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

Il Responsabile dell'Integrazione tra levarie discipline specialistiche:

Ing. Mario Bordi
Ordine Ing. Genova n.5723

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_0	0	-
	CODICE ELAB.: P0 SIGI GEO R 007		

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE	20/03/2025	L. PAVIGLIANITI	M. MARCHESINI	M. BORDI

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

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 3-5 – 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 3-5 - Planimetria ubicazione indagini COCIV - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi 8

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

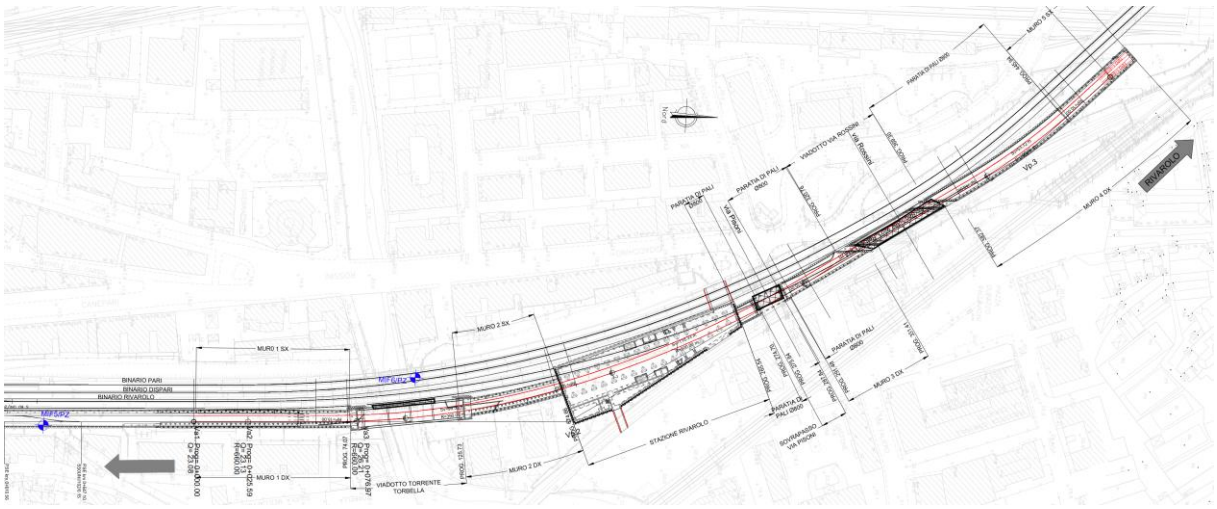


Figura 3-2 - Planimetria ubicazione indagini Progetto definitivo Brin - Canepari

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

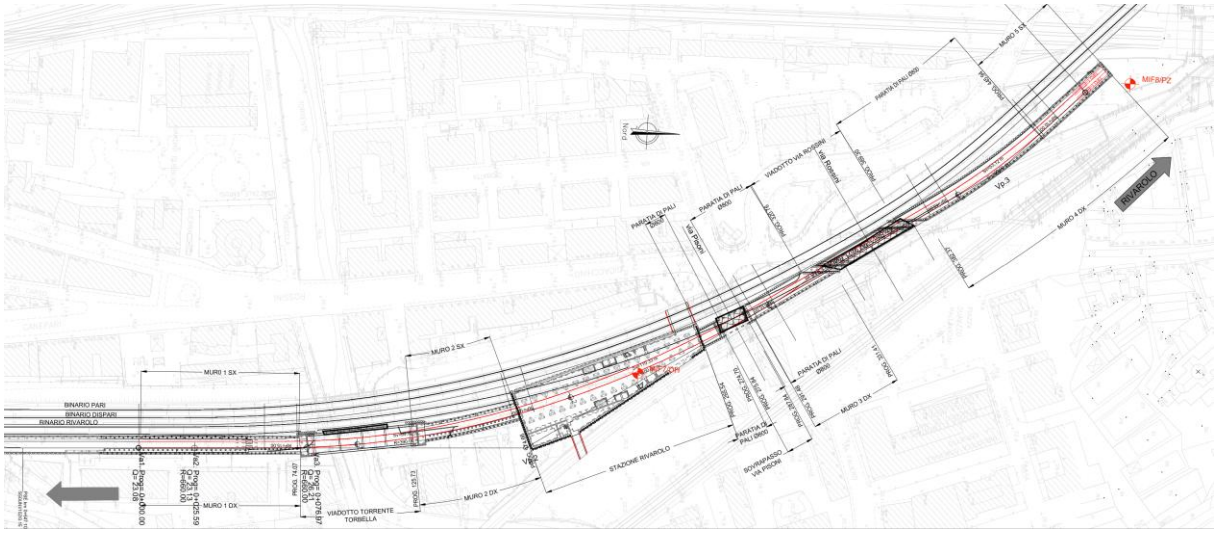


Figura 3-3 - Planimetria ubicazione indagini PFTE Canepari - Rivarolo

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		-

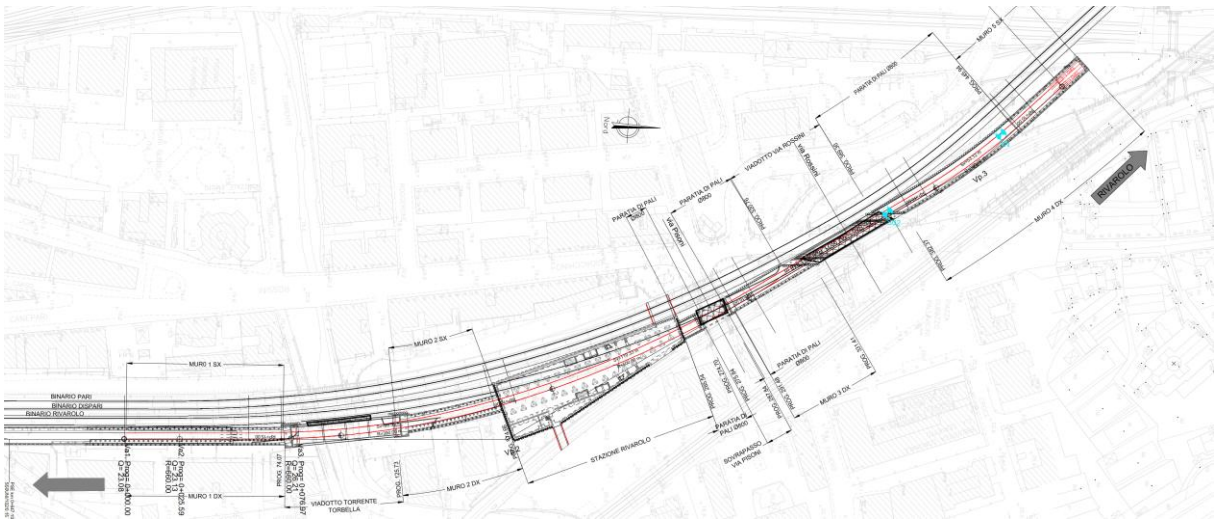


Figura 3-4 - Planimetria ubicazione indagini COCIV - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi

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).

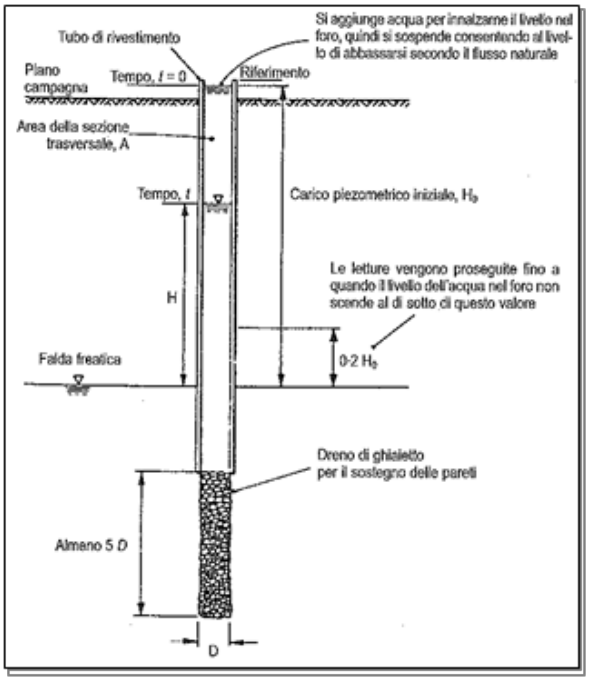


Figura 5. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile

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.

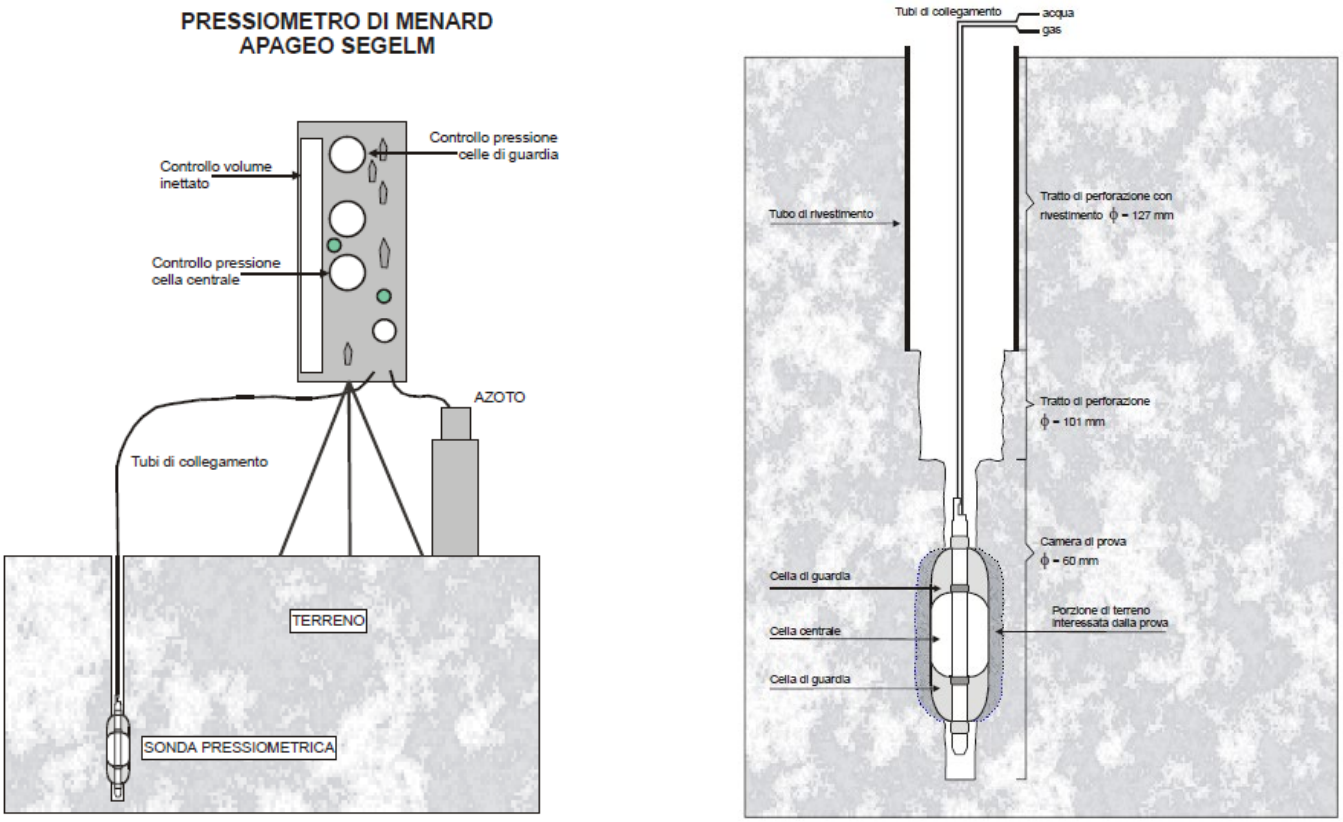


Figura 6. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile

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'' 0-40 m C
MIF2	40	PZ	PZ TA 2'' 0-6 m C 6-40 m F
MIF3	30	DH	TB SIS 3'' 0-30 m C
MIF4	25	PZ	PZ TA 2'' 0-6 m C 6-25 m F
MIF5	30	PZ	PZ TA 2'' 0-6 m C 6-30 m F
MIF6	35	PZ	PZ TA 2'' 0-6 m C 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)

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

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: 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	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								
2																		
3										SPT1) SPT < 3,00 3,45	3,0	3-4-4	8	A				
4																		
5	2									SPT2) SPT < 5,00 5,45	5,0	11-13-11	24	A				
6																		
7										SPT3) SPT < 7,00 7,45	7,0	15-22-27	49	A				
8																		
9					9,0					SPT4) SPT < 9,00 9,45	9,0	19-25-26	51	A				
10						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											11,0	21-R/7cm	Rif	C				
12															Lefranc CV			
13	3										13,0	31-R/5cm	Rif	C				
14																		
15											15,0	21-39-R/5cm	Rif	C				
16										CR1) Rim < 16,00 16,30								
17	4																	
18																		
19																		
20																		

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)					28,0	17-28-R/7cm	Rif	C				
28	6																	
29																		
30																		
31					31,4													
32					32,0	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)											
33	7																	
34																		
35																		
36	8					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%													
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	A 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

Il Responsabile di sito

Il Direttore

SONDAGGIO
MIF1 DH (37 m)

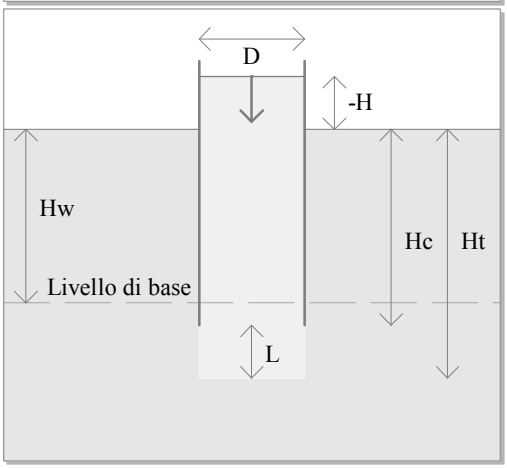
ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

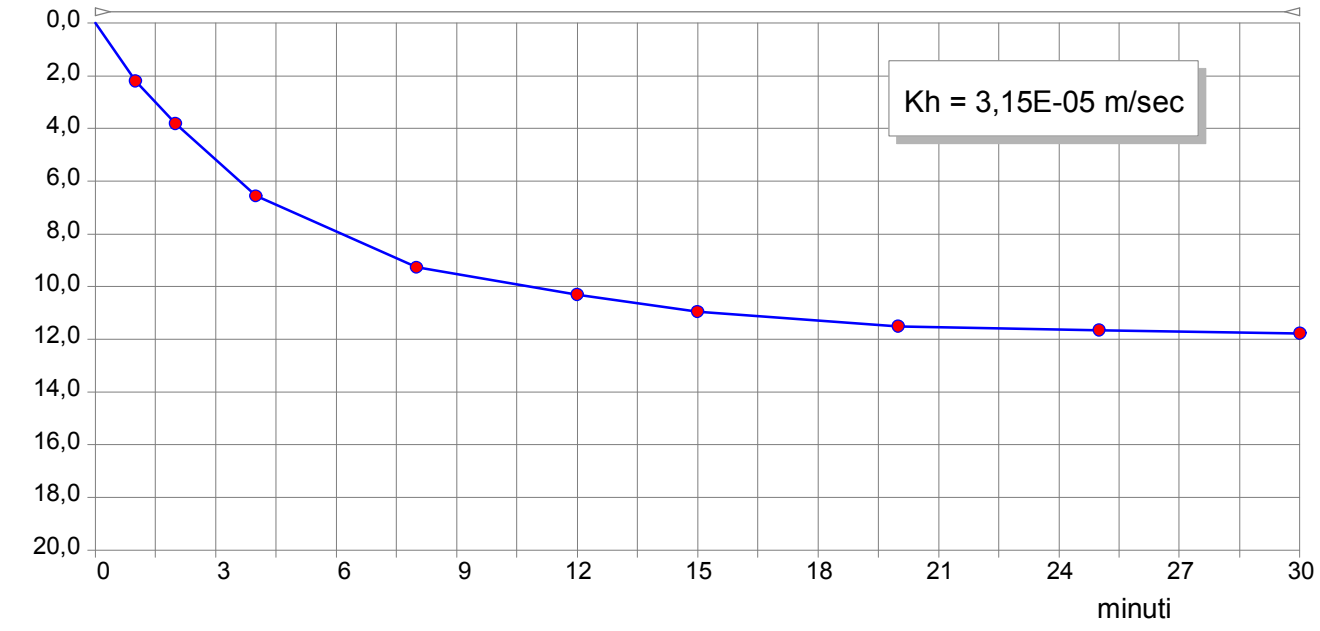
Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località: GENOVA	Data:
Sondaggio: MIF1	Orario prova:

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)

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**: 3 di 5

CASSETTA 5 (20.0 – 25.0 m)

CASSETTA 6 (25.0 – 30.0 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**: 4 di 5

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)

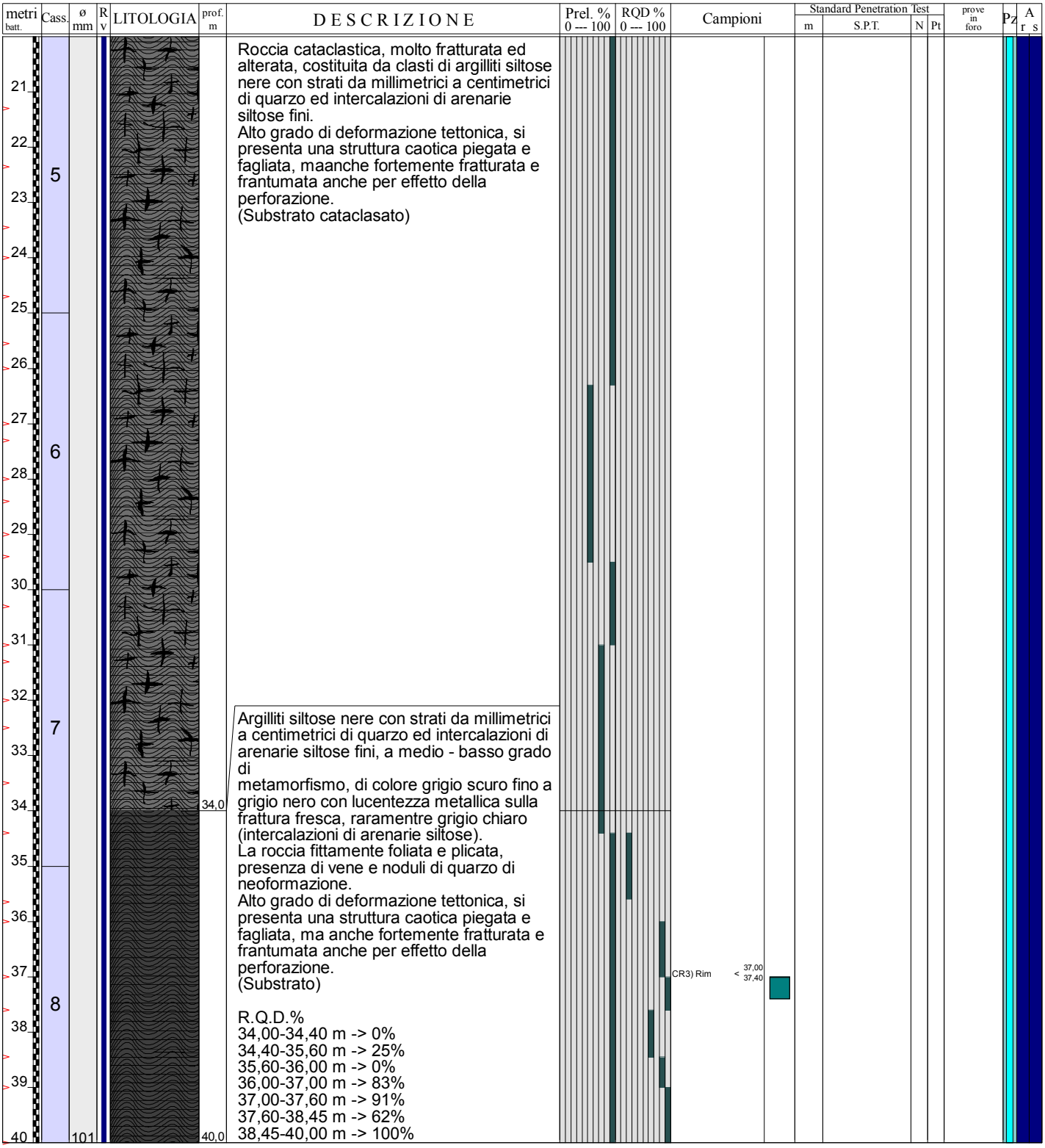
metri batt.	Cass.	ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	prove in foro	Pz	A r s
1	1					Riporto antropico, caratterizzato da clasti e ghiaia poligenica a spigoli vivi, intervallati a livelli decimetrici di limo ghiaioso 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					4,6	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	2								CR1) Rim < 9,60 10,00	10,0	10-12-15	27	C			
4	3									13,6	9-11-14	25	C			
5					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)			CR2) Rim < 14,00 14,40					Lefranc CV		
6	4				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

Il Responsabile di sito

Il Direttore

SONDAGGIO
MIF2 PZ (40 m)

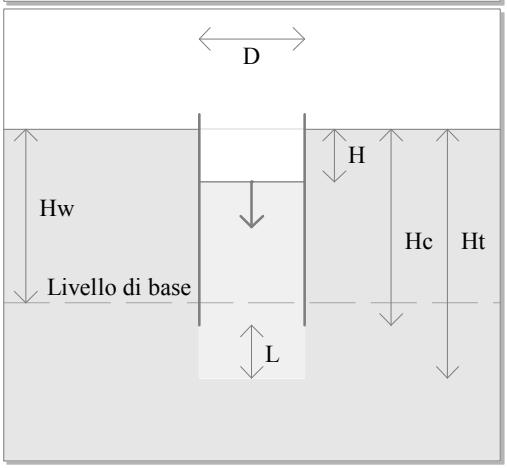
ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

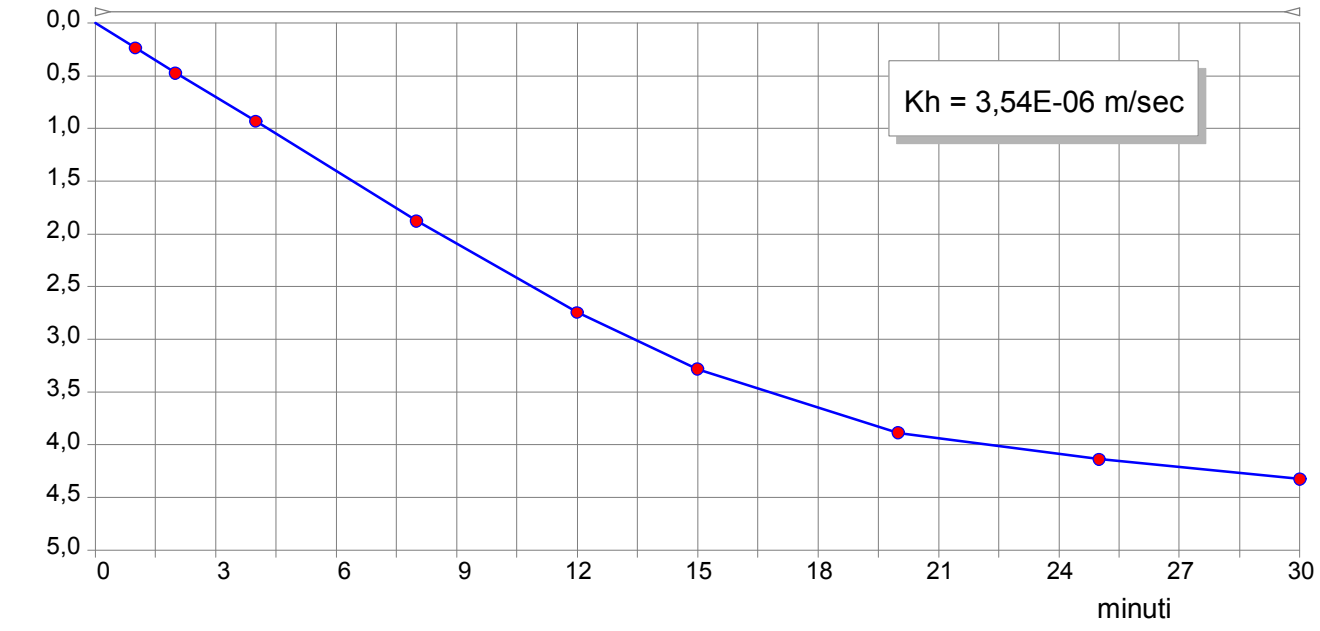
Committente:	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento:	Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località:	GENOVA	Data:
Sondaggio:	MIF2	Orario prova:

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:

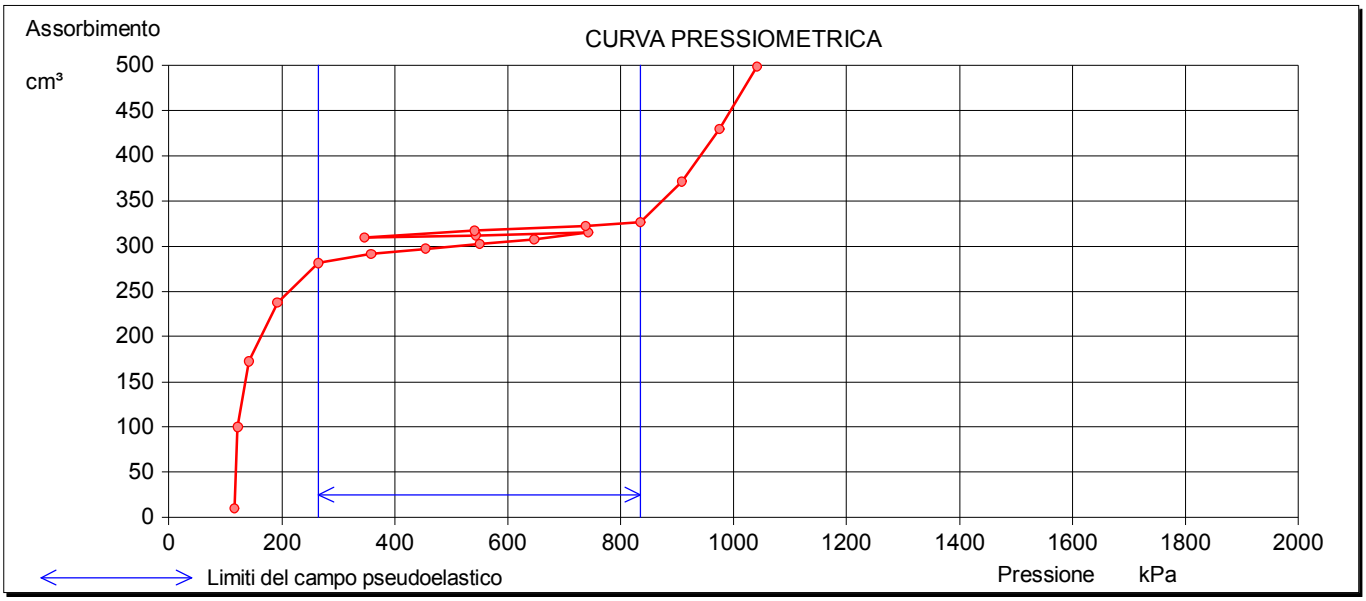
Profondità di prova (centro della cella) (m)	18,30	Profondità della falda (m)	14,00
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	1,00	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	193
Litologia:			

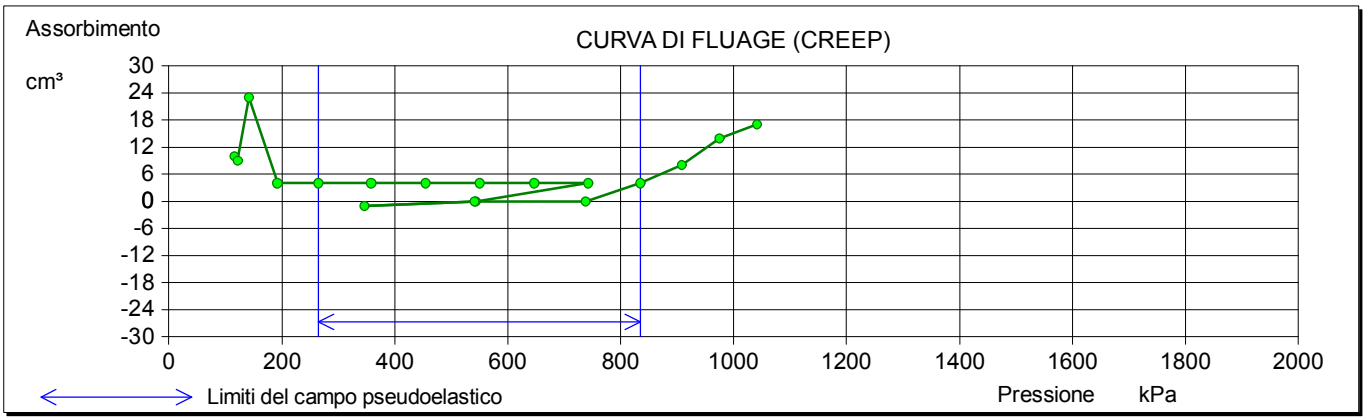
Tabella riepilogativa

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:

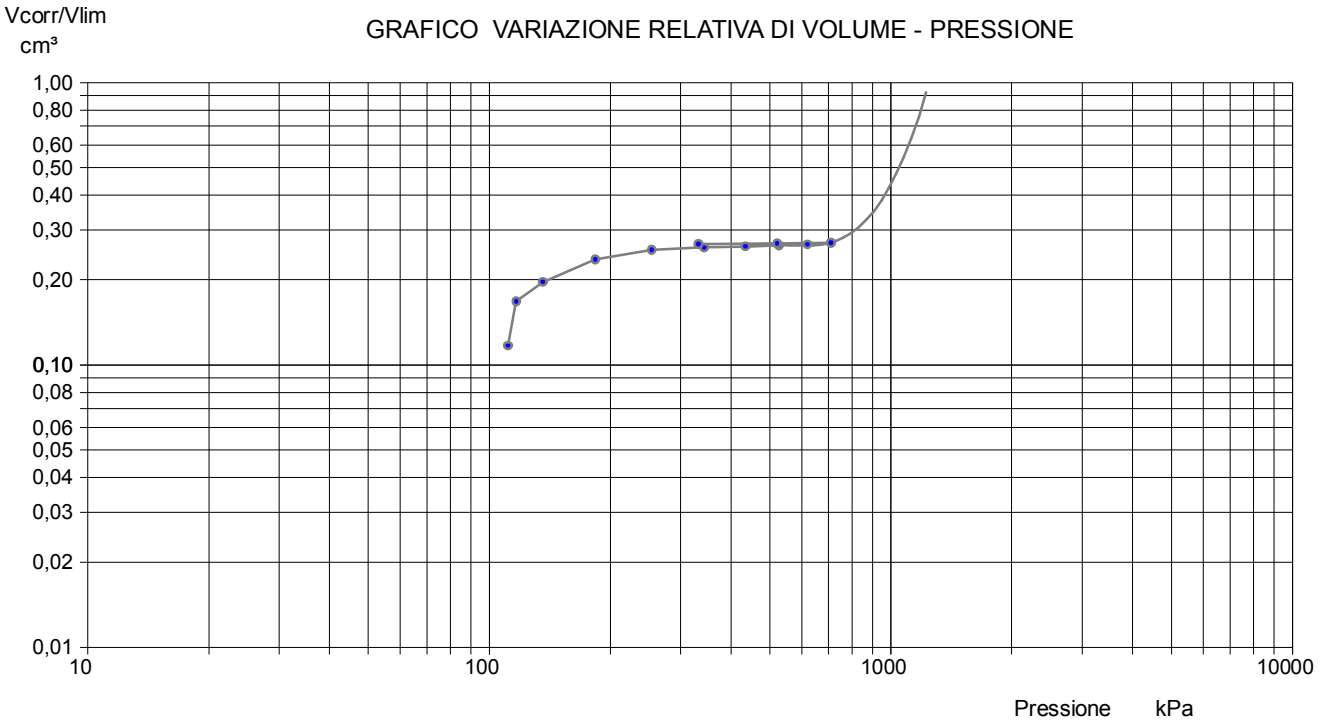
Tabella riepilogativa dei dati elaborati

Pressione strumentale da	a	Pressione corretta da	a	Volume corretto da	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

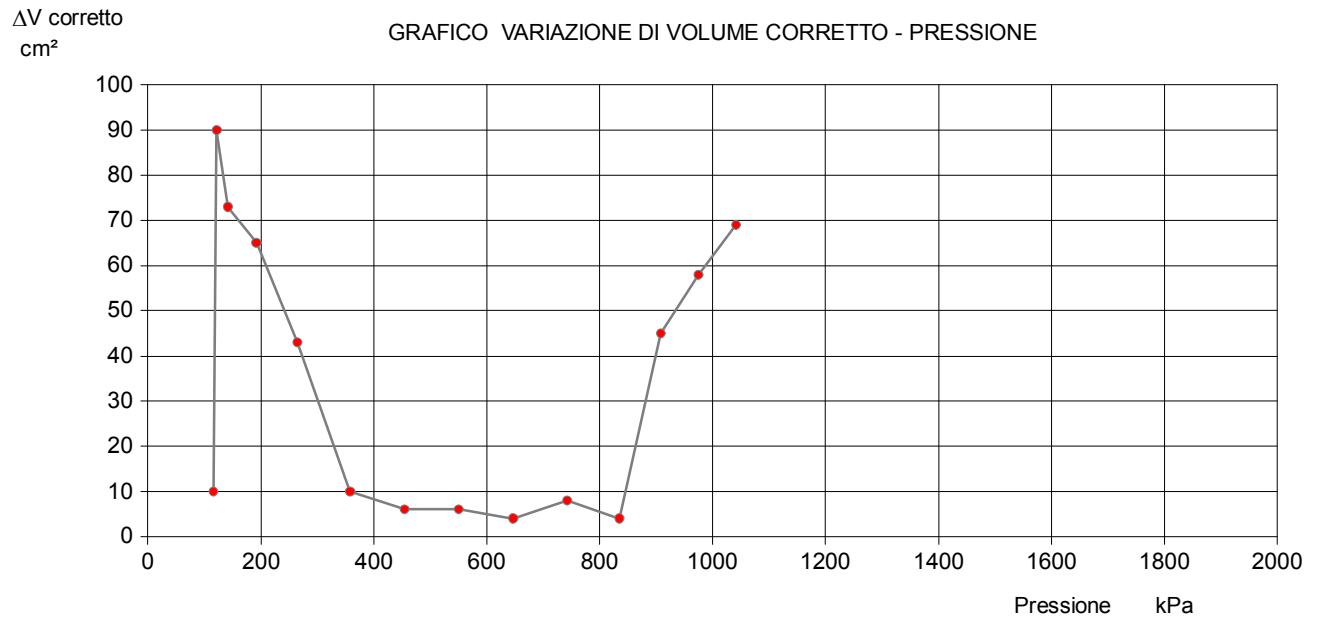
PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

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

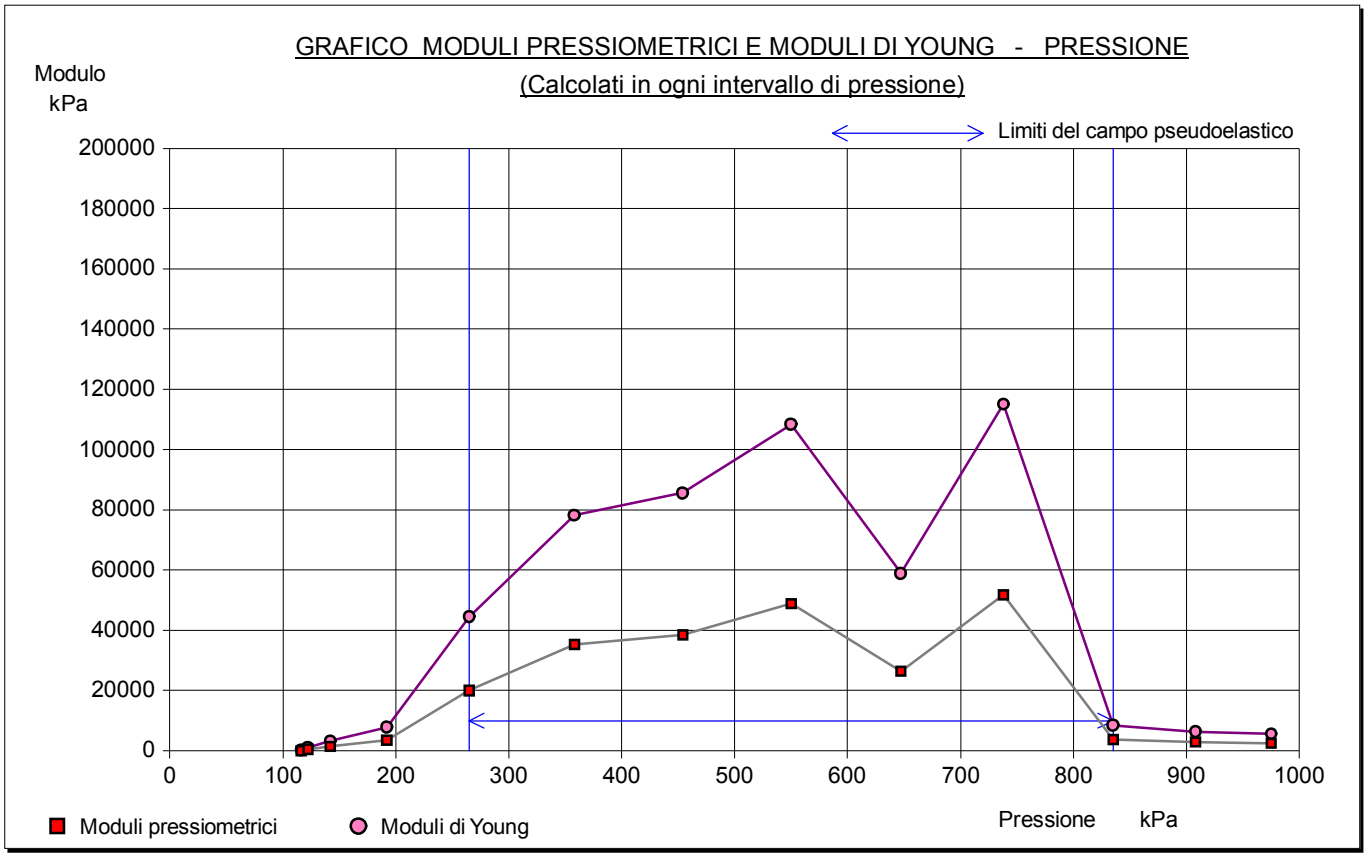


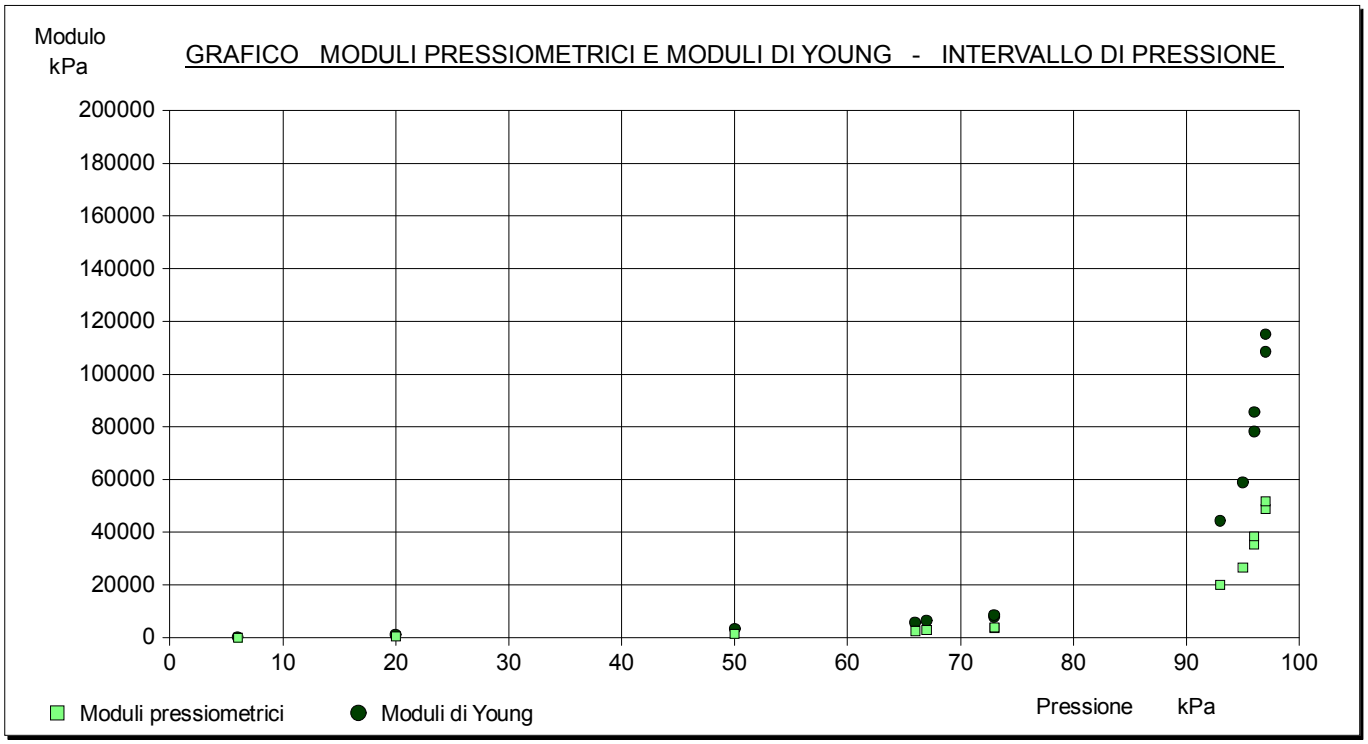
VARIAZIONE DEL VOLUME CORRETTO PER OGNI INTERVALLO DI PRESSIONE IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE



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:



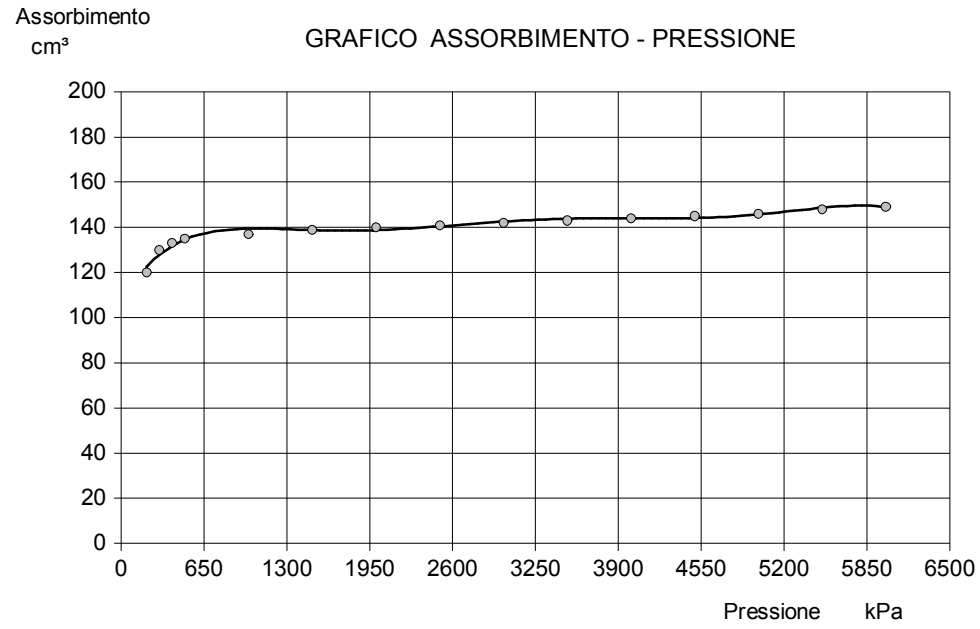


PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

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

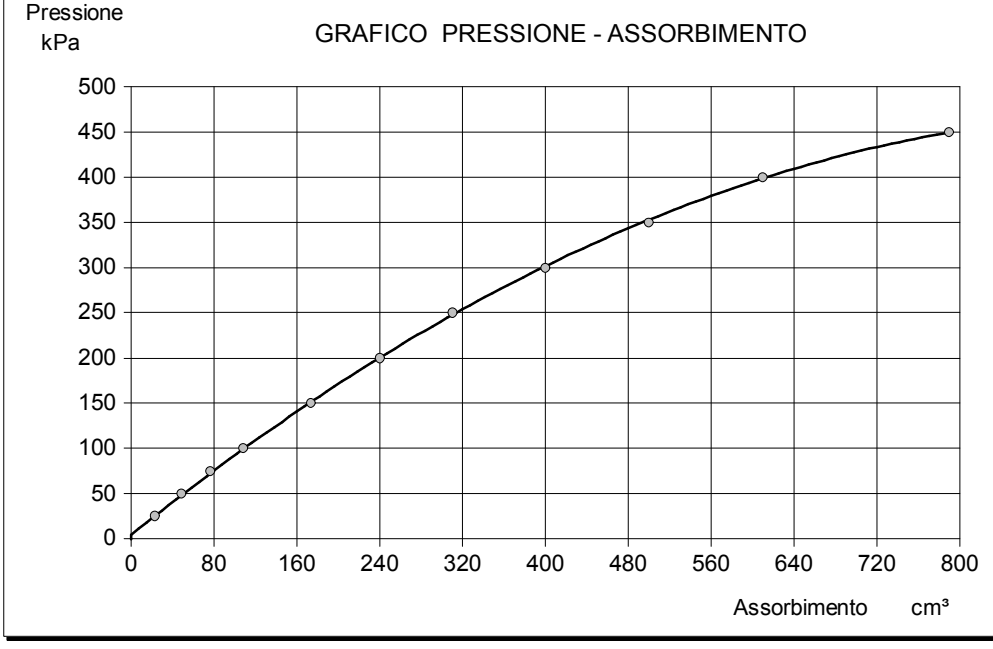
Data di taratura:		Diametro del tubo di taratura (mm):	65
Lunghezza dei cavi (m):	50,00	Spessore del tubo di taratura (mm):	1



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

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
1	1				2,7	Ballast ferroviario realizzato con materiale a granulometria mista ben stabilizzato. (Riporto)				CA) Dis < 0,10 5,00							
2																	
3					3,4	Mancato recupero. (Vuoto)											
4					4,2	Materiale di riporto assimilabile a ballast ferroviario realizzato con materiale a granulometria mista. (Riporto)											
5						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							
6																	
7					7,1												
8	2					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			
9															Lefranc CV		
10					10,0												

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)

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. In cassetta si presenta parzialmente fratturata e fratturata per effetto perforazione. (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). 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) 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%											
14																	
15																	
16	4																
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 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
Sonda: GELMA1
Profondità raggiunta: 30 m
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

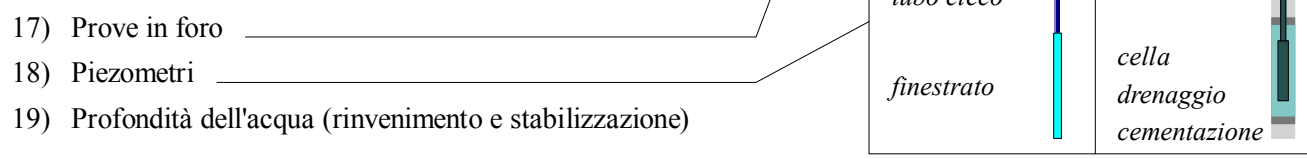
metri batt.	Cass.	ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	D E S C R I Z I O N E	RP	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Campioni		Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	prove in foro	Pz	A r	s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	

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)

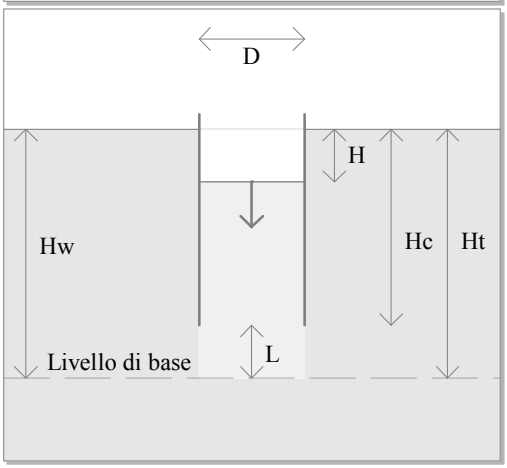
ALL. 3.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

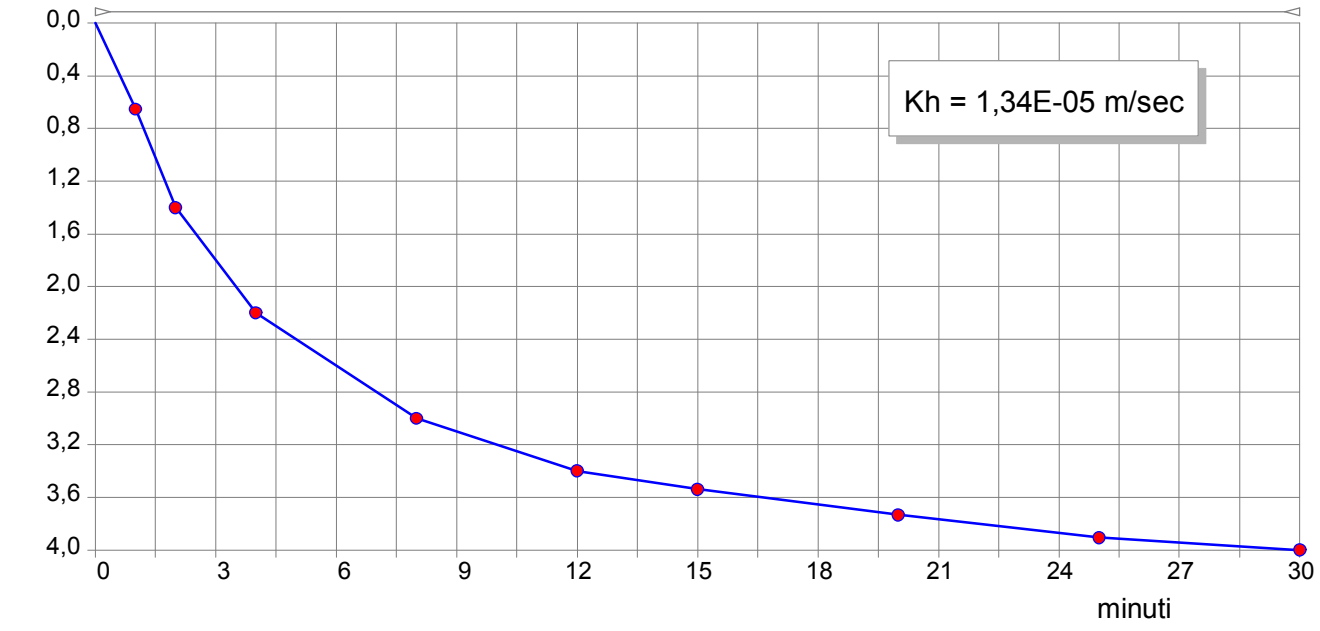
Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località: GENOVA	Data:
Sondaggio: MIF3	Orario prova:

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

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 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					4,8											
5						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)			CR1) Rim < 5,00 5,20					Pressiometrica		
6									SPT1) SPT < 5,40 6,00	5,6	7-9-12	21	A			
7	2															
8									CR2) Rim < 7,80 8,00							
9									SPT2) SPT < 8,55 9,00	8,6	9-10-18	28	A			
10					9,8	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			
11														Lefranc CV		
12	3								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)

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
15	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)										
16					16,6				SPT5) SPT < 16,55 17,00	16,6	11-18-21	39	A			
17	4					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)										
18																
19					19,0											
20	5					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, maanche fortemente fratturata e frantumata anche per effetto della perforazione. (Substrato) R.Q.D.% 19,00-19,60 m -> 41% 19,60-21,50 m -> 52% 21,50-23,00 m -> 100% 23,00-23,50 m -> 0% 23,50-25,00 m -> 76%										
21																
22									CI2) Ind < 21,60 22,00							
23																
24																
25					25,0											

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

Il Responsabile di sito

Il Direttore

SONDAGGIO
MIF4 PZ (25 m)

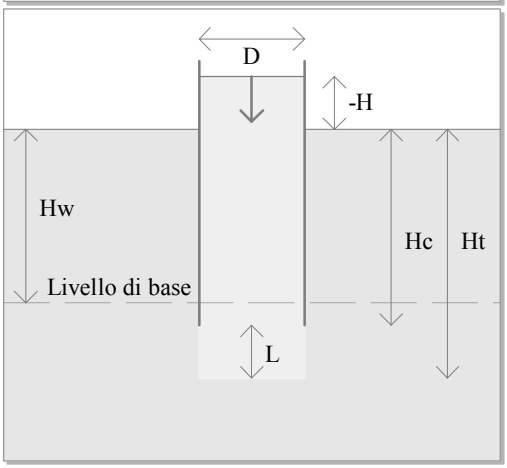
ALL. 4.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

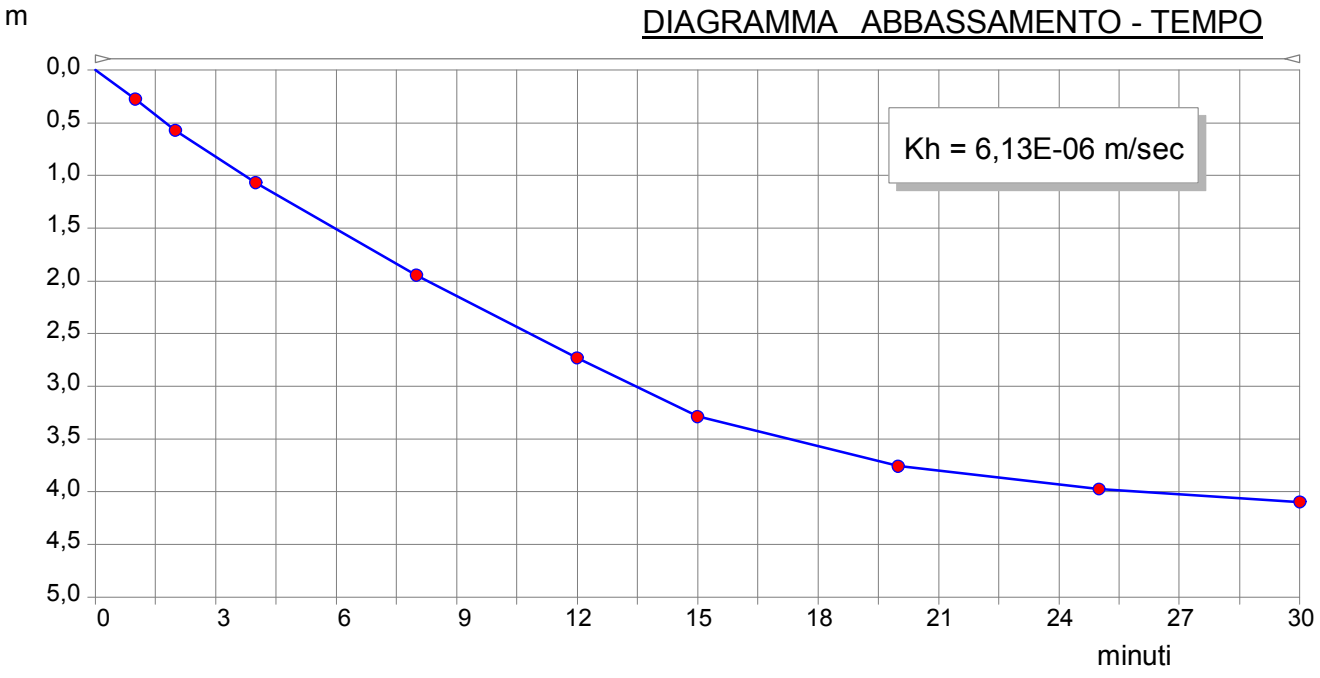
Committente:	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento:	Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località:	GENOVA	Data:
Sondaggio:	MIF4	Orario prova:

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:

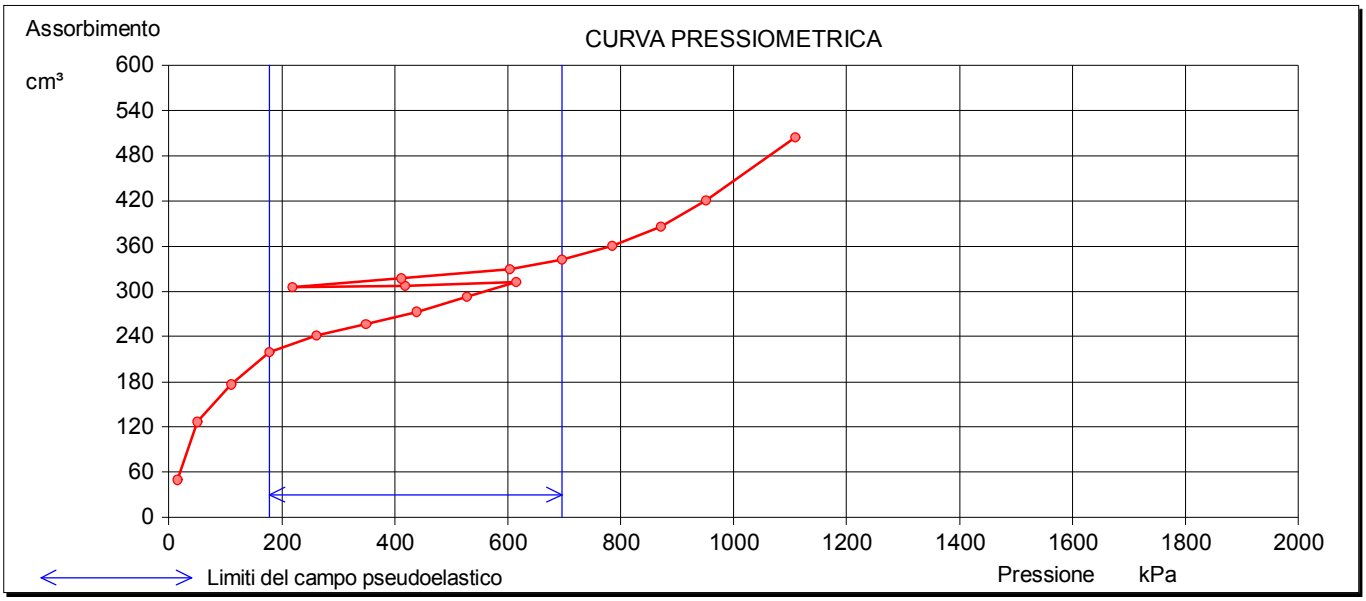
Profondità di prova (centro della cella) (m)	5,40	Profondità della falda (m)	1,00
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	1,00	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	64
Litologia:			

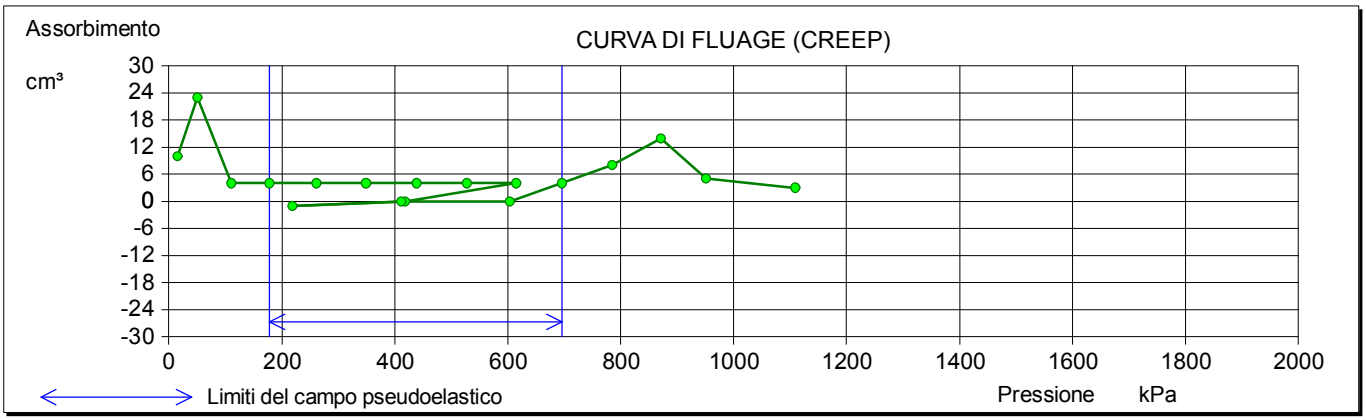
Tabella riepilogativa

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:

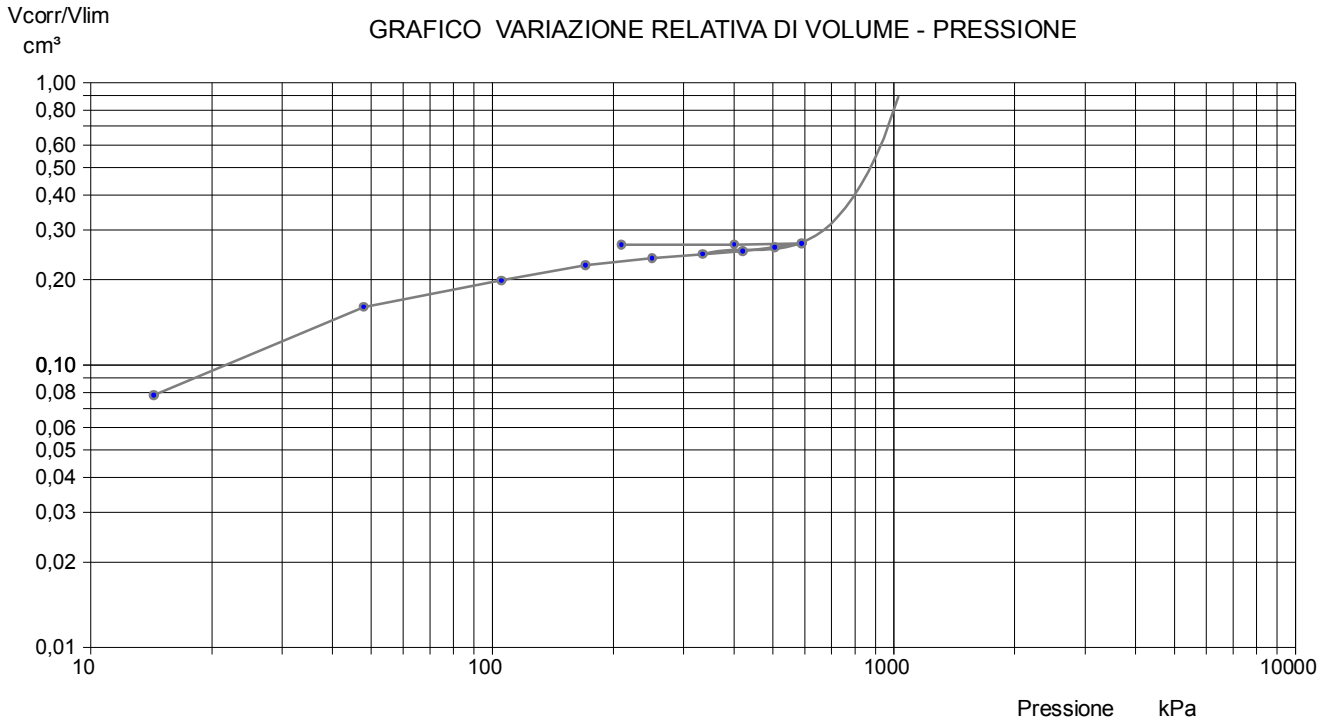
Tabella riepilogativa dei dati elaborati

Pressione strumentale da	a	Pressione corretta da	a	Volume corretto da	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

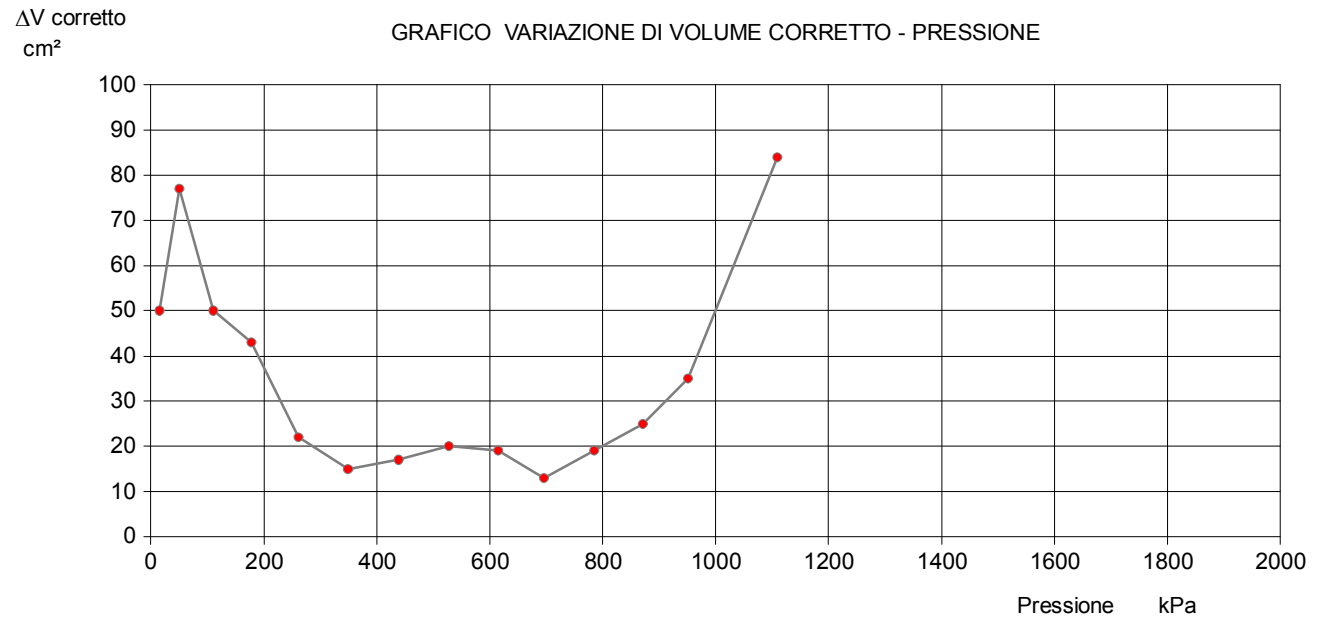
PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

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

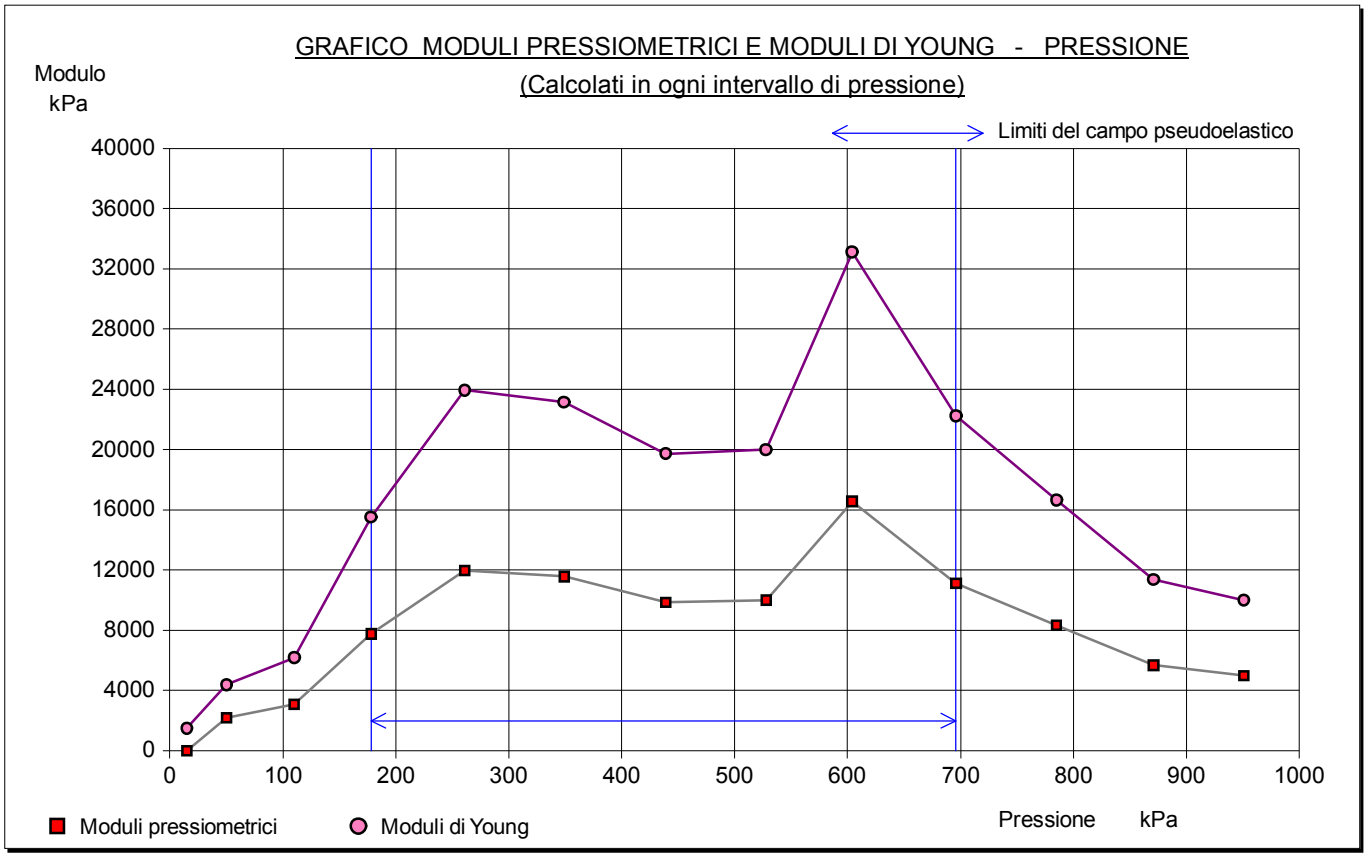


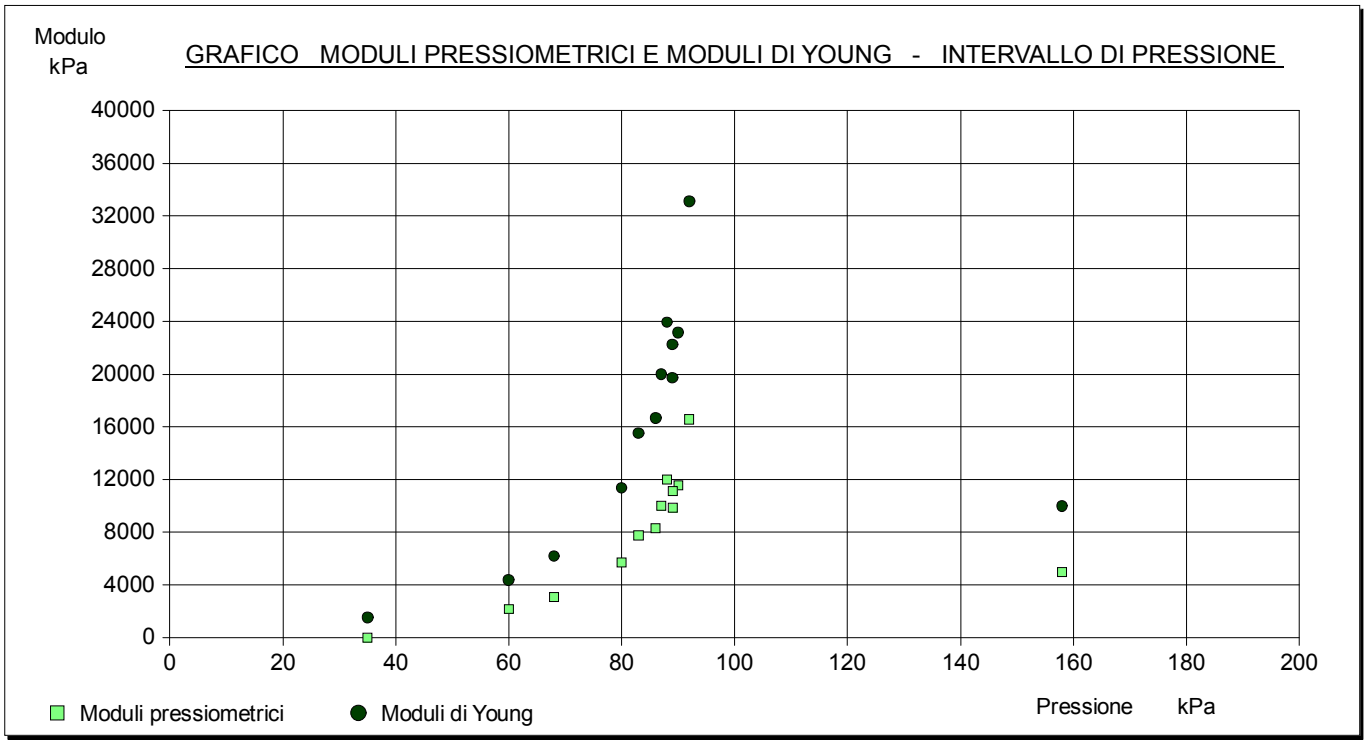
VARIAZIONE DEL VOLUME CORRETTO PER OGNI INTERVALLO DI PRESSIONE IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE



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:



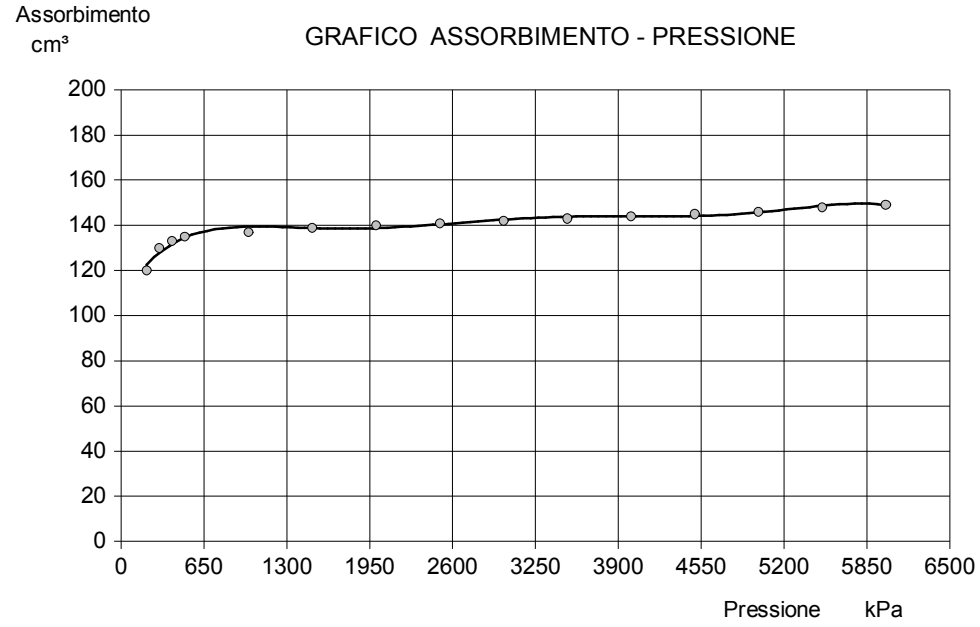


PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

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

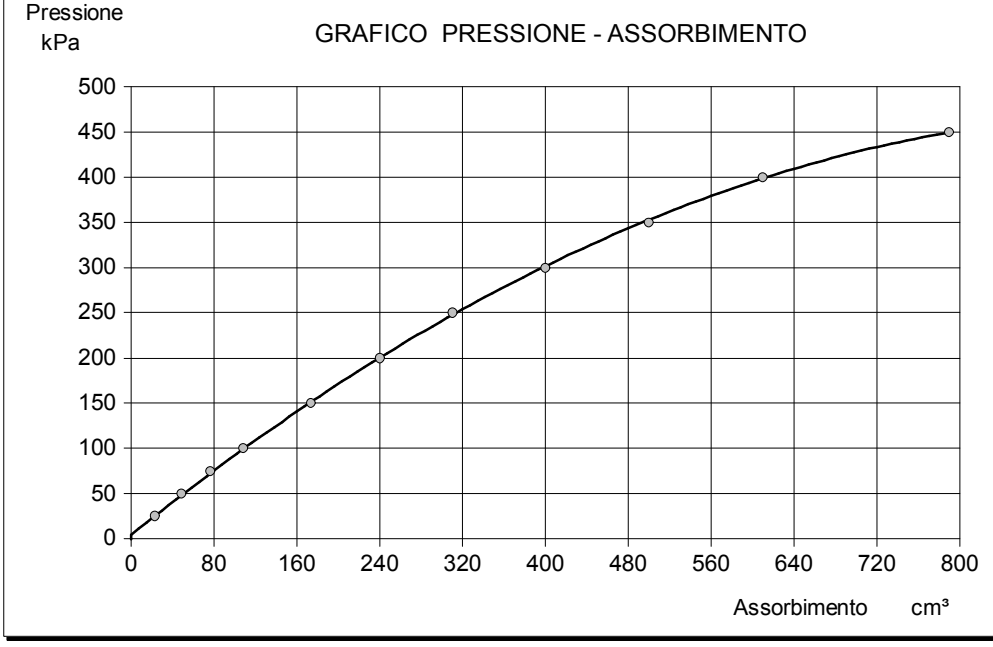
Data di taratura:		Diametro del tubo di taratura (mm):	65
Lunghezza dei cavi (m):	50,00	Spessore del tubo di taratura (mm):	1



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)

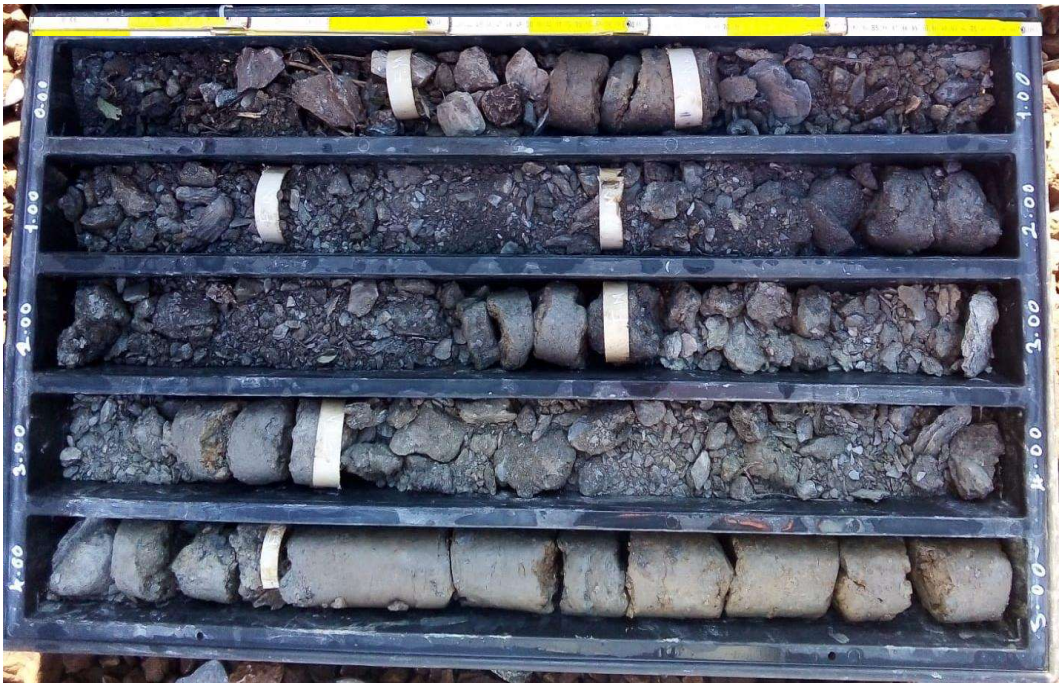
ALL. 5.1 REPORT FOTOGRAFICO
ALL. 5.2 STRATIGRAFIA
ALL. 5.3 PROVA LEFRANC CV

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)

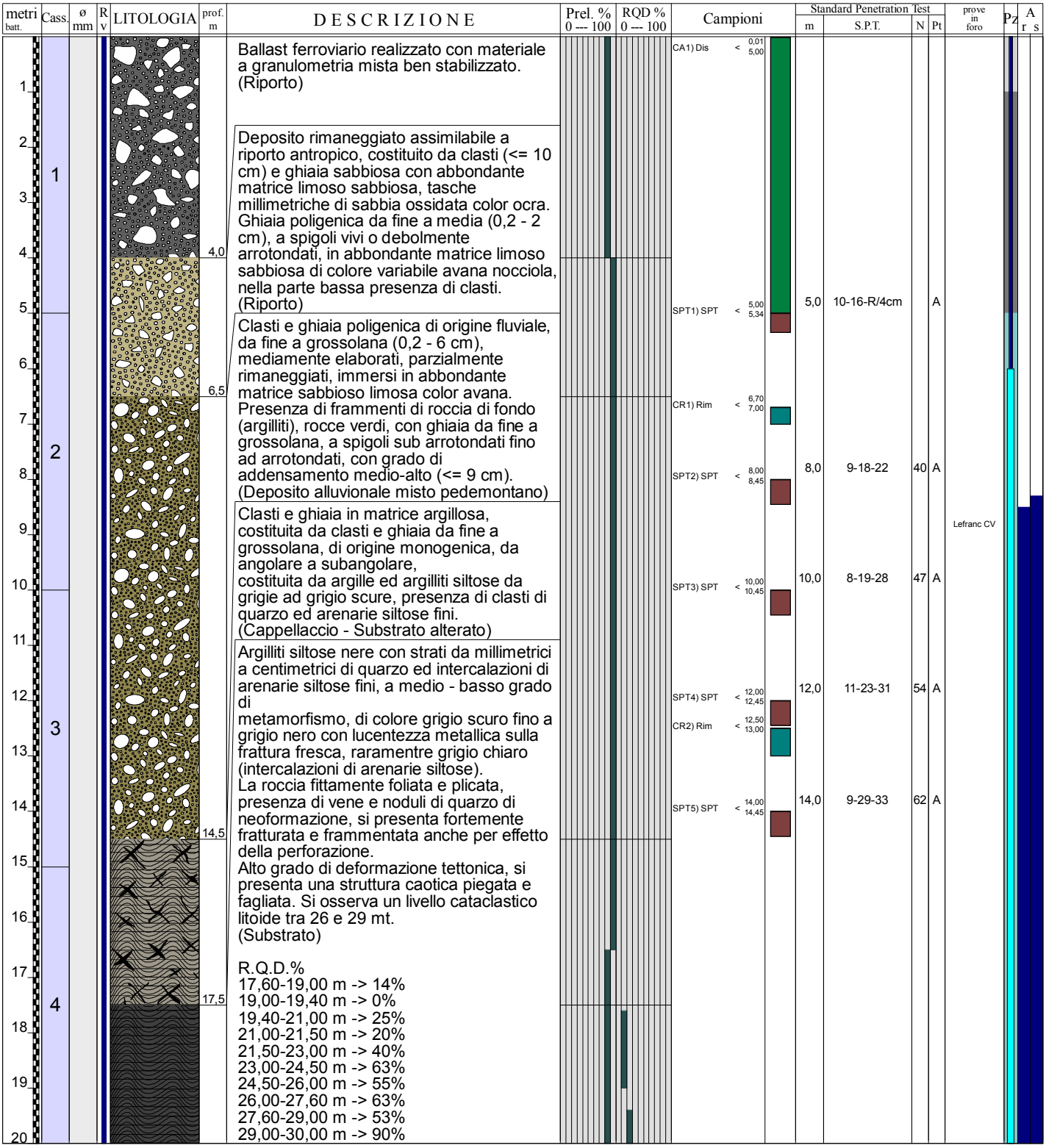
ALL. 5.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

