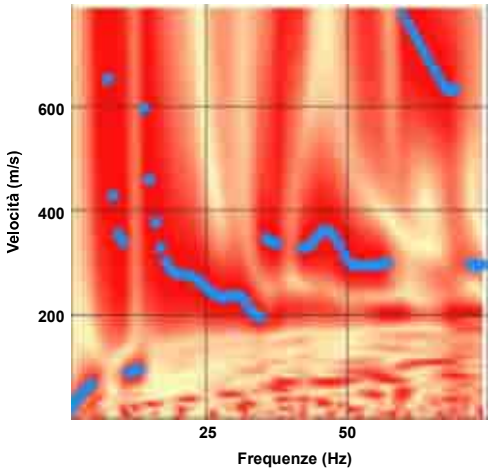



Tempo di acquisizione: 1s
Tempo di campionamento: 0.000131s
Finestra di selezione

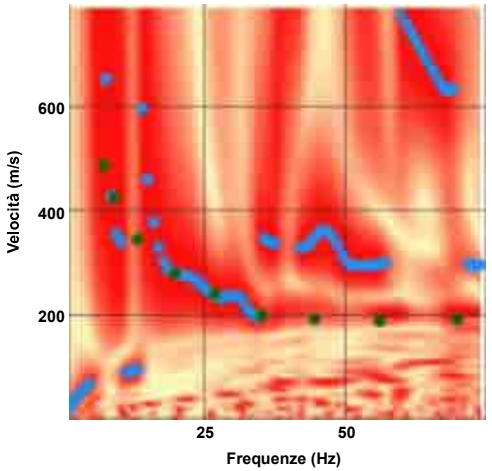
### Spettro Velocità di Fase - Frequenze



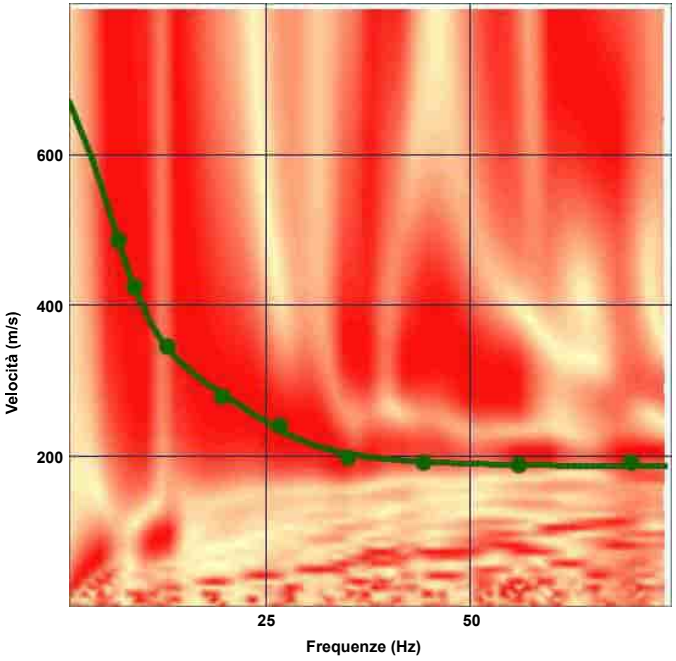

### Massimi




### Picking



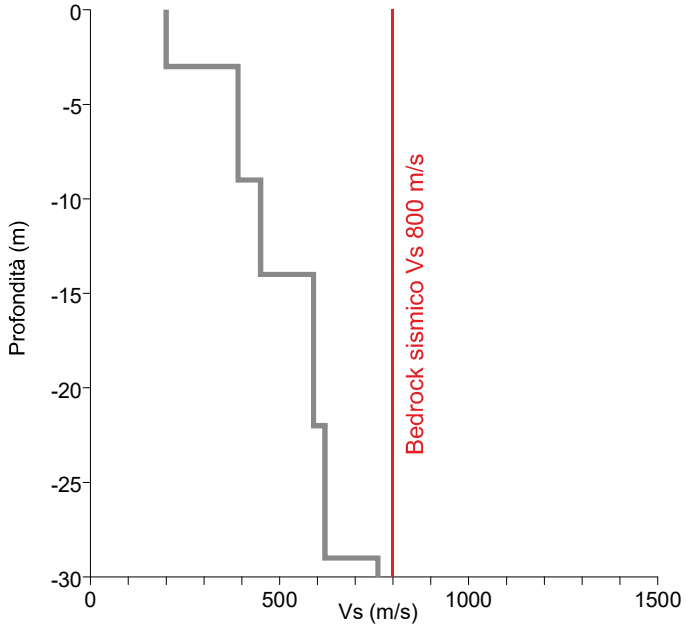

### Profilo con valore minimo di disadattamento




Percentuale
di errore: 0.013%

Fattore di disadattamento
della soluzione: 0.016

### Profilo Stratigrafico




| Strato | Profondità (m) da | a | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | -3.0 | 200 |
| 2 | -3.0 | -9.0 | 390 |
| 3 | -9.0 | -14.0 | 450 |
| 4 | -14.0 | -22.0 | 590 |
| 5 | -22.0 | -29.0 | 620 |
| 6 | -29.0 | -30.0 | 760 |

**Vs30 = 443 m/s - Vs,eq = 443 m/s**
**Categoria di sottosuolo B**
**D.M. 17/01/2018**

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**M3D**
**Costruzioni Speciali S.r.l.**
Via al Santuario di N.S. Della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA

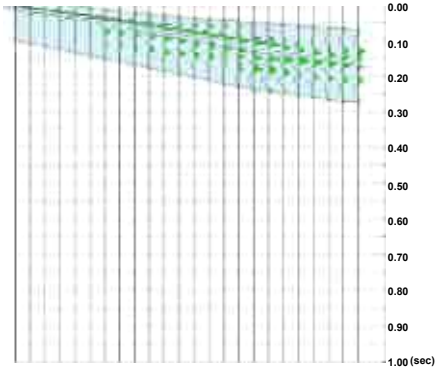
**COMMITTENTE:** COMUNE DI GENOVA
**CANTIERE:** Metropolitana di Genova
Opere di prolungamento tratta Canepari-Rivarolo
**LOCALITA':** Genova
**DATA:** 02/10/2025

**Lunghezza stesa:** 48 m
**Distanza intergeofonica:** 2 m
**N° geofoni:** 24 a 4.5 Hz
**Energizzazione:** Mazza 10 Kg

# ELABORAZIONE PROVA MASW

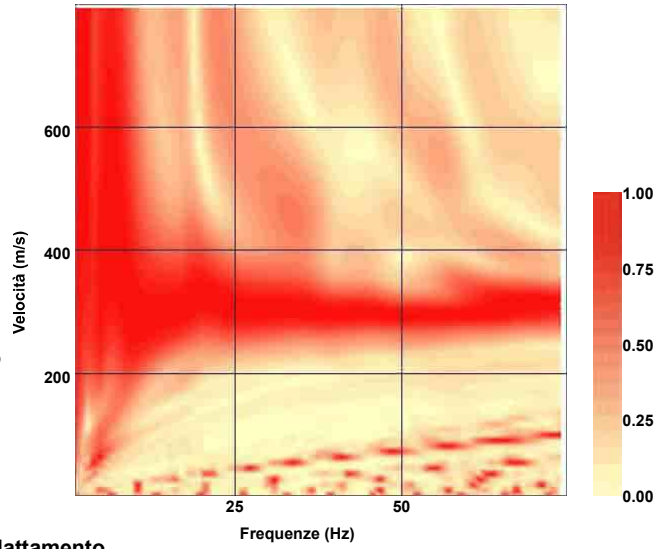
# STESA 2

### Tracce acquisite

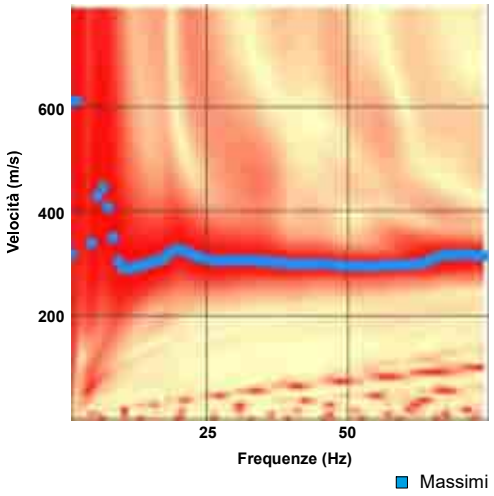



Tempo di acquisizione: 1s
Tempo di campionamento: 0.000131s
Finestra di selezione

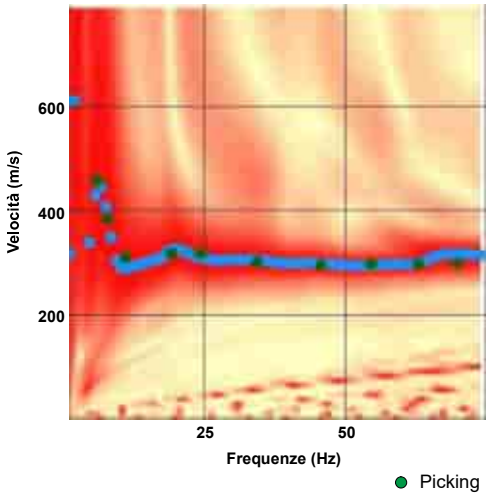
### Spettro Velocità di Fase - Frequenze



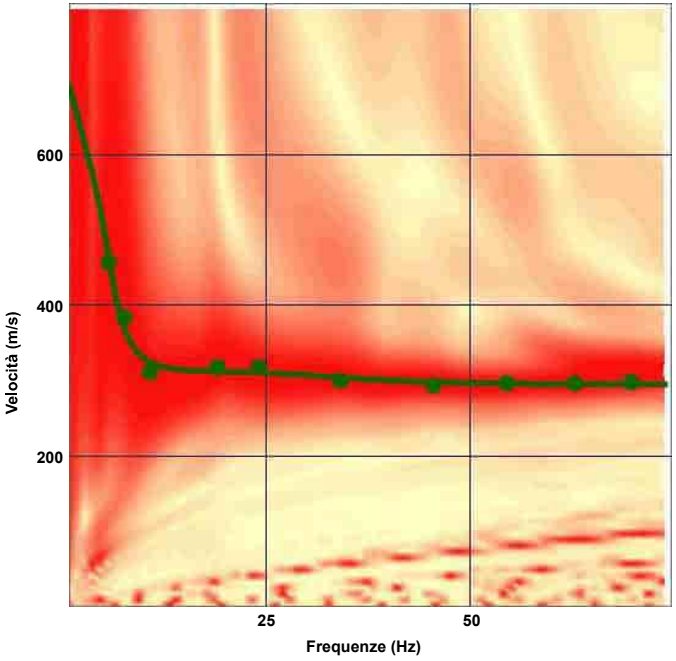

### Massimi




### Picking



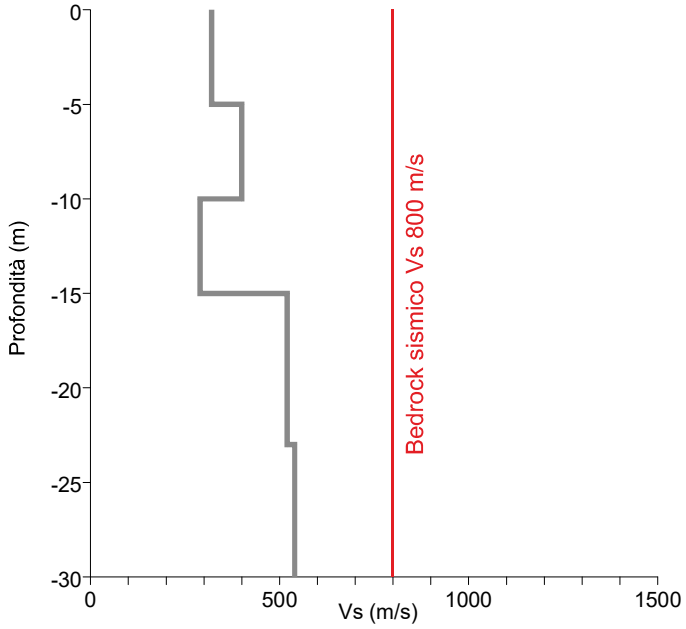

### Profilo con valore minimo di disadattamento




Percentuale di errore: 0.057%

Fattore di disadattamento della soluzione: 0.023

### Profilo Stratigrafico




| Strato | Profondità (m) da | a | Vs (m/s) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | -5.0 | 320 |
| 2 | -5.0 | -10.0 | 400 |
| 3 | -10.0 | -15.0 | 290 |
| 4 | -15.0 | -23.0 | 520 |
| 5 | -23.0 | -30.0 | 540 |

**Vs30 = 407 m/s - Vs,eq = 407 m/s**
**Categoria di sottosuolo B**
**D.M. 17/01/2018**

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

| | |
|---|---|
| 12 | CERTIFICATO ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO |
| **N°** | **allegato** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |
| **codice** | **data** | **scala** | **redatto** | **committente** |

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10851 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 1 - Carotaggio da 0,80m - 1,80m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10851

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 15/10/2025 |

Allegati: 2






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10851** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **93,1** | ±0,3 | | | 30/09/2025<br>01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **711** | ±53 | | | 03/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 1** | | 20 | 50 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **3,70** | ±1,08 | 20 | 250 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **53,5** | ±15,3 | 150 | 800 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 1 | 5 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **44,2** | ±12,1 | 120 | 500 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **6,70** | ±2,16 | 100 | 1000 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **17,2** | ±4,9 | 120 | 600 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **20,1** | ±5,6 | 150 | 1500 | 30/09/2025<br>09/10/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,662** | ±0,192 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,295** | ±0,087 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,241** | ±0,070 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10851** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,327** | ±0,097 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,117** | ±0,034 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,282** | ±0,083 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,287** | ±0,083 | 0,1 | 5 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0608** | ±0,0174 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,258** | ±0,075 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,117** | ±0,038 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0020** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0020** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0020** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **1,64** | ±0,56 | 10 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **202** | ±65 | 50 | 750 | 14/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 30/09/2025<br>07/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10851



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10851 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1B dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10851*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ1 - prof. 0,80-1,80 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.* 10 |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10852 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 1 - Carotaggio da 2,80m - 3,80m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10852

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 15/10/2025 |

Allegati: 2




L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10852** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **95,2** | ±0,3 | | | 30/09/2025<br>01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **544** | ±41 | | | 03/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **1,14** | ±0,33 | 20 | 50 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **9,17** | ±2,67 | 20 | 250 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **146** | ±42 | 150 | 800 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 1 | 5 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **121** | ±33 | 120 | 500 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **10,4** | ±3,4 | 100 | 1000 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **17,9** | ±5,0 | 120 | 600 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **32,3** | ±9,0 | 150 | 1500 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0764** | ±0,0222 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0371** | ±0,0109 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0270** | ±0,0079 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10852** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0402** | ±0,0119 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0208** | ±0,0060 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0324** | ±0,0095 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0374** | ±0,0108 | 0,1 | 5 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0179** | ±0,0051 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0349** | ±0,0102 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,198** | ±0,068 | 10 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **22** | ±7 | 50 | 750 | 14/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 30/09/2025<br>07/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | **tracce di tremolite** | | | | 30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10852



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10852 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi", tenuto conto dell'incertezza di misura, ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06 .

Il giudizio è stato espresso secondo quanto previsto da: Linee Guida SNPA 34/2021 "Criteri condivisi del sistema per la stima e l'interpretazione della incertezza di misura e l'espressione del risultato".

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10852*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ1 - prof. 2,80-3,80 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10853
# del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 1 - Carotaggio da 4,80m - 5,80m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10853

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 15/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10853** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (') | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **95,2** | ±0,3 | | | 30/09/2025<br>01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **559** | ±42 | | | 03/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **1,47** | ±0,42 | 20 | 50 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **7,85** | ±2,29 | 20 | 250 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **100** | ±29 | 150 | 800 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,136** | ±0,052 | 1 | 5 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **78,9** | ±21,6 | 120 | 500 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **21,6** | ±7,0 | 100 | 1000 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **16,0** | ±4,5 | 120 | 600 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **29,1** | ±8,1 | 150 | 1500 | 30/09/2025<br>15/10/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 30/09/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0066** | ±0,0019 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0062** | ±0,0018 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10853** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0109** | ±0,0032 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0098** | ±0,0029 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 5 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0444** | ±0,0152 | 10 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **16** | ±5 | 50 | 750 | 14/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 30/09/2025<br>07/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10853

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10853 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10853*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ1 - prof. 4,80-5,80 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | | ☐ *Altro*_____ |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.* 10 |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10854 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 1 - Riporto - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10854

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 14/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10854** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro / *Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio / Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Test di cessione in acqua deionizzata DM 05/02/98*** | | | | | | |
| Residuo secco a 105° *ISO 11465:1993* | % m/m | **93,4** | ±0,3 | | | 30/09/2025 |
| Massa campione di laboratorio | Kg | **2** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Frazione maggiore di 4 mm | % | **10** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Frazione di materiale non macinabile | % | **0** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Metodo di riduzione delle dimensioni | | **macinazione** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Massa grezza della porzione di prova | Kg | **0,0964** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Rapporto del contenuto di umidità | % | **7,1** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Volume dell'agente lisciviante | l | **0,894** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Temperatura durante attività lisciviazione | °C | **25,0** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| Metodo di separazione solido - liquido | | **filtrazione** | | | | 01/10/2025 30/09/2025 |
| pH finale *UNI EN 12457-2:2004 + UNI ISO 10523:2012* | upH | **10,95** | ±0,10 | | 5,5÷12 | 01/10/2025 30/09/2025 |
| *Temperatura *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003* | °C | **23,8** | | | | 02/10/2025 30/09/2025 |
| Conducibilità *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 27888* | µS/cm | **243** | | | | 02/10/2025 30/09/2025 |
| COD *UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002(E)* | mg/l | **< 1** | | | 30 | 02/10/2025 30/09/2025 |
| Arsenico *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1,0** | ±0,3 | 10 | 50 | 02/10/2025 30/09/2025 |
| Bario *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,006** | ±0,002 | | 1 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Berillio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 4 | 10 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Cadmio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 5 | 5 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Cobalto *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 50 | 250 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Cromo totale *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **5** | ±2 | 50 | 50 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Mercurio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 1 | 1 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Nichel *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 20 | 10 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Piombo *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **0,2** | ±0,1 | 10 | 50 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Rame *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,002** | ±0,001 | 1 | 0,05 | 14/10/2025 30/09/2025 |
| Selenio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,5** | | 10 | 10 | 14/10/2025 30/09/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10854** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vanadio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **17** | ±5 | | 250 | 30/09/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,007** | ±0,002 | 3 | 3 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cianuri liberi<br>*UNI EN 12457-2:2004 + ISO 6703-2:1984* | µg/l | **< 5** | | | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cloruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **0,425** | ±0,116 | | 100 | 08/10/2025<br>30/09/2025 |
| Fluoruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **0,103** | ±0,034 | 1,50 | 1,5 | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solfati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **18,5** | ±7,1 | 250 | 250 | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nitrati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **< 1,00** | | | 50 | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| *Amianto<br>*UNI EN 12457-2:2004 + DM 06/09/94 SO GGUU n° 220 20/09/94 e n° 288 10/12/94 All 2 A* | mg/l | **< 3,00** | | | 30 | 03/10/2025<br>30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 2 Acque sotterranee
Limite2: Decreto 05/04/06 n° 186 Allegato 3

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio
Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10854

ORDINE DEI CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA-SAVONA
ALESSANDRO PELLEGRIN
1206
CHIMICO



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10854 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri analizzati, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella dell'Allegato 3 al D.M. 05/02/98 come modificato dal Decreto 05/04/06 n. 186.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10854*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ1 - strato di riporto superficiale | | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* | ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.* 10 |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE: Verifica della conformità al test di cessione secondo DM 05/04/06 n° 186 Allegato 3

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10870 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 2 - Carotaggio da 0 m - 1 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10870

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 17/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10870** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **93,2** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **599** | ±45 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **2,12** | ±0,61 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **6,74** | ±1,96 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **25,6** | ±8,1 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 1 | 5 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **32,5** | ±12,4 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **9,58** | ±3,08 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **21,6** | ±6,1 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **40,5** | ±11,3 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0402** | ±0,0117 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0214** | ±0,0063 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0138** | ±0,0040 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10870** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0331** | ±0,0098 | 0,5 | 10 | 02/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0196** | ±0,0057 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0227** | ±0,0067 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0251** | ±0,0073 | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0164** | ±0,0047 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0233** | ±0,0068 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,142** | ±0,049 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **10** | ±3 | 50 | 750 | 17/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 17/10/2025<br>30/09/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 07/10/2025<br>30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio
Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10870



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10870 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos
Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10870*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ2 - prof. 0-1 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ ***DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta***
- X ***DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa***
- ☐ ***D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B***
- ☐ ***DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo***

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10871 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 2 - Carotaggio da 2 m - 3 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10871

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 16/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10871** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **96,0** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **405** | ±30 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **2,94** | ±0,85 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **13,0** | ±3,8 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **55,6** | ±15,9 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,170** | ±0,065 | 1 | 5 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **62,5** | ±17,1 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **17,4** | ±5,6 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **33,4** | ±9,4 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **61,9** | ±17,2 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,15** | ±0,04 | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,12** | ±0,04 | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,34** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0224** | ±0,0066 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0198** | ±0,0058 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0105** | ±0,0031 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10871** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0277** | ±0,0082 | 0,5 | 10 | 02/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0170** | ±0,0049 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0169** | ±0,0050 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0223** | ±0,0067 | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0174** | ±0,0050 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0201** | ±0,0059 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,120** | ±0,041 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **25** | ±8 | 50 | 750 | 06/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 16/10/2025<br>30/09/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 07/10/2025<br>30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10871



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10871 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10871*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ2 - prof. 2-3 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.* 10 |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10872 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 2 - Carotaggio da 4 m - 5 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10872

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 16/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10872** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **94,5** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **428** | ±32 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **3,17** | ±0,92 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **9,84** | ±2,86 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **48,8** | ±13,9 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,186** | ±0,071 | 1 | 5 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **45,9** | ±12,6 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **24,4** | ±7,8 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **39,9** | ±11,3 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **76,6** | ±21,3 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,163** | ±0,048 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,104** | ±0,031 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0559** | ±0,0163 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10872** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,102** | ±0,030 | 0,5 | 10 | 02/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0552** | ±0,0160 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0628** | ±0,0185 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0489** | ±0,0142 | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0215** | ±0,0062 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0450** | ±0,131 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,433** | ±0,148 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **12** | ±4 | 50 | 750 | 06/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 16/10/2025<br>30/09/2025 |
| Tipologia fibre | - | **tracce di tremolite** | | | | 08/10/2025<br>30/09/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10872



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10872 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

ORDINE DEI CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA-SAVONA
Dott. ALESSANDRO PELLEGRIN
1206
CHIMICO



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10872*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ2 - prof. 4-5 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | | ☐ *Altro*_____ |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola* _____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10873 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 2 - Riporto - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10873

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 14/10/2025 |

Allegati: 2




L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10873** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro / *Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio / Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Test di cessione in acqua deionizzata DM 05/02/98*** | | | | | | |
| Residuo secco a 105° *ISO 11465:1993* | % m/m | **94,3** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Massa campione di laboratorio | Kg | **2,1** | | | | 02/10/2025 |
| Frazione maggiore di 4 mm | % | **4** | | | | 03/10/2025 |
| Frazione di materiale non macinabile | % | **0** | | | | 04/10/2025 |
| Metodo di riduzione delle dimensioni | | **nn** | | | | 03/10/2025 |
| Massa grezza della porzione di prova | Kg | **0,0955** | | | | 04/10/2025 |
| Rapporto del contenuto di umidità | % | **6,1** | | | | 03/10/2025 |
| Volume dell'agente lisciviante | l | **0,895** | | | | 04/10/2025 |
| Temperatura durante attività lisciviazione | °C | **25,0** | | | | 03/10/2025 |
| Metodo di separazione solido - liquido | | **filtrazione** | | | | 04/10/2025 |
| pH finale *UNI EN 12457-2:2004 + UNI ISO 10523:2012* | upH | **8,74** | ±0,08 | | 5,5÷12 | 03/10/2025<br>04/10/2025<br>30/09/2025 |
| *Temperatura *UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003* | °C | **22,4** | | | | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Conducibilità *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 27888* | µS/cm | **75** | | | | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| COD *UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002(E)* | mg/l | **4** | ±1 | | 30 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1,5** | ±0,4 | 10 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Bario *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,014** | ±0,004 | | 1 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Berillio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **0,1** | | 4 | 10 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 5 | 5 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 50 | 250 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1** | | 50 | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 1 | 1 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1** | | 20 | 10 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **2,8** | ±0,8 | 10 | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,006** | ±0,002 | 1 | 0,05 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Selenio *UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,5** | | 10 | 10 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratorio@ireosWeb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10873** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vanadio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 5** | | | 250 | 30/09/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,015** | ±0,005 | 3 | 3 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cianuri liberi<br>*UNI EN 12457-2:2004 + ISO 6703-2:1984* | µg/l | **< 5** | | | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cloruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **3,07** | ±0,84 | | 100 | 08/10/2025<br>30/09/2025 |
| Fluoruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **0,379** | ±0,125 | 1,50 | 1,5 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solfati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **4,42** | ±1,69 | 250 | 250 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nitrati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1 2009* | mg/l | **< 1,00** | | | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *Amianto<br>*UNI EN 12457-2:2004 + DM 06/09/94 SO GGUU n° 220 20/09/94 e n° 288 10/12/94 All 2 A* | mg/l | **< 3,00** | | | 30 | 06/10/2025<br>30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 2 Acque sotterranee
Limite2: Decreto 05/04/06 n° 186 Allegato 3

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10873



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10873 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri analizzati, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella dell'Allegato 3 al D.M. 05/02/98 come modificato dal Decreto 05/04/06 n. 186.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10873*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ2 - strato di riporto superficiale | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.* 10 |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ ***DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta***
- ☐ ***DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa***
- ☐ ***D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B***
- ☐ ***DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo***

NOTE: Verifica della conformità al test di cessione secondo DM 05/04/06 n° 186 Allegato 3