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.%										
27						17,60-19,00 m -> 14%										
28						19,00-19,40 m -> 0%										
29						19,40-21,00 m -> 25%										
30		101			30,0	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%										

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

Il Responsabile di sito

Il Direttore

SONDAGGIO
MIF5 PZ (30 m)

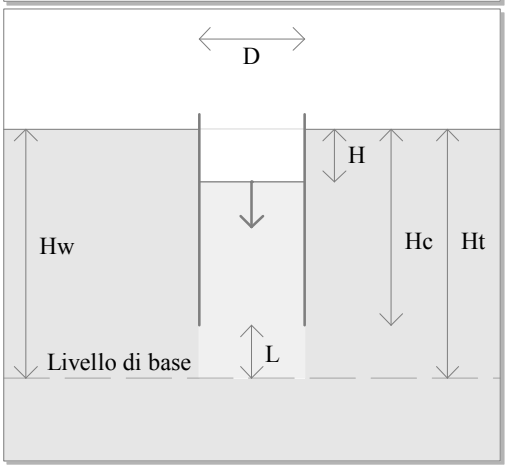
ALL. 5.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

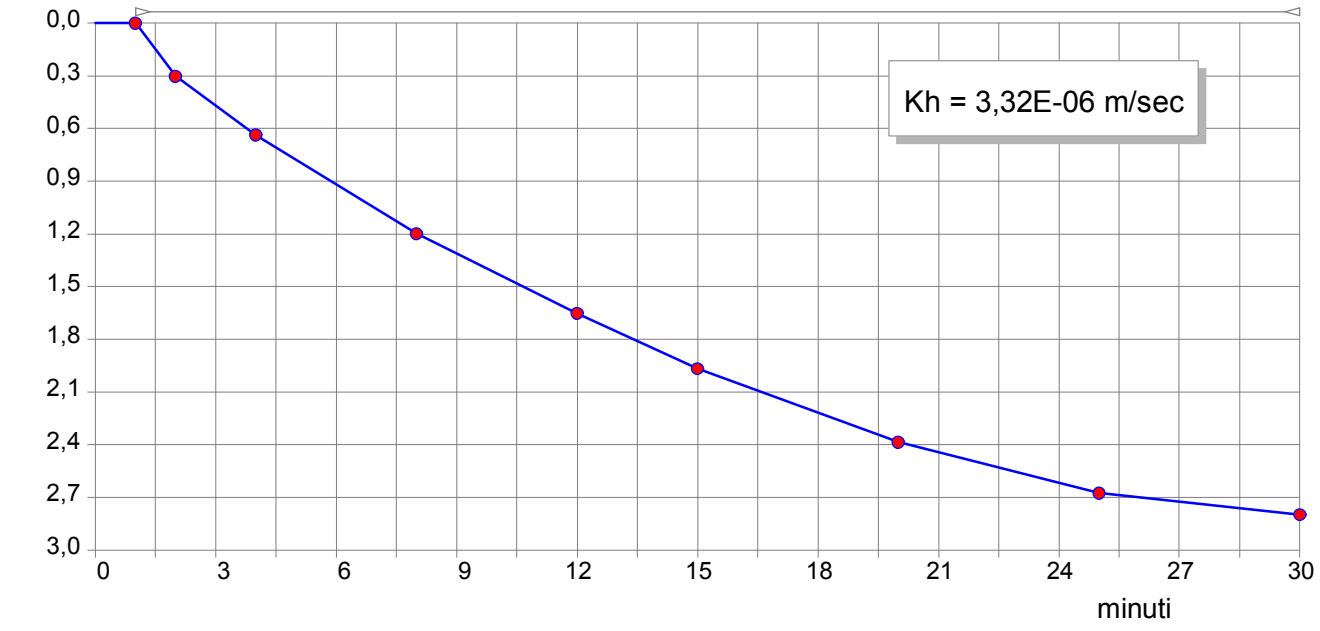
Committente:	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento:	Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località:	GENOVA	Data:
Sondaggio:	MIF5	Orario prova:

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)

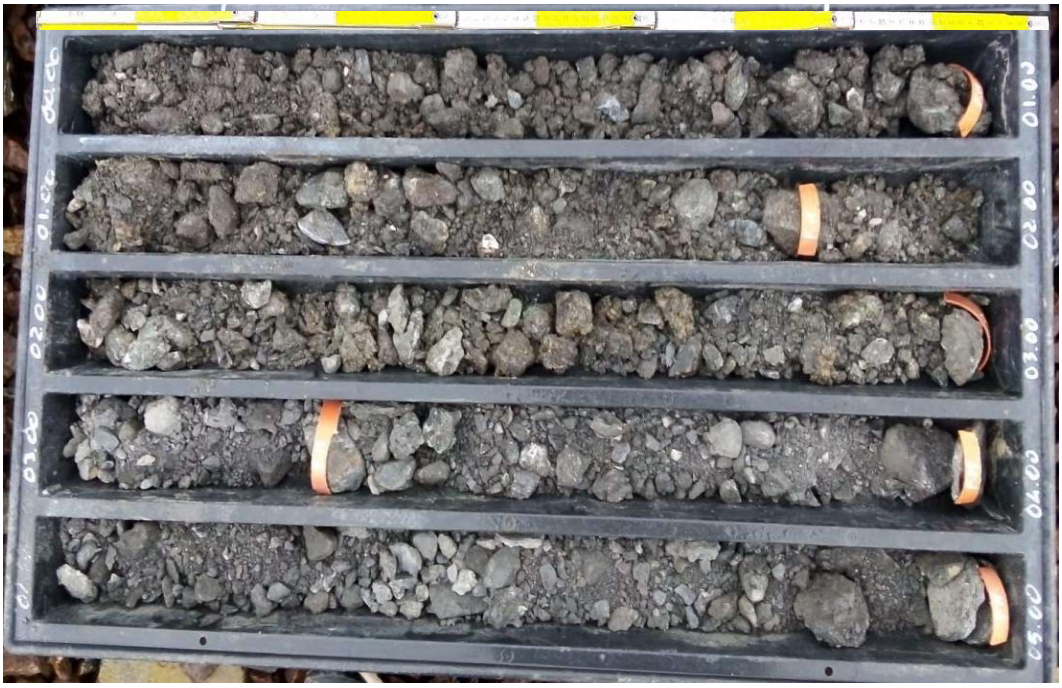
ALL. 6.1 REPORT FOTOGRAFICO
ALL. 6.2 STRATIGRAFIA
ALL. 6.3 PROVA LEFRANC CV

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)

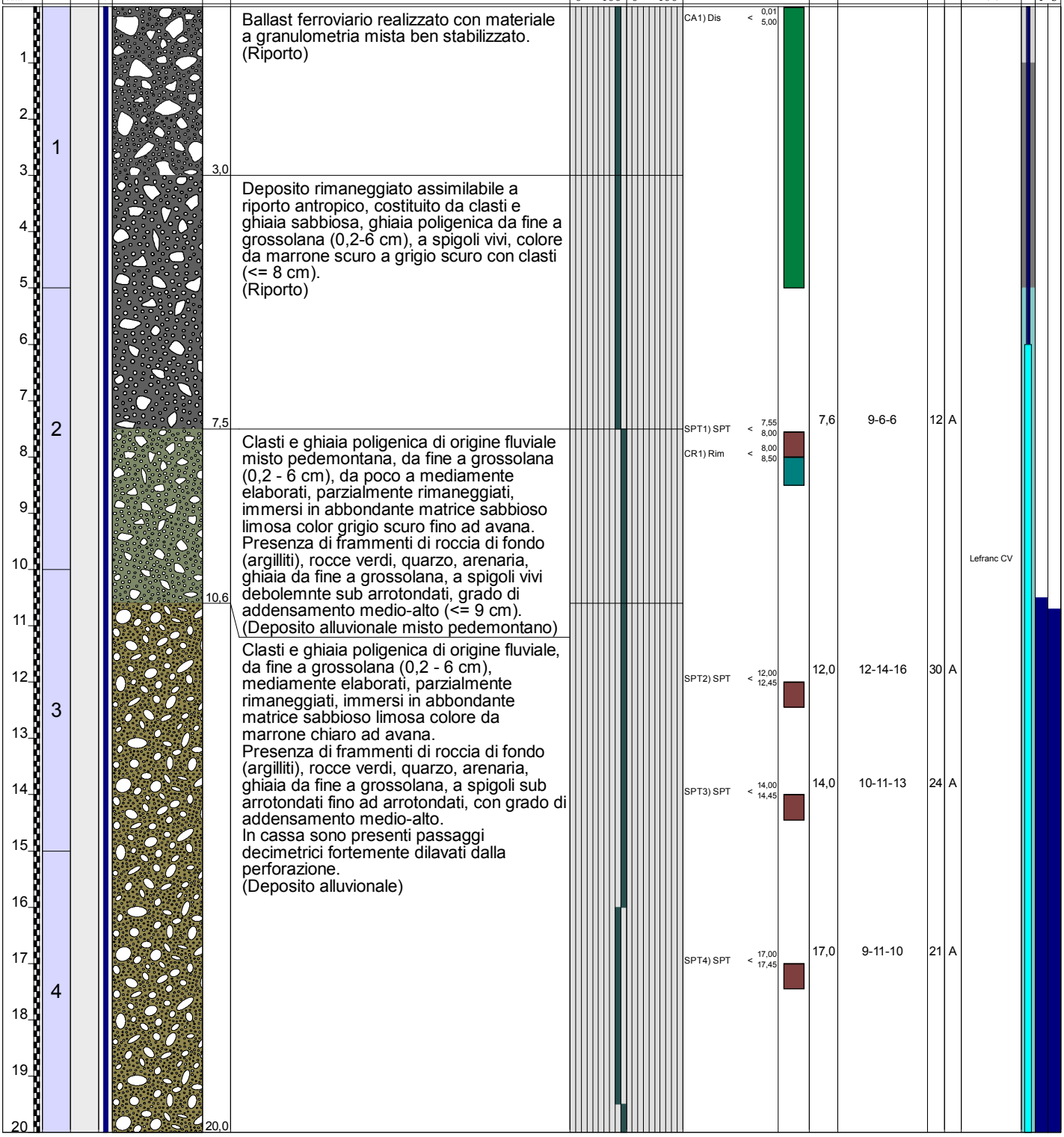
ALL. 6.2 STRATIGRAFIA

GEOTEC SPA

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)

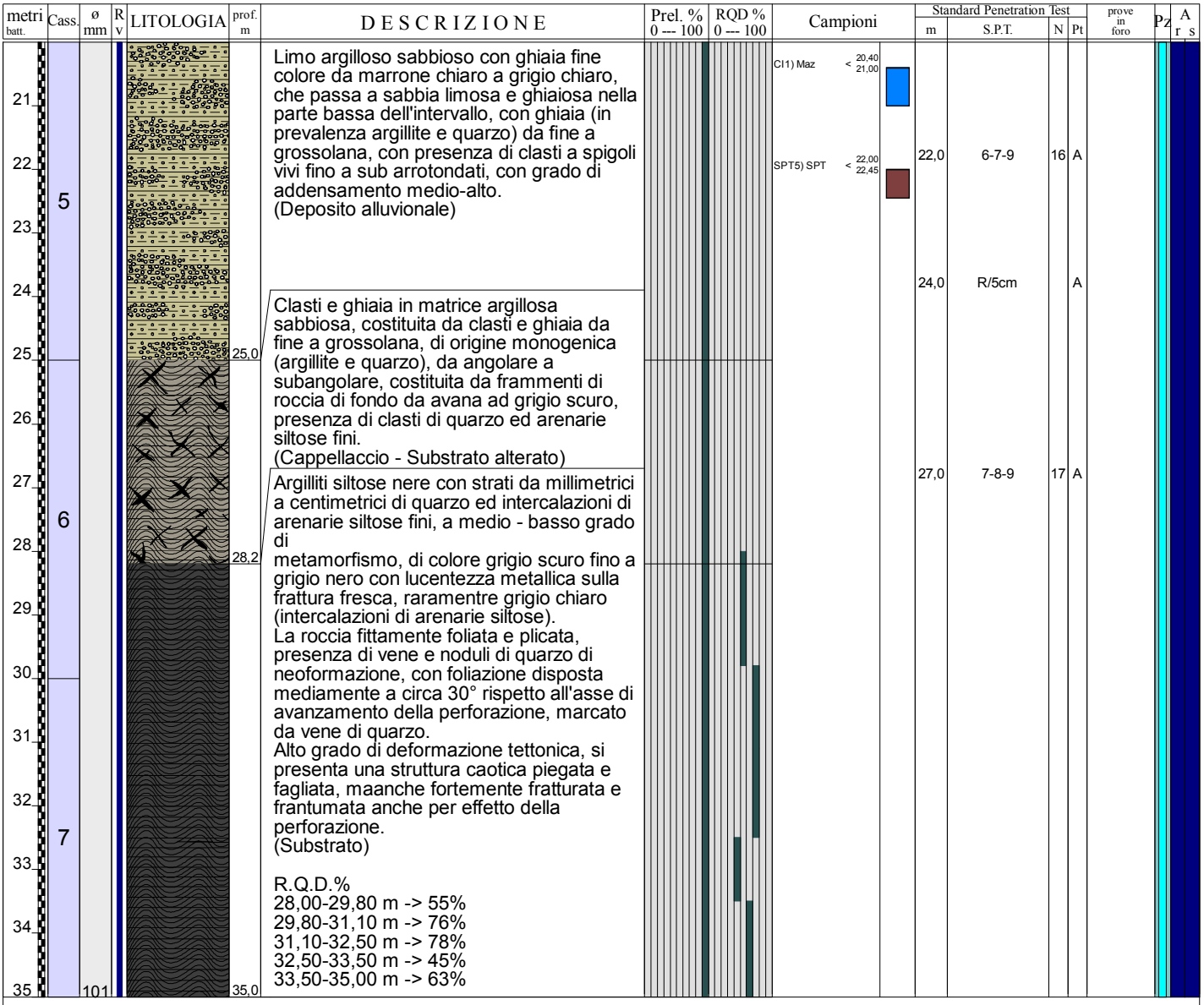


GEOTEC SPA

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)



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

Il Responsabile di sito

Il Direttore

SONDAGGIO
MIF6 PZ (35 m)

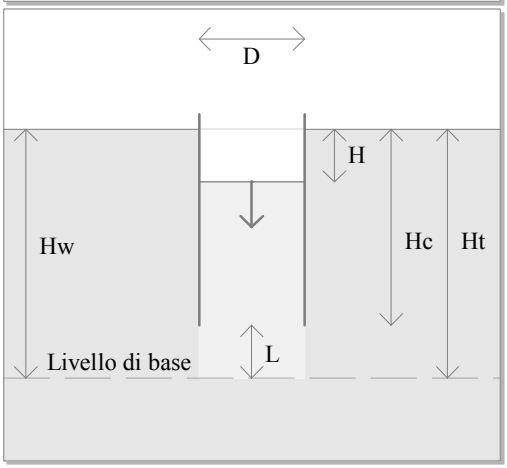
ALL. 6.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

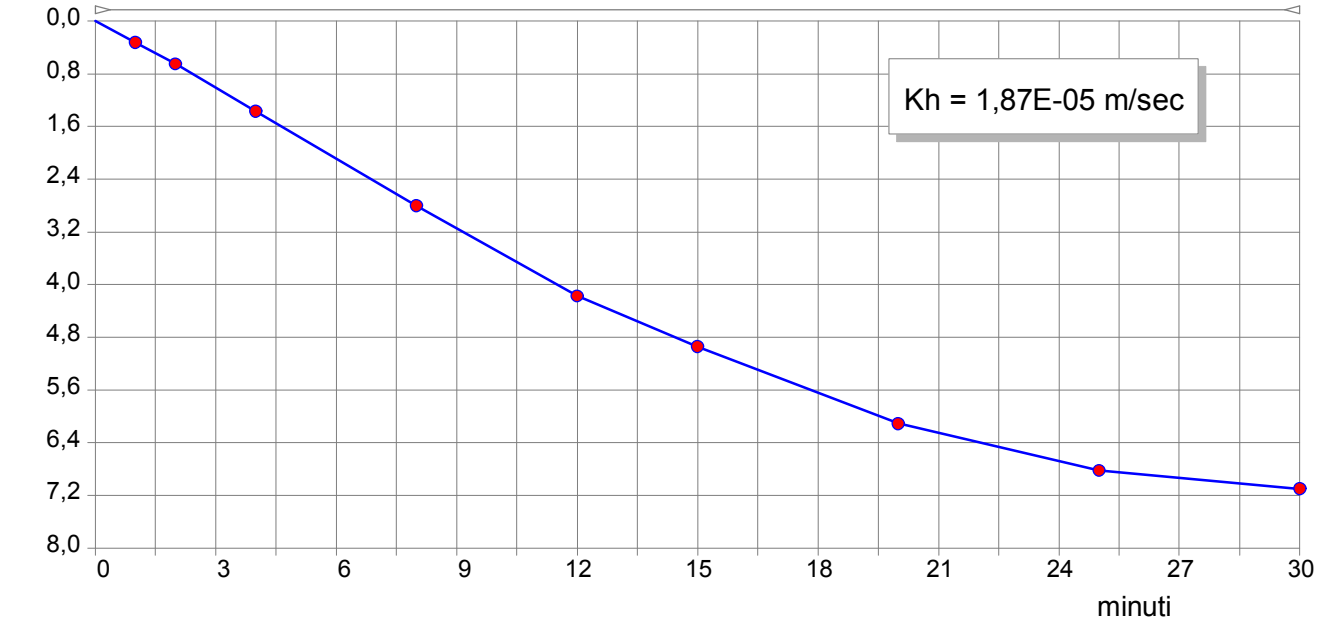
Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località: GENOVA	Data:
Sondaggio: MIF6	Orario prova:

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 CONSORZIO STABILE
CAPOGRUPPO

ReseArch CONSORZIO STABILE
MANDANTE

PROGETTISTI:

CAPOGRUPPO

HYpro srl hydro-geological engineering • environment • monitoring
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

AIP Ambiente Trasporti Progettazione
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.

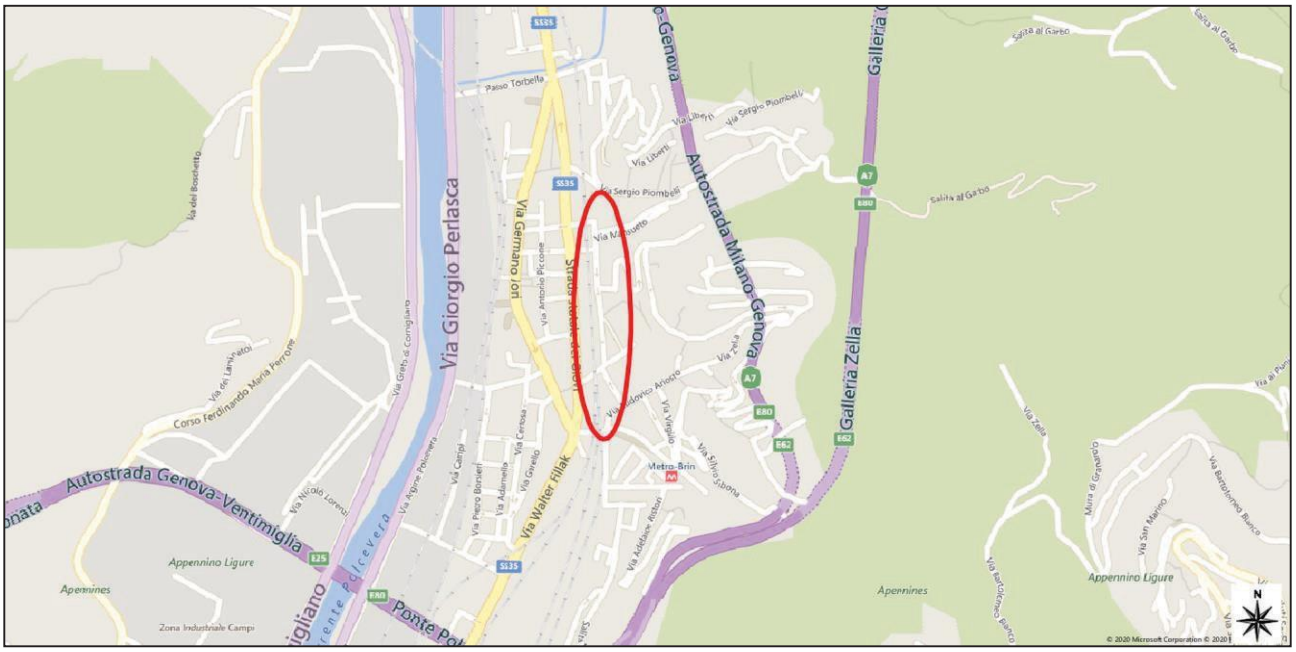


Fig. 1 – Ubicazione della zona d'indagine su mappa stradale.

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.

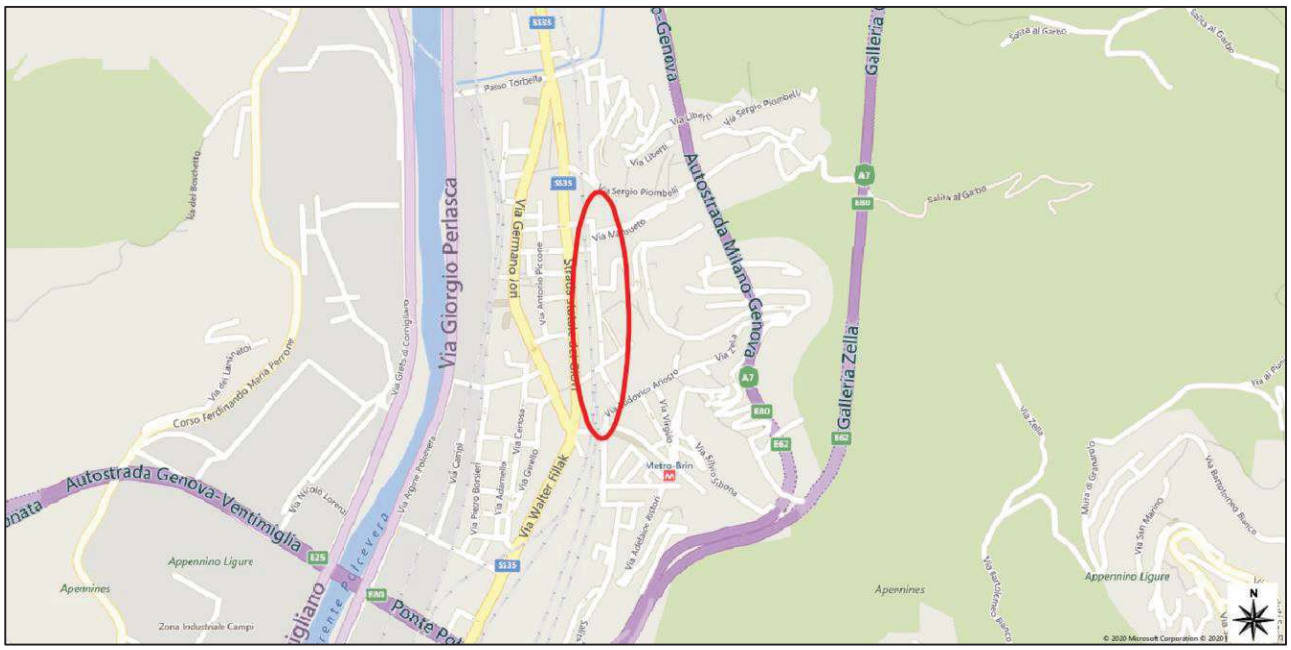


Fig. 1 – Ubicazione della zona d'indagine su mappa stradale.

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.

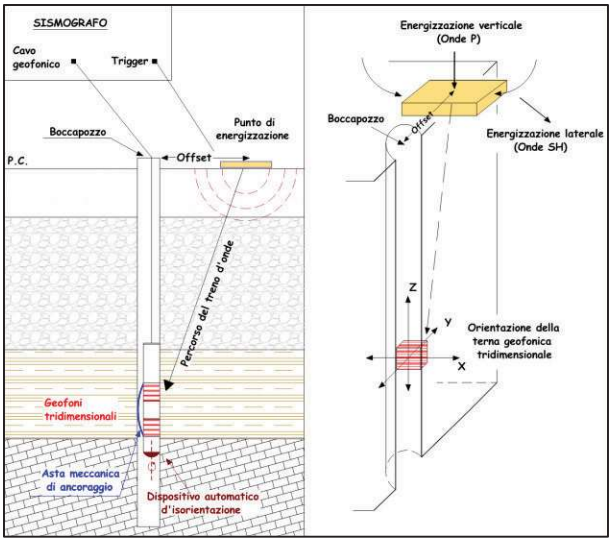


Fig. 5 – Schema prova Down-Hole.

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.

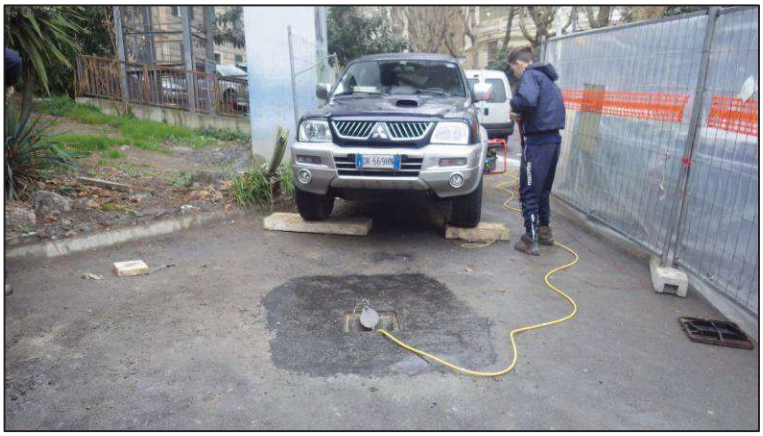
Nei grafici, contenuti nei paragrafi 3.3 e 3.4 sono visualizzati i sismogrammi acquisiti con il relativo "picking", l'andamento delle velocità sismiche Vp e Vs calcolate per ciascun intervallo di profondità e le tabelle di sintesi dei dati elaborati, unitamente ai moduli dinamici calcolati sulla base 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.

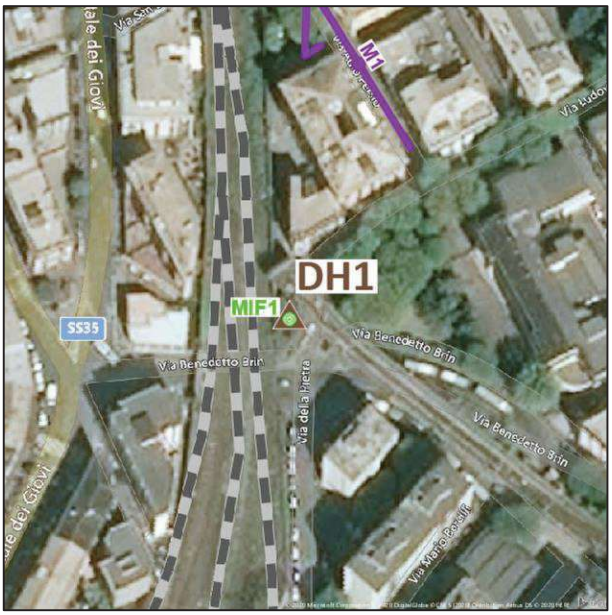
L'analisi dei dati relativi alla velocità delle onde di taglio (Vs) ha consentito inoltre di definire la categoria sismica del suolo:

Down-Hole DH1: valore di **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 **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.

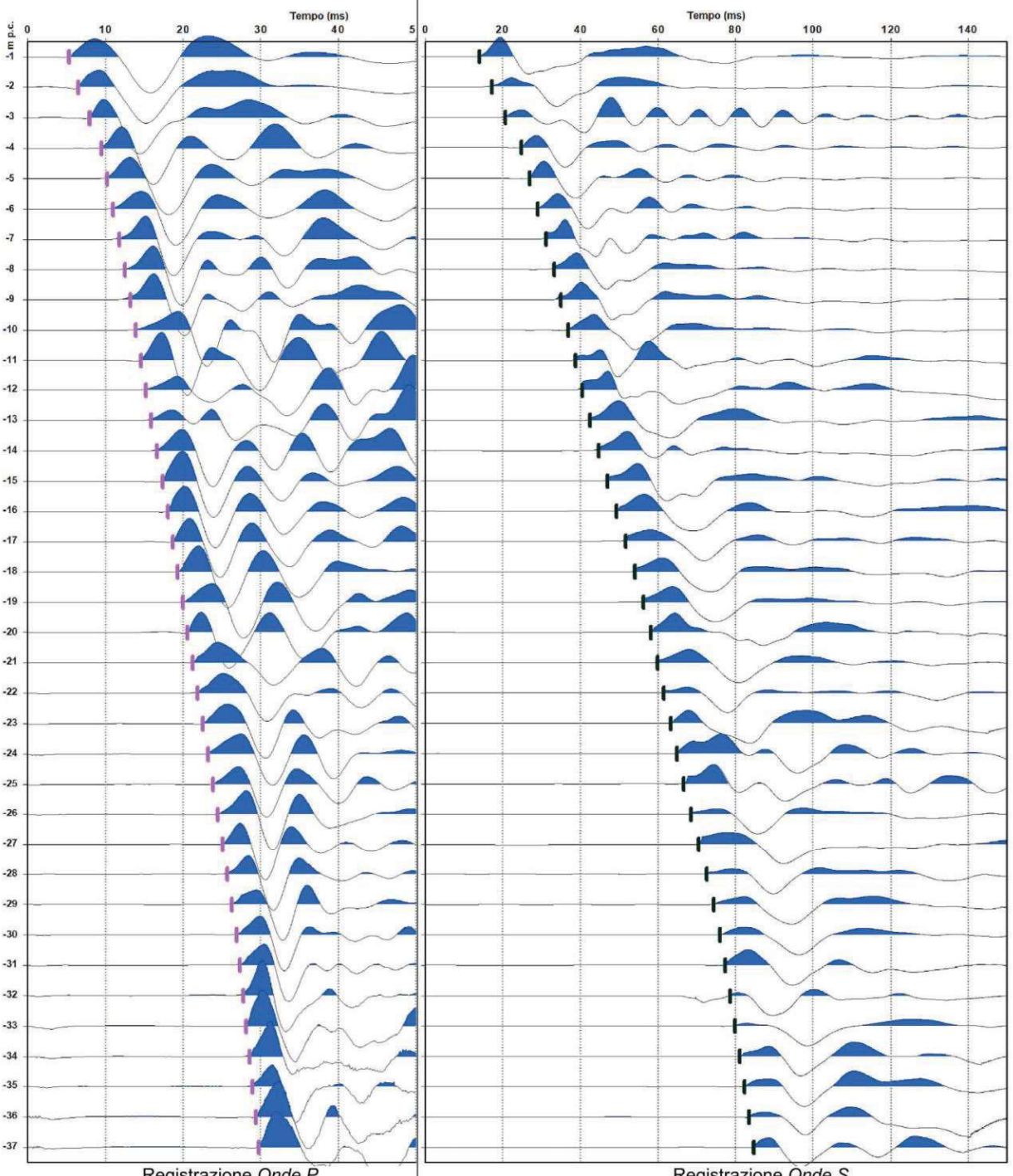
Commento

- 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

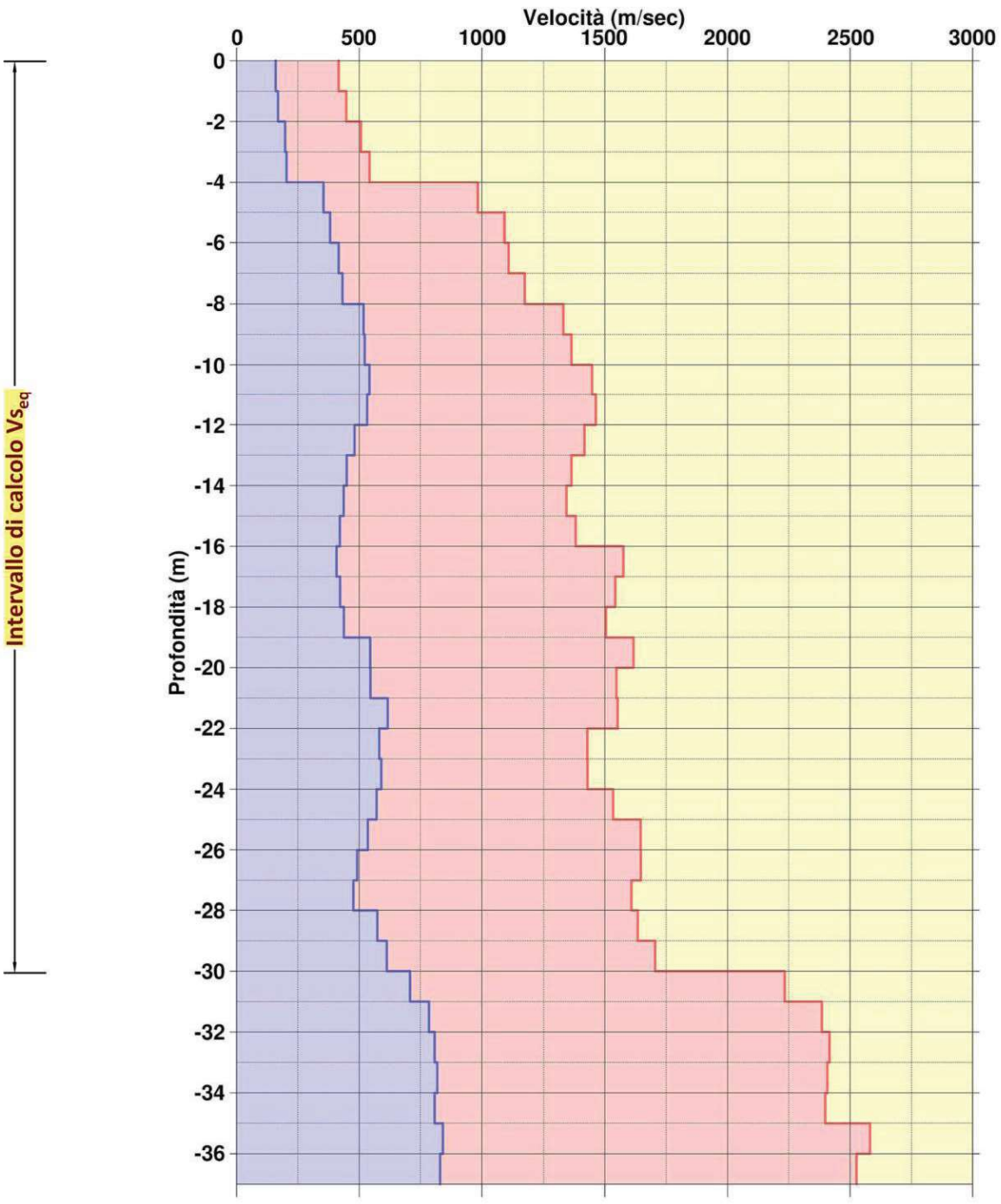
DH1
MIF1



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.

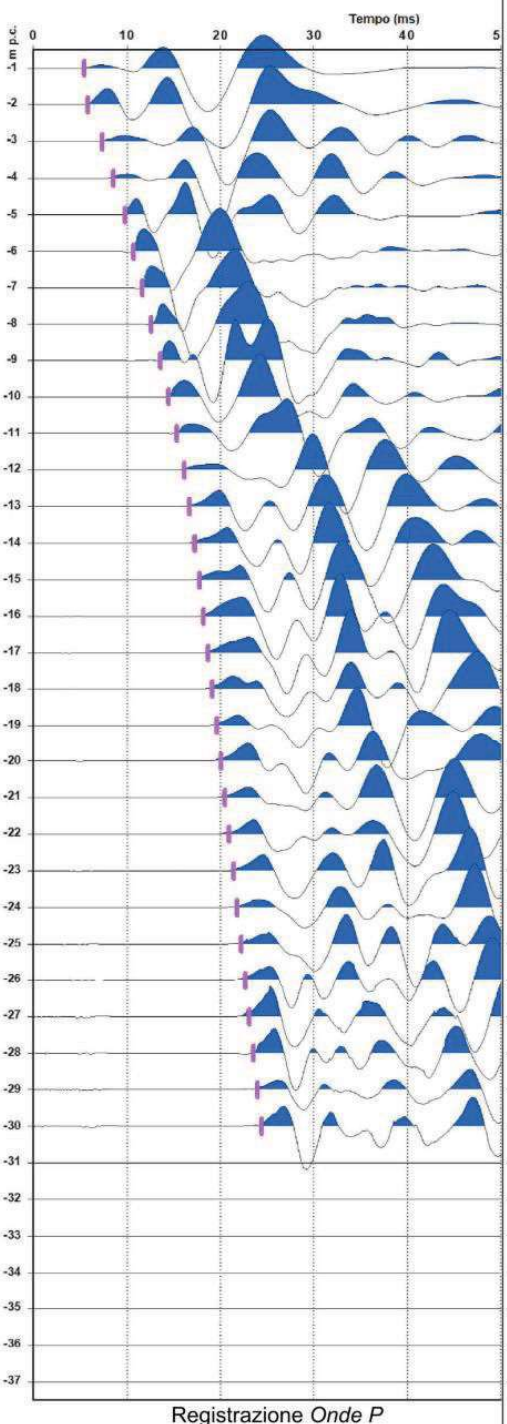
Commento

- 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.

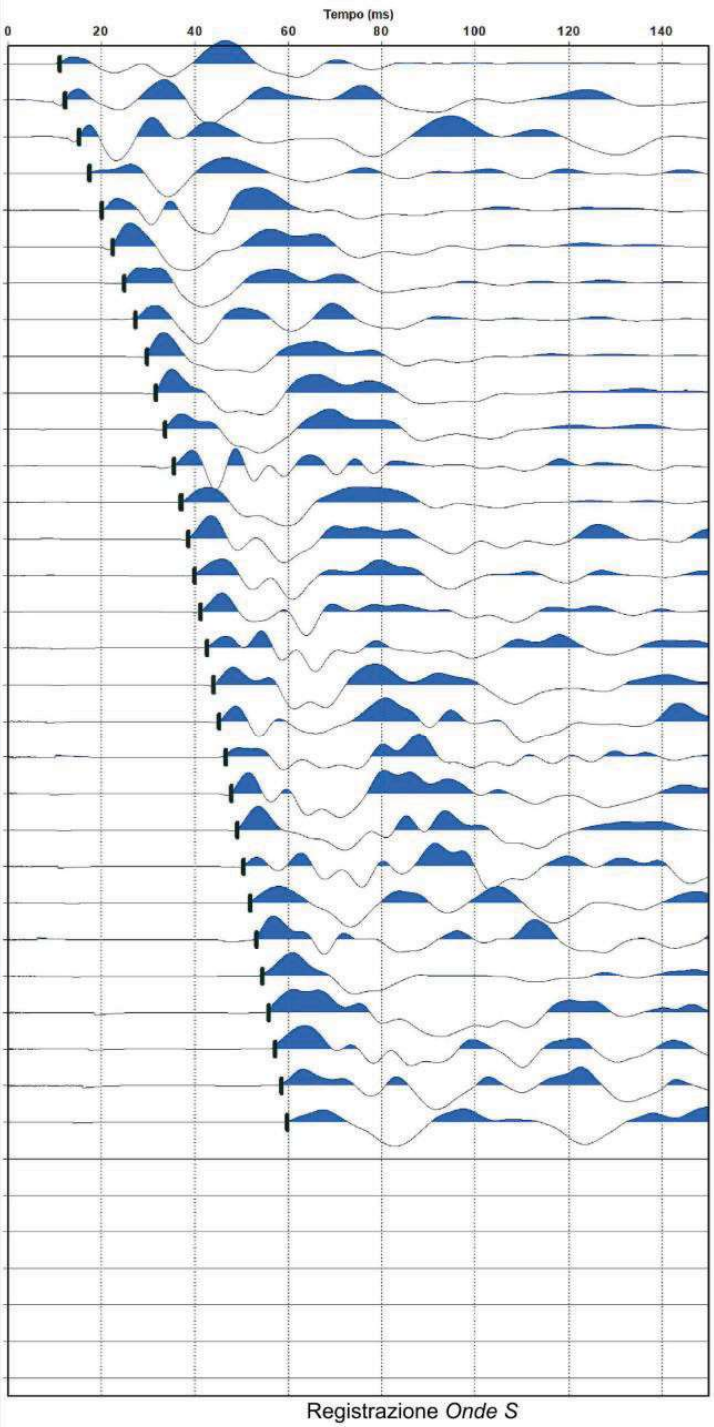
SISMOGRAMMI

DOWN HOLE

DH3
MIF3



Registrazione *Onde P*

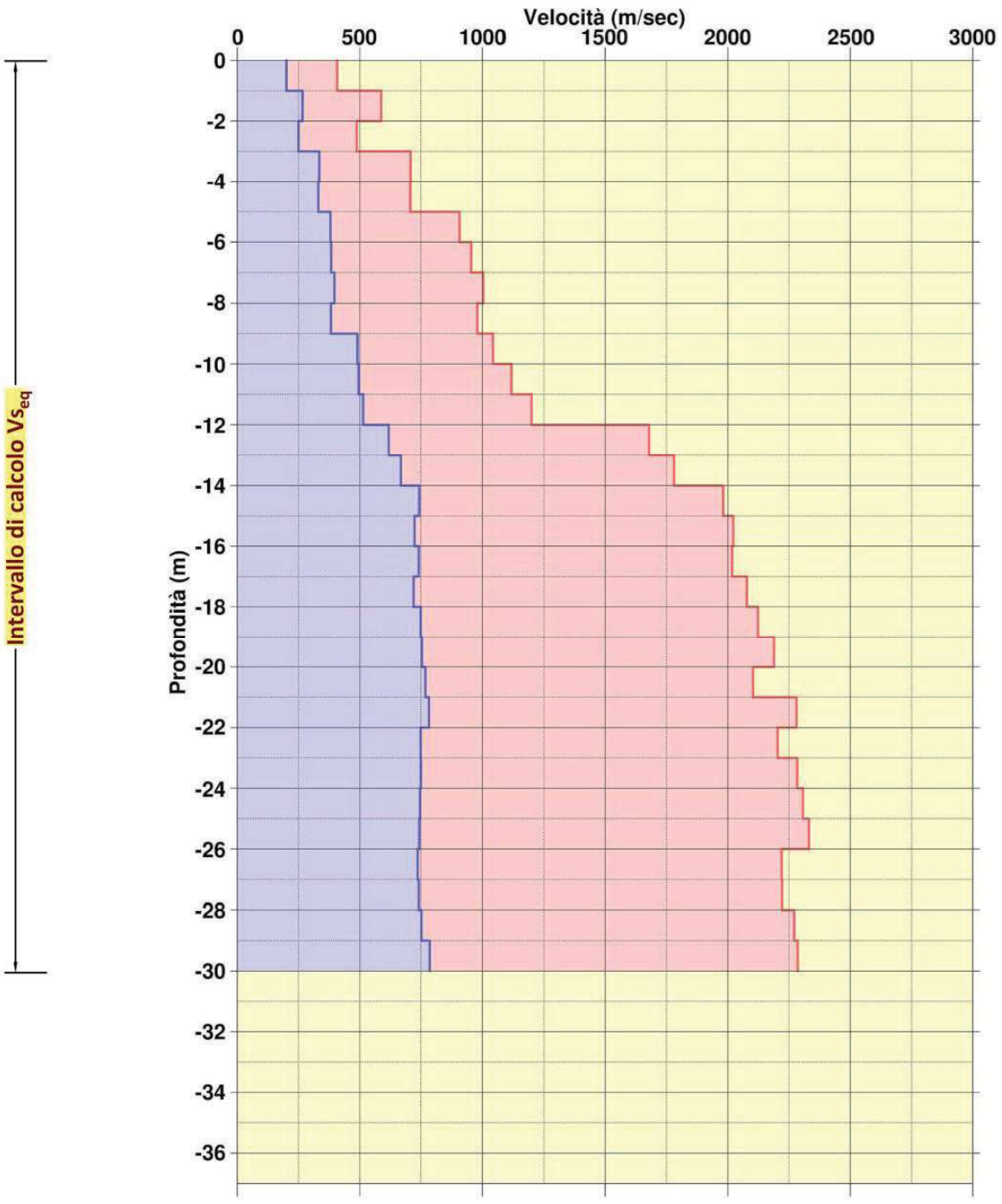


Registrazione *Onde S*

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.

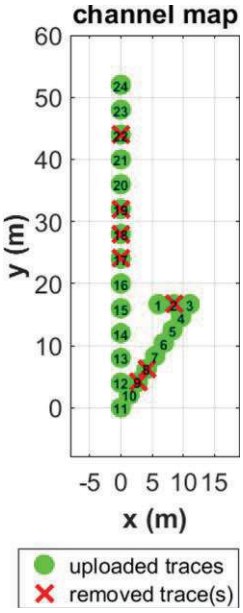


Fig. 8 – Geometria di acquisizione della prova ESAC con indicate le tracce utilizzate per l'elaborazione dei dati.

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.

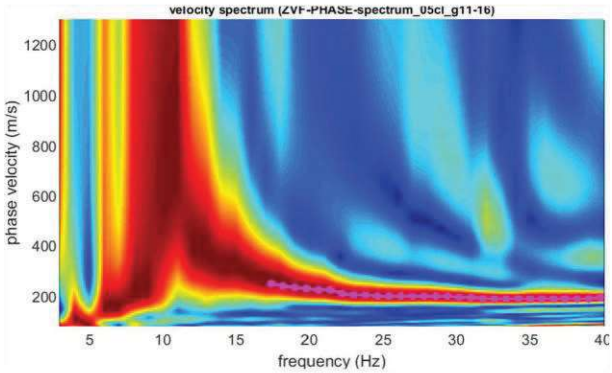
Ai fini della caratterizzazione sismica del sito per la definizione delle azioni sismiche di progetto, la categoria dei suoli di fondazione risulta di tipo **"B"** per entrambe le prove, la cui definizione nella classificazione dei suoli di riferimento normativo è la seguente:

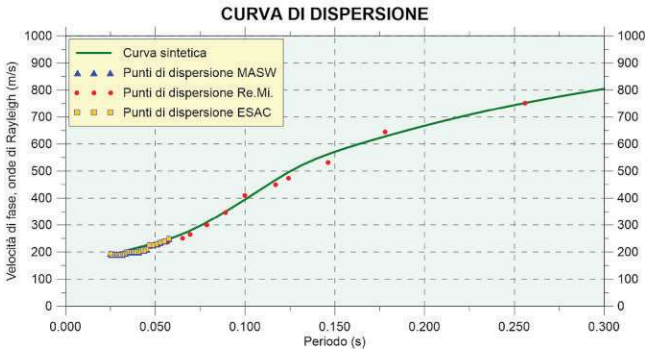
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

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.

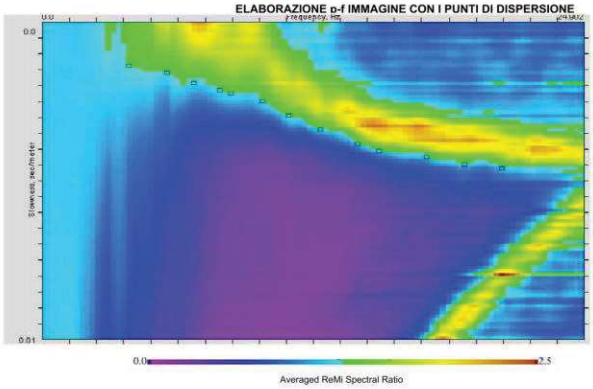
4.5.1 Prova M1

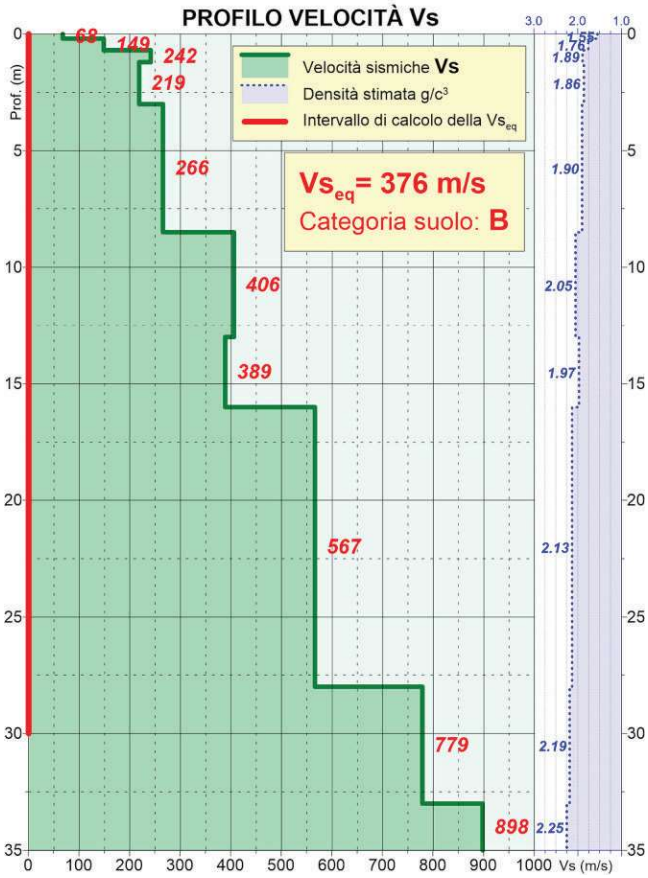
PROVA MASW - Spettro medio



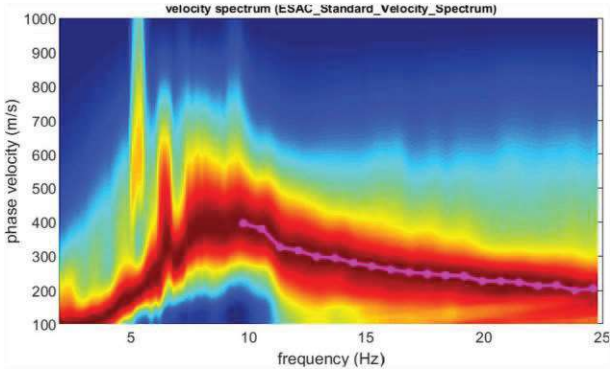


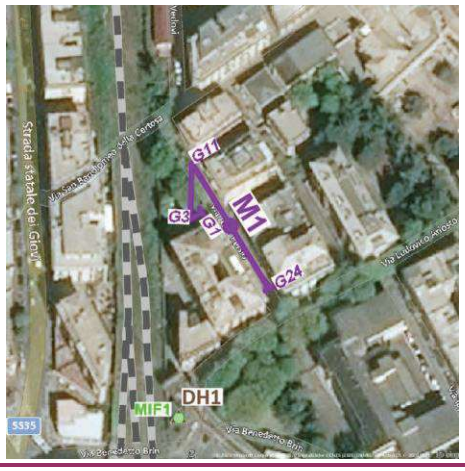
PROVA REMI - Spettro medio

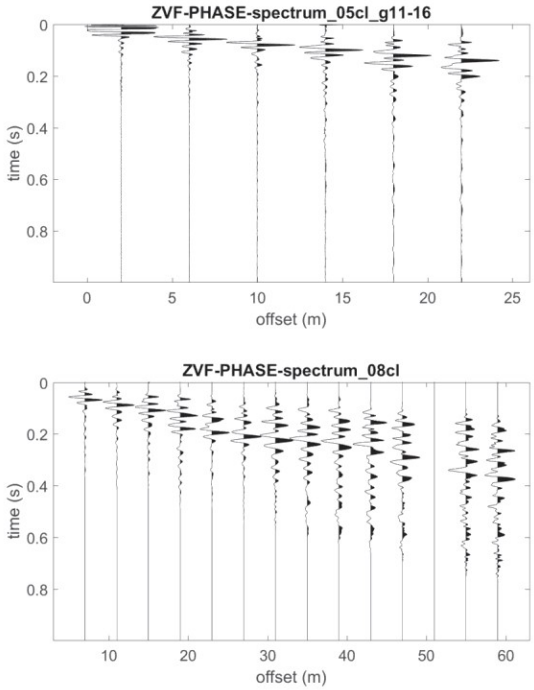




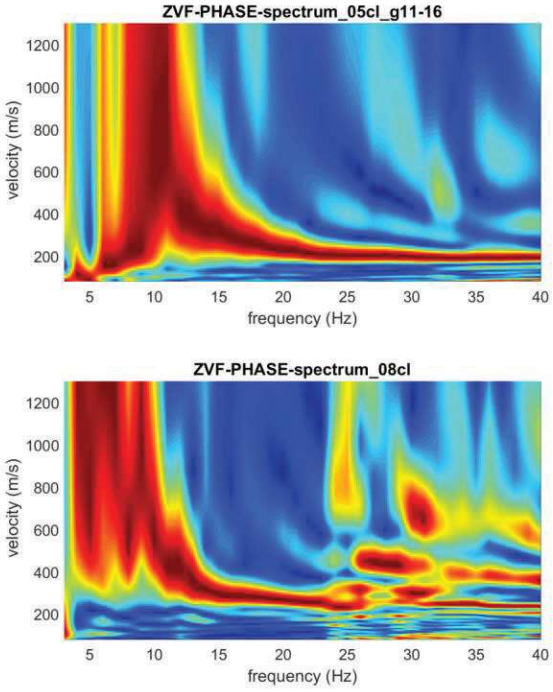
PROVA ESAC - Spettro medio







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 CONSORZIO STABILE
CAPOGRUPPO

ReseArch CONSORZIO STABILE
MANDANTE

PROGETTISTI:

CAPOGRUPPO

HYpro srl hydro-geological engineering • environment • monitoring
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

AIP Ambiente Trasporti Progettazione
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)

Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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:	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 Lonardo)

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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

20.02

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.680	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

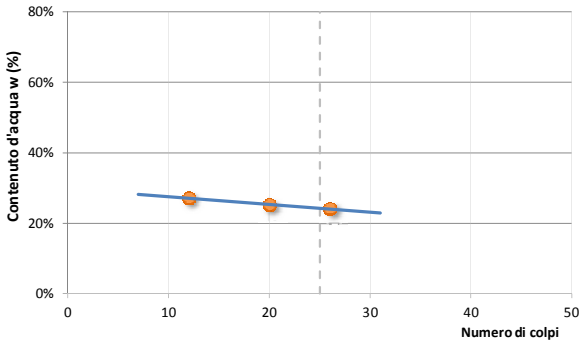
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

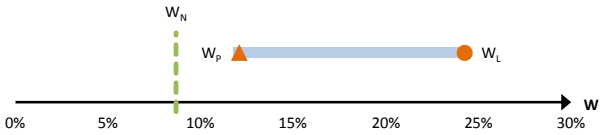


y = -0.0022 x + 0.29747 R^2 = 0.994

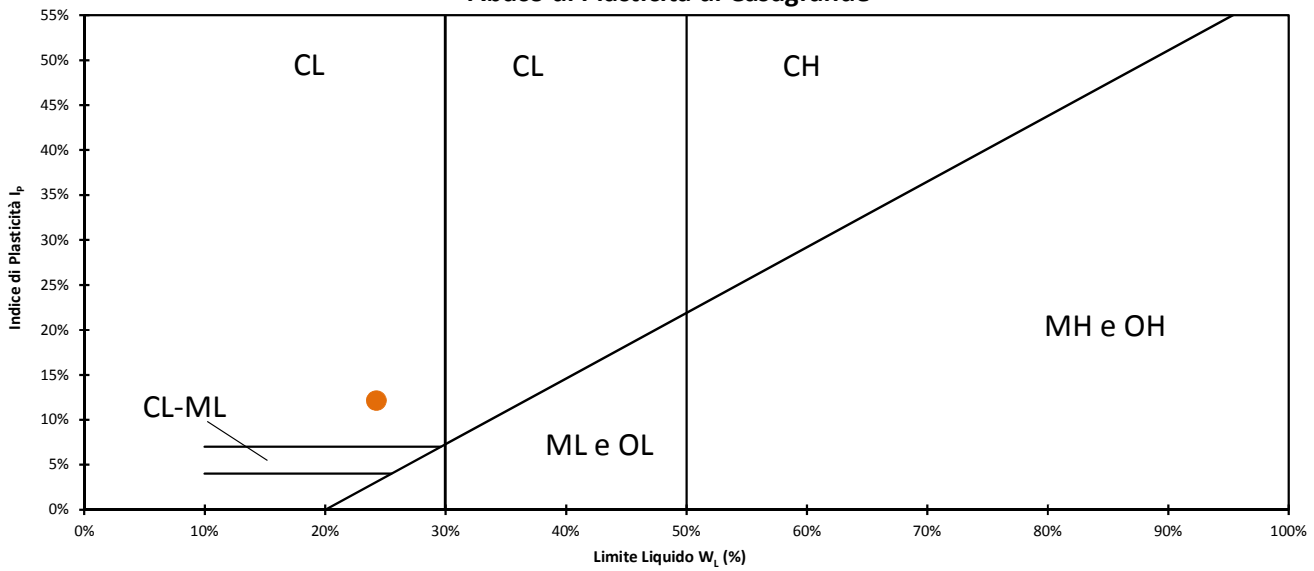
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

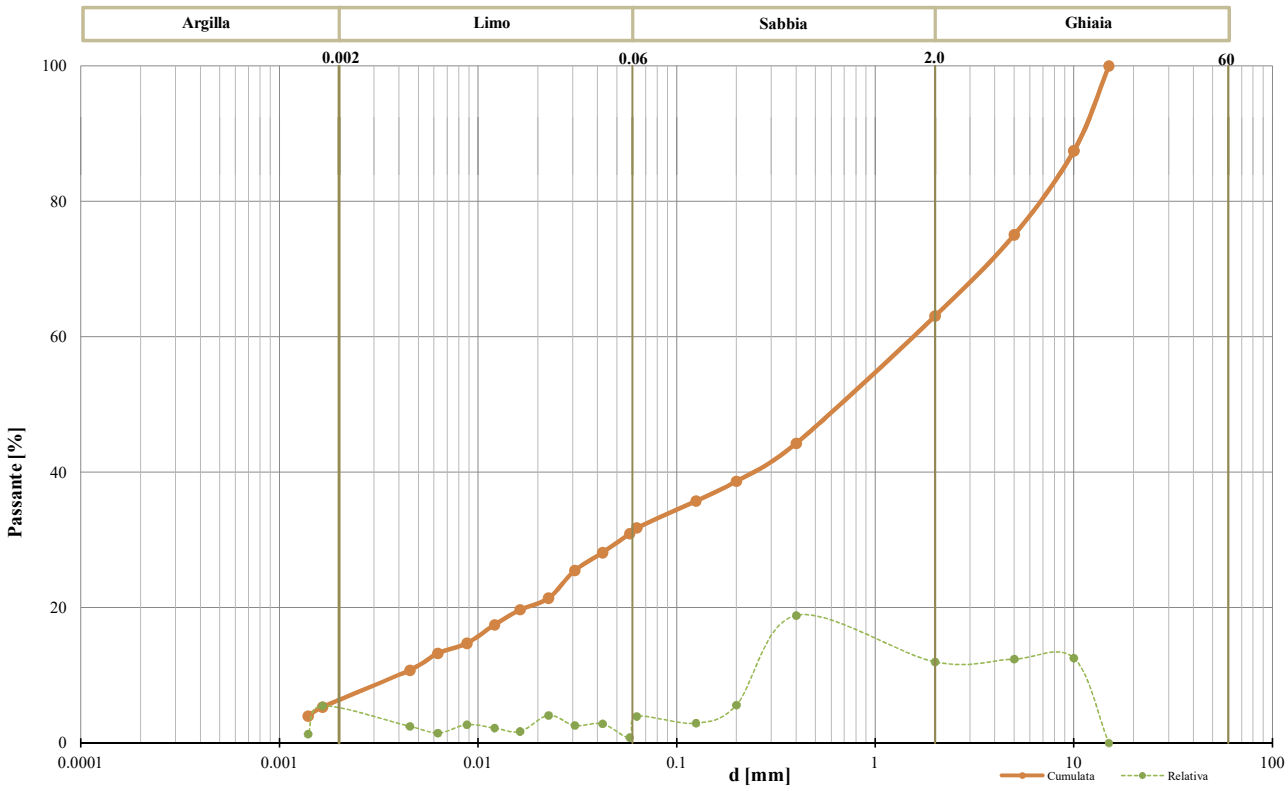
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

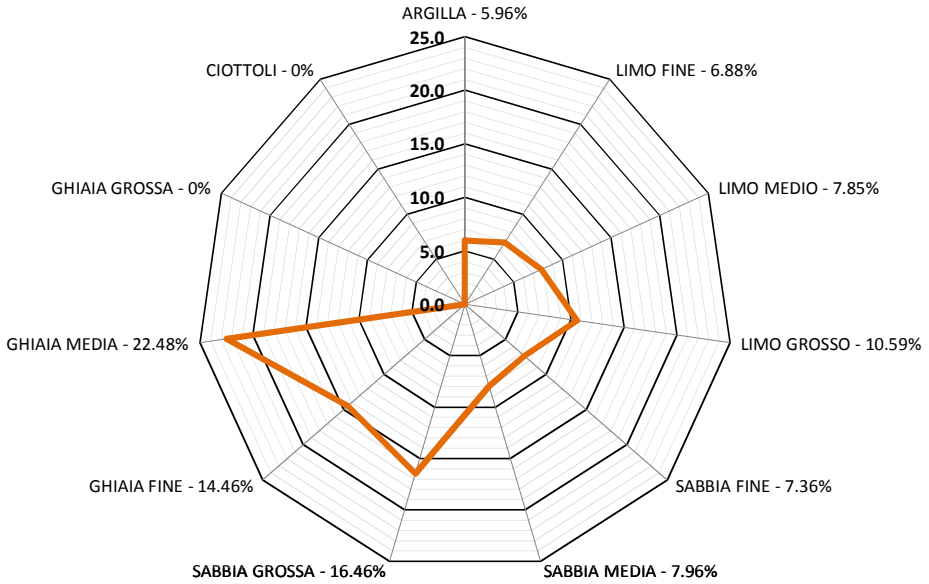
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

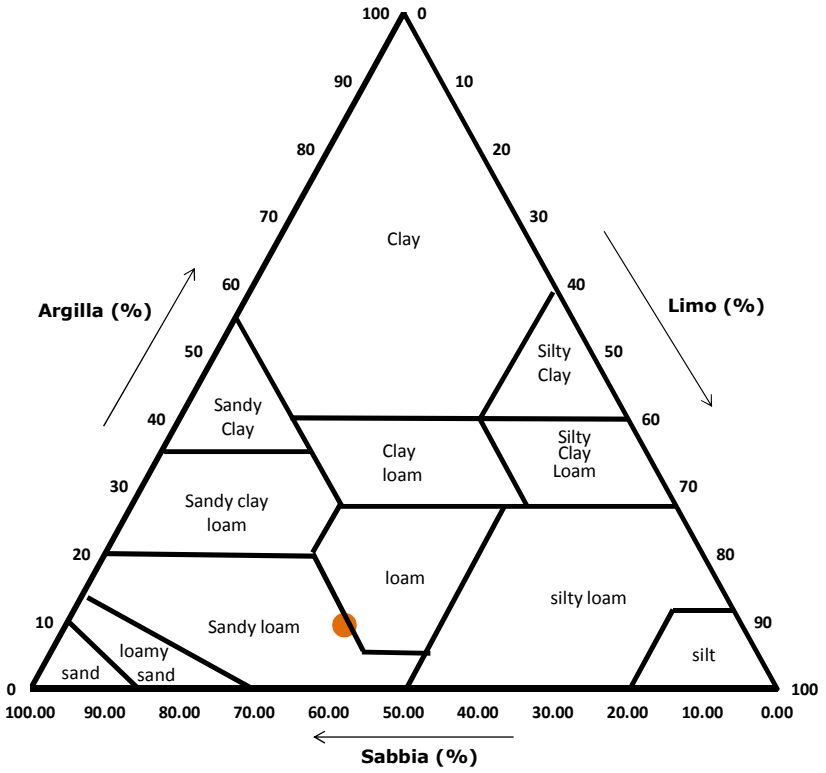
Certificato di prova numero:	2527/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	31/01/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	07/02/2020	18/02/2020

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 %
Sandy loam		

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

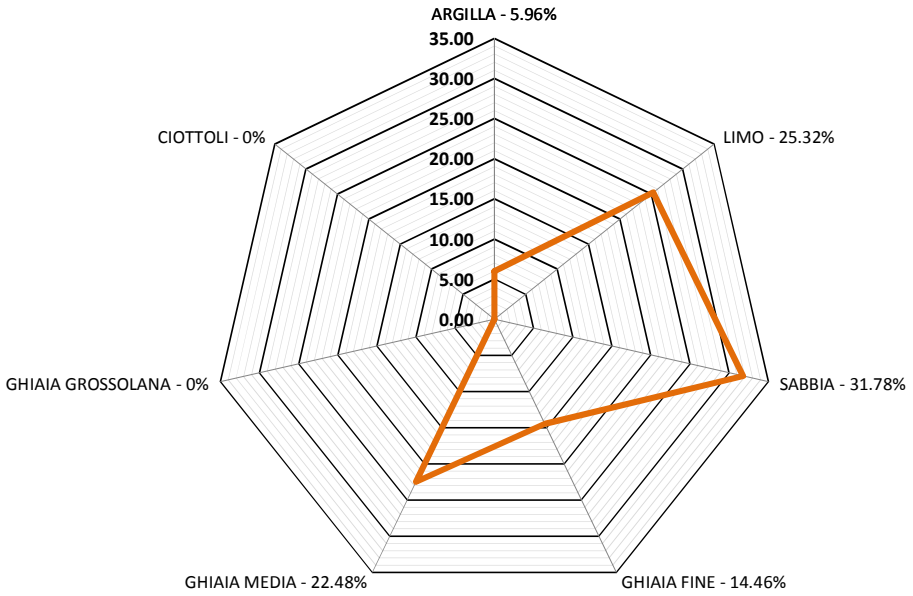
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

Certificato di prova numero:	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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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

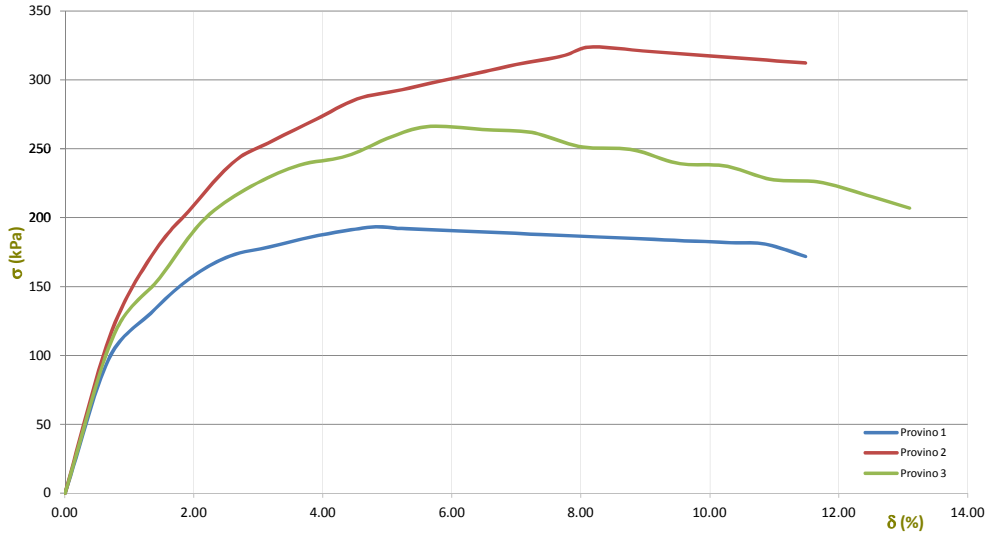
Committente Geotec Spa

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
13.097	206.891

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di 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 σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
170.0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO σ'_v = 5 kPa)

σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ε_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 Toffe)

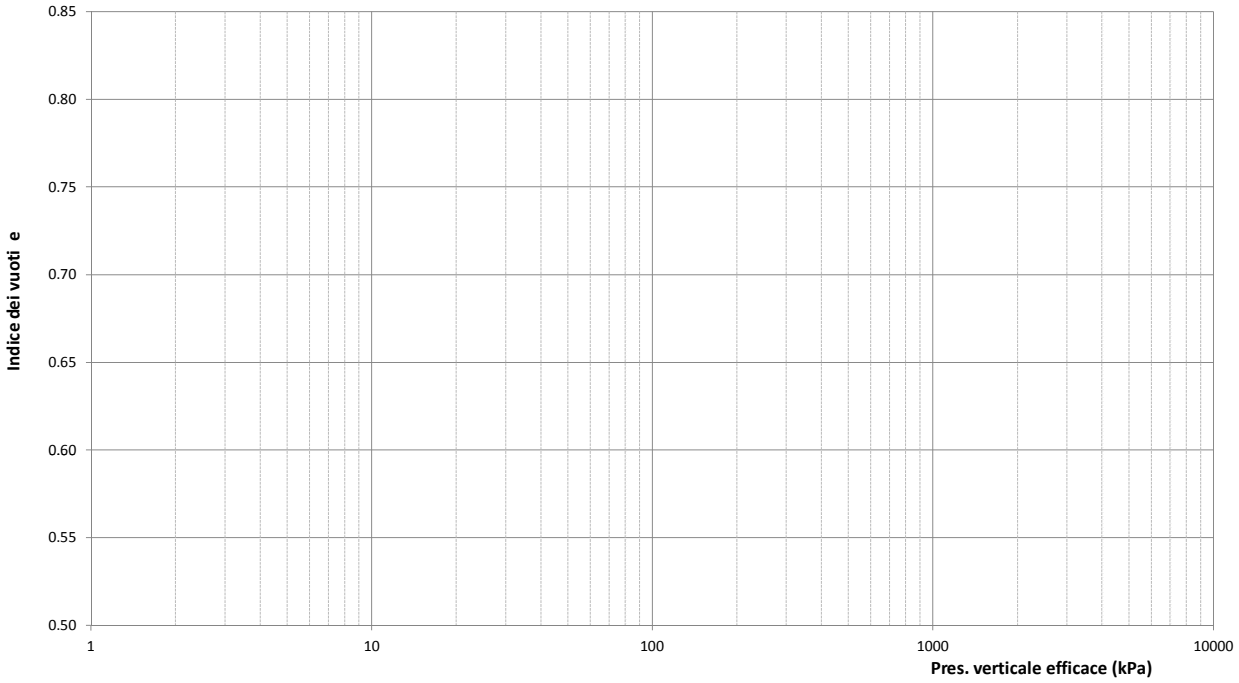
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

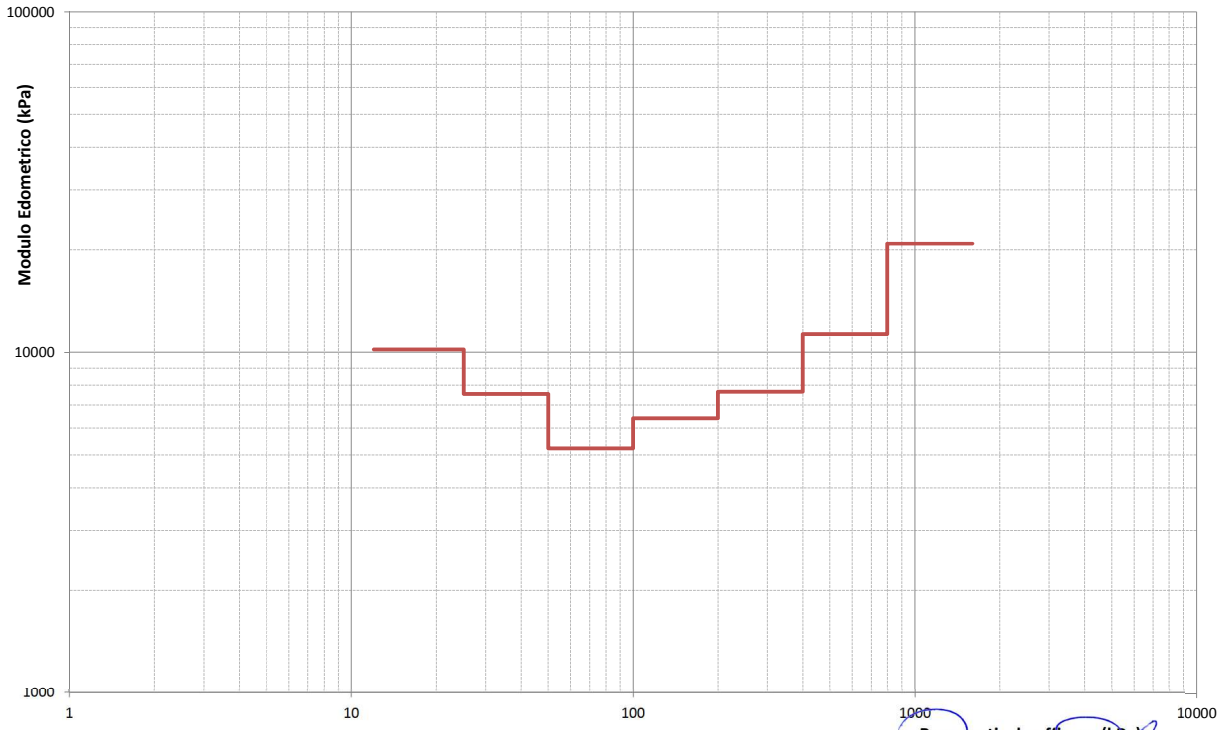
PROVA EDOMETRICA

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)

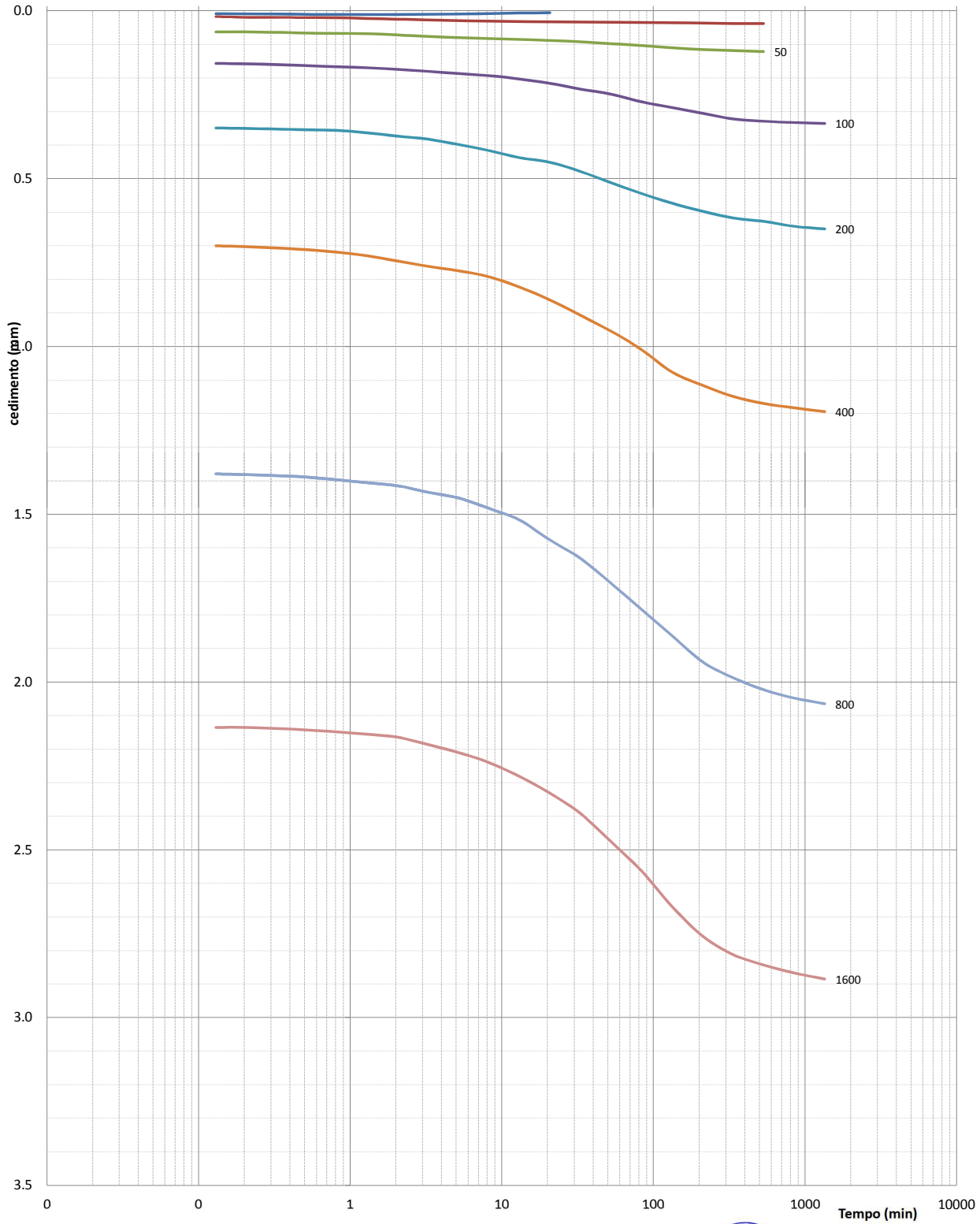
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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	1.736
533.23				

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

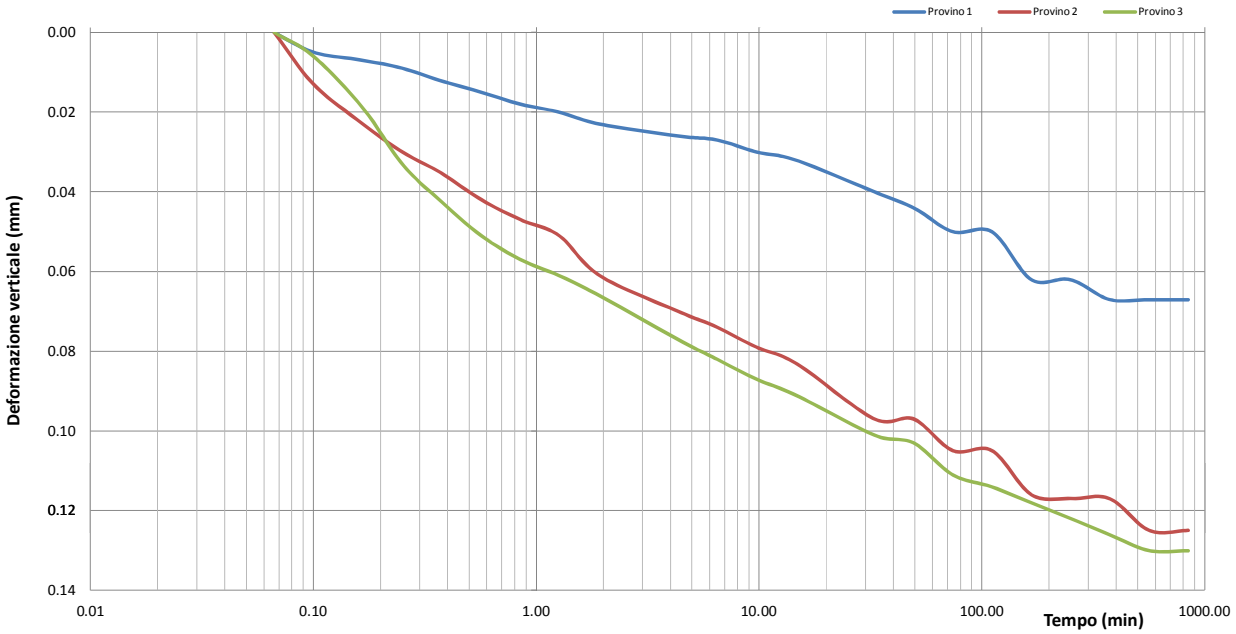
Modalità di prova: ASTM D 3080

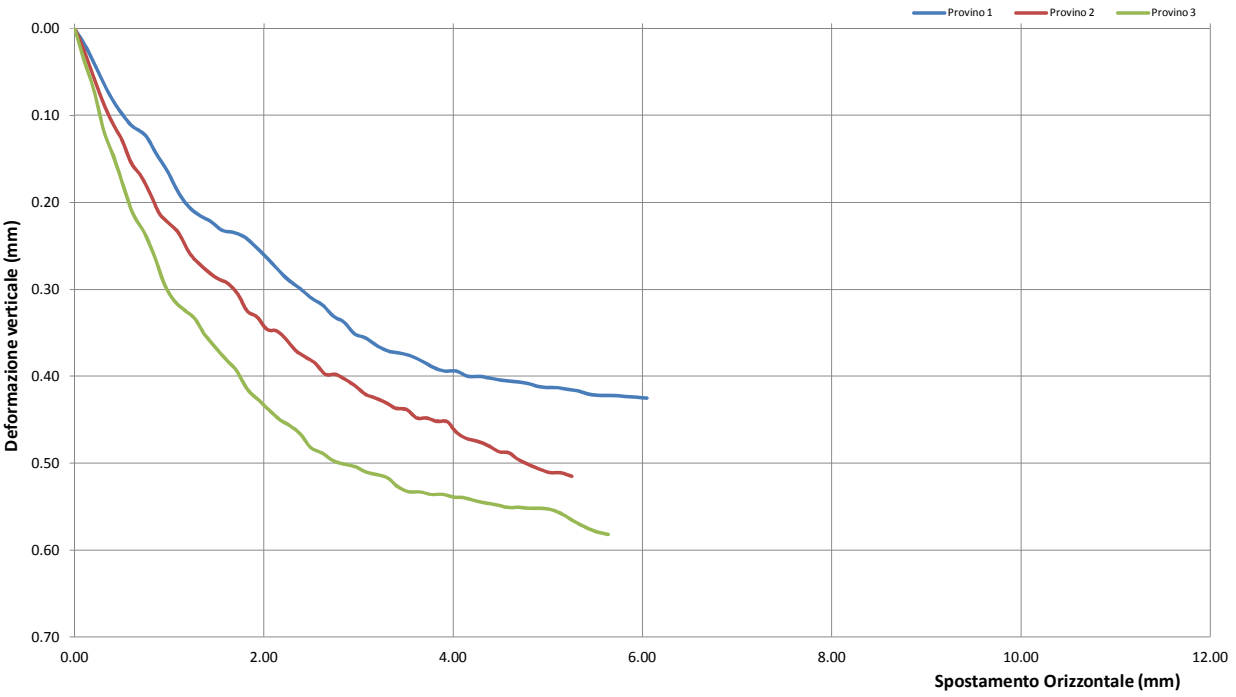
Certificato di prova numero:	2527/G	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	04/02/2020	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	06/02/2020	18/02/2020