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10874 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 3 - Carotaggio da 0 m - 1 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10874

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 16/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10874** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **93,8** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **635** | ±48 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **2,10** | ±0,61 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **6,61** | ±1,92 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **55,5** | ±15,8 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 1 | 5 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **42,0** | ±11,5 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **13,9** | ±4,5 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **22,9** | ±6,5 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **42,3** | ±11,8 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0850** | ±0,0247 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0426** | ±0,0125 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0226** | ±0,0066 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10874** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0431** | ±0,0127 | 0,5 | 10 | 02/10/2025<br>06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0237** | ±0,0069 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0282** | ±0,0083 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0246** | ±0,0071 | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0160** | ±0,0046 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0252** | ±0,0074 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,191** | ±0,065 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **11** | ±4 | 50 | 750 | 06/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 16/10/2025<br>30/09/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 08/10/2025<br>30/09/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento
I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio
Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrini Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n. 1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10874



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10874 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10874*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ3 - prof. 0-1 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10875 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 3 - Carotaggio da 2 m - 3 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10875

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 16/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10875** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2006* | % m/m | **90,2** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **504** | ±38 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **2,70** | ±0,78 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **8,53** | ±2,48 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **23,5** | ±7,5 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,101** | ±0,039 | 1 | 5 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **32,9** | ±12,6 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **14,4** | ±4,6 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **30,9** | ±8,7 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **49,3** | ±13,7 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0600** | ±0,0174 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0350** | ±0,0103 | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0186** | ±0,0054 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10875** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0347** | ±0,0102 | 0,5 | 10 | 02/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0194** | ±0,0056 | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0196** | ±0,0058 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0148** | ±0,0043 | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0141** | ±0,0040 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0187** | ±0,0055 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0030** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,152** | ±0,052 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **11** | ±4 | 50 | 750 | 06/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 16/10/2025<br>30/09/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 08/10/2025<br>30/09/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10875



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10875 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10875*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ3 - prof. 2-3 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ ***DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta***
- X ***DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa***
- ☐ ***D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B***
- ☐ ***DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo***

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10876 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 3 - Carotaggio da 4 m - 5 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10876

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 17/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10876** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **76,7** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **55** | ±4 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **5,94** | ±1,71 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **18,9** | ±5,5 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **52,8** | ±15,1 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,160** | ±0,061 | 1 | 5 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **77,2** | ±21,2 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **22,3** | ±7,2 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **55,2** | ±15,3 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **105** | ±29 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>30/09/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,063** | ±0,018 | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,19** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 5 | 50 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10876** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0086** | ±0,0025 | 0,5 | 10 | 02/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0070** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0401** | ±0,0137 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>02/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **27** | ±9 | 50 | 750 | 06/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 17/10/2025<br>30/09/2025 |
| Tipologia fibre | - | **tracce di tremolite** | | | | 08/10/2025<br>30/09/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10876



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10876 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10876*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ3 - prof. 4-5 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.* 10 |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10877 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 30/09/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 3 - Riporto - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 30/09/2025 - Verbale n. 25IR10877

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 30/09/2025 |
| Data fine prove | 14/10/2025 |

Allegati: 2




L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10877** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Test di cessione in acqua deionizzata DM 05/02/98*** | | | | | | |
| Residuo secco a 105°<br>*ISO 11465:1993* | % m/m | **90,8** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Massa campione di laboratorio | Kg | **2,1** | | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Frazione maggiore di 4 mm | % | **4** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Frazione di materiale non macinabile | % | **0** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Metodo di riduzione delle dimensioni | | **nn** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Massa grezza della porzione di prova | Kg | **0,0991** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Rapporto del contenuto di umidità | % | **10,1** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Volume dell'agente lisciviante | l | **0,891** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Temperatura durante attività lisciviazione | °C | **25,0** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| Metodo di separazione solido - liquido | | **filtrazione** | | | | 04/10/2025<br>03/10/2025 |
| pH finale<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI ISO 10523:2012* | upH | **9,26** | ±0,08 | | 5,5÷12 | 04/10/2025<br>30/09/2025 |
| *Temperatura<br>*UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003* | °C | **22,6** | | | | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Conducibilità<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 27888* | µS/cm | **87** | | | | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| COD<br>*UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002(E)* | mg/l | **< 1** | | | 30 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Arsenico<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **2,8** | ±0,8 | 10 | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Bario<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,007** | ±0,002 | | 1 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Berillio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 4 | 10 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cadmio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 5 | 5 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cobalto<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 50 | 250 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cromo totale<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 50 | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Mercurio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 1 | 1 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nichel<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 20 | 10 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Piombo<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1,4** | ±0,4 | 10 | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Rame<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,003** | ±0,001 | 1 | 0,05 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Selenio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,5** | | 10 | 10 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10877** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vanadio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 5** | | | 250 | 30/09/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,006** | ±0,002 | 3 | 3 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cianuri liberi<br>*UNI EN 12457-2:2004 + ISO 6703-2:1984* | µg/l | **< 5** | | | 50 | 14/10/2025<br>30/09/2025 |
| Cloruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **< 0,250** | | | 100 | 08/10/2025<br>30/09/2025 |
| Fluoruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **0,142** | ±0,047 | 1,50 | 1,5 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Solfati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **8,13** | ±3,11 | 250 | 250 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| Nitrati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1 2009* | mg/l | **< 1,00** | | | 50 | 06/10/2025<br>30/09/2025 |
| *Amianto<br>*UNI EN 12457-2:2004 + DM 06/09/94 SO GGUU n° 220 20/09/94 e n° 288 10/12/94 All 2 A* | mg/l | **< 3,00** | | | 30 | 06/10/2025<br>30/09/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 2 Acque sotterranee
Limite2: Decreto 05/04/06 n° 186 Allegato 3

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10877






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10877 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri analizzati, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella dell'Allegato 3 al D.M. 05/02/98 come modificato dal Decreto 05/04/06 n. 186.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10877*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 30.09.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ3 - strato di riporto superficiale | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | X *Coperto* | ☐ *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE: Verifica della conformità al test di cessione secondo DM 05/04/06 n° 186 Allegato 3

Luogo e data ____Genova, __30/09/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10892 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 4 - Carotaggio da 1m - 2 m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 01/10/2025 - Verbale n. 25IR10892

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 16/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10892** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **91,2** | ±0,3 | | | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **610** | ±46 | | | 03/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **2,05** | ±0,59 | 20 | 50 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **6,32** | ±1,84 | 20 | 250 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **38,2** | ±12,1 | 150 | 800 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 01/10/2025<br>16/10/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,124** | ±0,047 | 1 | 5 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **42,9** | ±11,8 | 120 | 500 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **214** | ±60 | 100 | 1000 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **26,0** | ±7,3 | 120 | 600 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **87,7** | ±24,4 | 150 | 1500 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,116** | ±0,034 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0895** | ±0,0264 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0488** | ±0,0143 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10892** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,218** | ±0,064 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0771** | ±0,0224 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0915** | ±0,0270 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0624** | ±0,0181 | 0,1 | 5 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0297** | ±0,0085 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0481** | ±0,0141 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0040** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,581** | ±0,199 | 10 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **27** | ±9 | 50 | 750 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 15/10/2025<br>16/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 01/10/2025<br>08/10/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento
I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio
Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n° 1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10892



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10892 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1B dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos
Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10892*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ4 - prof. 1-2 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10893 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 4 - Carotaggio da 3m - 4m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 01/10/2025 - Verbale n. 25IR10893

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 16/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10893** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **92,8** | ±0,3 | | | 01/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **440** | ±33 | | | 02/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 03/10/2025<br>01/10/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **2,64** | ±0,76 | 20 | 50 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **9,02** | ±2,63 | 20 | 250 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **26,4** | ±8,4 | 150 | 800 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,902** | ±0,283 | 1 | 5 | 16/10/2025<br>01/10/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **32,2** | ±12,3 | 120 | 500 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **13,5** | ±4,3 | 100 | 1000 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **44,1** | ±12,4 | 120 | 600 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **58,2** | ±16,2 | 150 | 1500 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,15** | | 1 | 100 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 5 | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |

ORDINE CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA
dott. ALESSANDRO PELLEGRINI
CHIMICO



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10893** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,5 | 10 | 01/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,5 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0055** | ±0,0016 | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 5 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0050** | | 0,1 | 10 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0280** | ±0,0096 | 10 | 100 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **13** | ±4 | 50 | 750 | 06/10/2025<br>15/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 16/10/2025<br>01/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 08/10/2025<br>01/10/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(1) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(2) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10893



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10893 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10893*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ4 - prof. 3-4 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10894 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 4 - Carotaggio da 5m - 6m - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 01/10/2025 - Verbale n. 25IR10894

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 17/10/2025 |

Allegati: 2

ORDINE DEI CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA-SAVONA ★ ALESSANDRO PELLEGRINI · CHIMICO · 1206

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10894** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo secco a 105°<br>*CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008* | % m/m | **89,3** | ±0,3 | | | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Scheletro<br>*DM 13/09/99 SO GU n° 248 21/10/99 Met II.1* | g/kg | **357** | ±27 | | | 03/10/2025<br>03/10/2025 |
| Sulla frazione < 2 mm (risultati rapportati alla totalità del campione secco < 2 cm -DLgs 152/06-) | | - | | | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Arsenico<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **3,52** | ±1,02 | 20 | 50 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cadmio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cobalto<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **13,3** | ±3,9 | 20 | 250 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo totale<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **73,9** | ±21,1 | 150 | 800 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg ss | **< 0,2** | | 2 | 15 | 01/10/2025<br>16/10/2025 |
| Mercurio<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **0,836** | ±0,263 | 1 | 5 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Nichel<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **77,8** | ±21,3 | 120 | 500 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Piombo<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **16,8** | ±5,4 | 100 | 1000 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Rame<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **50,1** | ±13,9 | 120 | 600 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Zinco<br>*EPA 3051A 2007 + EPA 6020B 2014* | mg/kg ss | **73,9** | ±20,6 | 150 | 1500 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Solventi organici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 19 Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,01** | | 0,1 | 2 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 22 Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 20 Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,063** | ±0,018 | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 23 Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,1** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 23 o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 21 Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **< 0,05** | | 0,5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *24 Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg ss | **0,19** | | 1 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi policiclici aromatici | | - | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 37 Pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0259** | ±0,0075 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 30 Crisene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0115** | ±0,0034 | 5 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 25 Benzo(a)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0112** | ±0,0033 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10894** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 Benzo(b+j)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0167** | ±0,0049 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 28 Benzo(k)fluorantene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0114** | ±0,0033 | 0,5 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 26 Benzo(a)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0132** | ±0,0039 | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 36 Indeno(1,2,3-cd)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 5 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 35 Dibenzo(a,h)antracene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 29 Benzo(g,h,i)perilene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *32 Dibenzo(a,l)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *31 Dibenzo(a,e)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *34 Dibenzo(a,h)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *33 Dibenzo(a,i)pirene<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **< 0,0060** | | 0,1 | 10 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *38 Sommatoria policiclici aromatici da 25 a 34<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018* | mg/kg ss | **0,0790** | ±0,0270 | 10 | 100 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Idrocarburi C> 12 (tra C12 e C40)<br>*UNI EN ISO 16703:2011(E)* | mg/kg ss | **17** | ±6 | 50 | 750 | 15/10/2025<br>17/10/2025 |
| Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg ss | **< 100** | | 1000 | 1000 | 01/10/2025<br>08/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | **non sono state rilevate fibre di amianto** | | | | 01/10/2025<br>08/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1A
Limite2: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 1B

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2
(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità
Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione
Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli
Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità
L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio
Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA
Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n° 1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10894



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10894 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 1A dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos
Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10894*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ4 - prof. 5-6 m | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- X *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE:

Luogo e data ____Genova, __01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10895 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: PZ 4 - Riporto - Metropolitana di Genova- da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di: (²) IREOS Laboratori del 01/10/2025 - Verbale n. 25IR10895

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | marrone |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 14/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10895** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Test di cessione in acqua deionizzata DM 05/02/98*** | | | | | | |
| Residuo secco a 105°<br>*ISO 11465:1993* | % m/m | **91,4** | ±0,3 | | | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Massa campione di laboratorio | Kg | **2** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Frazione maggiore di 4 mm | % | **4** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Frazione di materiale non macinabile | % | **0** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Metodo di riduzione delle dimensioni | | **nn** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Massa grezza della porzione di prova | Kg | **0,0985** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Rapporto del contenuto di umidità | % | **9,5** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Volume dell'agente lisciviante | l | **0,891** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Temperatura durante attività lisciviazione | °C | **25,0** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| Metodo di separazione solido - liquido | | **filtrazione** | | | | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| pH finale<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI ISO 10523:2012* | upH | **10,95** | ±0,10 | | 5,5÷12 | 03/10/2025<br>04/10/2025 |
| *Temperatura<br>*UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003* | °C | **22,5** | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Conducibilità<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 27888* | µS/cm | **196** | | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| COD<br>*UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002(E)* | mg/l | **1** | | | 30 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Arsenico<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **3,6** | ±1,1 | 10 | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Bario<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,007** | ±0,002 | | 1 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Berillio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 4 | 10 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Cadmio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 5 | 5 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Cobalto<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 50 | 250 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Cromo totale<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **5** | ±2 | 50 | 50 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Mercurio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 0,1** | | 1 | 1 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Nichel<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **< 1** | | 20 | 10 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Piombo<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1,9** | ±0,6 | 10 | 50 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Rame<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,005** | ±0,002 | 1 | 0,05 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |
| Selenio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **1,1** | ±0,5 | 10 | 10 | 01/10/2025<br>14/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10895** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Limite2 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vanadio<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | µg/l | **17** | ±5 | | 250 | 01/10/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/l | **0,005** | ±0,002 | 3 | 3 | 14/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cianuri liberi<br>*UNI EN 12457-2:2004 + ISO 6703-2:1984* | µg/l | **< 5** | | | 50 | 14/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cloruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **0,426** | ±0,117 | | 100 | 08/10/2025<br>01/10/2025 |
| Fluoruri<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **0,223** | ±0,074 | 1,50 | 1,5 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Solfati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **28,1** | ±10,8 | 250 | 250 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Nitrati<br>*UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009* | mg/l | **< 1,00** | | | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *Amianto<br>*UNI EN 12457-2:2004 + DM 06/09/94 SO GGUU n° 220 20/09/94 e n° 288 10/12/94 All 2 A* | mg/l | **< 3,00** | | | 30 | 06/10/2025<br>01/10/2025<br>07/10/2025 |

Limite1: D.Lgs. 152/06 Parte quarta Titolo V All 5 Tab 2 Acque sotterranee
Limite2: Decreto 05/04/06 n° 186 Allegato 3

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

(²) Il campionamento è escluso dall'Accreditamento

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10895






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10895 del 20/10/2025**

**Dichiarazione di conformità**

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri prescelti in base alle informazioni ricevute dal richiedente, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs. n. 152 del 03/04/06.

Visti i risultati analitici ottenuti sui parametri analizzati, si può affermare che il campione esaminato presenta caratteristiche "conformi" ai limiti di accettabilità previsti dalla Tabella dell'Allegato 3 al D.M. 05/02/98 come modificato dal Decreto 05/04/06 n. 186.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO TERRENI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10895*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | |
| Denominazione campione: | Sondaggio PZ4 - strato di riporto superficiale | | | |
| Matrice campione: | Terre e rocce da scavo | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | |
| Modalità di campionamento: | X *Linee guida secondo DPR 120/2017* | | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Roccia* | X *Terreno da carotaggio* |
| ☐ *Terreno argilloso* | X *Terreno naturale* |
| ☐ *Terreno da scasso* | ☐ *Altro* _____ |

NOTE:

| | |
|---|---|
| X *Campionamento con setacciatura sul campo* | X *Campionamento incrementale: n.__10__* |
| ☐ *Campionamento senza setacciatura sul campo* | ☐ *Campionamento con vial* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 ridotta*
- ☐ *DPR 120/2017 e s.m.i. - Tabella 4.1 completa*
- ☐ *D.Lgs 152/06 e s.m.i. - Tabella 1A/B*
- ☐ *DM 01/03/2019 n. 46 e s.m.i. - Allegato 2 - Suolo agricolo*

NOTE: Verifica della conformità al test di cessione secondo DM 05/04/06 n° 186 Allegato 3

Luogo e data ____Genova, __01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10911 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: Ballast n.1 - EER 17 05 08 - Metropolitana di Genova - da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di:

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 17/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10911** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Limite1 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|
| *Stato fisico | | solido non pulverulento | | | 01/10/2025 |
| Residuo a 105°C<br>*UNI EN 14346:2007 Met.A* | % m/m | 99,4 | ±0,3 | | 02/10/2025 |
| Carbonio organico totale (TOC)<br>*UNI EN 13137:2002 Met.A* | % m/m | < 0,5 | | | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| pH<br>*UNI EN ISO 10390:2022* | upH | 9,46 | ±0,15 | 2÷11,5 | 06/10/2025<br>06/10/2025 |
| Arsenico<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | < 1 | | 757 | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Cadmio<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | < 0,2 | | 1000 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cobalto<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 10,1 | ±2,8 | 1000 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo totale<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 21,4 | ±6,1 | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg | < 2 | | 287 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Mercurio<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | < 0,1 | | 2500 | 01/10/2025<br>16/10/2025 |
| Nichel<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 26,0 | ±7,5 | 647 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Piombo<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 22,8 | ±6,6 | 2500 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Rame<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 34,6 | ±9,9 | 1997 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 88,8 | ±24,9 | 2009 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Composti organici aromatici | | - | | | 01/10/2025 |
| Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,01 | | 1000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,05 | | 30000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | 0,66 | ±0,22 | 100000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | 0,43 | ±0,12 | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | 0,087 | ±0,024 | 200000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,05 | | 10000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *1,3-Butadiene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,5 | | 1000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Sommatoria solventi organici aromatici (BTEX) (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | 1,2 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Oli minerali C10-C40<br>*UNI EN 14039:2005* | mg/kg | 108 | ±45 | | 06/10/2025<br>14/10/2025 |
| Policlorobifenili (PCB) | | - | | | 15/10/2025<br>01/10/2025<br>06/10/2025 |






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10911** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (*) | Limite1 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|
| *2,2',5-triclorobifenile (18)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,4',5-triclorobifenile (28) + 2,4',5-triclorobifenile (31)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',3,5-tetraclorobifenile (44)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',5,5'-tetraclorobifenile (52)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,5',6-pentaclorobifenile (95)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,5,5'-pentaclorobifenile (101)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,4',5-pentaclorobifenile (99)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4',6-pentaclorobifenile (110)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,5,5',6-esaclorobifenile (151)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,4',5,5'-esaclorobifenile (146)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,4',5,5'-esaclorobifenile (153)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,4,4',5'-esaclorobifenile (138)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',3,4,4',5',6-eptaclorobifenile (183)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',3,4',5,5',6-eptaclorobifenile (187)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,3',4',5,6-eptaclorobifenile (177)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,4,4',5,5'-eptaclorobifenile (180)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,3',4,4',5-eptaclorobifenile (170)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Policlorobifenili (PCB) Dioxin like #: | | - | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg | < 100 | | 1000 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | non sono state rilevate fibre di amianto | | | 01/10/2025<br>10/10/2025 |
| *Indice di rilascio (MOCF, FT-IR)<br>*PROT. RFI-CNR Rev. 0 del 06/05/05* | | - | | | 01/10/2025<br>10/10/2025 |
| 3,4,4',5-tetraclorobifenile (81) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>17/10/2025 |
| 3,3',4,4'-tetraclorobifenile (77) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,4',5-pentaclorobifenile (123) # +<br>2,2',3,4',5',6-esaclorobifenile (149)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3',4,4',5-pentaclorobifenile (118) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,4,4',5-pentaclorobifenile (114) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |

ORDINE DEI CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA-SAVONA
ALESSANDRO PELLEGRINI
CHIMICO
1208



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10911** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,3,3',4,4'-pentaclorobifenile (105) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 3,3',4,4',5-pentaclorobifenile (126) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,3',4,4'-esaclorobifenile (128) +<br>2,3',4,4',5,5'-esaclorobifenile (167) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5-esaclorobifenile (156) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5'-esaclorobifenile (157) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 3,3',4,4',5,5'-esaclorobifenile (169) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-eptaclorobifenile (189) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | **< 0,0100** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *Sommatoria PCB + PCB Dioxin like #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,145** | | 50 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *Sommatoria Equivalente di Tossicità PCB Dioxin Like#<br>(conversione WHO-TEQ)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | µg/kg | **< 1** | | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |

Limite1: Allegato III Reg. (UE) 1357/2014 + Allegato Reg. (UE) 997/2017 + Allegato I Reg. (UE) 2019/1021 e s.m.i.

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10911






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10911 del 20/10/2025**

**Giudizio di classificazione non oggetto dell'accreditamento Accredia**

Sulla base delle informazioni ricevute dal produttore, della natura del rifiuto ed ai riscontri chimico analitici, in riferimento a quanto previsto dall'Allegato III al Regolamento (UE) 1357/2014, dall'allegato al Regolamento (UE) 2020/1182, dal Regolamento (UE) 2019/1021 relativo agli Inquinanti Organici Persistenti, dall'allegato al Regolamento(UE) 997/2017 per quanto riguarda la classe di pericolo HP14 "Ecotossico", dal Decreto Direttoriale del Ministero della Transizione Ecologica 47/2021 e dalla decisione 2014/955/UE, il rifiuto viene classificato con il codice EER 17 05 08 (non pericoloso) relativo a "Pietrisco per massicciate ferroviarie, diverso da quello di cui alla voce 17 05 07".

Ai fini della corretta gestione il rifiuto è classificato speciale non pericoloso.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos
Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO RIFIUTI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10911*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | | |
| Denominazione campione: | Pietrisco ferroviario - Campione n.1 | | | | |
| Matrice campione: | Rifiuto | | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | | |
| Modalità di campionamento: | X *UNI 10802:2023 + UNI EN 14899:2006* | | ☐ *CNR IRSA* | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* | ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Terre e Rocce da Scavo* | ☐ *Terre da bonifica* |
| ☐ *Detrito da demolizione industriale* | ☐ *Detrito da demolizione civile* |
| ☐ *Residuo lavorazione* | ☐ *Fango di trattamento* |
| ☐ *Rifiuto liquido* | X *Altro Pietrisco ferroviario* |

NOTE:

| | |
|---|---|
| ☐ *Campionamento puntuale* | X *Campionamento incrementale: n. 5 da 3 kg* |
| ☐ *Campionamento singolo* | ☐ *Campionamento con quartatura* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stato fisico: | X *Solido* | ☐ *Pulverulento* | ☐ *Fangoso palabile* | ☐ *Liquido* | ☐ _____ |
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

| | | |
|---|---|---|
| X *Classificazione* | X *CER presunto __17.05.08__* | |
| ☐ *Caratterizzazione per lo smaltimento in discarica* | | |
| ☐ *Caratterizzazione per operazioni di recupero* | | |
| ☐ *Caratterizzazione per smaltimento in impianti autorizzati* | | |
| ☐ *Altro* | | |

NOTE:

Luogo e data __Genova, 01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10912 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: Ballast n.2 - EER 17 05 08 - Metropolitana di Genova - da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di:

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 17/10/2025 |

Allegati: 2




L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10912** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|
| *Stato fisico | | **solido non pulverulento** | | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Residuo a 105°C<br>*UNI EN 14346:2007 Met.A* | % m/m | **99,3** | ±0,3 | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Carbonio organico totale (TOC)<br>*UNI EN 13137:2002 Met.A* | % m/m | **< 0,5** | | 06/10/2025<br>06/10/2025 |
| pH<br>*UNI EN ISO 10390:2022* | upH | **9,14** | ±0,14 | 01/10/2025<br>02/10/2025 |
| Arsenico<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **< 1** | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cadmio<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **< 0,2** | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cobalto<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **52,0** | ±15,0 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo totale<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **1300** | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg | **< 2** | | 01/10/2025<br>16/10/2025 |
| Mercurio<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **< 0,1** | | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Nichel<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **1290** | ±370 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Piombo<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **2,14** | ±0,62 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Rame<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **5,47** | ±1,57 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | **29,0** | ±8,1 | 01/10/2025<br>15/10/2025 |
| Composti organici aromatici | | - | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **< 0,01** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **< 0,05** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **0,16** | ±0,05 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **0,24** | ±0,07 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **0,069** | ±0,019 | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **< 0,05** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *1,3-Butadiene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **< 0,5** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Sommatoria solventi organici aromatici (BTEX) (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | **0,50** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Oli minerali C10-C40<br>*UNI EN 14039:2005* | mg/kg | **< 20** | | 14/10/2025<br>15/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10912** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (1) | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|
| Policlorobifenili (PCB) | | - | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',5-triclorobifenile (18)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,4',5-triclorobifenile (28) + 2,4',5-triclorobifenile (31)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',3,5-tetraclorobifenile (44)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',5,5'-tetraclorobifenile (52)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,5',6-pentaclorobifenile (95)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,5,5'-pentaclorobifenile (101)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,4',5-pentaclorobifenile (99)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4',6-pentaclorobifenile (110)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,5,5',6-esaclorobifenile (151)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,4',5,5'-esaclorobifenile (146)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,4',5,5'-esaclorobifenile (153)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,4,4',5'-esaclorobifenile (138)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',3,4,4',5',6-eptaclorobifenile (183)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *2,2',3,4',5,5',6-eptaclorobifenile (187)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,3',4',5,6-eptaclorobifenile (177)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,4,4',5,5'-eptaclorobifenile (180)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,3',4,4',5-eptaclorobifenile (170)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| Policlorobifenili (PCB) Dioxin like #: | | - | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg | < 100 | | 01/10/2025<br>10/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | tracce di crisotilo | | 01/10/2025<br>10/10/2025 |
| *Indice di rilascio (MOCF, FT-IR)<br>*PROT. RFI-CNR Rev. 0 del 06/05/05* | | < 0,01 | | 01/10/2025<br>17/10/2025 |
| 3,4,4',5-tetraclorobifenile (81) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 3,3',4,4'-tetraclorobifenile (77) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',4,4',5-pentaclorobifenile (123) # + 2,2',3,4',5',6-esaclorobifenile (149)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10912** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|
| 2,3',4,4',5-pentaclorobifenile (118) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,4,4',5-pentaclorobifenile (114) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4'-pentaclorobifenile (105) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 3,3',4,4',5-pentaclorobifenile (126) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,2',3,3',4,4'-esaclorobifenile (128) + 2,3',4,4',5,5'-esaclorobifenile (167) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5-esaclorobifenile (156) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5'-esaclorobifenile (157) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 3,3',4,4',5,5'-esaclorobifenile (169) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-eptaclorobifenile (189) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | **< 0,0100** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *Sommatoria PCB + PCB Dioxin like #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | **< 0,145** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |
| *Sommatoria Equivalente di Tossicità PCB Dioxin Like# (conversione WHO-TEQ)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | µg/kg | **< 1** | | 01/10/2025<br>06/10/2025 |

Limite1: Allegato III Reg. (UE) 1357/2014 + Allegato Reg. (UE) 997/2017 + Allegato I Reg. (UE) 2019/1021 e s.m.i.

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10912



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10912 del 20/10/2025**

**Giudizio di classificazione non oggetto dell'accreditamento Accredia**

Sulla base delle informazioni ricevute dal produttore, della natura del rifiuto ed ai riscontri chimico analitici, in riferimento a quanto previsto dall'Allegato III al Regolamento (UE) 1357/2014, dall'allegato al Regolamento (UE) 2020/1182, dal Regolamento (UE) 2019/1021 relativo agli Inquinanti Organici Persistenti, dall'allegato al Regolamento(UE) 997/2017 per quanto riguarda la classe di pericolo HP14 "Ecotossico", dal Decreto Direttoriale del Ministero della Transizione Ecologica 47/2021 e dalla decisione 2014/955/UE, il rifiuto viene classificato con il codice EER 17 05 08 (non pericoloso) relativo a "Pietrisco per massicciate ferroviarie, diverso da quello di cui alla voce 17 05 07".

Ai fini della corretta gestione il rifiuto è classificato speciale non pericoloso.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e
dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos
Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO RIFIUTI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10912*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | | |
| Denominazione campione: | Pietrisco ferroviario - Campione n.2 | | | | |
| Matrice campione: | Rifiuto | | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | | |
| Modalità di campionamento: | X *UNI 10802:2023 + UNI EN 14899:2006* | | ☐ *CNR IRSA* | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* | ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Terre e Rocce da Scavo* | ☐ *Terre da bonifica* |
| ☐ *Detrito da demolizione industriale* | ☐ *Detrito da demolizione civile* |
| ☐ *Residuo lavorazione* | ☐ *Fango di trattamento* |
| ☐ *Rifiuto liquido* | X *Altro Pietrisco ferroviario* |

NOTE:

| | |
|---|---|
| ☐ *Campionamento puntuale* | X *Campionamento incrementale: n. 5 da 3 kg* |
| ☐ *Campionamento singolo* | ☐ *Campionamento con quartatura* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stato fisico: | X *Solido* | ☐ *Pulverulento* | ☐ *Fangoso palabile* | ☐ *Liquido* | ☐ _____ |
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

| | | |
|---|---|---|
| X *Classificazione* | X *CER presunto __17.05.08__* | |
| ☐ *Caratterizzazione per lo smaltimento in discarica* | | |
| ☐ *Caratterizzazione per operazioni di recupero* | | |
| ☐ *Caratterizzazione per smaltimento in impianti autorizzati* | | |
| ☐ *Altro* | | |

NOTE:

Luogo e data __Genova, 01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____*Giuseppe Feola*_____

*Firma:* _____

Spett.
**M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl**
Via Trento, 4/2
16013 CAMPO LIGURE (GE)

# Rapporto di prova n°: 25IR10913 del 20/10/2025

## DATI CAMPIONE

Data accettazione campione: 01/10/2025

Matrice campione:

Denominazione campione: Ballast n.3 - EER 17 05 08 - Metropolitana di Genova - da Canepari a Rivarolo

Campionamento a cura di:

| | |
|---|---|
| Aspetto | solido |
| Colore | grigio |
| Odore | inodore |
| Data inizio prove | 01/10/2025 |
| Data fine prove | 17/10/2025 |

Allegati: 2

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del laboratorio.



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10913** del **20/10/2025**

## Risultati analitici

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|
| *Stato fisico | | solido non pulverulento | | | 01/10/2025 |
| Residuo a 105°C<br>*UNI EN 14346:2007 Met.A* | % m/m | 99,7 | ±0,3 | | 02/10/2025<br>01/10/2025 |
| Carbonio organico totale (TOC)<br>*UNI EN 13137:2002 Met.A* | % m/m | < 0,5 | | | 02/10/2025<br>06/10/2025 |
| pH<br>*UNI EN ISO 10390:2022* | upH | 9,28 | ±0,15 | 2÷11,5 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Arsenico<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | < 1 | | 757 | 02/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cadmio<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | < 0,2 | | 1000 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cobalto<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 11,9 | ±3,3 | 1000 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cromo totale<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 92,1 | ±26,3 | | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Cromo esavalente<br>*EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992* | mg/kg | < 2 | | 287 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Mercurio<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | < 0,1 | | 2500 | 16/10/2025<br>01/10/2025 |
| Nichel<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 63,2 | ±18,2 | 647 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Piombo<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 5,13 | ±1,48 | 2500 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Rame<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 3,97 | ±1,14 | 1997 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Zinco<br>*UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2023* | mg/kg | 28,8 | ±8,1 | 2009 | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Composti organici aromatici | | - | | | 15/10/2025<br>01/10/2025 |
| Benzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,01 | | 1000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Toluene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,05 | | 30000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Etilbenzene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,05 | | 100000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Xileni (m+p)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,1 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| o-Xilene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,05 | | 200000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Stirene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,05 | | 10000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *1,3-Butadiene<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,5 | | 1000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Sommatoria solventi organici aromatici (BTEX) (da calcolo)<br>*EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018* | mg/kg | < 0,15 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Oli minerali C10-C40<br>*UNI EN 14039:2005* | mg/kg | < 20 | | | 06/10/2025<br>14/10/2025 |
| Policlorobifenili (PCB) | | - | | | 15/10/2025<br>01/10/2025<br>06/10/2025 |

ORDINE DEI CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA-SAVONA
Dott. ALESSANDRO PELLEGRINI
CHIMICO
1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10913** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|
| *2,2',5-triclorobifenile (18)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025 |
| *2,4',5-triclorobifenile (28) + 2,4',5-triclorobifenile (31)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *2,2',3,5-tetraclorobifenile (44)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',5,5'-tetraclorobifenile (52)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,5',6-pentaclorobifenile (95)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',4,5,5'-pentaclorobifenile (101)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',4,4',5-pentaclorobifenile (99)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3,3',4',6-pentaclorobifenile (110)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,5,5',6-esaclorobifenile (151)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,4',5,5'-esaclorobifenile (146)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',4,4',5,5'-esaclorobifenile (153)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,4,4',5'-esaclorobifenile (138)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *2,2',3,4,4',5',6-eptaclorobifenile (183)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *2,2',3,4',5,5',6-eptaclorobifenile (187)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,3',4',5,6-eptaclorobifenile (177)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,4,4',5,5'-eptaclorobifenile (180)<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',3,3',4,4',5-eptaclorobifenile (170)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Policlorobifenili (PCB) Dioxin like #: | | - | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *Amianto<br>*DM 06/09/94 GU n. 288 10/12/94 All 1 Met B* | mg/kg | < 100 | | 1000 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| Tipologia fibre | - | tracce di tremolite | | | 10/10/2025<br>01/10/2025 |
| *Indice di rilascio (MOCF, FT-IR)<br>*PROT. RFI-CNR Rev. 0 del 06/05/05* | | < 0,01 | | | 10/10/2025<br>01/10/2025 |
| 3,4,4',5-tetraclorobifenile (81) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 17/10/2025<br>01/10/2025 |
| 3,3',4,4'-tetraclorobifenile (77) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,2',4,4',5-pentaclorobifenile (123) # +<br>2,2',3,4',5',6-esaclorobifenile (149)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3',4,4',5-pentaclorobifenile (118) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3,4,4',5-pentaclorobifenile (114) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3,3',4,4'-pentaclorobifenile (105) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |

ORDINE DEI CHIMICI DELLE PROVINCE DI GENOVA-IMPERIA-SAVONA
Dott. ALESSANDRO PELLEGRINI
CHIMICO
1206



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

segue Rapporto di prova n°: **25IR10913** del **20/10/2025**

| Parametro<br>*Metodo* | U.M. | Risultato | Incertezza (¹) | Limite1 | Data inizio<br>Data fine |
|---|---|---|---|---|---|
| 3,3',4,4',5-pentaclorobifenile (126) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 01/10/2025 |
| 2,2',3,3',4,4'-esaclorobifenile (128) +<br>2,3',4,4',5,5'-esaclorobifenile (167) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5-esaclorobifenile (156) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5'-esaclorobifenile (157) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 3,3',4,4',5,5'-esaclorobifenile (169) #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-eptaclorobifenile (189) #<br>*EPA 3545 A 2007 + EPA 3620 B 1996 + EPA 8270 D 2007* | mg/kg | < 0,0100 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *Sommatoria PCB + PCB Dioxin like #<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | mg/kg | < 0,145 | | 50 | 06/10/2025<br>01/10/2025 |
| *Sommatoria Equivalente di Tossicità PCB Dioxin Like#<br>(conversione WHO-TEQ)<br>*EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2014 + EPA 8270E 2018* | µg/kg | < 1 | | | 06/10/2025<br>01/10/2025<br>06/10/2025 |

Limite1: Allegato III Reg. (UE) 1357/2014 + Allegato Reg. (UE) 997/2017 + Allegato I Reg. (UE) 2019/1021 e s.m.i.

(¹) Incertezza estesa associata alla misura calcolata in riferimento alla Guida SINAL DT-0002 utilizzando un livello di probabilità pari al 95% e con un fattore di copertura K=2

I risultati sopra citati si riferiscono solamente al campione sottoposto a prova e così come ricevuto, nel caso in cui sia fornito dal cliente. Il laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati ottenuti considerando i dati di campionamento forniti dal cliente

Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità

Il simbolo "<" indica "inferiore" al limite di quantificazione

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli

Qualora sia presente una specifica o una norma con cui sono stati confrontati i risultati analitici, le dichiarazioni di conformità/non conformità eventualmente riportate si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori di riferimento considerando l'incertezza associata al risultato (Guida SNPA 34/2021 - Regola 1: Approccio oltre ogni ragionevole dubbio) a meno che la regola decisionale da utilizzare sia espressamente indicata nella normativa a cui si fa riferimento per la valutazione di conformità

L'eventuale riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Direttore Tecnico del Laboratorio

Il presente Rapporto di Prova è rilasciato in base all'Accreditamento n. 00514 concesso da ACCREDIA

Le prove i cui metodi sono contrassegnati dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA di questo laboratorio

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206

Fine del rapporto di prova n° 25IR10913



IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

Allegato 1 al Rapporto di prova n°: **25IR10913 del 20/10/2025**

**Giudizio di classificazione non oggetto dell'accreditamento Accredia**

Sulla base delle informazioni ricevute dal produttore, della natura del rifiuto ed ai riscontri chimico analitici, in riferimento a quanto previsto dall'Allegato III al Regolamento (UE) 1357/2014, dall'allegato al Regolamento (UE) 2020/1182, dal Regolamento (UE) 2019/1021 relativo agli Inquinanti Organici Persistenti, dall'allegato al Regolamento(UE) 997/2017 per quanto riguarda la classe di pericolo HP14 "Ecotossico", dal Decreto Direttoriale del Ministero della Transizione Ecologica 47/2021 e dalla decisione 2014/955/UE, il rifiuto viene classificato con il codice EER 17 05 08 (non pericoloso) relativo a "Pietrisco per massicciate ferroviarie, diverso da quello di cui alla voce 17 05 07".

Ai fini della corretta gestione il rifiuto è classificato speciale non pericoloso.

Responsabile del Laboratorio

**Dott. Pellegrin Alessandro**
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1206






IREOS Laboratori Srl - Via Turr, 165 - 16147 GENOVA - Tel. +39 010 377 5011 - Fax +39 010 377 50140 - E-mail: laboratori@ireosweb.com Web Site: www.ireosweb.com
CAPITALE SOCIALE 100.000,00 Euro - R.E.A. N° 350752/GE - C.F./P.IVA 03513180103 - Sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di IREOS SpA (C.F./P.IVA 01111510101)

ireos Laboratori Srl

# VERBALE DI CAMPIONAMENTO RIFIUTI

*Allegato al Rapporto di Prova n° 25IR10913*

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|---|---|
| Committente: | M3D COSTRUZIONI SPECIALI Srl |
| Indirizzo: | Via Trento, 4/2- Campoligure (Genova) |
| Referente: | Dott. Geol. Luca Maldotti |
| Altro: | |

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Luogo di campionamento: | Cantiere Metropolitana Genova da Canepari a Rivarolo - Genova | | | | |
| Data e ora di campionamento: | 01.10.2025 | | | | |
| Denominazione campione: | Pietrisco ferroviario - Campione n.3 | | | | |
| Matrice campione: | Rifiuto | | | | |
| Responsabile del campionamento: | Dott. Paolo Petit-Bon | | | | |
| Campionamento eseguito da: | Sig. Giuseppe Feola | | | | |
| Modalità di campionamento: | X *UNI 10802:2023 + UNI EN 14899:2006* | | ☐ *CNR IRSA* | ☐ *Altro*_____ | |
| Condizioni ambientali: | ☐ *Sereno* | ☐ *Coperto* | X *Variabile* | ☐ *Pioggia* | ☐ *Neve* |
| Alla presenza di: | Personale M3D Srl | | Azienda: | M3D Costruzioni Speciali | |

TIPOLOGIA DEL CAMPIONE

| | |
|---|---|
| ☐ *Terre e Rocce da Scavo* | ☐ *Terre da bonifica* |
| ☐ *Detrito da demolizione industriale* | ☐ *Detrito da demolizione civile* |
| ☐ *Residuo lavorazione* | ☐ *Fango di trattamento* |
| ☐ *Rifiuto liquido* | X *Altro* *Pietrisco ferroviario* |

NOTE:

| | |
|---|---|
| ☐ *Campionamento puntuale* | X *Campionamento incrementale: n. 5 da 3 kg* |
| ☐ *Campionamento singolo* | ☐ *Campionamento con quartatura* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stato fisico: | X *Solido* | ☐ *Pulverulento* | ☐ *Fangoso palabile* | ☐ *Liquido* | ☐ _____ |
| Evidenze olfattive: | X *Nulla* | ☐ *Lieve* | ☐ *intensa* | ☐ _____ | |

OBIETTIVO DEL CAMPIONAMENTO

| | | |
|---|---|---|
| X *Classificazione* | X *CER presunto* __*17.05.08*__ | |
| ☐ *Caratterizzazione per lo smaltimento in discarica* | | |
| ☐ *Caratterizzazione per operazioni di recupero* | | |
| ☐ *Caratterizzazione per smaltimento in impianti autorizzati* | | |
| ☐ *Altro* | | |

NOTE:

Luogo e data __Genova, 01/10/2025_____

*Tecnico campionatore:* _____ *Giuseppe Feola*

*Firma:* _____

m3d costruzioni speciali s.r.l.

**Sede Operativa** Via al Santuario di N.S. della Guardia, 49A Rosso - 16162 Genova (GE)
**Sede Legale** Via Trento, 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

**T>** +39 010 2518889
**F>** +39 010 2517028

**E>** info@m3dsrl.com
**PEC>** m3d@pec.it

| N° | |
|---|---|
| 13 | CERTIFICATO ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO |
| **allegato** | |

| codice | data | scala | redatto | committente |
|---|---|---|---|---|
| M3D090_25 LM | 15_01_2026 | - | Luca MALDOTTI | COMUNE DI GENOVA |

02015

# RAPPORTO DI PROVA n. 25103-01

*Verbale di accettazione N. 25103 del 24/11/2025*

Cliente: M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Via Trento 4/2
16013 - Campo Ligure
GE

Cantiere: Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE

Questo documento contiene 57 pagine inclusa la presente

Genova, 15/01/2026

Paolo Brasey
(Direttore del laboratorio)

*Campioni forniti dal cliente*

*Operazioni di campionamento non eseguite dal laboratorio. I risultati sono riferiti ai soli campioni testati, così come ricevuti*
*Il laboratorio è responsabile per tutti i dati contenuti nel presente rapporto ad eccezione di quelli forniti dal Cliente, contrassegnati con #*
*La riproduzione anche parziale del presente rapporto non è permessa a meno di autorizzazione scritta da parte del laboratorio*
*Se non inclusi nel rapporto i valori dell'incertezza misurati per ogni prova accreditata sono disponibili su richiesta. L'incertezza, espressa nella stessa unità di misura del risultato, è stata calcolata con un fattore di copertura k = 2 e con un livello di confidenza pari al 95%*
*L'unità locale (UL1 o UL2) dove è stato eseguita la prova è indicata in calce ad ogni rapporto di prova accanto all'identificativo del test*
** Prova non accreditata da Accredia*

RINA Consulting S.p.A.
Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Unità Locale 1 (UL1): Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova
Unità Locale 2 (UL2): Via R. Bianchi, 38 - 16152 Genova
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.rinaconsulting.org - rinaconsulting@rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

Sede legale: Via A. Cecchi, 6 - 16129 Genova (GE)

*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

02015

# RAPPORTO DI PROVA n. 25103-01

Cliente: M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Via Trento 4/2
16013 - Campo Ligure
GE

Cantiere: Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE

I seguenti tipi di prova sono stati eseguiti seguendo i metodi qui elencati

| Cod | Denominazione Test | Metodo principale | Metodi accessori |
|---|---|---|---|
| A02-A | Apertura e descrizione visiva | ASTM D2487 + D2488* | |
| A05-A | Peso di volume | ASTM D7263 | ASTM D2216-19 |
| A04-A | Contenuto in acqua | ASTM D2216 | |
| A07-A | Setacciatura <2" | ASTM D6913 | |
| A12-A | Sedimentazione | ASTM D7928 | ASTM D2216-19+ASTM D854-23 |
| A13-A | Limiti Atterberg Cucchiaio | ASTM D4318 | ASTM D2216-19 |
| A06-A | Peso specifico | ASTM D854 | |
| E02-A | Taglio Diretto, 3 prov | ASTM D3080/D3080M* | |
| D01-A | Cons Edometrica IL | ASTM D2435/D2435M* | ASTM D2216-19+ASTM D854-23 |
| H10 | Monoassiale semplice | ASTM D7012* | |
| H14 | Prova Brasiliana | ASTM D3967* | |
| H15 | Indice di Point Load | ASTM D5731* | |

** Prova non accreditata da Accredia*

RINA Consulting S.p.A.
Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Unità Locale 1 (UL1): Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova
Unità Locale 2 (UL2): Via R. Bianchi, 38 - 16152 Genova
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.rinaconsulting.org - rinaconsulting@rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

Sede legale: Via A. Cecchi, 6 - 16129 Genova (GE)

02015

## FOTO E DESCRIZIONE VISIVA - ASTM D2488-17*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località: | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| N. Progetto : | 25103 | | |
| Nome progetto : | METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | | |
| ID campione. : | BH-01 CI | | |
| Profondità | 11.30-11.90 | Data di ricevimento | 24/11/2025 |
| Tipo campione | Indisturbato | Data prova | 12/12/2025 |

**Descrizione Visiva** SABBIA argillosa con ghiaia marrone giallastro chiaro (10YR 6/4)

media plasticità, resistenza secca bassa, lenta dilatanza, bassa tenacità, nessuna odore, umida, debole reazione a HCl, struttura omogenea.

Ghiaia fine litologicamente eterogena, di forma sub-angolare

Tipo contenitore: Shelby Forma del campione: Cilindrica Dimensioni: Φ = 8 cm L = 60 cm



| | |
|---|---|
| Direttore laboratorio | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Operatore | Dott. Simone Dellepiane |



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## FOTO E DESCRIZIONE VISIVA - ASTM D2488-17*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località: | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| N. Progetto : | 25103 | | |
| Nome progetto : | METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | | |
| ID campione. : | BH-02-PZ CI | | |
| Profondità | 12.60-13.20 | Data di ricevimento | 24/11/2025 |
| Tipo campione | Indisturbato | Data prova | 05/12/2025 |

**Descrizione Visiva** GHIAIA argillosa con sabbia grigio oliva (5Y 5/2)

media plasticità, resistenza secca bassa, lenta dilatanza, bassa tenacità, nessun odore, umida, debole reazione a HCl, struttura omogenea.

Ghiaia da fine a media.

Tipo contenitore: Shelby Forma del campione: Cilindrica Dimensioni: Φ = 8.2 cm L = 60 cm



Direttore laboratorio Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## FOTO E DESCRIZIONE VISIVA - ASTM D2488-17*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località: | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| N. Progetto : | 25103 | | |
| Nome progetto : | METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | | |
| ID campione. : | BH-03-DH CI | | |
| Profondità | 12.50-12.90 | Data di ricevimento | 24/11/2025 |
| Tipo campione | Indisturbato | Data prova | 12/12/2025 |

**Descrizione Visiva** GHIAIA argillosa con sabbia grigio verdastro molto scuro (5GY 3/1)

media plasticità, resistenza secca bassa, lenta dilatanza, bassa tenacità, nessuna odore, umida, debole reazione a HCl, struttura omogenea.

Ghiaia da fine a media, litologicamente eterogena, sub-angolare.

Tipo contenitore: Shelby Forma del campione: Cilindrica Dimensioni: Φ = 8.2 cm L = 40 cm



| | |
|---|---|
| Direttore laboratorio | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Operatore | Dott. Simone Dellepiane |



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## FOTO E DESCRIZIONE VISIVA - ASTM D2488-17*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località: | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| N. Progetto : | 25103 | | |
| Nome progetto : | METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | | |
| ID campione. : | BH-03-DH CR4 | | |
| Profondità | 26.00 - 26.40 | Data di ricevimento | 24/11/2025 |
| Tipo campione | Rimaneggiato | Data prova | 04/12/2025 |

**Descrizione Visiva** Sabbia argillosa con ghiaia grigio bluastro scuro (4/1 10B)

media plasticità, resistenza secca media, dilatanza rapida, media tenacità, odore organico, umida, debole reazione a HCl, struttura omogenea.

Con ghiaia litologiccamente eterogenea, da media a grossolana, subangolare, da dura e resistente a parzialmente alterata e friabile.