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

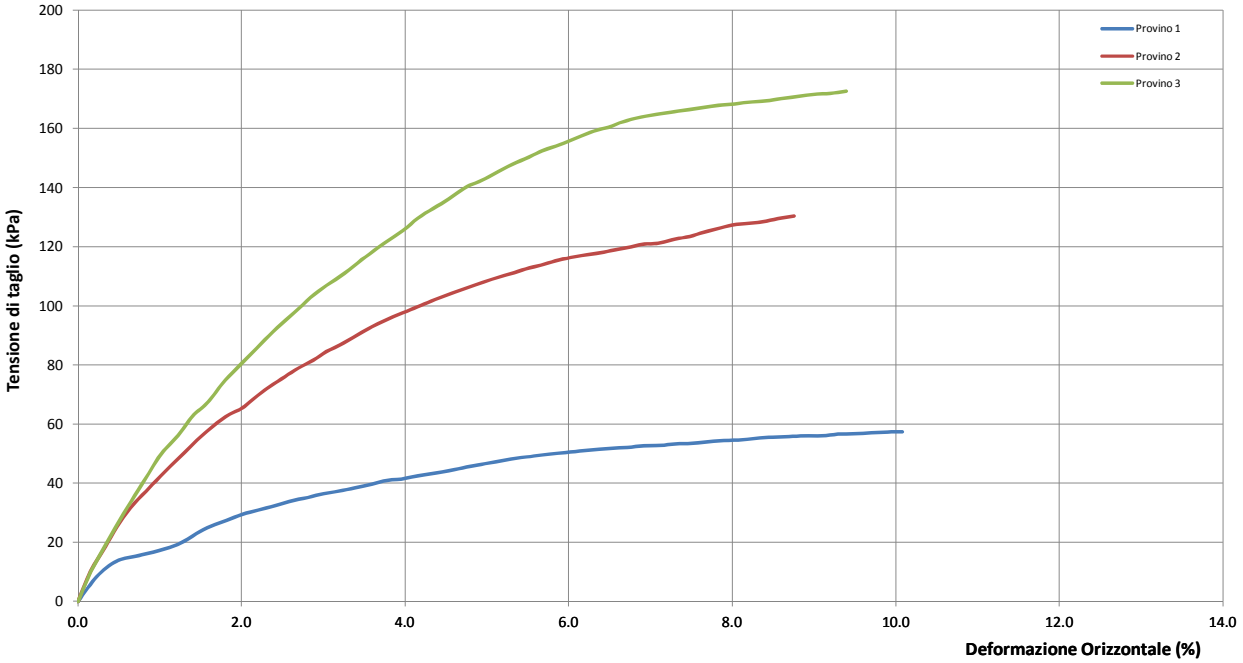
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

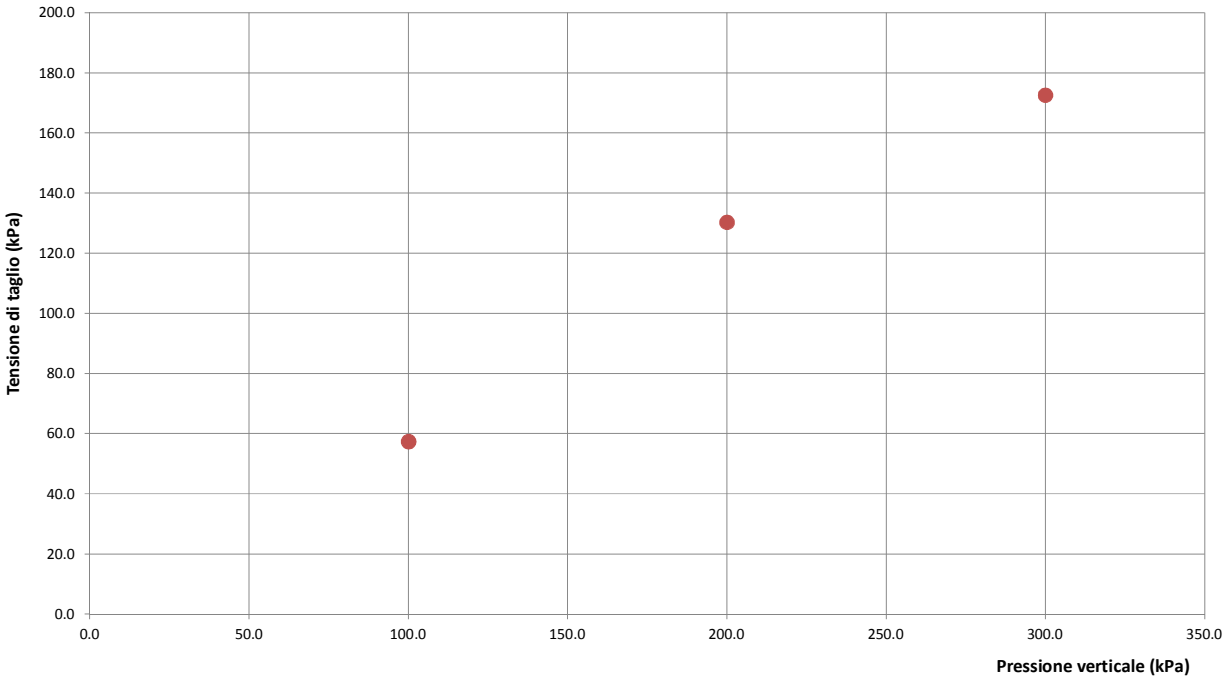
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

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:	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

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

19.76

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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:	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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.677	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

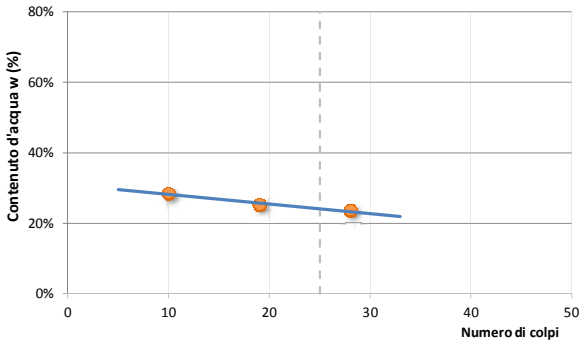
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

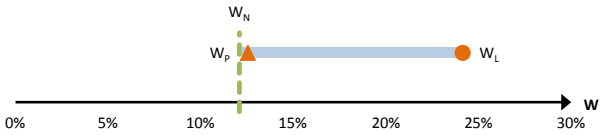


y = -0.00272 x + 0.30918 R^2 = 0.966

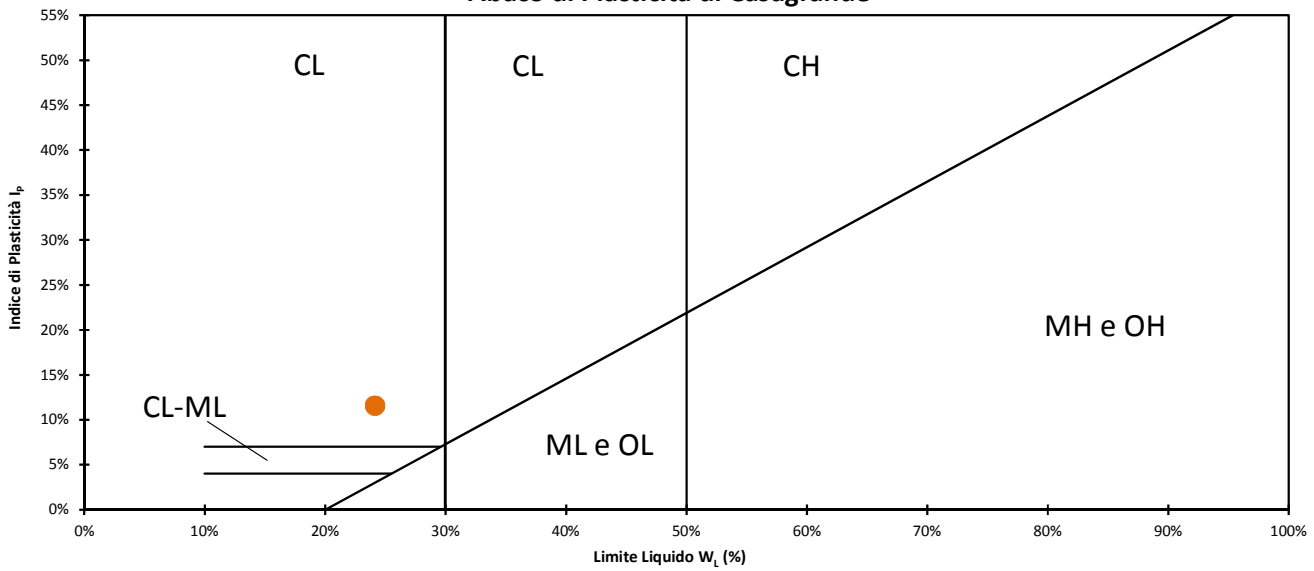
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

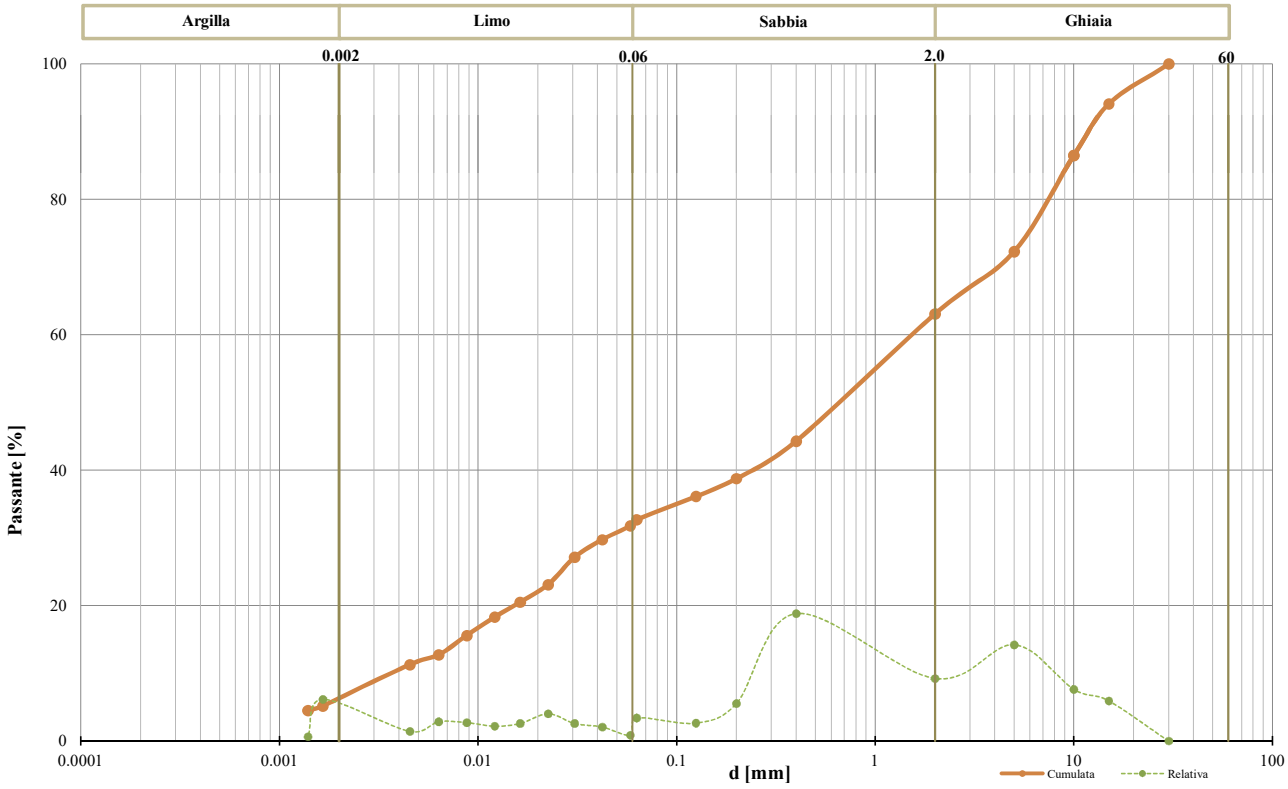
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

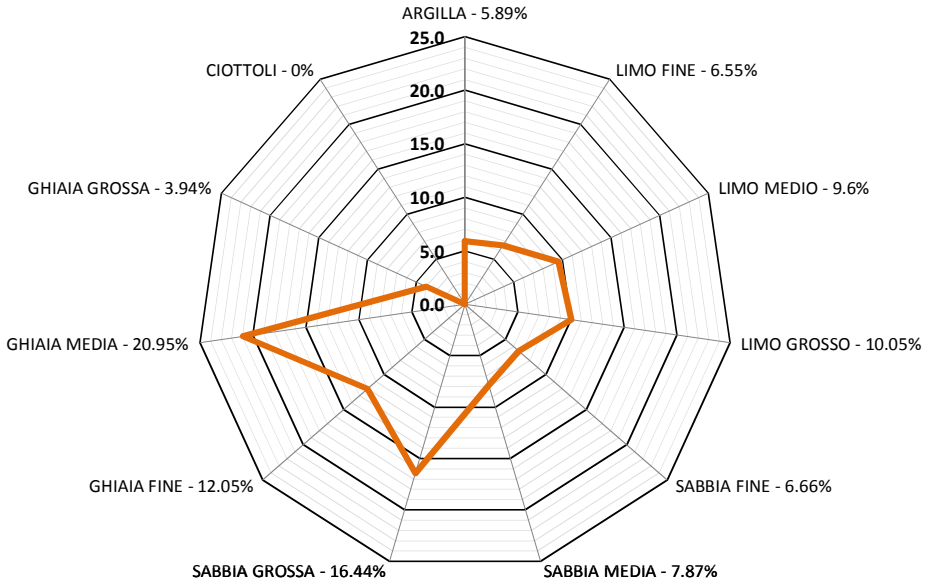
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

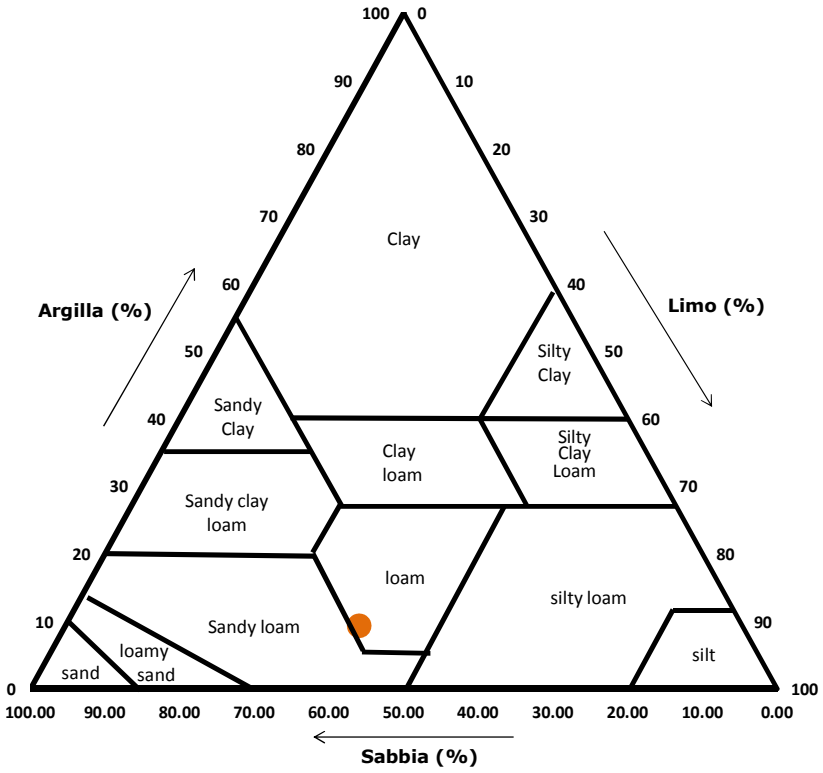
Certificato di prova numero:	2528/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

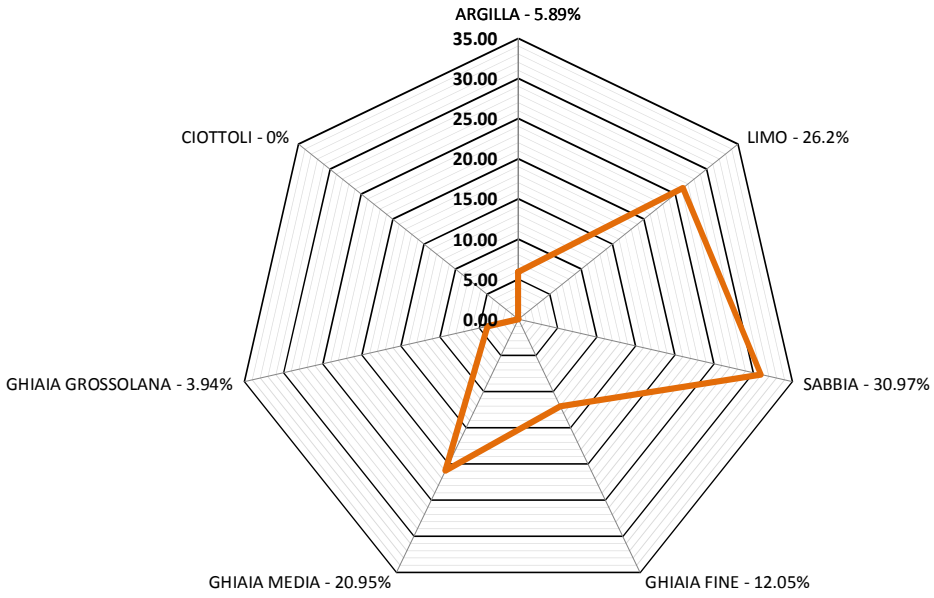
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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)

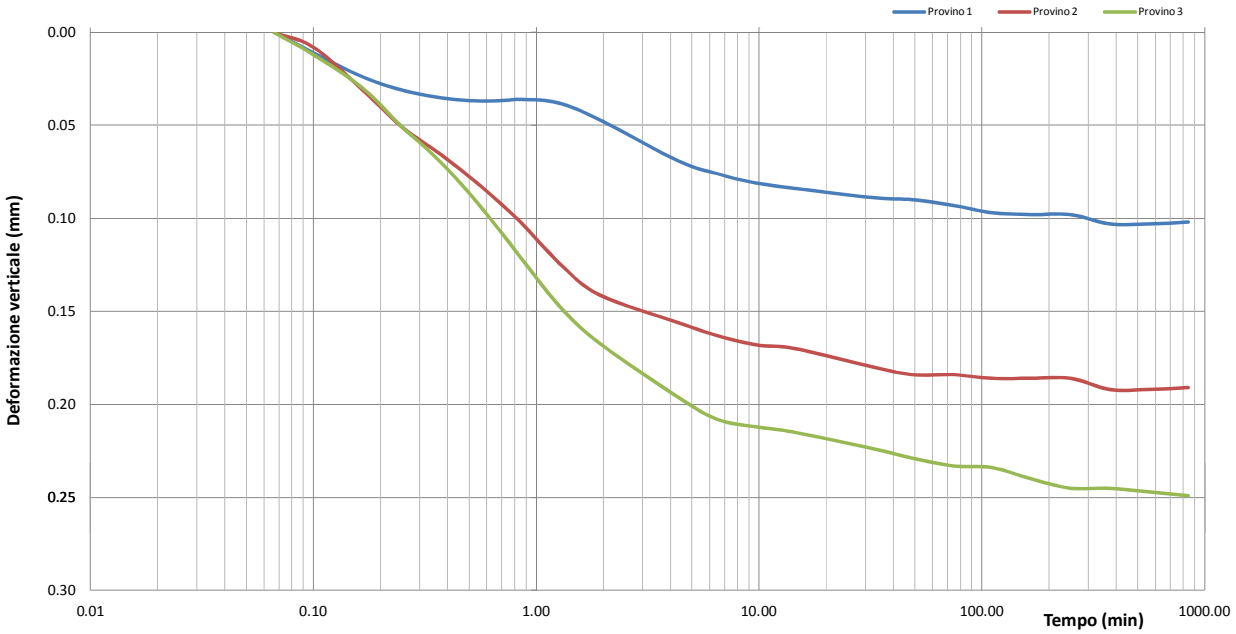
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

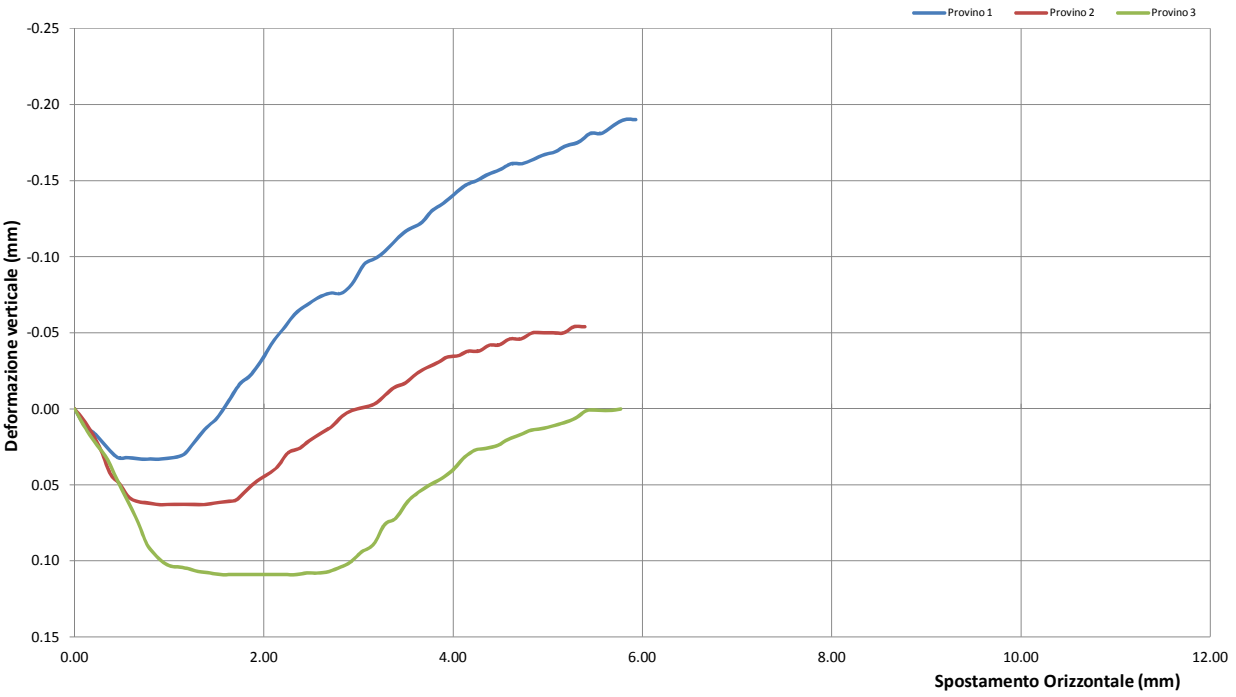
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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

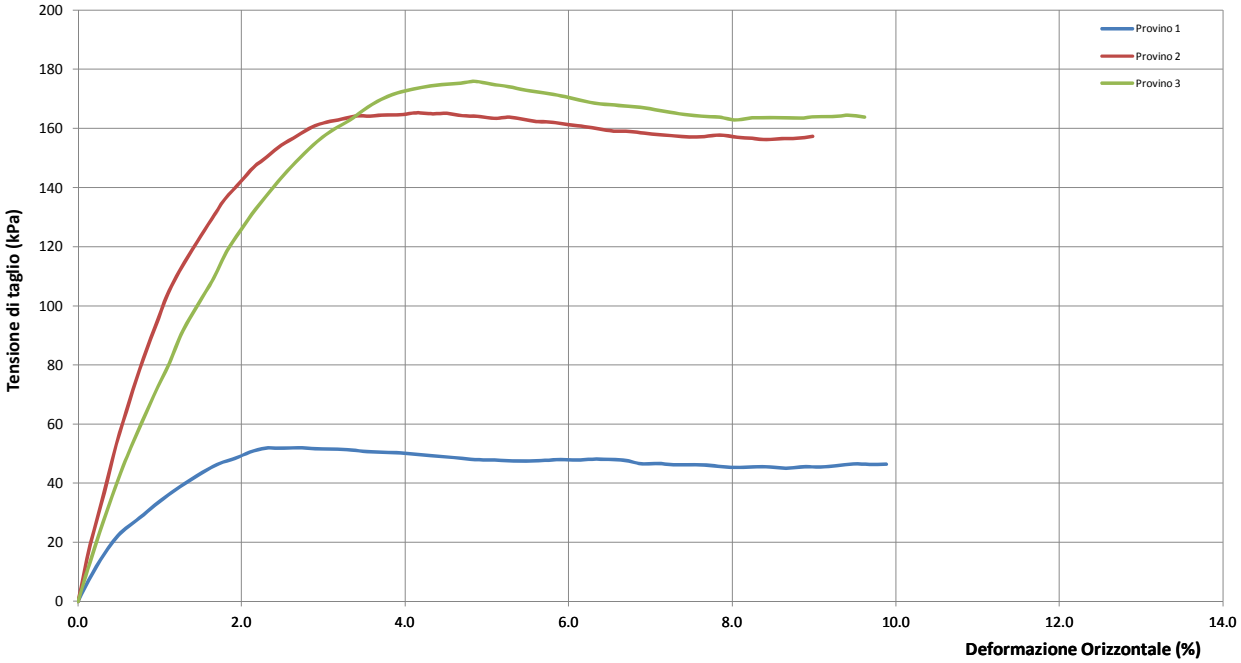
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

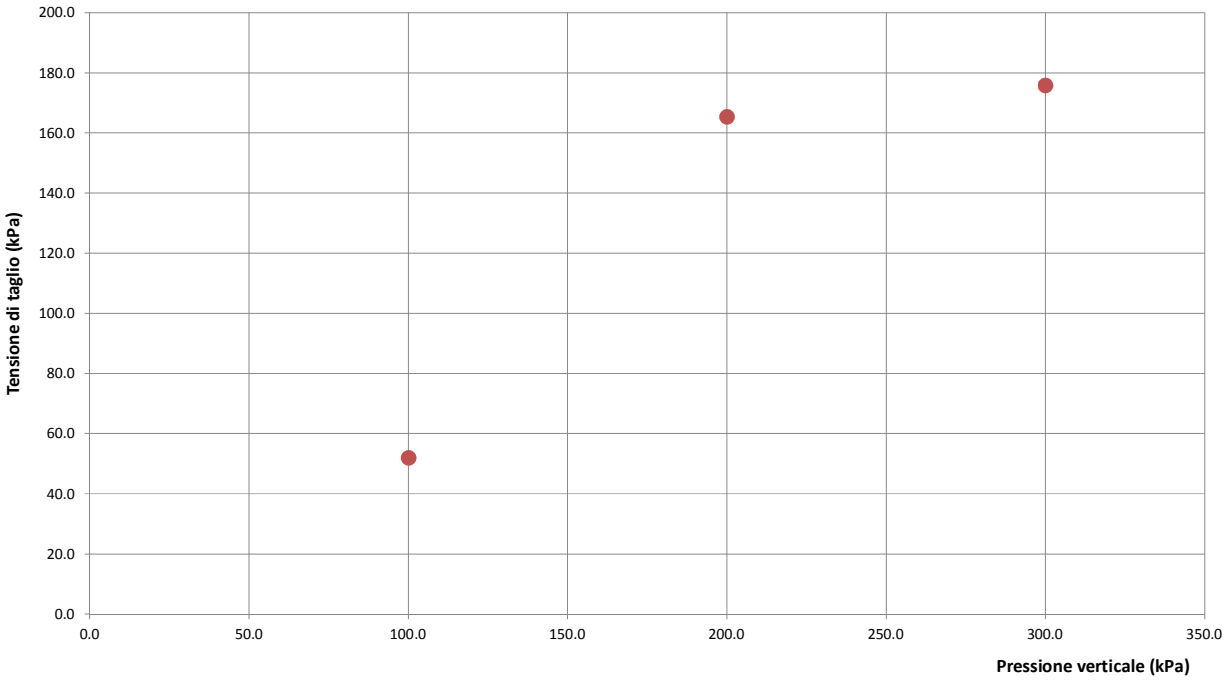
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS s.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 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:	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

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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 Lonardo)

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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

17.30

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.678	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

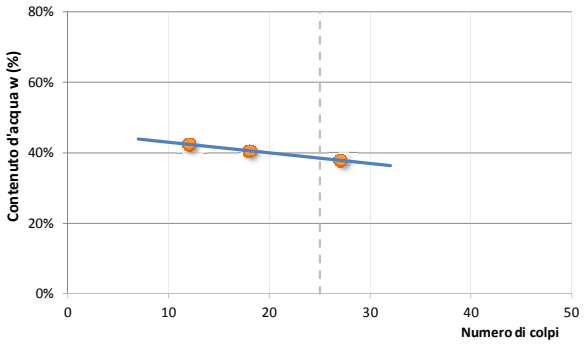
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

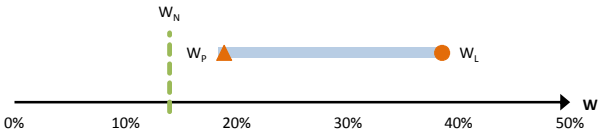


y = -0.00301 x + 0.45986 R^2 = 1.000

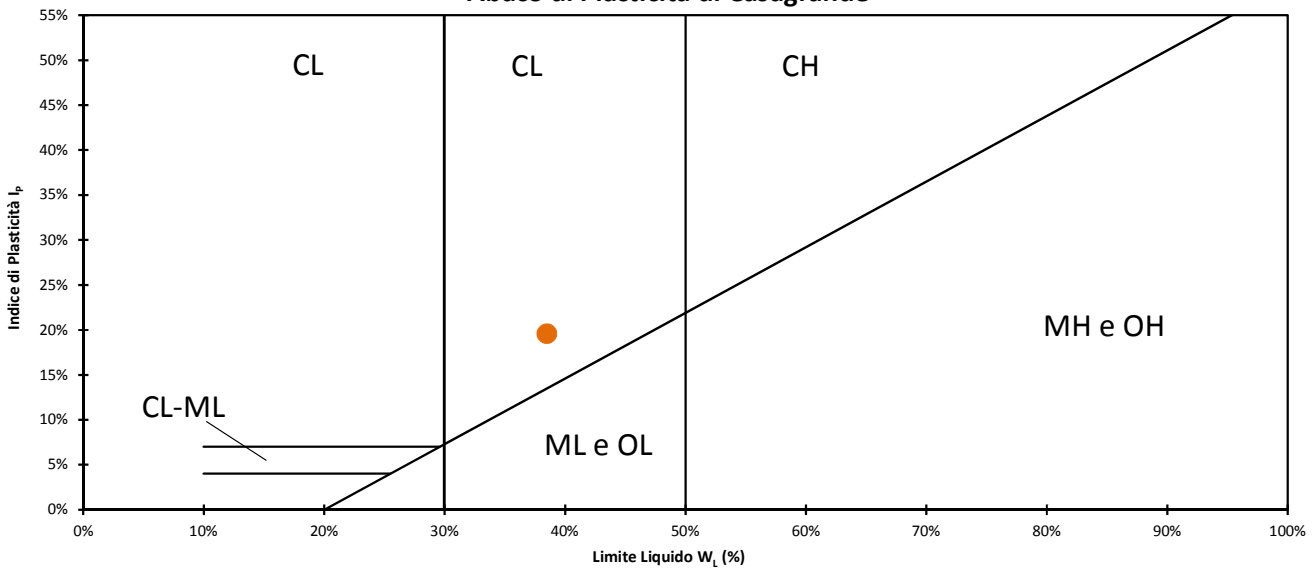
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

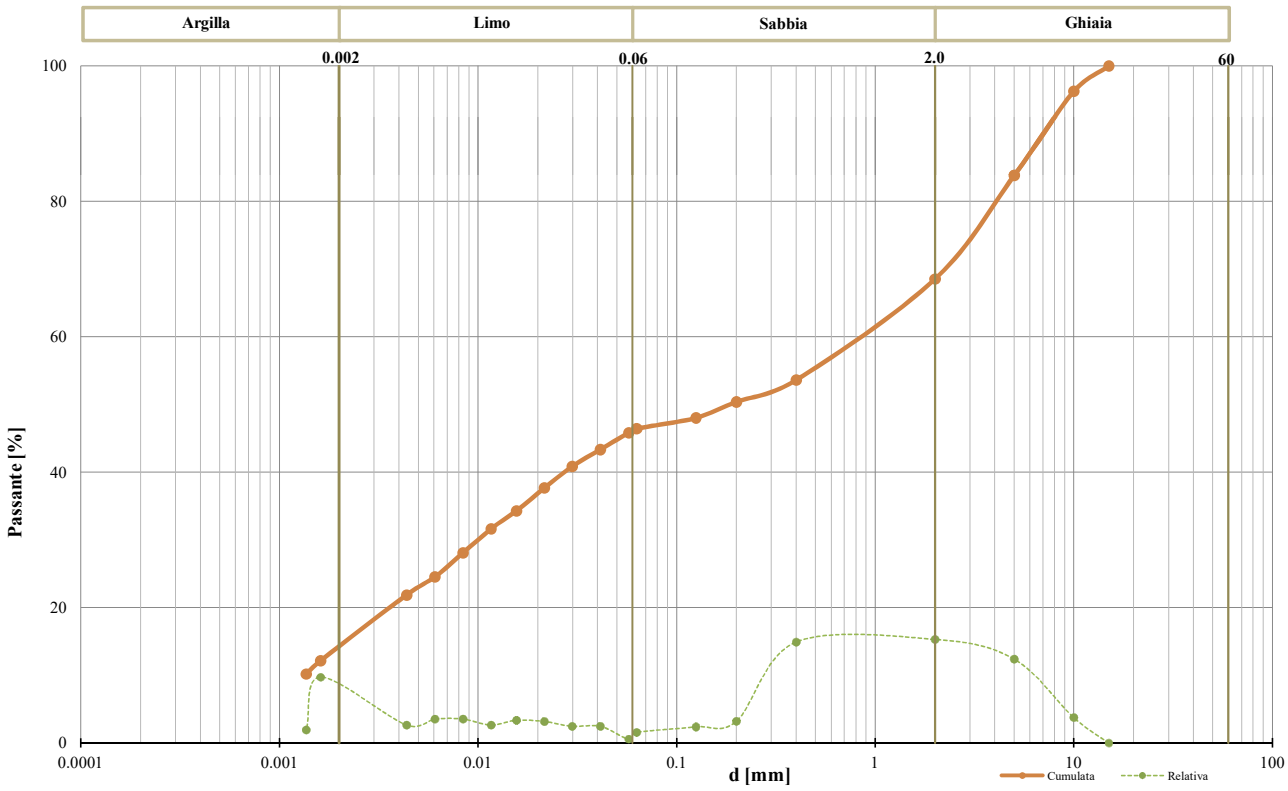
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

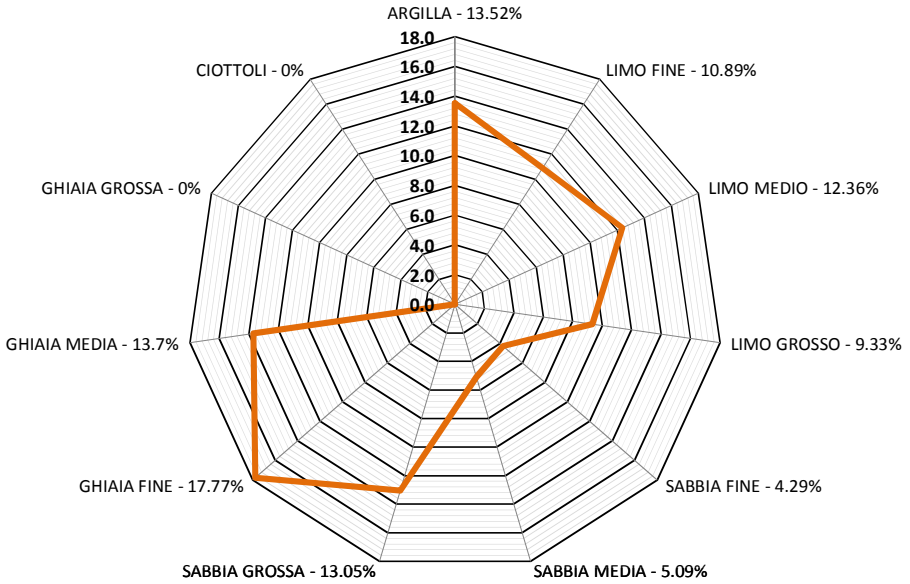
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

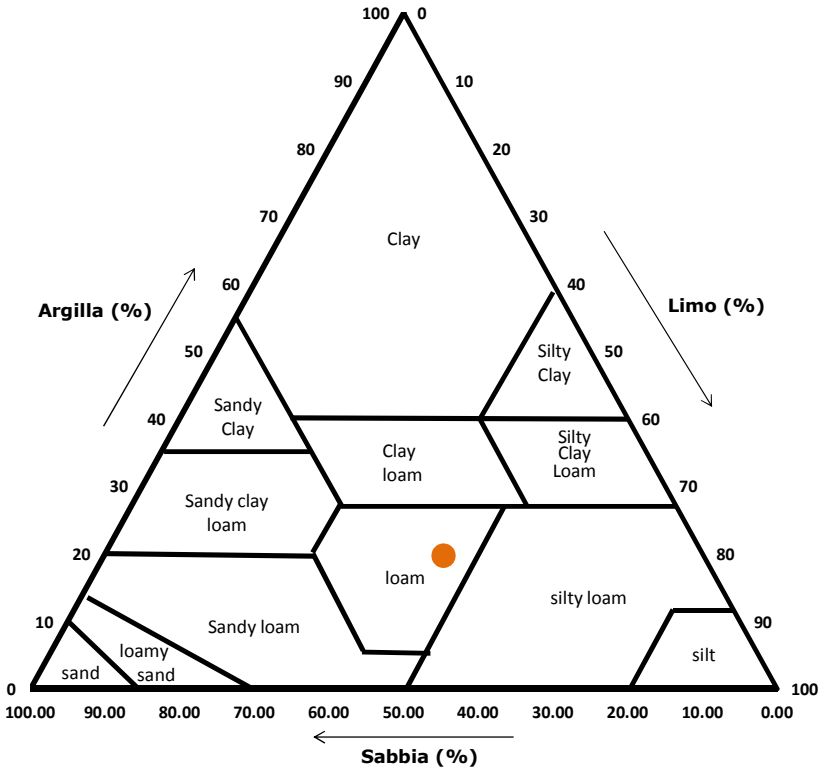
Certificato di prova numero:	2529/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Classe loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

CLASSIFICAZIONE AASHTO

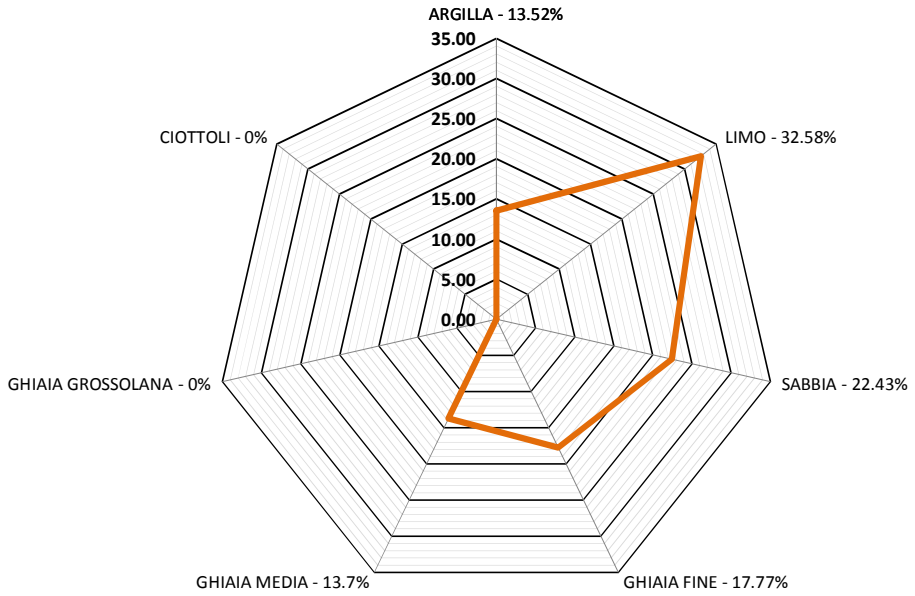
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

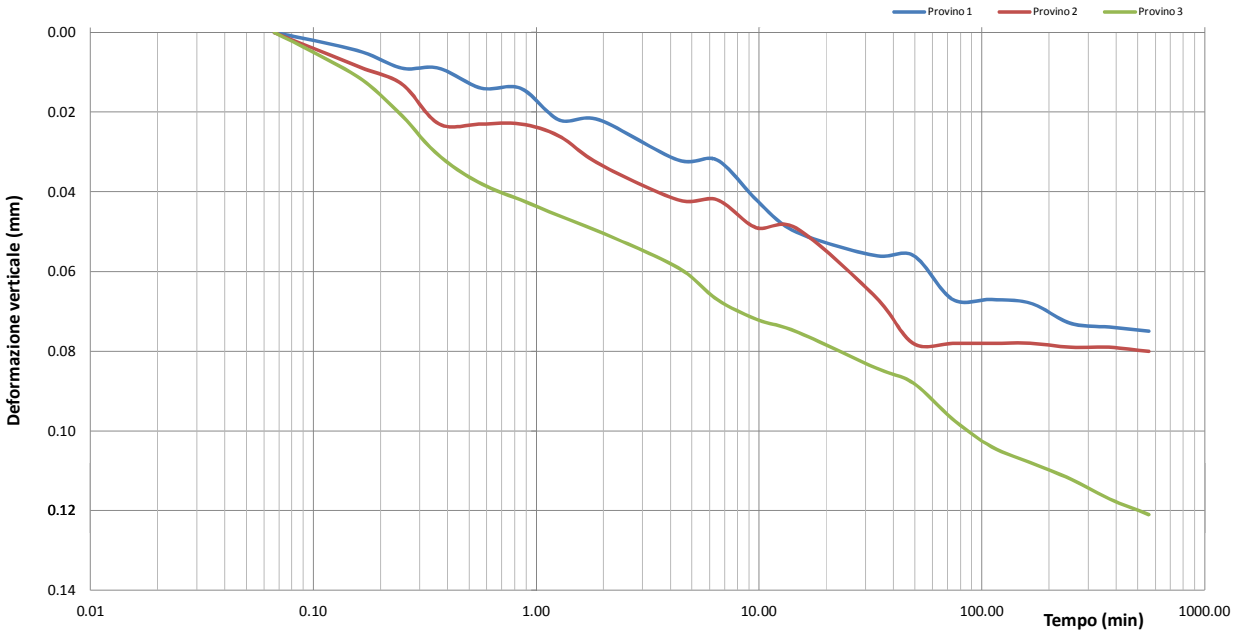
Modalità di prova: ASTM D 3080

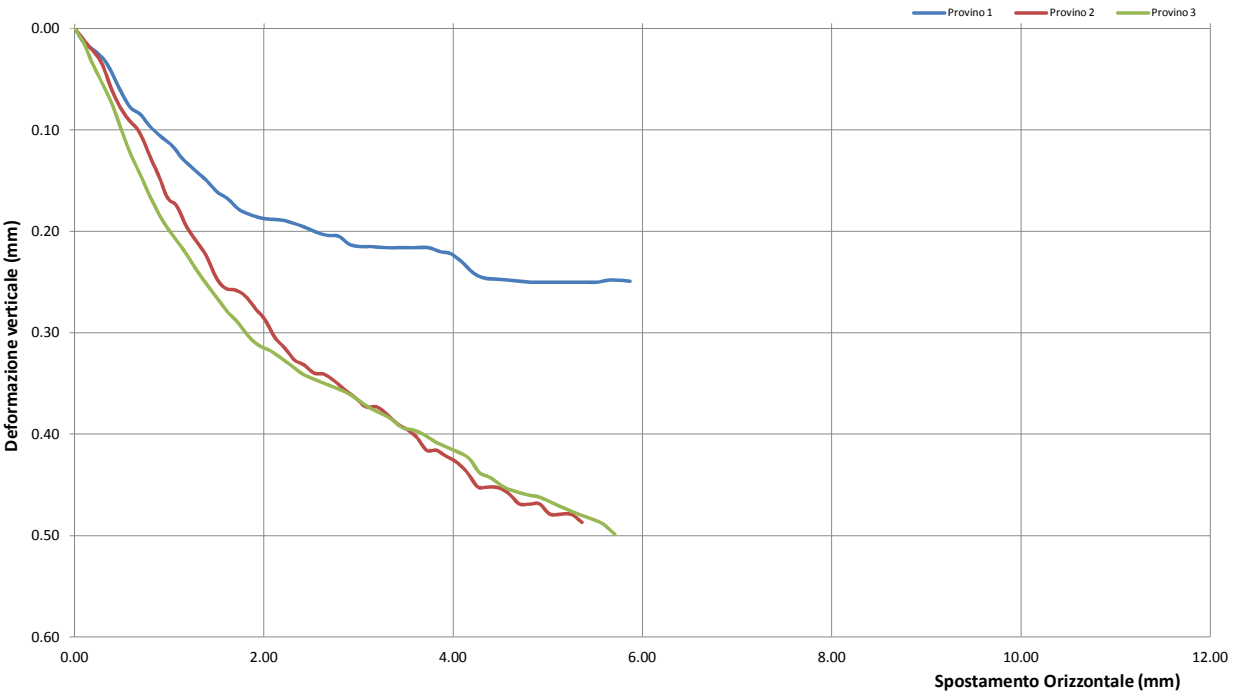
Certificato di prova numero:	2529/G	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	06/02/2020	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	08/02/2020	18/02/2020

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

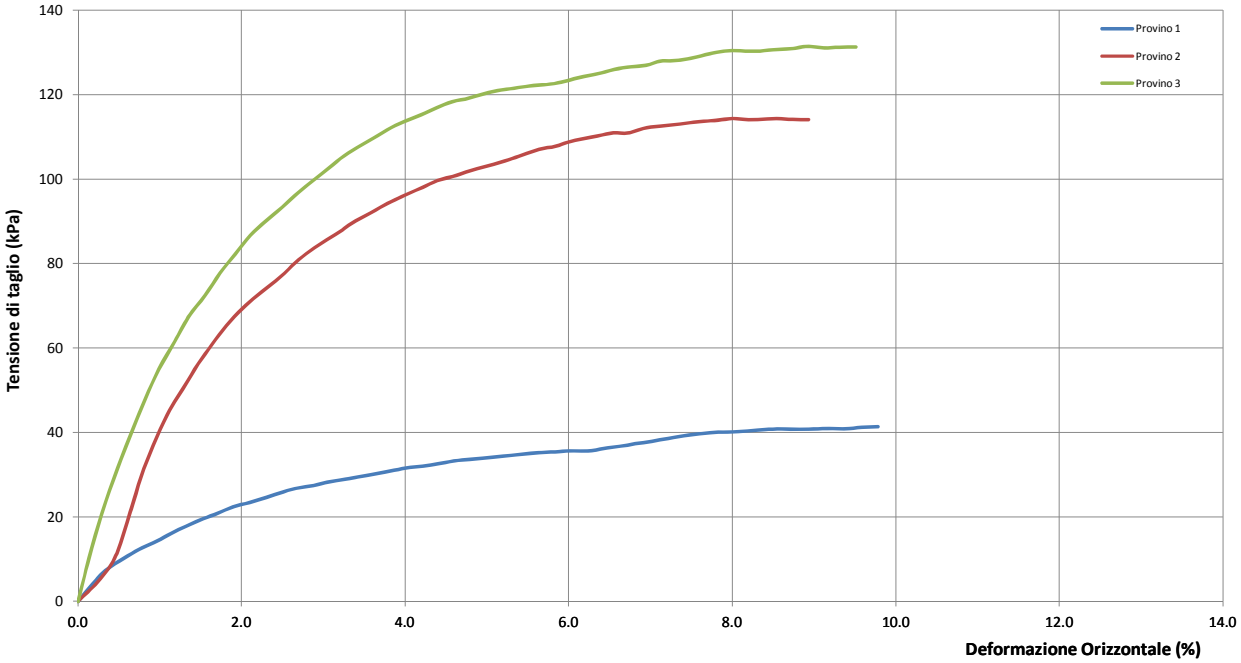
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

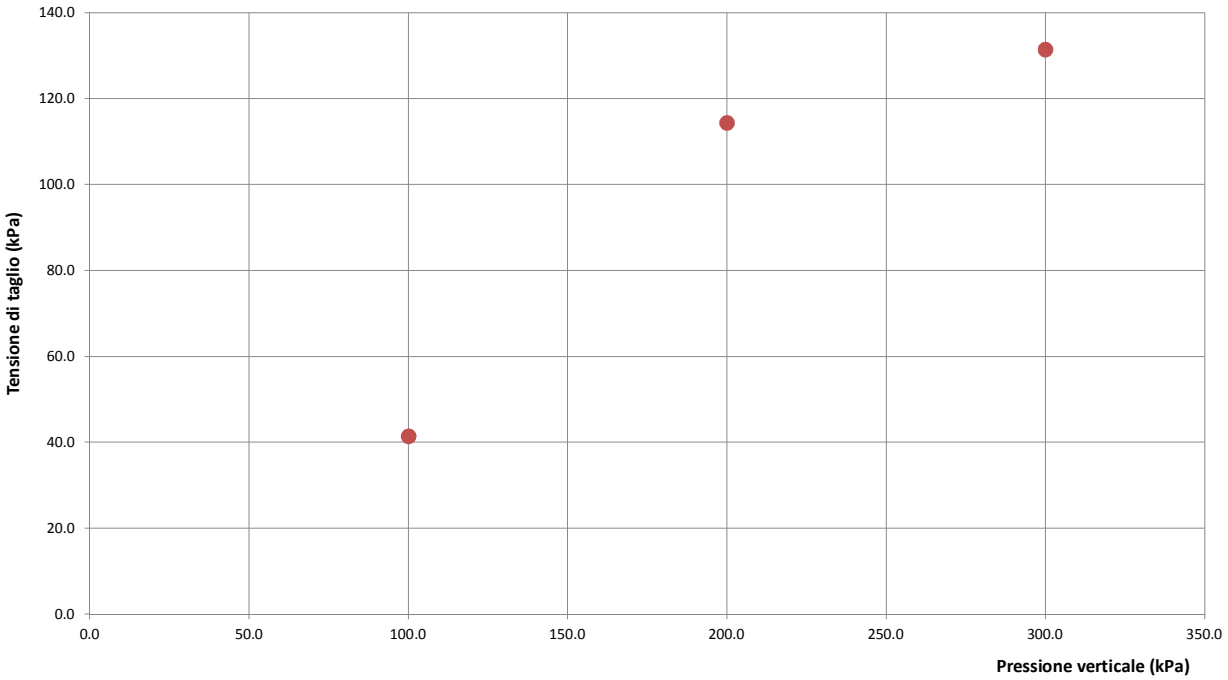
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 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:	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 Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

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:	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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

17.29

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.677	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

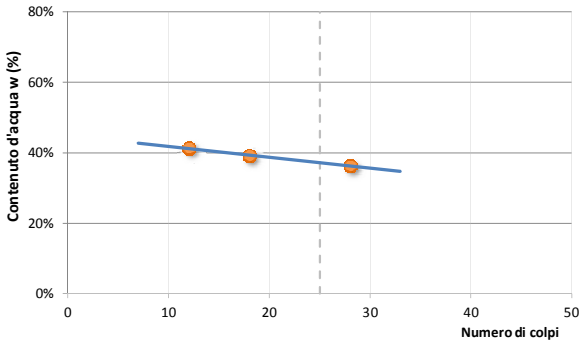
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

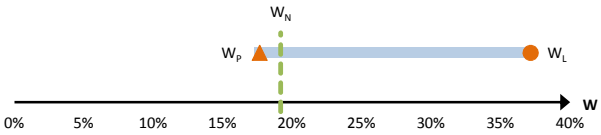


y = -0.00311 x + 0.44902 R^2 = 0.997

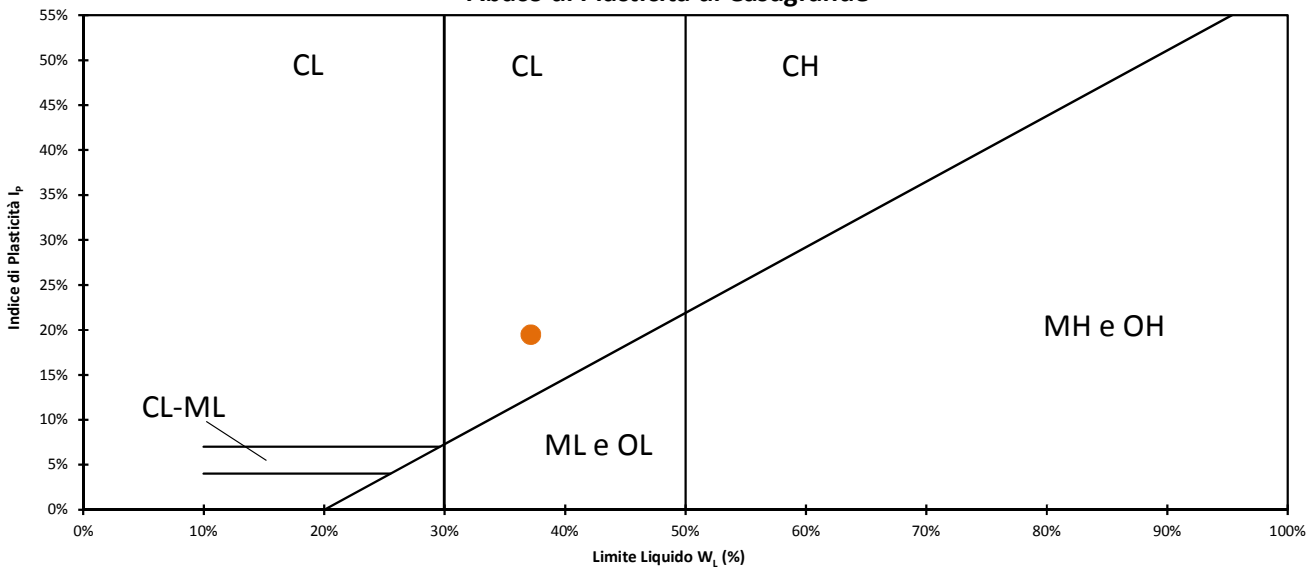
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

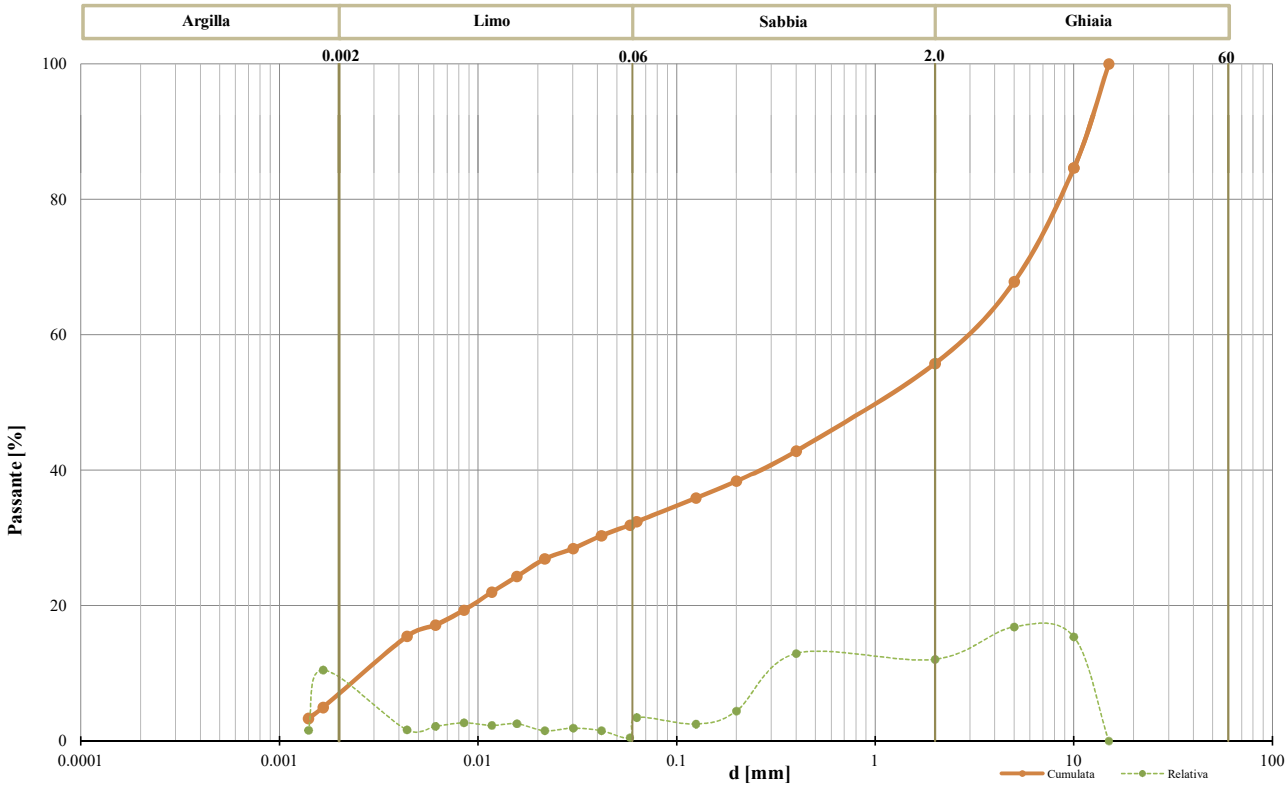
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

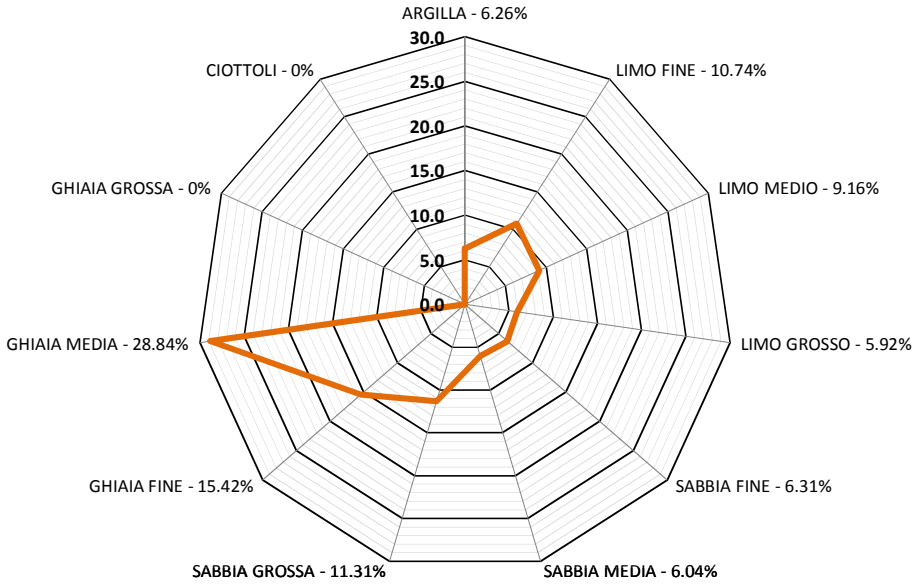
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

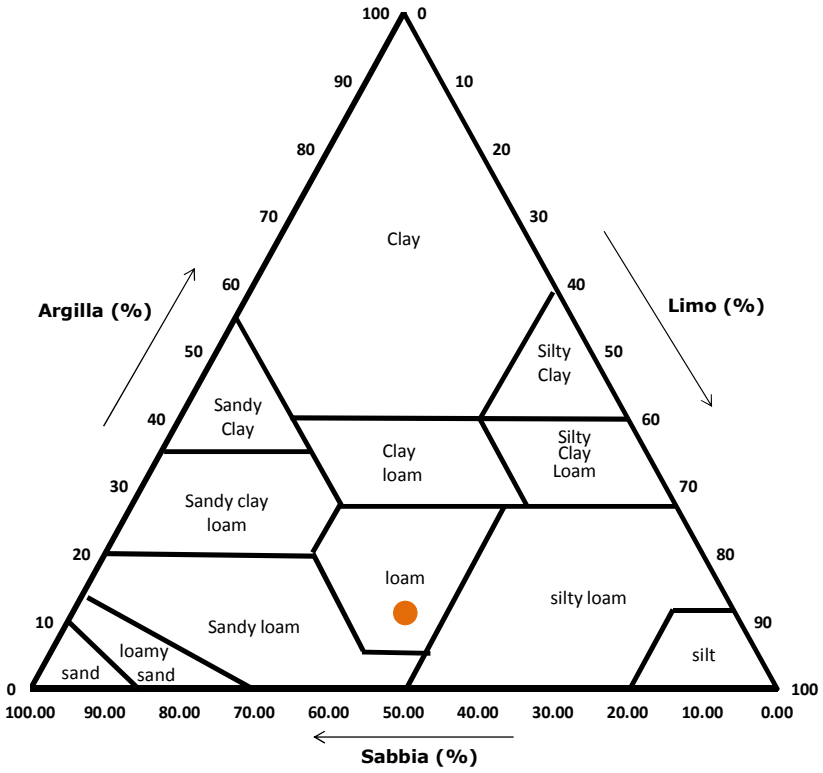
Certificato di prova numero:	2530/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Classe [illegible]

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:	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

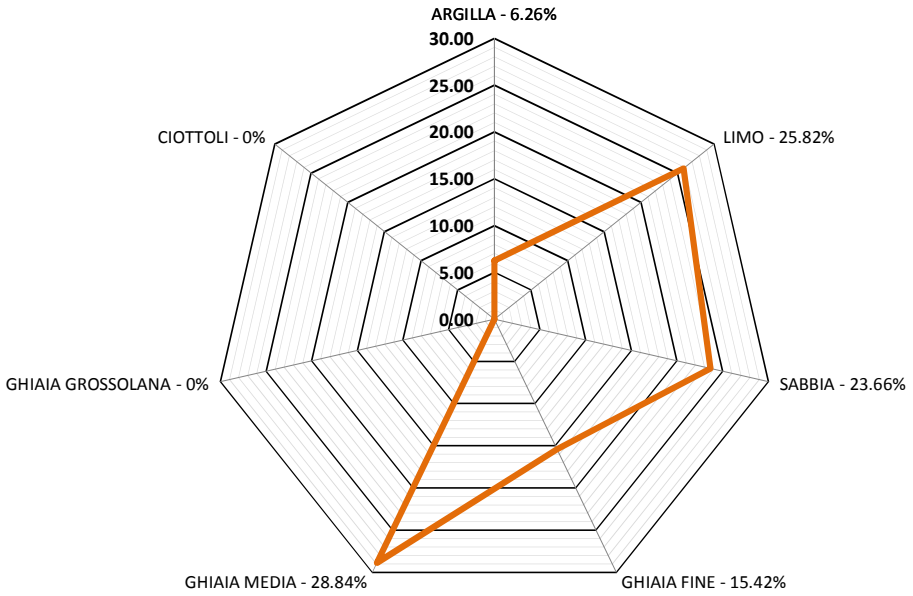
Committente Geotec Spa

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Tolve)

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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

17.75

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.677	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

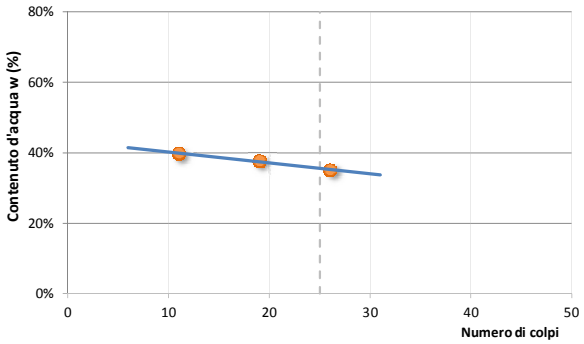
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

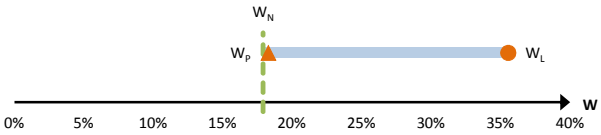


y = -0.0031 x + 0.4329 R^2 = 0.993

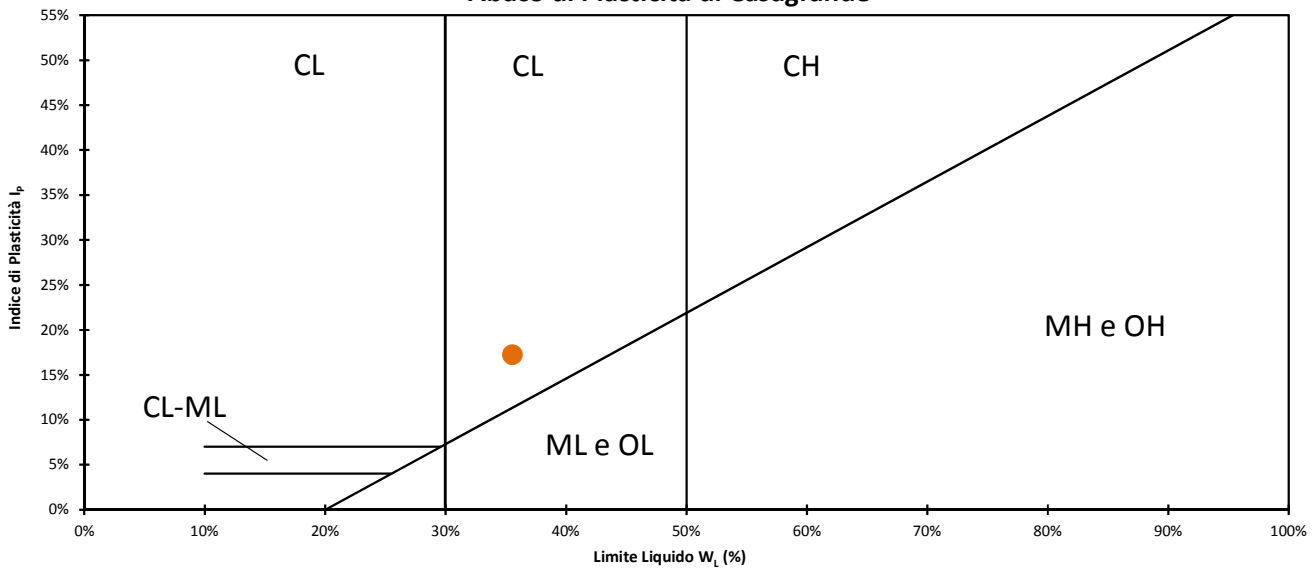
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

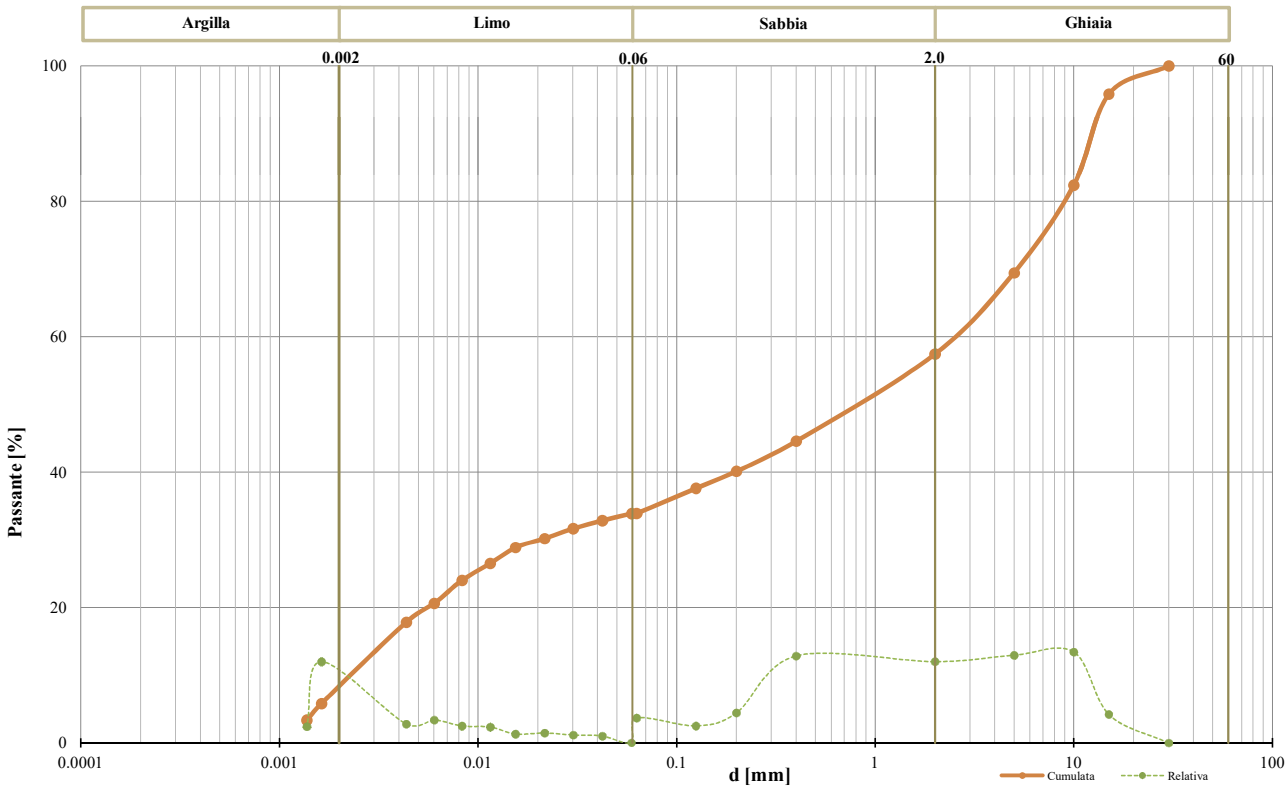
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

DIMITO CERTIFICATO N° 348 ISO 9001

AIPnD

ANALISI GRANULOMETRICA

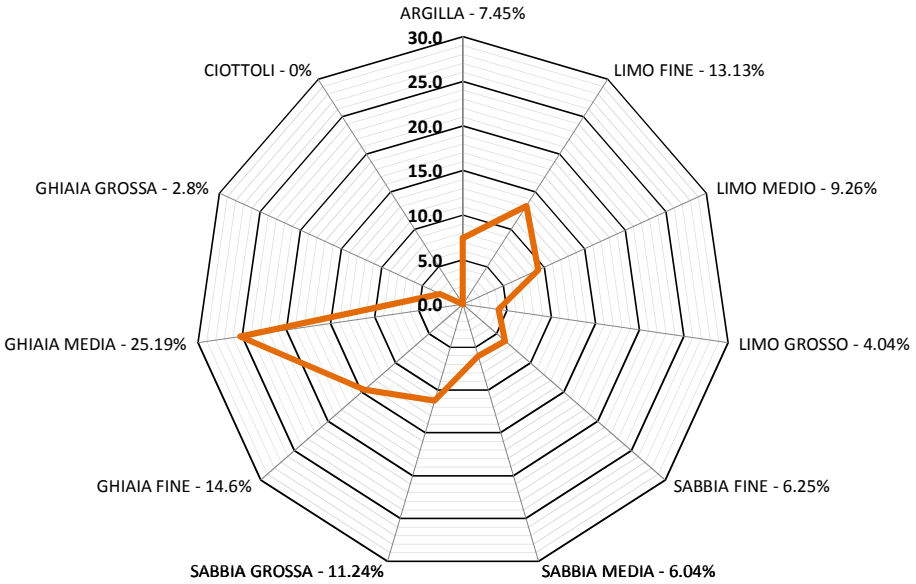
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

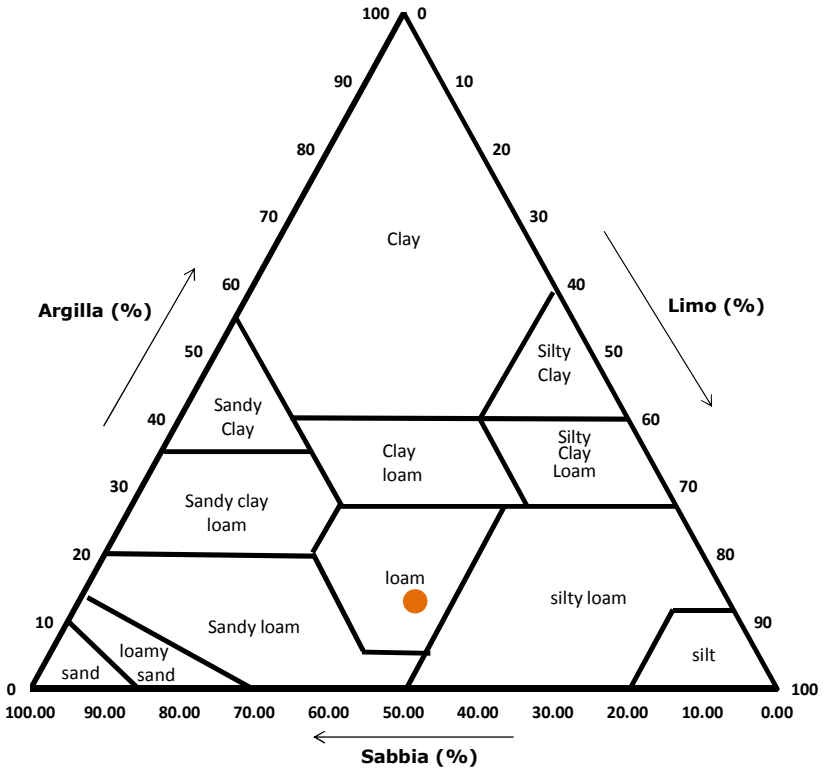
Certificato di prova numero:	2531/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

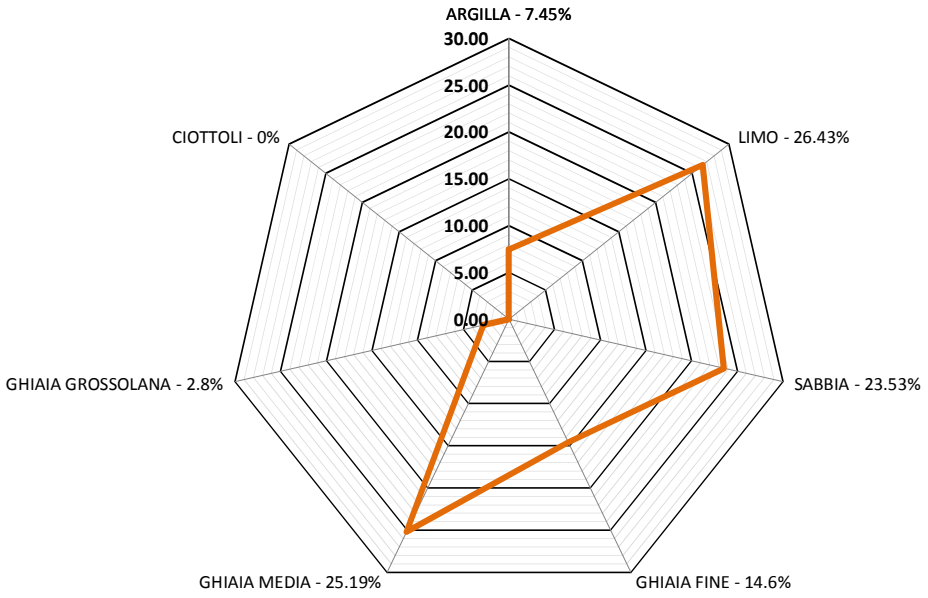
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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

La Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 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:	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 Lonardo)

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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

15.74

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.679	**0.001**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

LIMITI DI ATTERBERG

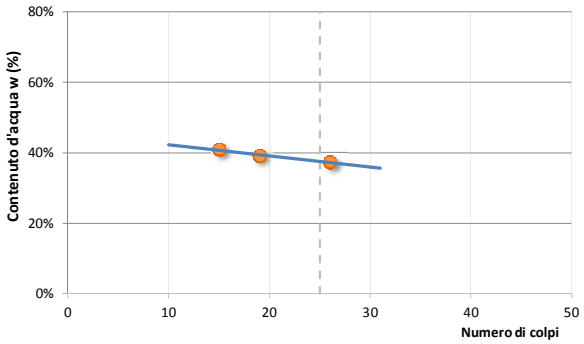
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

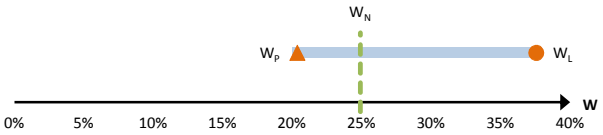


y = -0.00318 x + 0.45509 R^2 = 0.972

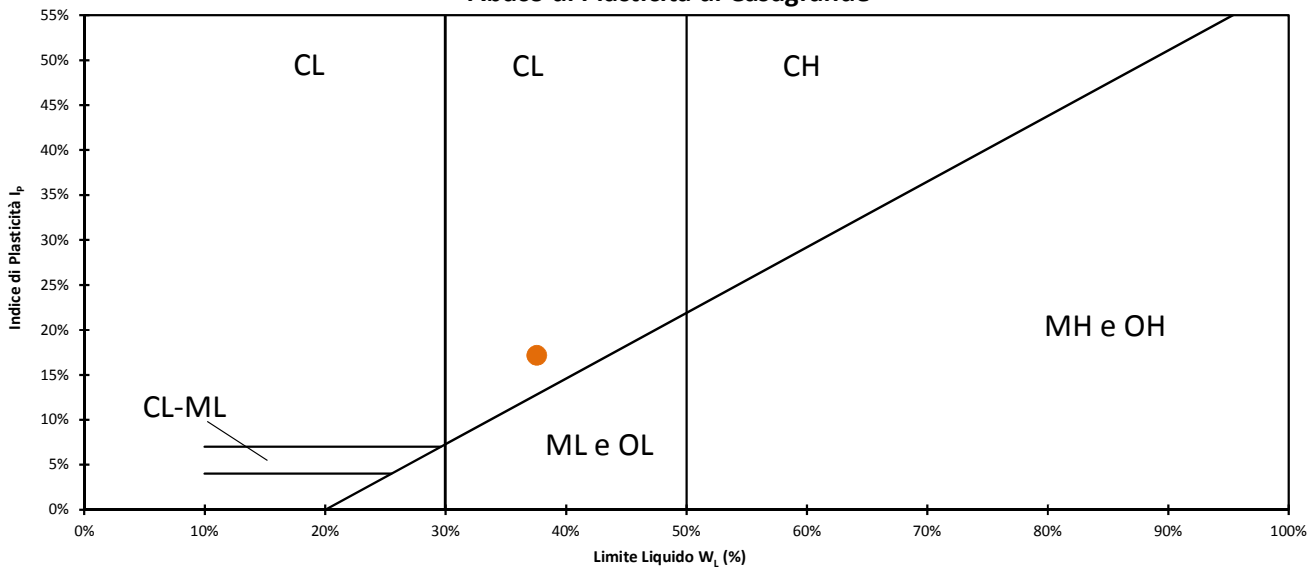
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

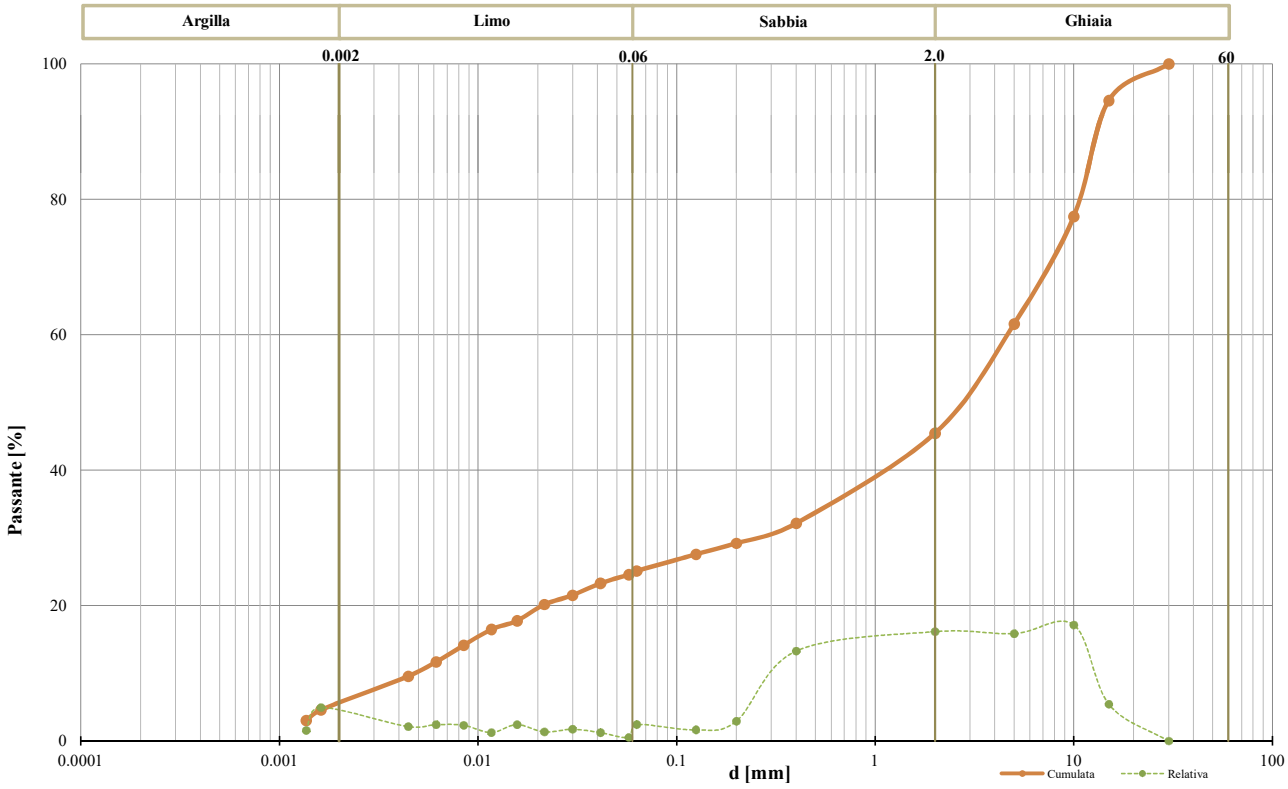
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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

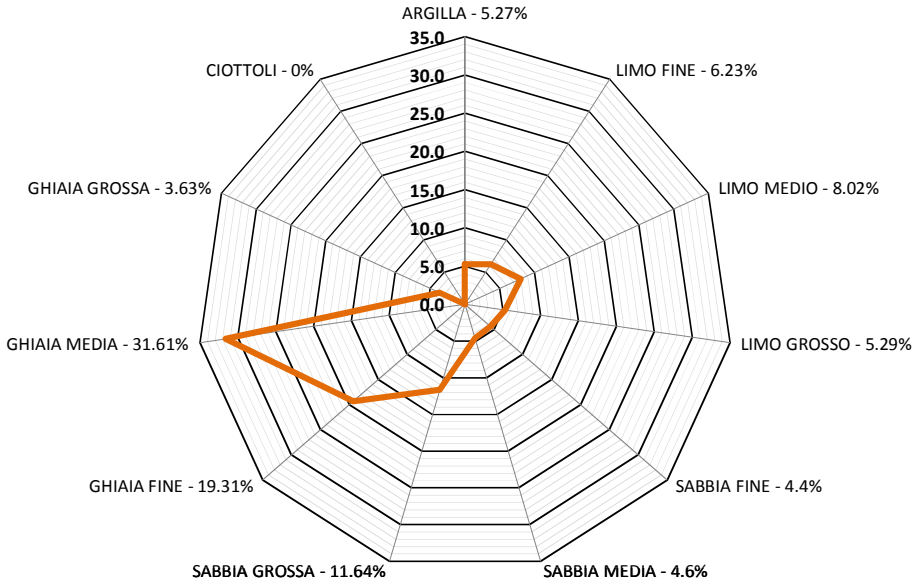
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

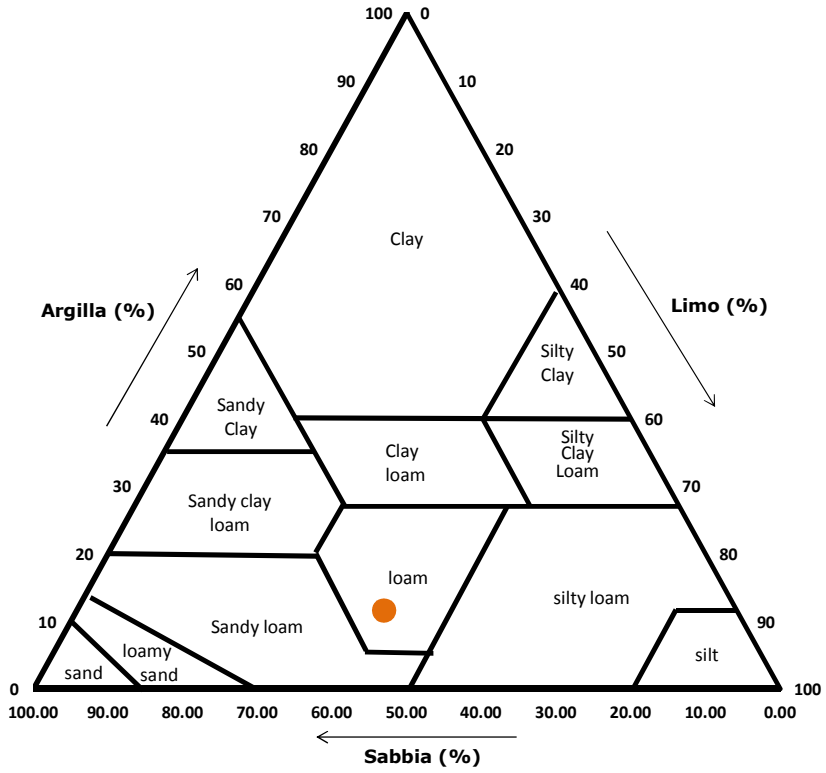
Certificato di prova numero:	2532/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Classe loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

CLASSIFICAZIONE AASHTO

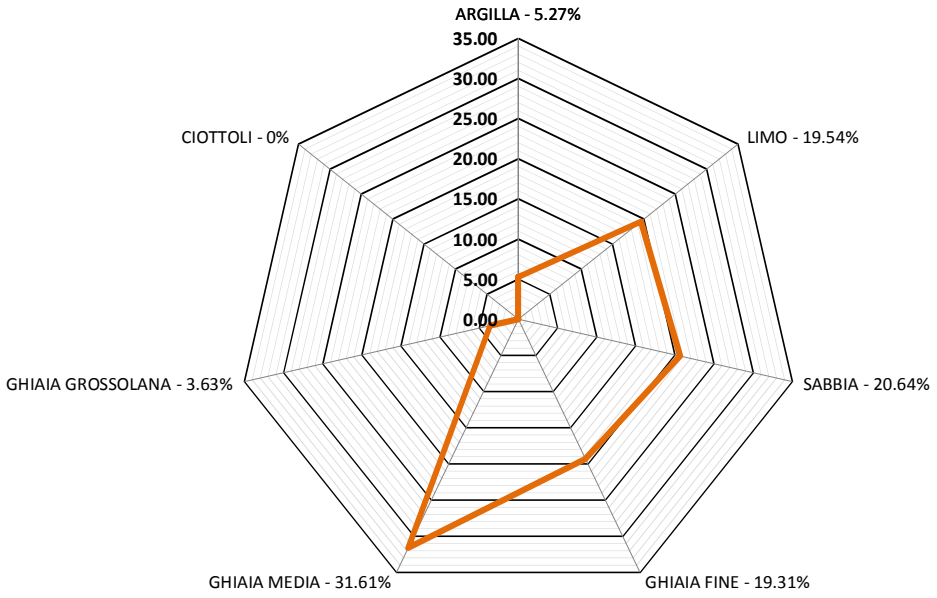
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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:	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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

17.62

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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:	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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.678	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

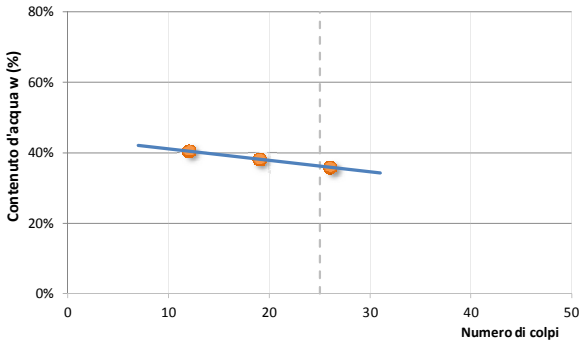
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

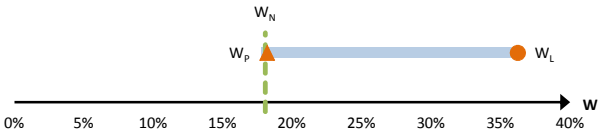


y = -0.00327 x + 0.44407 R^2 = 1.000

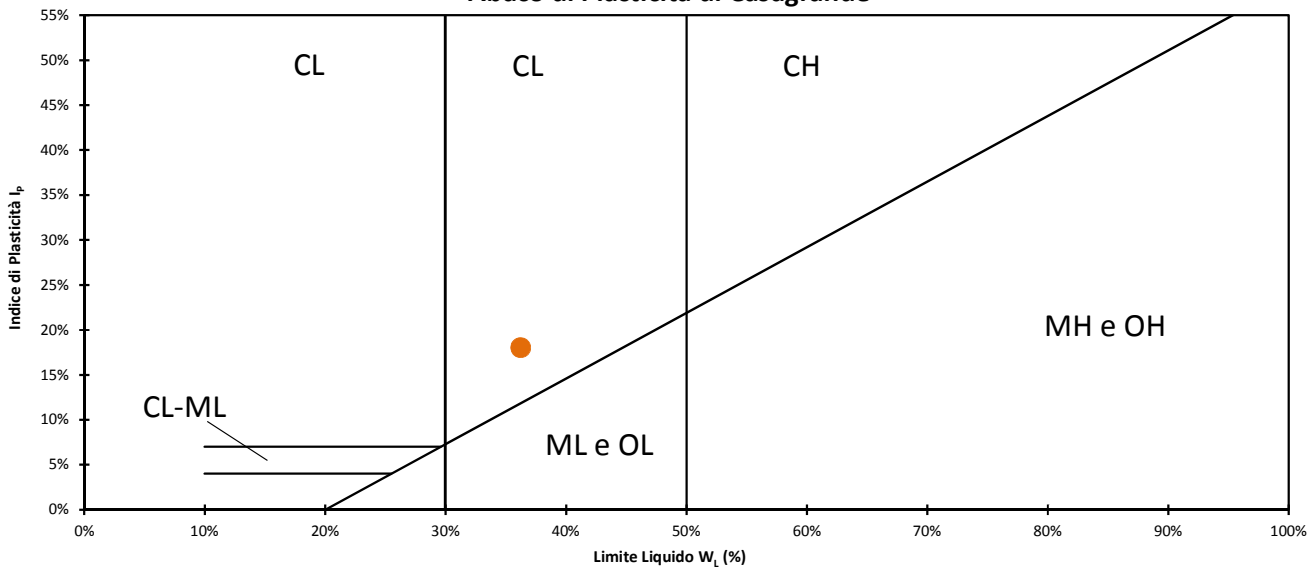
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

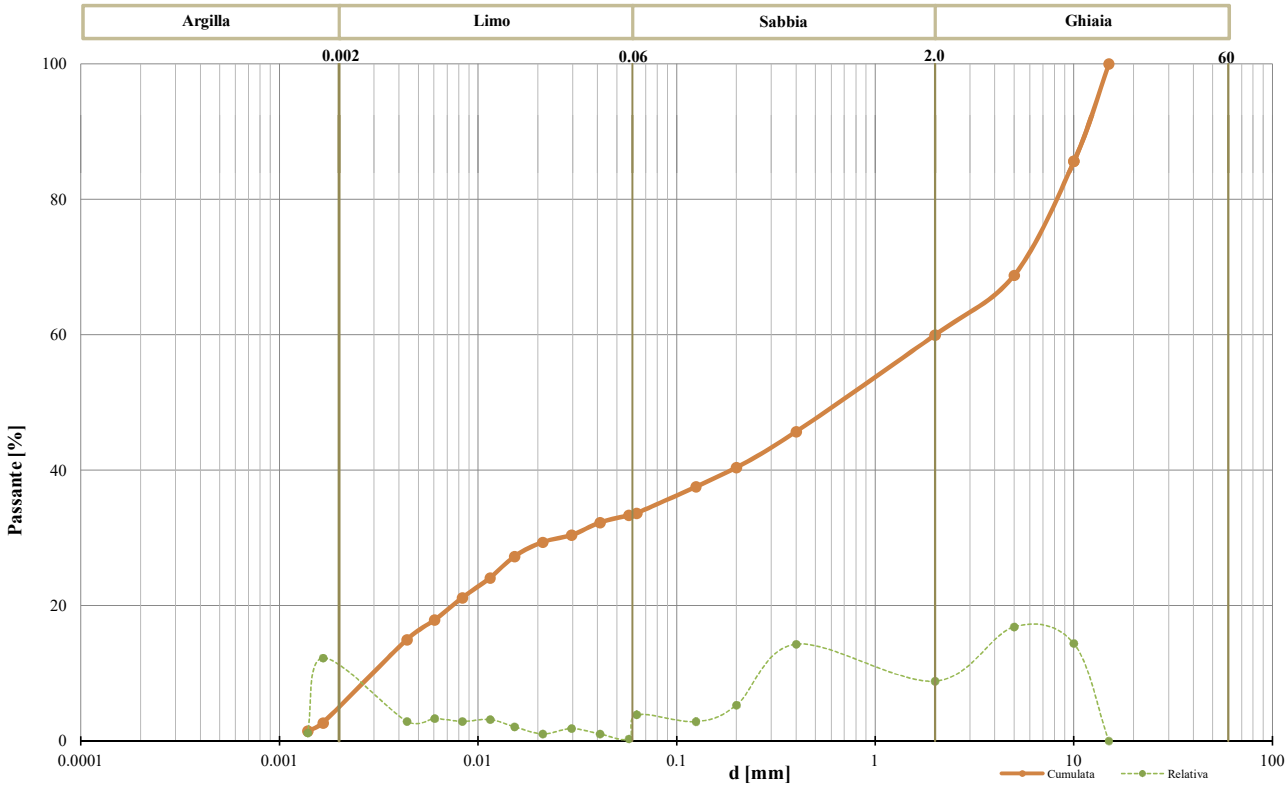
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

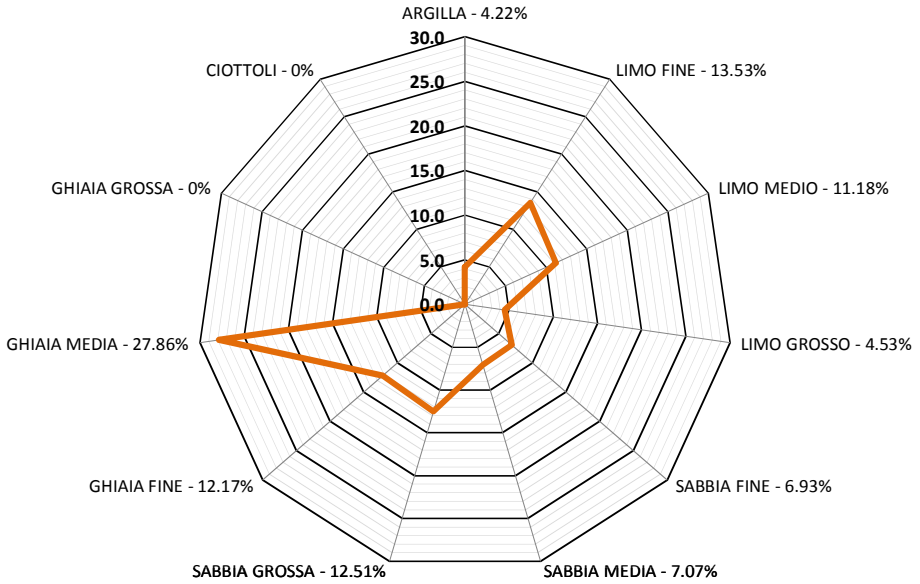
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

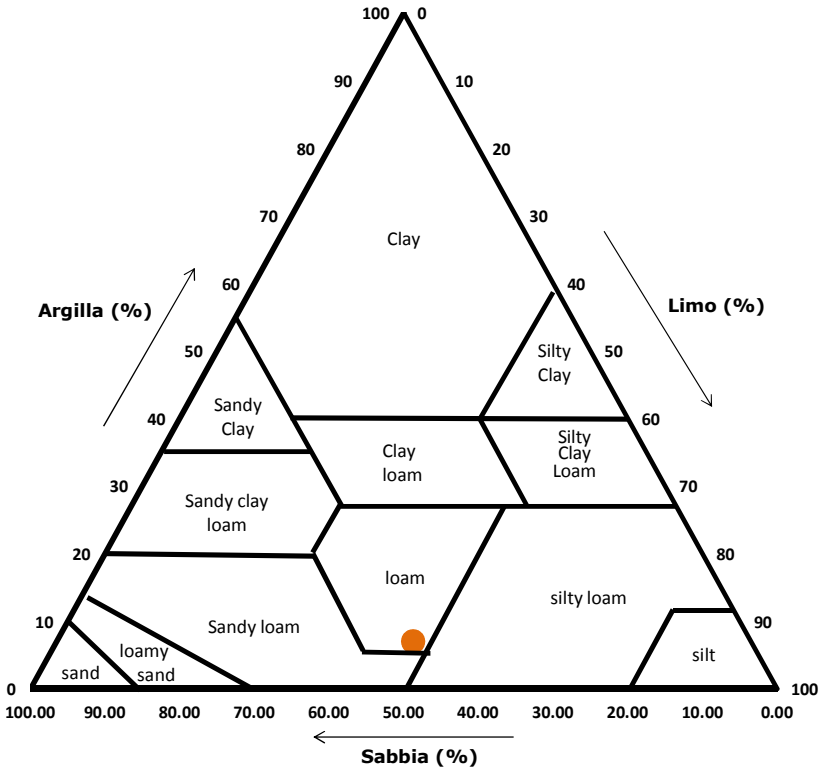
Certificato di prova numero:	2533/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Classe Loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

CLASSIFICAZIONE AASHTO

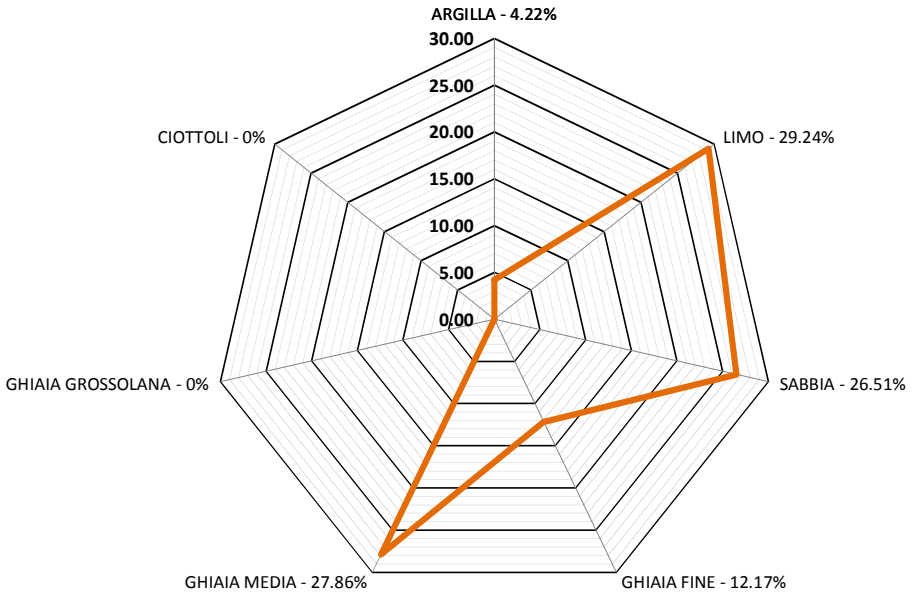
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Lenardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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)

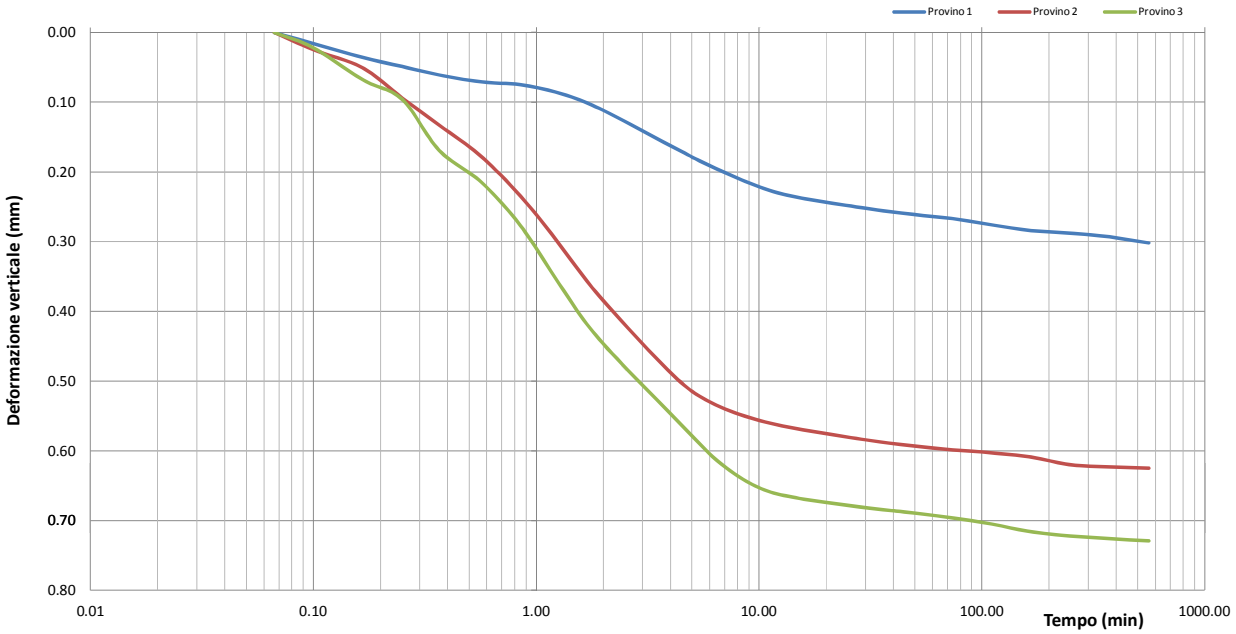
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

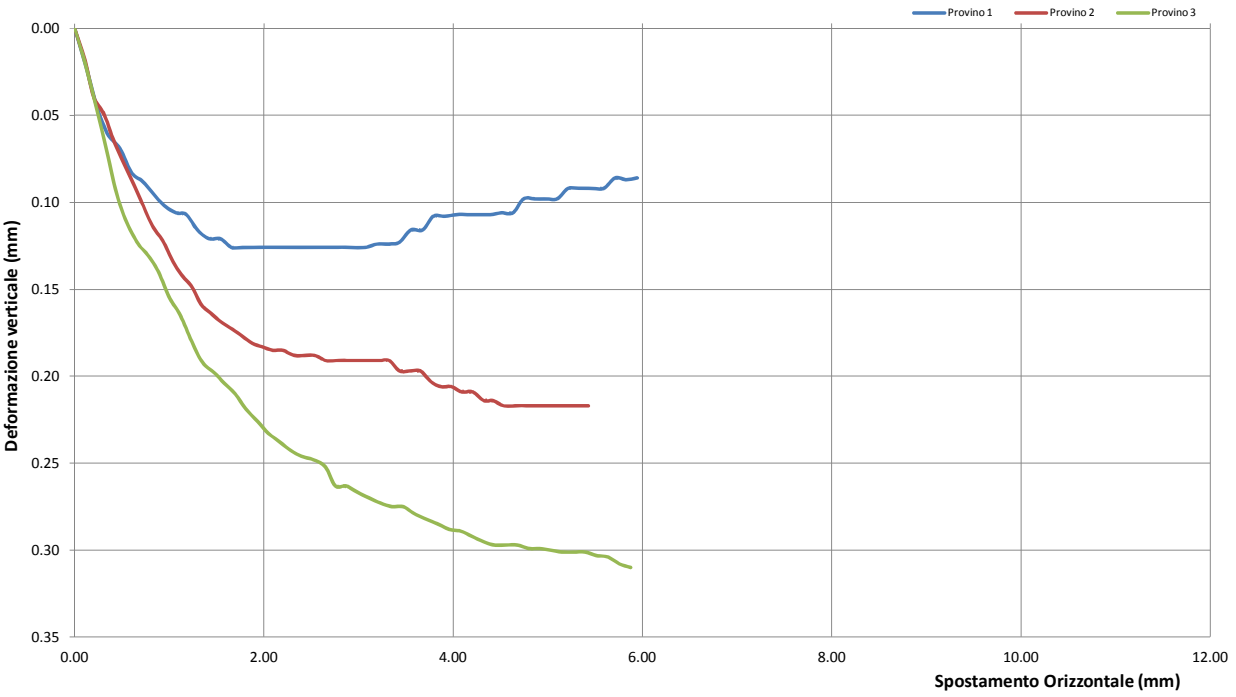
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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

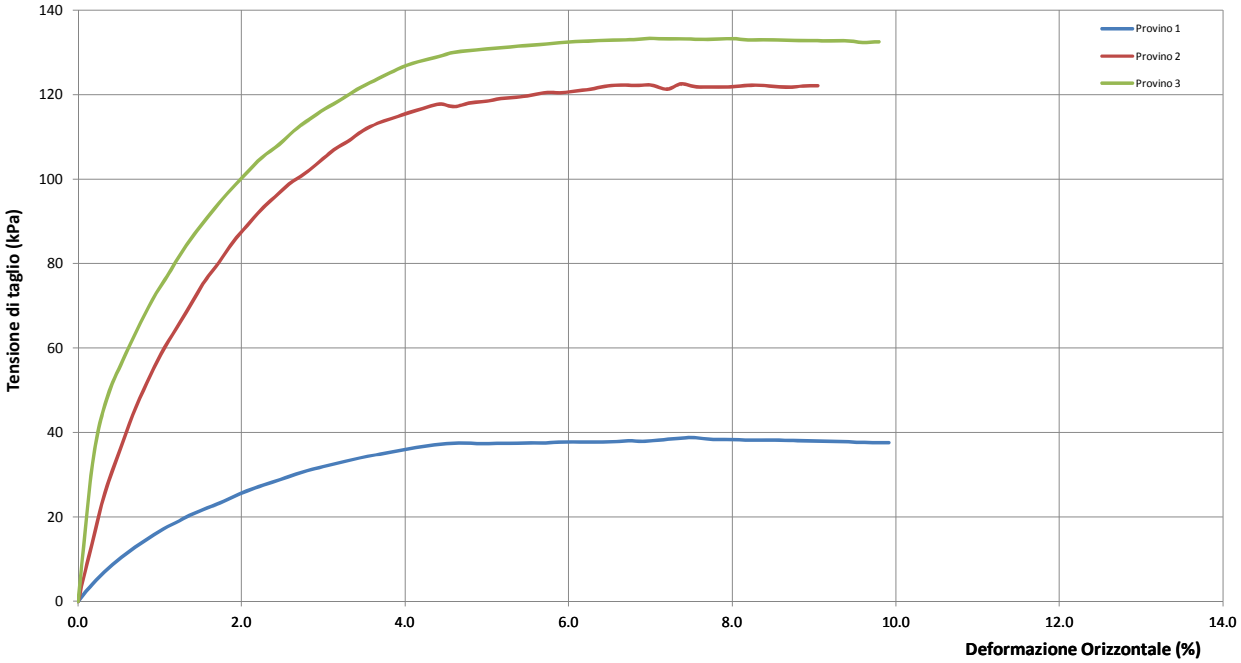
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

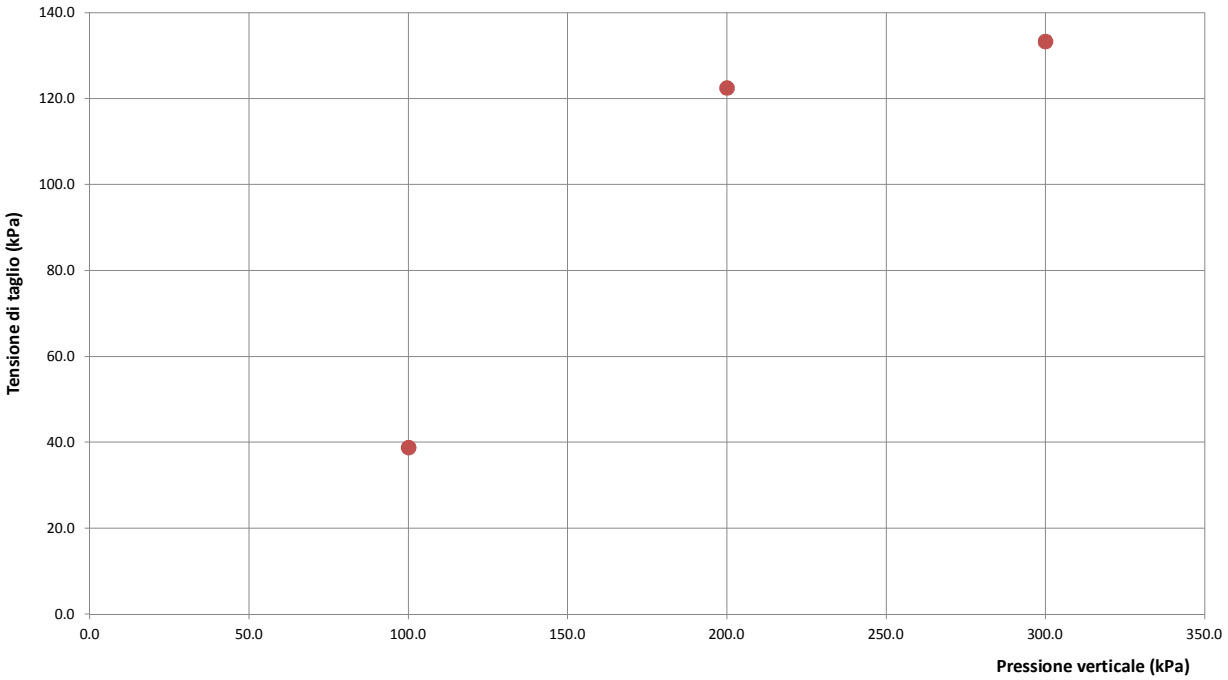
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS s.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

Francesco Di Lonardo

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 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:	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

La Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Tolve)

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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

18.45

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.677	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

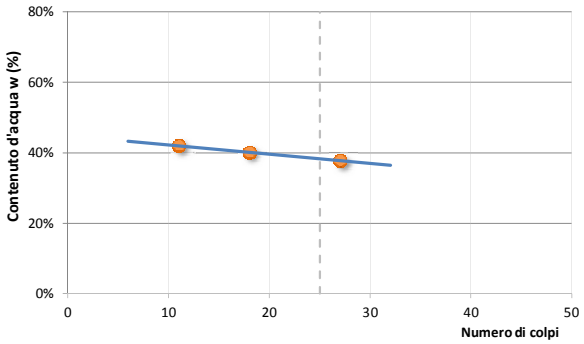
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

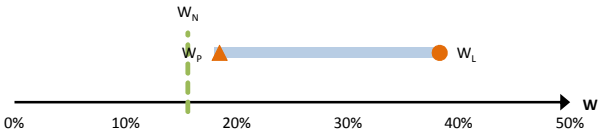


y = -0.00263 x + 0.44837 R^2 = 1.000

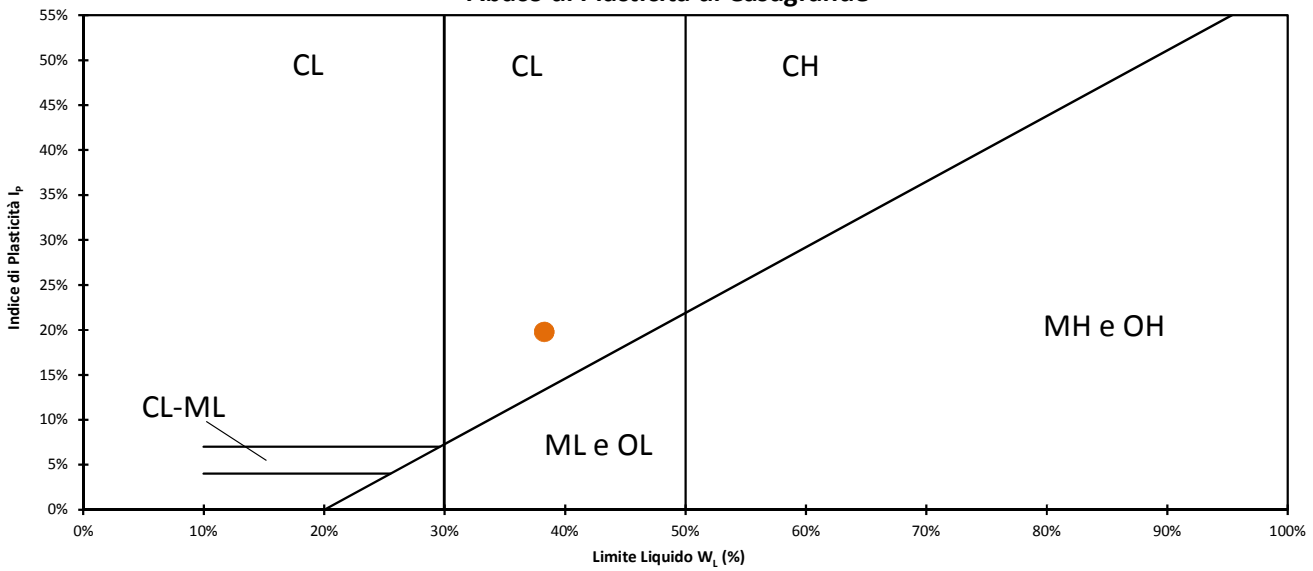
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

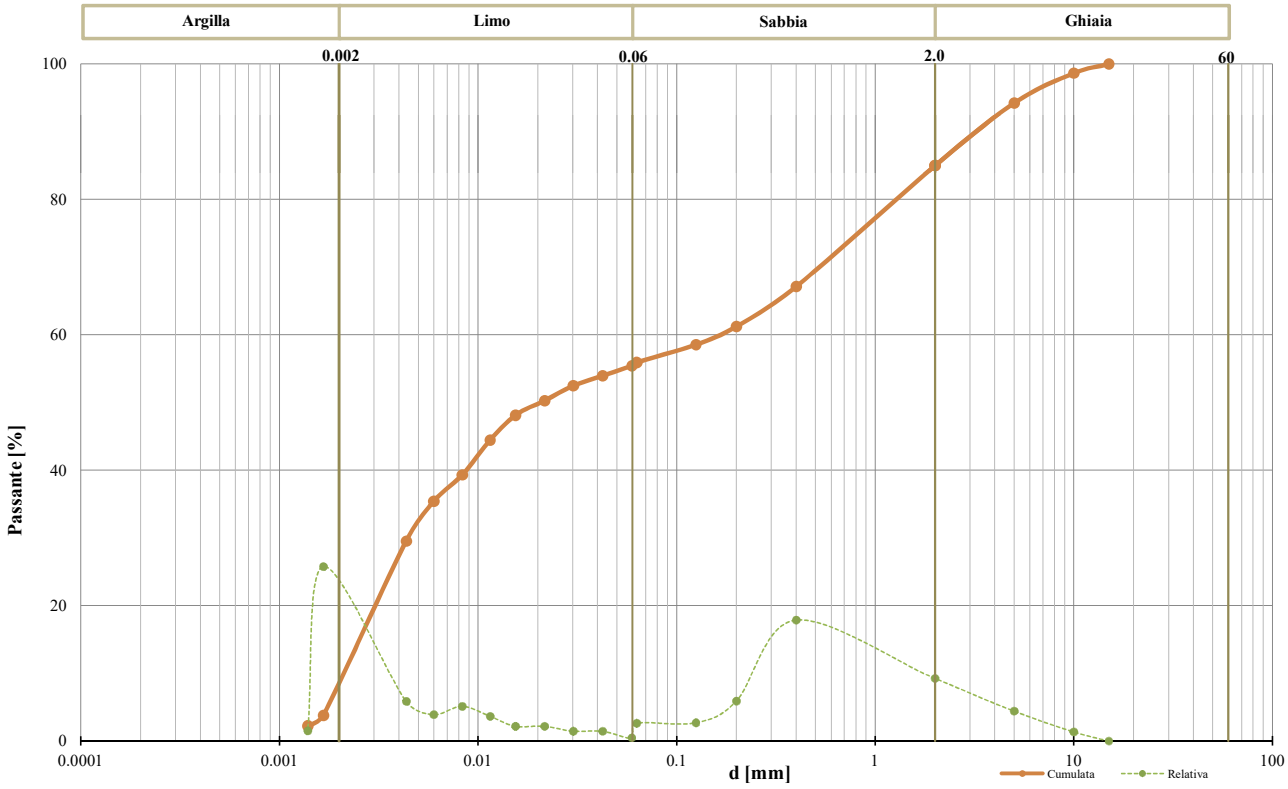
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

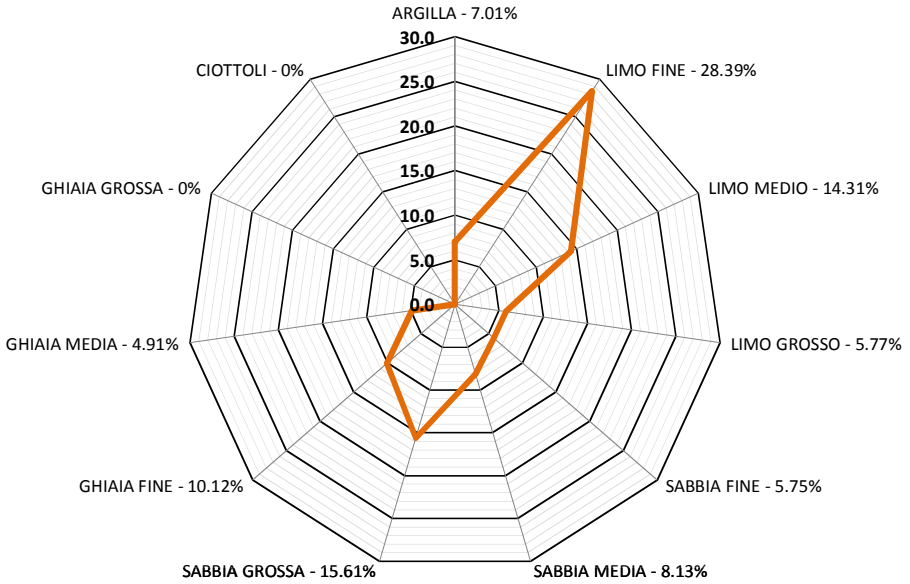
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

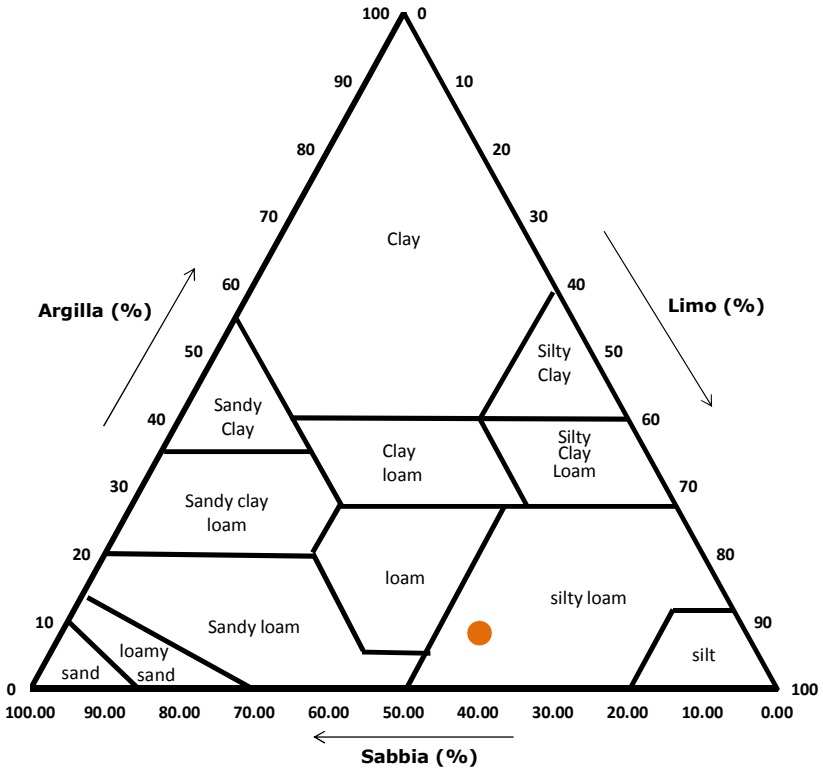
Certificato di prova numero:	2534/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Silty loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

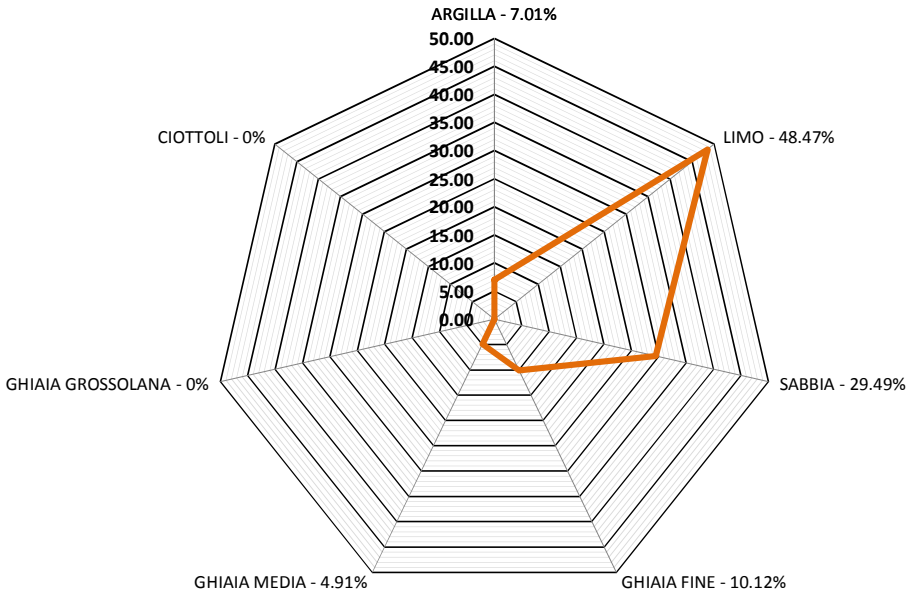
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

Certificato di prova numero:	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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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 Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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	
	3.6		
		3	
	3.6		
		3	
basso			

Unità di misura scissometro N/cm^2

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:	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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

15.28

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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:	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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.678	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

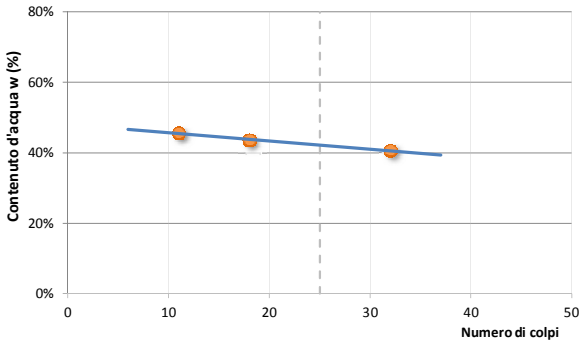
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

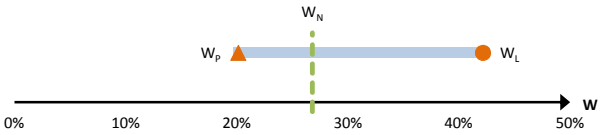


y = -0.00233 x + 0.47982 R^2 = 0.994

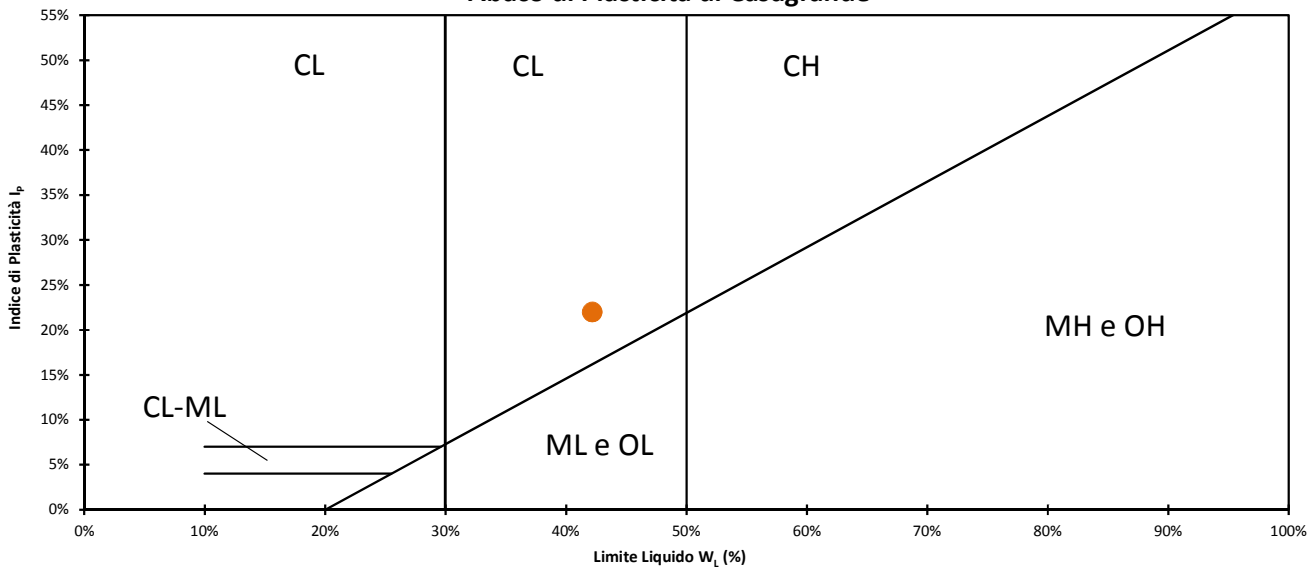
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

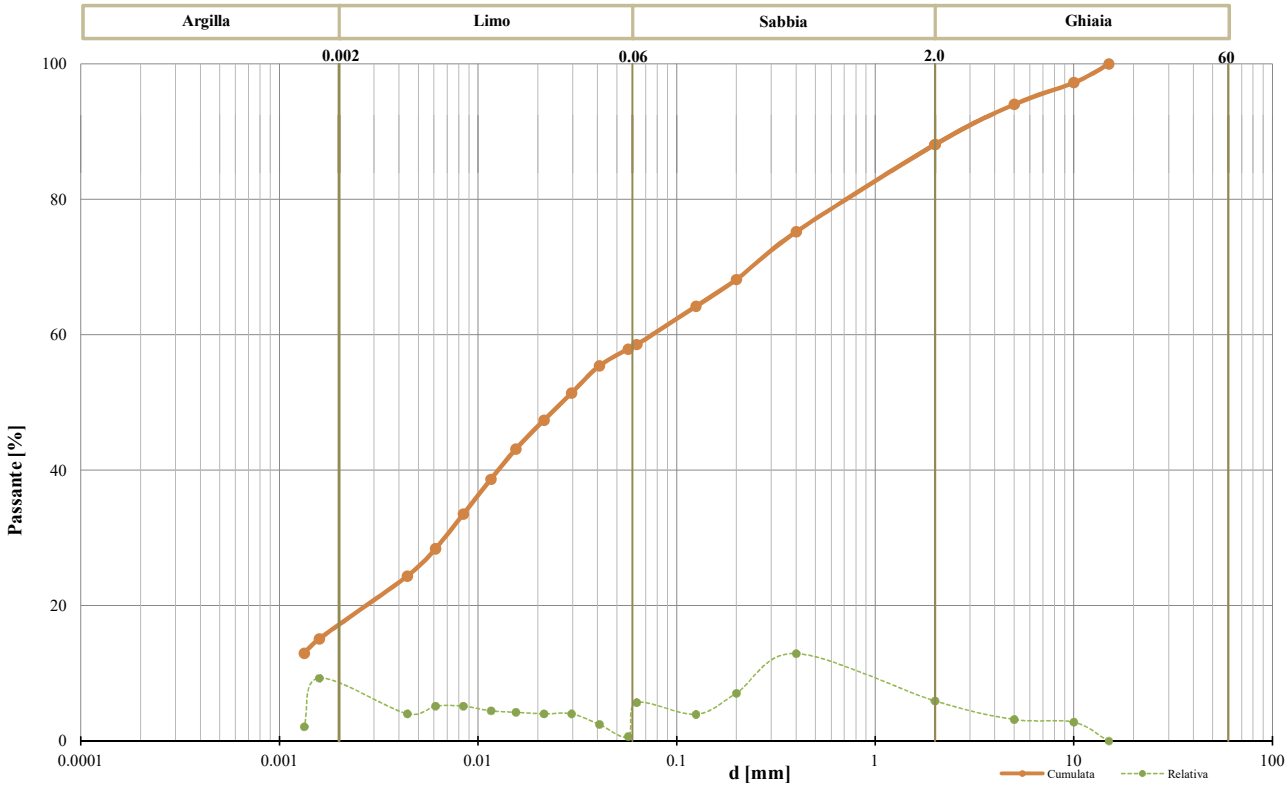
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

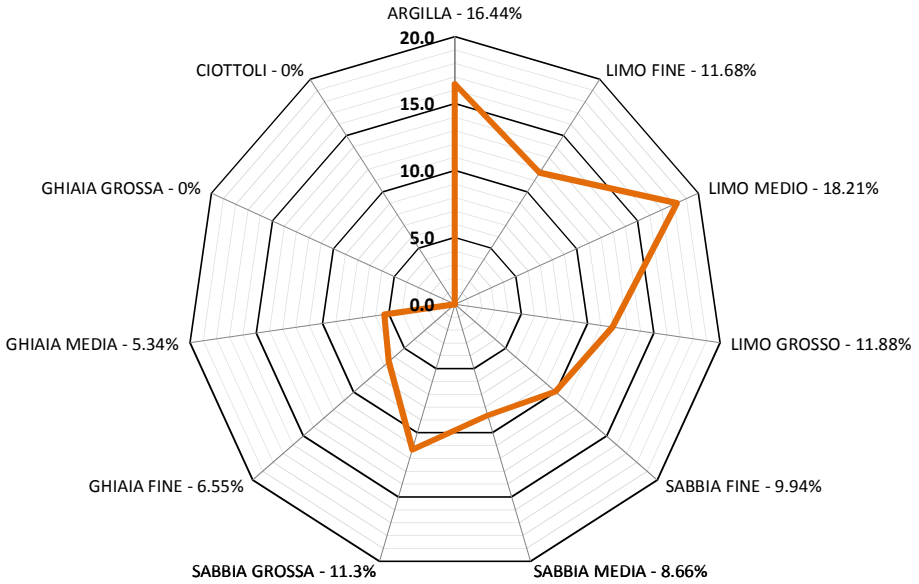
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

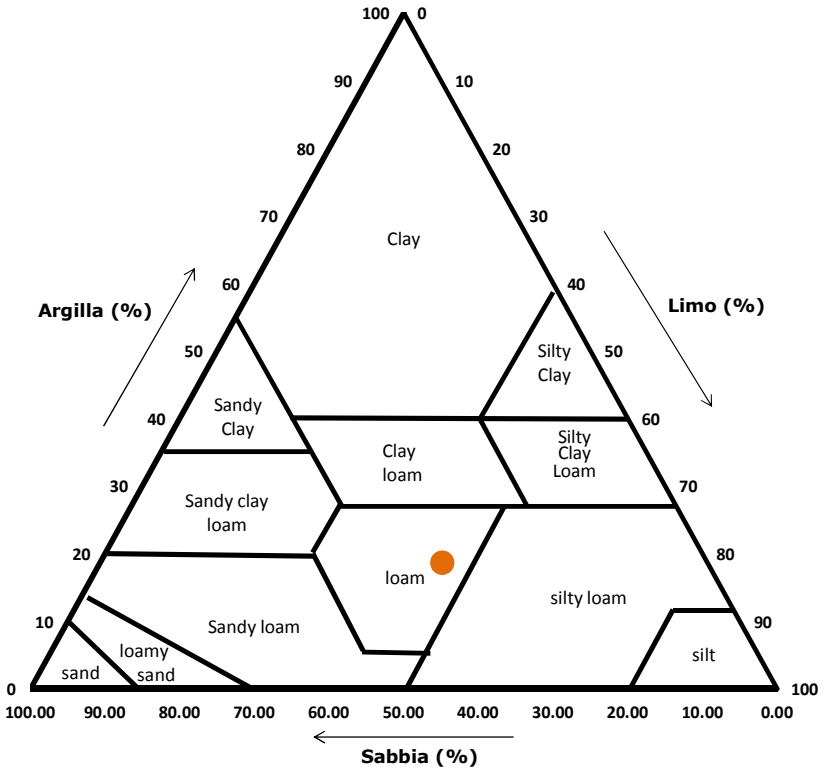
Certificato di prova numero:	2535/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

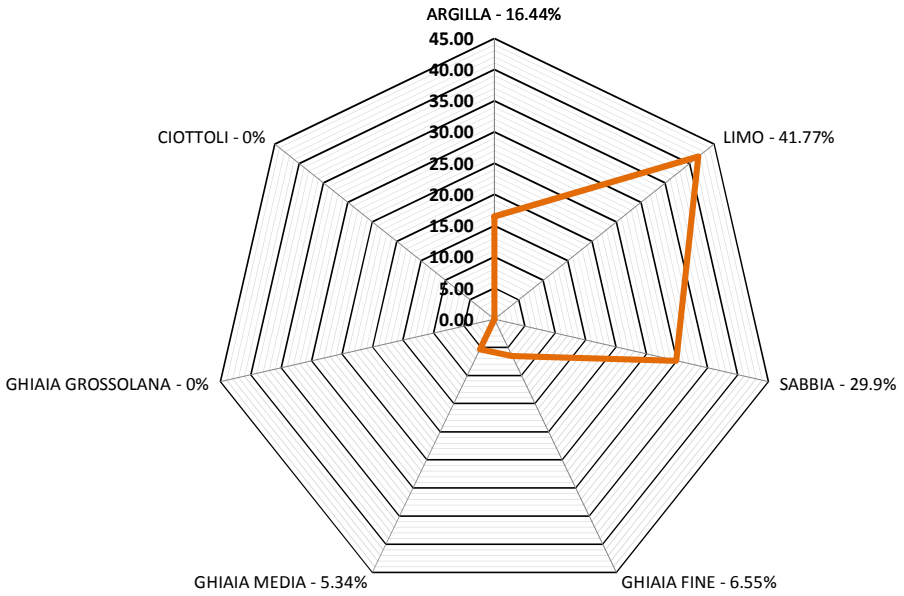
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivel)

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

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Tolve)

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 Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Folve)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

15.36

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.681	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

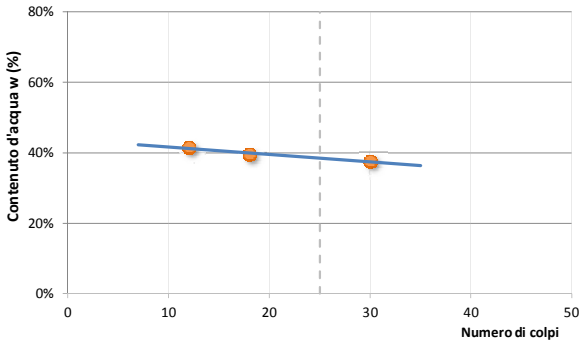
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

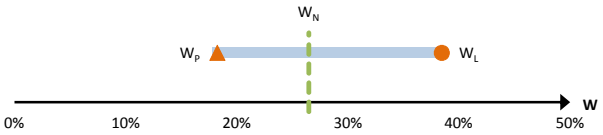


y = -0.00212 x + 0.43727 R^2 = 0.968

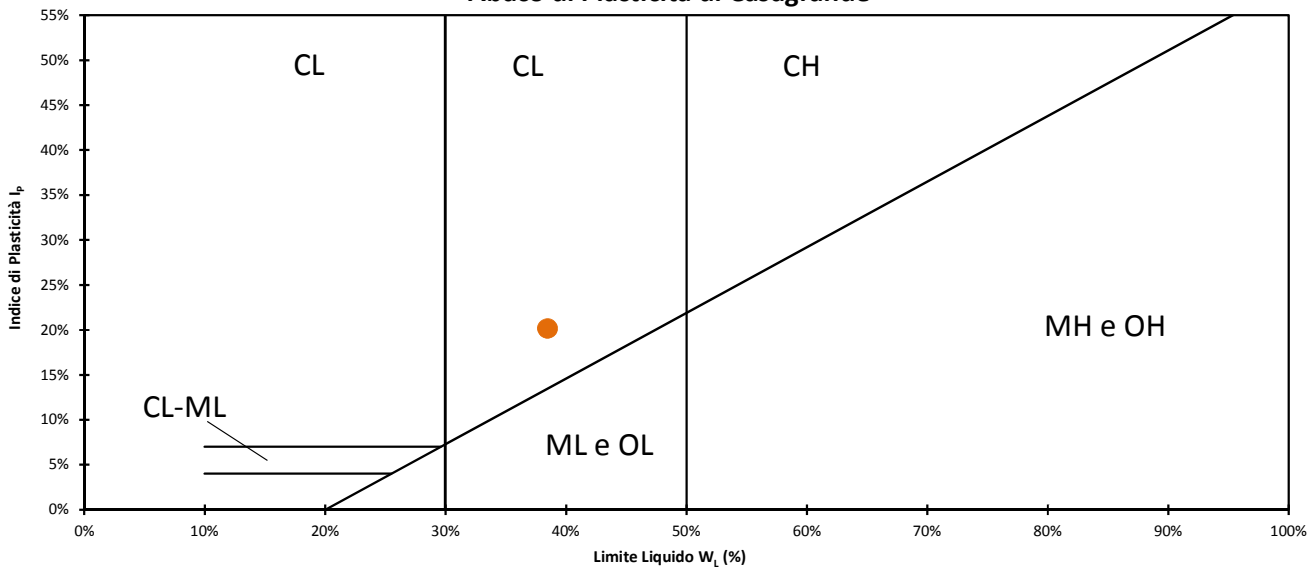
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

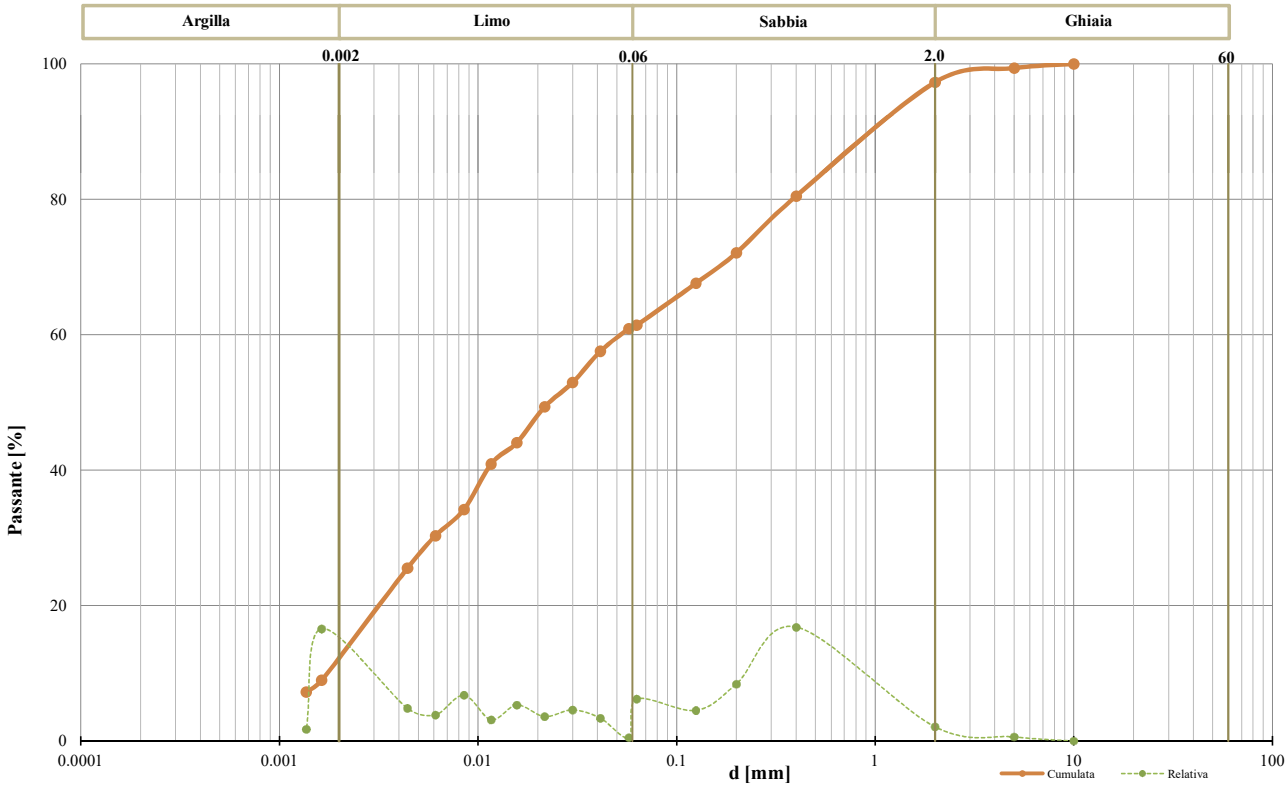
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

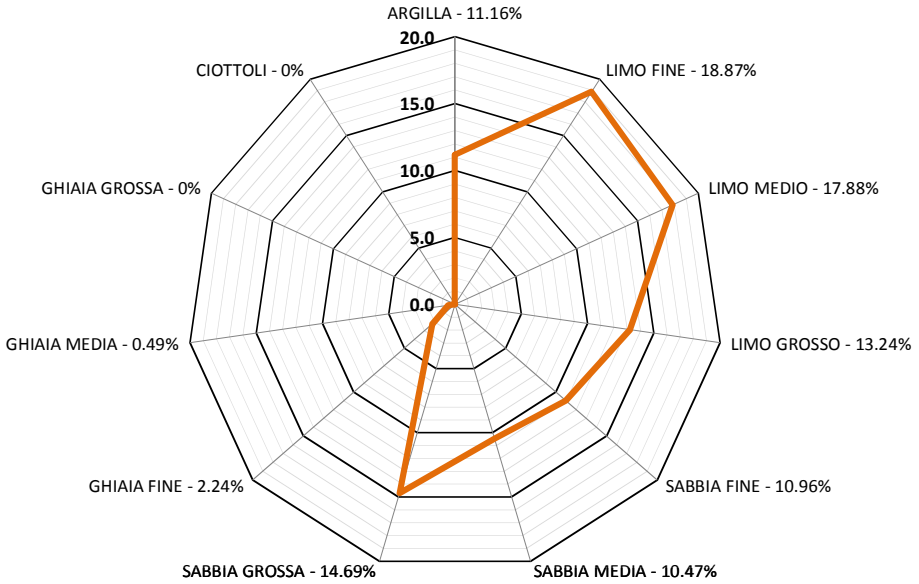
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

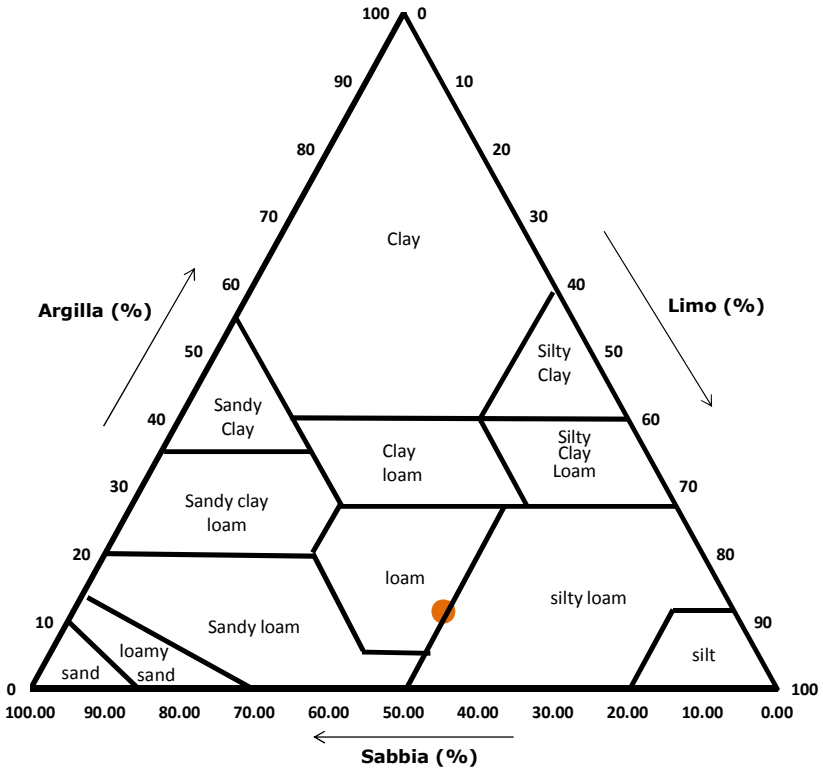
Certificato di prova numero:	2536/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	03/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	10/02/2020	18/02/2020

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 %

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

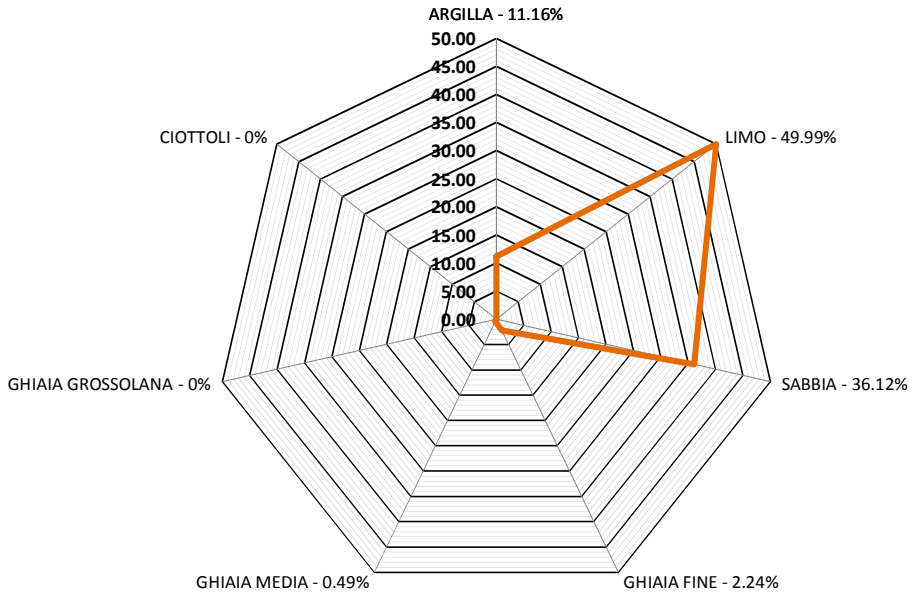
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Trivel)

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

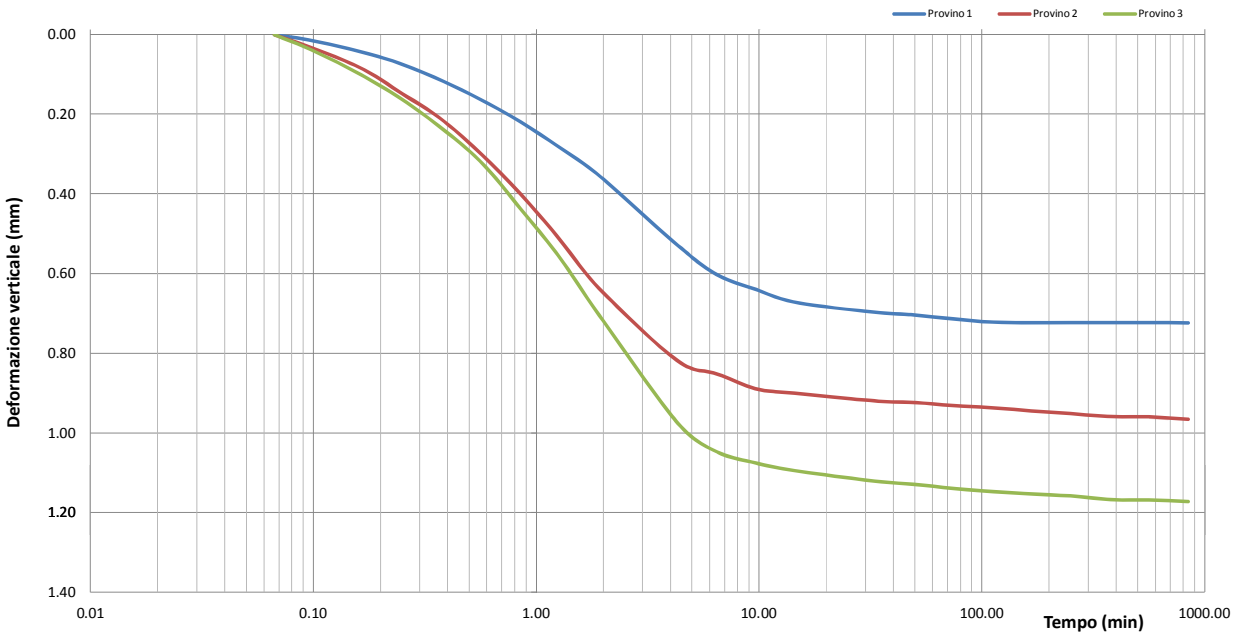
Modalità di prova: ASTM D 3080

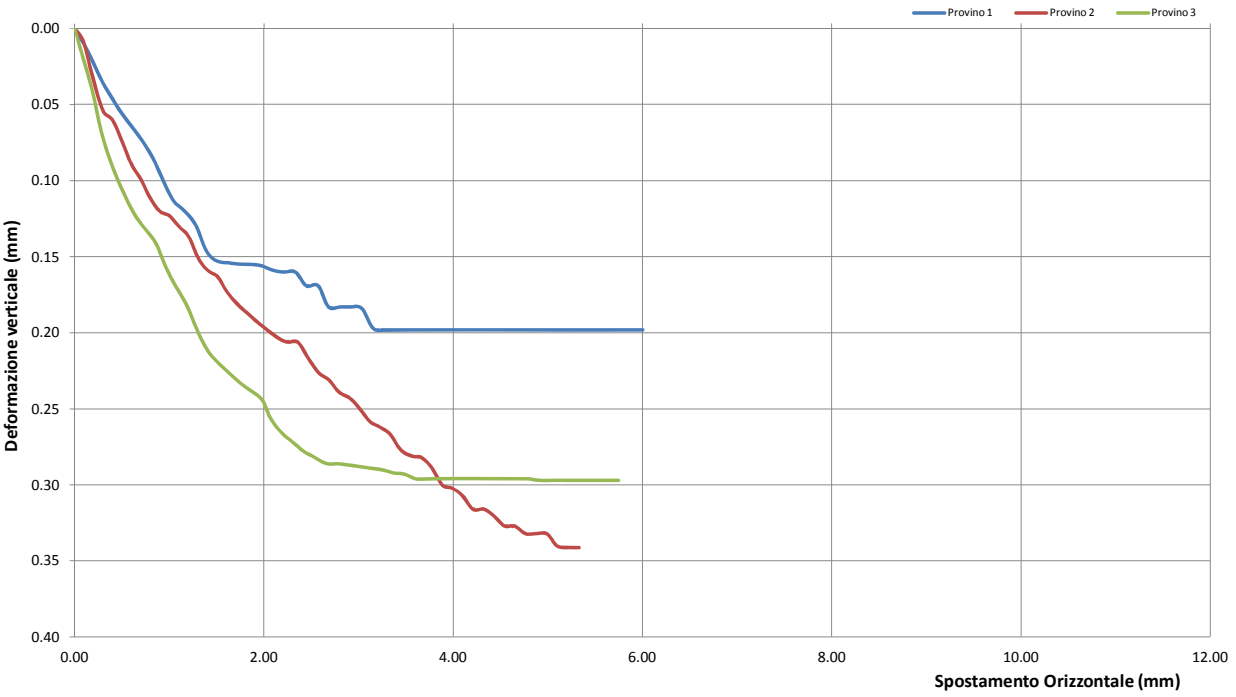
Certificato di prova numero:	2536/G	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	07/02/2020	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	775	Data verbale:	31/01/2020	Fine Analisi:	09/02/2020	18/02/2020

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

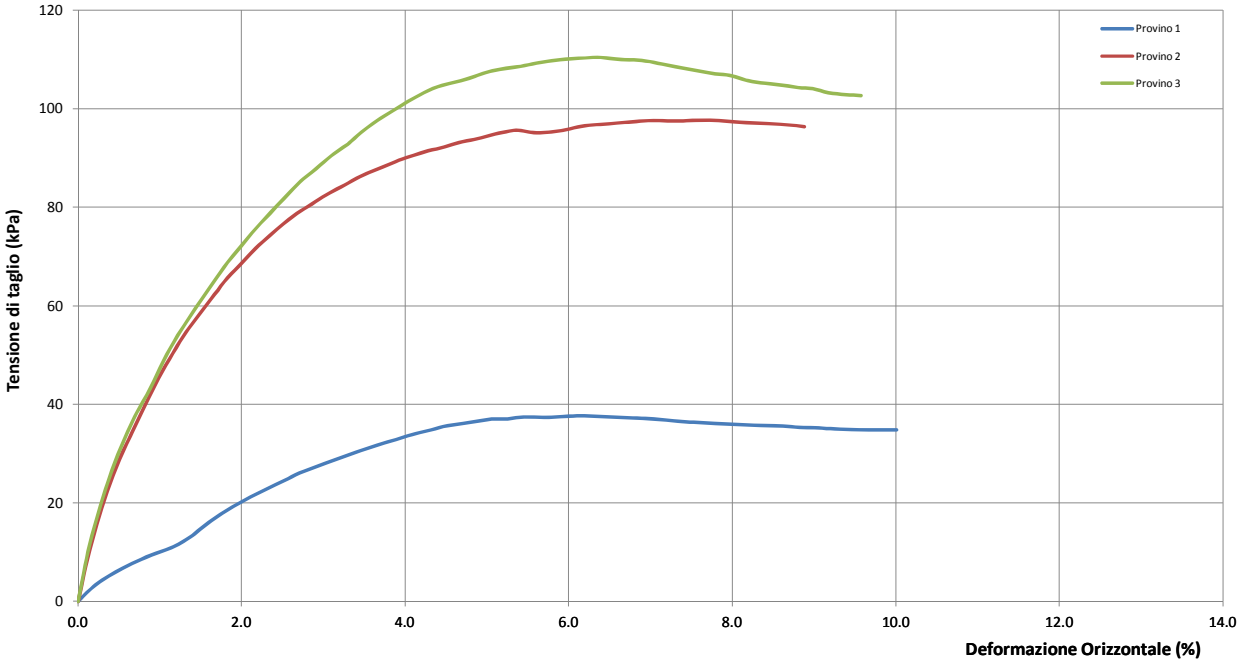
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

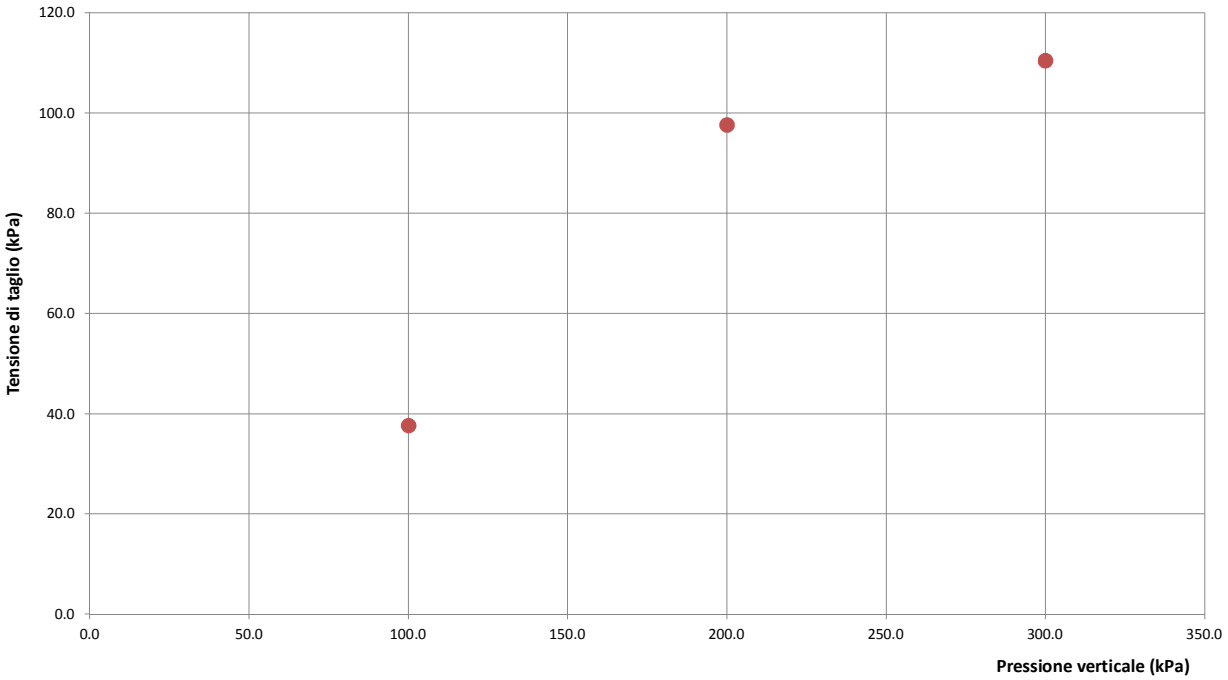
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

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:	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
γ - Densità umida (kN/m^3)	19.41	19.42	19.43
γ_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

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio

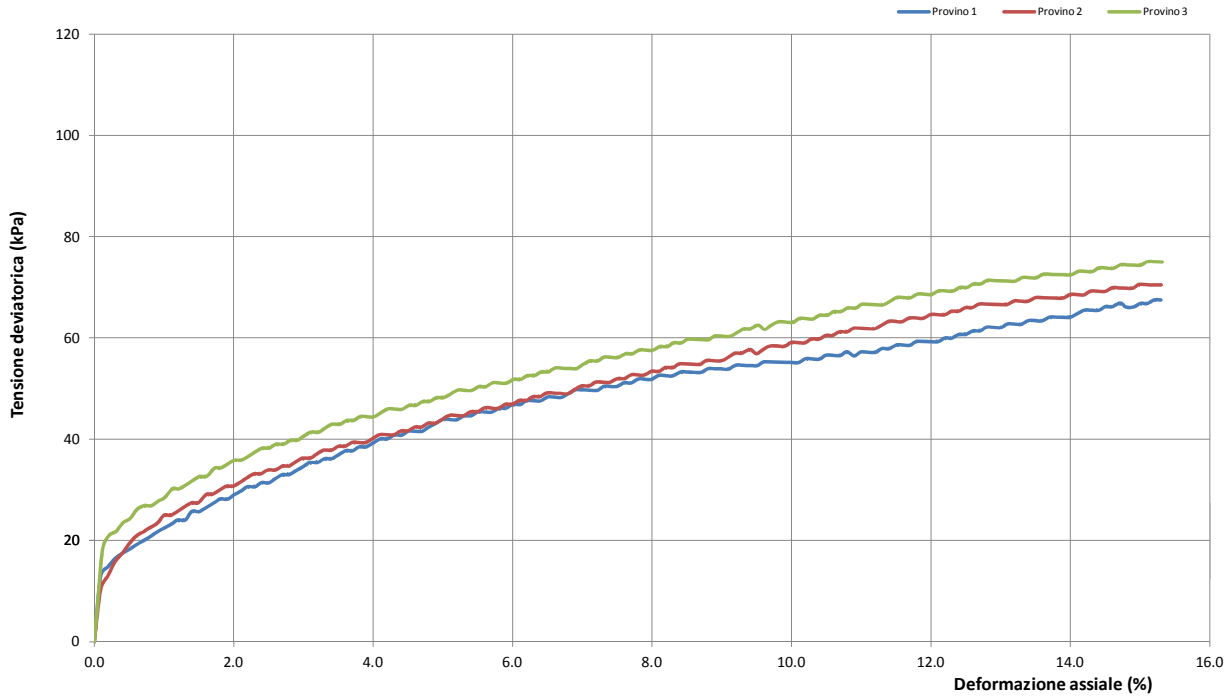
(Ing. Rocco Tolve)

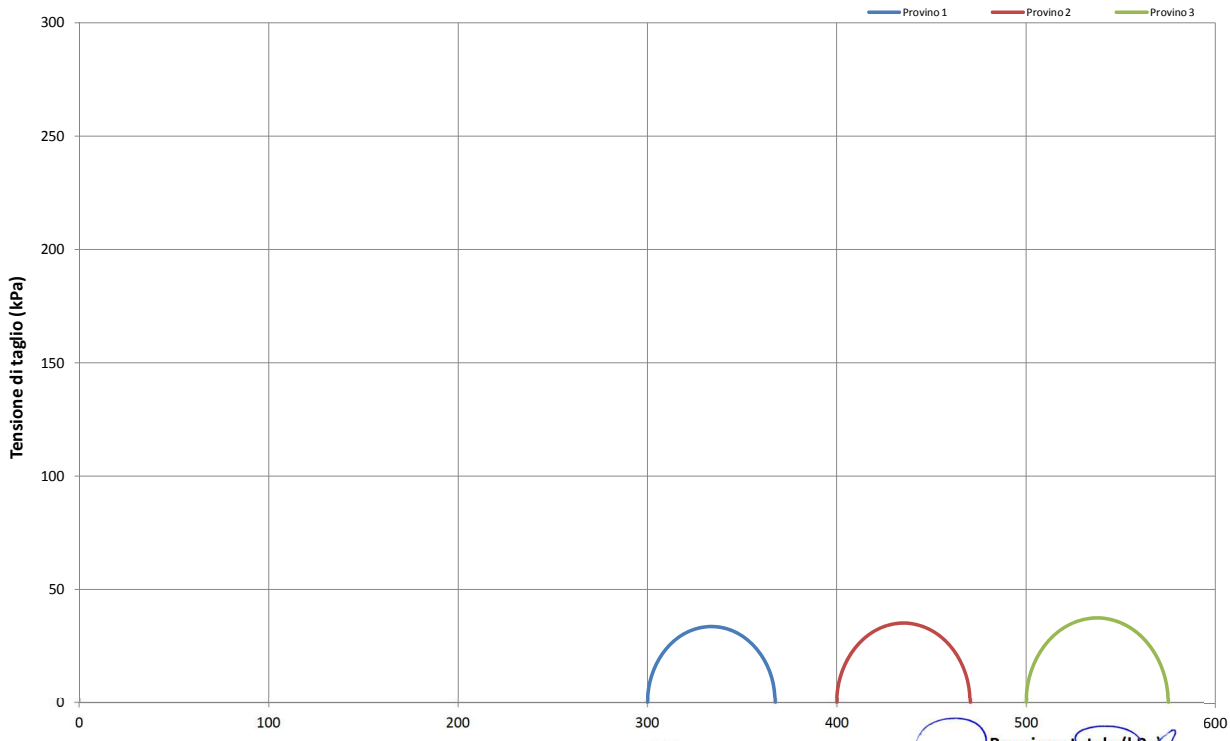
PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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		70.64
12.90		62.07	12.89		66.65	12.92		71.29

Lo Sperimentatore
(Geol. 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 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 Lunardo)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolue)

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

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:	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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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 Lonardo)

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:	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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

18.73

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.678	**0.002**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

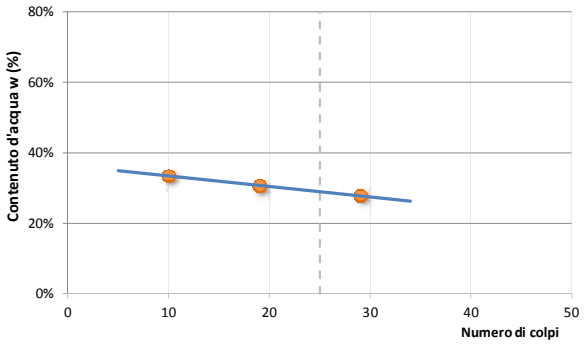
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

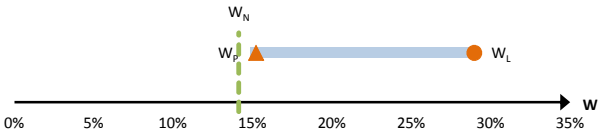


y = -0.00297 x + 0.36371 R^2 = 0.999

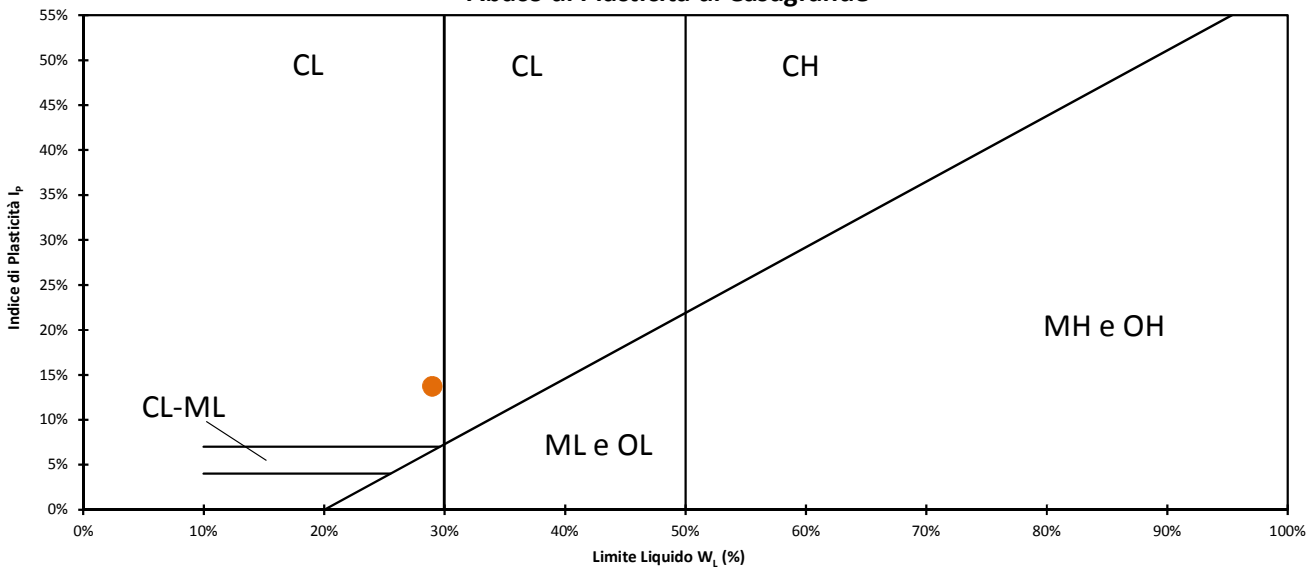
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