Tipo contenitore: Bag Forma del campione: Irregolare Dimensioni: Φ = - cm L = 40 cm




| | |
|---|---|
| Direttore laboratorio | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Operatore | Dott. Isabella Bellomo |



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-19 (Method A)

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-01 | | |
| # Campione : | CI | | |
| # Profondità (m) : | 11.30 - 11.90 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 12/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 13/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| Peso lordo umido | (g) | 4700.92 |
| Peso lordo secco | (g) | 3848.96 |
| Peso tara | (g) | 494.77 |
| Peso netto secco | (g) | 3354.19 |
| Peso acqua | (g) | 851.96 |
| **Contenuto in acqua** | **(%)** | **25.4** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-17e1

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-01 | | |
| # Campione : | CI | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| # Profondità (m) : | 11.30 - 11.90 | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Fine Prova : | 08/01/2026 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | | |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| Contenuto in acqua al ricevimento | (%) | 25.4 |
| Trattenuto a 0.425 mm | (%) | 62.0 |
| Preparazione provino | (-) | Asciugato in forno |
| Cucchiaio Casagrande | (-) | Meccanico |
| Utensile solcatore | (-) | Metallo |

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

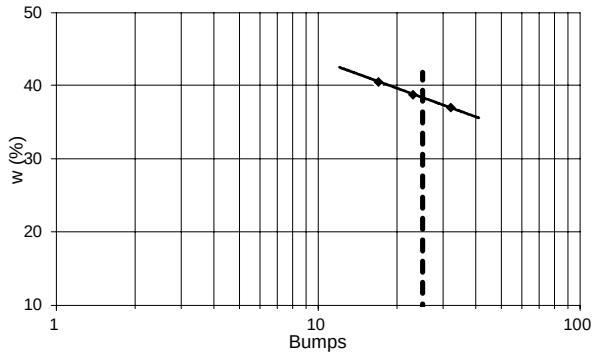
| | | Test1 | Test2 | Test3 |
|---|---|---|---|---|
| Numero di colpi | (-) | 32 | 23 | 17 |
| Contenuto in acqua | (%) | 37.0 | 38.8 | 40.6 |
| Contenuto in acqua (per N=25) | (%) | 38.0 | | |

**LIMITE PLASTICO (MANUALE)**

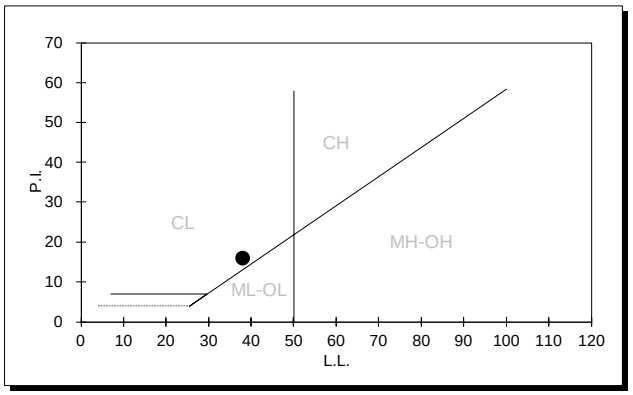
| | | Test1 | Test2 |
|---|---|---|---|
| Contenuto in acqua | (%) | 21.4 | 21.8 |
| Contenuto in acqua (val medio) | (%) | 21.6 | |

| | |
|---|---|
| **LIMITE DI LIQUIDITA'** | **38** |
| **LIMITE DI PLASTICITA'** | **22** |
| **INDICE PLASTICITA'** | **16** |

**LIMITE DI LIQUIDITA'**




**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**




| | |
|---|---|
| Direttore Laboratorio : | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Sperimentatore : | Dott. Geol. Niccolò Gambuti |



*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | |
|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| # Sondaggio : | BH-01 |
| # Campione : | CI |
| # Profondità (m) : | 11.30 - 11.90 |
| Tipo Campione : | Indisturbato |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia |

Data Ricevimento : 24/11/2025
Data Inizio Prova : 07/01/2026
Data Fine Prova : 09/01/2026

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 31.81 |
| Sabbia (%) | 37.46 |
| Limo (%) | 18.83 |
| Argilla (%) | 11.90 |
| Fini (%) | 30.73 |
| D. max (mm) | 36.6 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 23.721 |
| $D_{60}$ (mm) | 2.736 |
| $D_{50}$ (mm) | 1.304 |
| $D_{30}$ (mm) | 0.059 |
| $D_{10}$ (mm) | 0.001 |
| $C_c$ | 0.90 |
| $C_u$ | 1957.05 |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
**Note:**

**SETACCIATURA**

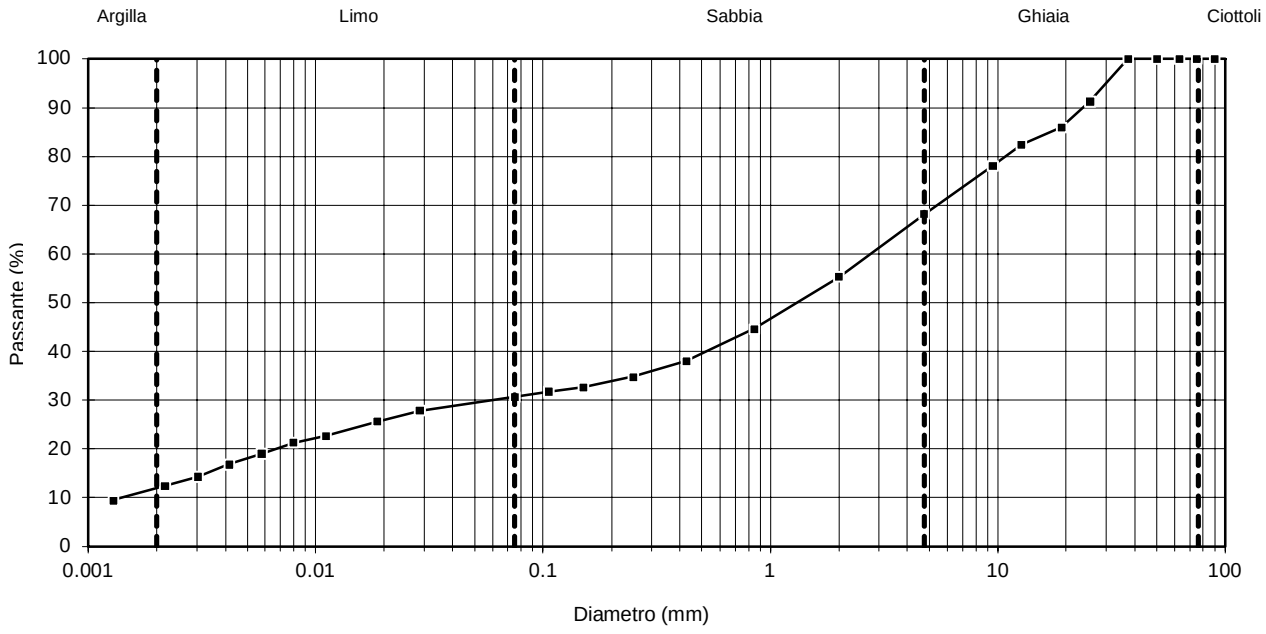
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 91.26 |
| 19.00 | 85.91 |
| 12.70 | 82.35 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 78.05 |
| 4.75 | 68.19 |
| 2.00 | 55.35 |
| 0.85 | 44.65 |
| 0.425 | 38.05 |
| 0.250 | 34.82 |
| 0.150 | 32.72 |
| 0.106 | 31.78 |
| 0.075 | 30.73 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 0.0287 | 27.88 |
| 0.0186 | 25.68 |
| 0.0111 | 22.75 |
| 0.0080 | 21.28 |
| 0.0058 | 19.08 |
| 0.0042 | 16.88 |
| 0.0030 | 14.31 |
| 0.0022 | 12.47 |
| 0.0013 | 9.54 |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Lorenzo Pollutri



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-21 (Method B)

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-01 | | |
| # Campione : | CI | | |
| # Profondità (m) : | 11.30 - 11.90 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 12/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 12/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

Geometria della sezione del provino : circolare

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | (cm) | 7.13 |
| Altezza | (cm) | 13.97 |
| Peso lordo | (g) | 1662.79 |
| Peso tara | (g) | 501.67 |
| Peso netto | (g) | 1161.12 |
| Volume | ($cm^3$) | 557.78 |
| **Peso di volume** | **($kN/m^3$)** | 20.42 |
| **Contenuto in acqua** | **(%)** | 25.40 |
| **Densità secca** | **($kN/m^3$)** | 16.28 |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-01 | | |
| # Campione : | CI | | |
| # Profondità (m) : | 11.30 - 11.90 | | |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 68.19 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 7 |
| Peso picnometro | (g) | 32.07 |
| Peso materiale secco | (g) | 9.13 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 86.25 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 41.20 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 80.47 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 89.60 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.35 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.72 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.719** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | |
|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ |
| # Campione : | CR1 |
| # Profondità (m) : | 1.00 - 1.40 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia limosa con ghiaia |

Data Ricevimento : 24/11/2025
Data Inizio Prova : 30/12/2025
Data Fine Prova : 01/01/2026

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 34.13 |
| Sabbia (%) | 41.44 |
| Limo (%) | 21.31 |
| Argilla (%) | 3.12 |
| Fini (%) | 24.43 |
| D. max (mm) | 41.2 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 50.421 |
| $D_{60}$ (mm) | 3.158 |
| $D_{50}$ (mm) | 1.504 |
| $D_{30}$ (mm) | 0.226 |
| $D_{10}$ (mm) | 0.008 |
| $C_c$ | 2.13 |
| $C_u$ | 417.41 |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare
Durezza : alterata e friabile

**Note:**
Presenza di frustoli vegetali

**SETACCIATURA**

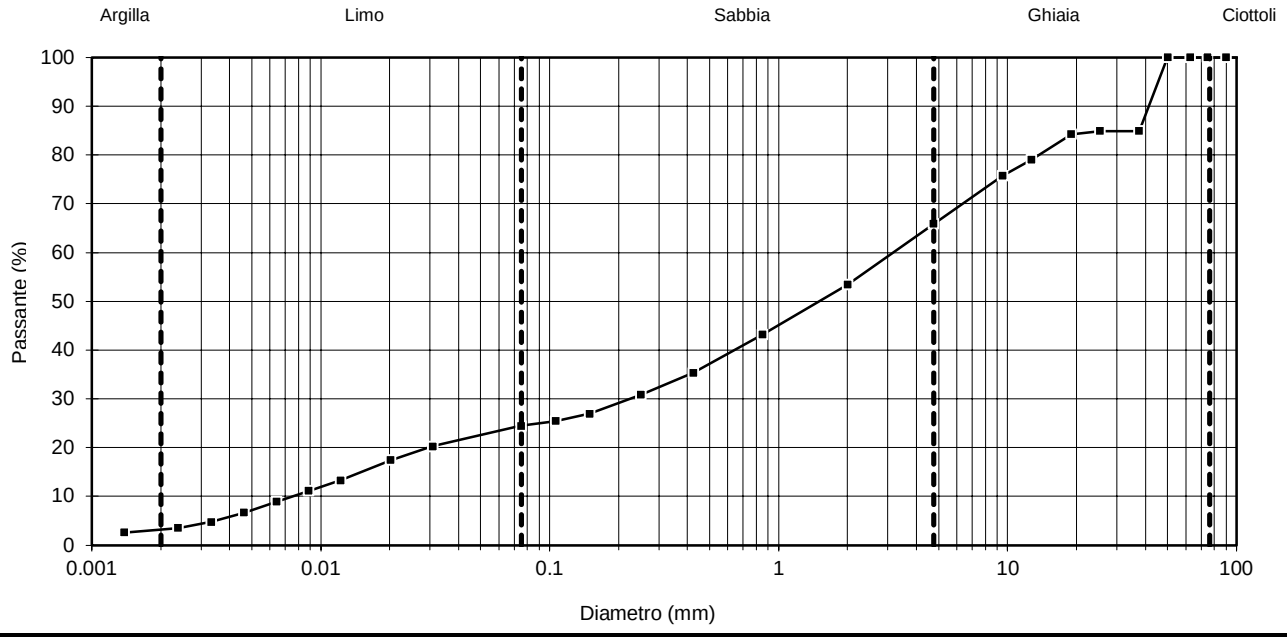
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 84.89 |
| 25.40 | 84.89 |
| 19.00 | 84.28 |
| 12.70 | 78.96 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 75.75 |
| 4.75 | 65.87 |
| 2.00 | 53.43 |
| 0.85 | 43.14 |
| 0.425 | 35.34 |
| 0.250 | 30.77 |
| 0.150 | 26.94 |
| 0.106 | 25.47 |
| 0.075 | 24.43 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 0.0308 | 20.24 |
| 0.0202 | 17.40 |
| 0.0122 | 13.28 |
| 0.0088 | 11.07 |
| 0.0064 | 8.86 |
| 0.0046 | 6.64 |
| 0.0033 | 4.74 |
| 0.0024 | 3.48 |
| 0.0014 | 2.53 |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Pietro Pisano



*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CR2 | | |
| # Profondità (m) : | 8.70 - 9.00 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 04/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 06/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 21.62 |
| Sabbia (%) | 53.06 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 25.32 |
| D. max (mm) | 27.1 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 10.744 |
| $D_{60}$ (mm) | 1.660 |
| $D_{50}$ (mm) | 0.999 |
| $D_{30}$ (mm) | 0.174 |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

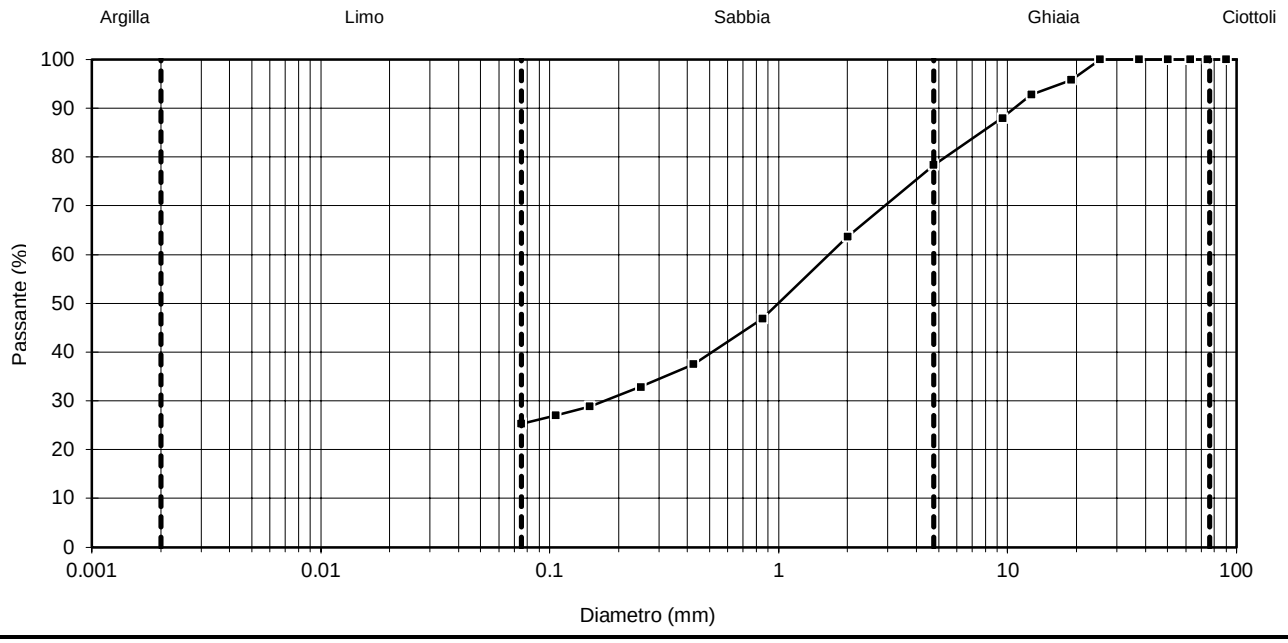
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 100.00 |
| 19.00 | 95.77 |
| 12.70 | 92.76 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 87.97 |
| 4.75 | 78.38 |
| 2.00 | 63.67 |
| 0.85 | 46.83 |
| 0.425 | 37.47 |
| 0.250 | 32.85 |
| 0.150 | 28.86 |
| 0.106 | 27.00 |
| 0.075 | 25.32 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-19 (Method A)

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CI | | |
| # Profondità (m) : | 12.60 - 13.20 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 04/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Fine Prova : | 05/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| Peso lordo umido | (g) | 2536.52 |
| Peso lordo secco | (g) | 2244.35 |
| Peso tara | (g) | 96.21 |
| Peso netto secco | (g) | 2148.14 |
| Peso acqua | (g) | 292.17 |
| **Contenuto in acqua** | **(%)** | **13.6** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-17e1

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CI | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| # Profondità (m) : | 12.60 - 13.20 | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Fine Prova : | 08/01/2026 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | | |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| Contenuto in acqua al ricevimento | (%) | 13.6 |
| Trattenuto a 0.425 mm | (%) | 79.6 |
| Preparazione provino | (-) | Asciugato in forno |
| Cucchiaio Casagrande | (-) | Meccanico |
| Utensile solcatore | (-) | Metallo |

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

| | | Test1 | Test2 | Test3 |
|---|---|---|---|---|
| Numero di colpi | (-) | 35 | 24 | 17 |
| Contenuto in acqua | (%) | 25.3 | 26.8 | 28.2 |
| Contenuto in acqua (per N=25) | (%) | 27.0 | | |

**LIMITE PLASTICO (MANUALE)**

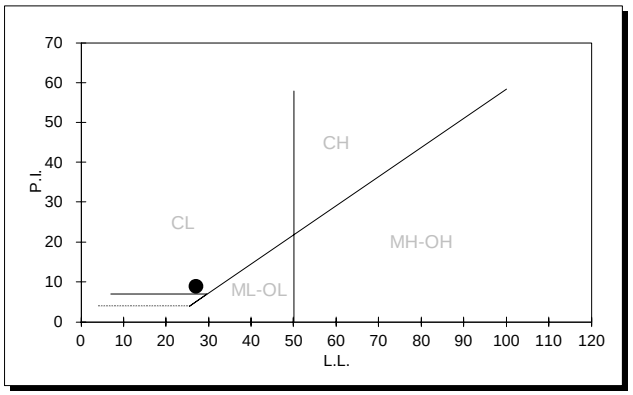
| | | Test1 | Test2 |
|---|---|---|---|
| Contenuto in acqua | (%) | 17.8 | 17.2 |
| Contenuto in acqua (val medio) | (%) | 17.5 | |

| | |
|---|---|
| **LIMITE DI LIQUIDITA'** | **27** |
| **LIMITE DI PLASTICITA'** | **18** |
| **INDICE PLASTICITA'** | **9** |

**LIMITE DI LIQUIDITA'**




**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**




| | |
|---|---|
| Direttore Laboratorio : | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Sperimentatore : | Dott. Geol. Niccolò Gambuti |



*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | |
|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ |
| # Campione : | CI |
| # Profondità (m) : | 12.60 - 13.20 |
| Tipo Campione : | Indisturbato |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia |

Data Ricevimento : 24/11/2025
Data Inizio Prova : 16/12/2025
Data Fine Prova : 18/12/2025

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 48.35 |
| Sabbia (%) | 38.17 |
| Limo (%) | 11.07 |
| Argilla (%) | 2.41 |
| Fini (%) | 13.48 |
| D. max (mm) | 29.6 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 23.026 |
| $D_{60}$ (mm) | 7.163 |
| $D_{50}$ (mm) | 4.294 |
| $D_{30}$ (mm) | 1.118 |
| $D_{10}$ (mm) | 0.025 |
| $C_c$ | 7.10 |
| $C_u$ | 291.22 |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

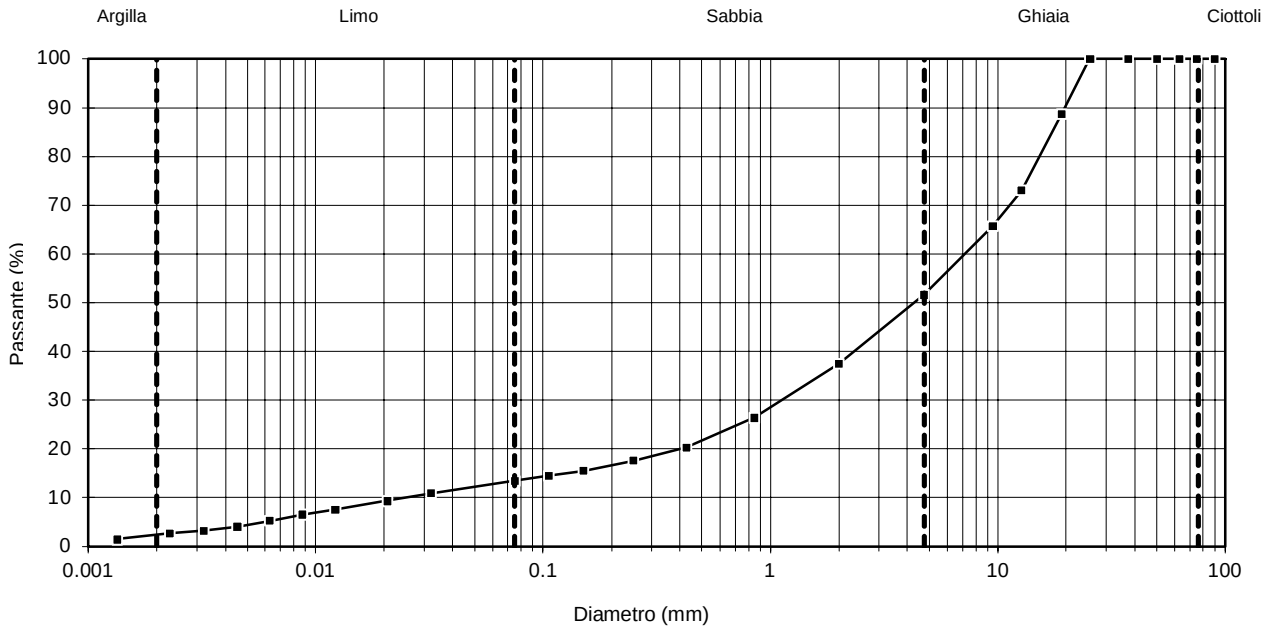
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 100.00 |
| 19.00 | 88.59 |
| 12.70 | 73.04 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 65.74 |
| 4.75 | 51.65 |
| 2.00 | 37.50 |
| 0.85 | 26.46 |
| 0.425 | 20.37 |
| 0.250 | 17.70 |
| 0.150 | 15.58 |
| 0.106 | 14.55 |
| 0.075 | 13.48 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 0.0320 | 10.92 |
| 0.0207 | 9.40 |
| 0.0122 | 7.62 |
| 0.0088 | 6.60 |
| 0.0063 | 5.33 |
| 0.0045 | 4.06 |
| 0.0032 | 3.30 |
| 0.0023 | 2.79 |
| 0.0013 | 1.52 |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-21 (Method B)

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CI | | |
| # Profondità (m) : | 12.60 - 13.20 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 04/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Fine Prova : | 04/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

Geometria della sezione del provino : circolare

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | (cm) | 5.05 |
| Altezza | (cm) | 2.00 |
| Peso lordo | (g) | 154.53 |
| Peso tara | (g) | 60.56 |
| Peso netto | (g) | 93.97 |
| Volume | ($cm^3$) | 40.06 |
| **Peso di volume** | **($kN/m^3$)** | 23.01 |
| **Contenuto in acqua** | **(%)** | 13.60 |
| **Densità secca** | **($kN/m^3$)** | 20.26 |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CI | | |
| # Profondità (m) : | 12.60 - 13.20 | | |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 51.65 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 5 |
| Peso picnometro | (g) | 32.54 |
| Peso materiale secco | (g) | 9.94 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 87.93 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 42.48 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 81.54 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 91.48 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.56 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.79 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.789** |

| | |
|---|---|
| Direttore Laboratorio : | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Sperimentatore : | Dott. Elena Tortonesi |

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CR3 | | |
| # Profondità (m) : | 14.00 - 14.50 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia limosa con sabbia | Data Fine Prova : | 09/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 56.08 |
| Sabbia (%) | 25.35 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 18.57 |
| D. max (mm) | 61.1 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 63.443 |
| $D_{60}$ (mm) | 15.148 |
| $D_{50}$ (mm) | 8.098 |
| $D_{30}$ (mm) | 0.836 |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

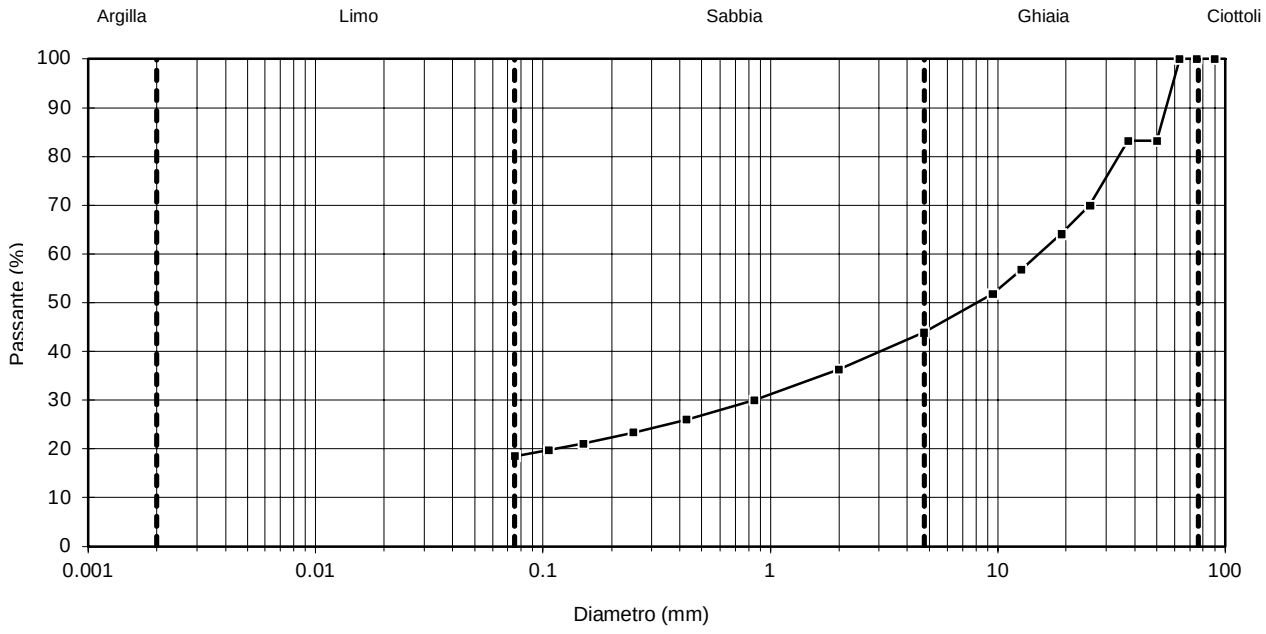
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 83.19 |
| 37.50 | 83.19 |
| 25.40 | 69.93 |
| 19.00 | 64.10 |
| 12.70 | 56.81 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 51.82 |
| 4.75 | 43.92 |
| 2.00 | 36.30 |
| 0.85 | 30.10 |
| 0.425 | 26.02 |
| 0.250 | 23.43 |
| 0.150 | 21.09 |
| 0.106 | 19.82 |
| 0.075 | 18.57 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Pietro Pisano



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CR3 | | |
| # Profondità (m) : | 14.00 - 14.50 | | |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia limosa con sabbia | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 43.92 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 4 |
| Peso picnometro | (g) | 30.86 |
| Peso materiale secco | (g) | 9.09 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 85.51 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 39.95 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 79.72 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 88.81 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.31 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.75 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.747** |

| | |
|---|---|
| Direttore Laboratorio : | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Sperimentatore : | Dott. Geol. Niccolò Gambuti |

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Campione : | CR4 | | |
| # Profondità (m) : | 18.60 - 19.00 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 04/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 06/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 15.26 |
| Sabbia (%) | 35.90 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 48.84 |
| D. max (mm) | 26.5 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 8.045 |
| $D_{60}$ (mm) | 0.370 |
| $D_{50}$ (mm) | 0.105 |
| $D_{30}$ (mm) | N.D. |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : alterata e friabile

**Note:**

**SETACCIATURA**

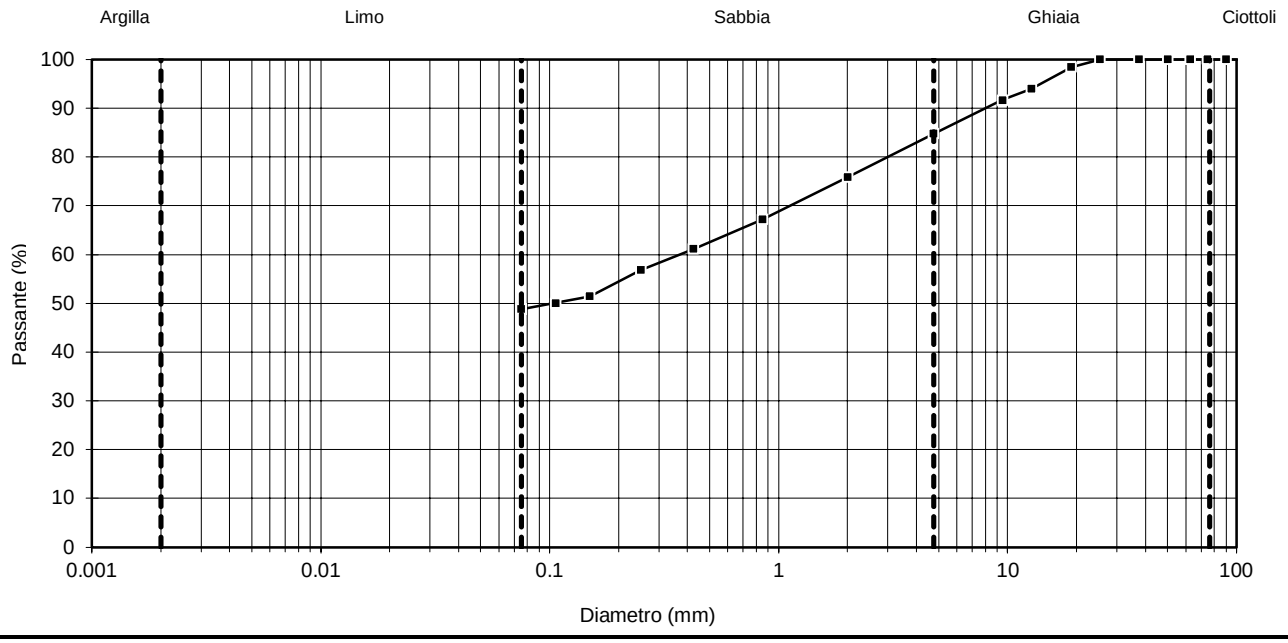
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 100.00 |
| 19.00 | 98.37 |
| 12.70 | 93.96 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 91.66 |
| 4.75 | 84.74 |
| 2.00 | 75.80 |
| 0.85 | 67.15 |
| 0.425 | 61.12 |
| 0.250 | 56.83 |
| 0.150 | 51.46 |
| 0.106 | 50.03 |
| 0.075 | 48.84 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi