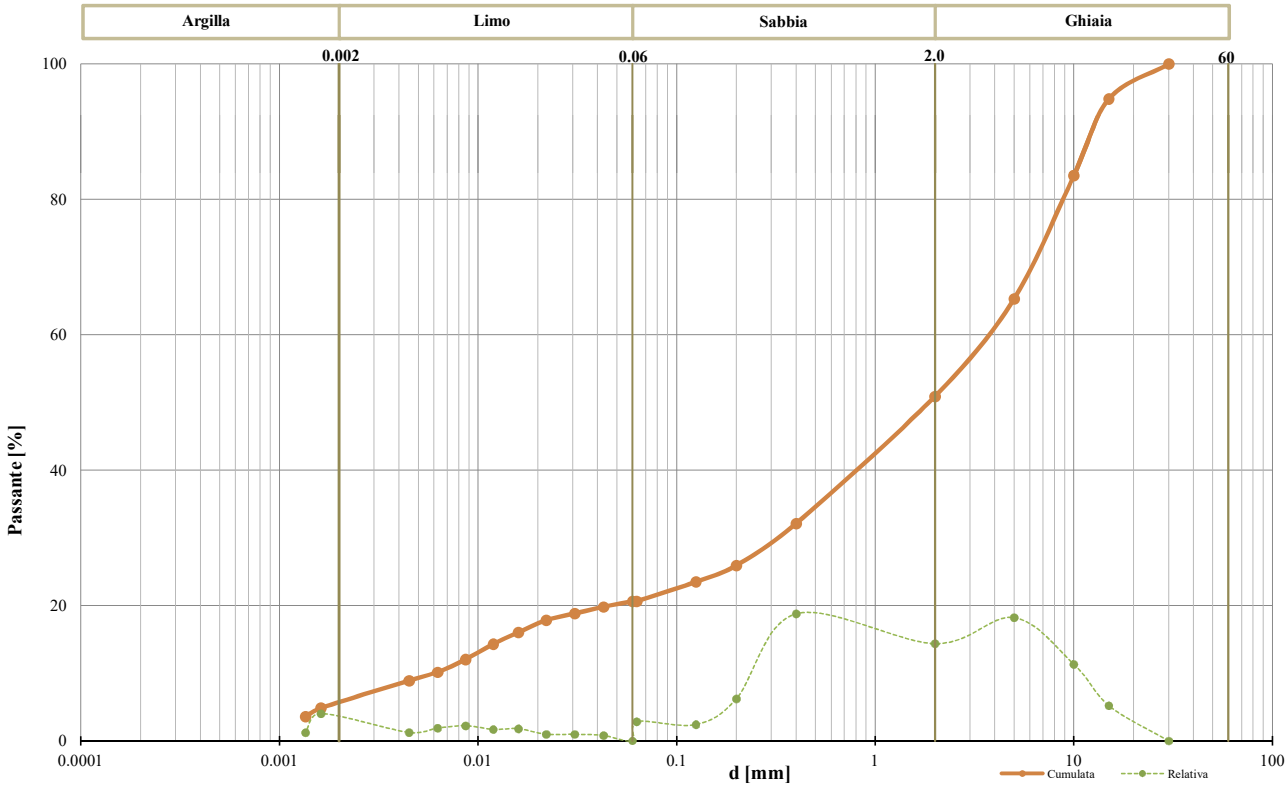
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

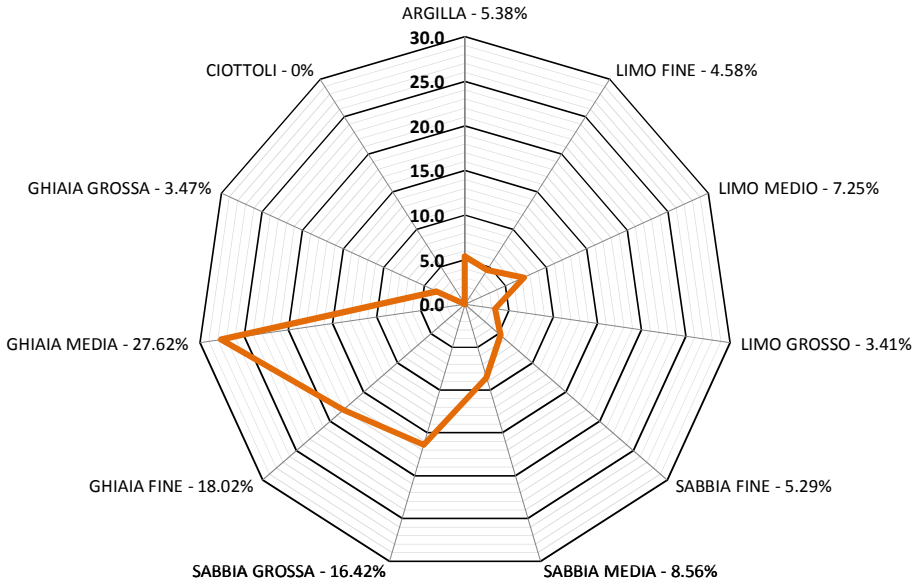
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

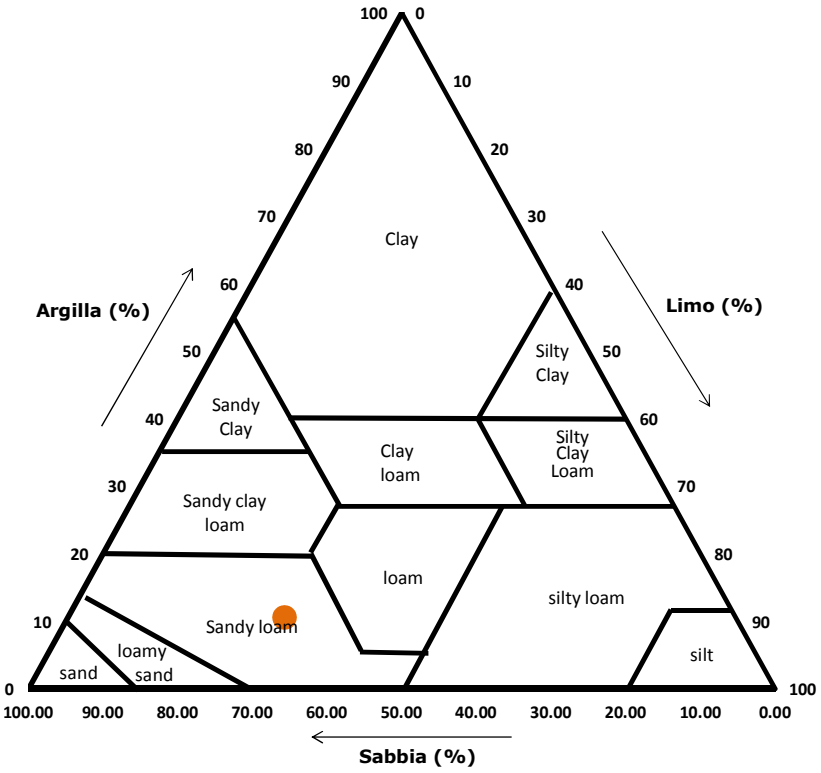
Certificato di prova numero:	2547/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	13/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	781	Data verbale:	06/02/2020	Fine Analisi:	20/02/2020	20/02/2020

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 %

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:	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

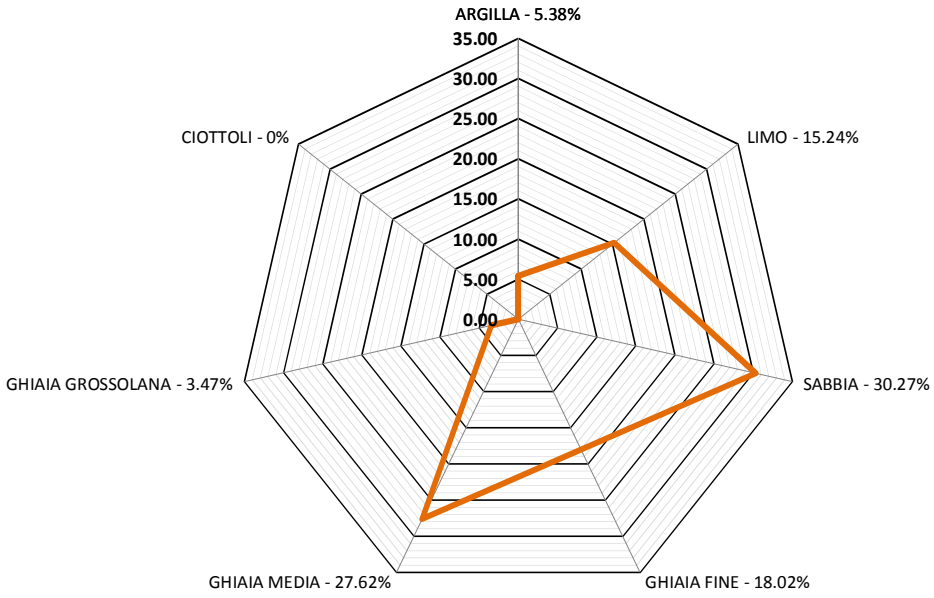
Committente Geotec Spa

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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Trivel)

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

Francesco Di Lonardo

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Tolve)

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 Lonardo)

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

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

18.97

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.679	**0.001**

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)

LIMITI DI ATTERBERG

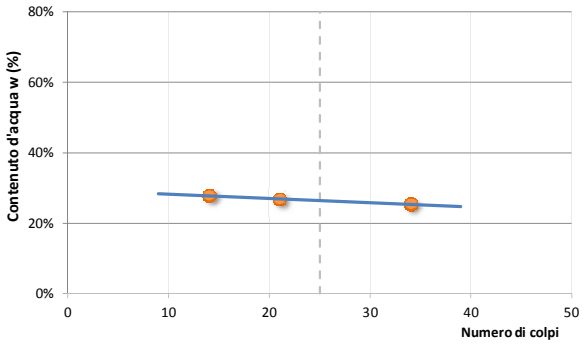
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

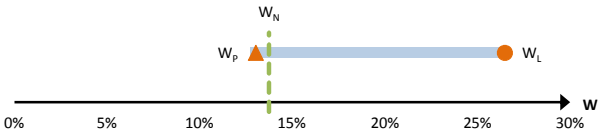


y = -0.00119 x + 0.29453 R^2 = 0.996

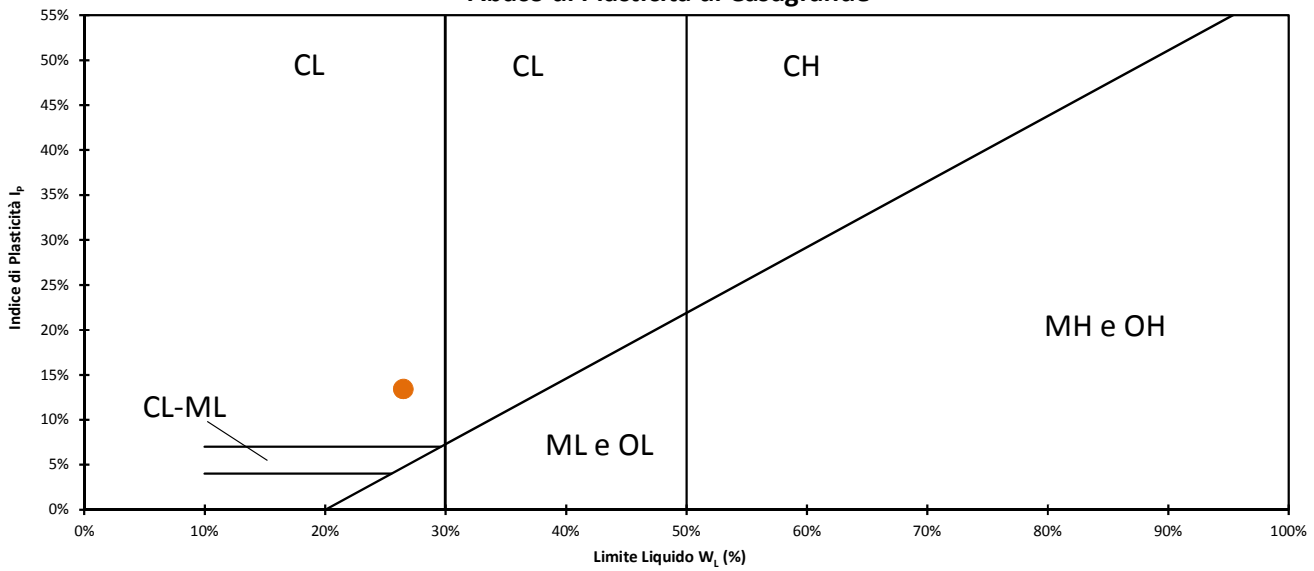
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

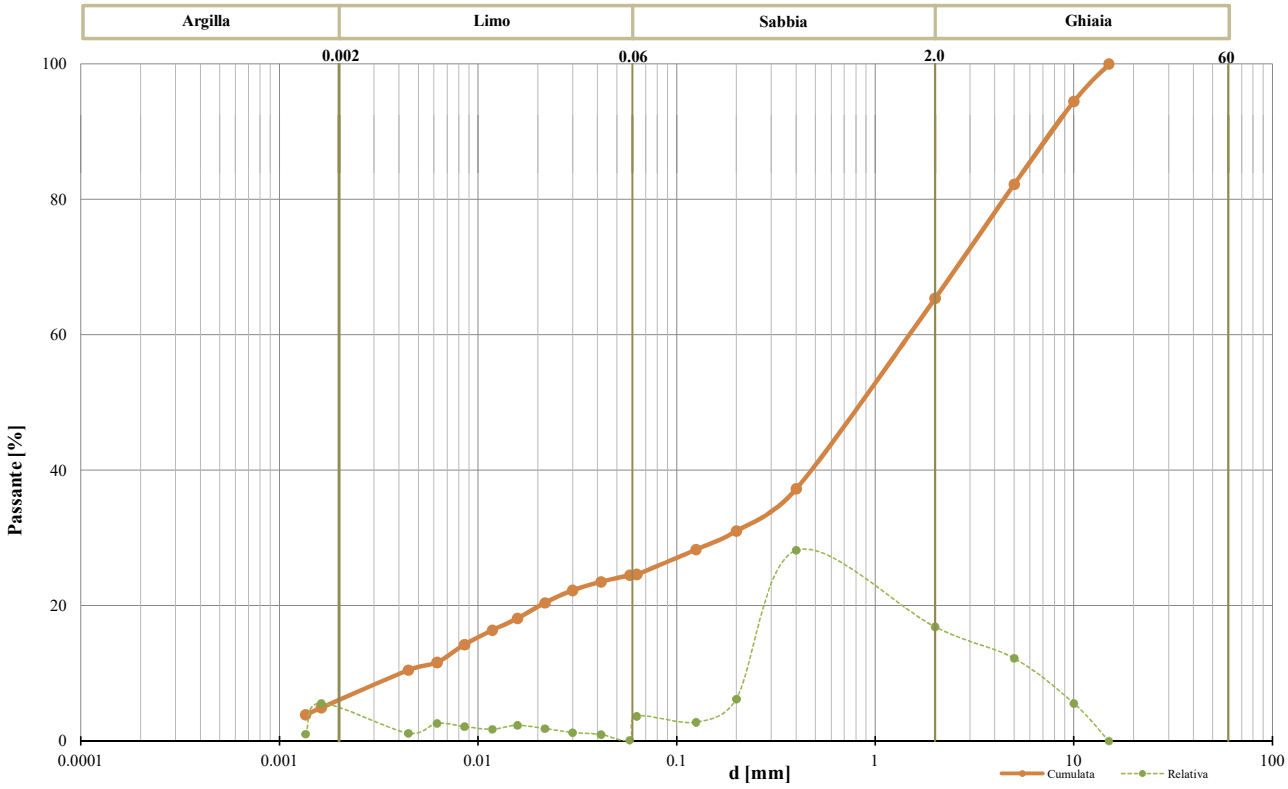
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

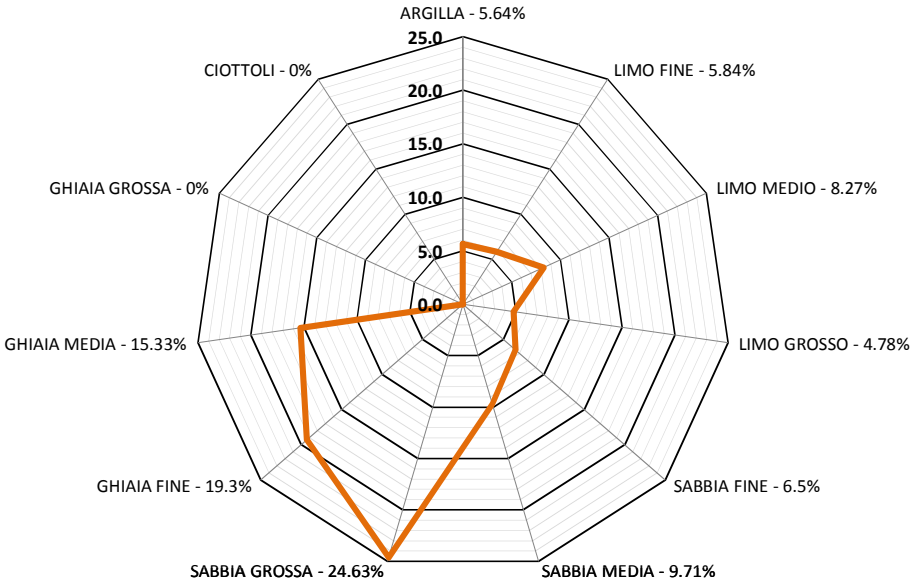
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

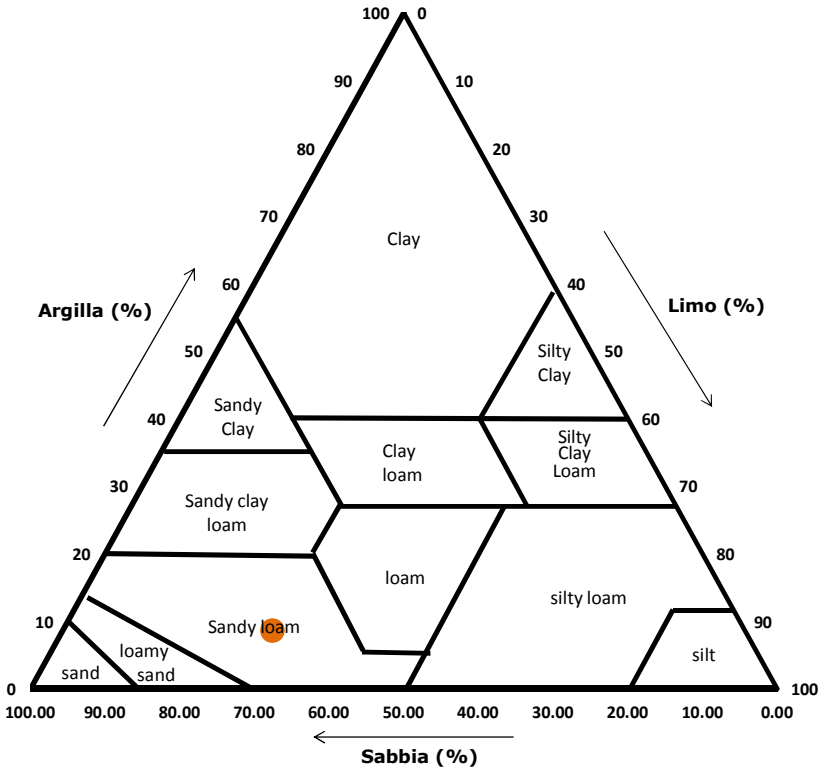
Certificato di prova numero:	2548/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	13/02/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	781	Data verbale:	06/02/2020	Fine Analisi:	20/02/2020	20/02/2020

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 %

Sandy loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

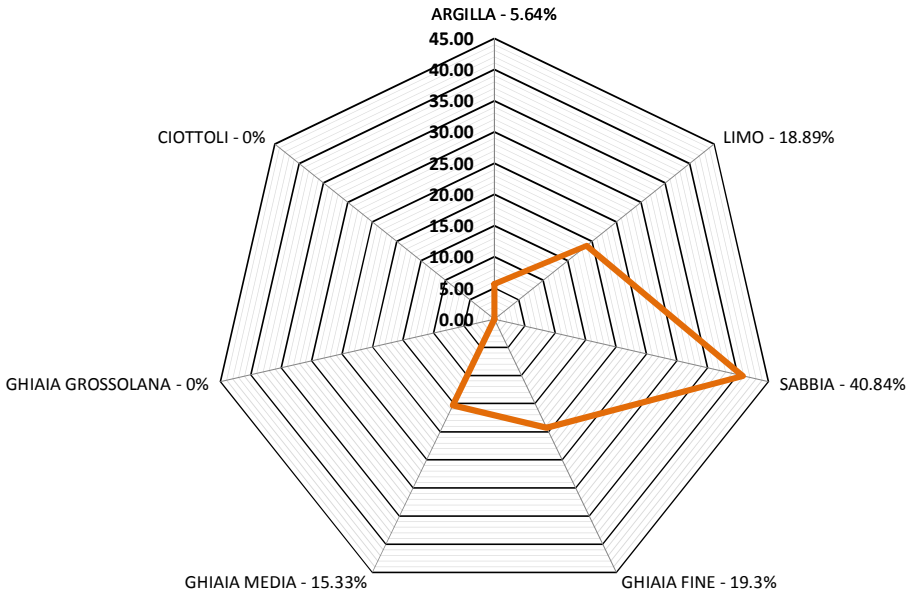
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

Certificato di prova numero:	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 Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Crivelli)

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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

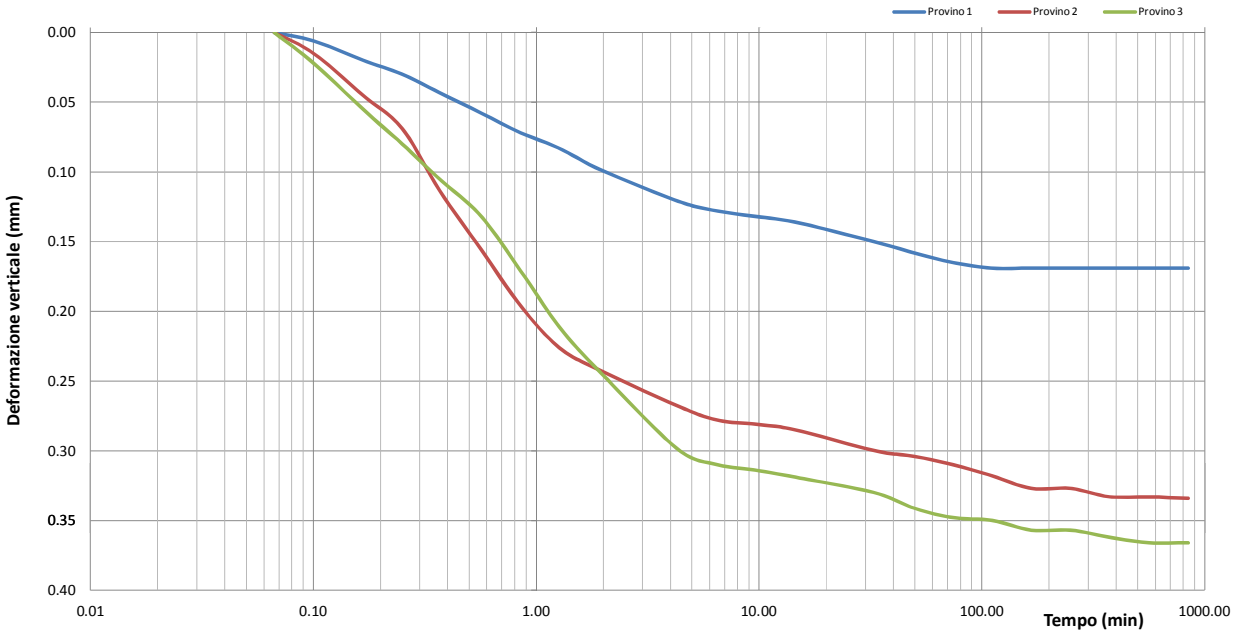
Modalità di prova: ASTM D 3080

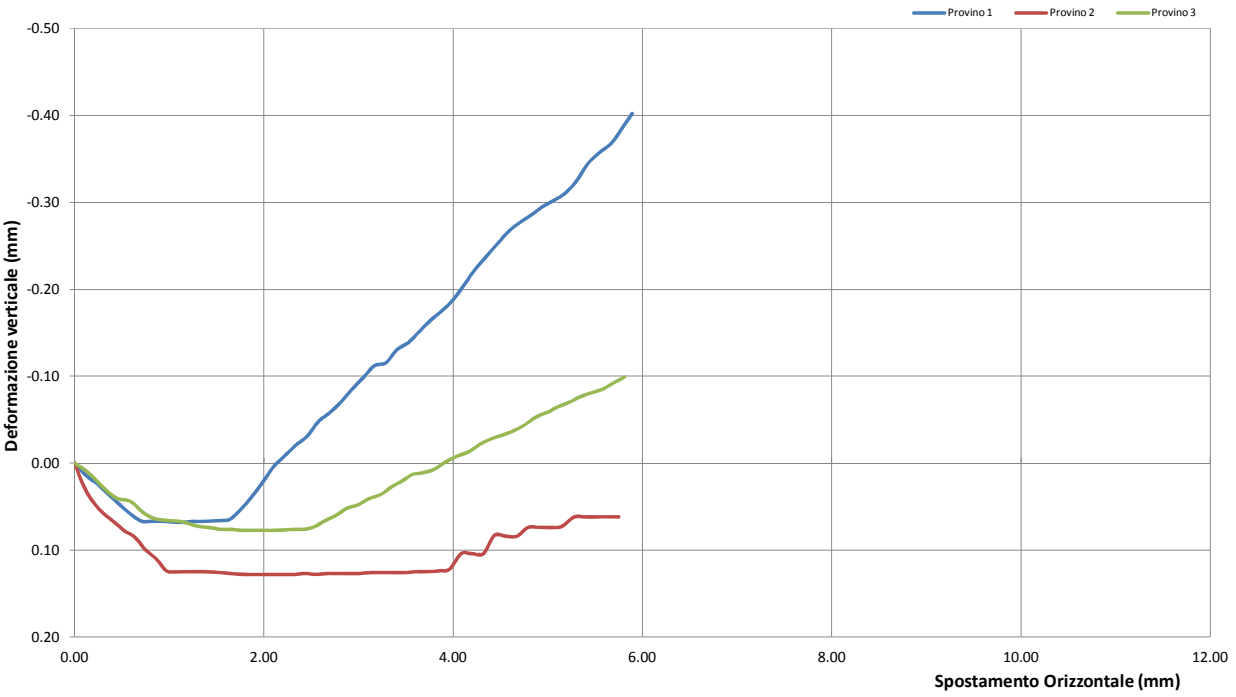
Certificato di prova numero:	2548/G	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	14/02/2020	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	781	Data verbale:	06/02/2020	Fine Analisi:	16/02/2020	20/02/2020

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

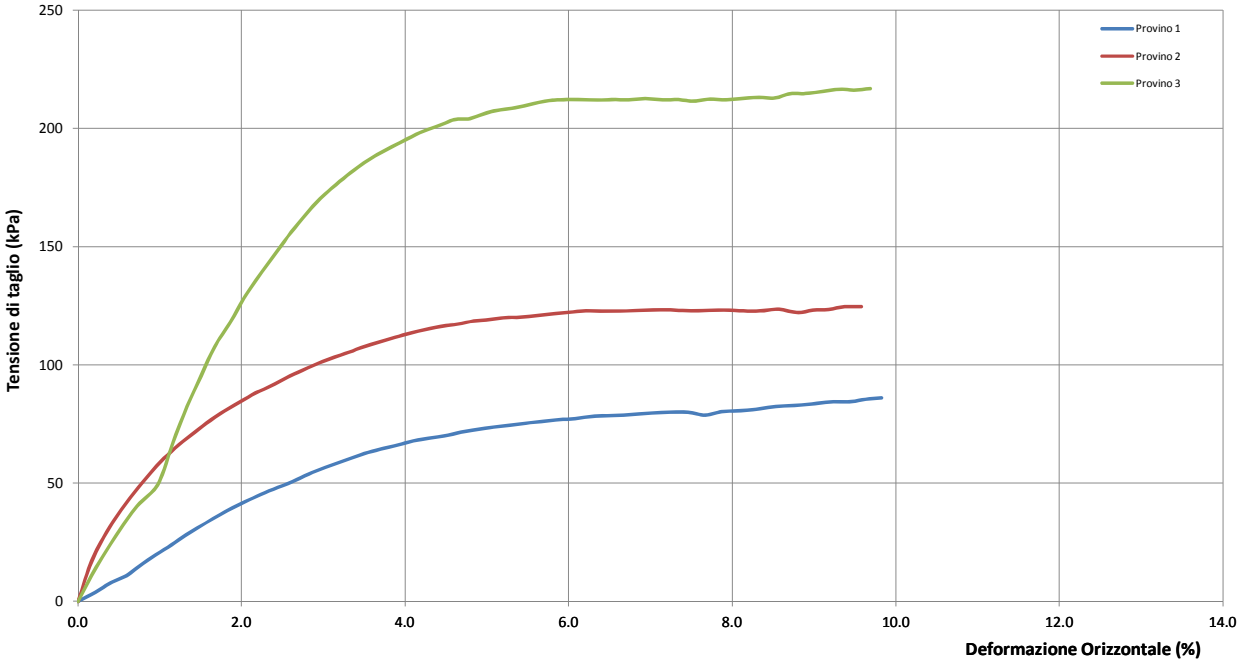
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

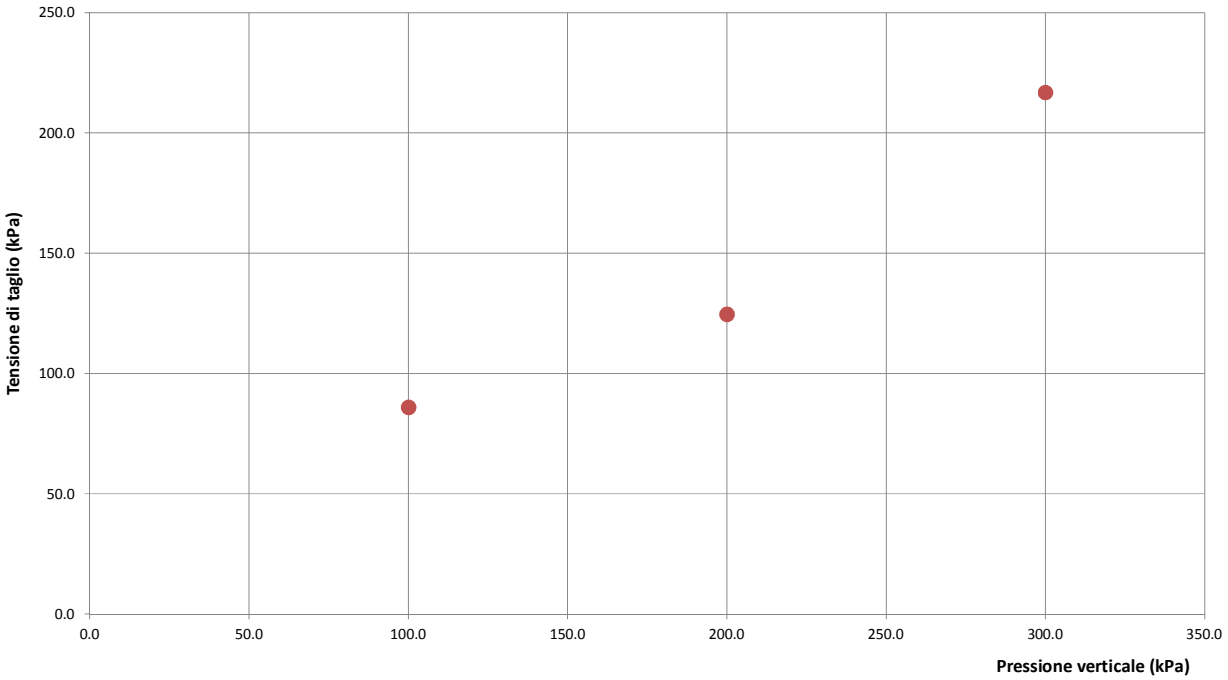
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS s.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

BRAINSTORMERS S.r.l. 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:	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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toive)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Toive)

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 Telve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 δ_{uc} (MPa)	**2.0**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 δ_{uc} (MPa)	**2.5**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 δ_{uc} (MPa)	**66.2**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Leonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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

COLLEGIO PERITI INDUSTRIALI E PERITI INDUSTRIALI LAUREATI - POTENZA
PER IND. LUCA MONTANARELLA ISCR. ALBO N. 696

REPORT LABORATORIO ANALISI AMBIENTALI

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.** **Via G. Barbato, 20** **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

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	-	-	

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)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

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.

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.** **Via G. Barbato, 20** **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)

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	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)

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	0,15		

***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)

Via R. Viviani, 36
81024 Maddaloni (CE)
Tel. 0823 203116
e-mail: infolab@pollutionsrl.it
infodirezione@pollutionsrl.it

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.** **Via G. Barbato, 20** **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'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

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)

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	**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.** **Via G. Barbato, 20** **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)

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	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

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)

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

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.

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.** **Via G. Barbato, 20** **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)

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)

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)

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	-	-	

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	**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)

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	8,7		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.** **Via G. Barbato, 20** **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)

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	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)

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

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)

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)

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, noncheè 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 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).

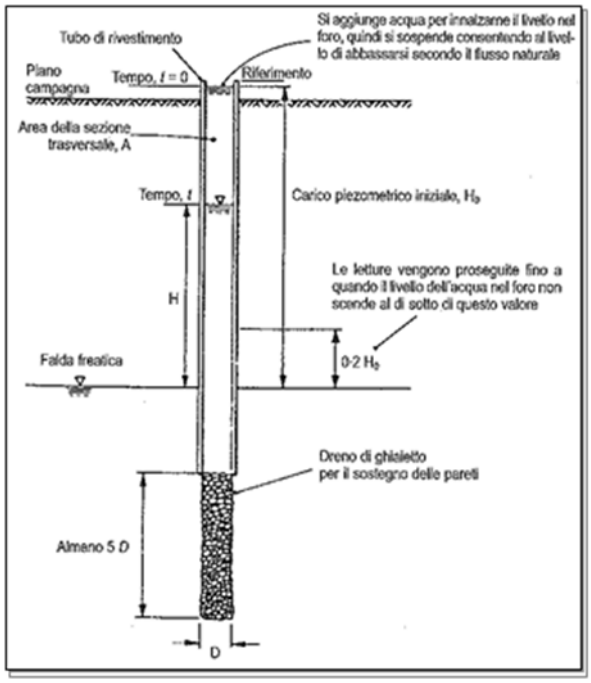


Figura 4. Schema prova Lefranc a carico idraulico variabile

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'' 0-35 m C
MIF2	50	PZ	PZ TA 2'' 0-6 m C 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

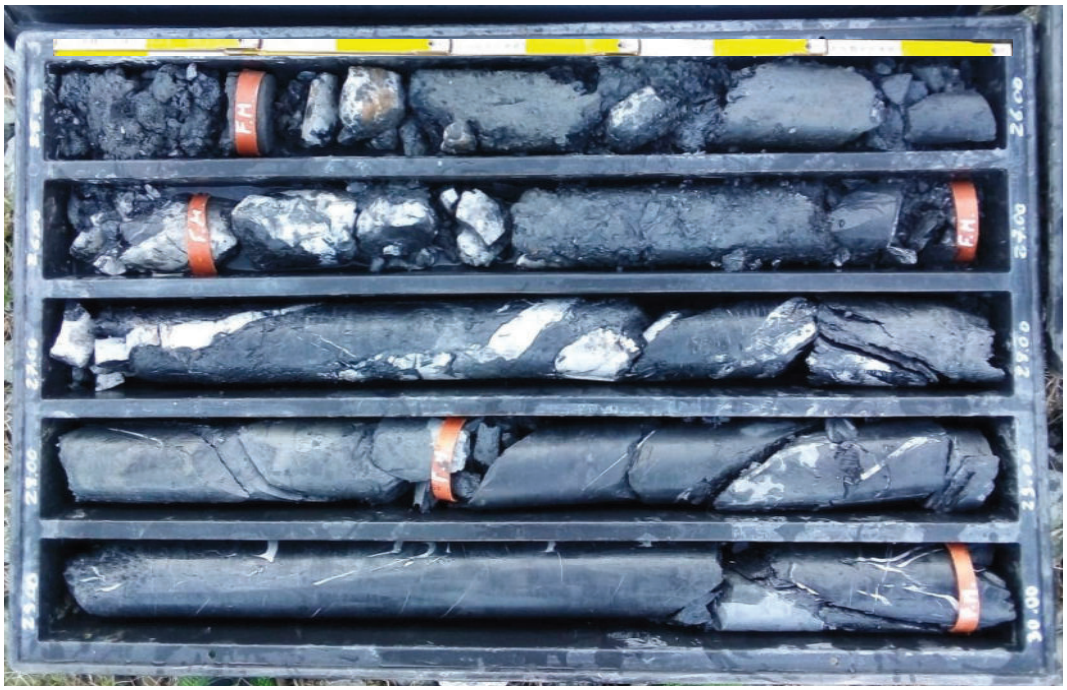
CASSETTA 3 (10.0 – 15.0 m)

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

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
	1				3,0	Ballast ferroviario realizzato con materiale a granulometria mista ben stabilizzato. (Riporto)
						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)
	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)
	3				11,4	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)

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
CA1) Dis	<	0,01 5,00								
SPT1) SPT	<	8,00 8,45	8,0	5-6-8	14	A				
CR1) Rim	<	10,00 10,50					Lefranc CV			
			11,0	R		C				

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																	
17	4									SPT4) SPT < 17,00 17,45	17,0	20-29-34	63	C			
18																	
19																	
20																	
21										SPT5) SPT < 20,55 21,00	20,6	20-27-34	61	A			
22	5																
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
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	6				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						
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.%
34						27,00-28,40 m -> 89%
35		101			35,0	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%

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

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)

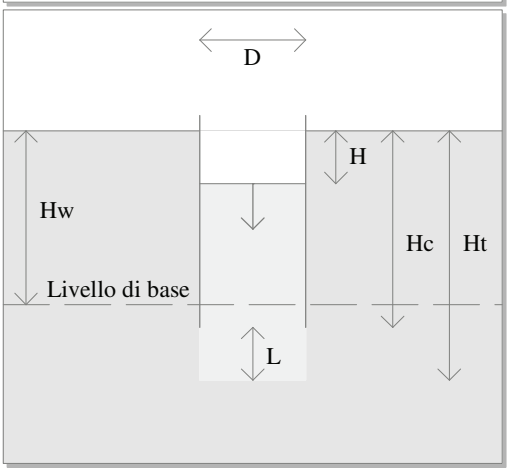
ALL. 1.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

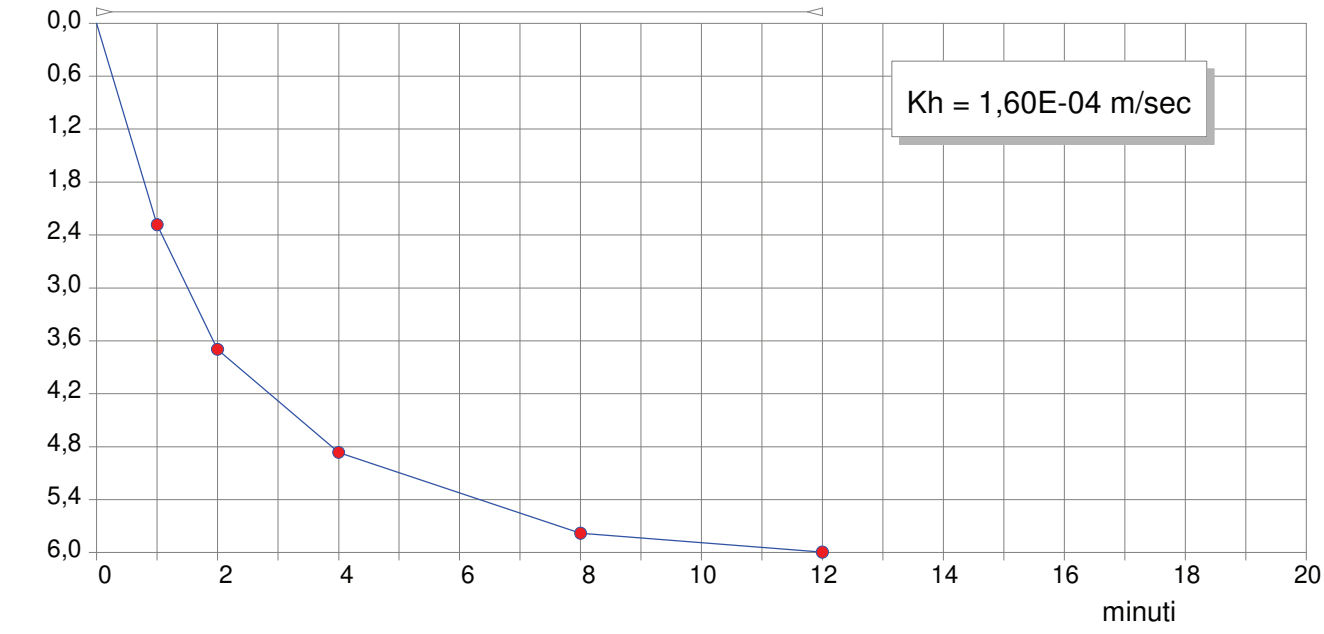
Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località: GENOVA	Data:
Sondaggio: MIF7	Orario prova:

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)

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**: 3 di 6

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)

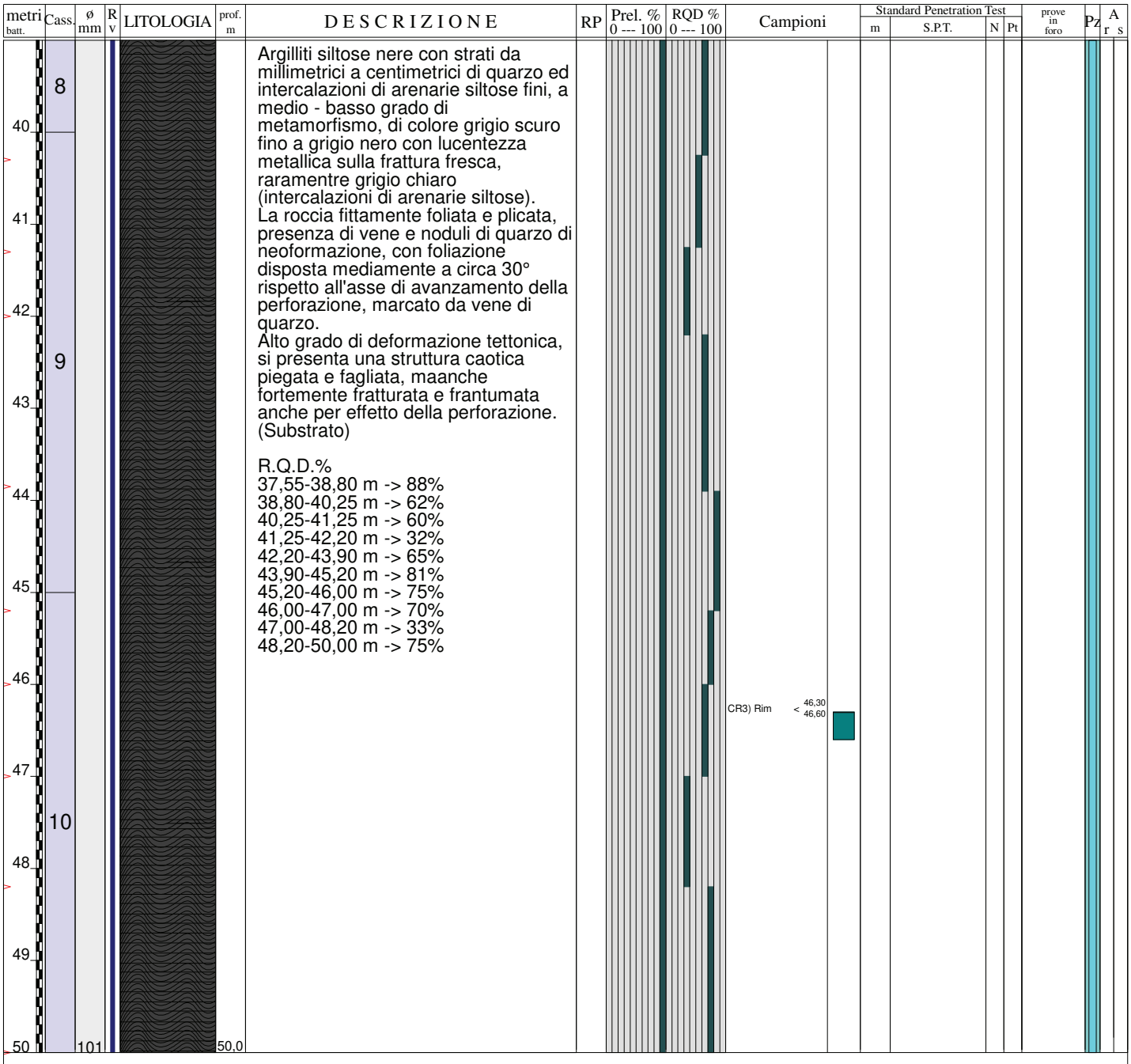
metri batt.	Cass.	ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	RP	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	prove in foro	Pz	A r s
27						Limo argilloso sabbioso di colore da marrone chiaro a grigio chiaro, con ghiaia (in prevalenza argillite e quarzo) da fine a grossolana, 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										CI1) Maz < 29,00 29,60							
										SPT7) SPT < 29,55 30,00	29,6	6-7-8	15	A			
30					30,0												
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										CI2) Maz < 35,00 35,60							
36																	
										SPT8) SPT < 36,55 37,00	36,6	5-7-8	15	A			
37	8				37,6	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%											
38																	
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)



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

Il Responsabile di sito

Il Direttore

SONDAGGIO
MIF8 PZ (50 m)

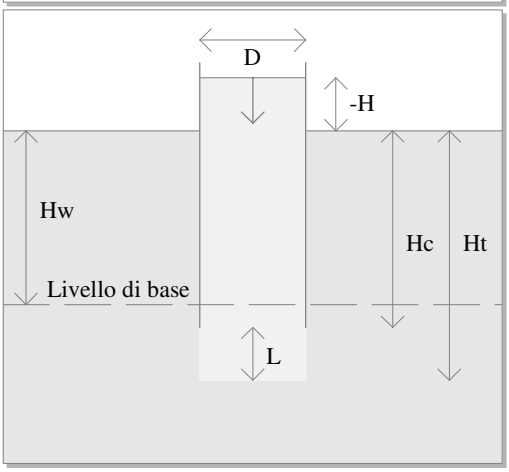
ALL. 2.3 PROVA LEFRANC CV

GEOTEC SPA

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

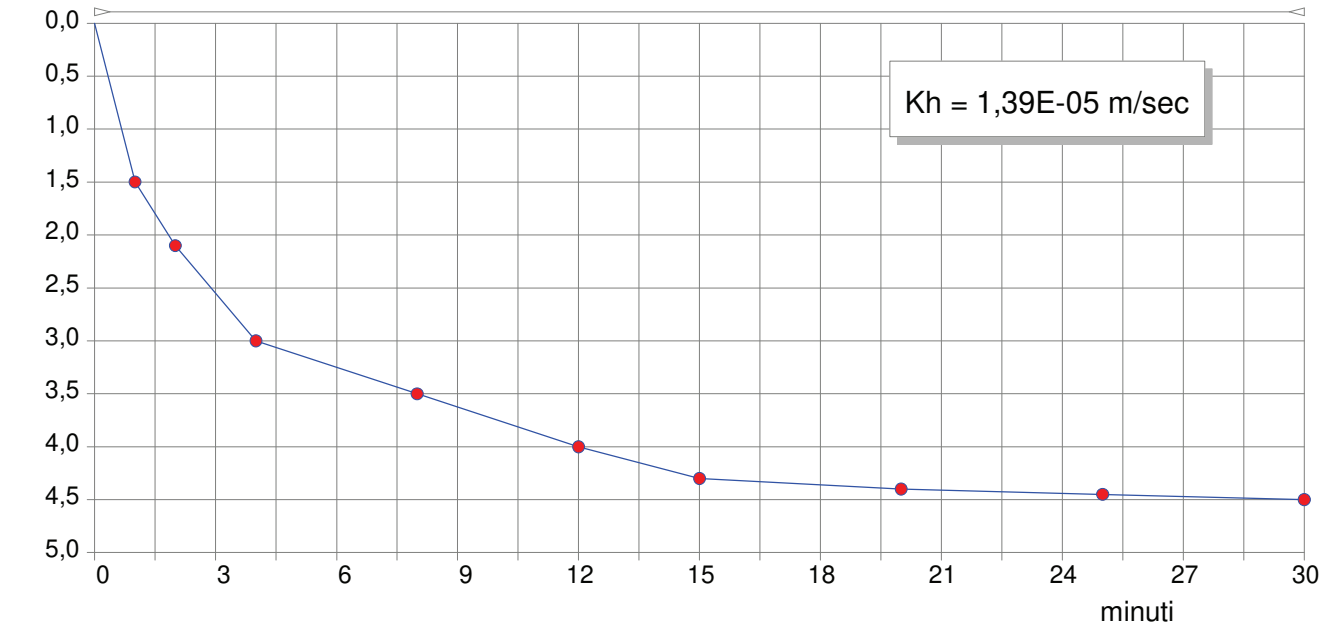
Committente: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
Riferimento: Metro Genova tratta Brin - Canepari	Prova: LF_CV1
Località: GENOVA	Data:
Sondaggio: MIF8	Orario prova:

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				

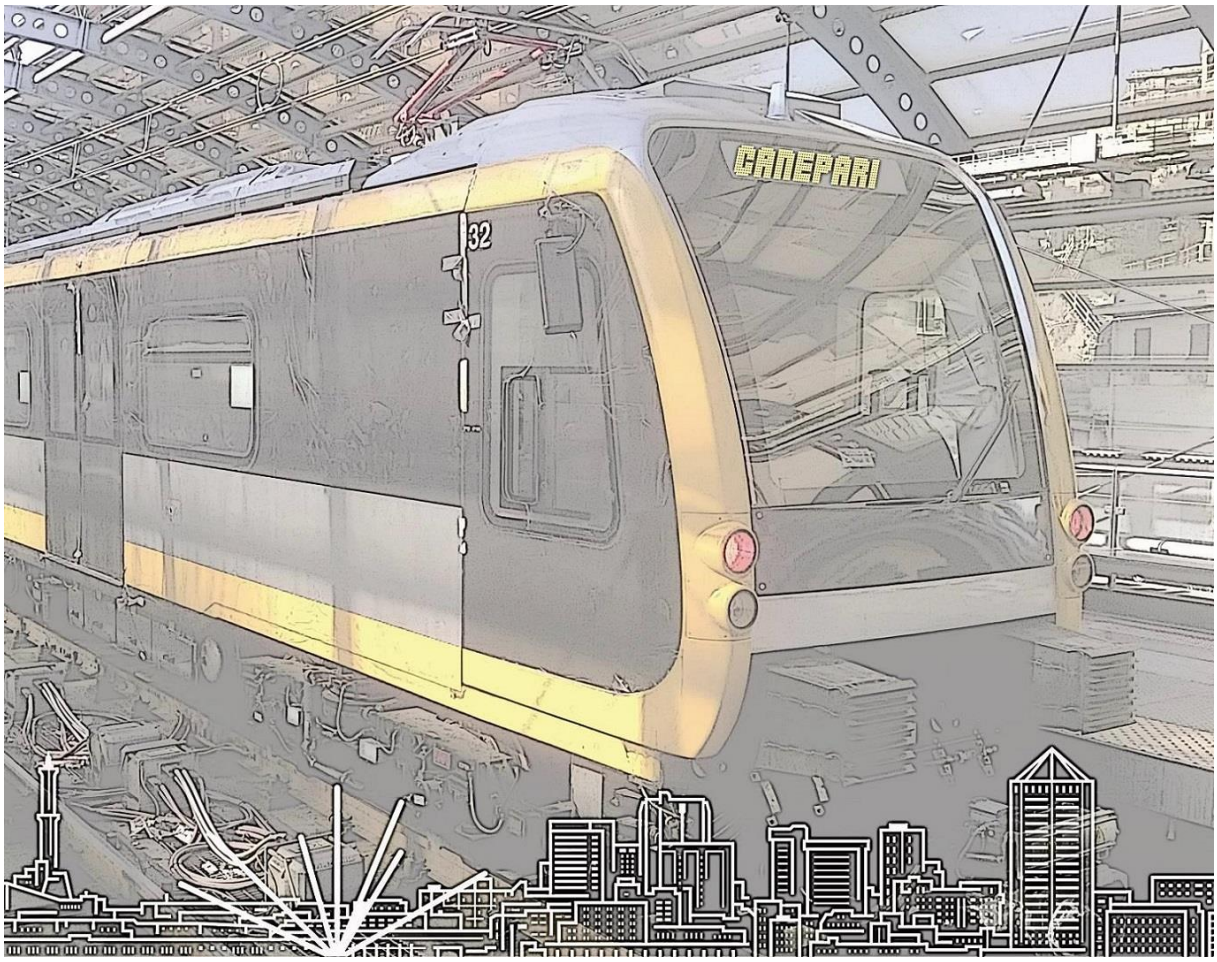
DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



METROPOLITANA DI GENOVA

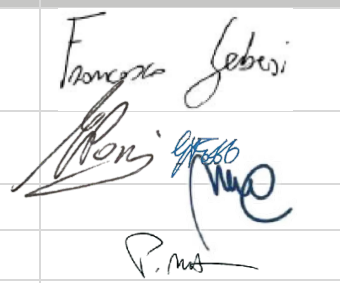
Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO

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 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.

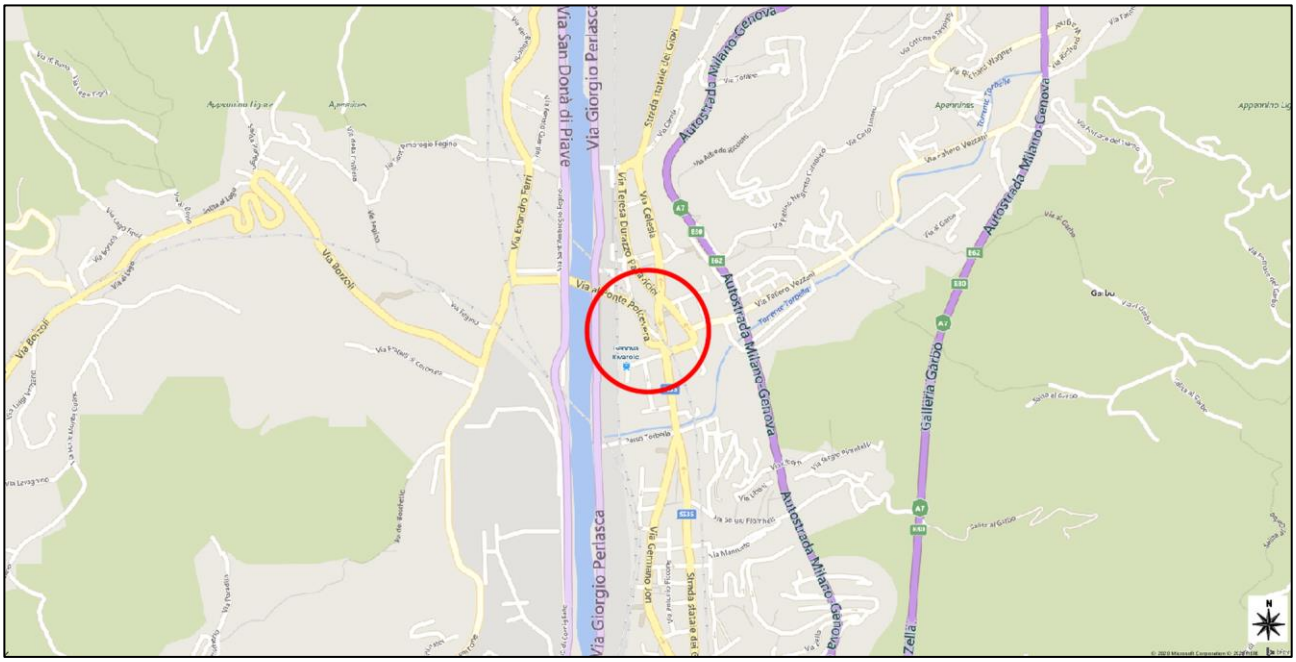


Fig. 1 – Ubicazione della zona d'indagine su mappa stradale.

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.

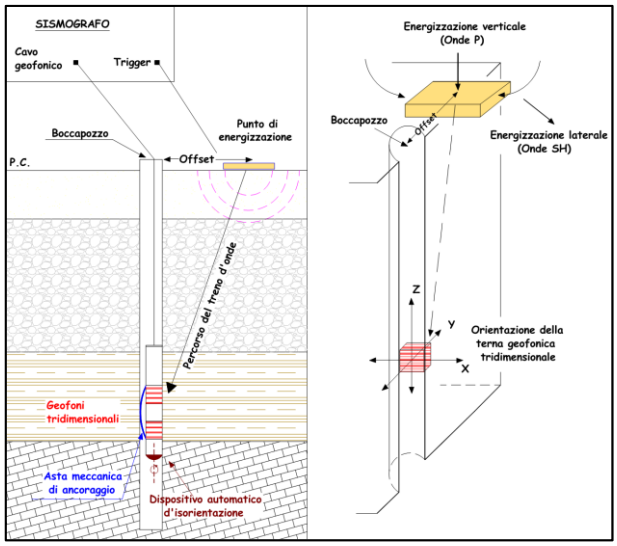


Fig. 5 – Schema prova Down-Hole.

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 (y) 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

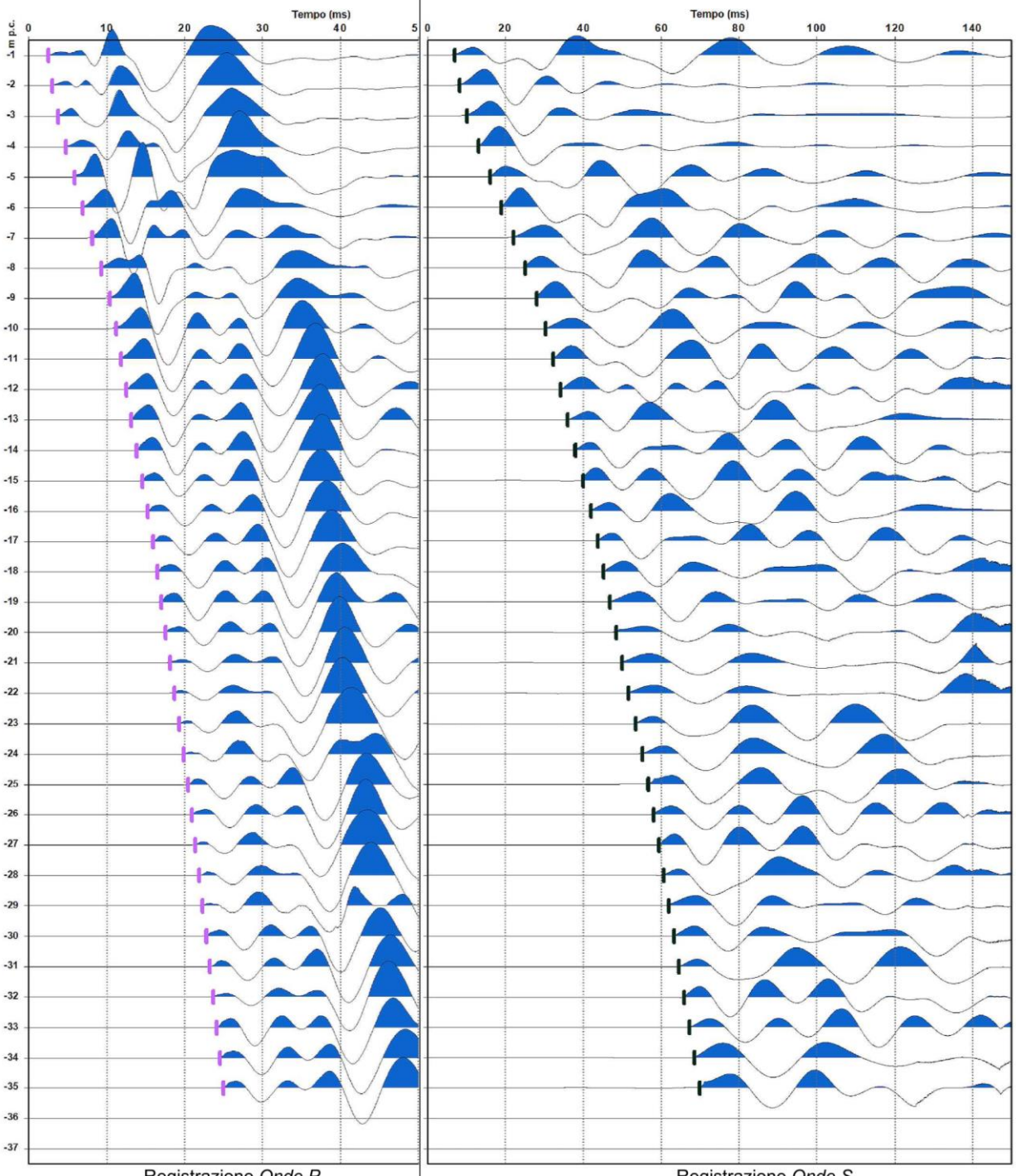
- Relativamente alle velocità sismiche **Vp** i primi 9.0 m di spessore sono caratterizzati da velocità comprese 830 e 1000 m/s. Al di sotto si registra un netto incremento dei valori che superano abbondantemente i 1000 m/s fino ad arrivare a 1500 m/s ad una profondità di -14.0 m dal p.c.. Dopo una breve 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

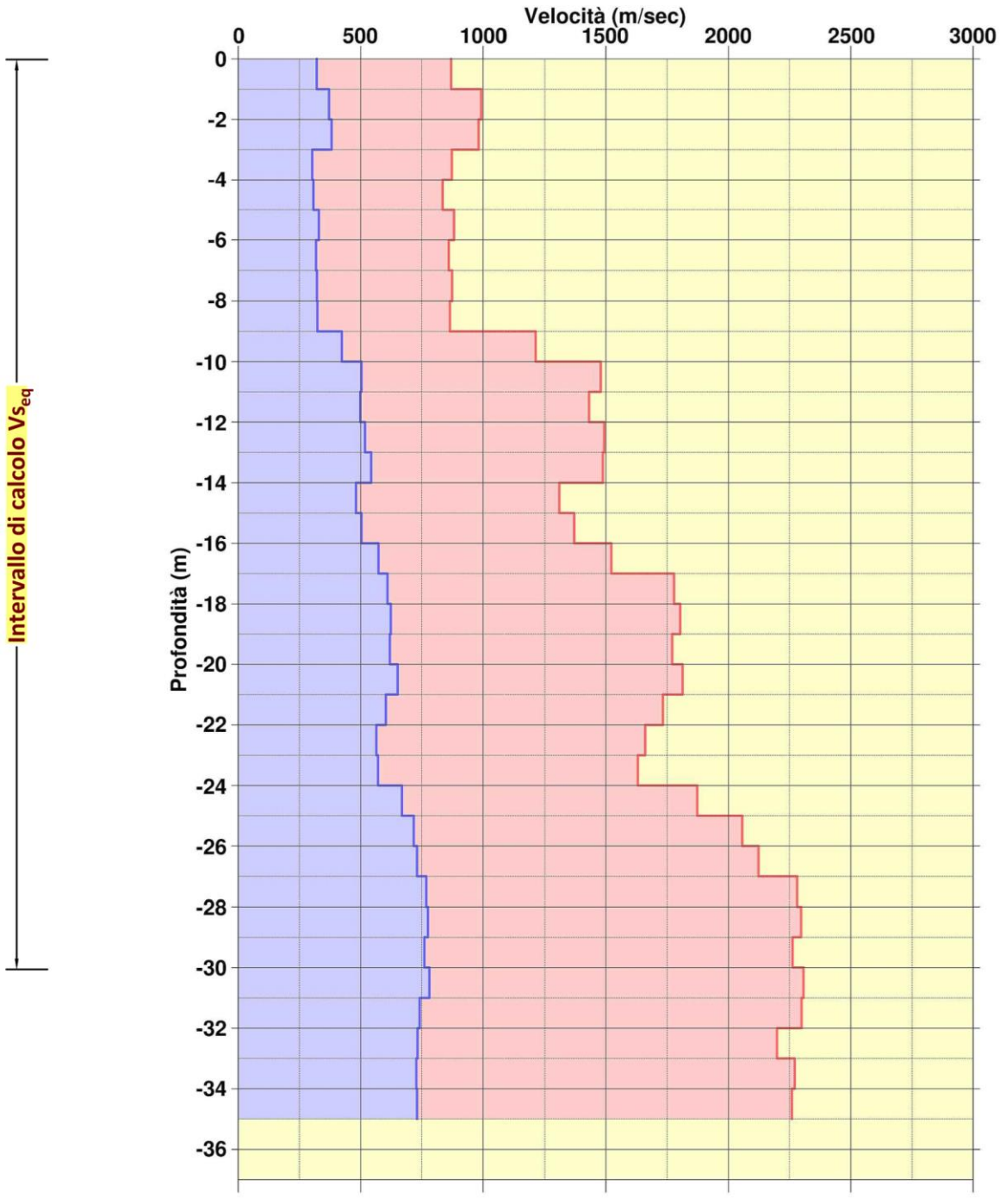
DH7
MIF7



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}**.

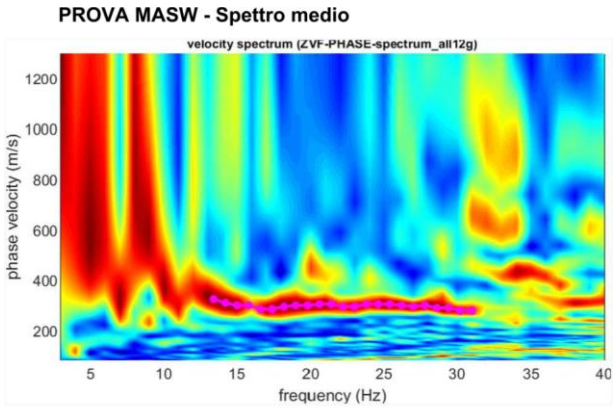
Nel dettaglio, per quanto riguarda la prova MASW / Re.Mi. in esame, l'elaborazione dei dati ha permesso di determinare una **Vs_{eq}** = 351 m/s per una profondità di riferimento di 30 m; al fine di una miglior definizione del dato acquisito, quest'ultima prova è stata elaborata considerando solamente n.12 geofoni.

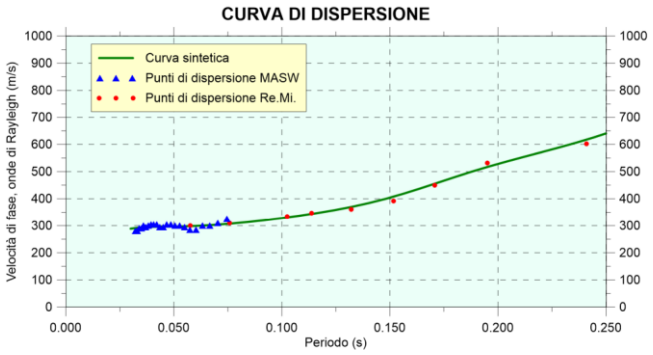
Ai fini della caratterizzazione sismica del sito per la definizione delle azioni sismiche di progetto, la categoria dei suoli di fondazione risulta di tipo **"C"**, la cui definizione nella classificazione dei suoli di riferimento normativo è la seguente:

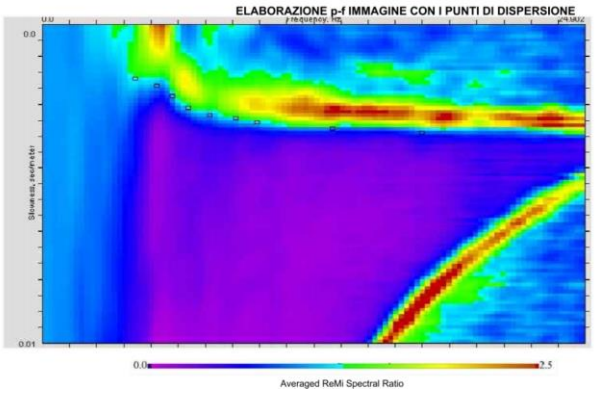
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

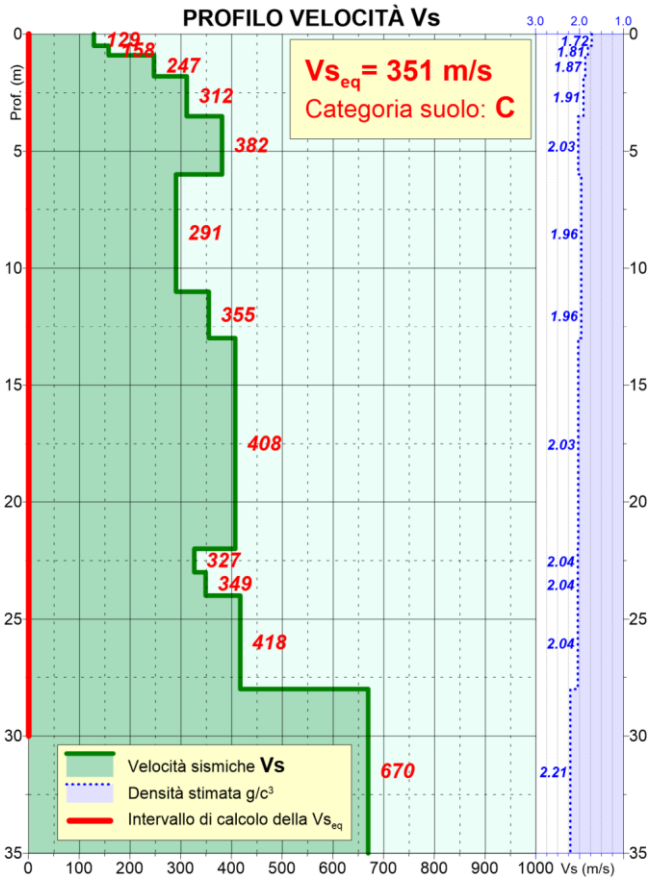
Nel paragrafo seguente 4.4.1 sono rappresentati gli spettri, le tracce, la curva di dispersione, il profilo di velocità delle onde S e l'ubicazione planimetrica di dettaglio della prova M3.

4.4.1 Prova M3

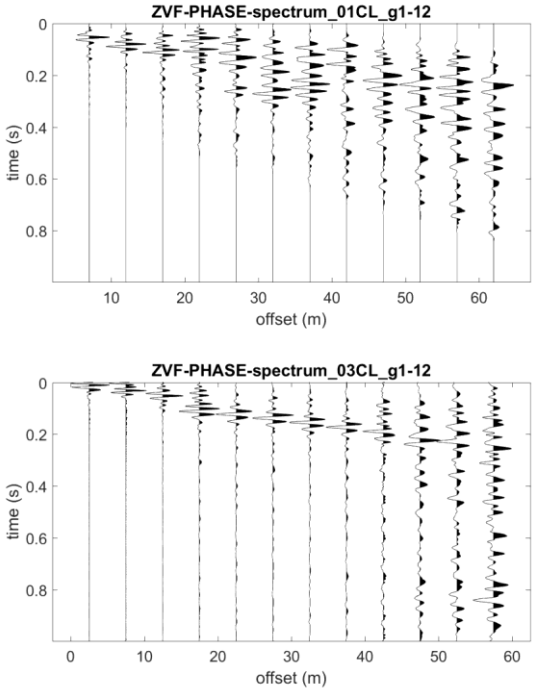

PROVA MASW - Spettro medio
velocity spectrum (ZVF-PHASE-spectrum_all12g)
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)


CURVA DI DISPERSIONE
Curva sintetica
Punti di dispersione MASW
Punti di dispersione Re.Mi.
Velocità di fase, onde di Rayleigh (m/s)
Periodo (s)

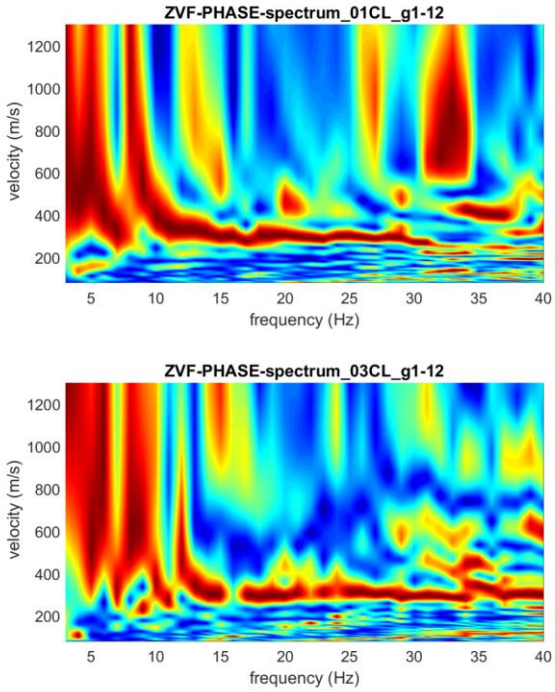

PROVA REMI - Spettro medio
ELABORAZIONE p-f IMMAGINE CON I PUNTI DI DISPERSIONE
Averaged ReMi Spectral Ratio


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
Via al Ponte Polcevera
Via Gioachino Rossini
Piazza Dilavzo Raffaele



Tracce utilizzate per l'elaborazione dello spettro MASW medio.

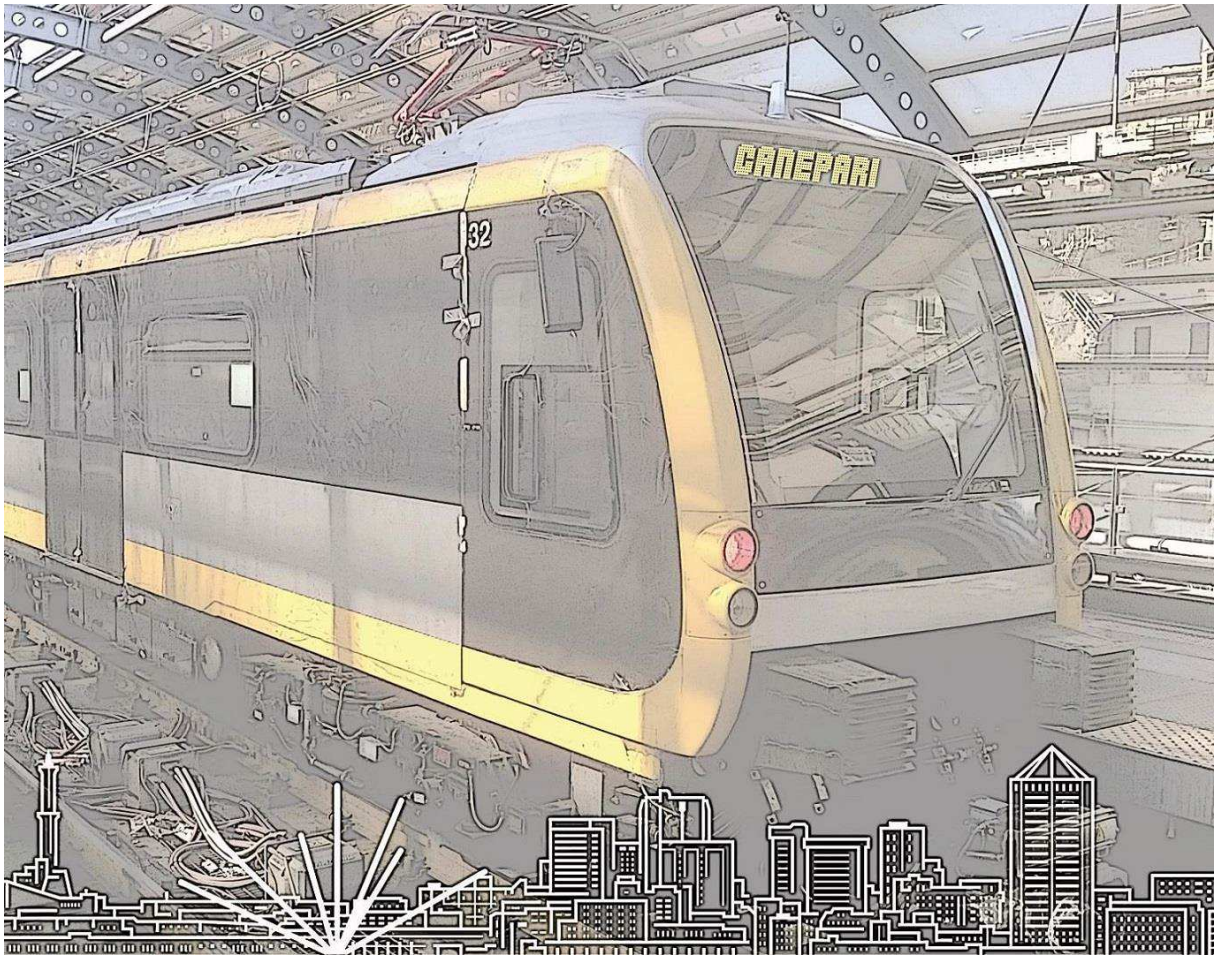


Spettri delle tracce utilizzate per l'elaborazione dello spettro MASW medio.