*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR1 | | |
| # Profondità (m) : | 3.20 - 3.50 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 30/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 01/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 22.17 |
| Sabbia (%) | 43.77 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 34.06 |
| D. max (mm) | 35.2 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 17.729 |
| $D_{60}$ (mm) | 0.740 |
| $D_{50}$ (mm) | 0.401 |
| $D_{30}$ (mm) | N.D. |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

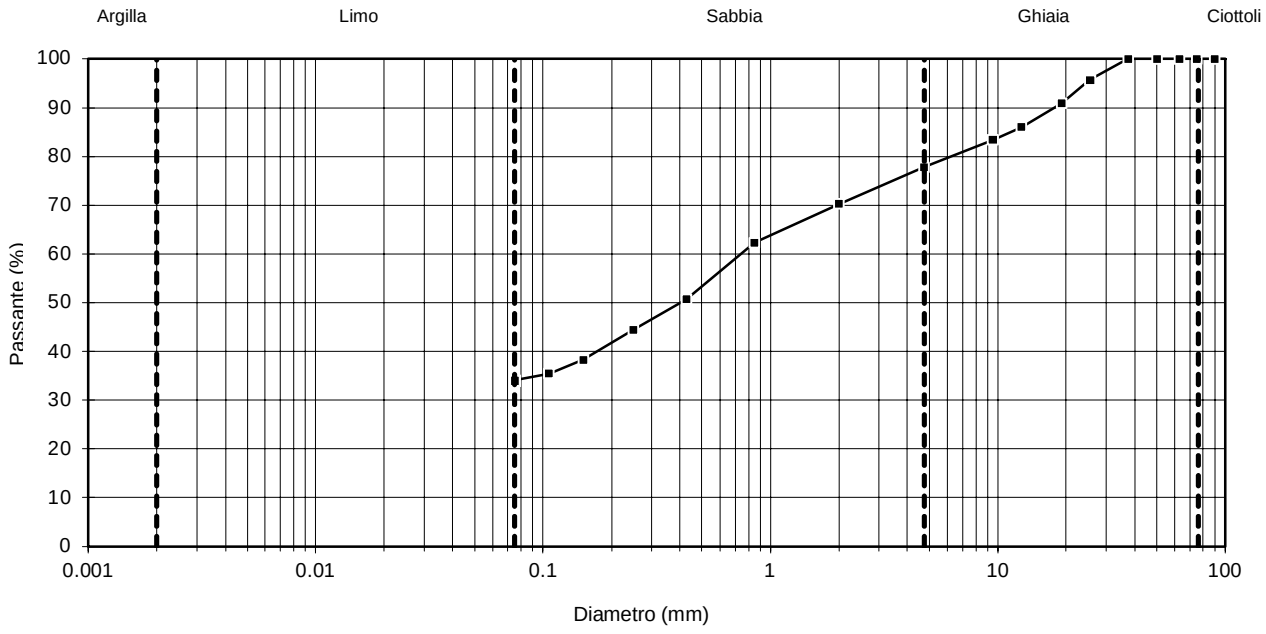
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 95.67 |
| 19.00 | 90.83 |
| 12.70 | 86.00 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 83.38 |
| 4.75 | 77.83 |
| 2.00 | 70.31 |
| 0.85 | 62.34 |
| 0.425 | 50.69 |
| 0.250 | 44.49 |
| 0.150 | 38.29 |
| 0.106 | 35.53 |
| 0.075 | 34.06 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Pietro Pisano



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR1 | | |
| # Profondità (m) : | 3.20 - 3.50 | | |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 77.83 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 9 |
| Peso picnometro | (g) | 32.29 |
| Peso materiale secco | (g) | 9.35 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 87.14 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 41.64 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 81.18 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 90.53 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.40 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.75 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.748** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-19 (Method A)

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CI1 | | |
| # Profondità (m) : | 12.50 - 12.90 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 12/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Fine Prova : | 13/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| Peso lordo umido | (g) | 4325.21 |
| Peso lordo secco | (g) | 4010.14 |
| Peso tara | (g) | 297.68 |
| Peso netto secco | (g) | 3712.46 |
| Peso acqua | (g) | 315.07 |
| **Contenuto in acqua** | **(%)** | **8.5** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-17e1

| | |
|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| # Sondaggio : | BH-03-DH |
| # Campione : | CI1 |
| # Profondità (m) : | 12.50 - 12.90 |
| Tipo Campione : | Indisturbato |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia |

Data Ricevimento : 24/11/2025
Data Inizio Prova : 07/01/2026
Data Fine Prova : 08/01/2026

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| Contenuto in acqua al ricevimento | (%) | 8.5 |
| Trattenuto a 0.425 mm | (%) | 76.8 |
| Preparazione provino | (-) | Asciugato in forno |
| Cucchiaio Casagrande | (-) | Meccanico |
| Utensile solcatore | (-) | Metallo |

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

| | | Test1 | Test2 | Test3 |
|---|---|---|---|---|
| Numero di colpi | (-) | 30 | 22 | 16 |
| Contenuto in acqua | (%) | 25.0 | 26.7 | 28.1 |
| Contenuto in acqua (per N=25) | (%) | 26.0 | | |

**LIMITE PLASTICO (MANUALE)**

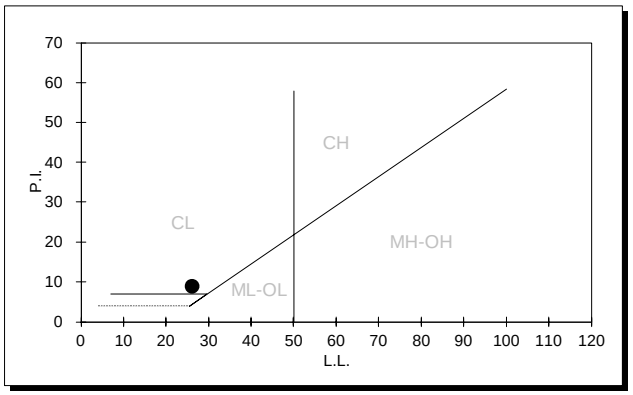
| | | Test1 | Test2 |
|---|---|---|---|
| Contenuto in acqua | (%) | 16.3 | 16.7 |
| Contenuto in acqua (val medio) | (%) | 16.5 | |

| | |
|---|---|
| **LIMITE DI LIQUIDITA'** | **26** |
| **LIMITE DI PLASTICITA'** | **17** |
| **INDICE PLASTICITA'** | **9** |

**LIMITE DI LIQUIDITA'**




**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**




| | |
|---|---|
| Direttore Laboratorio : | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Sperimentatore : | Dott. Geol. Niccolò Gambuti |



*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CI1 | | |
| # Profondità (m) : | 12.50 - 12.90 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 30/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Fine Prova : | 01/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 53.07 |
| Sabbia (%) | 32.15 |
| Limo (%) | 12.34 |
| Argilla (%) | 2.44 |
| Fini (%) | 14.78 |
| D. max (mm) | 61.9 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 63.069 |
| $D_{60}$ (mm) | 12.141 |
| $D_{50}$ (mm) | 5.816 |
| $D_{30}$ (mm) | 0.915 |
| $D_{10}$ (mm) | 0.022 |
| $C_c$ | 3.14 |
| $C_u$ | 551.95 |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

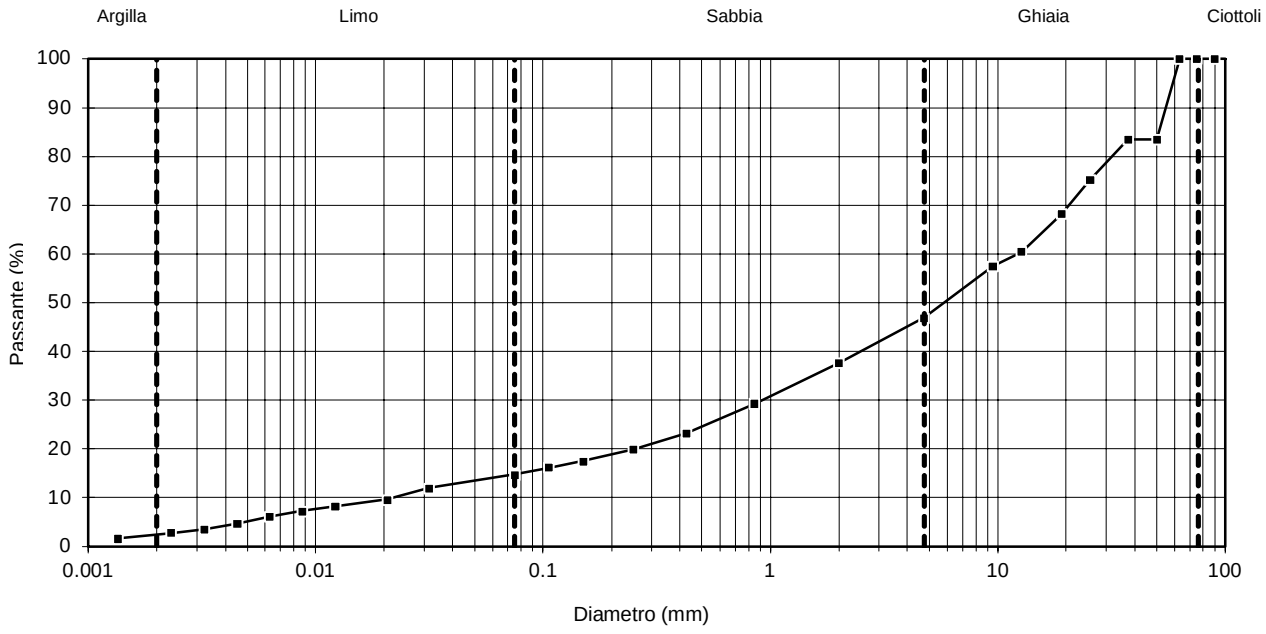
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 83.47 |
| 37.50 | 83.47 |
| 25.40 | 75.15 |
| 19.00 | 68.18 |
| 12.70 | 60.47 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 57.44 |
| 4.75 | 46.93 |
| 2.00 | 37.70 |
| 0.85 | 29.27 |
| 0.425 | 23.21 |
| 0.250 | 19.95 |
| 0.150 | 17.52 |
| 0.106 | 16.20 |
| 0.075 | 14.78 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 0.0315 | 12.01 |
| 0.0207 | 9.65 |
| 0.0122 | 8.24 |
| 0.0087 | 7.30 |
| 0.0063 | 6.12 |
| 0.0045 | 4.71 |
| 0.0032 | 3.53 |
| 0.0023 | 2.83 |
| 0.0014 | 1.65 |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

*Test A07-A-0013 Pag 1 / 1 - UL1*

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-21 (Method B)

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CI1 | | |
| # Profondità (m) : | 12.50 - 12.90 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Inizio Prova : | 12/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Fine Prova : | 12/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

Geometria della sezione del provino : circolare

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | (cm) | 8.49 |
| Altezza | (cm) | 12.65 |
| Peso lordo | (g) | 1477.79 |
| Peso tara | (g) | 0.00 |
| Peso netto | (g) | 1477.79 |
| Volume | ($cm^3$) | 715.57 |
| **Peso di volume** | **($kN/m^3$)** | 20.26 |
| **Contenuto in acqua** | **(%)** | 8.49 |
| **Densità secca** | **($kN/m^3$)** | 18.67 |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CI1 | | |
| # Profondità (m) : | 12.50 - 12.90 | | |
| Tipo Campione : | Indisturbato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 46.93 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 8 |
| Peso picnometro | (g) | 32.49 |
| Peso materiale secco | (g) | 8.58 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 85.87 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 41.08 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 80.41 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 88.99 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.13 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.74 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.740** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR2 | | |
| # Profondità (m) : | 17.00 - 17.40 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 29/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia ben gradata con limo e sabbia | Data Fine Prova : | 30/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 60.65 |
| Sabbia (%) | 29.10 |
| Limo (%) | 8.23 |
| Argilla (%) | 2.02 |
| Fini (%) | 10.25 |
| D. max (mm) | 49.2 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 35.470 |
| $D_{60}$ (mm) | 16.276 |
| $D_{50}$ (mm) | 8.917 |
| $D_{30}$ (mm) | 2.315 |
| $D_{10}$ (mm) | 0.070 |
| $C_c$ | 4.70 |
| $C_u$ | 232.44 |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

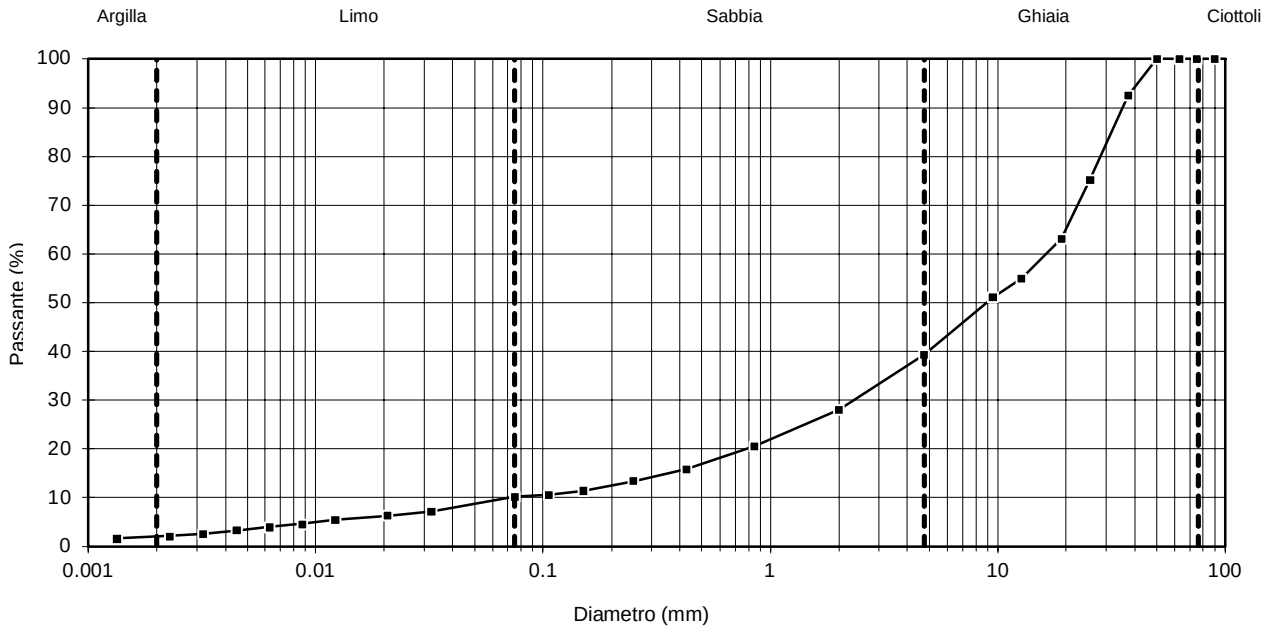
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 92.48 |
| 25.40 | 75.12 |
| 19.00 | 63.15 |
| 12.70 | 54.95 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 51.07 |
| 4.75 | 39.35 |
| 2.00 | 28.10 |
| 0.85 | 20.62 |
| 0.425 | 15.89 |
| 0.250 | 13.44 |
| 0.150 | 11.45 |
| 0.106 | 10.66 |
| 0.075 | 10.25 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 0.0323 | 7.18 |
| 0.0208 | 6.35 |
| 0.0122 | 5.51 |
| 0.0088 | 4.68 |
| 0.0063 | 4.01 |
| 0.0045 | 3.34 |
| 0.0032 | 2.67 |
| 0.0023 | 2.17 |
| 0.0013 | 1.67 |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Pietro Pisano



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR2 | | |
| # Profondità (m) : | 17.00 - 17.40 | | |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Ghiaia ben gradata con limo e sabbia | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 39.35 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 4 |
| Peso picnometro | (g) | 30.86 |
| Peso materiale secco | (g) | 9.91 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 86.10 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 40.77 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 79.72 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 89.63 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.54 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.80 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.799** |

| | |
|---|---|
| Direttore Laboratorio : | Dott. Geol. Paolo Brasey |
| Sperimentatore : | Dott. Geol. Niccolò Gambuti |

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR3 | | |
| # Profondità (m) : | 22.50 - 23.00 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 16/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Argilla sabbiosa di bassa plasticità | Data Fine Prova : | 18/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 8.92 |
| Sabbia (%) | 32.27 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 58.81 |
| D. max (mm) | 16.6 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 4.291 |
| $D_{60}$ (mm) | 0.113 |
| $D_{50}$ (mm) | N.D. |
| $D_{30}$ (mm) | N.D. |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

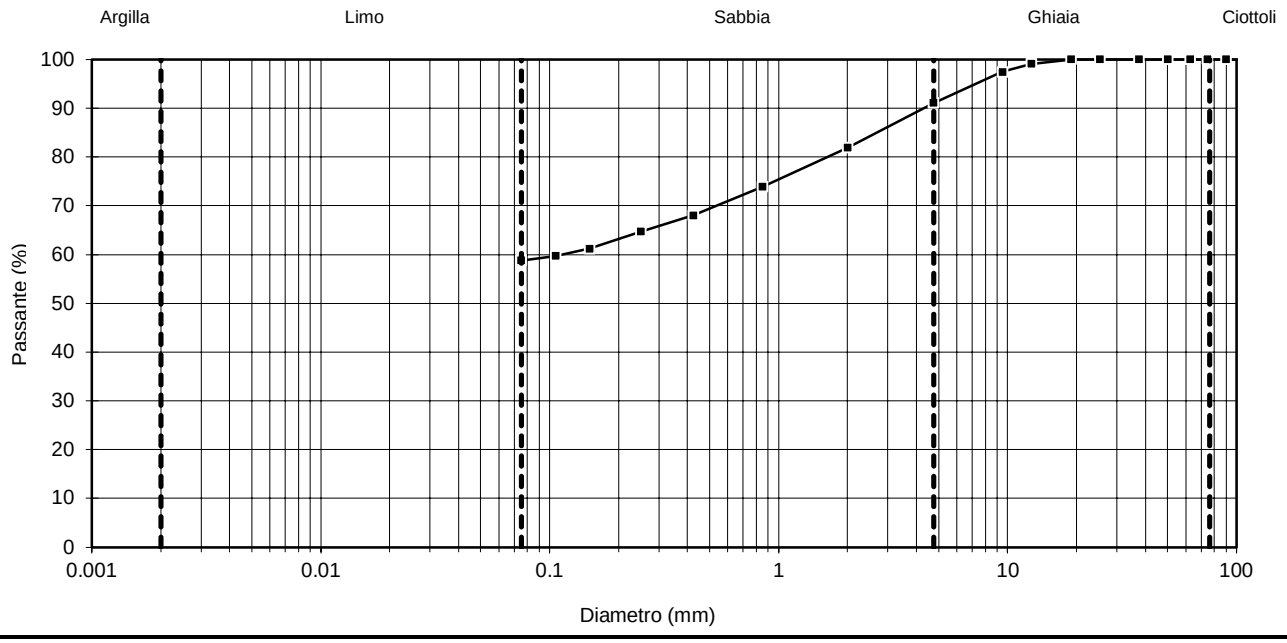
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 100.00 |
| 19.00 | 100.00 |
| 12.70 | 99.04 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 97.44 |
| 4.75 | 91.08 |
| 2.00 | 81.88 |
| 0.85 | 73.88 |
| 0.425 | 68.03 |
| 0.250 | 64.69 |
| 0.150 | 61.19 |
| 0.106 | 59.71 |
| 0.075 | 58.81 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-23*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR3 | | |
| # Profondità (m) : | 22.50 - 23.00 | | |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Argilla sabbiosa di bassa plasticità | Data Inizio Prova : | 07/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

| | | |
|---|---|---|
| P 4.75 mm | (%) | 91.08 |
| Metodo usato | (-) | B |

| | | |
|---|---|---|
| Picnometro n° | | 5 |
| Peso picnometro | (g) | 32.54 |
| Peso materiale secco | (g) | 9.37 |
| Peso picnometro dopo ebollizione | (g) | 87.46 |
| Temperatura | (°C) | 25.0 |
| Peso picnometro + materiale secco | (g) | 41.91 |
| Peso picnometro + acqua | (g) | 81.54 |
| Peso mat. secco + picnometro + acqua | (g) | 90.92 |
| Volume campione | ($cm^3$) | 3.46 |
| Peso Specifico Assoluto | | 2.71 |
| **Peso Specifico Assoluto a 20°C** | | **2.705** |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti

Note :



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR4 | | |
| # Profondità (m) : | 26.00 - 26.40 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 08/01/2026 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 10/01/2026 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 29.78 |
| Sabbia (%) | 37.41 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 32.81 |
| D. max (mm) | 47.1 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 33.139 |
| $D_{60}$ (mm) | 1.386 |
| $D_{50}$ (mm) | 0.573 |
| $D_{30}$ (mm) | N.D. |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

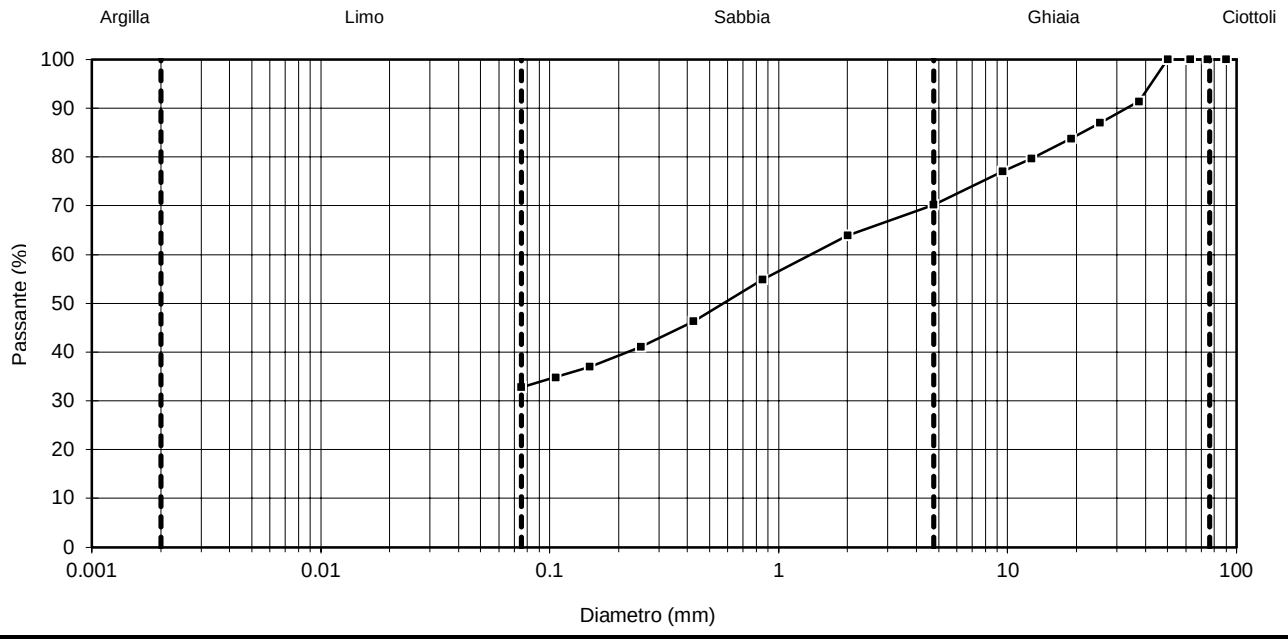
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 91.39 |
| 25.40 | 87.01 |
| 19.00 | 83.77 |
| 12.70 | 79.64 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 77.01 |
| 4.75 | 70.22 |
| 2.00 | 63.87 |
| 0.85 | 54.84 |
| 0.425 | 46.33 |
| 0.250 | 41.04 |
| 0.150 | 36.95 |
| 0.106 | 34.81 |
| 0.075 | 32.81 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Isabella Bellomo



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D6913-17 / D7928-21

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| # Campione : | CR5 | | |
| # Profondità (m) : | 31.60 - 31.90 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Rimaneggiato | Data Inizio Prova : | 29/12/2025 |
| Descrizione del Materiale : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 30/12/2025 |

*# dati forniti dal Cliente*

**DATI GRANULOMETRICI**

| | |
|---|---|
| Ciottoli (%) | 0.00 |
| Ghiaia (%) | 20.92 |
| Sabbia (%) | 54.84 |
| Limo (%) | N.D. |
| Argilla (%) | N.D. |
| Fini (%) | 24.24 |
| D. max (mm) | 31.6 |

**ALTRI PARAMETRI**

| | |
|---|---|
| $D_{90}$ (mm) | 13.013 |
| $D_{60}$ (mm) | 1.635 |
| $D_{50}$ (mm) | 0.963 |
| $D_{30}$ (mm) | 0.225 |
| $D_{10}$ (mm) | N.D. |
| $C_c$ | N.D. |
| $C_u$ | N.D. |

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

**Note:**

**SETACCIATURA**

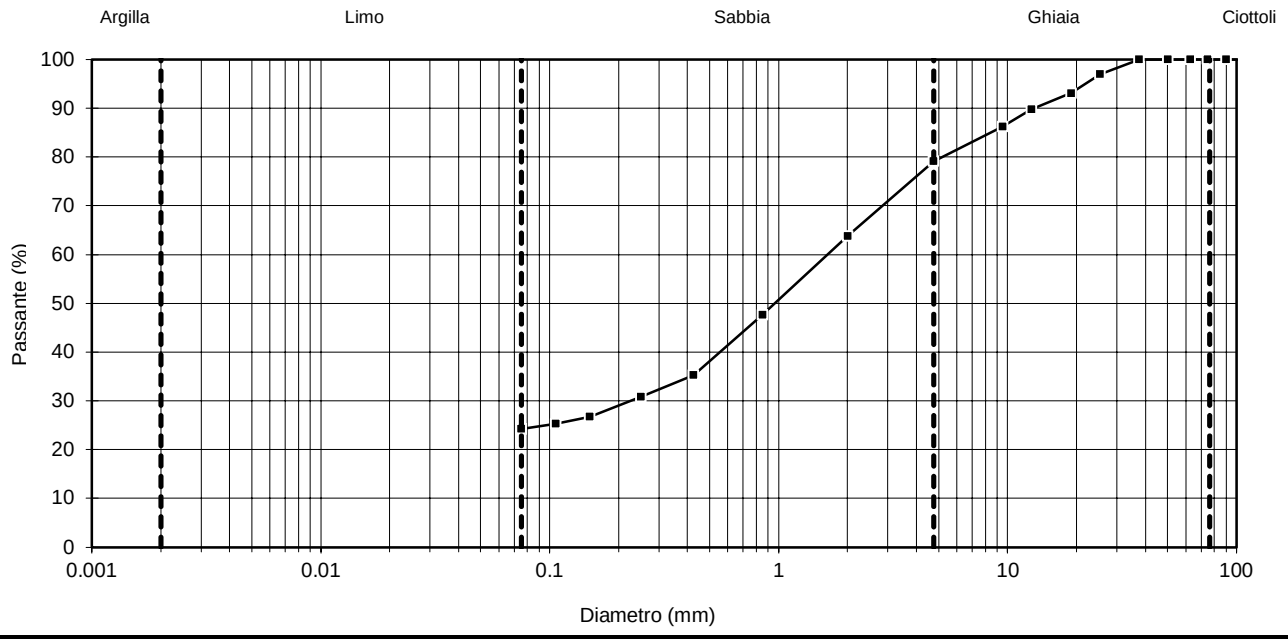
| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 125.00 | 100.00 |
| 90.00 | 100.00 |
| 75.00 | 100.00 |
| 63.00 | 100.00 |
| 50.00 | 100.00 |
| 37.50 | 100.00 |
| 25.40 | 97.00 |
| 19.00 | 93.11 |
| 12.70 | 89.80 |

**SETACCIATURA**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| 9.50 | 86.24 |
| 4.75 | 79.08 |
| 2.00 | 63.81 |
| 0.85 | 47.63 |
| 0.425 | 35.26 |
| 0.250 | 30.82 |
| 0.150 | 26.77 |
| 0.106 | 25.25 |
| 0.075 | 24.24 |

**SEDIMENTAZIONE**

| D (mm) | Pass (%) |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Pietro Pisano



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-23

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| Id. Campione : | BH-01 CL3 | | |
| Profondità (m) : | 33.95 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo Campione : | Spezzone di carota | Data Esecuzione Test : | 10/12/2025 |
| Descrizione : | Argilloscisto con vene di calcite | | |

### CARATTERISTICHE FISICHE

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | (cm) | 7.83 |
| Altezza | (cm) | 5.95 |
| Peso di volume | (kN/m$^3$) | 37.99 |

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

**Nota:**
Test eseguito fuori standard eseguito su spezzone naturale. La forte scistosità non ha permesso la retifica del provino.

Carico applicato parallelamente alla discontinuità.

### ROTTURA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Carico | (kN) | 8.9 | Velocità di appl. carico (MPa/s) : | 0.15 |
| **$\sigma_t$** | **(Mpa)** | **1.22** | | |

Pre test:



Post test:



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
## ASTM D7012-23 - METHOD C*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| N. Progetto : | 25103 | | |
| Id. Campione : | BH-01 CL1 | | |
| Profondità (m) : | 19.7 | | |
| Tipo Campione : | Spezzone di carota | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione : | Argilloscisto | Data Test : | 10/12/2025 |

### CARATTERISTICHE FISICHE

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | (cm) | 7.83 |
| Altezza | (cm) | 15.30 |
| Peso di volume | (kN/m$^3$) | 25.64 |

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

NOTE:
*Il provino non soddisfa il rapporto minimo lunghezza/diametro richiesto da standard per carenza di materiale. Il risultati possono differire da quelli ottenuti da un provino che soddisfi tali requisiti.*

### ROTTURA

| | | |
|---|---|---|
| Velocità di appl. carico | (MPa/s) | 0.09 |
| Tempo di rottura | (min) | 0.9 |
| Temperatura | (°C) | 20.0 |
| Carico | (kN) | 23.90 |

NOTE:
*Direzione di applicazione carico rispetto ad eventuali discontinuità: indifferente*

**$\sigma_u$ (MPa) 5.0**

Provino intatto



Provino dopo compressione



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
## ASTM D7012-23 - METHOD C*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| N. Progetto : | 25103 | | |
| Id. Campione : | BH-01 CL3 | | |
| Profondità (m) : | 33.85 | | |
| Tipo Campione : | Spezzone di carota | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Descrizione : | Argilloscisto con vene di calcite | Data Test : | 10/12/2025 |

### CARATTERISTICHE FISICHE

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | (cm) | 7.83 |
| Altezza | (cm) | 11.31 |
| Peso di volume | (kN/m$^3$) | 26.70 |

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

NOTE:
*Il provino non soddisfa il rapporto minimo lunghezza/diametro richiesto da standard per carenza di materiale. Il risultati possono differire da quelli ottenuti da un provino che soddisfi tali requisiti.*

### ROTTURA

| | | |
|---|---|---|
| Velocità di appl. carico | (MPa/s) | 0.18 |
| Tempo di rottura | (min) | 1.1 |
| Temperatura | (°C) | 20.0 |
| Carico | (kN) | 56.20 |

NOTE:
*Direzione di applicazione carico rispetto ad eventuali discontinuità: indifferente*

**$\sigma_u$ (MPa) 11.7**

Provino intatto



Provino dopo compressione



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

## DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI POINT LOAD - ASTM D5731-16*

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # N. Progetto : | 25103 | | |
| Descrizione : | Argilloscisto | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Condizioni di umidità iniziali : | Come da ricevimento | Data Test : | 10/12/2025 |

| # Id. Campione : | # Prof. (m) | Tipo Test | 2L (mm) | W (mm) | D (mm) | Carico (kN) | De (mm) | $De^2$ ($mm^2$) | Is (MPa) | F (-) | **$Is_{(50)}$ (MPa)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH-01 CL2 | 22.4 | A | | 78.3 | 40.0 | 4.0 | 58.2 | 3390 | 1.17 | 1.07 | **1.25** |
| BH-01 CL2 | 22.5 | A | | 78.3 | 48.0 | 2.7 | 64.7 | 4187 | 0.65 | 1.12 | **0.73** |
| BH-01 CL2 | 22.5 | A | | 78.3 | 25.0 | 3.9 | 46.8 | 2193 | 1.79 | 0.97 | **1.74** |
| BH-01-PZ CL1 | 26.3 | A | | 78.3 | 24.0 | 0.5 | 46.8 | 2193 | 0.24 | 0.97 | **0.24** |
| BH-01-PZ CL1 | 26.4 | D | 68.6 | 78.3 | 78.3 | 0.2 | 77.6 | 6029 | 0.02 | 1.22 | **0.03** |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Note: Il provino tende a rompersi lungo le discontinuità naturalmente presenti.

Tipo Test : d) test diametrale
a) test assiale
b) test su blocco
i) test su spezzone irregolare

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Niccolò Gambuti



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO - ASTM D2435/2435M-11 - Method B***

| | | | |
|---|---|---|---|
| # Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| # Prog. N. : | 25103 | | |
| # Nome Progetto : | METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO | | |
| # Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| # Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| # Id. Campione : | CI | Data ricevimento : | 24/11/2025 |
| # Profondità (m) : | 13.15 | Data inizio prova : | 22/12/2025 |
| Tipo di campione : | Indisturbato | Data fine prova : | 03/01/2026 |
| Descrizione : | Sabbia con argilla | | |

| CARATTERISTICHE FISICHE | | INIZIALI | FINALI |
|---|---|---|---|
| H, Altezza | (mm) | 20.0 | 20.0 |
| D, Diametro | (mm) | 50.5 | 50.5 |
| $\rho$, Peso di volume | (g/cm$^3$) | 2.35 | 2.48 |
| w, Contenuto in acqua | (%) | 10.8 | 7.4 |
| $\rho_d$, Densità secca | (g/cm$^3$) | 2.12 | 2.31 |
| $\rho_s$, Peso specifico** | (-) | 2.789 | 2.789 |
| e, Indice dei vuoti | (-) | 0.317 | 0.207 |
| $S_r$, Grado di saturazione | (%) | 95 | 100 |

** *Peso specifico misurato*

Provino ottenuto a cm dal top del campione

Press. di rigonfiamento, se presente (kPa) : -

Press. di suzione, se presente (kPa): -

Temperatura media di prova (°C) 20.6

Provino ottenuto mediante anello campionatore

Id. Edometro utilizzato OED

Note* :

$C_c$, indice di compressione

$C_s$, indice di rigonfiamento

$C_r$, indice di ricompressione

| $\sigma'_v$ (kPa) Pressione Verticale Efficace | $\Delta h$ (mm) Cedimento Verticale | T (°C) Temperatura | $\varepsilon_{v,f}$ (%) Deformazione Verticale | $e_f$ (-) Indice dei vuoti | M (MPa) Modulo Edometrico | Cc / Cs / Cr (-) Compressione/ Indice di Rigonfiamento | $c_v$ m$^2$/s Coefficiente di consolidazione primaria | $c_\alpha$ (-) Coefficiente di compressione secondaria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.000 | 20.9 | 0.000 | 0.317 | | | | . |
| 12.5 | 0.109 | 21.0 | 0.545 | 0.310 | 2.294 | | 7.1E-07 | - |
| 25 | 0.171 | 20.6 | 0.855 | 0.306 | 4.032 | 0.014 | 6.9E-07 | - |
| 50 | 0.263 | 20.4 | 1.315 | 0.300 | 5.435 | 0.020 | 9.7E-07 | - |
| 100 | 0.369 | 20.5 | 1.845 | 0.293 | 9.434 | 0.023 | 1.1E-06 | - |
| 200 | 0.532 | 20.9 | 2.660 | 0.282 | 12.270 | 0.036 | 9.5E-07 | - |
| 400 | 0.691 | 20.5 | 3.455 | 0.272 | 25.157 | 0.035 | 8.8E-07 | - |
| 800 | 0.885 | 20.6 | 4.425 | 0.259 | 41.237 | 0.042 | 9.0E-07 | - |
| 1600 | 1.106 | 20.1 | 5.530 | 0.245 | 72.398 | 0.048 | 9.0E-07 | - |
| 3200 | 1.374 | 20.3 | 6.870 | 0.227 | 119.403 | 0.059 | 5.8E-07 | - |
| 6400 | 1.726 | 20.8 | 8.630 | 0.204 | 181.818 | 0.077 | 6.5E-07 | - |
| 1600 | 1.707 | 20.8 | 8.535 | 0.205 | | 0.002 | | |
| 400 | 1.674 | 20.3 | 8.370 | 0.207 | | 0.004 | | |

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi

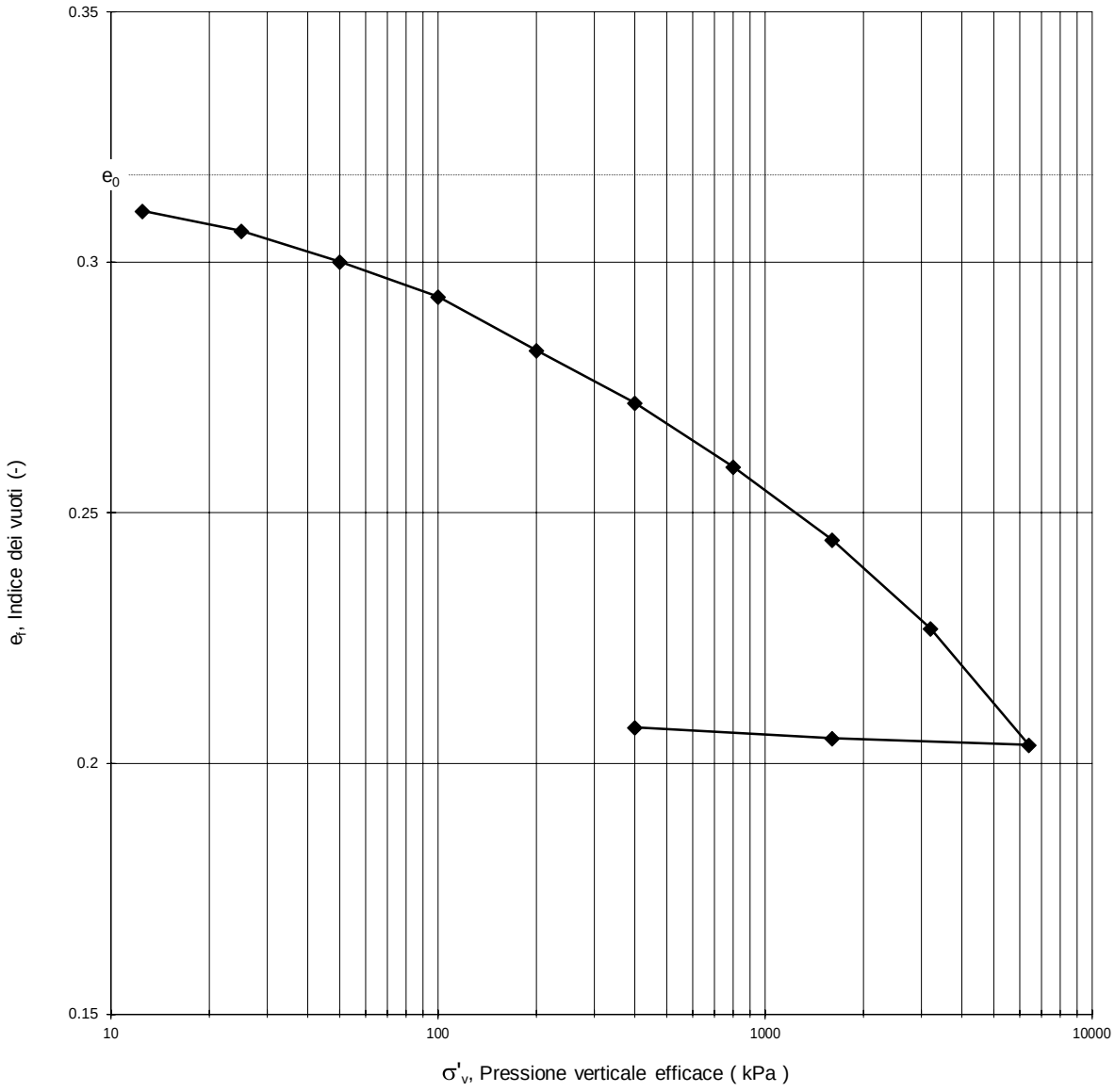


Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO - ASTM D2435/2435M-11 - Method B***

# Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
# Prog. N. : 25103
# Nome Progetto METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO
# Località : Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE
# Sondaggio : BH-02-PZ
# Id. Campione : CI
# Profondità (m) : 13.15




**Note:**

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentat Dott. Elena Tortonesi

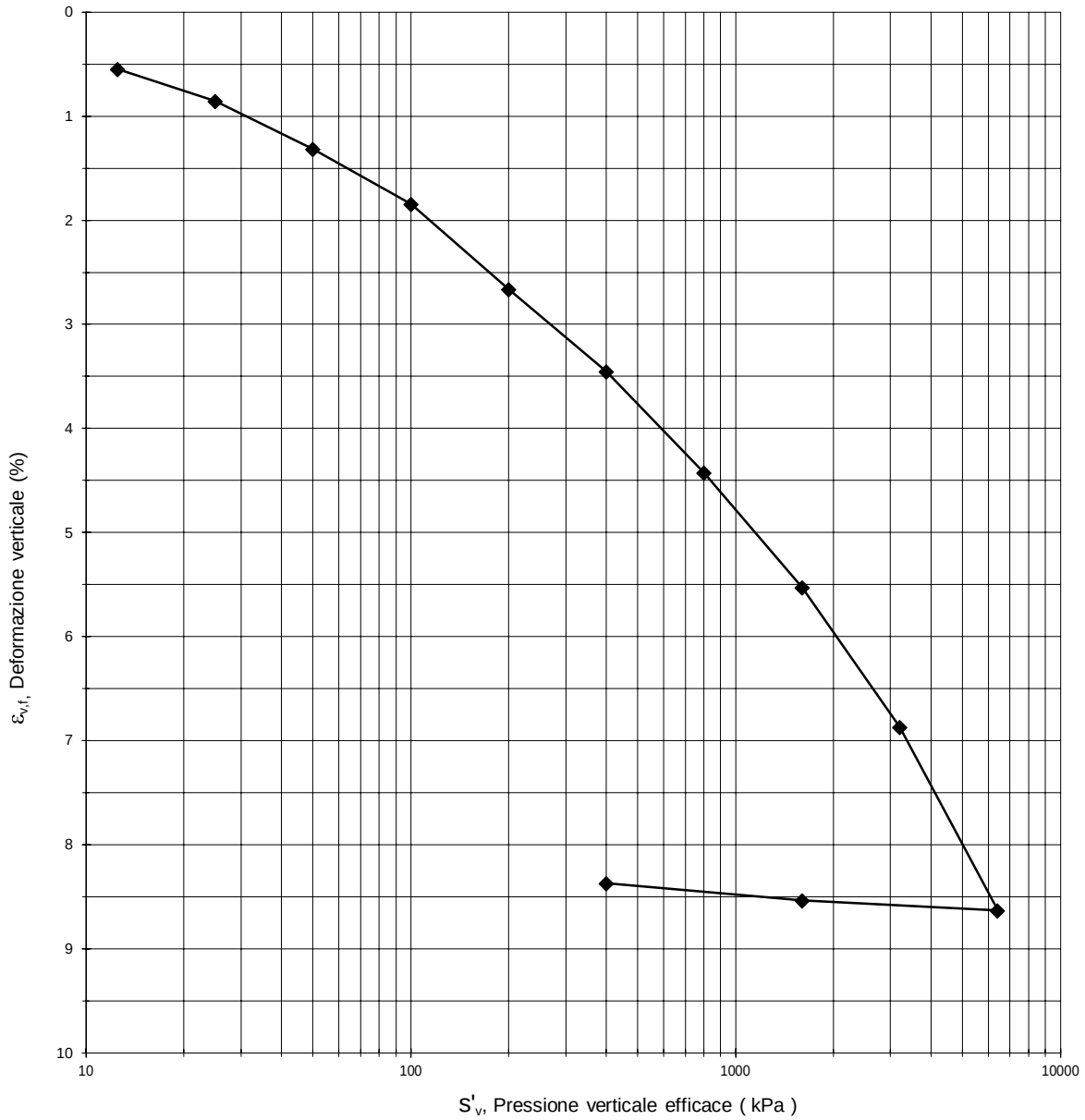


Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO - ASTM D2435/2435M-11 - Method B***

# Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
# Prog. N. : 25103
# Nome Progetto METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO
# Località : Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE
# Sondaggio : BH-02-PZ
# Id. Campione : CI
# Profondità (m) : 13.15




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentat Dott. Elena Tortonesi

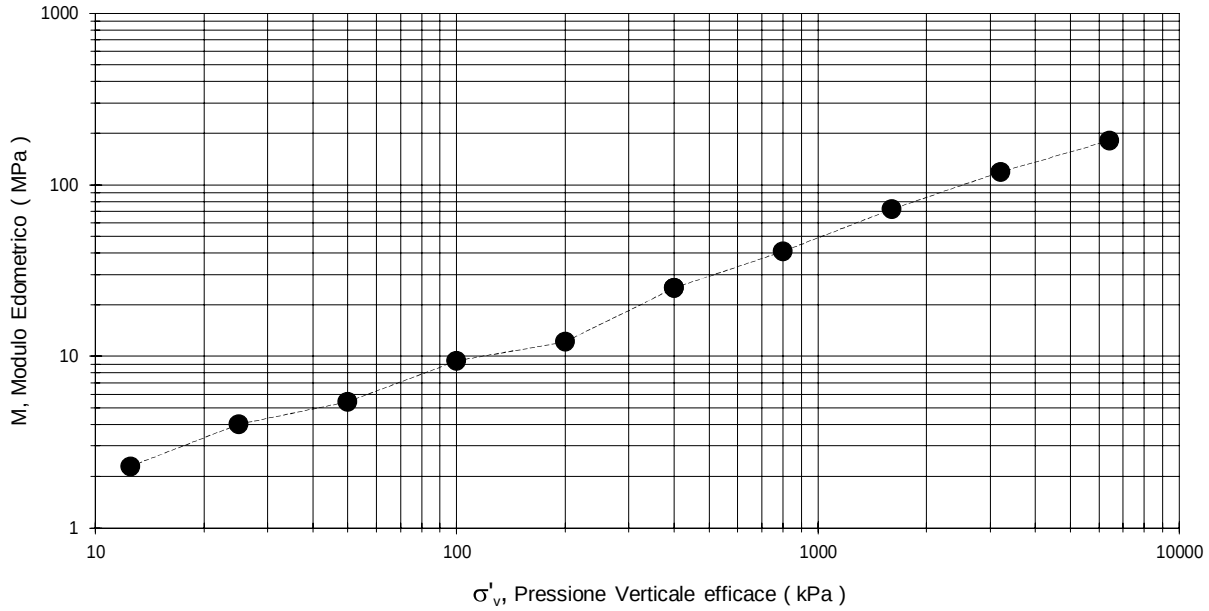


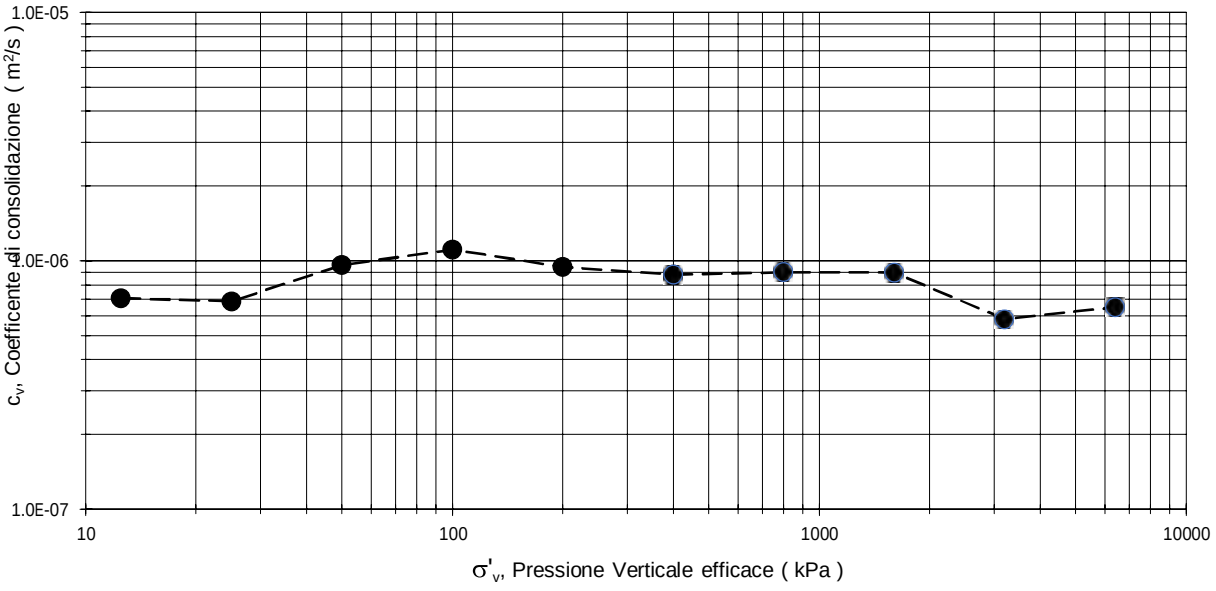
Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO - ASTM D2435/2435M-11 - Method B***

# Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
# Prog. N. : 25103
# Nome Progetto METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO
# Località : Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE
# Sondaggio : BH-02-PZ
# Id. Campione : CI
# Profondità (m) 13.15