METROPOLITANA DI GENOVA

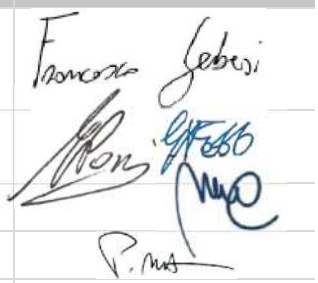
Opere di prolungamento della tratta CANEPARI-RIVAROLO

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 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 Tolve)

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 Lonardo)

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:	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_{VI} - Volume fustella (cm3)	Peso fustella con campione (g)	P_{Sn} - Peso campione (g)
59.97	39.98	141.90	81.93

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

16.43

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.681	**0.001**

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

LIMITI DI ATTERBERG

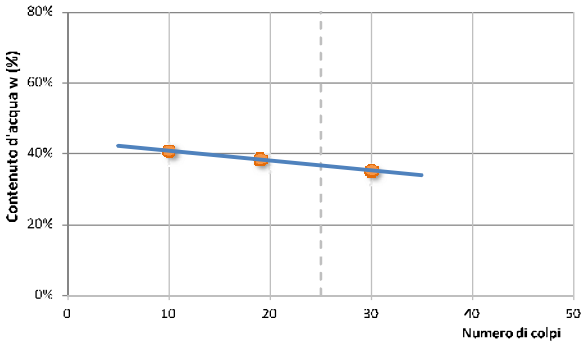
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

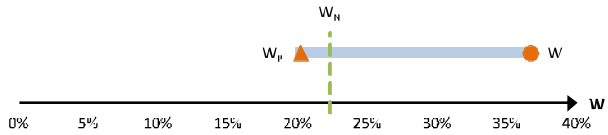


y = -0.00281 x + 0.43697 R^2 = 0.999

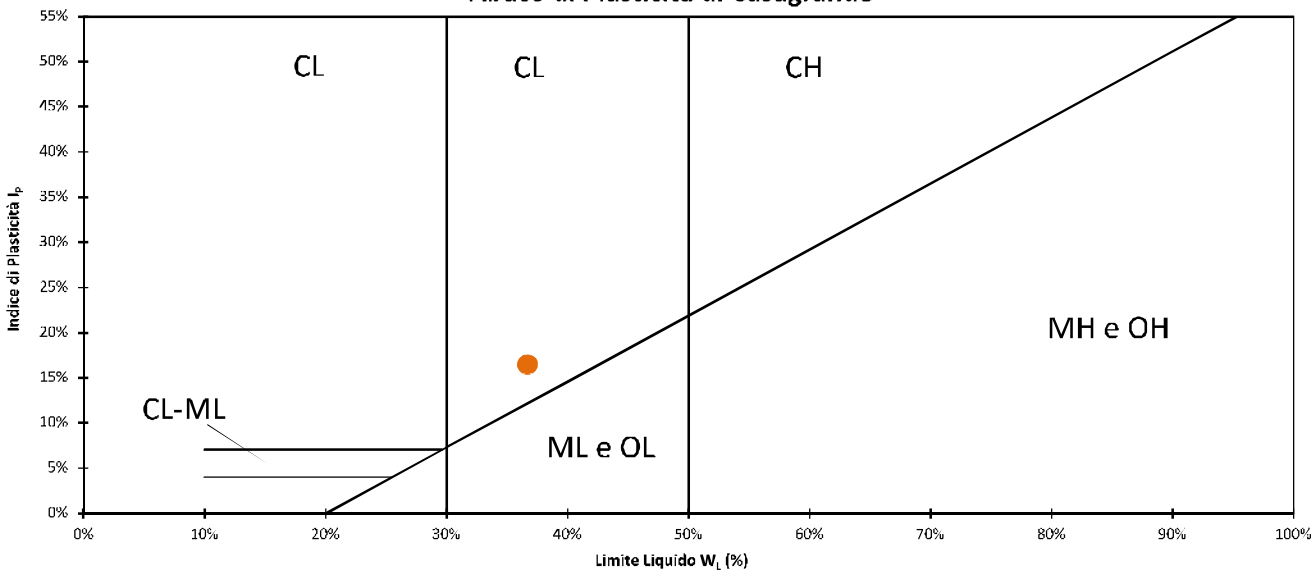
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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

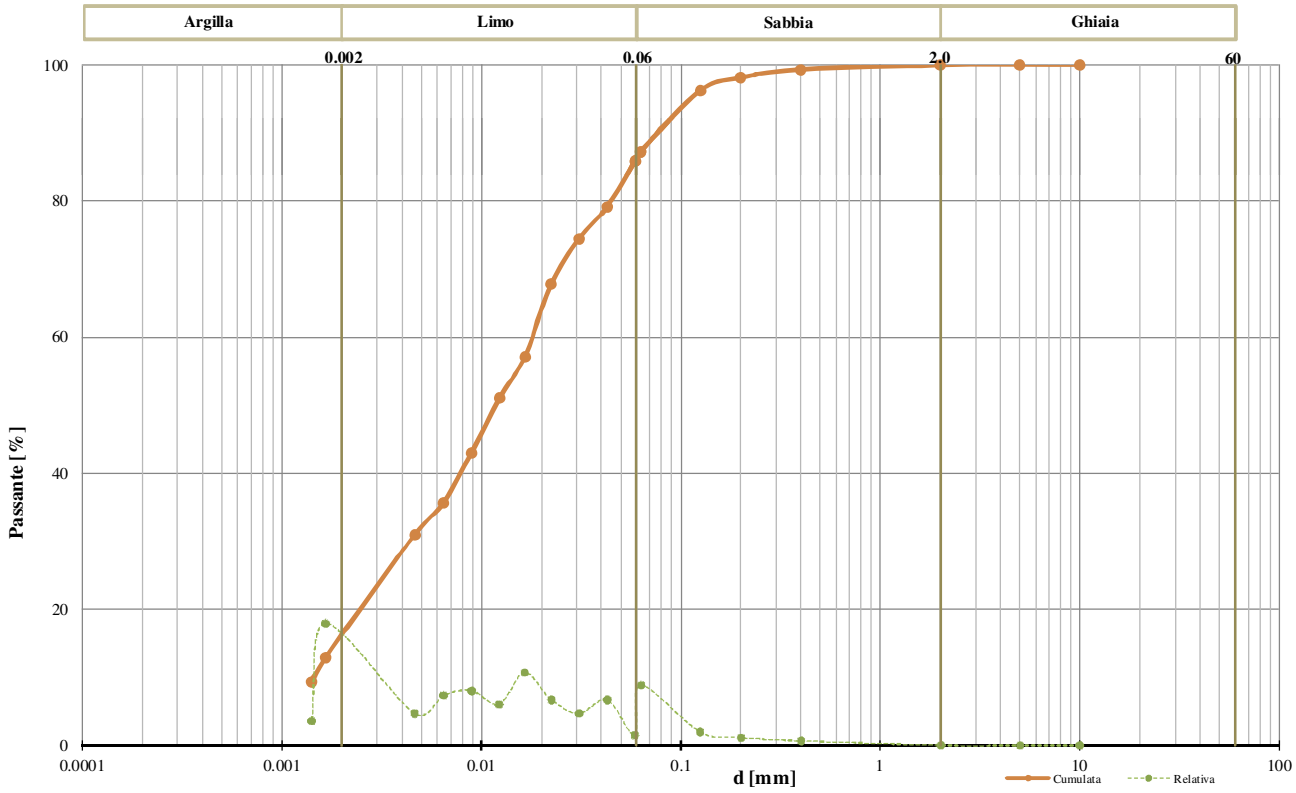
Certificato di prova numero:	2576/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	04/03/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	792	Data verbale:	04/03/2020	Fine Analisi:	11/03/2020	18/03/2020

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 Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

DIMITTO CERTIFICATO N° 348 ISO 9001

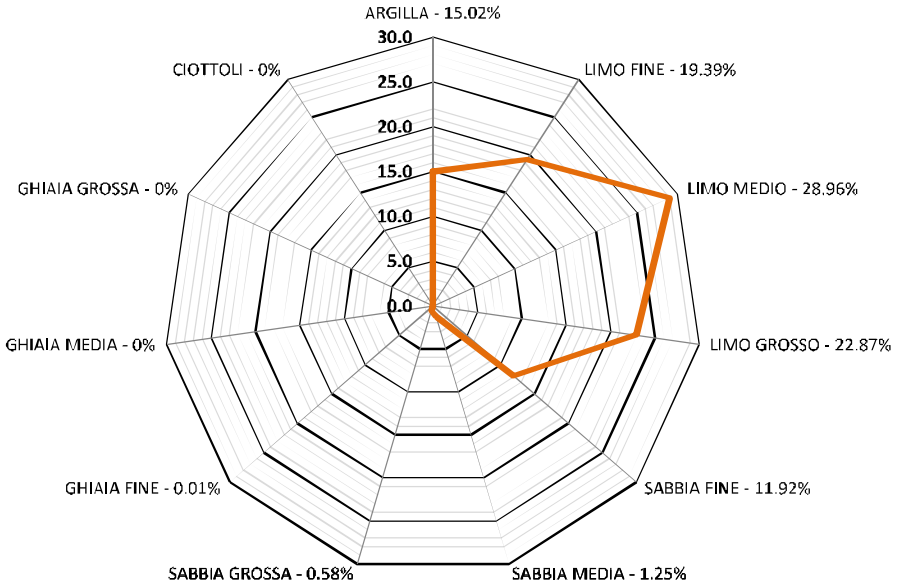
AIPnD

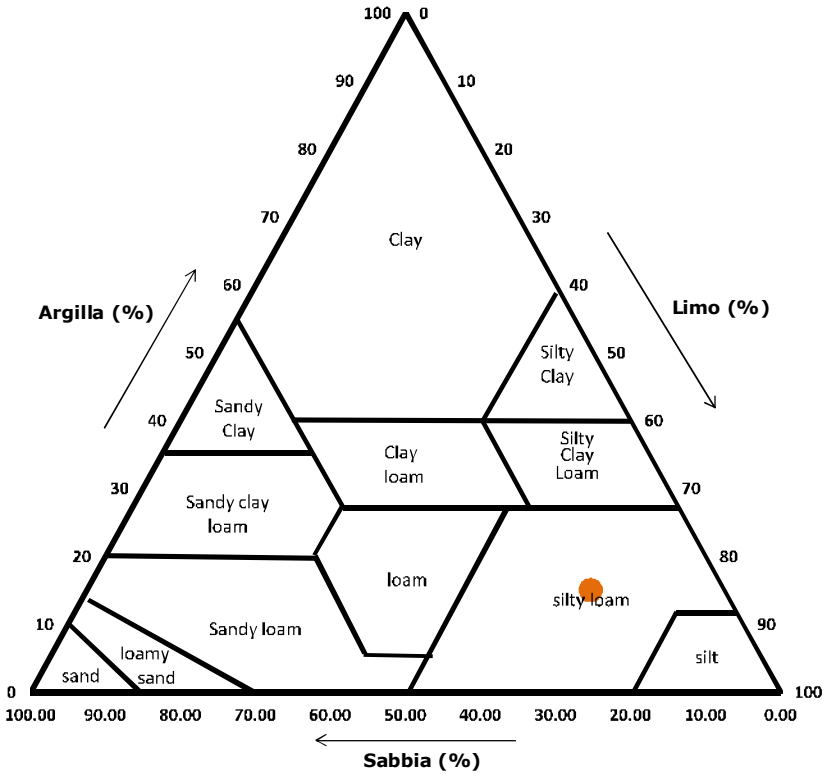
ANALISI GRANULOMETRICA

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 %

Silty loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

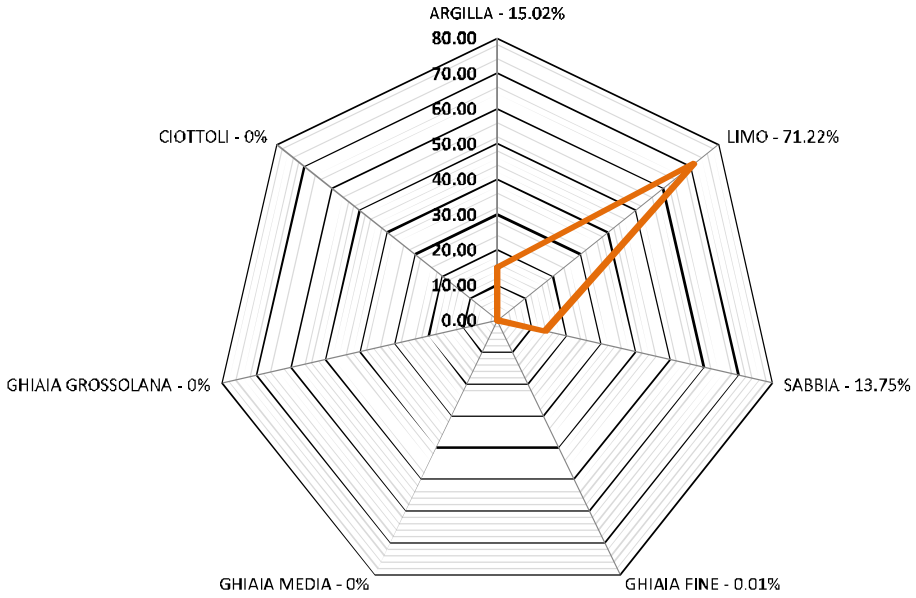
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

Certificato di prova numero:	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 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:	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 coesione è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare su le 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

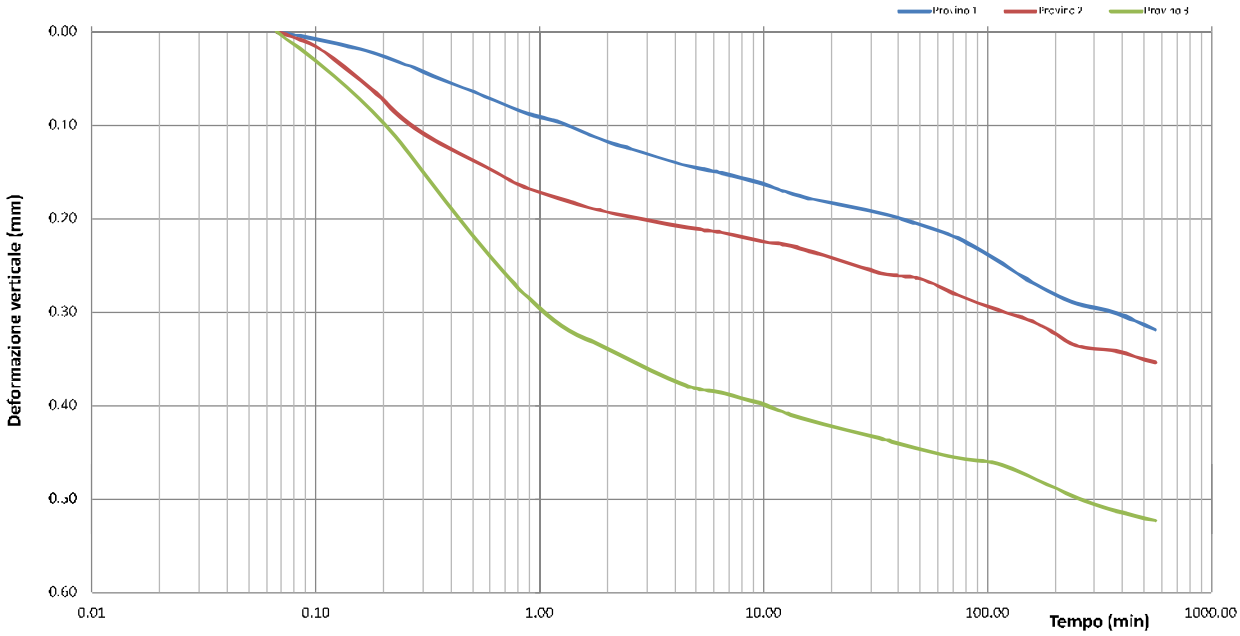
(Ing. Rocco Tolve)

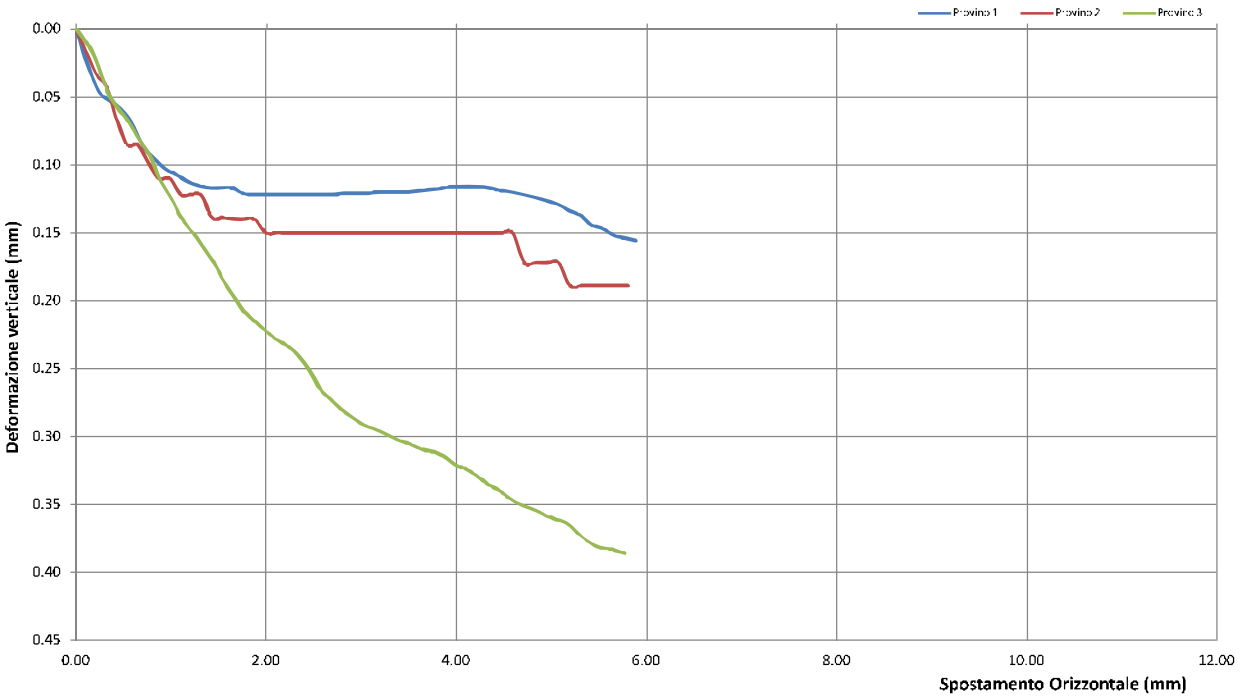
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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)

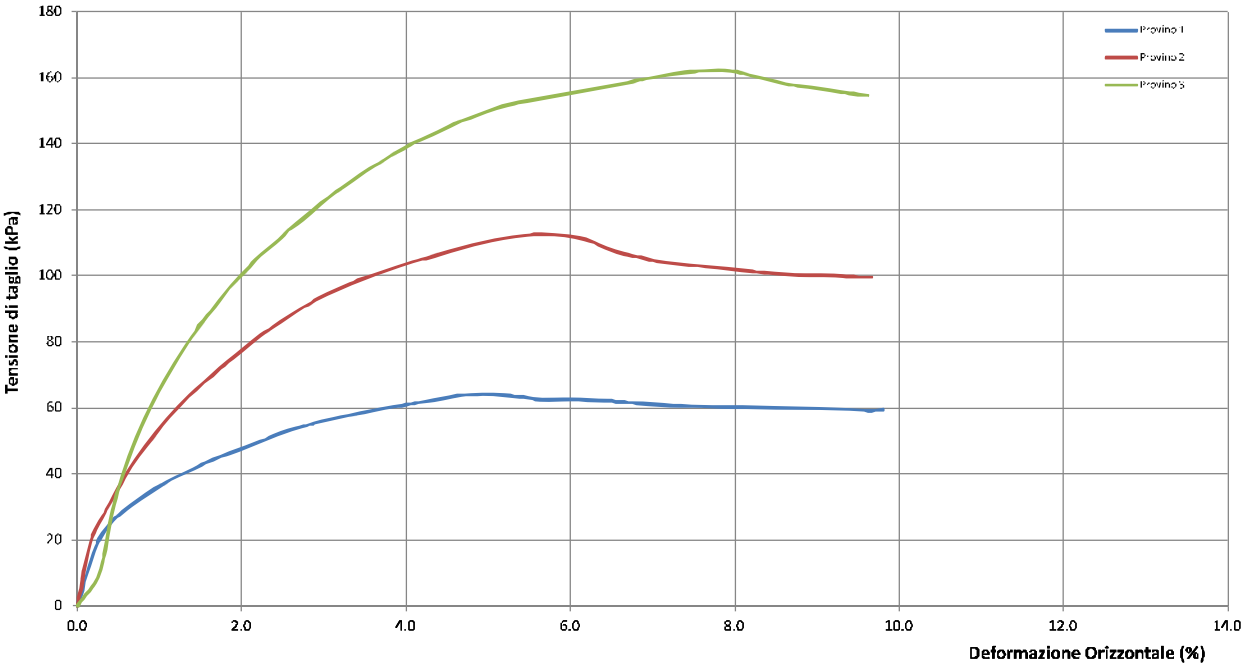
Rocco Tolve

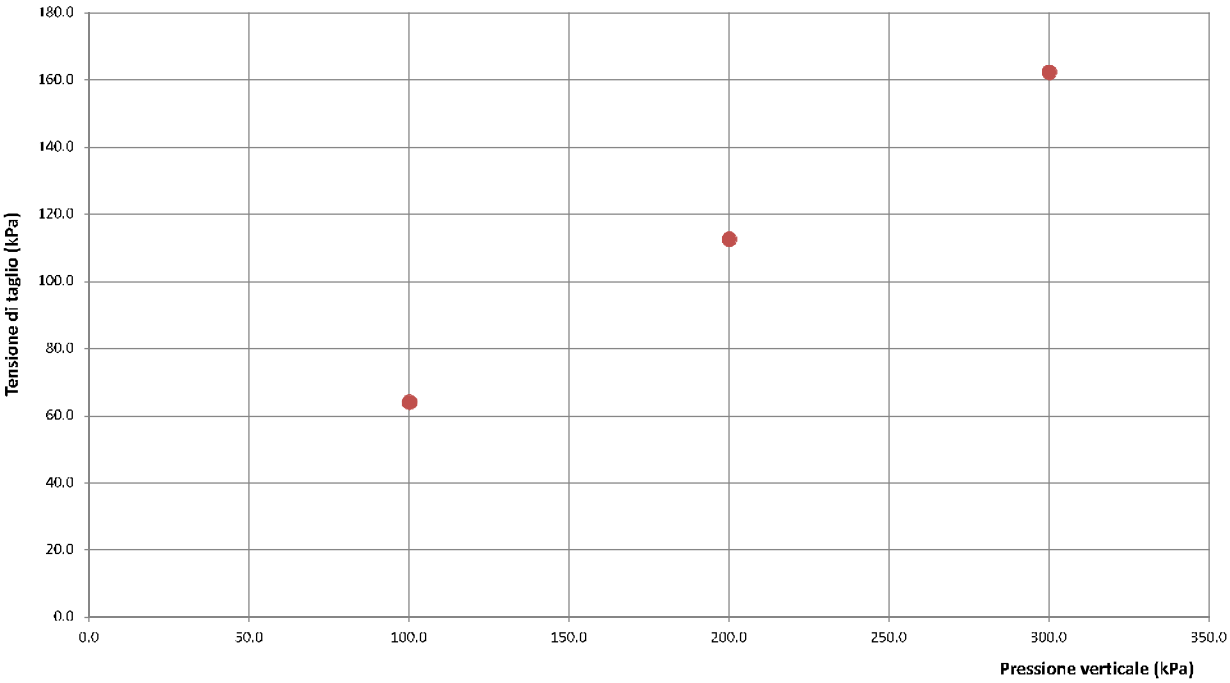
BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	2576/G	Pagina:	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)

Rocco Tolve

BRAINSTORMERS S.r.l. 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

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
γ - Densità umida (kN/m^3)	20.09	20.10	20.07
γ_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)

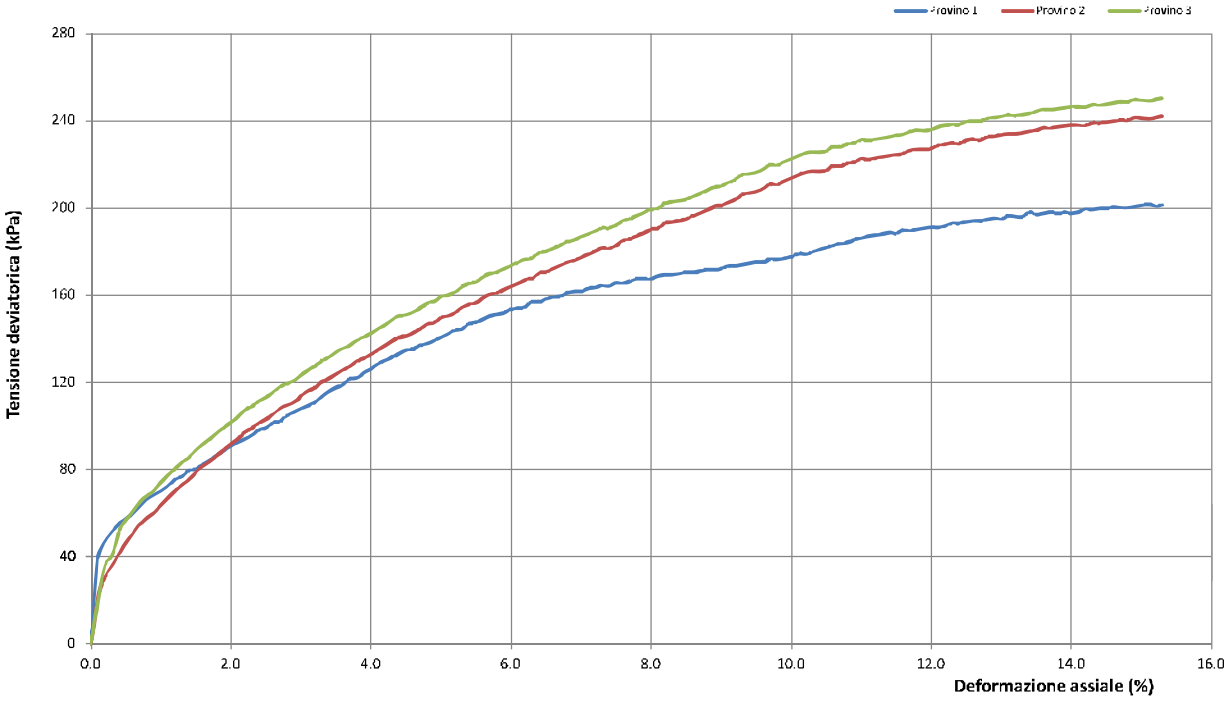
BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

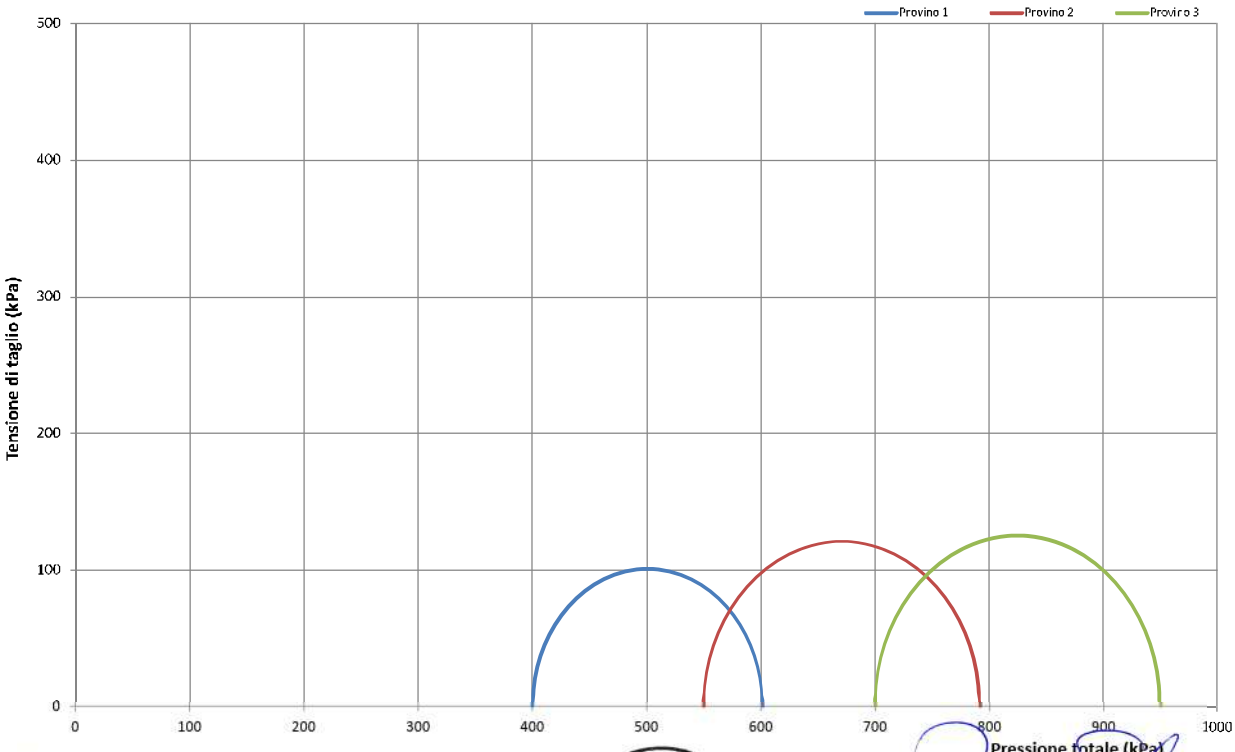
PROVA TRIASSIALE UU

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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)

BRAINSTORMERS 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:	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

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:	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 Tolve)

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)

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 Lonardo)

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:	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_{VI} - Volume fustella (cm3)	Peso fustella con campione (g)	P_{Sn} - Peso campione (g)
59.97	39.98	142.20	82.23

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

16.64

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolvel)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.681	**0.001**

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

BRAINSTORMERS
LABORATORIO PER LA CONOSCENZA DELLE SCIENZE TECNICHE

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Laboratorio Geotecnico Autorizzato - Settore A
Prove su terre, carico su piastra, densità in sito, carico su pali
Decreto n°7893 del 02/10/2013 - Circolare 7618/2010/STC

LIMITI DI ATTERBERG

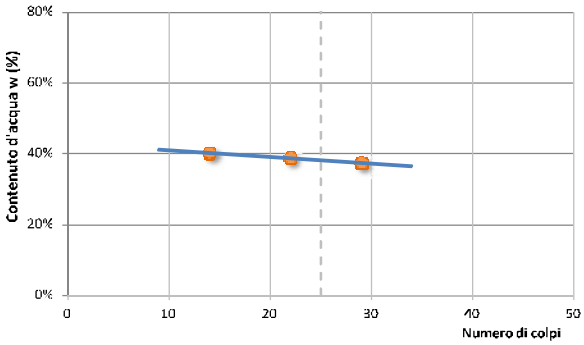
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

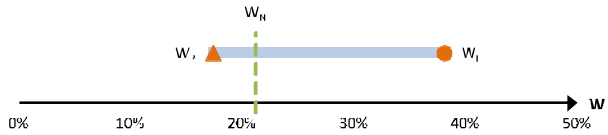


y = -0.00184 x + 0.42724 R^2 = 0.995

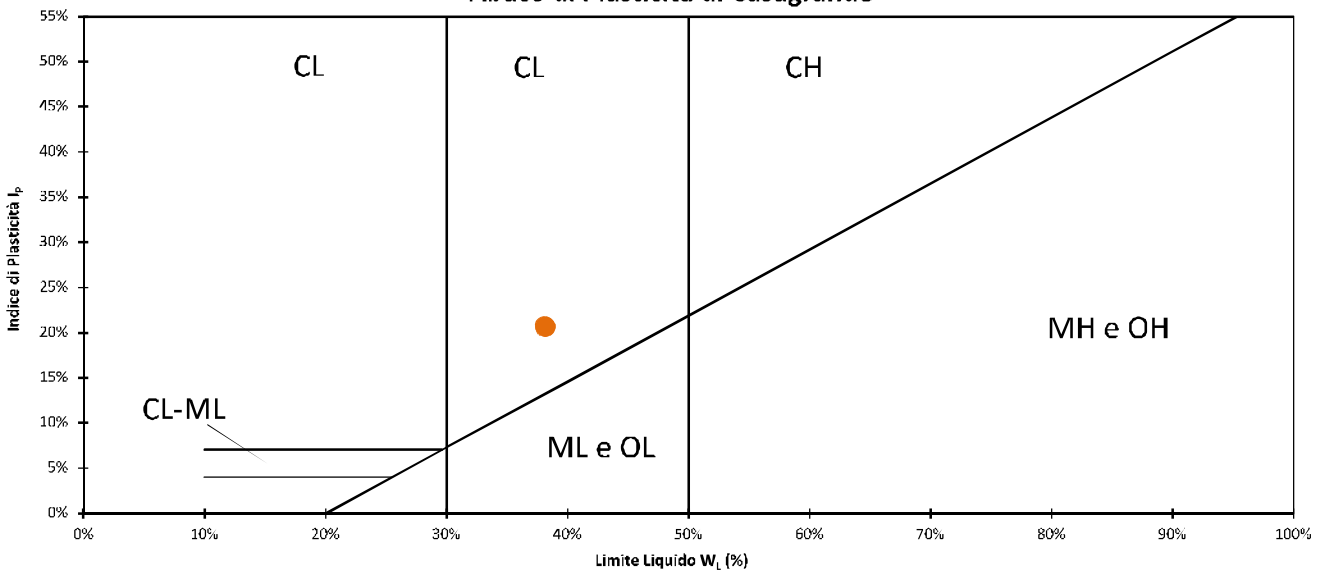
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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)

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

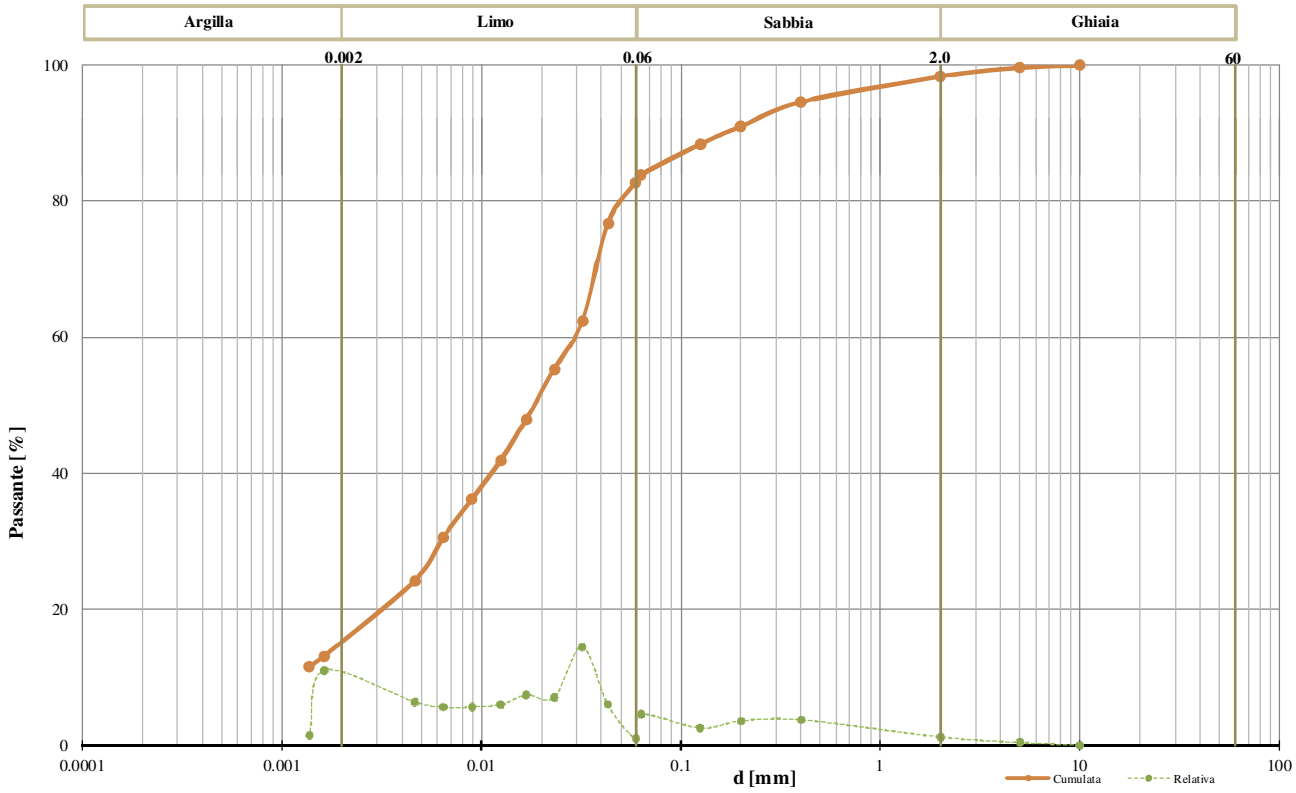
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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 Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

ANALISI GRANULOMETRICA

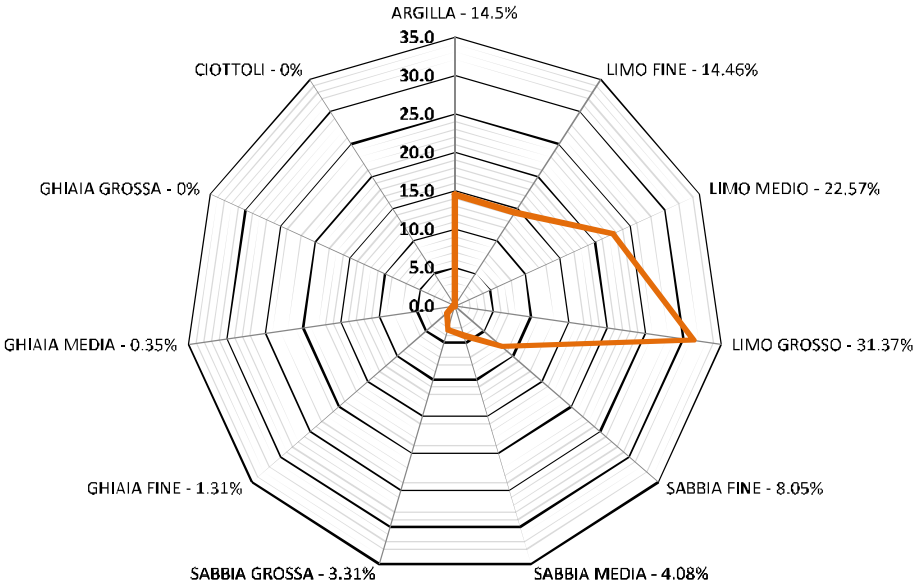
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

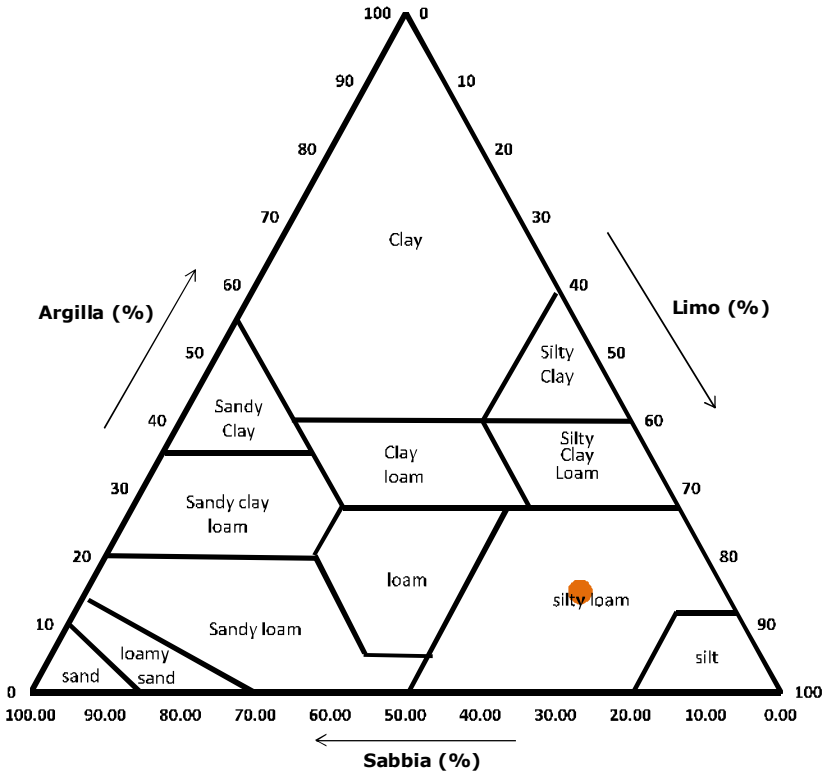
Certificato di prova numero:	2577/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	05/03/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	792	Data verbale:	04/03/2020	Fine Analisi:	12/03/2020	18/03/2020

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 %

Silty loam

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

CLASSIFICAZIONE AASHTO

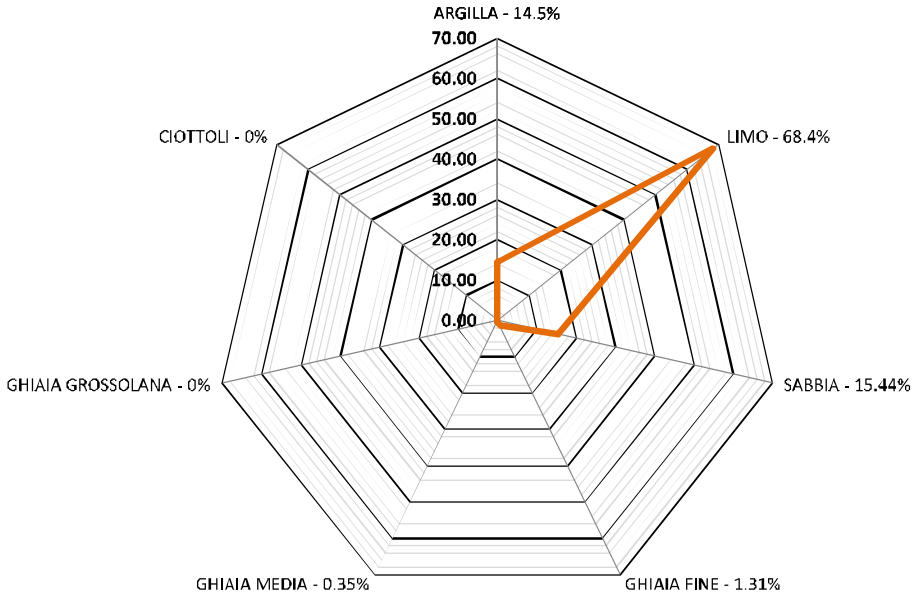
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

Certificato di prova numero:	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_{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 %



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 Telve)

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 coesione è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare su le 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

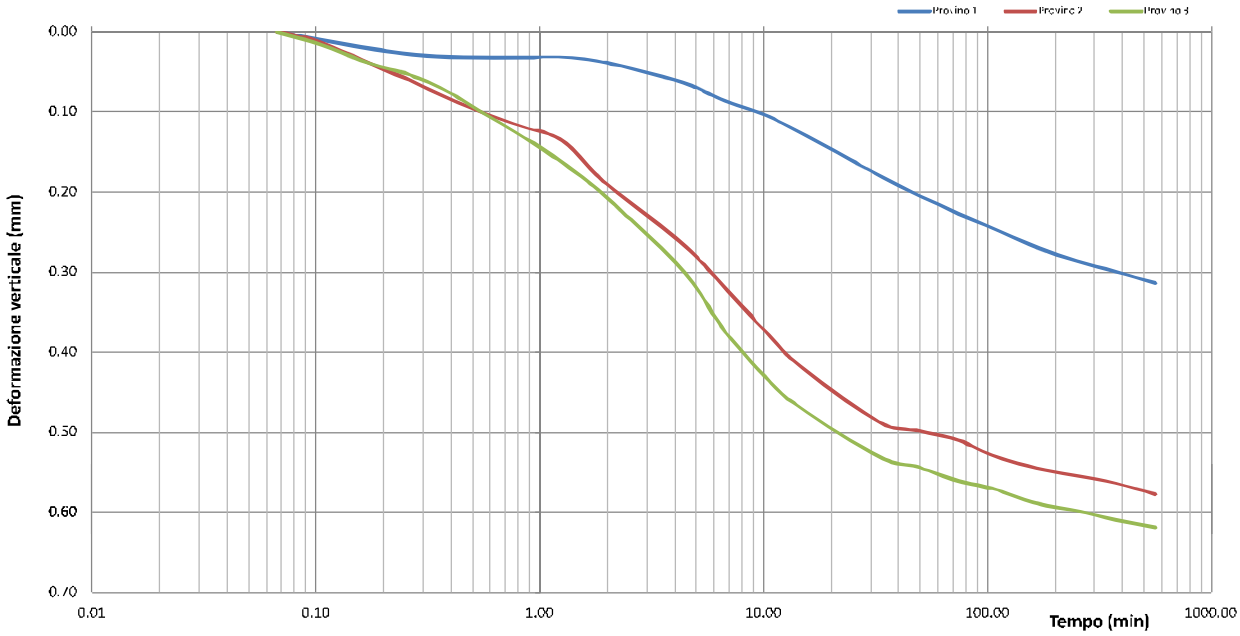
(Ing. Rocca Tolve)

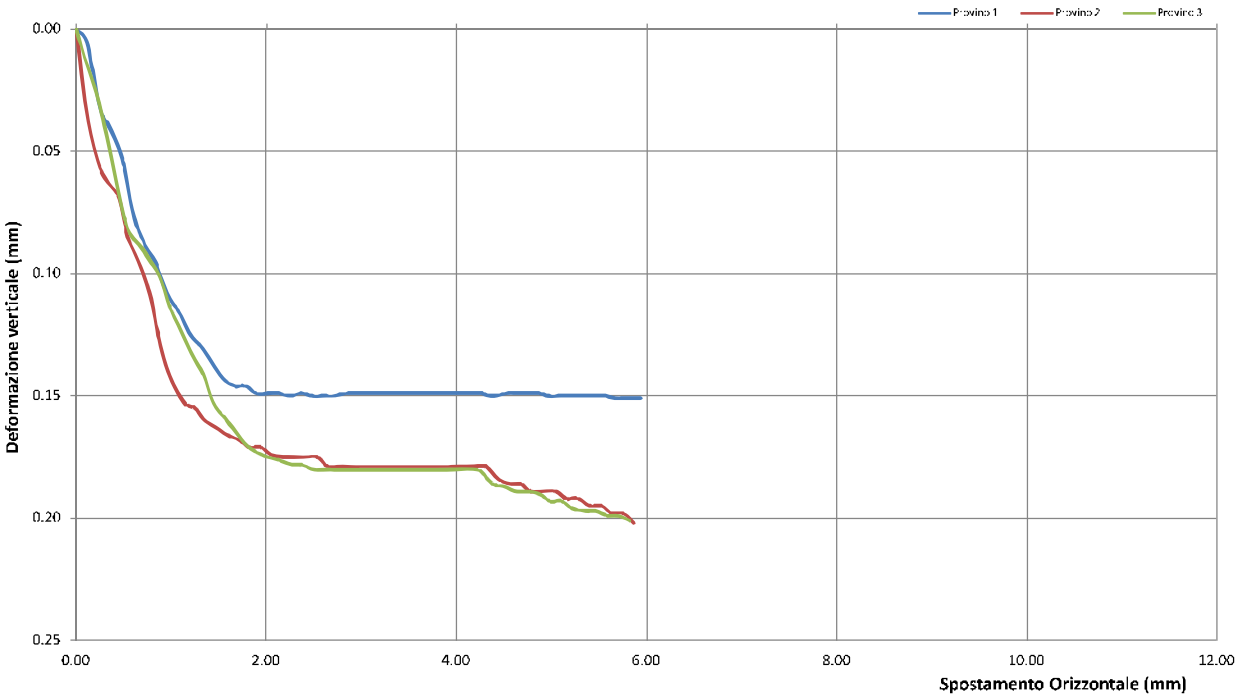
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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)

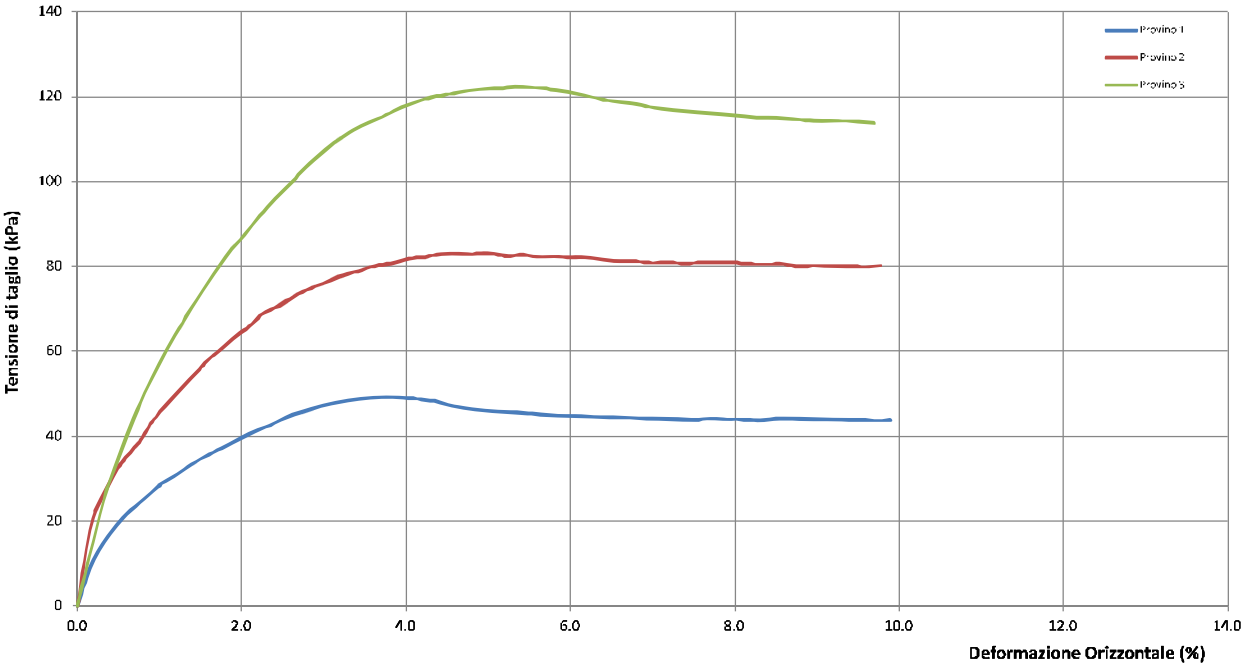
Francesco Di Lonardo

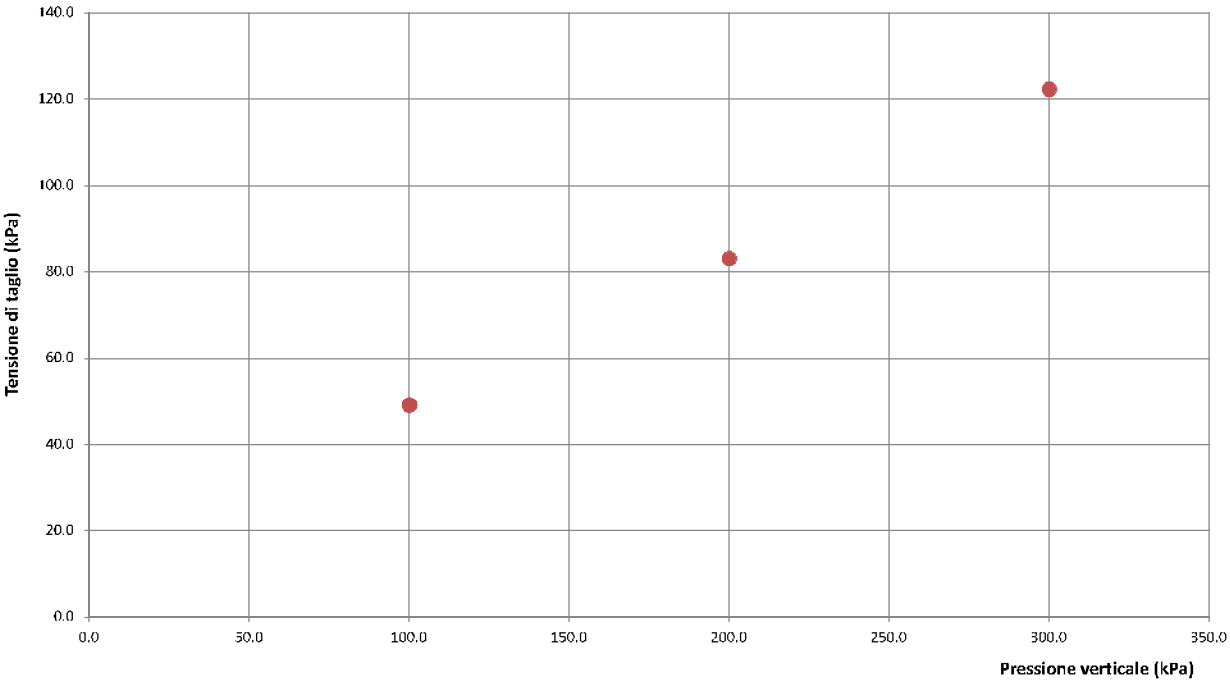
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

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 S.r.l. 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 S.r.l. 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:	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 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:	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

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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
γ - Densità umida (kN/m^3)	20.21	20.14	20.18
γ_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

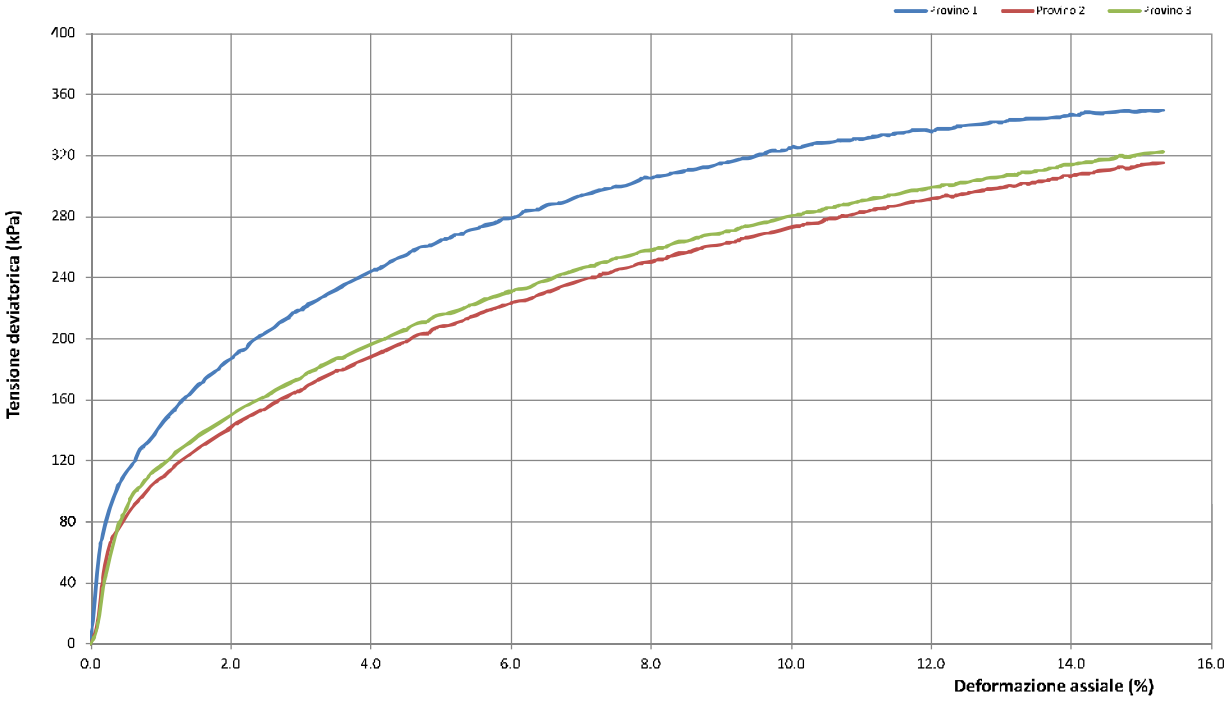
(Ing. Rocco Tolve)

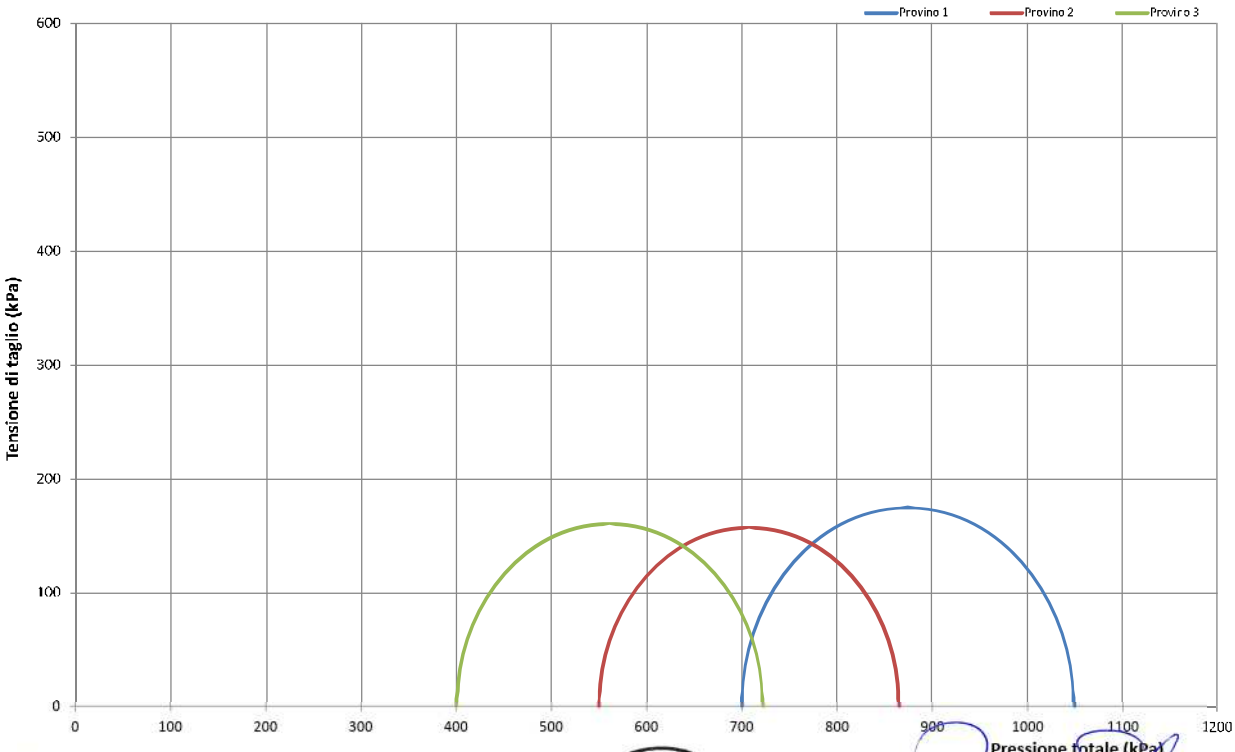
PROVA TRIASSIALE UU

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)

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 Tolve)

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 Lonardo)

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:	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_{VI} - Volume fustella (cm3)	Peso fustella con campione (g)	P_{Sn} - Peso campione (g)
59.97	39.98	147.70	87.73

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

18.83

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Toivel)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.678	**0.001**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS S.r.l. Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

LIMITI DI ATTERBERG

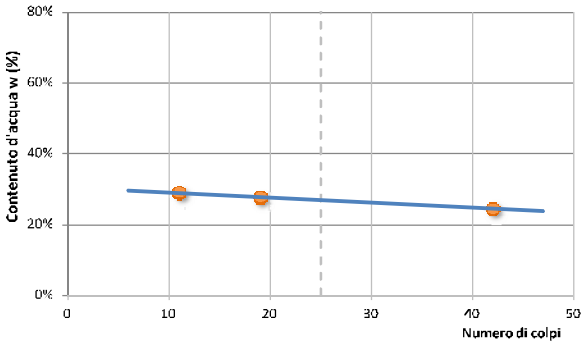
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

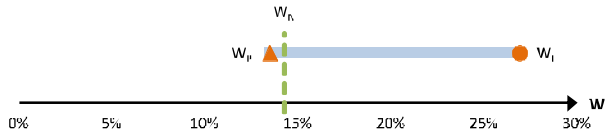


y = -0.00143 x + 0.30508 R^2 = 0.999

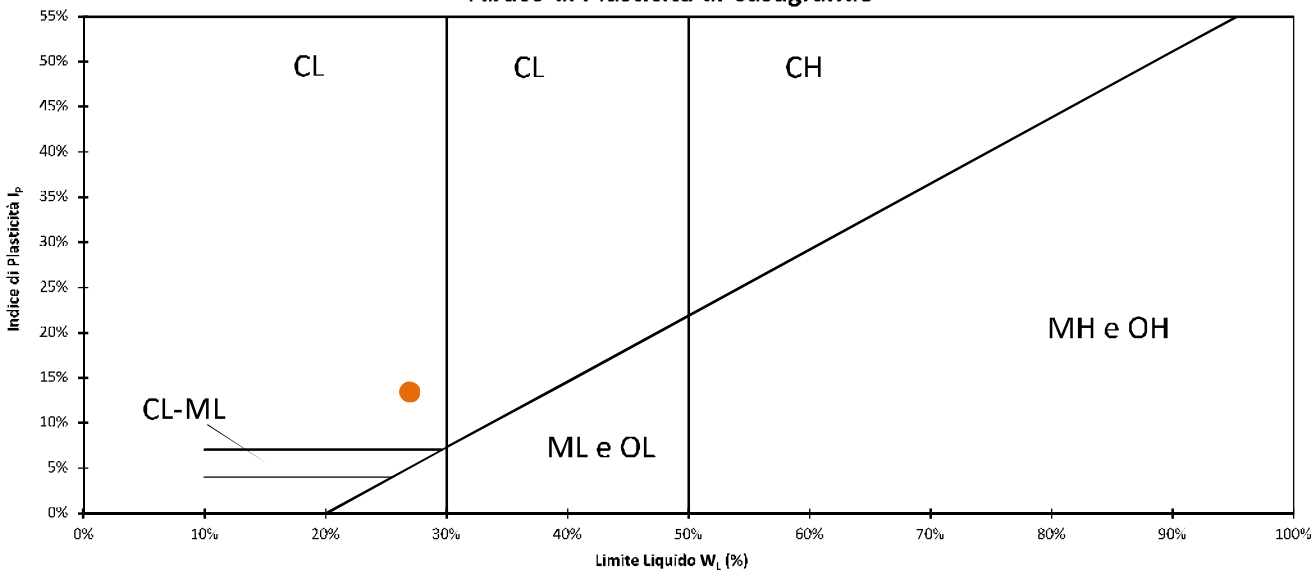
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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**

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)

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

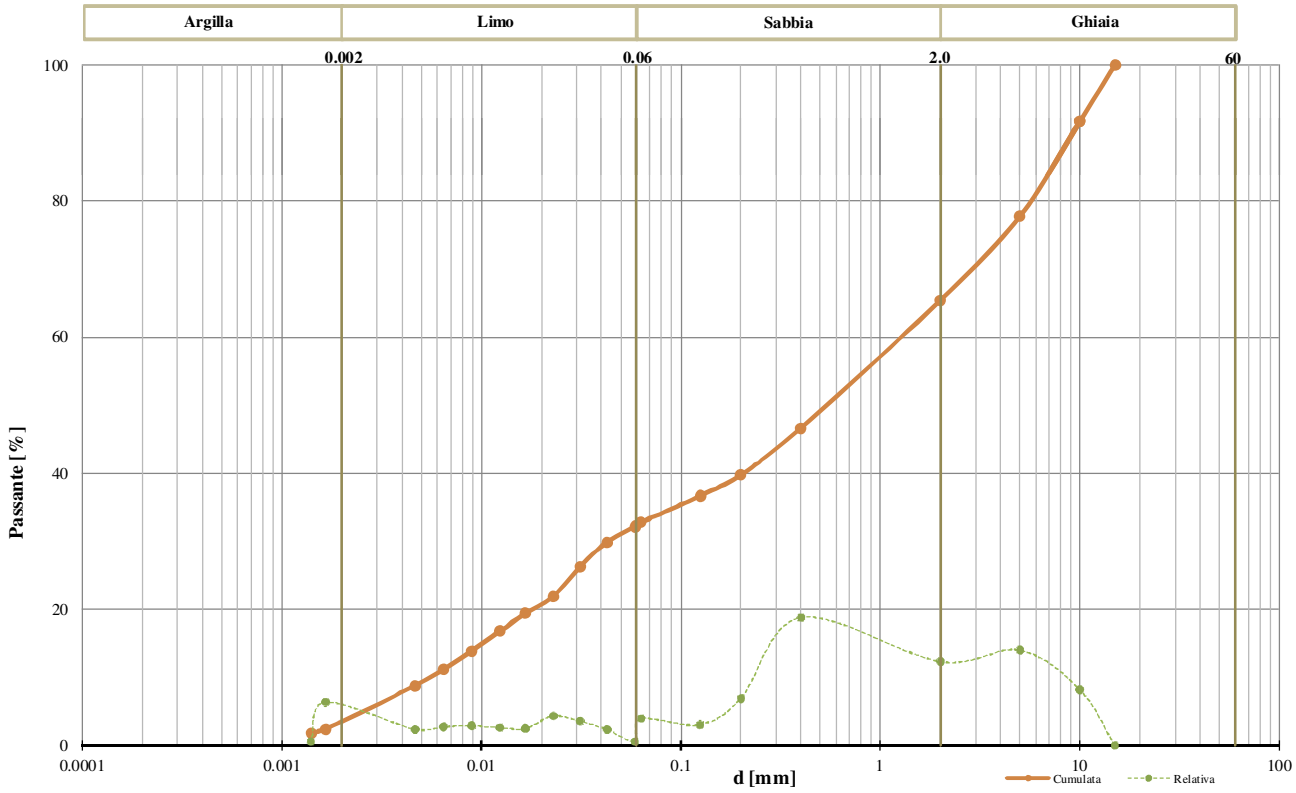
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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 Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

DIMITO CERTIFICATO N° 348 ISO 9001

AIPnD

ANALISI GRANULOMETRICA

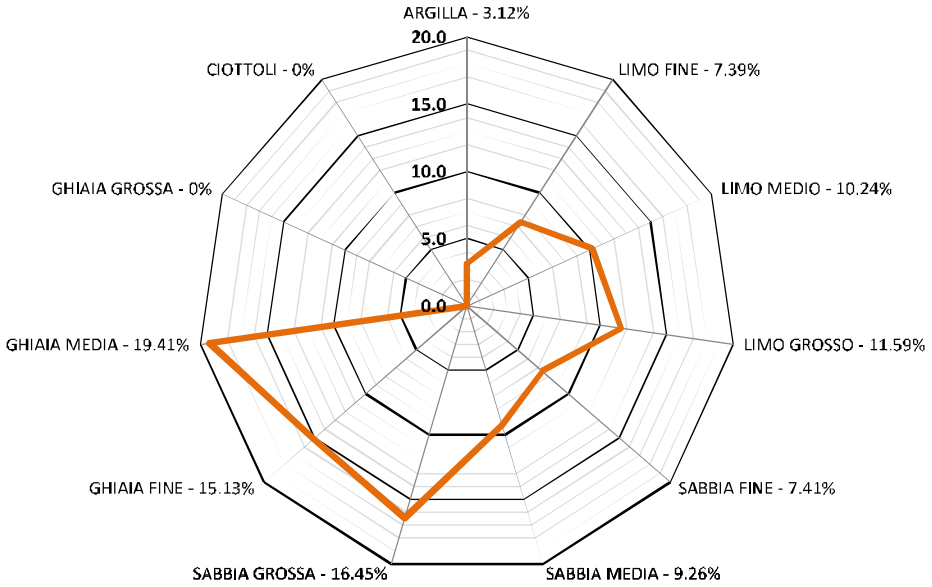
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

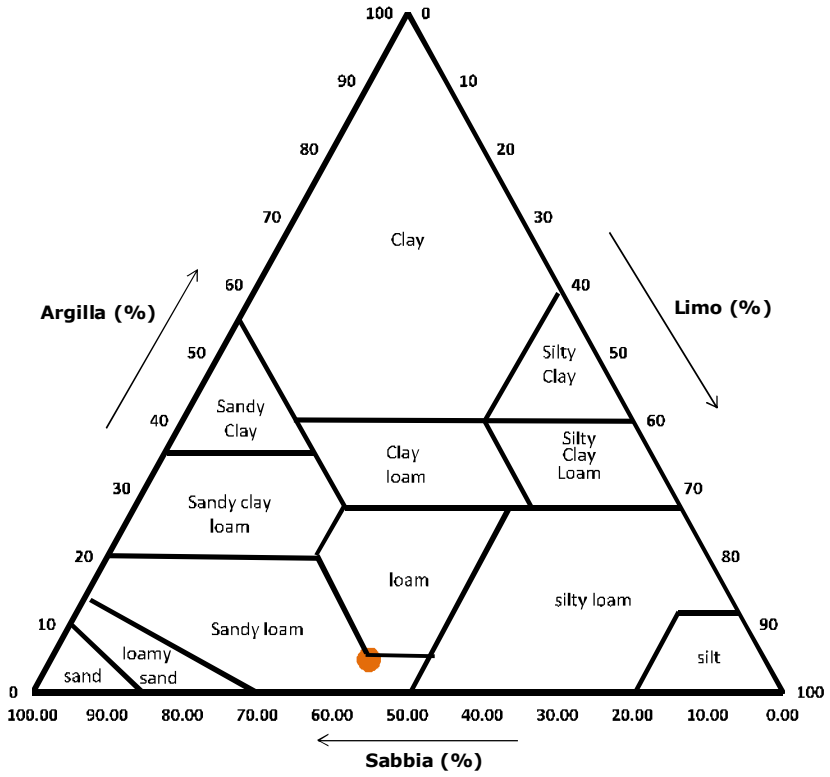
Certificato di prova numero:	2578/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	05/03/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	792	Data verbale:	04/03/2020	Fine Analisi:	12/03/2020	18/03/2020

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

DIMITTO CERTIFICATO N° 348 ISO 9001

AIPnD

CLASSIFICAZIONE AASHTO

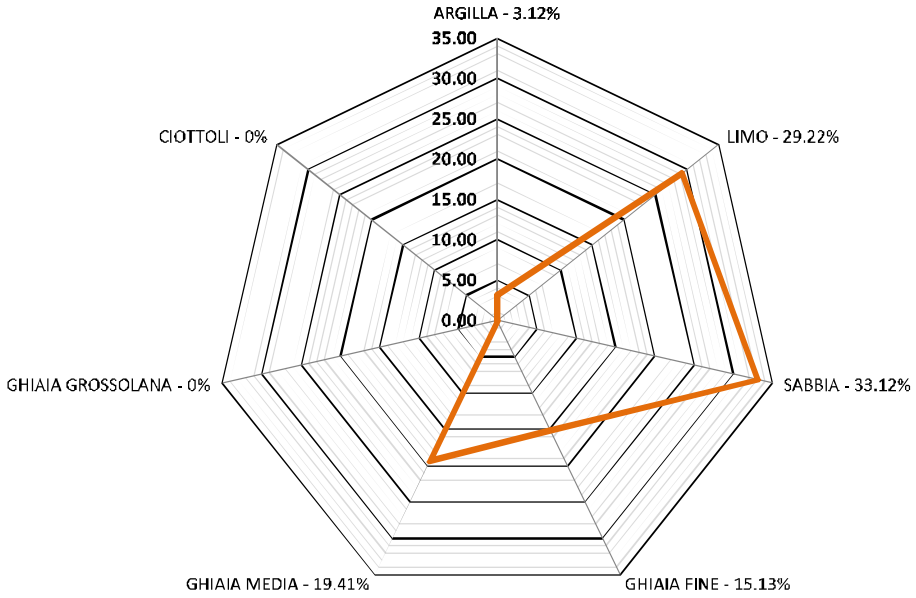
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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 coesione è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare su le 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)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

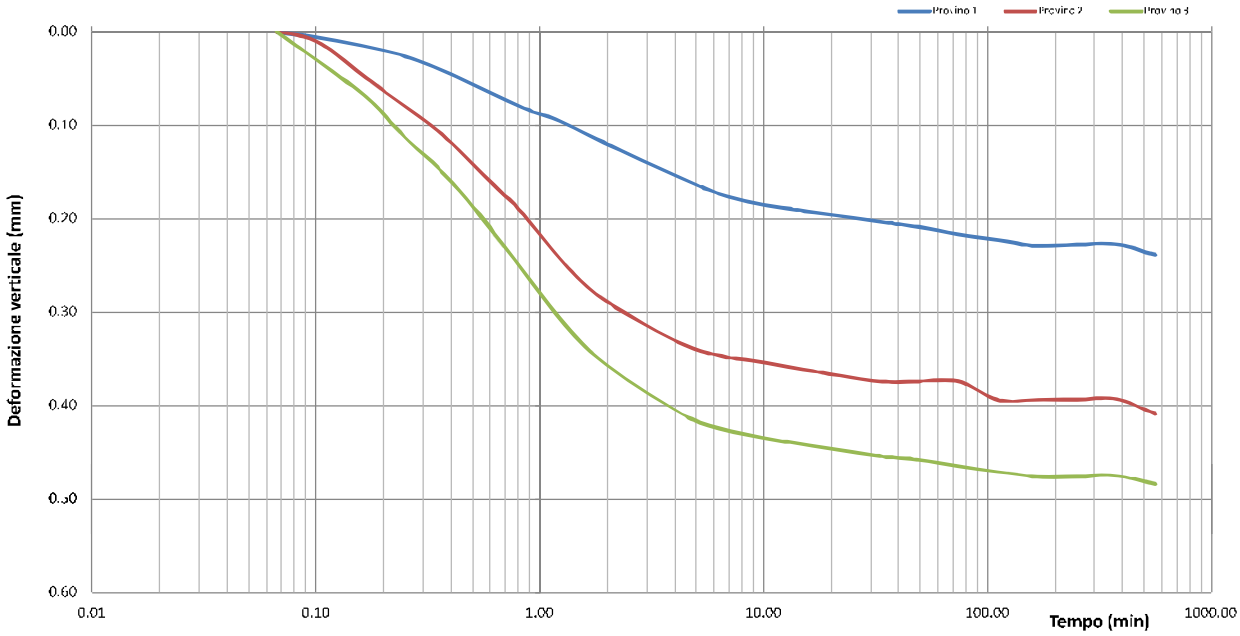
Modalità di prova: ASTM D 3080

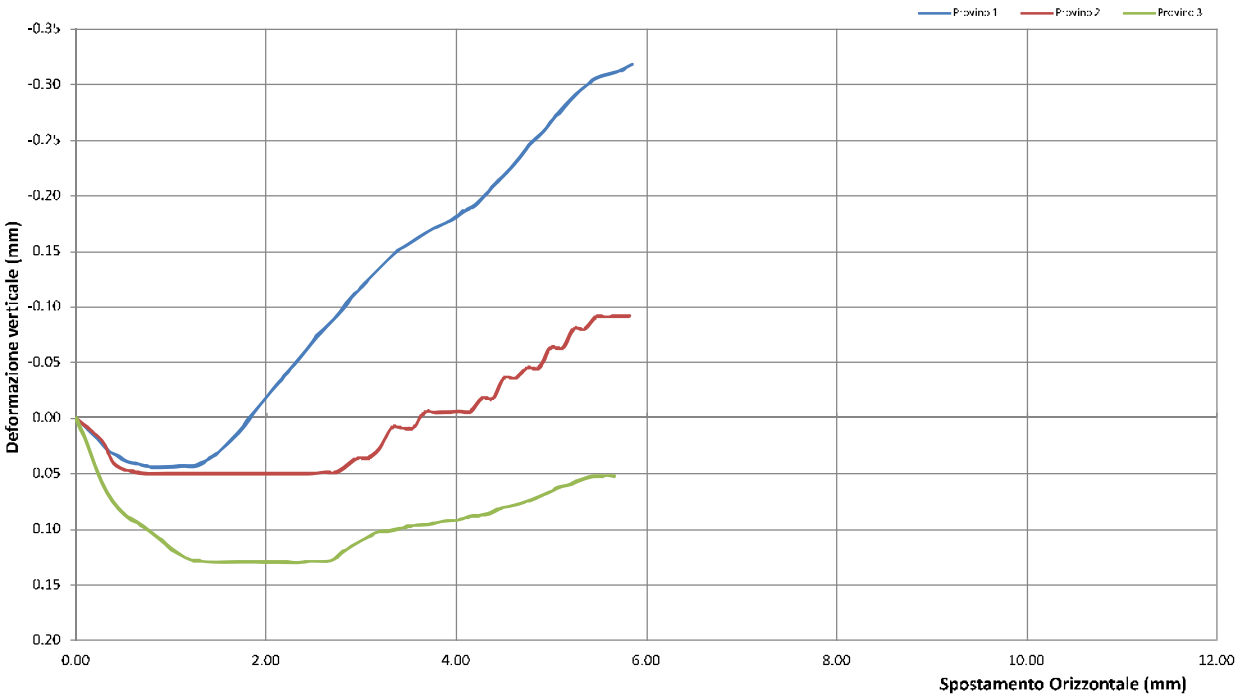
Certificato di prova numero:	2578/G	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	09/03/2020	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	792	Data verbale:	04/03/2020	Fine Analisi:	11/03/2020	18/03/2020

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)

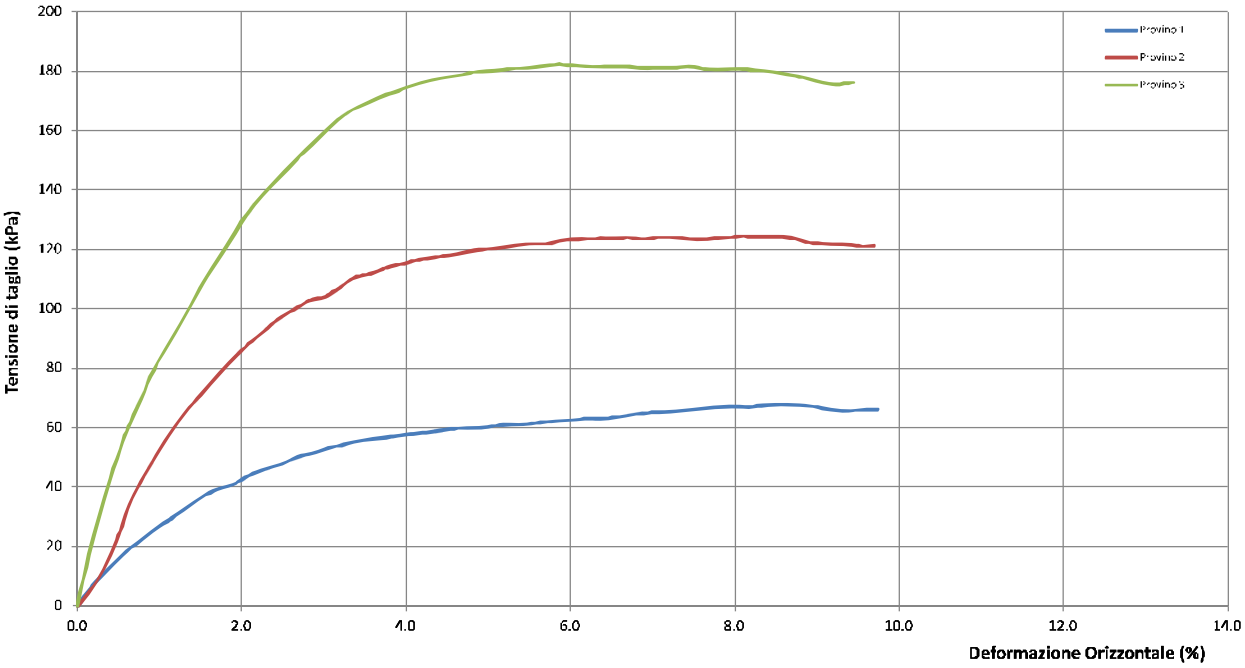
Francesco Di Lonardo

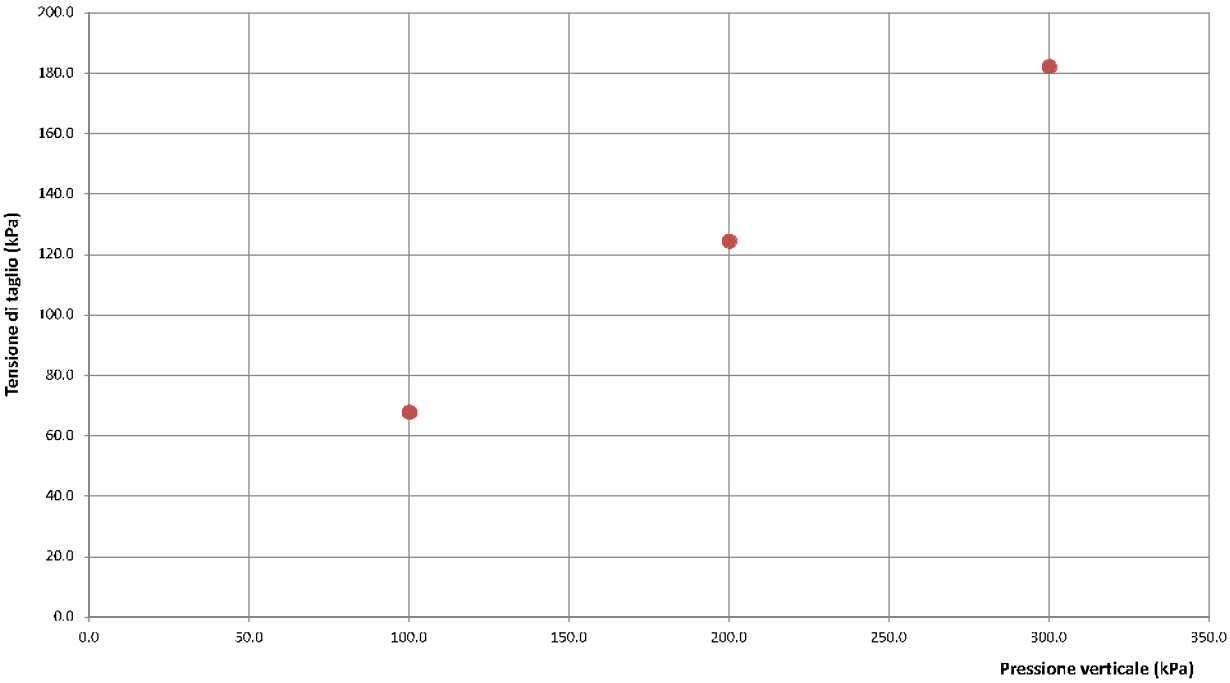
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

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 S.r.l. 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 S.r.l. 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)

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 Toive)

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 Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

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 Lonardo)

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:	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_{vl} - Volume fustella (cm3)	Peso fustella con campione (g)	P_{sn} - Peso campione (g)
59.97	39.98	147.39	87.42

γ - 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

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m^3)

18.64

Note:

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

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 - γs (g/cm^3)	Deviazione standard
2.679	**0.001**

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale

LIMITI DI ATTERBERG

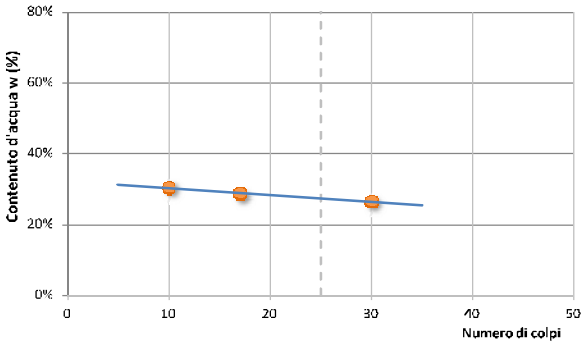
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

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%**	

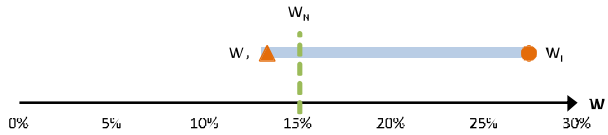


y = -0.00193 x + 0.32231 R^2 = 0.991

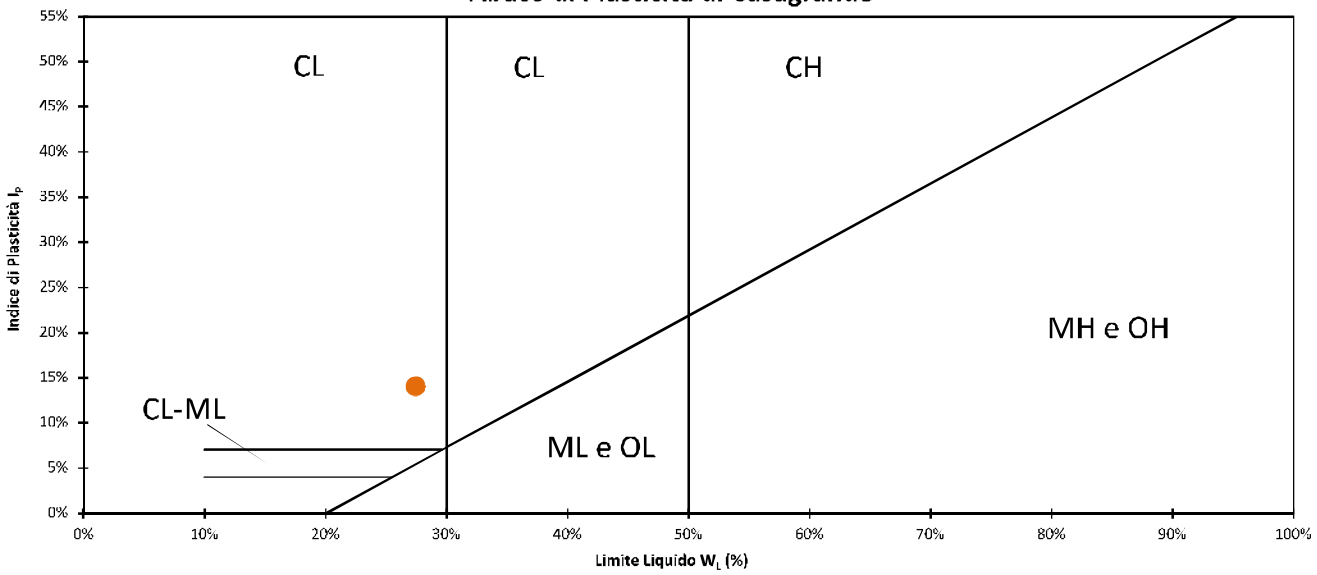
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale