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentat Dott. Elena Tortonesi

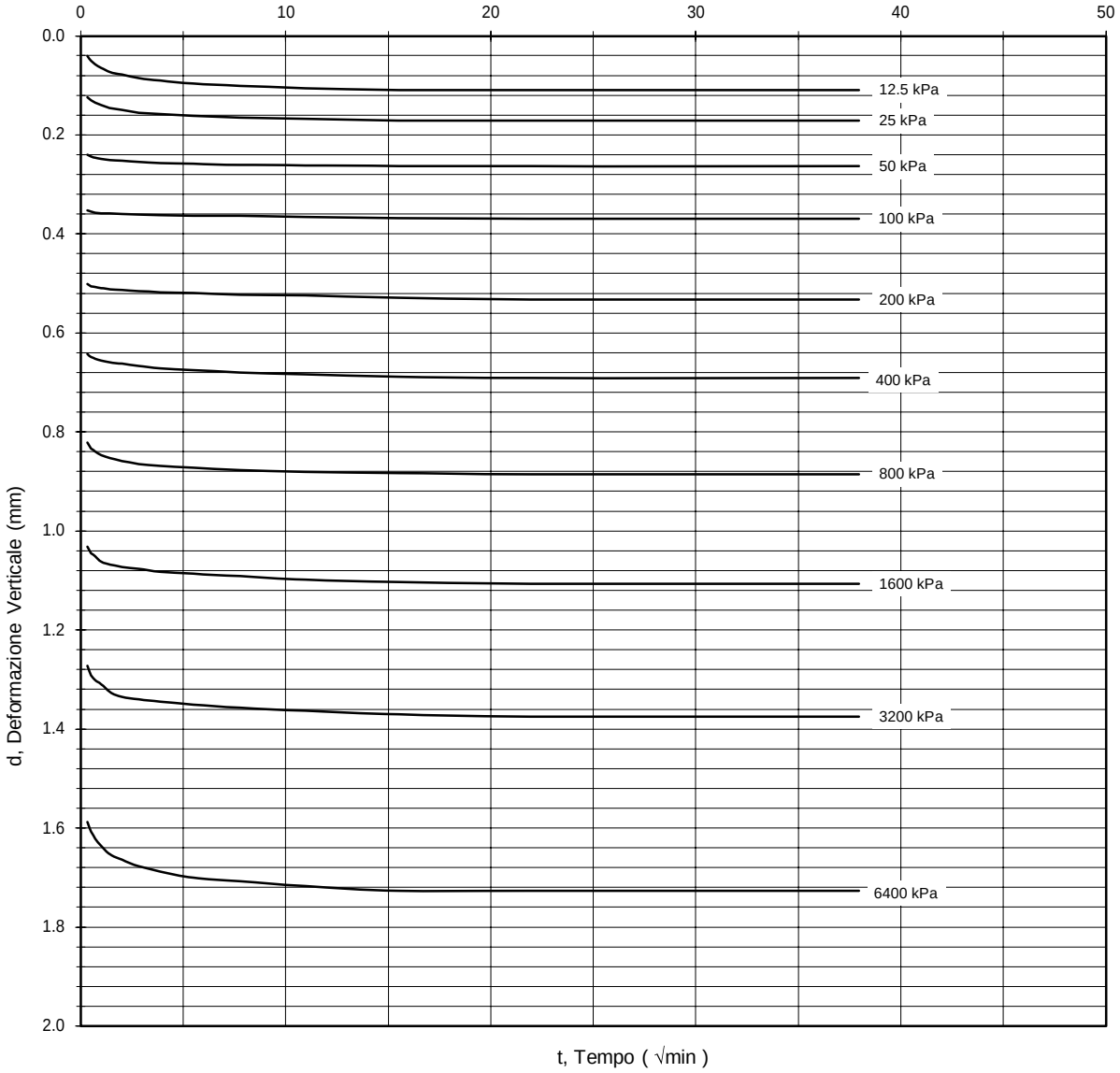


Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO - ASTM D2435/2435M-11 - Method B***

# Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
# Prog. N. : 25103
# Nome Progetto : METROPOLITANA DI GENOVA – Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO
# Località : Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE
# Sondaggio : BH-02-PZ
# Id. Campione : CI
# Profondità (m) : 13.15




Note:

Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey Sperimentatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

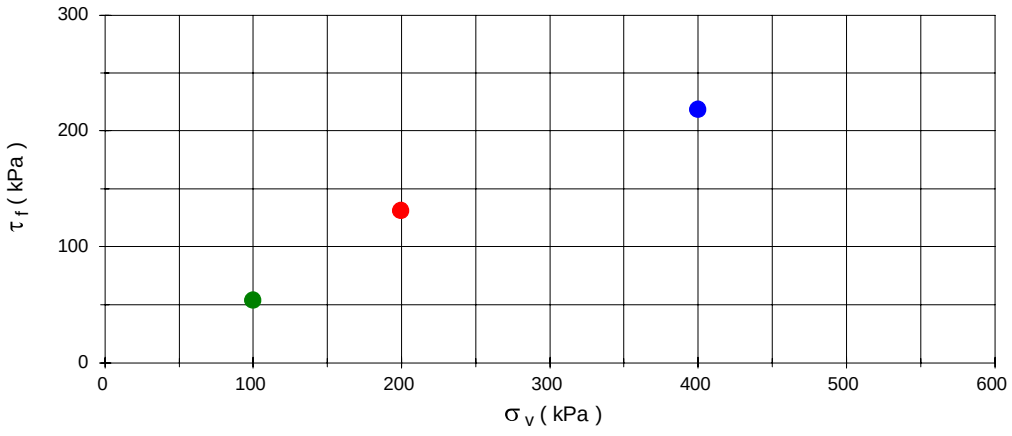
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-01 | | |
| #Campione : | CI | | |
| #Profondità (m) : | 11.50 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 22/12/2025 |
| Descrizione : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 30/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.02 | 2.02 | 2.02 |
| D | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 19.39 | 19.66 | 19.35 |
| $W_i$ | (%) | | 25.4 | 24.3 | 22.1 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 15.46 | 15.82 | 15.85 |
| $G_s$ | (-) | (misurato) | 2.72 | 2.72 | 2.72 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 100 | 200 | 400 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 2.82 | 3.63 | 4.83 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | 0.44 | 0.78 | 1.14 |
| $d_h$ | (mm) | 11.55 | 11.55 | 7.29 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 53.5 | 130.9 | 218.2 |
| $W_f$ | (%) | 16.5 | 11.7 | 6.9 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 18.43 | 20.24 | 22.49 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

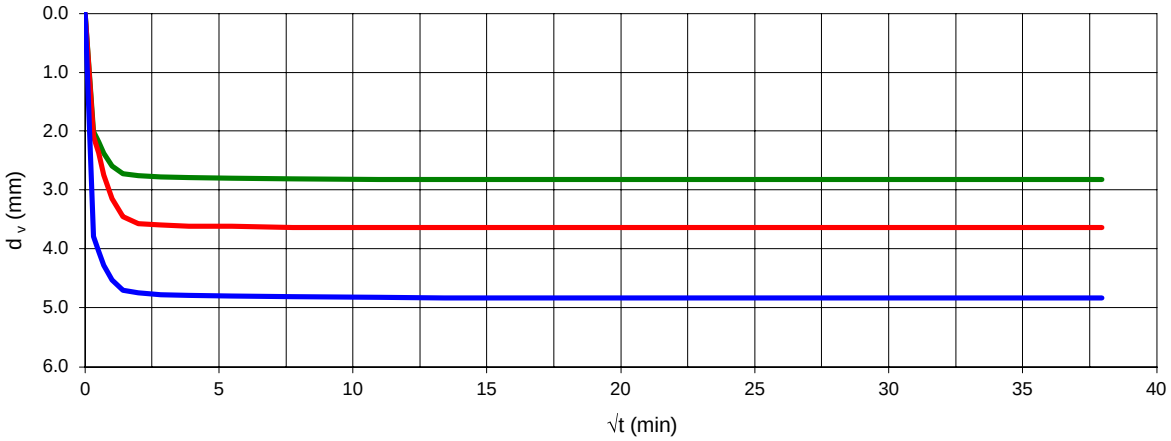
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

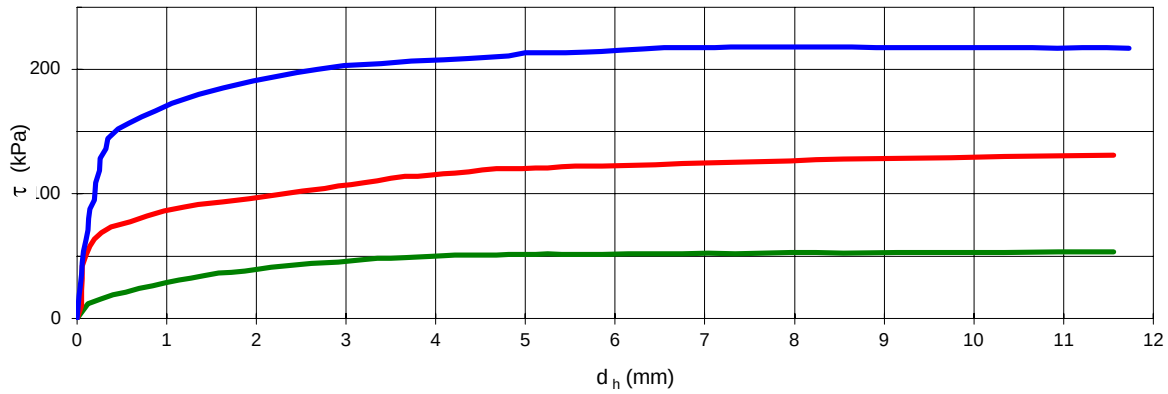
| | |
|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| #Campione : | BH-01-CI |
| #Profondità (m) : | 11.50 |

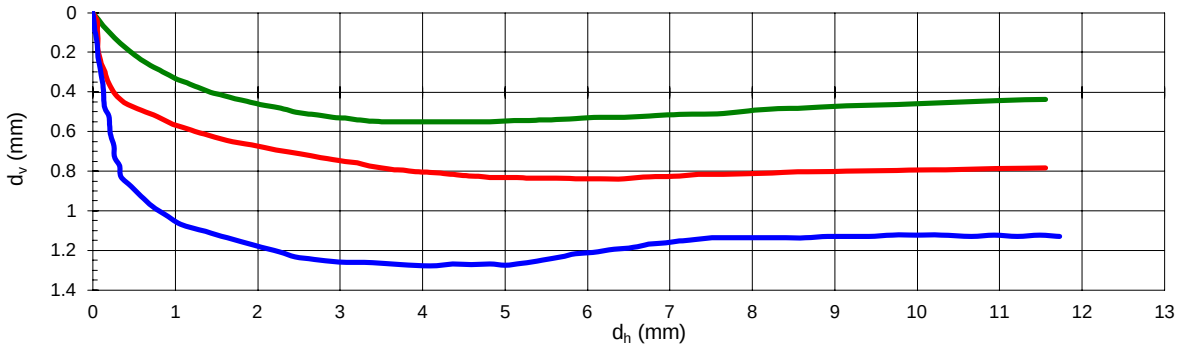
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

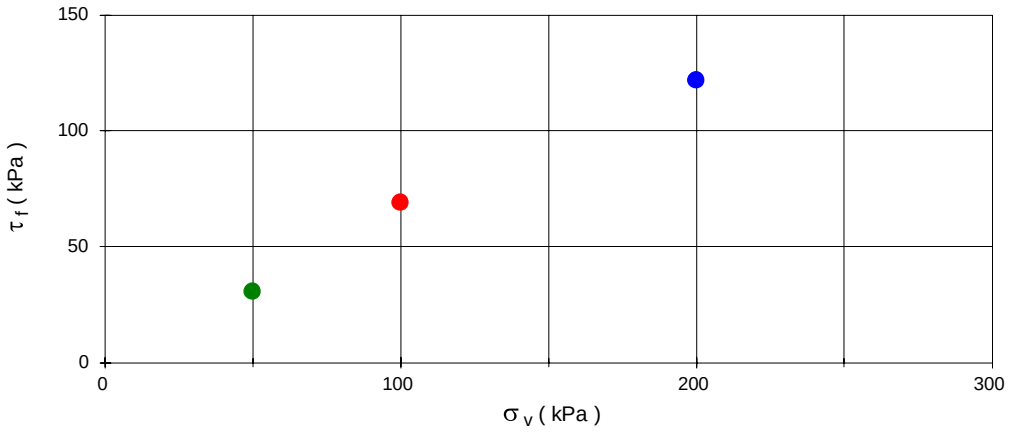
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| #Campione : | CR1 | | |
| #Profondità (m) : | 1.10 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 22/12/2025 |
| Descrizione : | Sabbia limosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 30/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| L | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 20.23 | 20.19 | 20.29 |
| $W_i$ | (%) | | 16.3 | 15.8 | 14.6 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 17.40 | 17.43 | 17.70 |
| $G_s$ | (-) | (stimato) | 2.70 | 2.70 | 2.70 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 50 | 100 | 200 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 0.95 | 1.81 | 2.80 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | 0.09 | 0.71 | 1.04 |
| $d_h$ | (mm) | 11.77 | 2.55 | 11.62 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 30.7 | 69.0 | 121.6 |
| $W_f$ | (%) | 16.8 | 12.5 | 8.9 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 18.24 | 19.79 | 21.35 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Luca Tricarico



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

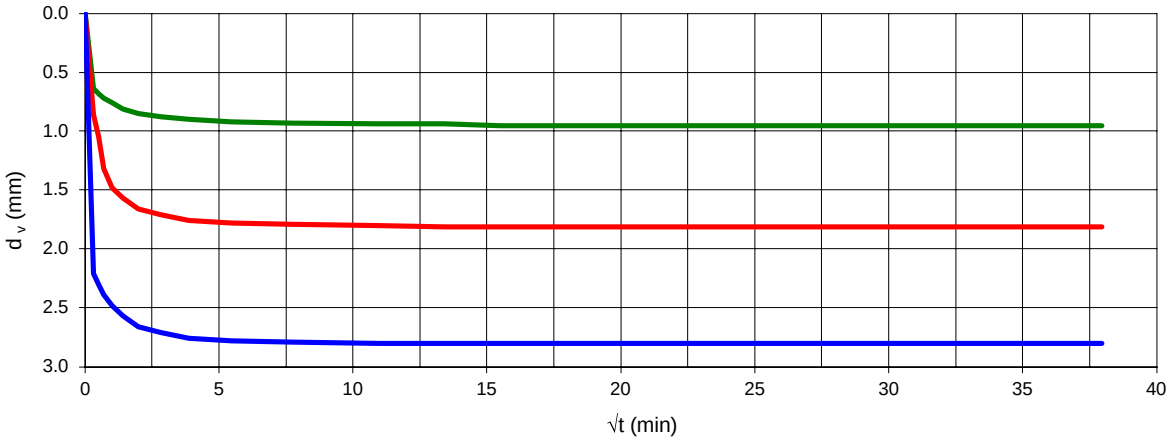
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare*

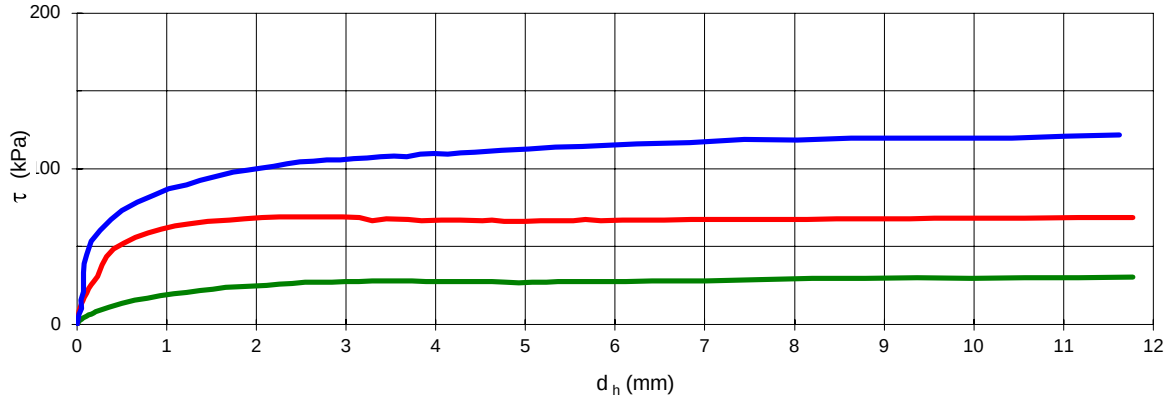
| | |
|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| #Campione : | BH-02-PZ-CR1 |
| #Profondità (m) : | 1.10 |

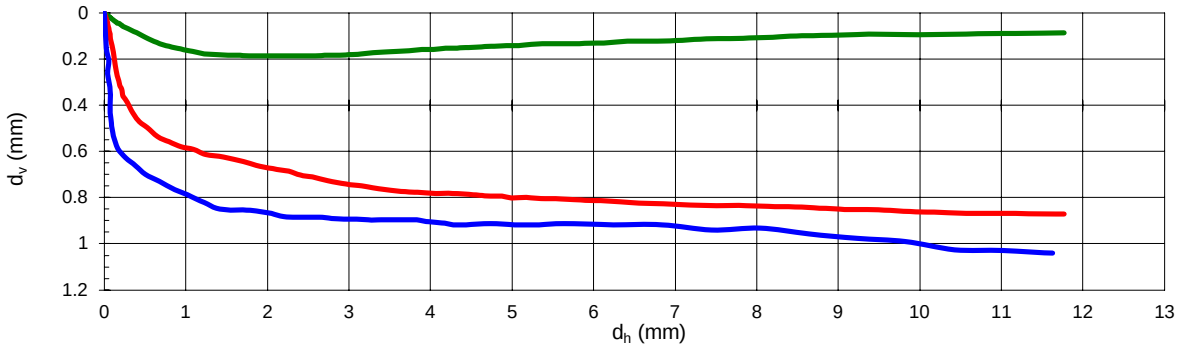
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Luca Tricarico



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

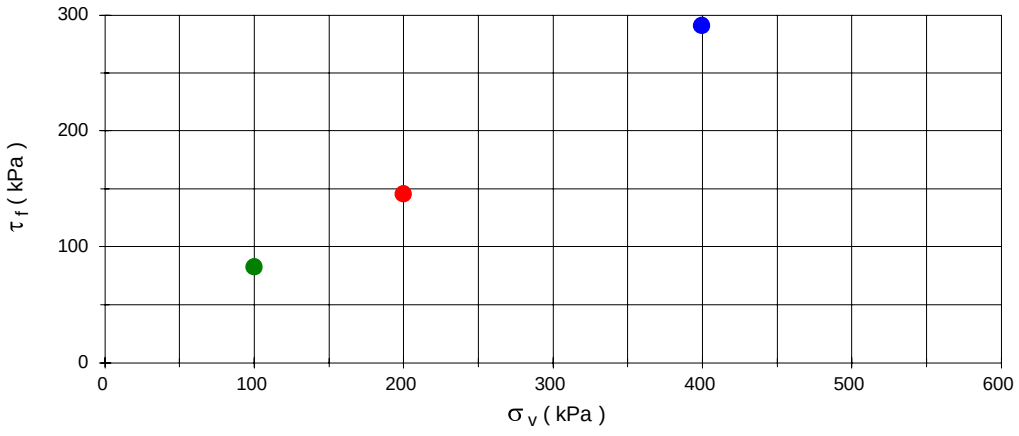
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| #Campione : | CR2 | | |
| #Profondità (m) : | 8.70 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 05/12/2025 |
| Descrizione : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 12/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| L | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 23.39 | 20.93 | 21.68 |
| $W_i$ | (%) | | 7.7 | 6.9 | 6.7 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 21.71 | 19.57 | 20.32 |
| $G_s$ | (-) | (stimato) | 2.68 | 2.68 | 2.68 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 100 | 200 | 400 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 0.27 | 0.62 | 0.99 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | -0.89 | -0.10 | 0.11 |
| $d_h$ | (mm) | 9.39 | 8.97 | 10.68 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 82.4 | 145.3 | 290.7 |
| $W_f$ | (%) | 9.3 | 11.5 | 8.3 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 21.06 | 20.09 | 21.49 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

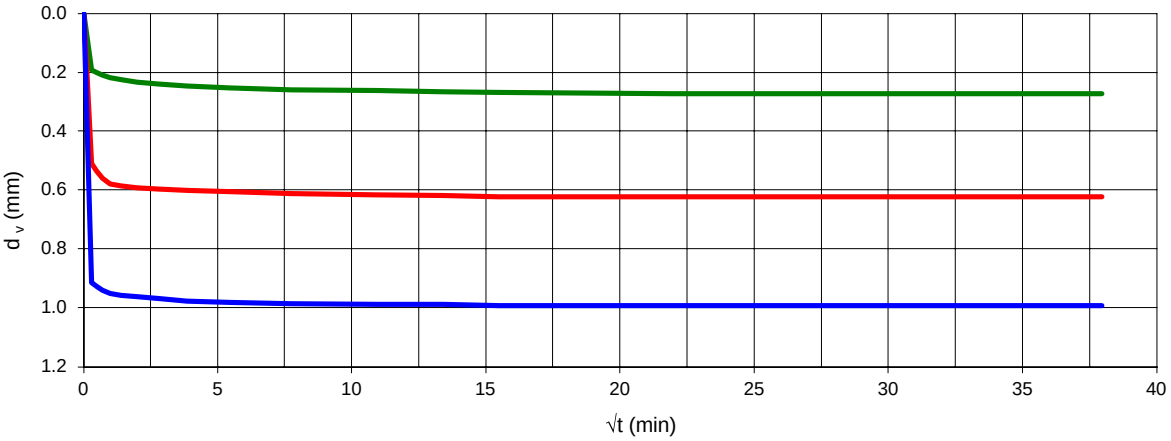
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

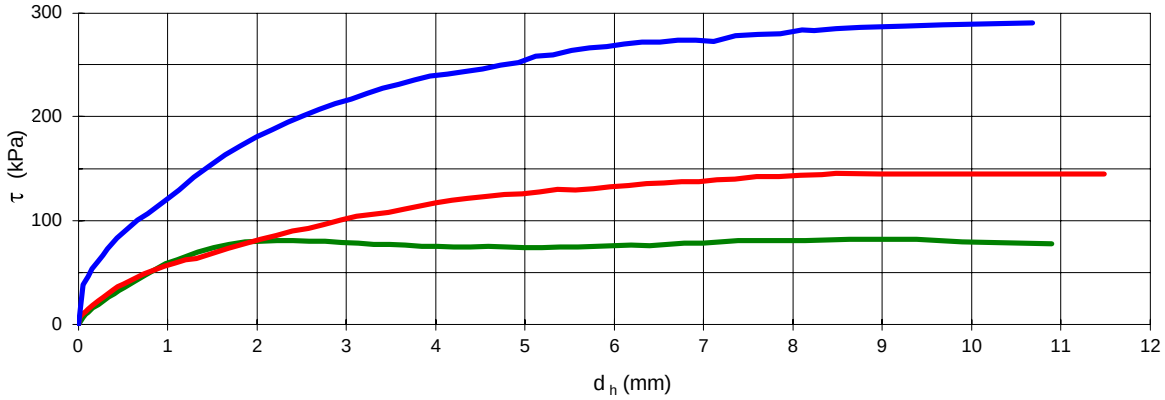
#Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
#Località : Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE
#Campione : BH-02-PZ-CR2
#Profondità (m) : 8.70

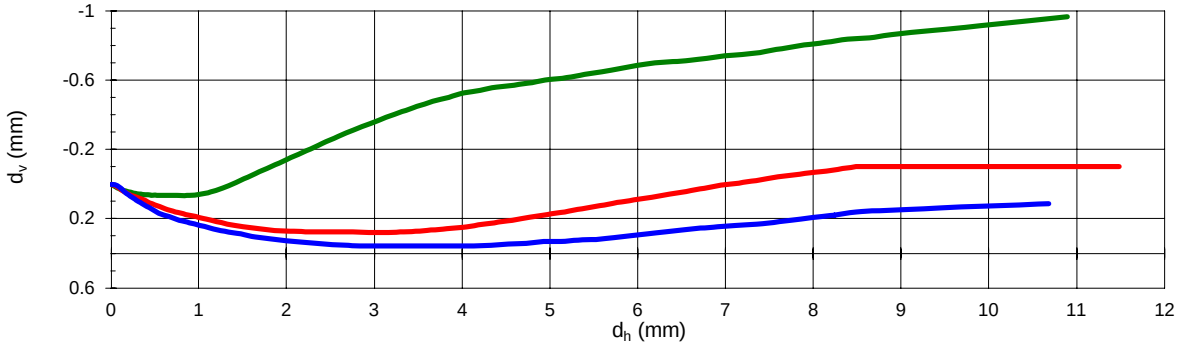
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

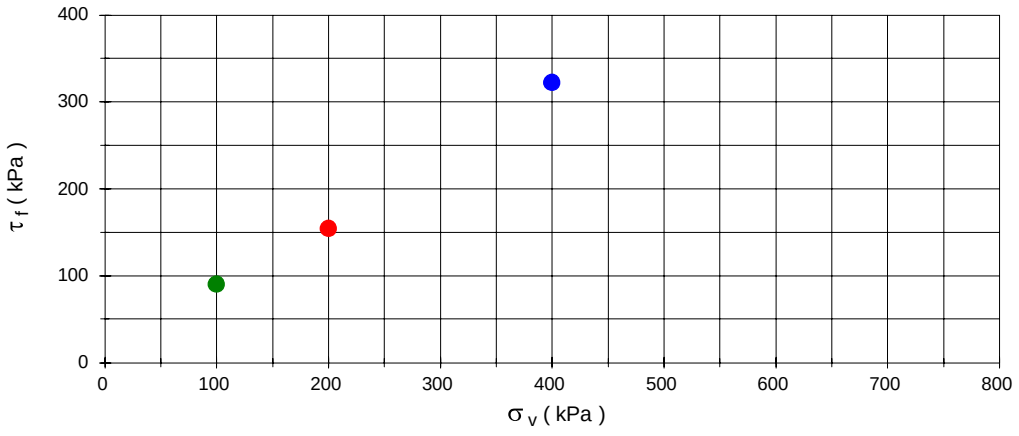
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-02-PZ | | |
| #Campione : | CR3 | | |
| #Profondità (m) : | 14.25 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 22/12/2025 |
| Descrizione : | Ghiaia limosa con sabbia | Data Fine Prova : | 30/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| L | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 19.80 | 18.44 | 19.80 |
| $W_i$ | (%) | | 9.4 | 7.0 | 6.5 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 18.09 | 17.23 | 18.59 |
| $G_s$ | (-) | (misurato) | 2.75 | 2.75 | 2.75 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 100 | 200 | 400 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 3.10 | 4.40 | 5.27 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | 0.23 | 0.52 | 1.07 |
| $d_h$ | (mm) | 11.17 | 9.05 | 9.00 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 89.6 | 153.9 | 321.8 |
| $W_f$ | (%) | 9.8 | 6.7 | -0.2 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 21.23 | 22.78 | 27.06 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