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

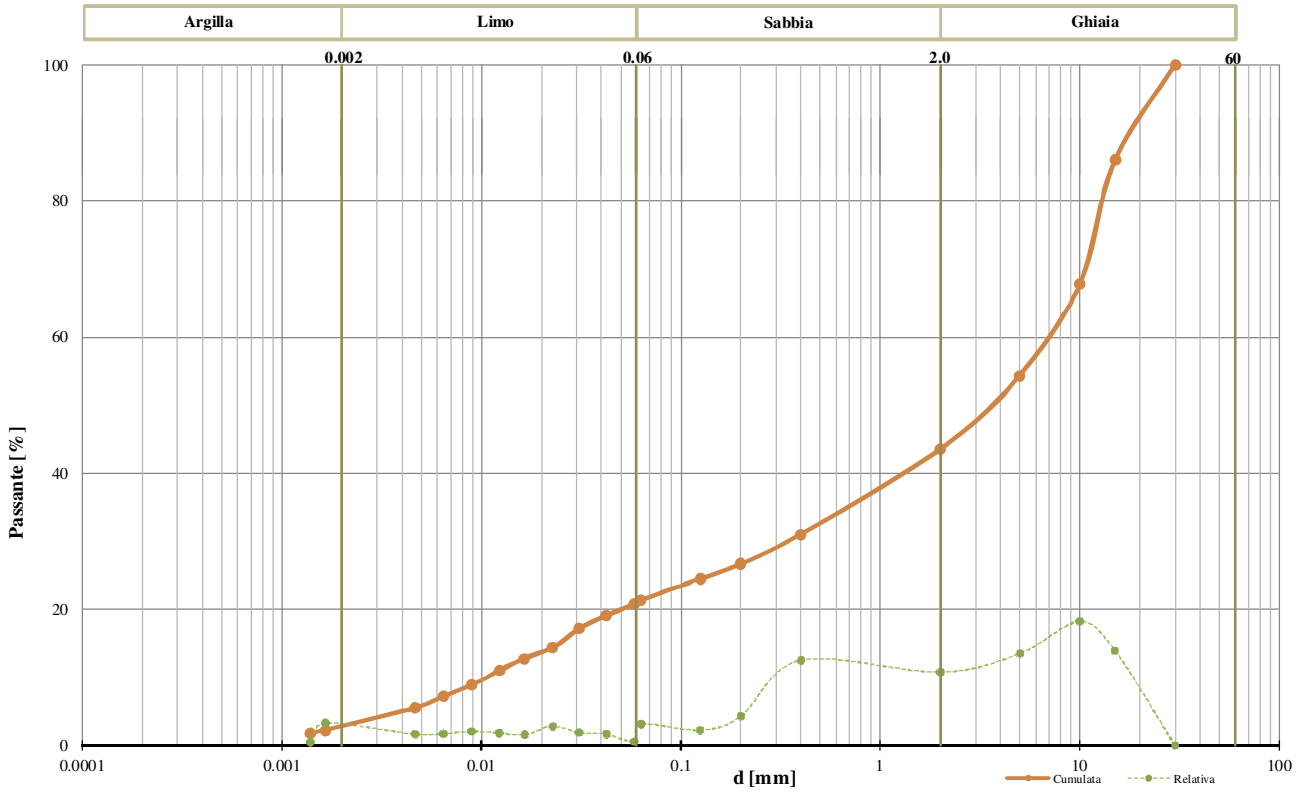
Riferimento/Cantiere Metro Genova Tratta BRIN - CANEPARI

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 Toive)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

DIMITO CERTIFICATO N° 348 ISO 9001

AIPnD

ANALISI GRANULOMETRICA

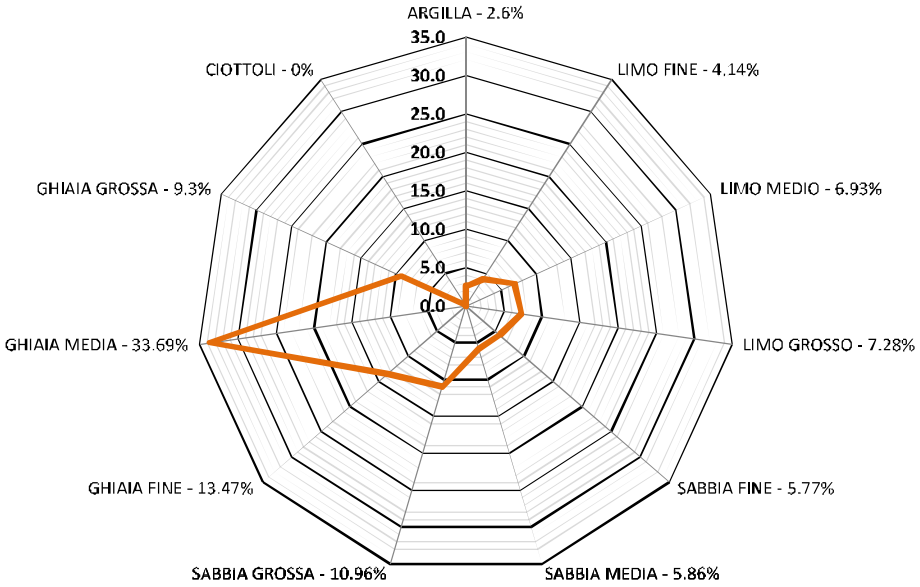
Modalità di prova: UNI CEN ISO 17892-4

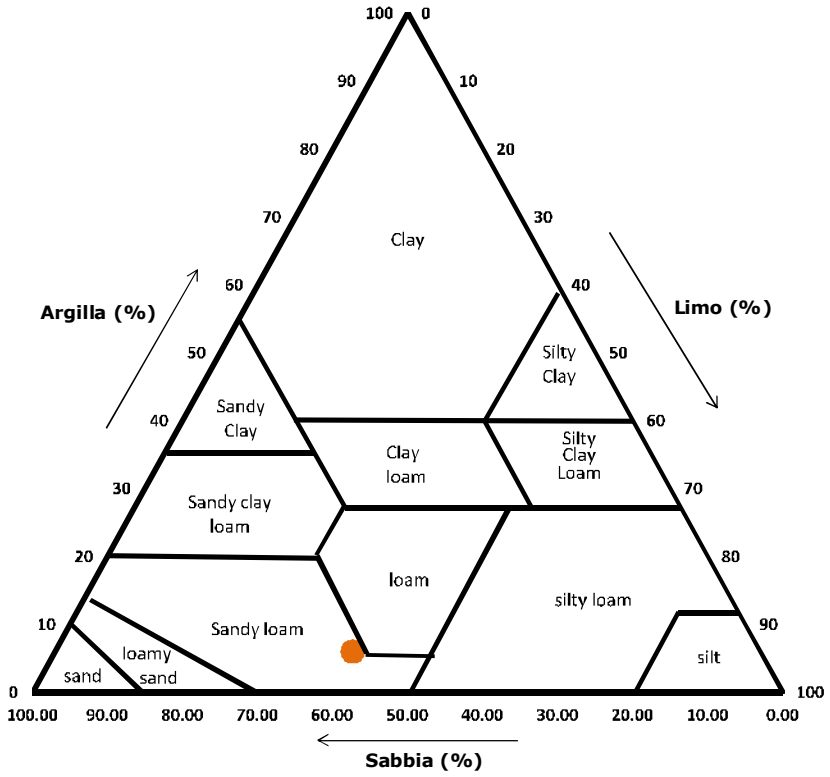
Certificato di prova numero:	2579/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	05/03/2020	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	792	Data verbale:	04/03/2020	Fine Analisi:	12/03/2020	18/03/2020

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

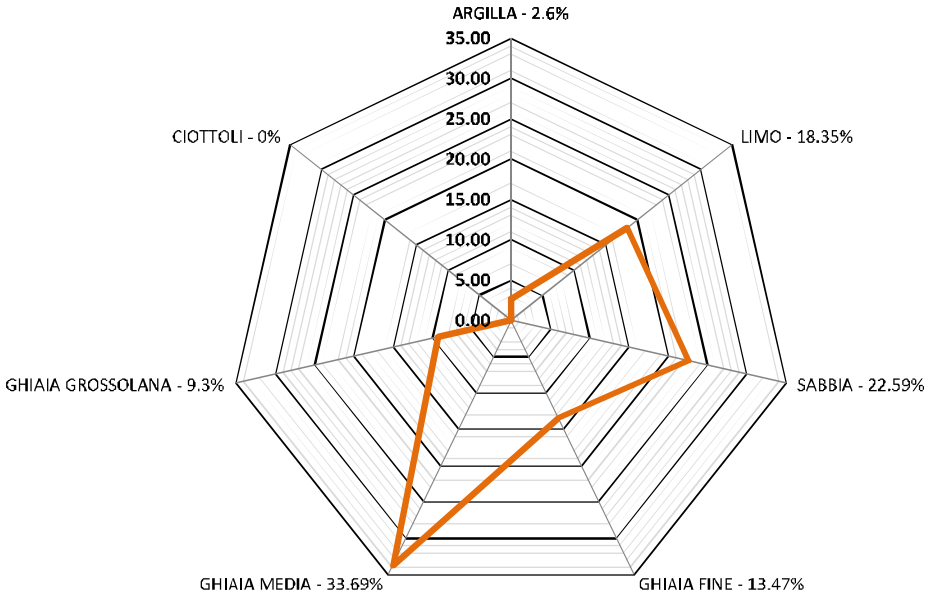
Norme: UNI 11531-1 / UNI EN ISO 14688-1 e 2

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)

BRAINSTORMERS Settori terre, strade e pavimentazione stradale LAB. GEOTECNICO

DIMITTO CERTIFICATO N° 348 ISO 9001

AIPnD

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 coesione è di tipo interpretativo, e che il laboratorio, nei certificati ufficiali, non può eseguire interpretazioni. I dati riportati, ottenuti mediante regressione lineare su le 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)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

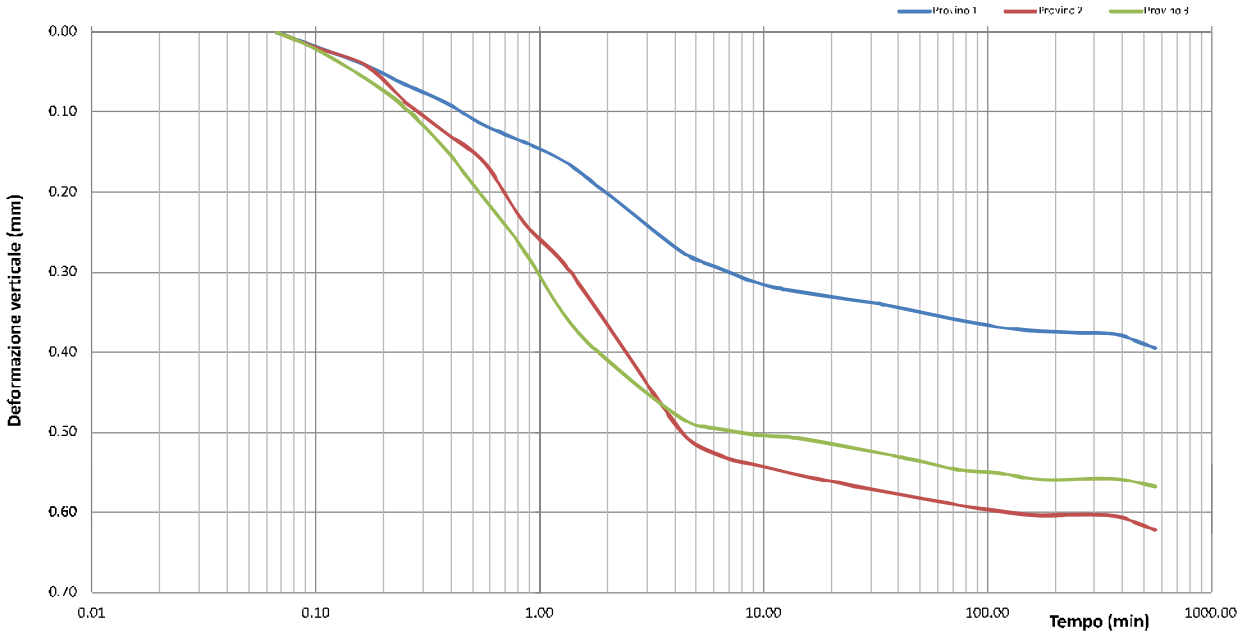
Modalità di prova: ASTM D 3080

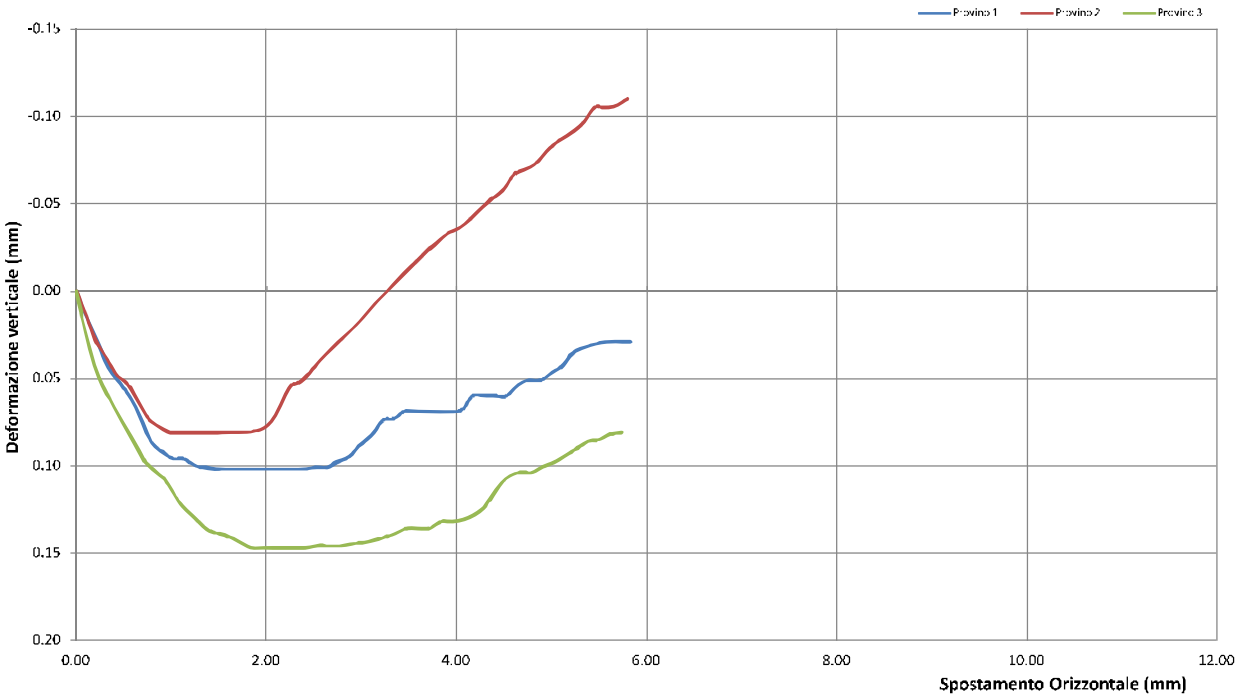
Certificato di prova numero:	2579/G	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	09/03/2020	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	792	Data verbale:	04/03/2020	Fine Analisi:	11/03/2020	18/03/2020

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)

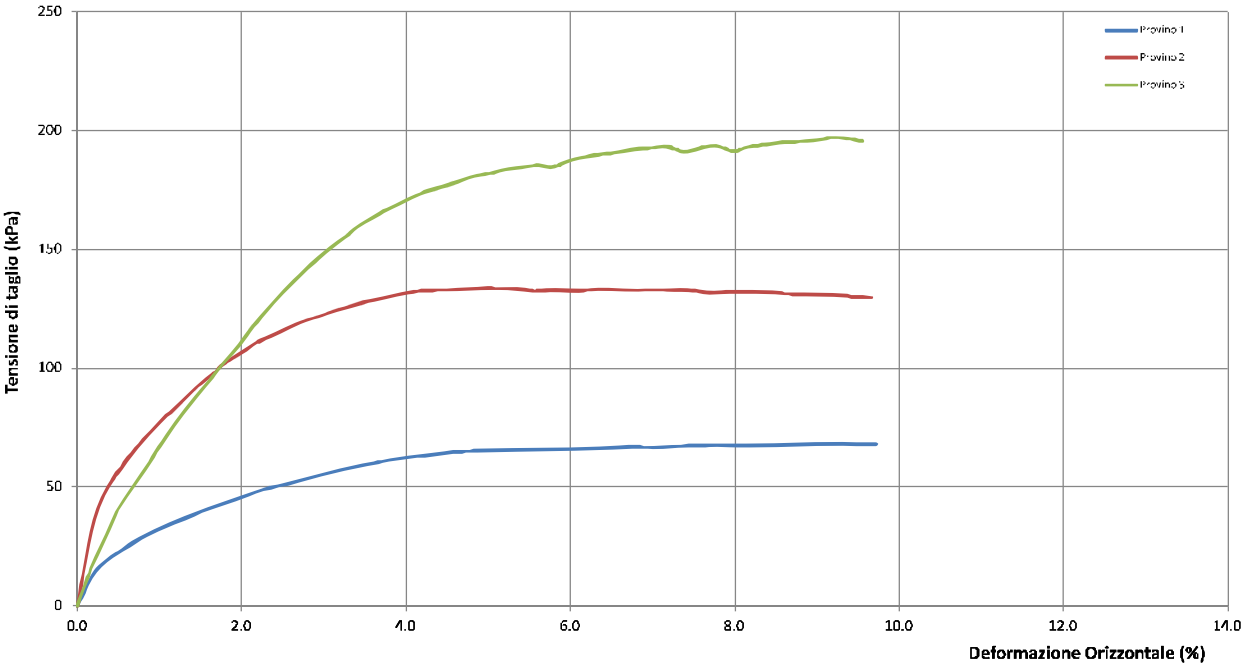
Francesco Di Lonardo

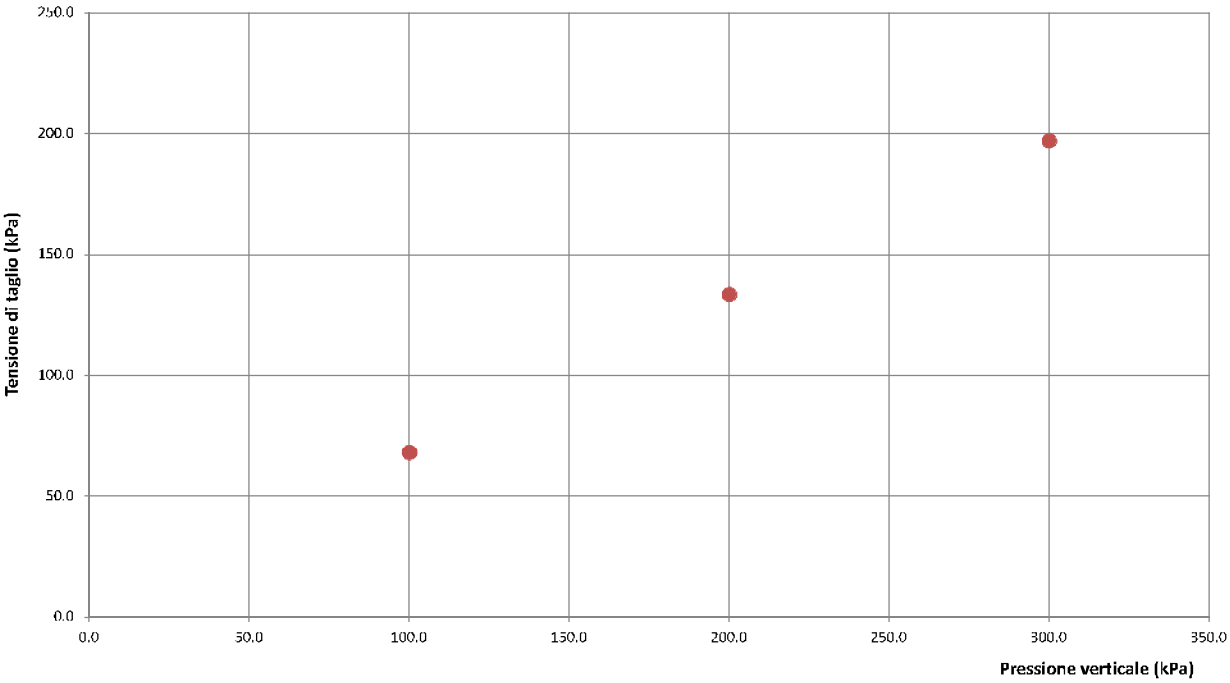
Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

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 S.r.l. 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

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 Tolve)

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

COLLEGIO PERITI INDUSTRIALI E PERITI INDUSTRIALI LAUREATI
PER IND. LUCA MONTANARELLA
ISCR. ALBO N. 696
POTENZA

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 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 (φ') 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 (φ') 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 (φ') 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.

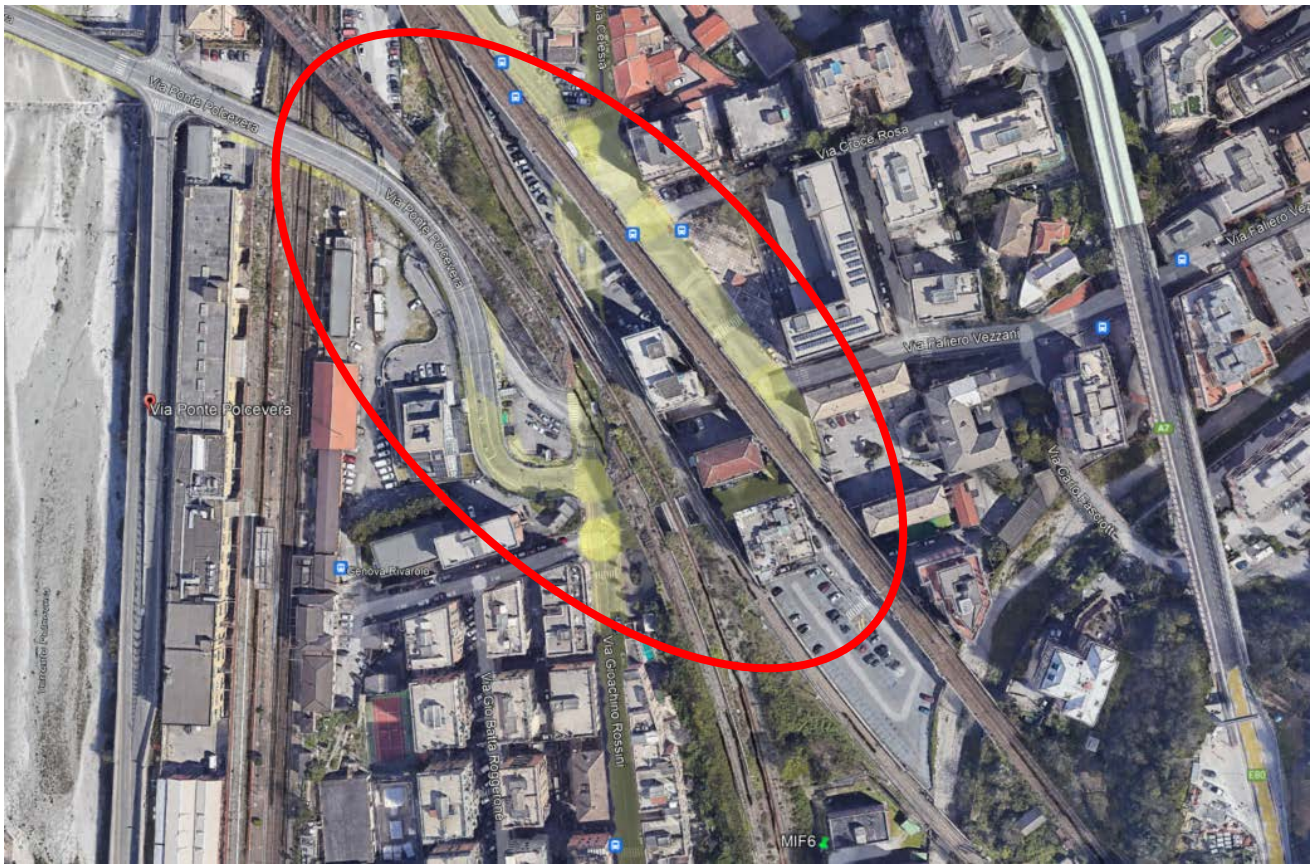


Figura 1-area d'intervento

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.

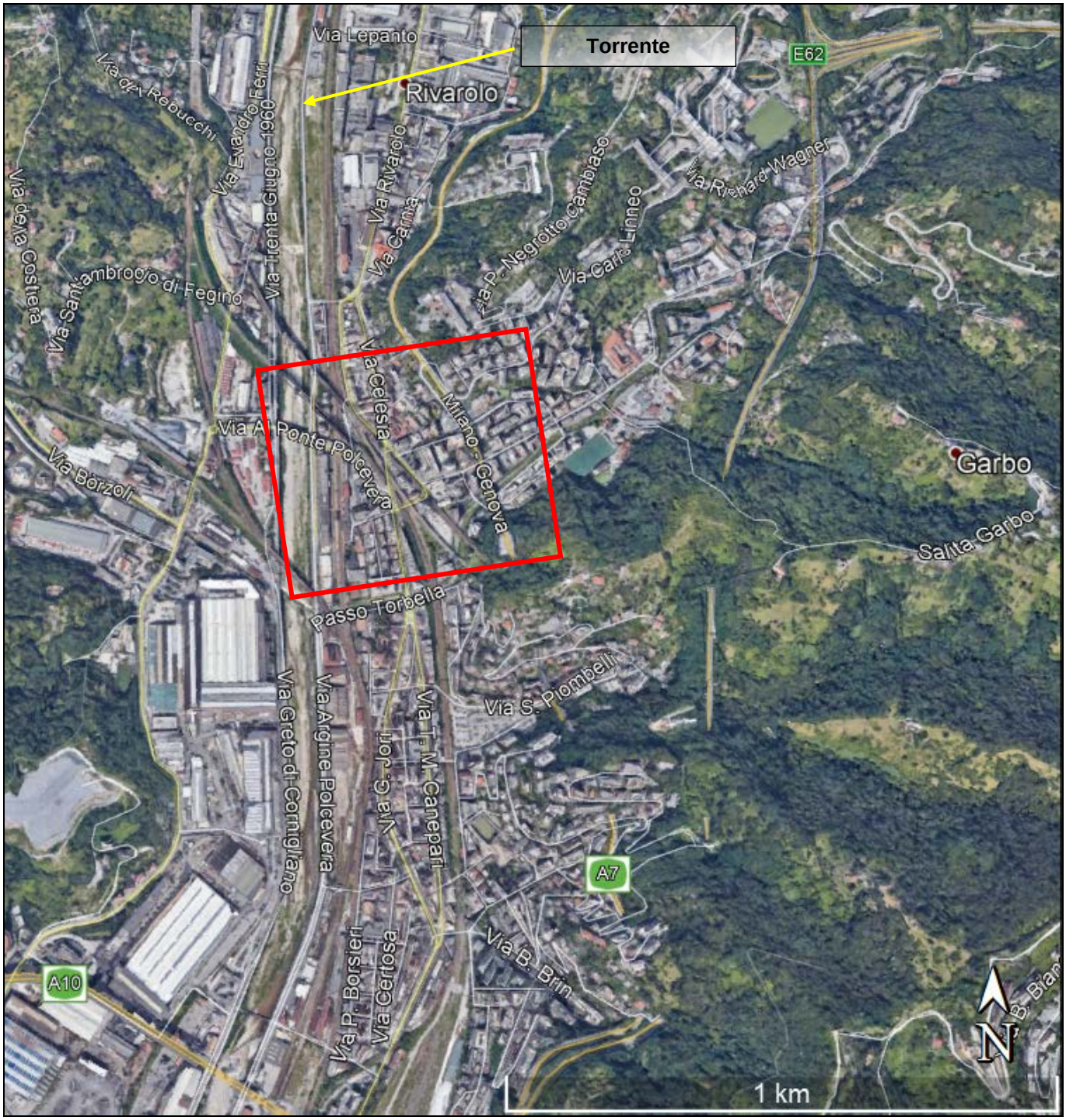
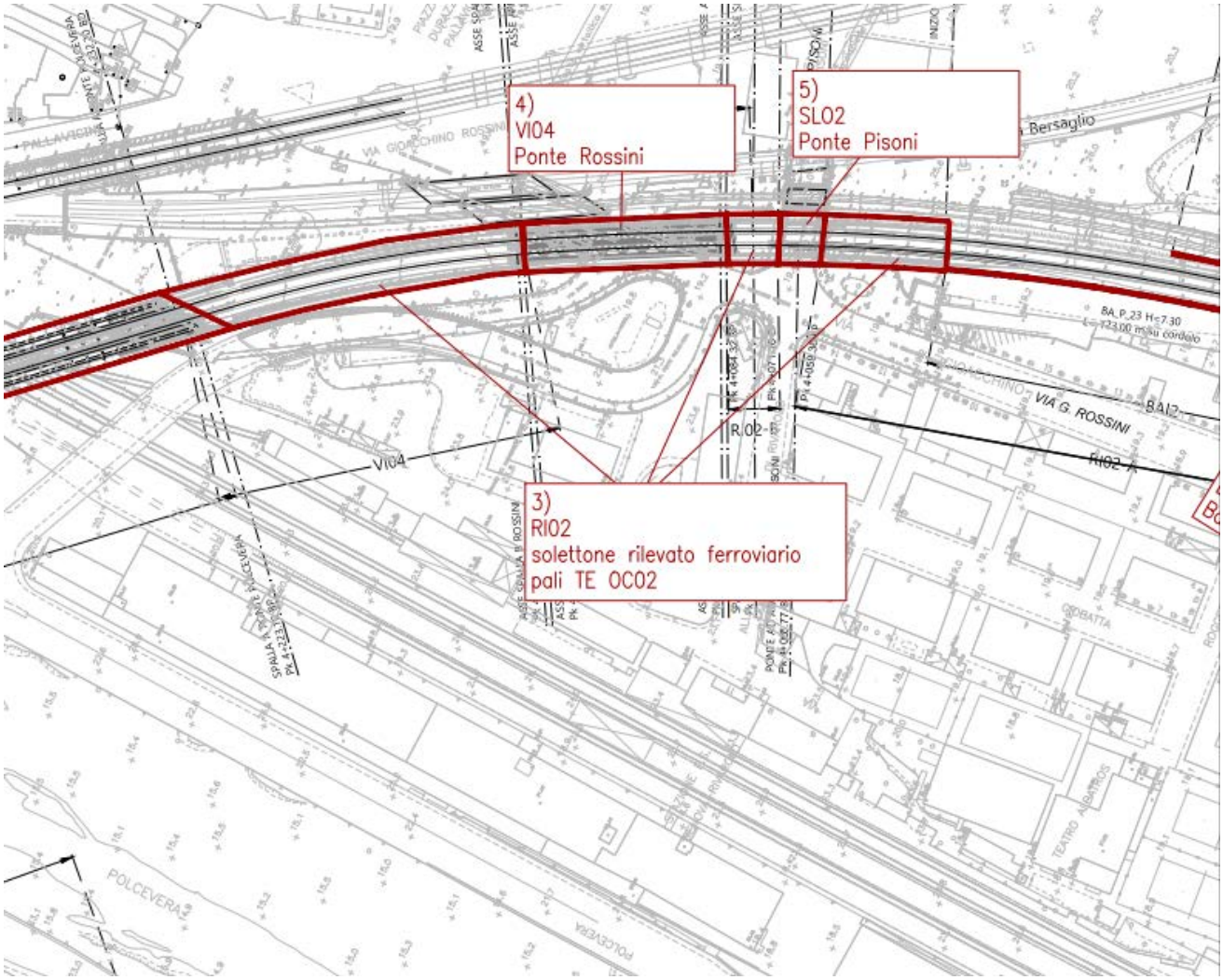


Figura 3- Comune di Genova. Il rettangolo rosso identifica l'area di interesse.

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.

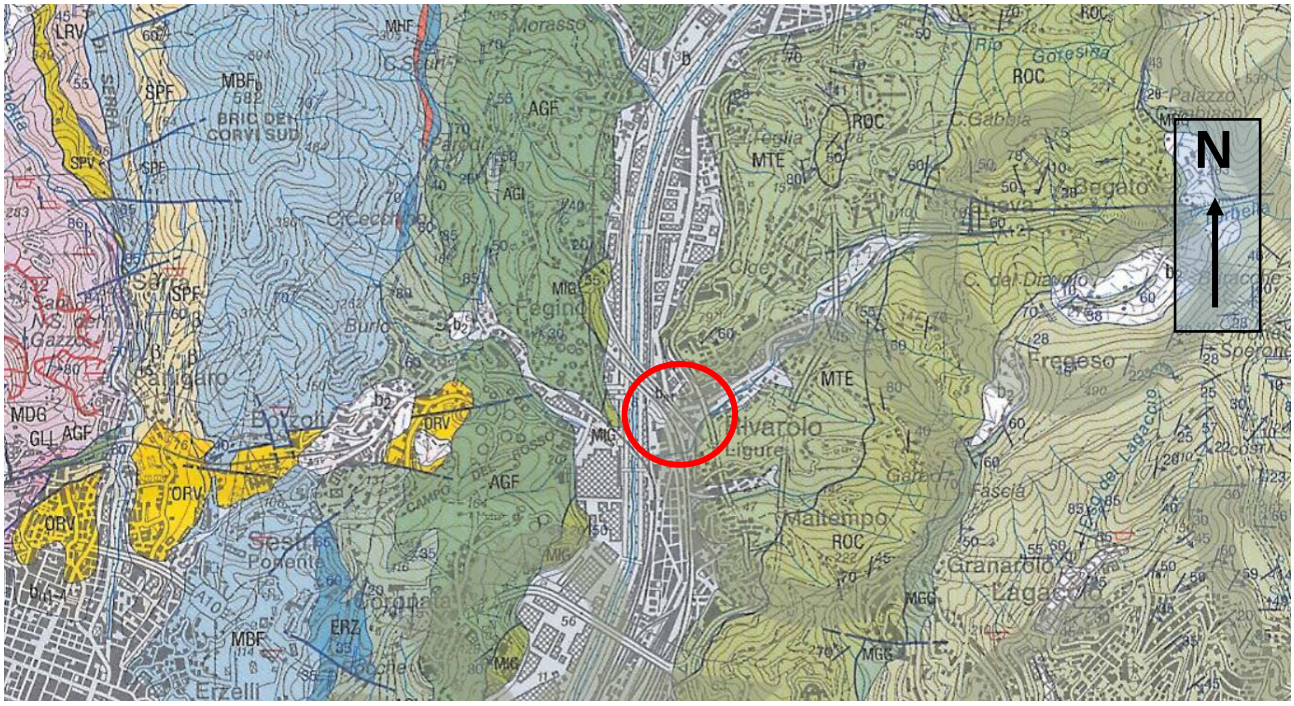


Figura 4– Foglio n. 213-230 "Genova" della Carta Geologica Italiana (Progetto CARG), in scala 1: 50.000, area di interesse cerchiata in rosso.

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

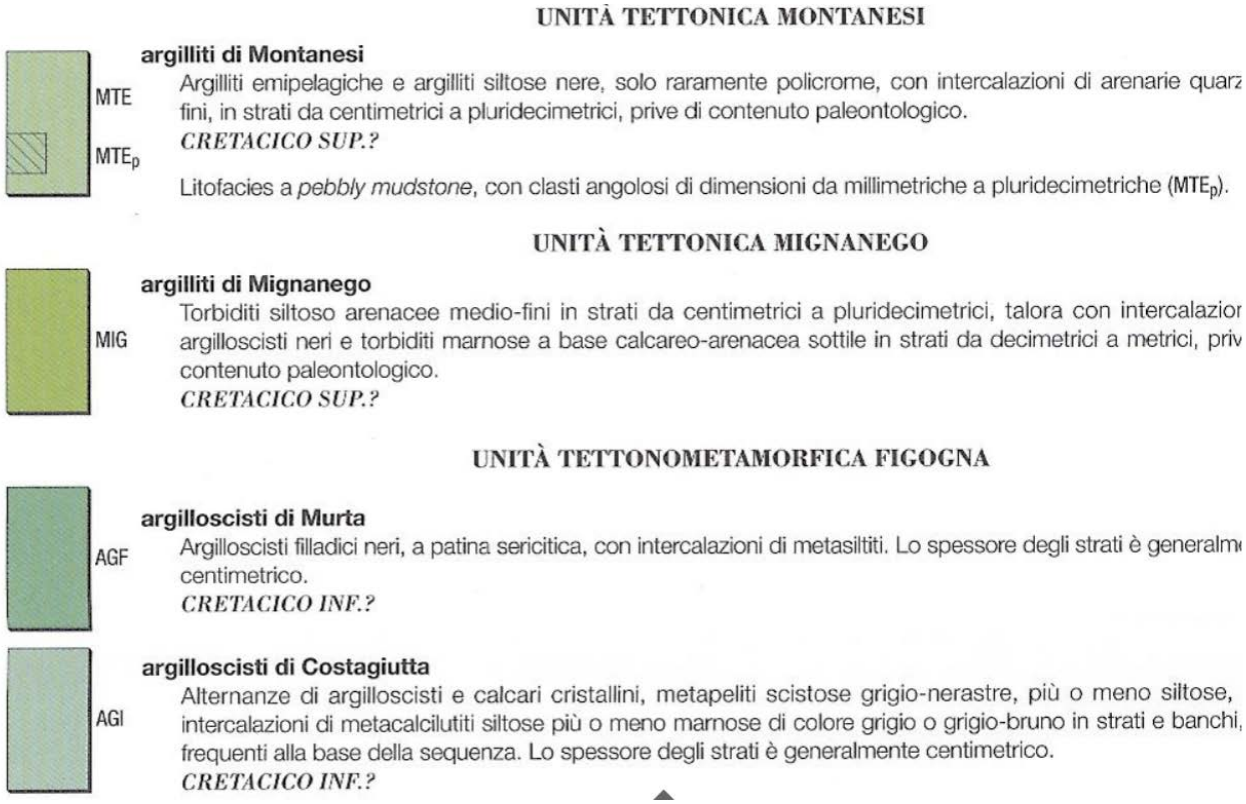


Figura 5– Legenda Foglio n. 213-230 "Genova" della Carta Geologica Italiana (Progetto CARG), in scala 1: 50.000, area di interesse cerchiata in rosso.

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:

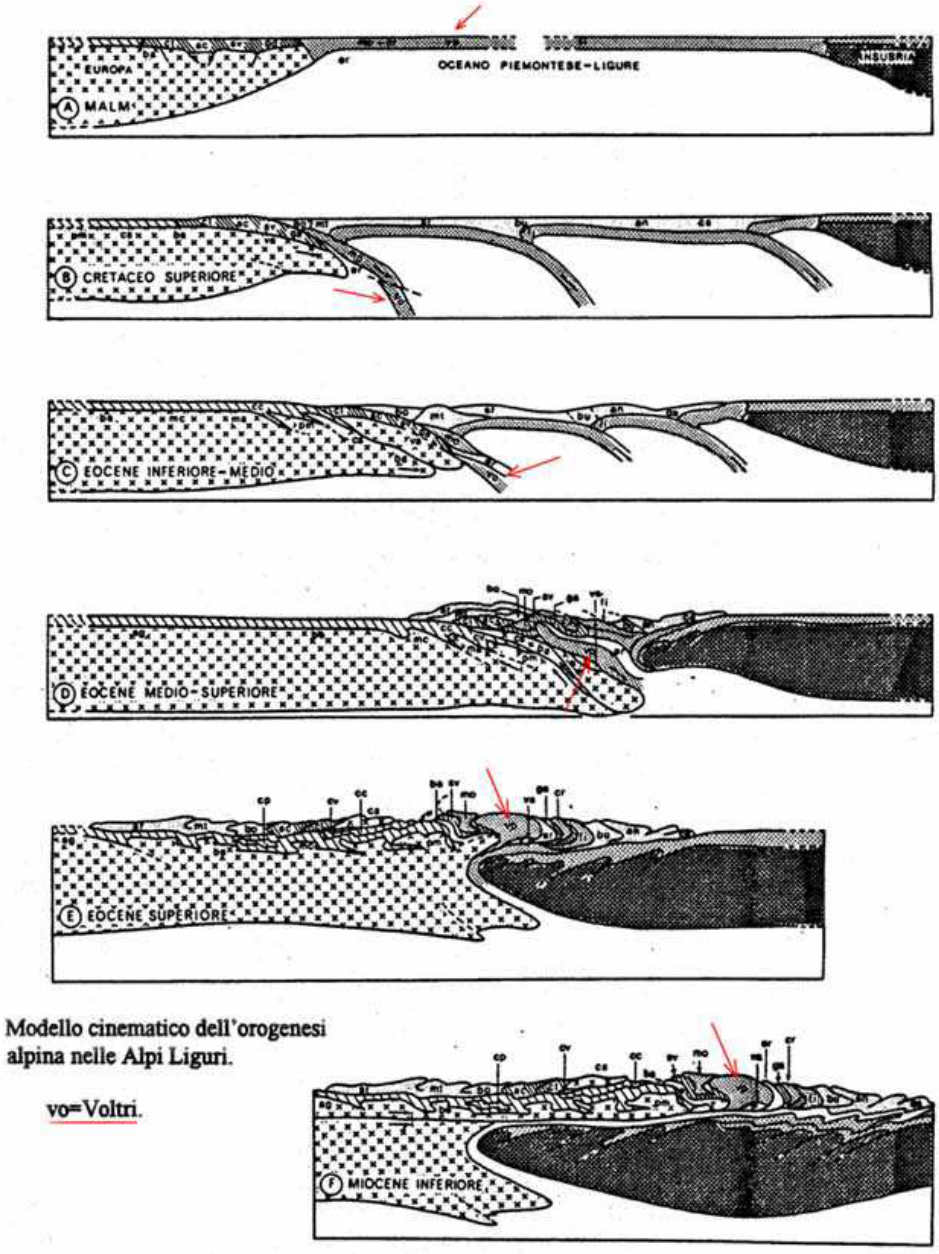
- il Ligure Interno ha carattere oceanico e le ofioliti sono presenti in posizione primaria alla base della successione sedimentaria; comprende tre unità tettoniche sovrapposte: l'Unità Colli Tavarone-Serò, l'Unità Bracco-Val Gaveglia e l'Unità Gottero;
- il Ligure Esterno nel quale le ofioliti sono 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.

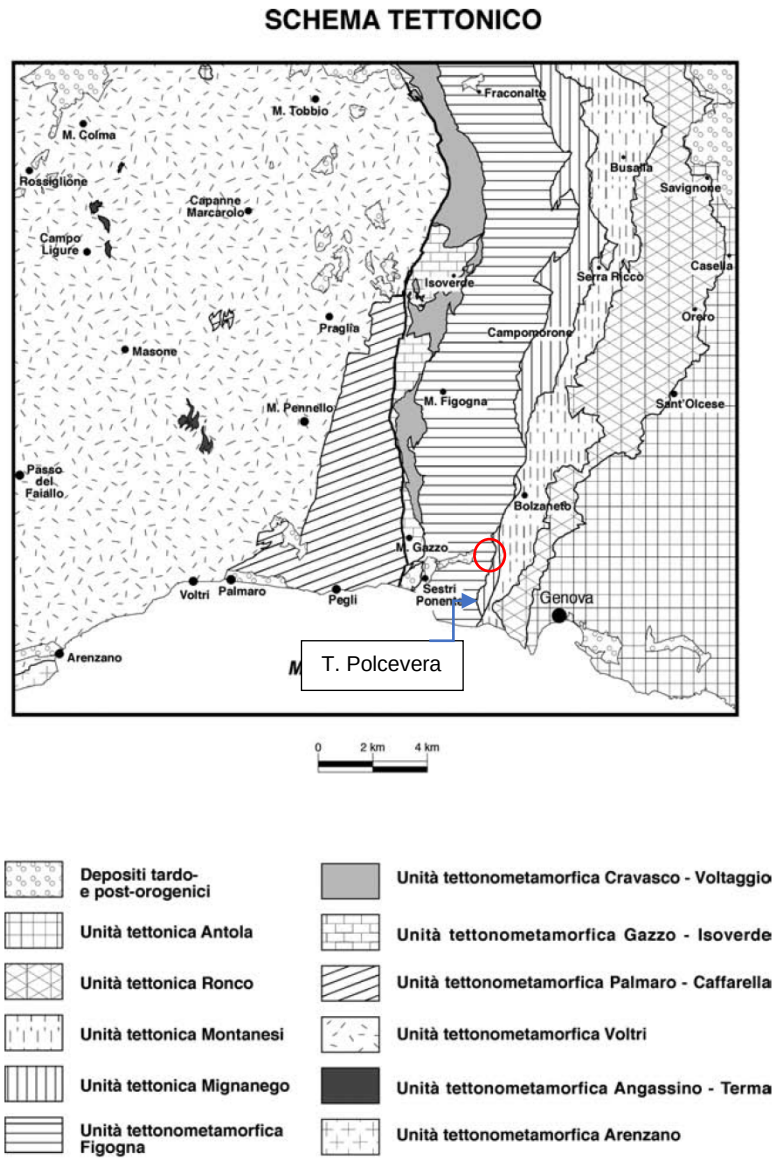


Figura 7– Schema tettonico strutturale dell'area di Genova (da Limoncelli B. e Marini M., 1969) area della Galleria Facchini segnata con un cerchio rosso.

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.?)

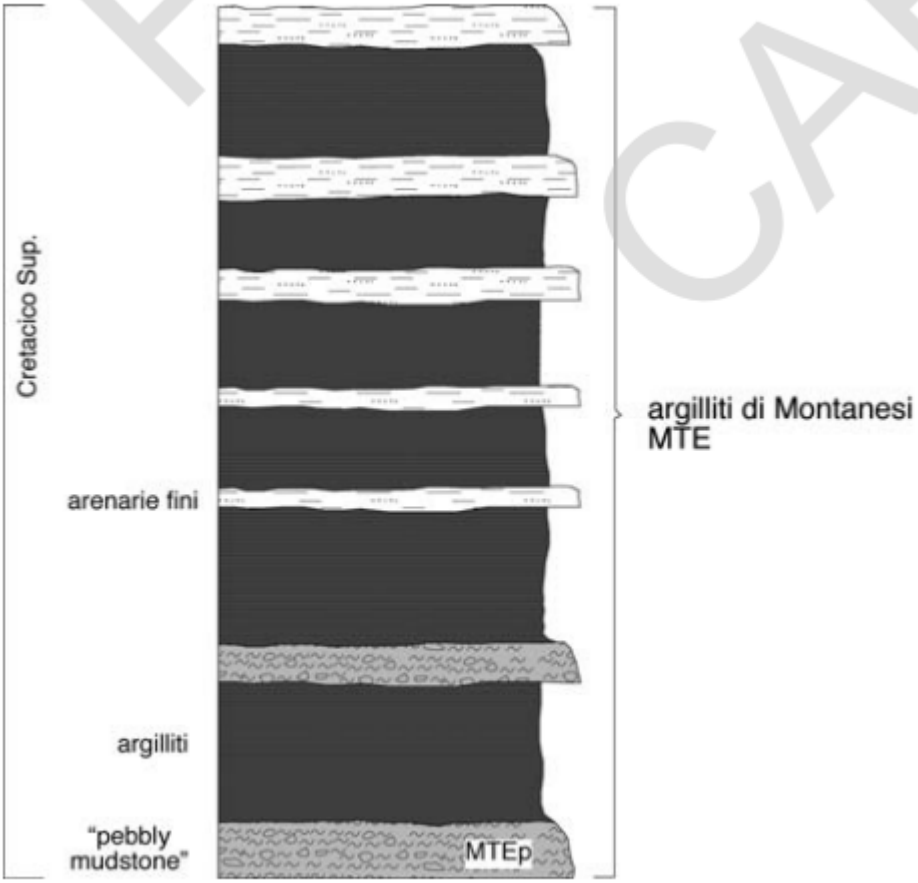


Figura 8– Successione stratigrafica dell'Unità Montanesi. Non in scala. Note Illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 213-230 GENOVA

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.

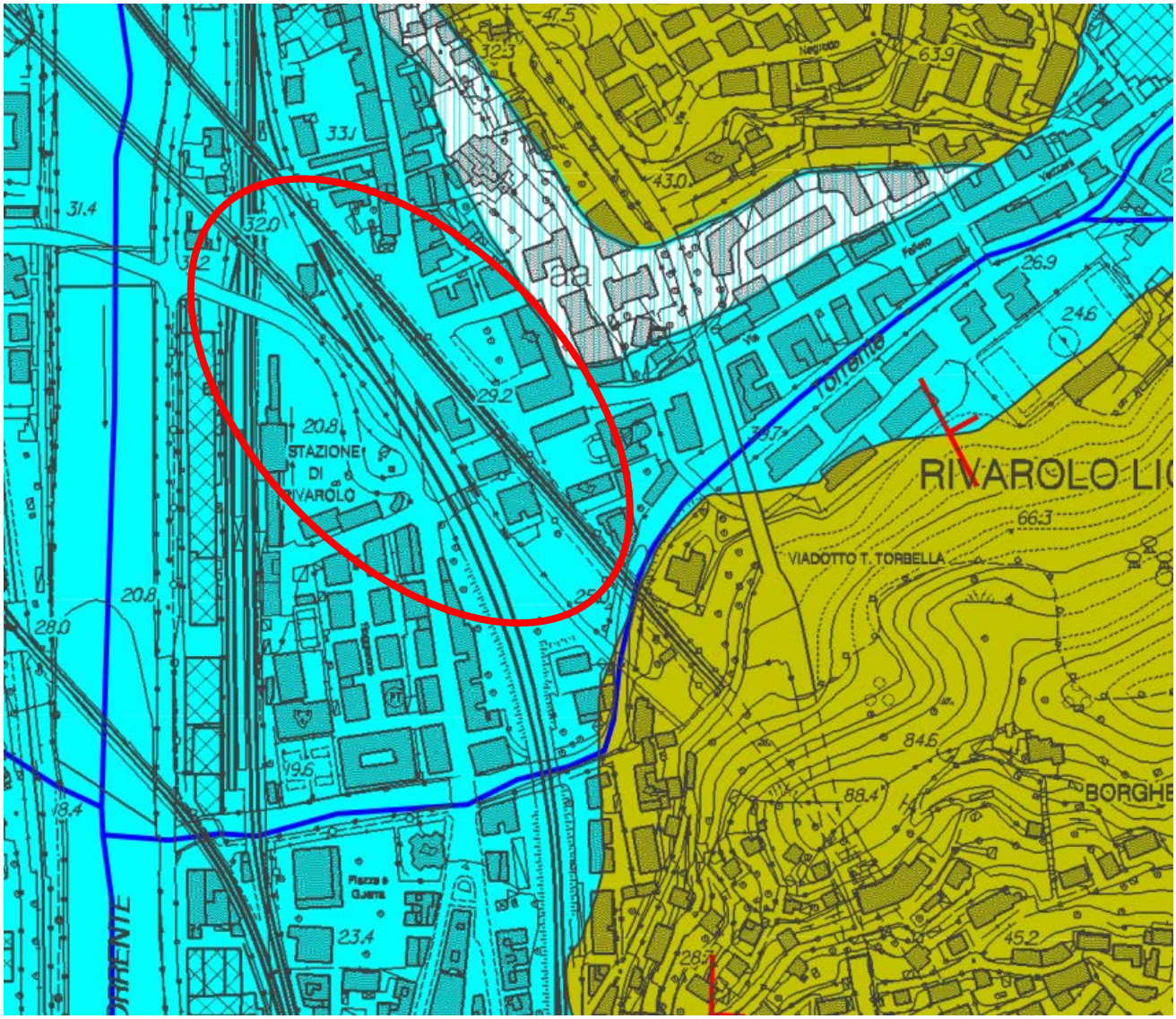


Figura 9–Carta Geolitologica dell'Autorità di Bacino del Fiume Polcevera in scala 1:10.000. In rosso si evidenzia l'area in esame.

Figura 10–Legenda della Carta Geolitologica dell'Autorità di Bacino del Fiume Polcevera in scala 1:10.000.

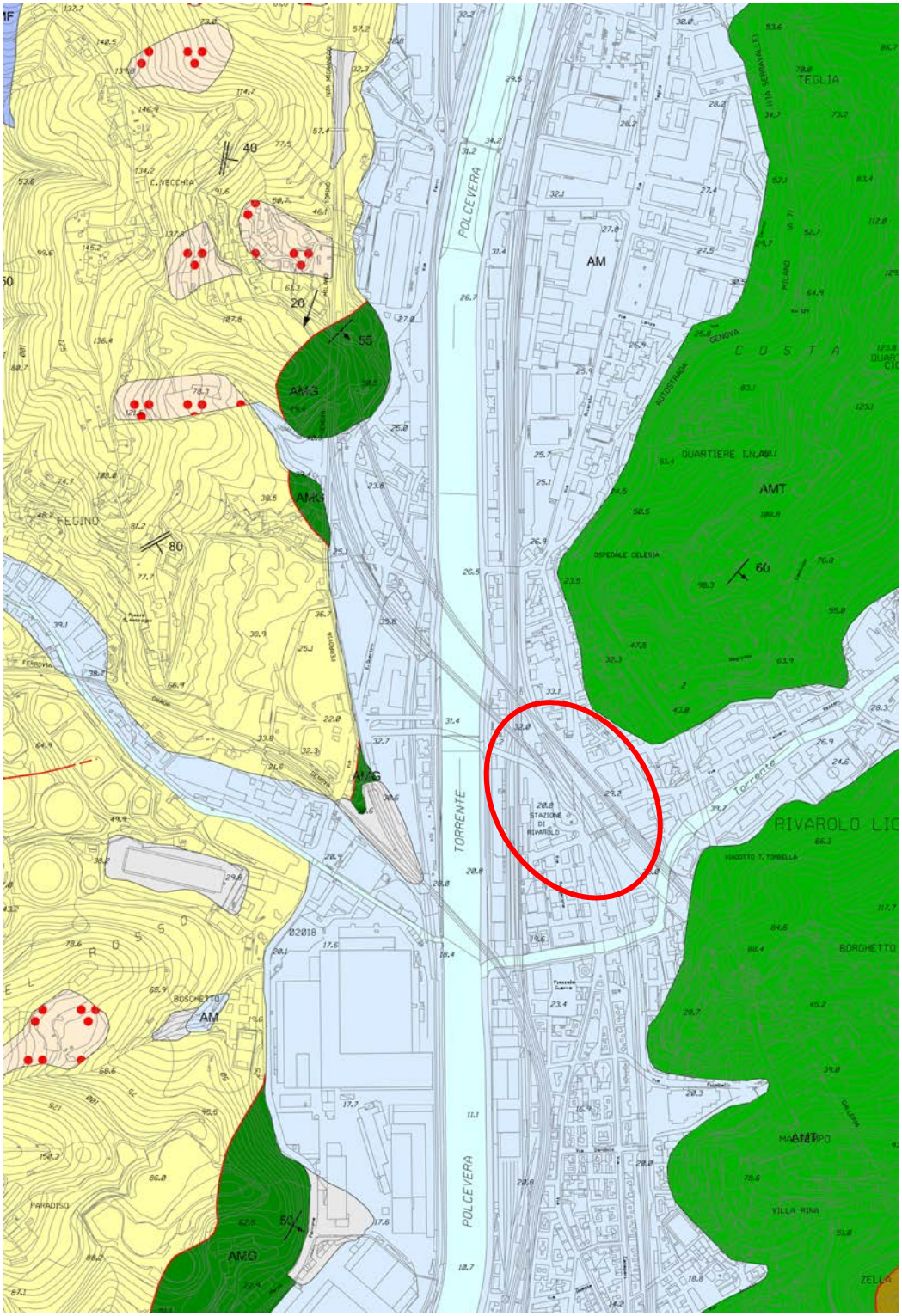


Figura 11–Stralcio non in scala della Carta geologica del Piano urbanistico del Comune di Genova (2015) Direzione Urbanistica, SUE e Grandi progetti. In rosso si evidenzia l'area in esame. Scala 1: 5.000.

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.

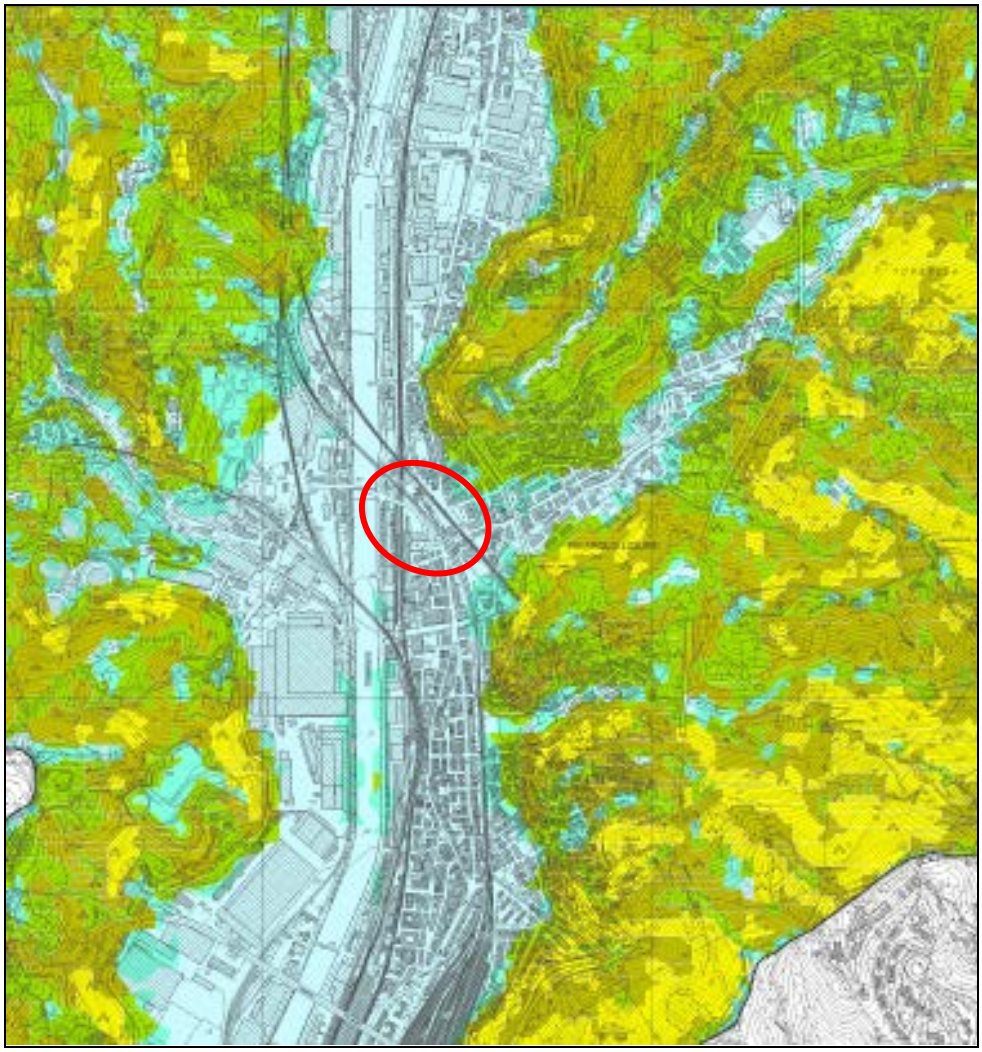


Figura 13–Stralcio non in scala della Carta dell'acclività redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015), scala 1: 10.000. Il cerchio rosso identifica l'area di interesse.

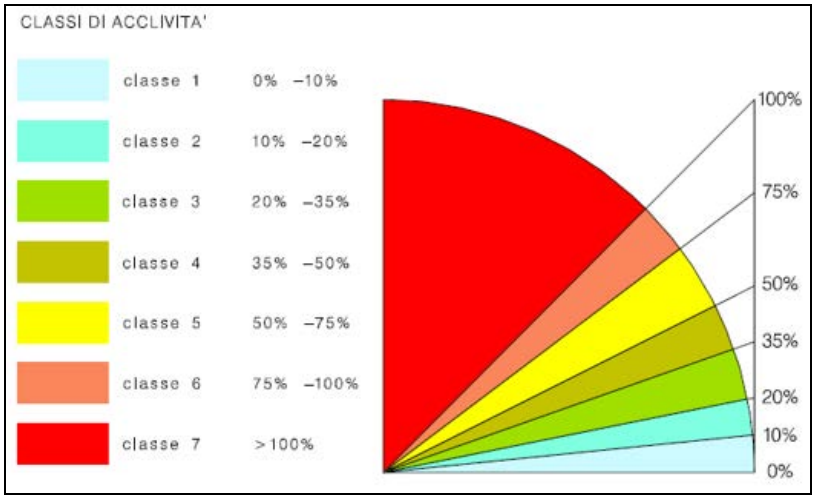


Figura 14–Stralcio della legenda della Carta dell'acclività del Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015).

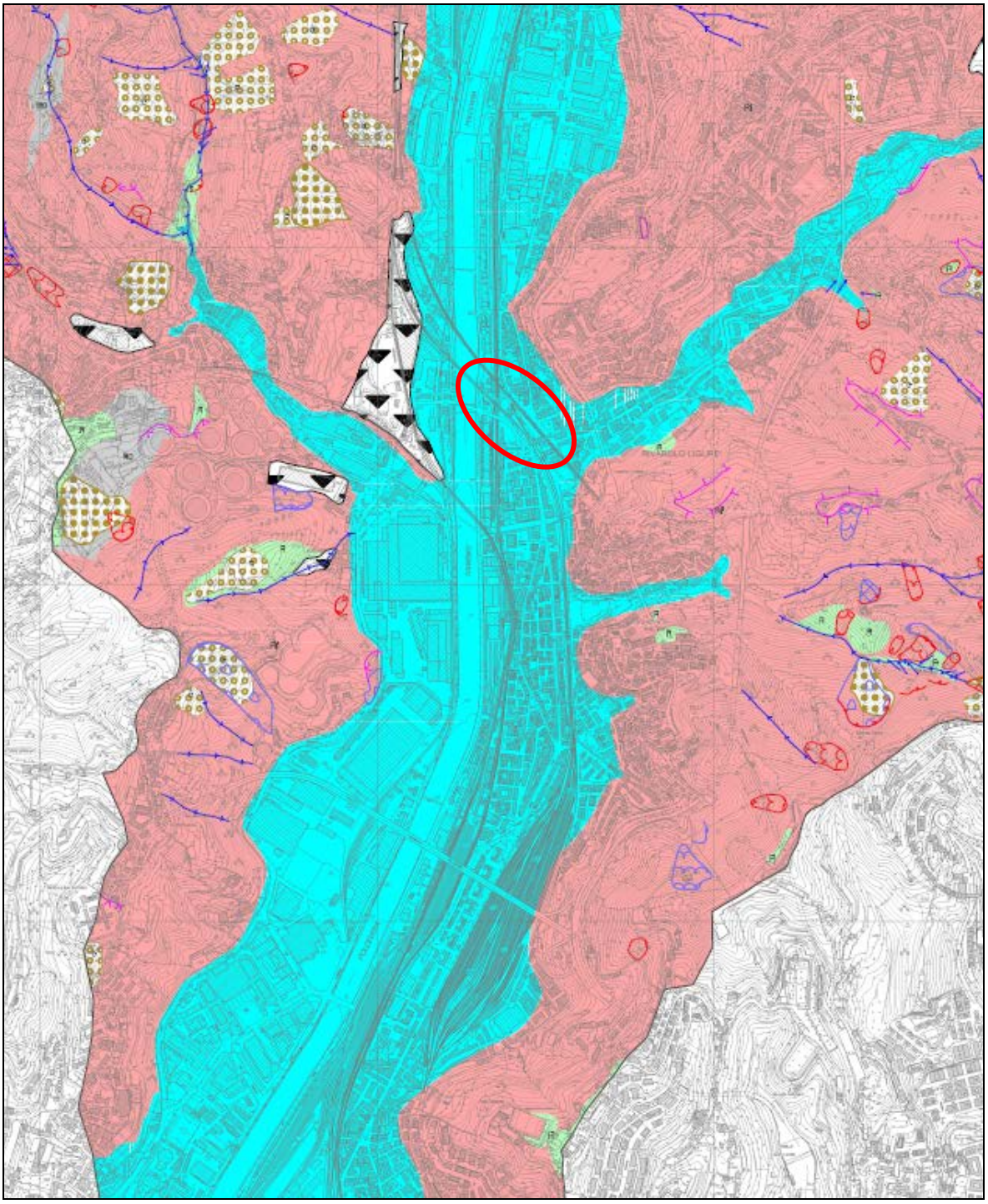


Figura 15–Stralcio non in scala della Carta Geomorfologica redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015), scala 1: 10.000. Il cerchio rosso identifica l'area di interesse.

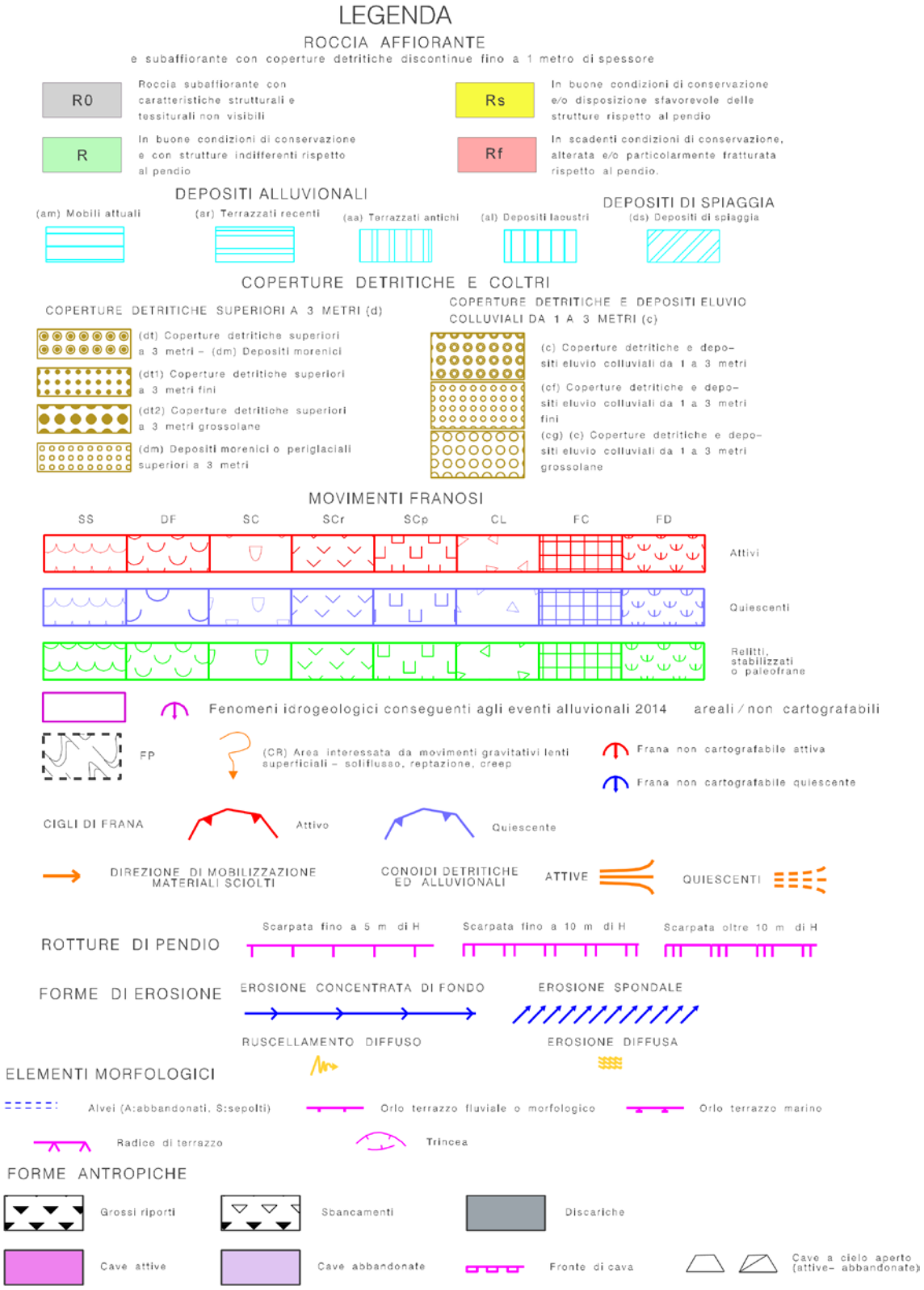


Figura 16–Legenda Stralcio non in scala della Carta Geomorfologica redatta dal Piano di Bacino del Torrente Polcevera (2015), scala 1: 10.000.

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.

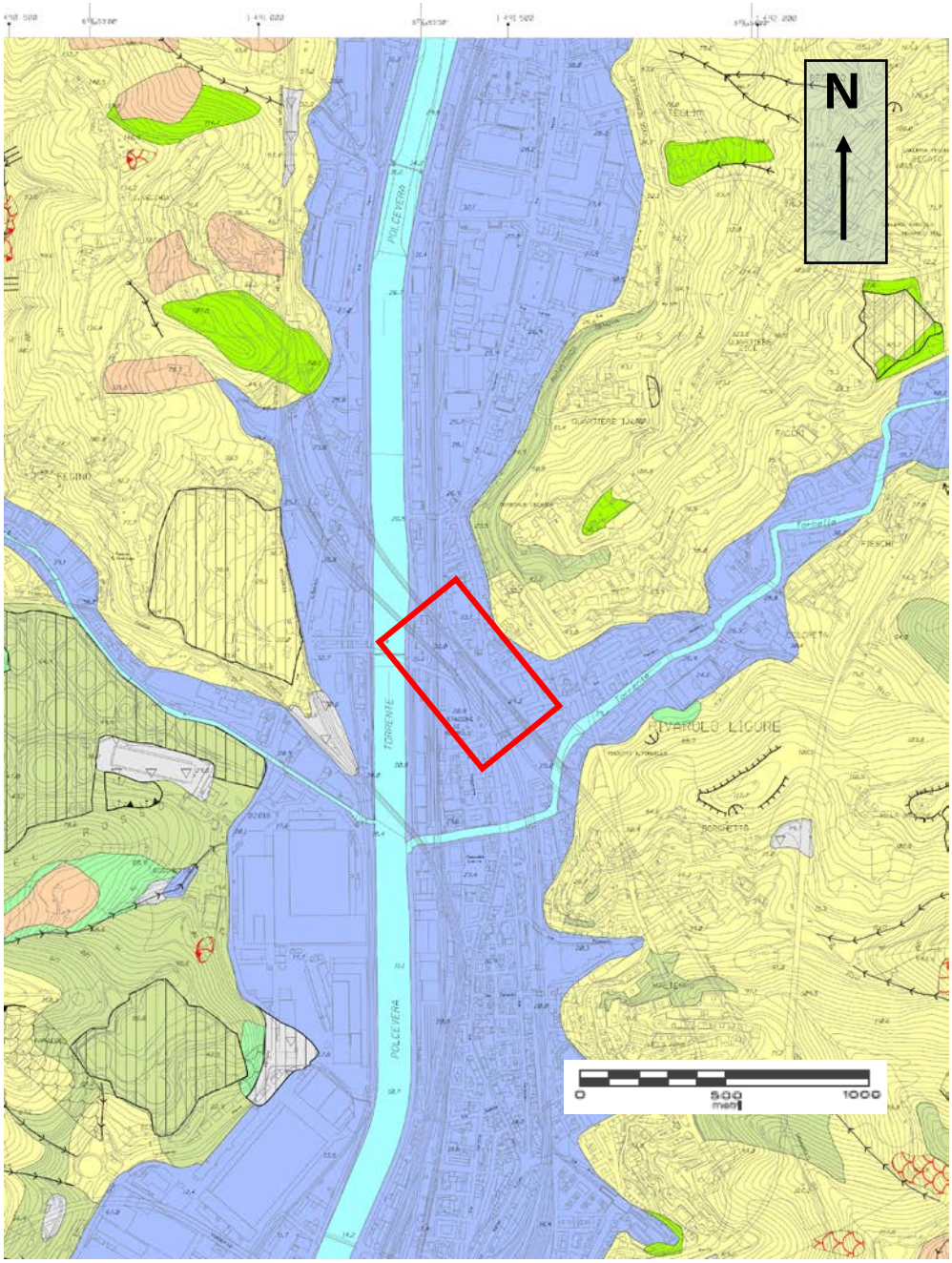


Figura 17–Stralcio (non in scala) della Carta geomorfologica redatta nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova, Tavola 27 (scala 1: 10.000, 2017).

Figura 18–Legenda della Carta geomorfologica redatta nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova, Tavola 27 (scala 1: 10.000, 2017).

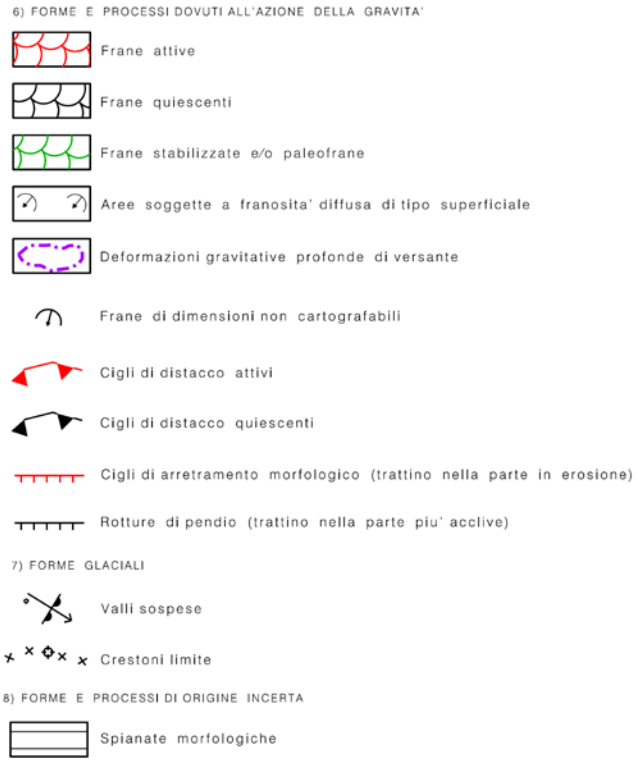


Figura 19-Legenda della Carta geomorfologica redatta nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale di Genova, Tavola 27

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.

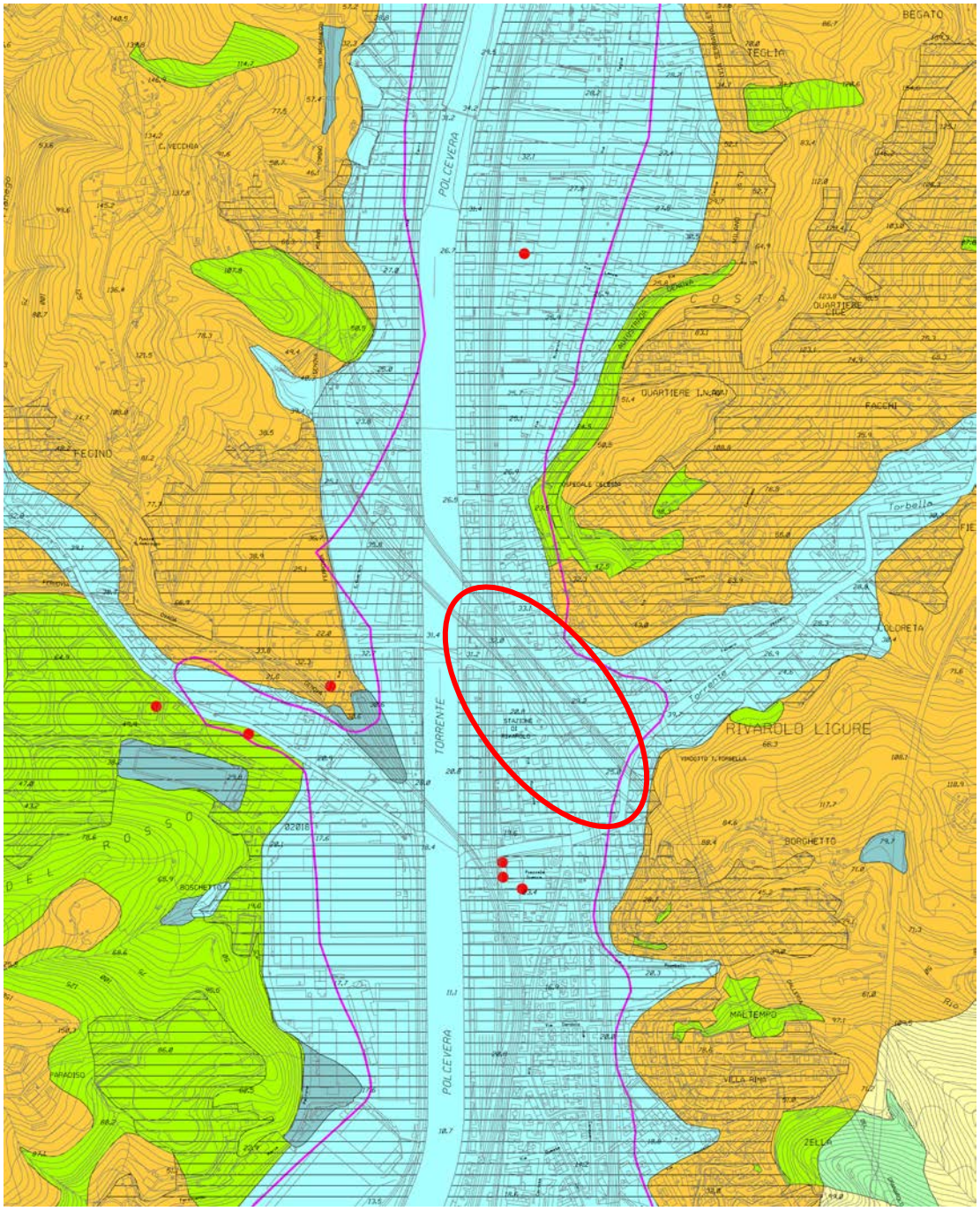


Figura 20-Stralcio non in scala della Carta Idrogeologica redatta per il Piano Urbanistico Comunale di Genova. Il cerchio rosso identifica l'area. Scala 1: 5.000.

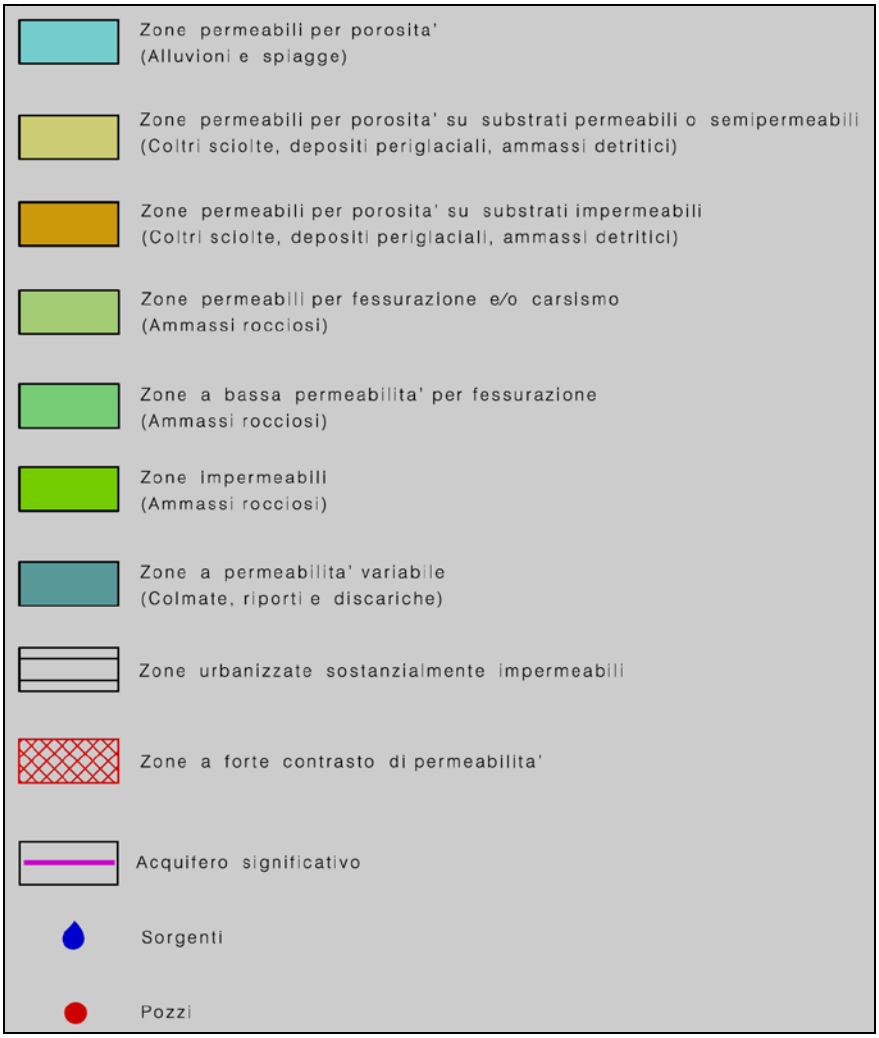


Figura 21-Legenda della Carta Idrogeologica redatta per il Piano Urbanistico Comunale di Genova

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.

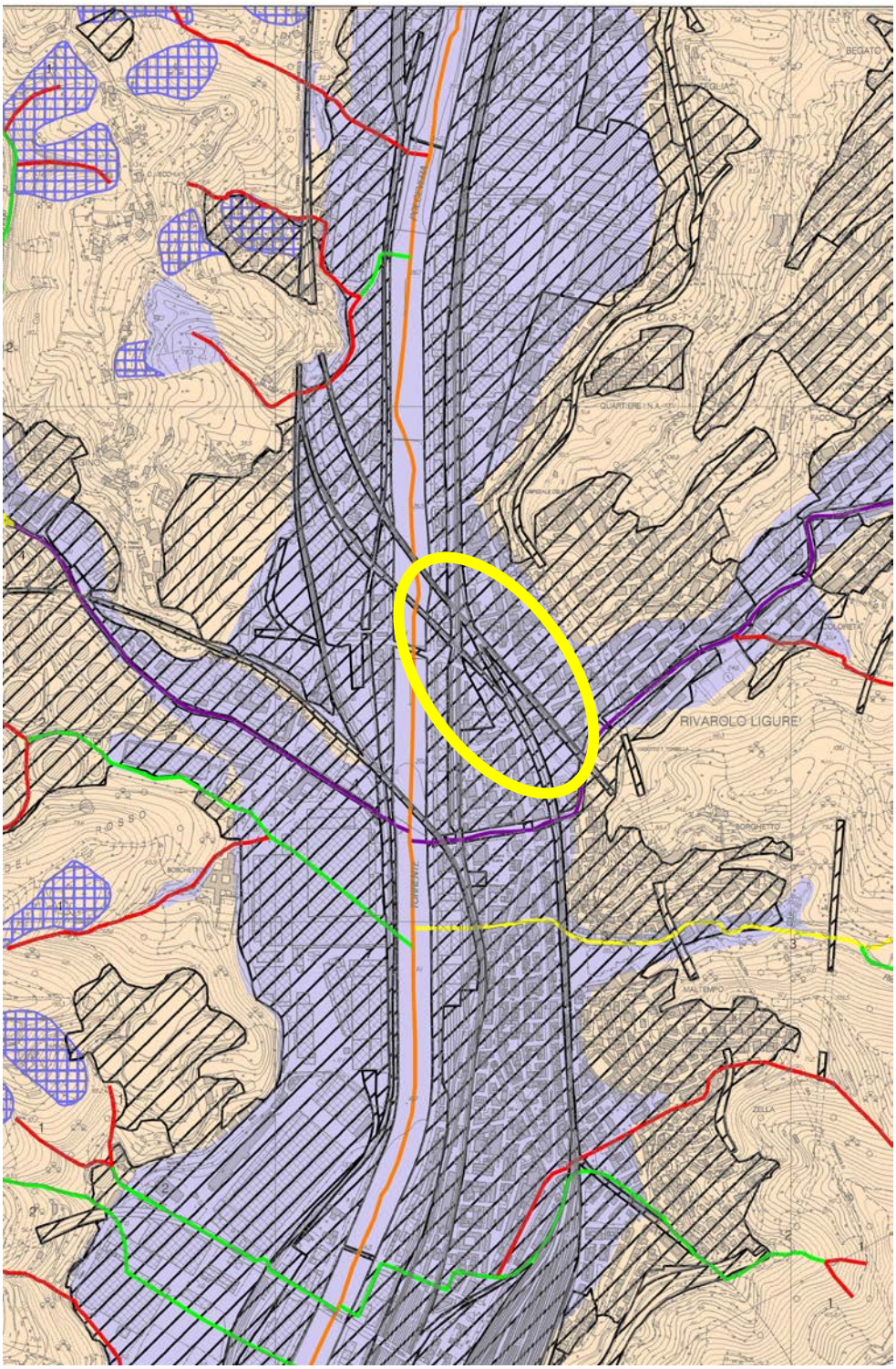


Figura 22-Stralcio della carta idrogeologica del piano di Bacino del Piano di bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico del bacino del Polcevera (2015). Scala 1: 10.000.

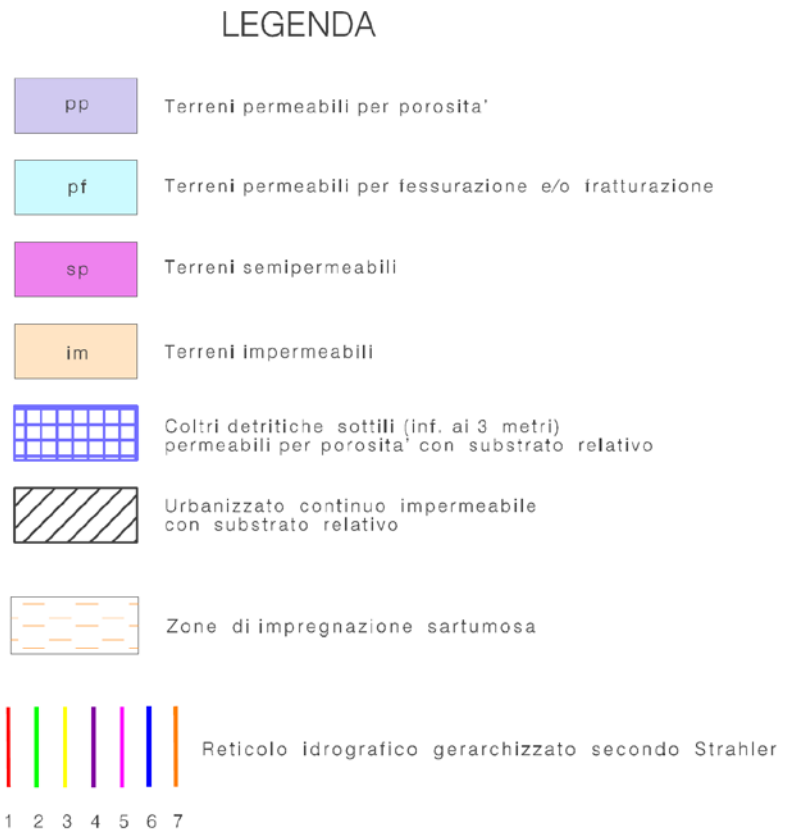


Figura 23-legenda della carta idrogeologica del piano di Bacino del Piano di bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico del bacino del Polcevera (2015)

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.

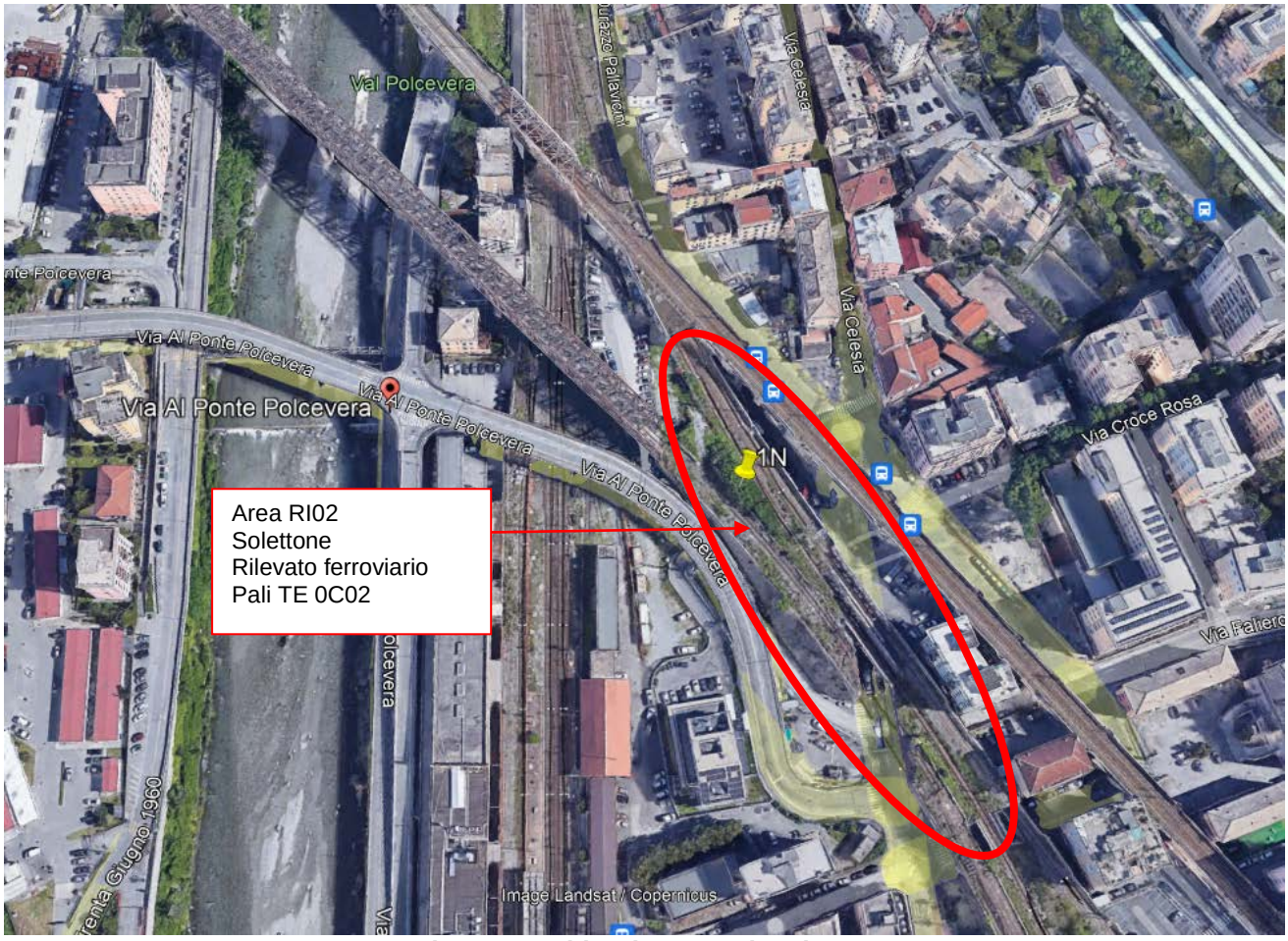


Figura 25- Ubicazione sondaggio 1N.

Si riporta di seguito la stratigrafia del sondaggio 1N.

Sondeco

Committente: Nuove Costruzioni S.r.l.
Cantiere: Via 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	

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: 2/4
Quota (p.c.)

Profondita'	Potenza	Scala 1:75	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
												15.00	
	4.00	16		Ghiaia eterometrica con rari piccoli ciottoli in subordinata matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da sciolta a poco addensata; colore bruno.								12-13-13 p.c.	
16.00													
16.20	0.20			Argilla limosa debolmente stratificata, competente; colore bruno chiaro.									
		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	
												10-14-21 p.c.	
		19											
		20											
	10.00	21										21.00	
												16-20-14 p.c.	
		22											
		23					100	127	90				
		24										24.00	
												35-31-18 p.c.	
		25											
		26											
26.20	0.60			Limo e limo sabbioso, debolmente plastico, inglobante ghiaia fine; colore grigio azzurro.									
26.80		27										27.00	
				Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, a tratti abbondante, sciolta o poco addensata; colore bruno chiaro grigiastro.								2-pp-3 p.c.	
	2.40	28											
		29											
29.20				Limo, limo argilloso e argilla limosa, consistente, debolmente ossidato al tetto; colore variabile da bruno rossiccio al tetto a grigio.									
	4.00	30										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	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
												30.00	
	4.00	31		Limo, limo argilloso e argilla limosa, consistente, debolmente ossidato al tetto; colore variabile da bruno rossiccio al tetto a grigio.		100						7-7-8 p.c.	
		32											31.70 C1
		33										32.30	32.20
33.20	0.80	34		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa, molto addensata, ossidata e debolmente alterata; colore bruno giallastro.								7-7-11 p.a.	
34.00	1.30	35		Argilloscisti friabili, debolmente alterati ed ossidati; colore bruno grigiastro.			127	90					
35.30		36		Argilloscisti molto friabili inglobanti vene centimetrico decimetriche di calcite e quarzo; colore grigio plumbeo.		101							
	10.10	37											
		38				100							
		39											
		40				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: 1N | FOGLIO: 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					

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.

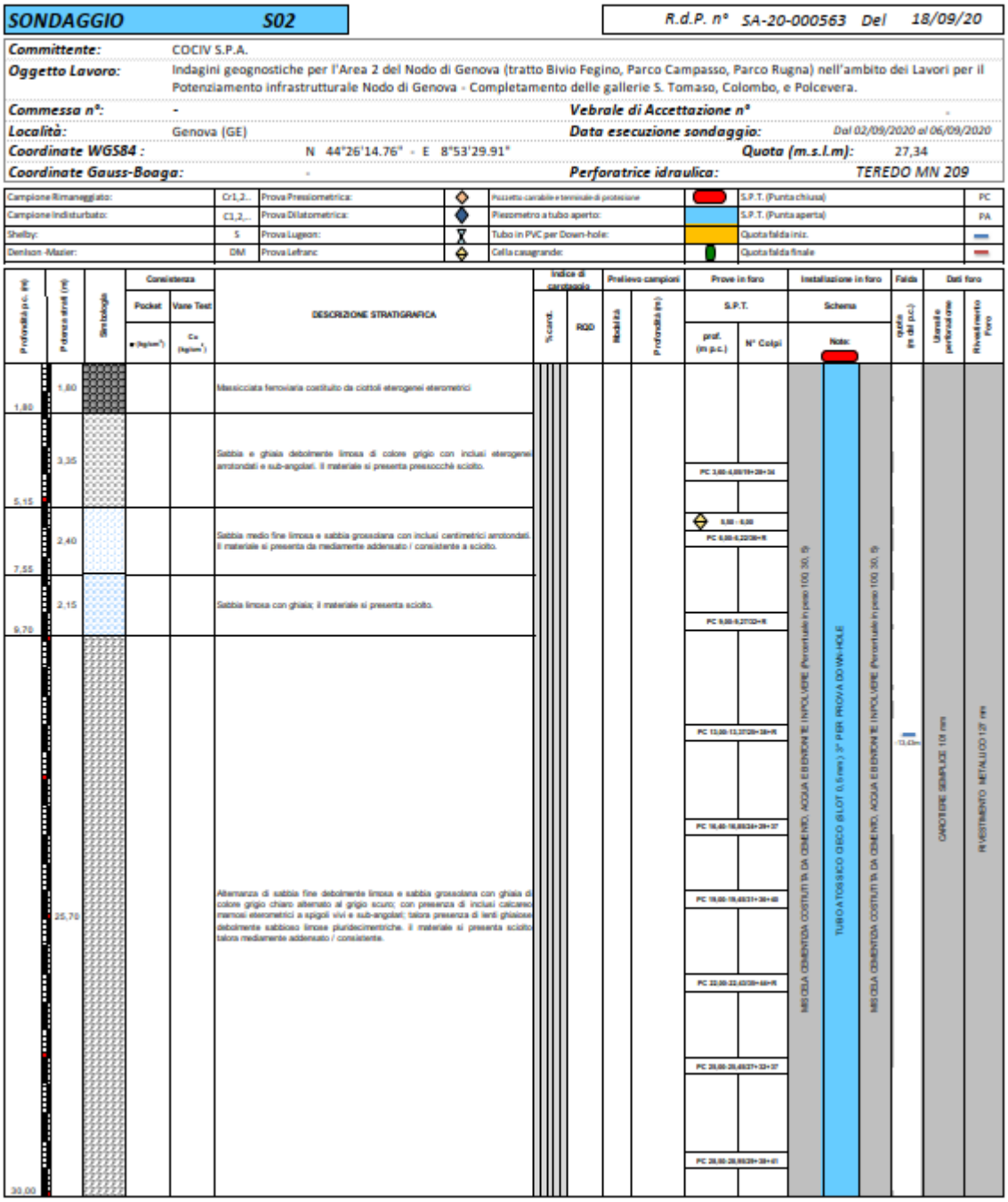
Figura 26- Ubicazione delle indagini geognostiche

Si riporta di seguito la stratigrafia del sondaggio S02.

Ubicazione sondaggio S02

Via Torino
Via Trento
Via Tortona
Via Al Ponte Polcevera
S02
Via Cantalupo
Via Cantalupo Vecchia
Via Cantalupo Nuova
Via Cantalupo Bassa
Via Cantalupo Alta
Via Cantalupo Media
Via Cantalupo Superiore
Via Cantalupo Inferiore
Via Cantalupo Centrale
Via Cantalupo Periferica
Via Cantalupo Interna
Via Cantalupo Esterna
Via Cantalupo Laterale
Via Cantalupo Trasversale
Via Cantalupo Longitudinale
Via Cantalupo Diagonale
Via Cantalupo Circolare
Via Cantalupo Rettilinea
Via Cantalupo Curva
Via Cantalupo Spezzata
Via Cantalupo Ondulata
Via Cantalupo Zigzag
Via Cantalupo Spirale
Via Cantalupo Elicoidale
Via Cantalupo Parabolica
Via Cantalupo Iperbolica
Via Cantalupo Ellittica

Stratigrafia sondaggio S02



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:	Ci1,2..	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)	Stratigrafia	Consistenza: Pocket (kg/cm²)	Consistenza: Vane Test Cu (kg/cm²)	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Indice di carotaggio: % carot.	Indice di carotaggio: RQD	Prelievo campioni: Rocktest	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	Falda: quota in 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; talvora presenza di lentio ghiaiose debolmente sabbioso limose pluridecimetriche. Il materiale si presenta sciolto talora mediamente addensato / consistente.					PC 32,00-32,40(27+30+44		MISCELA CEMENTIZIA CON SUTTADA CEMENTO ACQUA BENTONITE (Parametri di impasto 100, 30, 5) TUBO ATTENZIOCICICO (0,LOT 0,6 mm) 3" PER PROVA DOWNHOLE 40,00 MISCELA CEMENTIZIA CON SUTTADA CEMENTO ACQUA BENTONITE (Parametri di impasto 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.										

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.

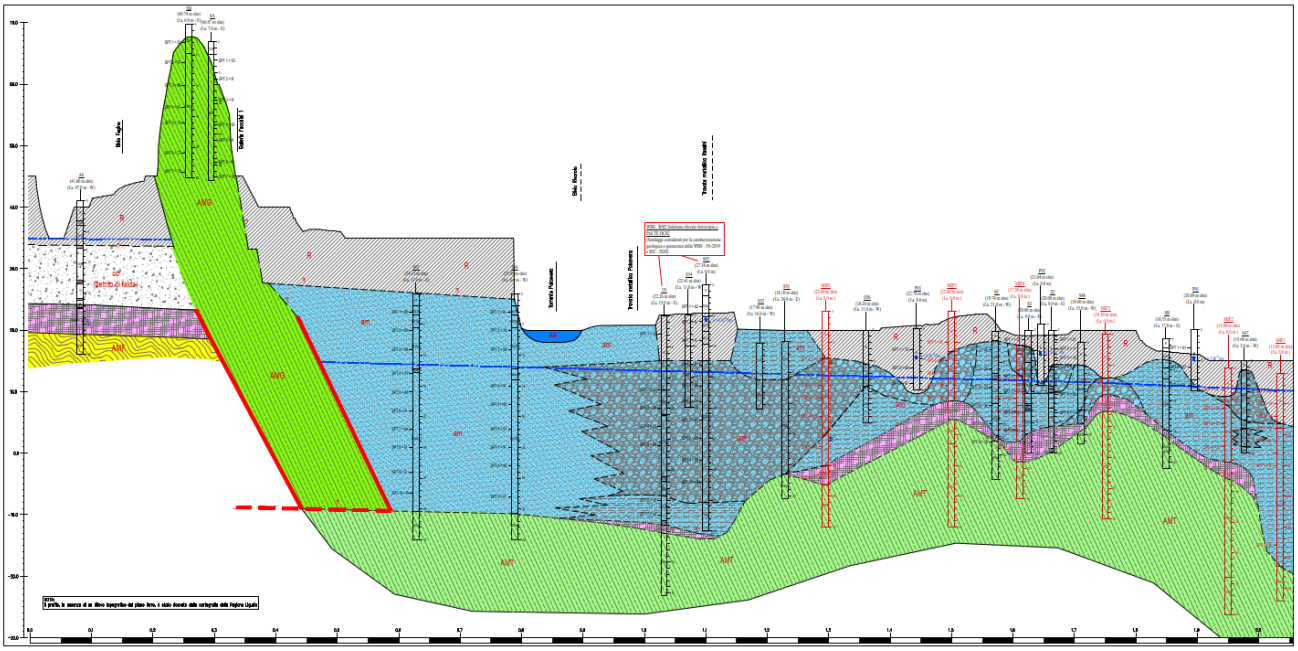


Figura 27-Stralcio del profilo geologico-geotecnico in scala 1:2000/200.

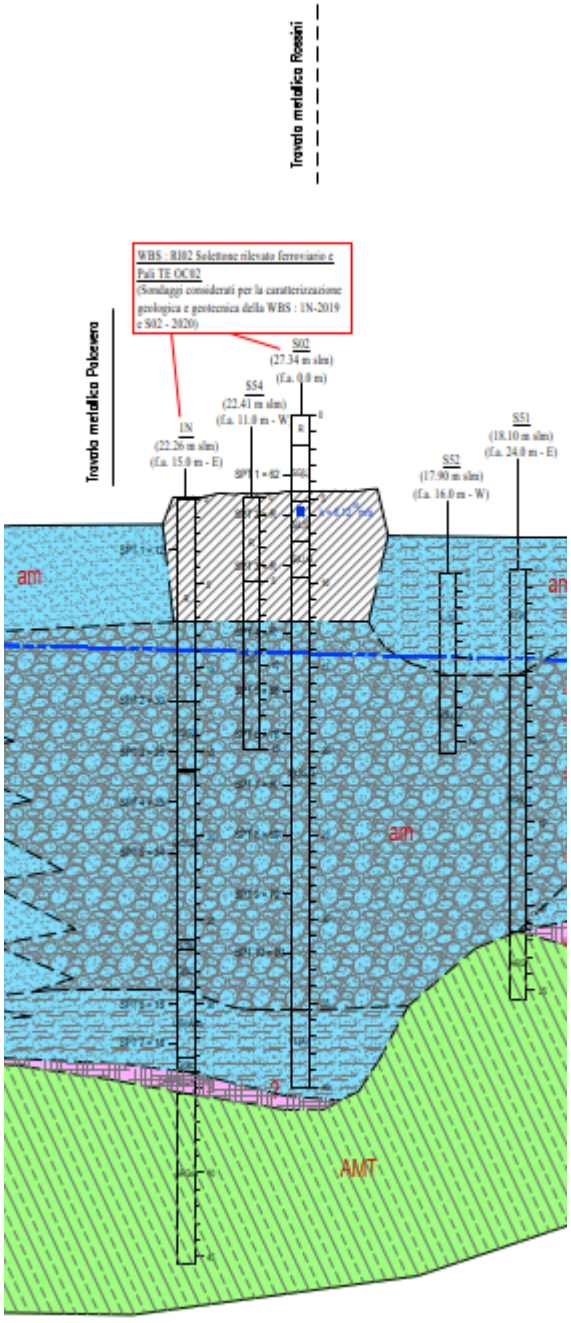


Figura 28-Dettaglio profilo geologico-geotecnico WBS RI02 - in scala 1:2000/200.

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

ga — 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 calcareo arenacea in strati da decimetrici a metrici

CRETACICO SUPERIORE ?

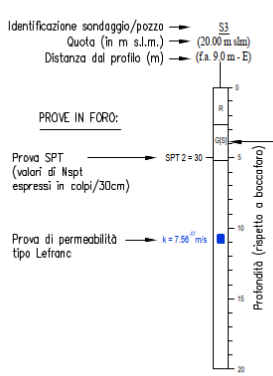
AMF

UNITA' TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA

Argilloscisti di Murta: argilloscisti filladici neri con intercalazioni di metasiltiti.
Lo spessore degli strati è centimetrico

CRETACICO INFERIORE ?

SONDAGGI



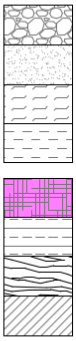
Descrizione schematica del terreno

CLASSI BASILARI
R=MATERIALE DI RIPORTO
G=GHIAIA
S=SABBIA
L=LIMO
A=ARGILLA

CLASSI INTERMEDIE TERRENI

%	termini AGI	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 brecce 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 (φ') 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

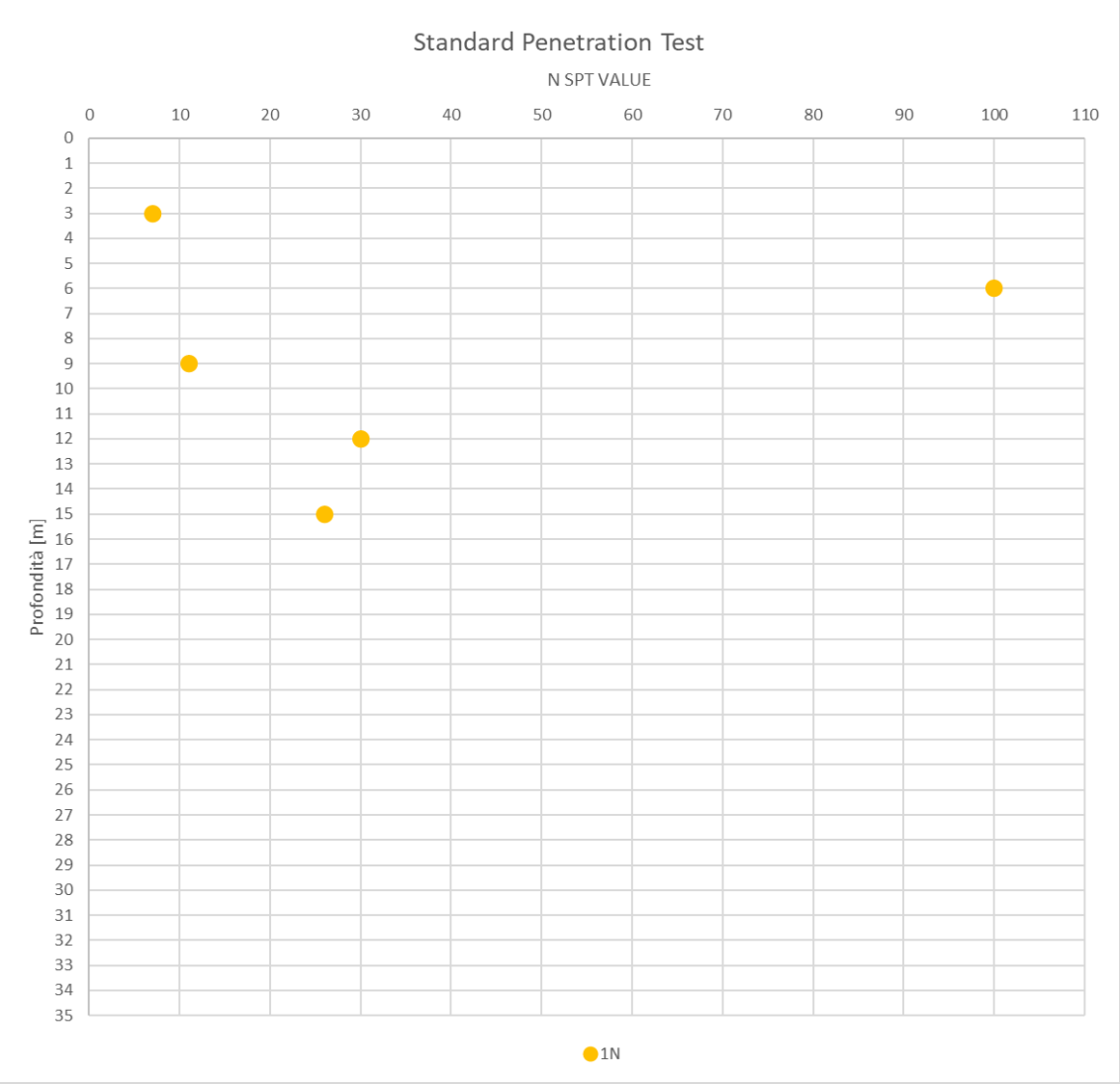


Figura 29 - Grafico di numero di colpi Nspt

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

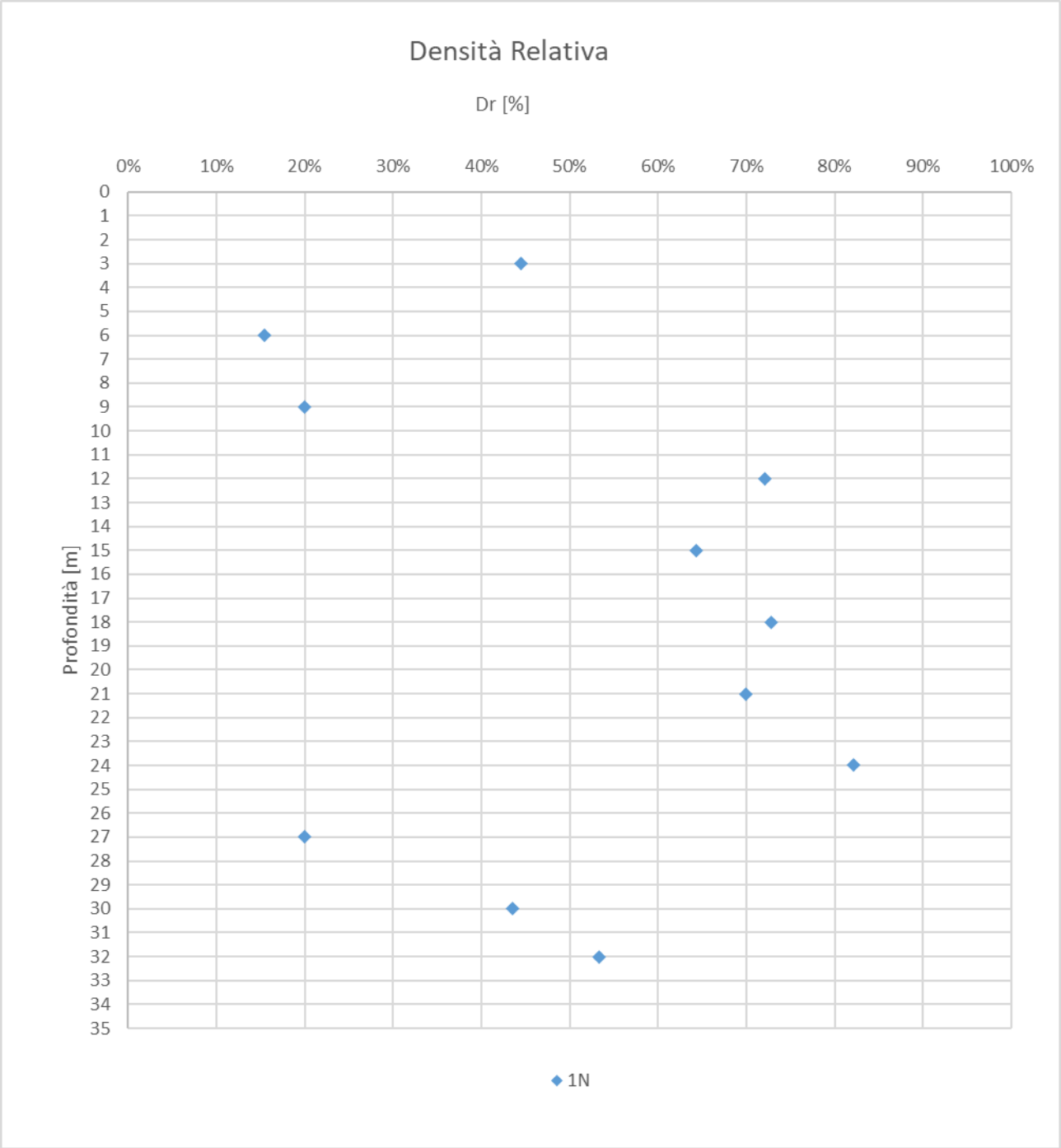


Figura 30 - Grafico di Dr

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

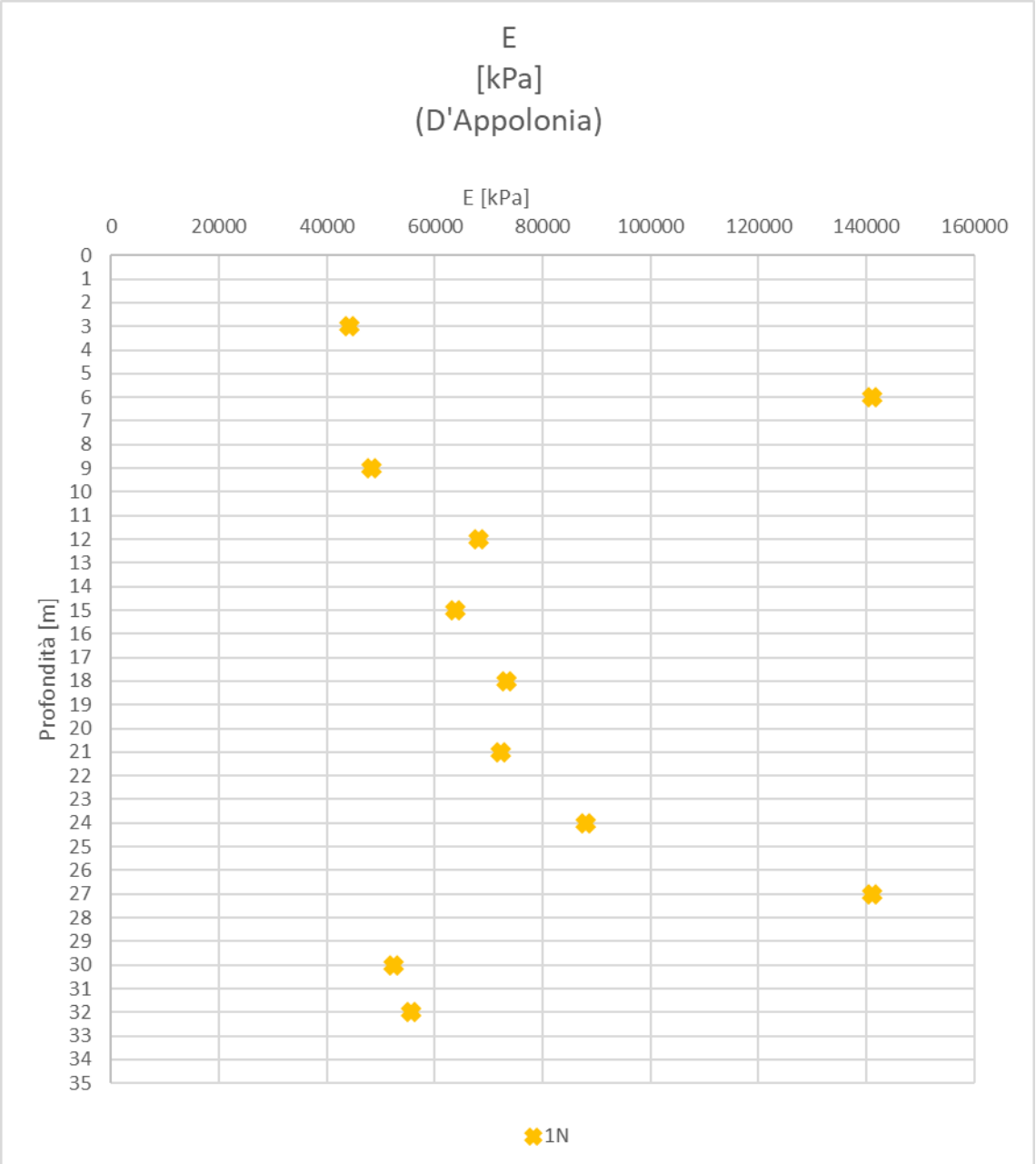


Figura 31 - Grafico di E

12.4 Angolo di attrito (φ') 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

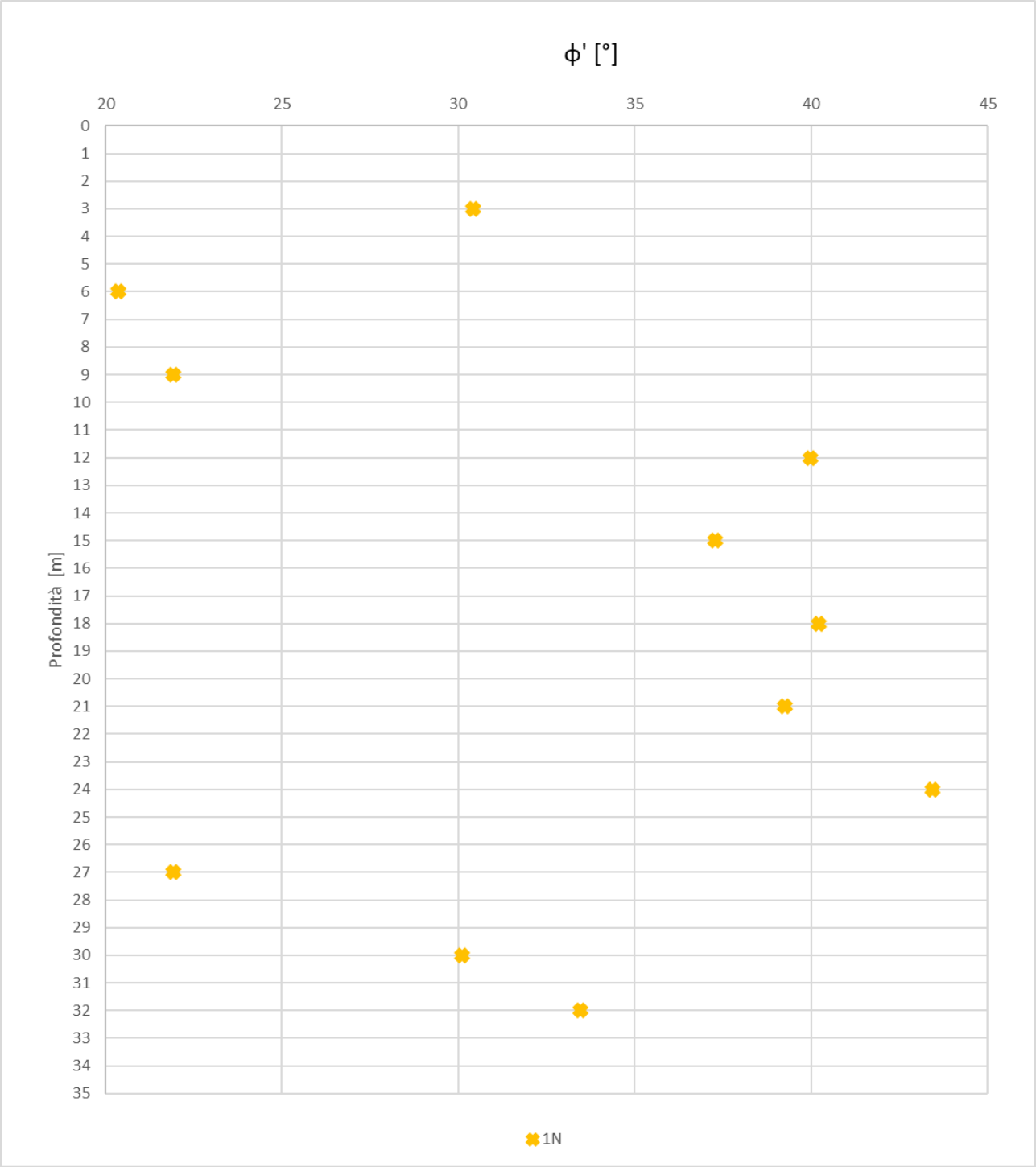


Figura 32 - Grafico di ϕ

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'	Υ [kN/m^3]	Livello di Falda [m]	σ'_{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

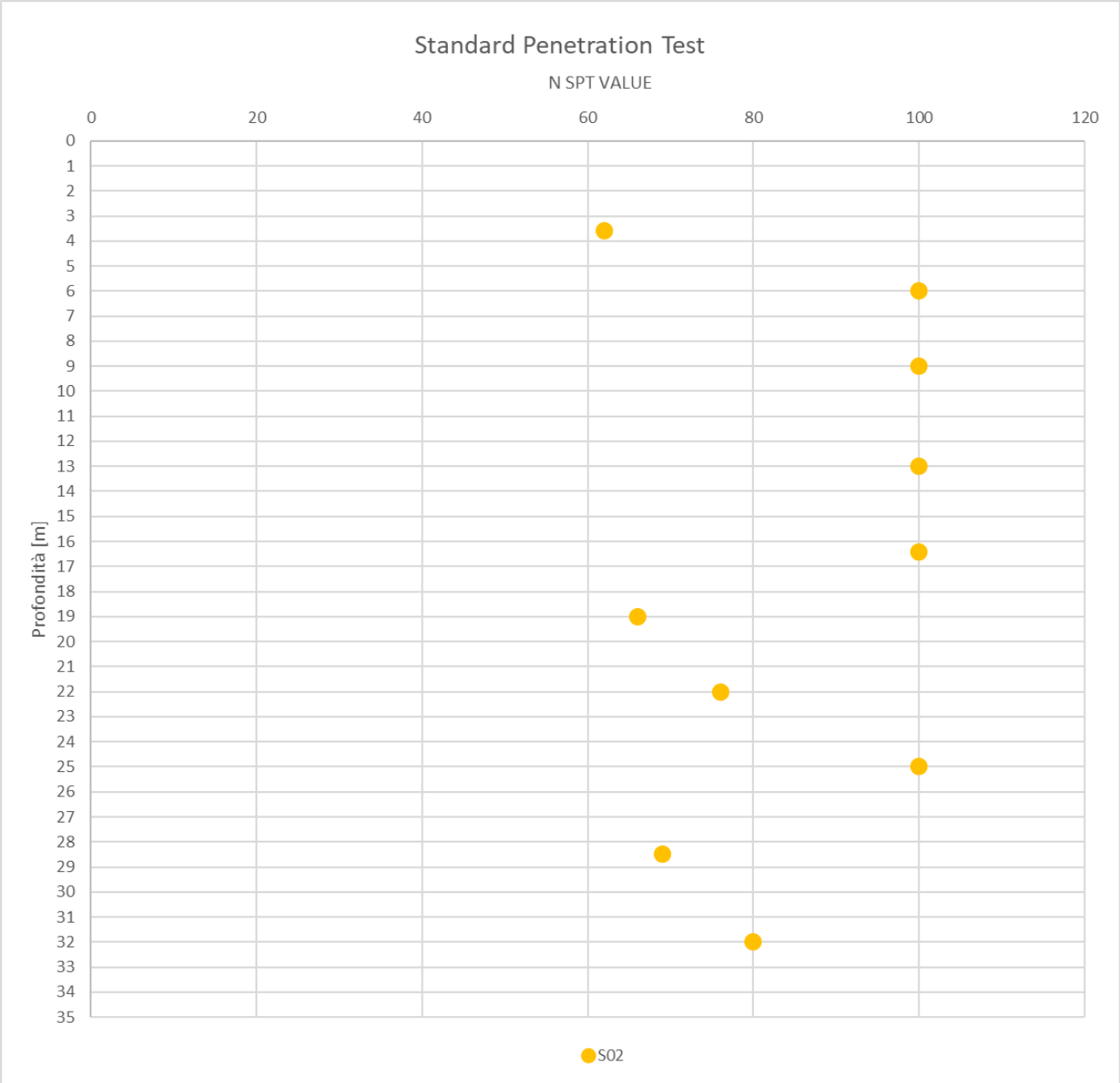


Figura 33 - Grafico di numero di colpi Nspt

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

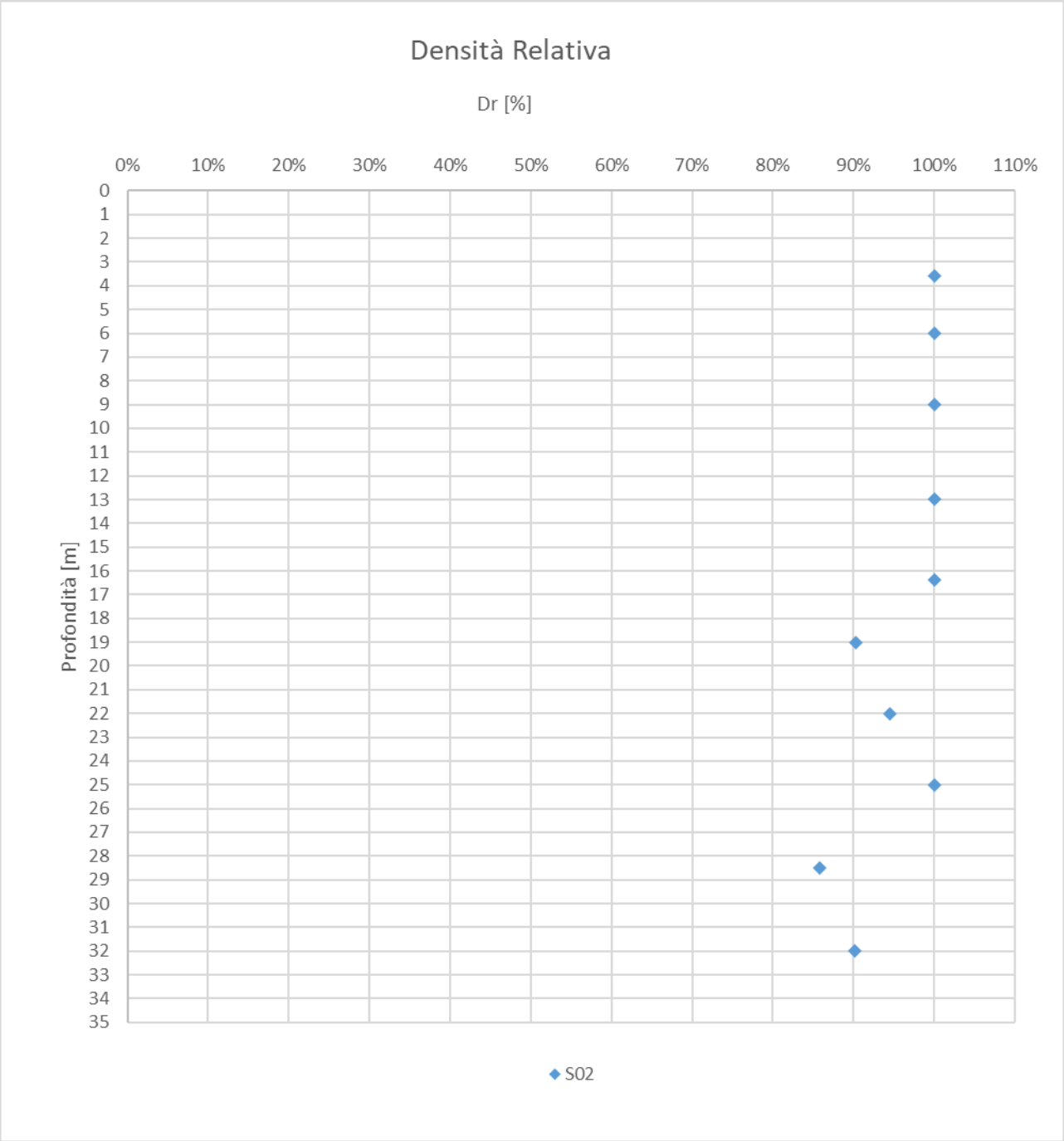


Figura 34 - Grafico di Dr

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

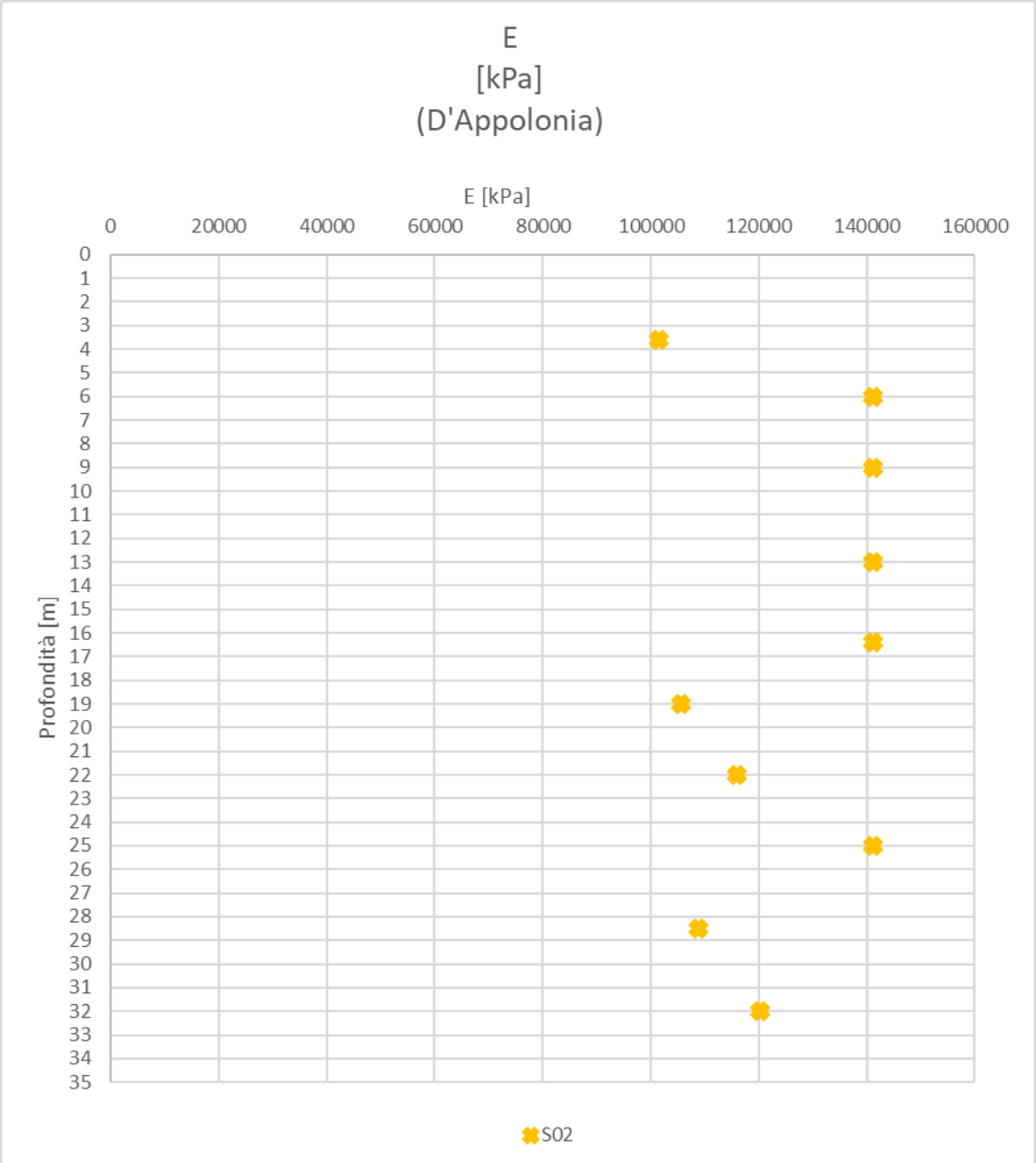


Figura 35 - Grafico di E

13.4 Angolo di attrito (φ') 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

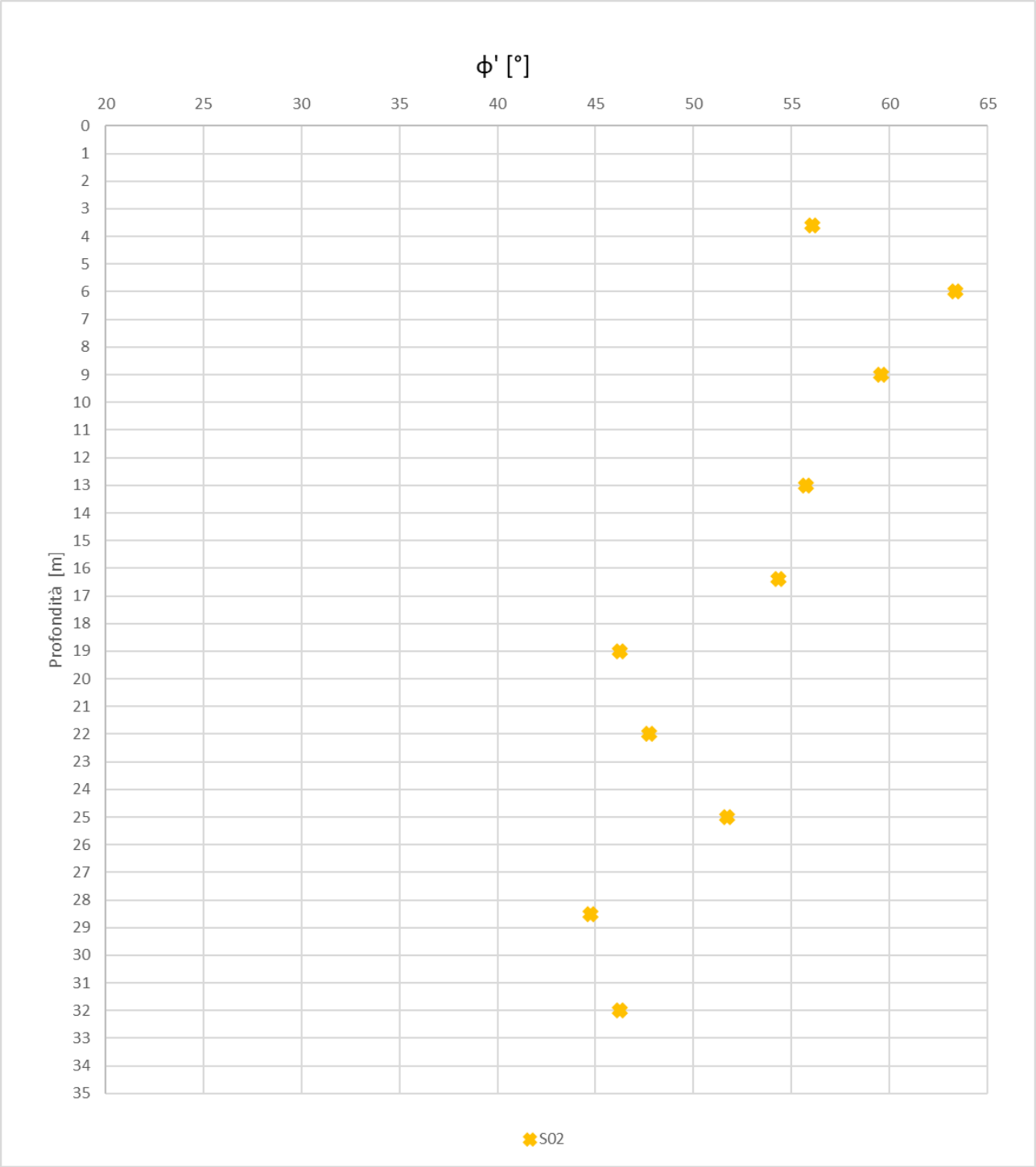


Figura 36 - Grafico di ϕ

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**.

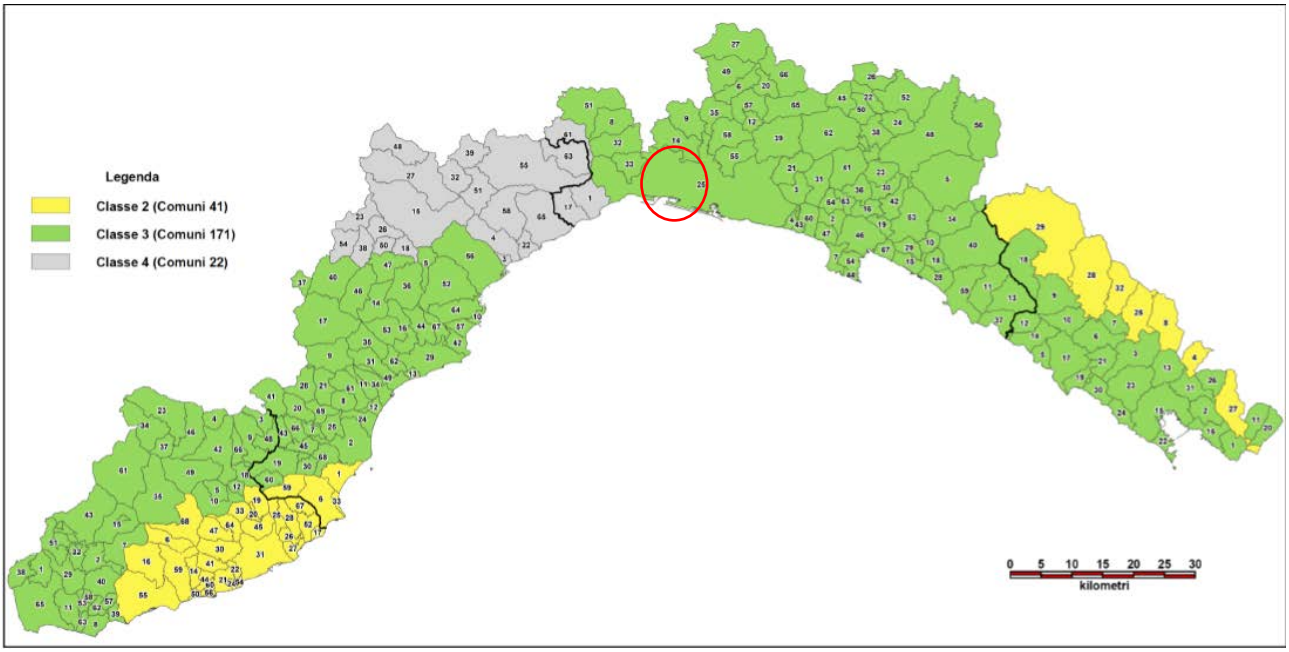


Figura 37: elenco dei comuni liguri con indicazione della zona sismica di appartenenza e AgMax relativa; Carta della zonazione sismica della Regione Liguria.

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**.

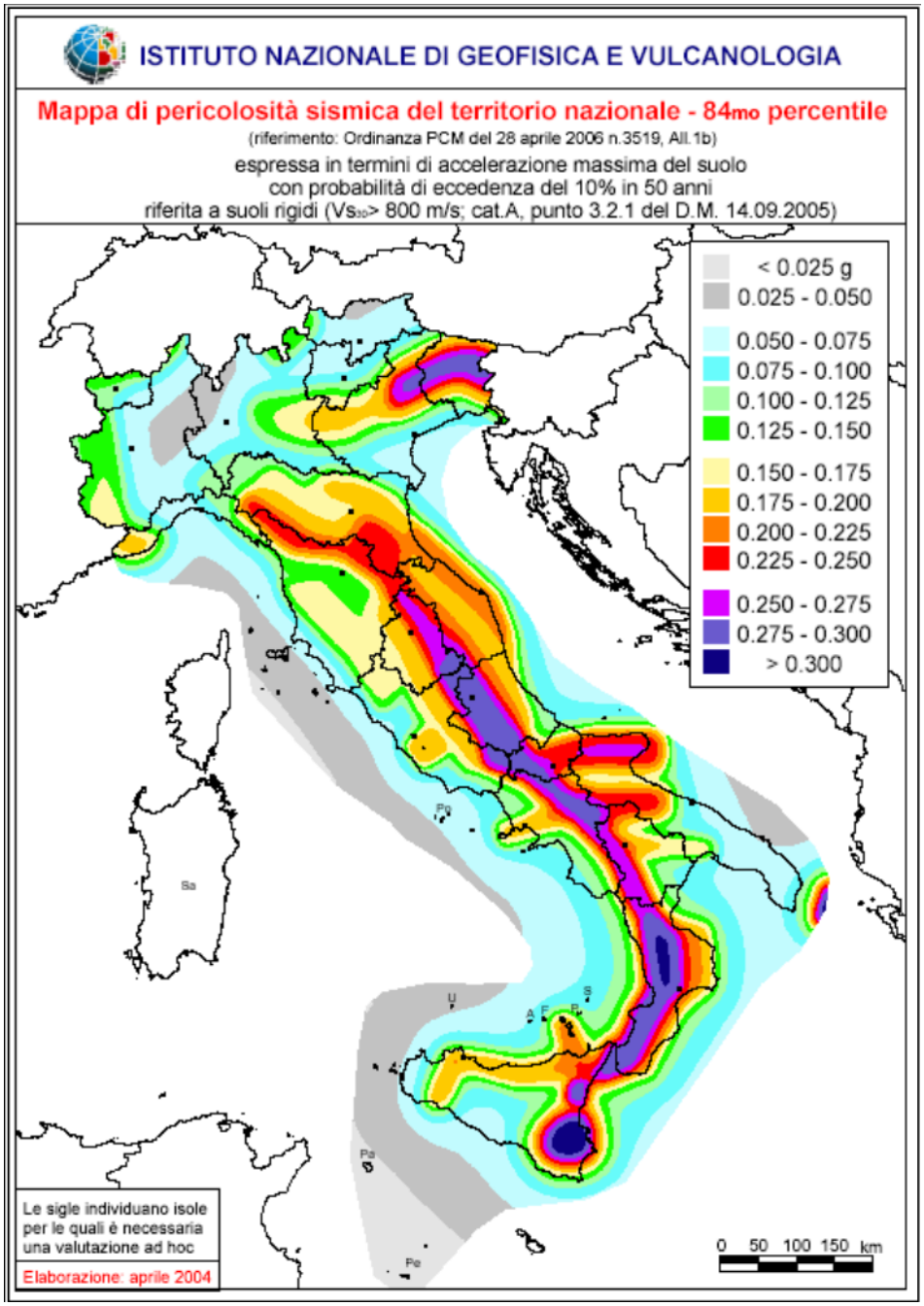
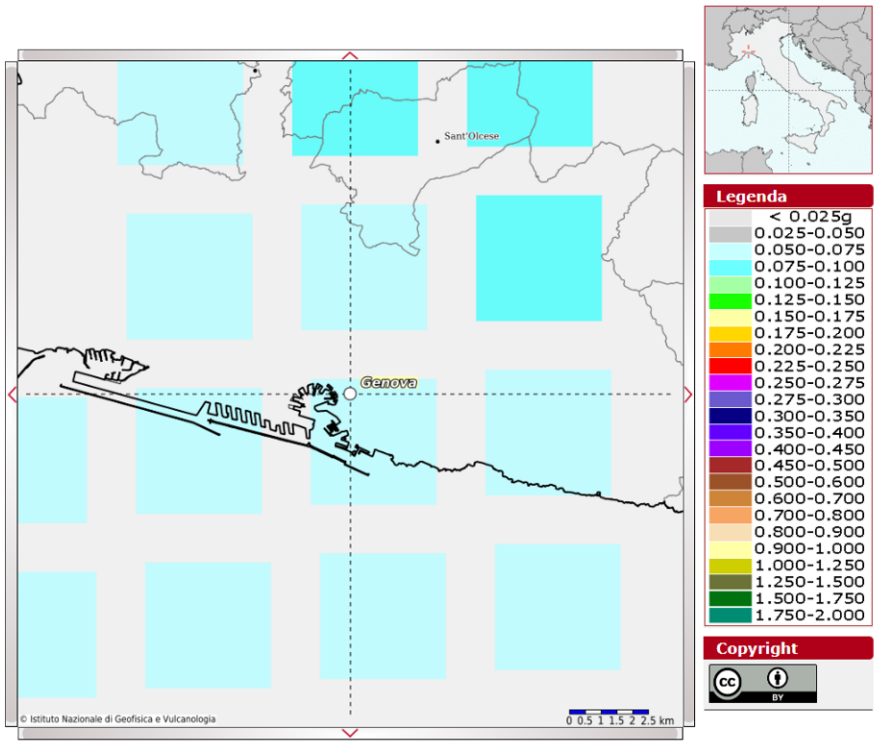


Figura 38: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



Informazioni sul nodo con ID: 16918 - Latitudine: 44.398 - Longitudine: 8.942

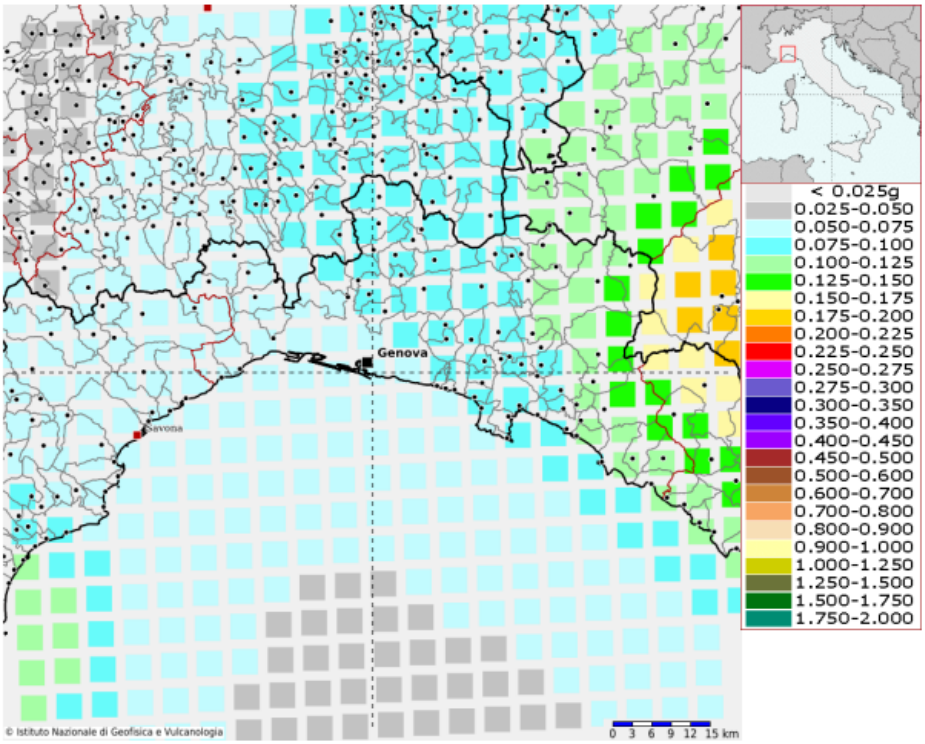


Figura 39: INGV: Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Genova

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

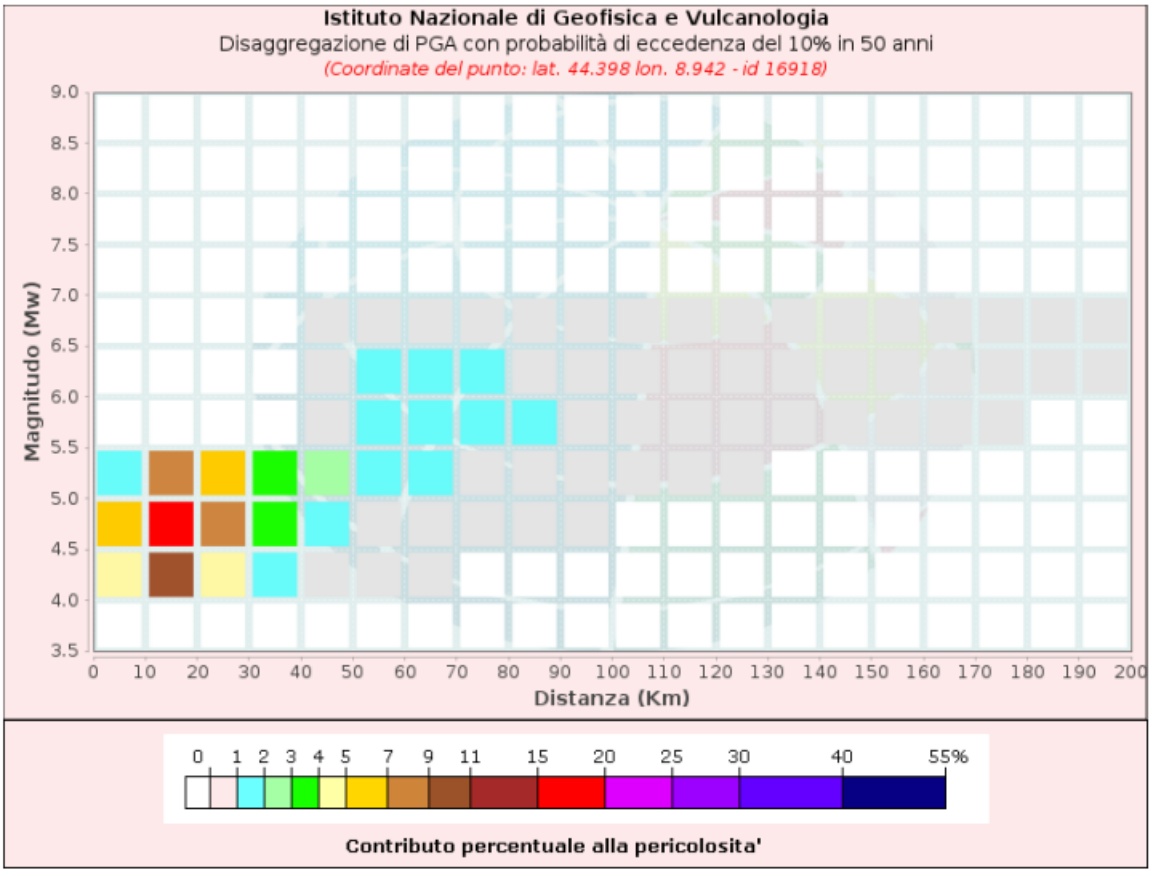


Figura 40: disaggregazione del valore a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

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:

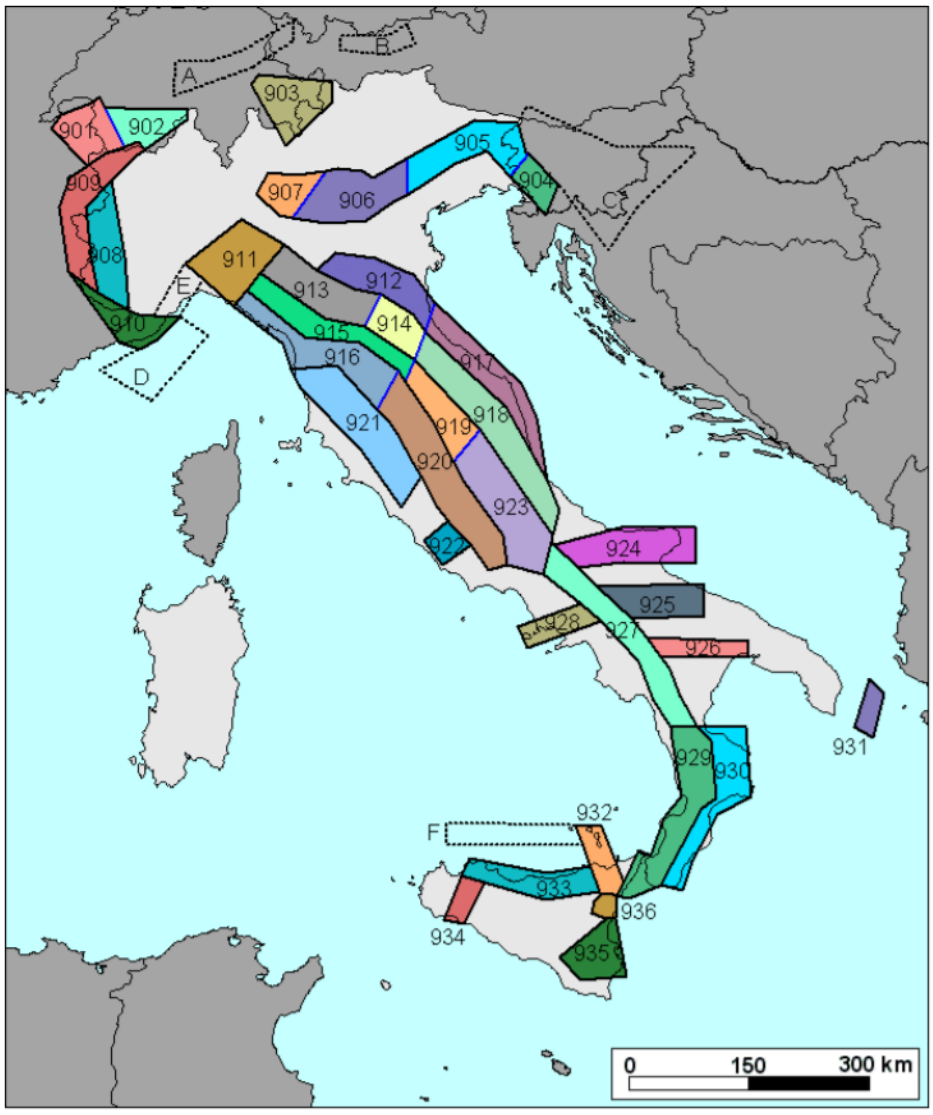


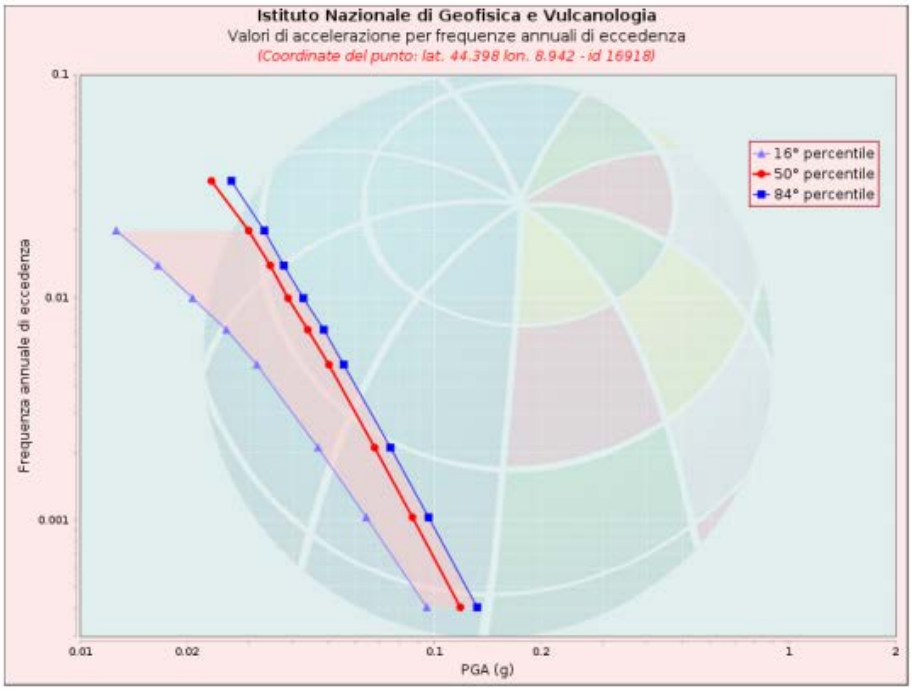
Figura 43: Zonazione sismogenetica ZS9

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.



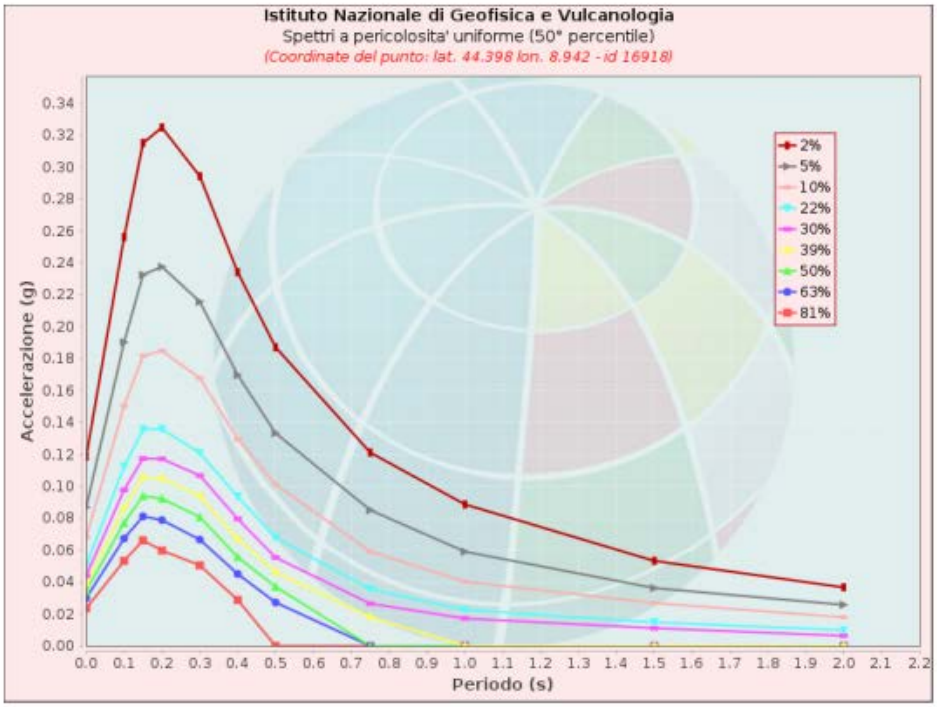
Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza

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
0.0099	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	0.068	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)".

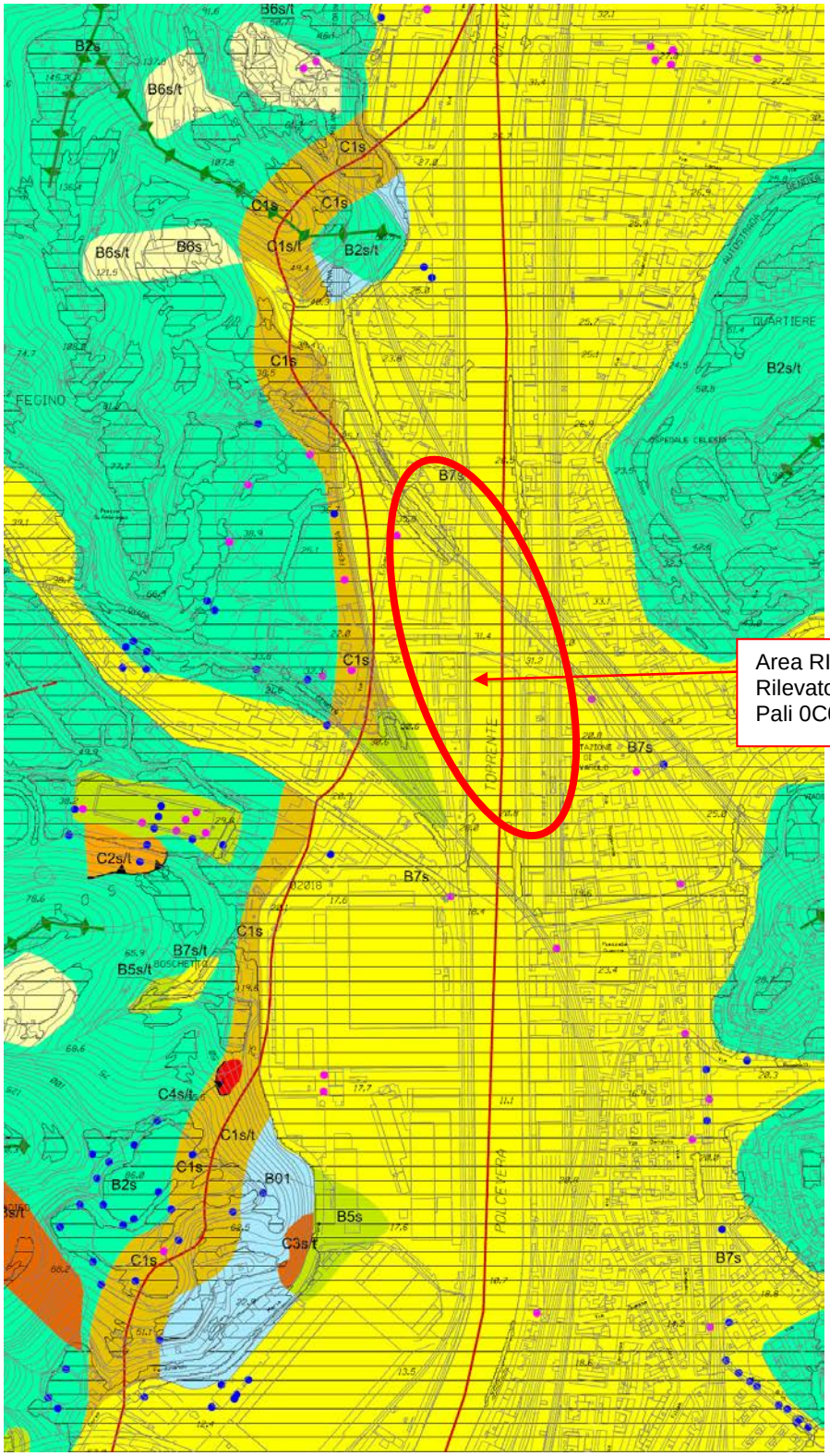


Figura 47: Stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, dal Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova, 2017

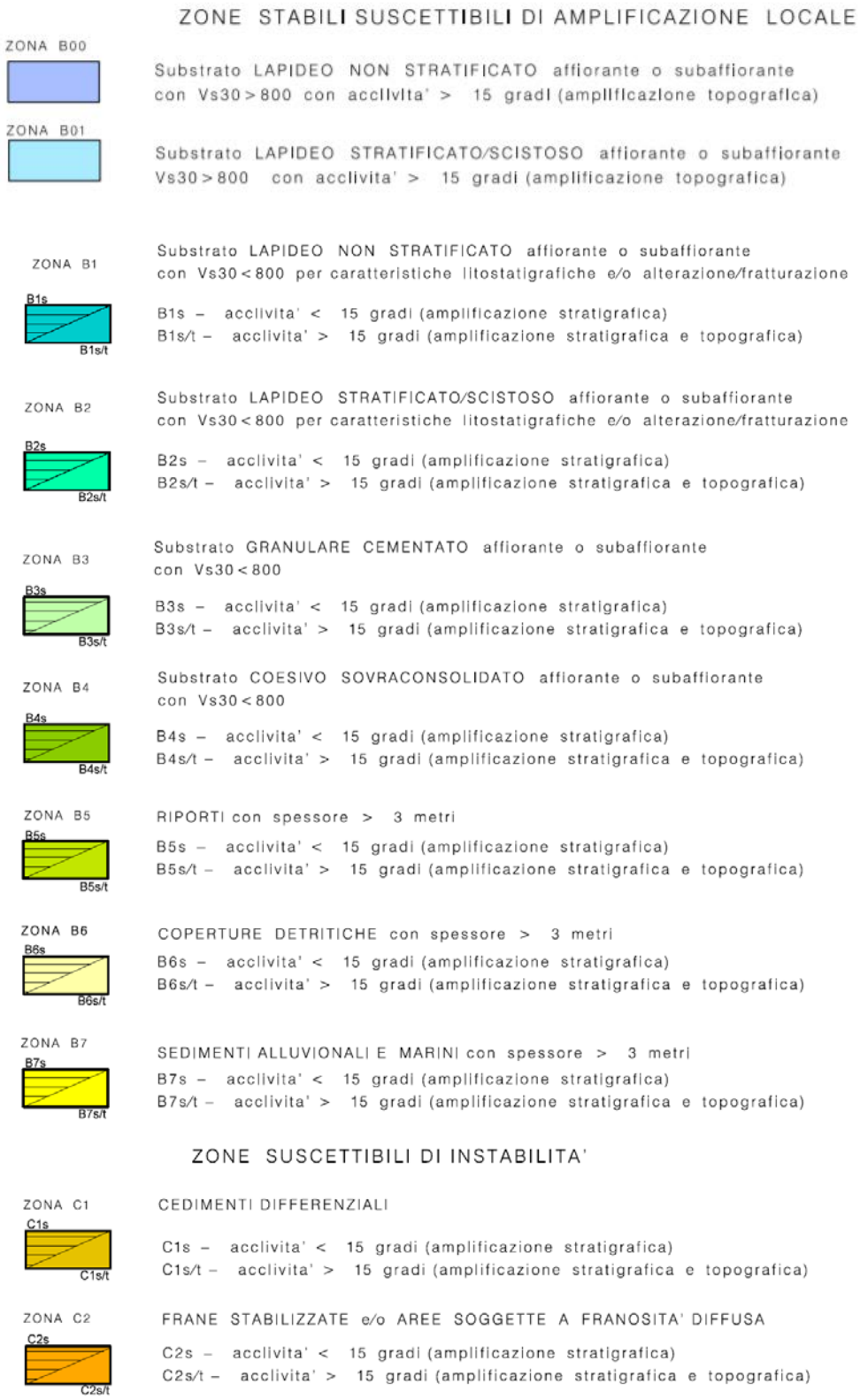


Figura 48: Legenda della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, dal Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova, 2017

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.

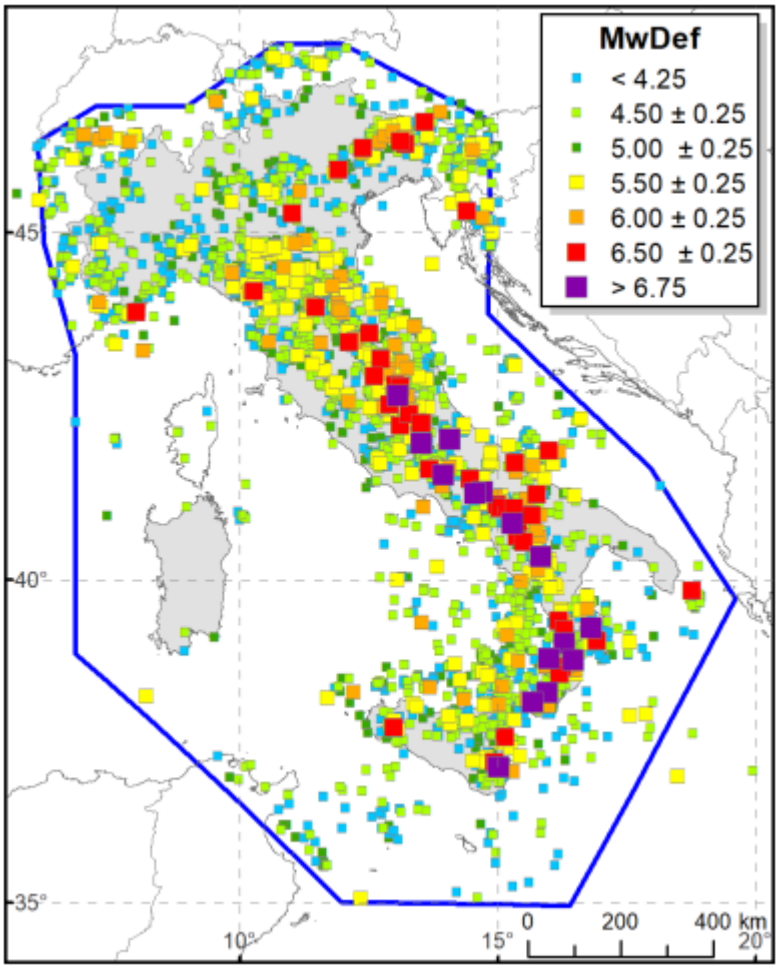


Figura 49 - Distribuzione geografica degli epicentri dei terremoti contenuti in CPTI15 per classi di Mw e limite della copertura spaziale (poligono blu)

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.