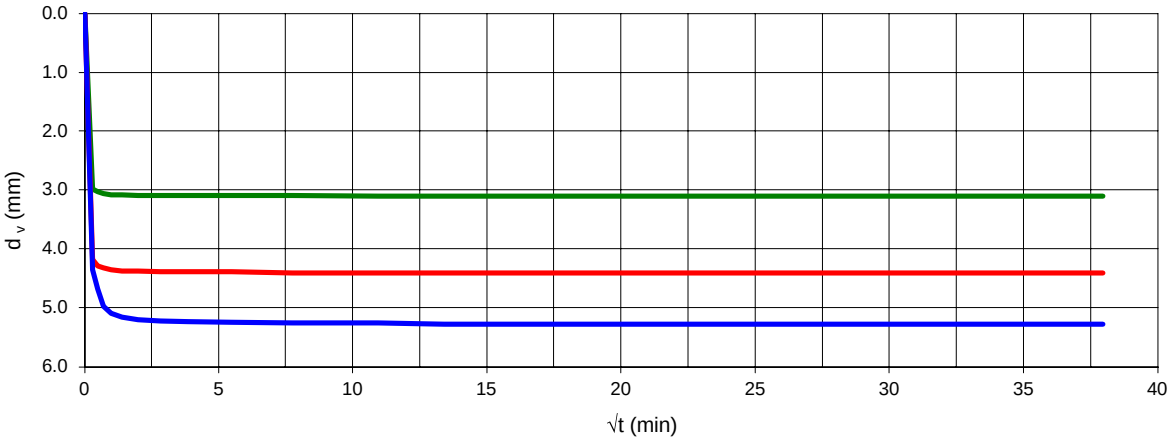
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

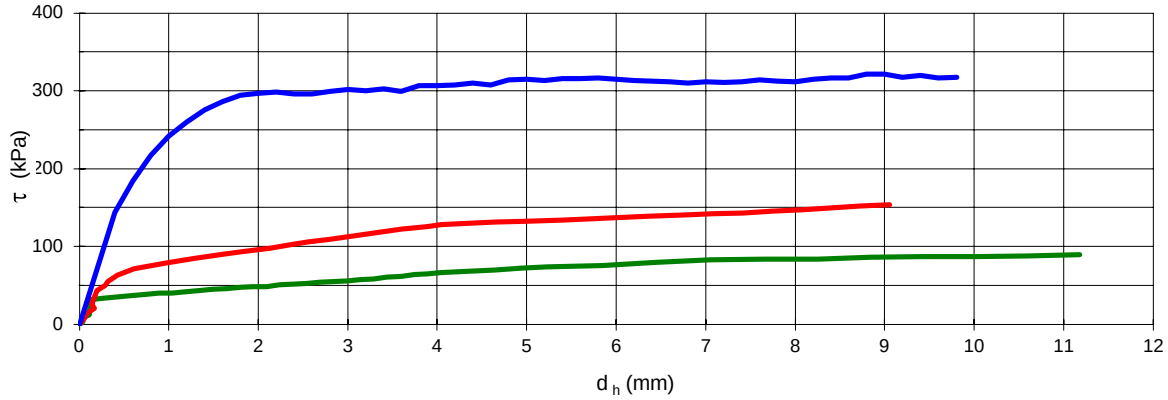
#Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
#Località : Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE
#Campione : BH-02-PZ-CR3
#Profondità (m) : 14.25

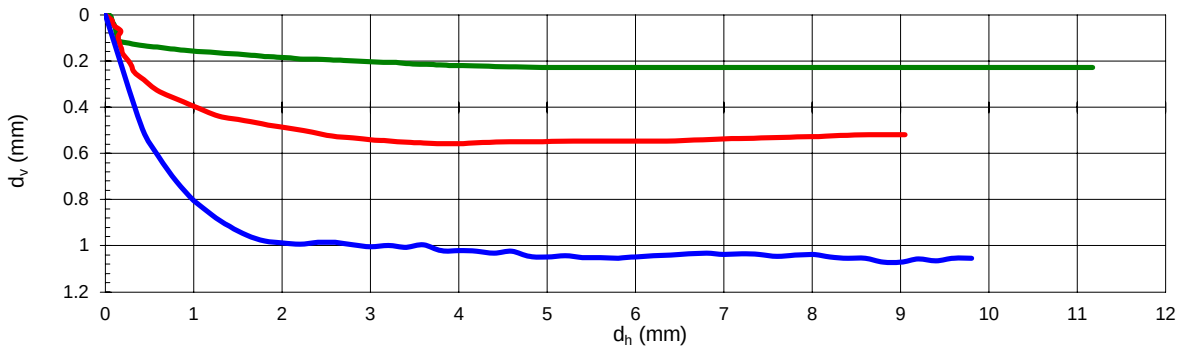
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Elena Tortonesi



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

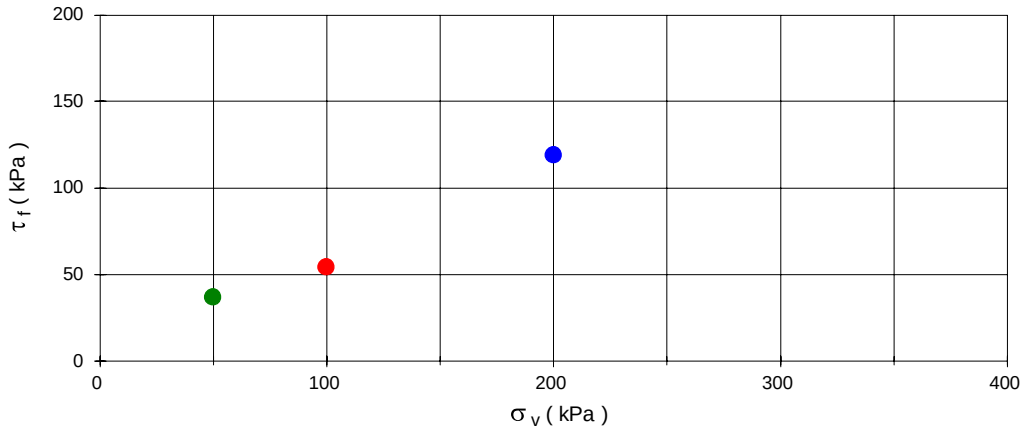
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| #Campione : | CR1 | | |
| #Profondità (m) : | 3.35 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 04/12/2025 |
| Descrizione : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 12/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| L | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 20.00 | 21.06 | 20.67 |
| $W_i$ | (%) | | 18.0 | 17.1 | 13.3 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 16.95 | 17.99 | 18.24 |
| $G_s$ | (-) | (misurato) | 2.75 | 2.75 | 2.75 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 50 | 100 | 200 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 0.70 | 1.10 | 1.40 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | 0.10 | 0.20 | 0.29 |
| $d_h$ | (mm) | 9.16 | 11.57 | 11.57 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 36.8 | 54.1 | 119.1 |
| $W_f$ | (%) | 19.4 | 14.6 | 12.9 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 17.57 | 19.23 | 19.90 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

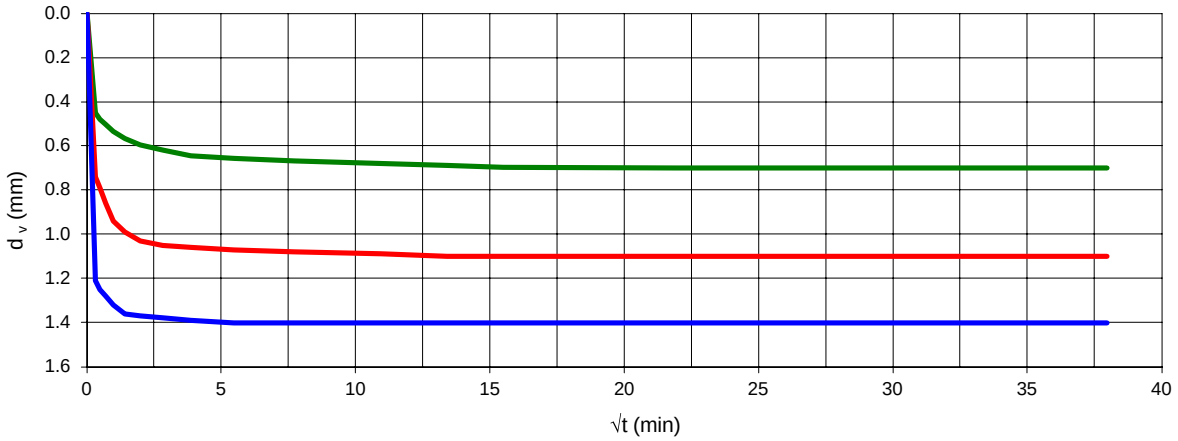
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare*

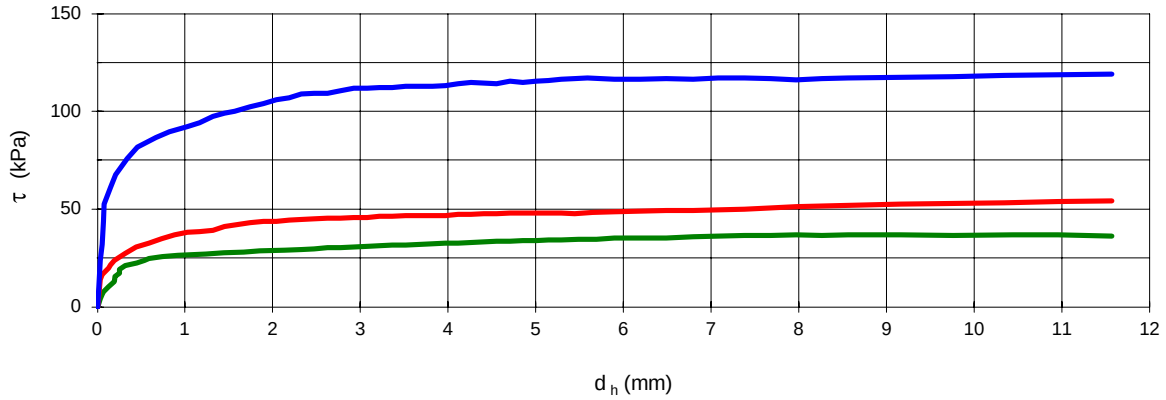
| | |
|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| #Campione : | BH-03-DH-CR1 |
| #Profondità (m) : | 3.35 |

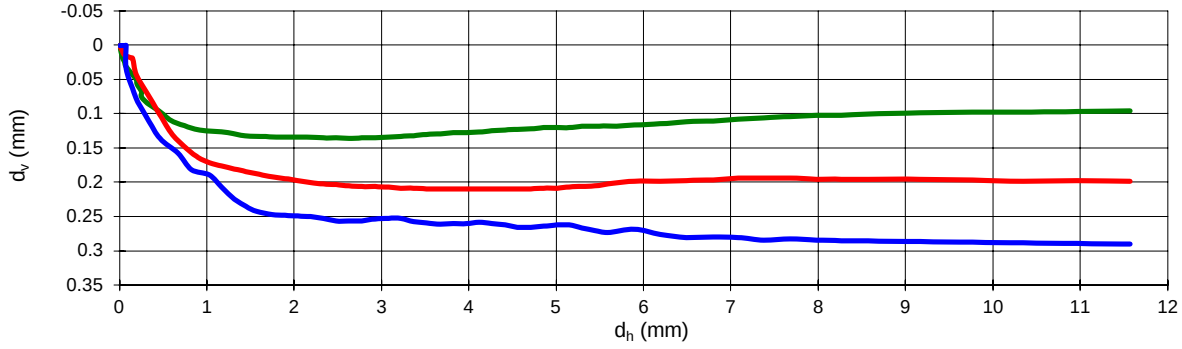
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

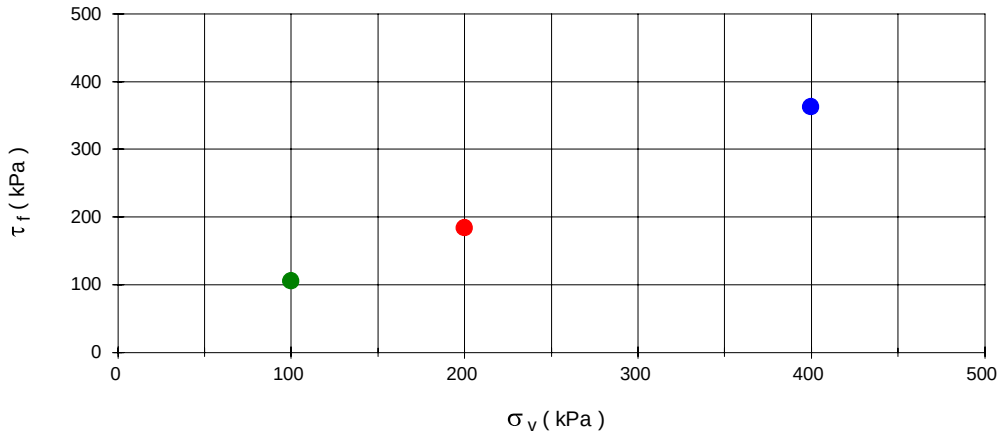
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| #Campione : | CI | | |
| #Profondità (m) : | 12.70 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 22/12/2025 |
| Descrizione : | Ghiaia argillosa con sabbia | Data Fine Prova : | 30/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.02 | 2.02 | 2.02 |
| D | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 19.94 | 19.01 | 19.68 |
| $W_i$ | (%) | | 8.6 | 7.8 | 6.1 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 18.37 | 17.64 | 18.55 |
| $G_s$ | (-) | (misurato) | 2.74 | 2.74 | 2.74 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 100 | 200 | 400 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 0.94 | 1.87 | 2.31 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | 0.26 | 0.52 | 0.61 |
| $d_h$ | (mm) | 7.68 | 11.56 | 4.80 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 105.1 | 183.3 | 362.4 |
| $W_f$ | (%) | 13.8 | 12.5 | 8.4 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 19.52 | 20.00 | 21.84 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

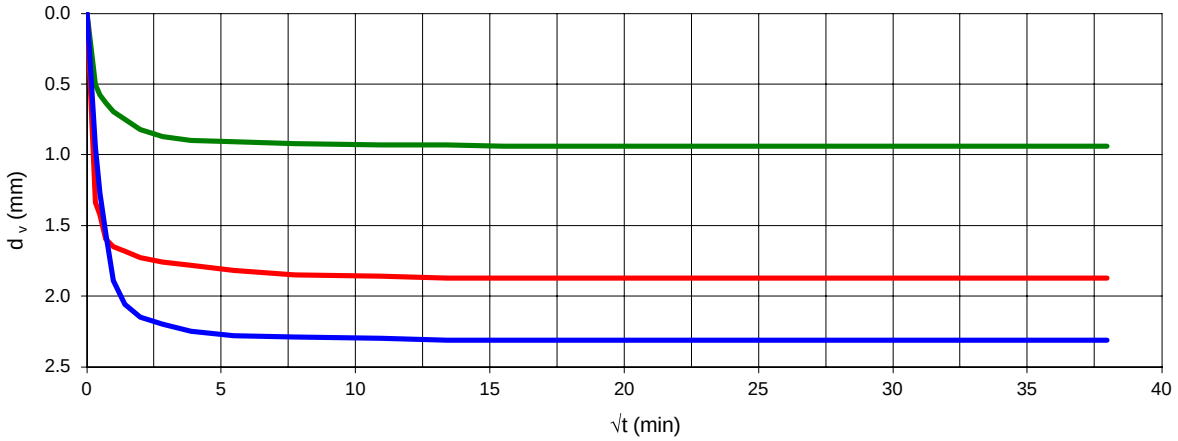
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione*

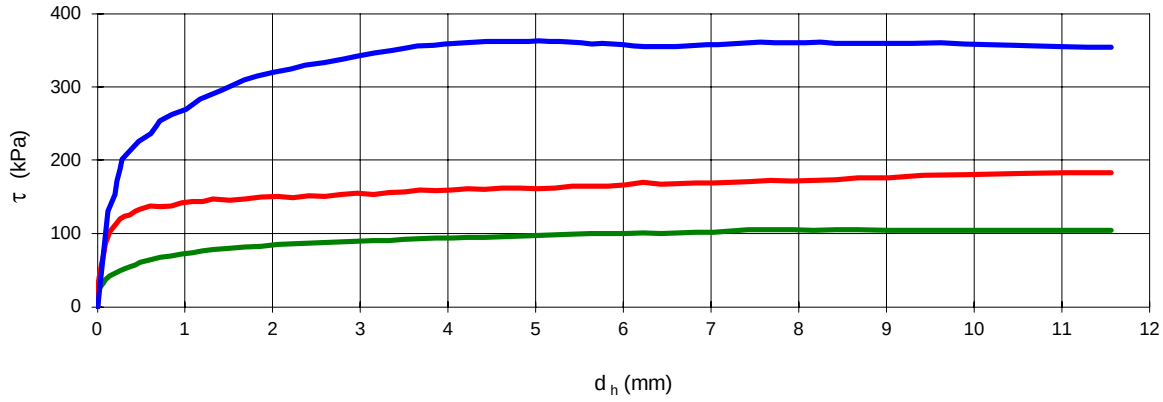
| | |
|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| #Campione : | BH-03-DH-CI |
| #Profondità (m) : | 12.70 |

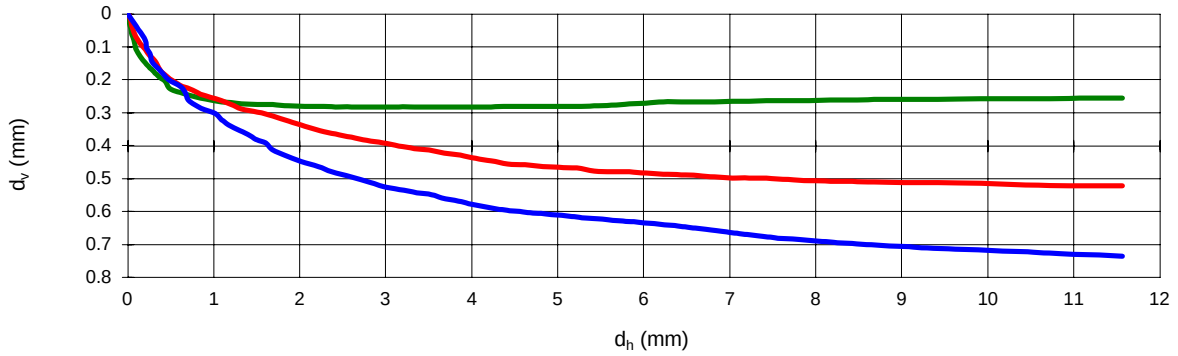
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Ing. Sneha Madathiparambil Paul



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

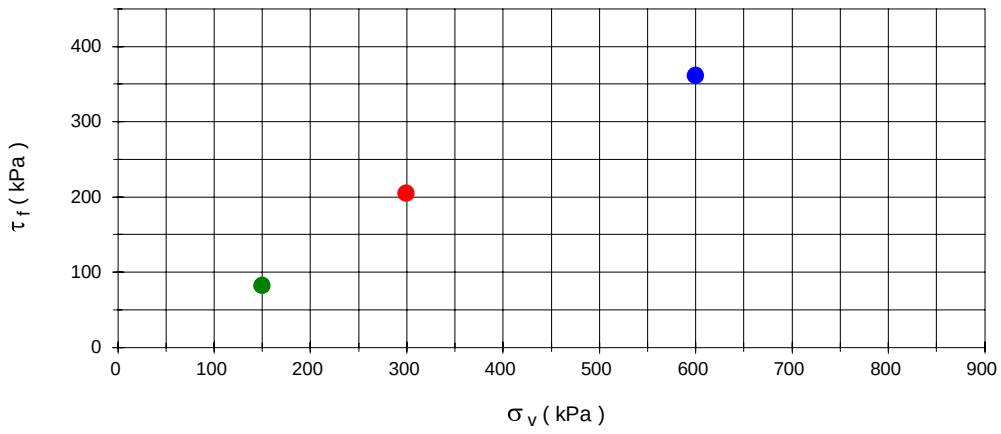
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare*

| | | | |
|---|---|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL | | |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE | | |
| #Sondaggio : | BH-03-DH | | |
| #Campione : | CR4 | | |
| #Profondità (m) : | 26.30 | Data Ricevimento : | 24/11/2025 |
| Tipo del campione : | indisturbato | Data Inizio Prova : | 04/12/2025 |
| Descrizione : | Sabbia argillosa con ghiaia | Data Fine Prova : | 12/12/2025 |

| **CONDIZIONI INIZIALI** | | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| H | (cm) | | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| L | (cm) | | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| $\gamma_t$ | (kN/m$^3$) | | 23.25 | 22.89 | 22.34 |
| $W_i$ | (%) | | 7.6 | 6.7 | 5.7 |
| $\gamma_d$ | (kN/m$^3$) | | 21.61 | 21.44 | 21.13 |
| $G_s$ | (-) | (stimato) | 2.70 | 2.70 | 2.70 |
| metodo preparazione provino | | | Infustellamento | Infustellamento | Infustellamento |
| Orientazione del provino nel campione | | | Coassiale | Coassiale | Coassiale |

| **FASE DI TAGLIO** | | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---|---|---|---|---|
| Velocità di avanzamento | (mm/min) | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| $\sigma_v$ | (kPa) | 150 | 300 | 600 |
| $\Delta H_c$ | (mm) | 0.89 | 1.84 | 2.91 |
| $\Delta H_f$ | (mm) | 0.27 | 0.41 | 0.67 |
| $d_h$ | (mm) | 4.03 | 4.07 | 4.17 |
| $\tau_f$ | (kPa) | 81.5 | 204.5 | 361.0 |
| $W_f$ | (%) | 6.0 | 3.6 | 1.0 |
| $\gamma_{df}$ | (kN/m$^3$) | 22.80 | 24.17 | 25.76 |
| Criterio di rottura considerato | | Massimo sforzo | Massimo sforzo | Massimo sforzo |




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey  Operatore : Dott. Isabella Bellomo



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

02015

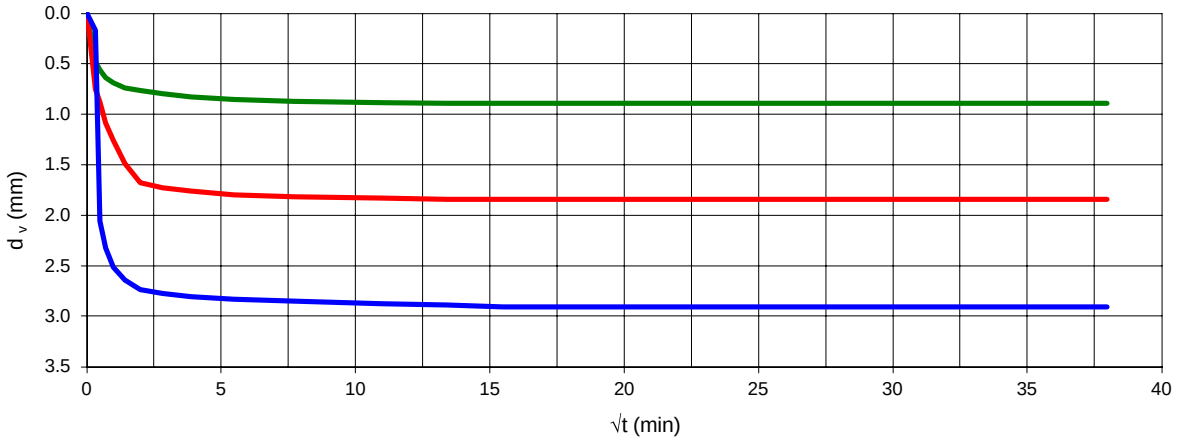
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-23*

*Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare*

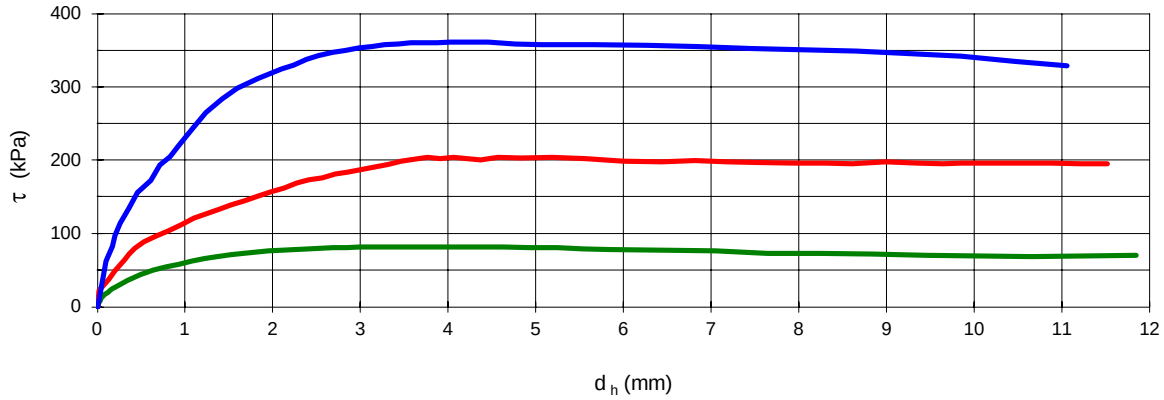
| | |
|---|---|
| #Cliente : | M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL |
| #Località : | Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO - Metropolitana di GE |
| #Campione : | BH-03-DH-CR4 |
| #Profondità (m) : | 26.30 |

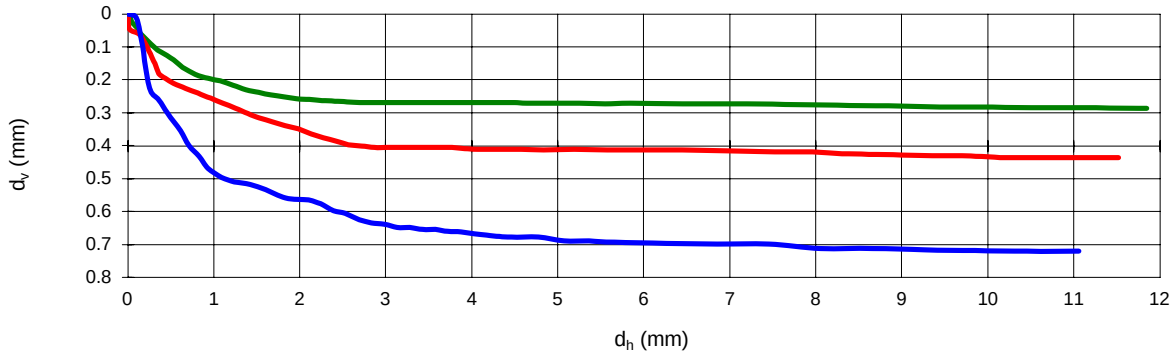
Provino 1
Provino 2
Provino 3

### FASE DI CONSOLIDAZIONE




### FASE DI TAGLIO




Direttore Laboratorio : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Isabella Bellomo



Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente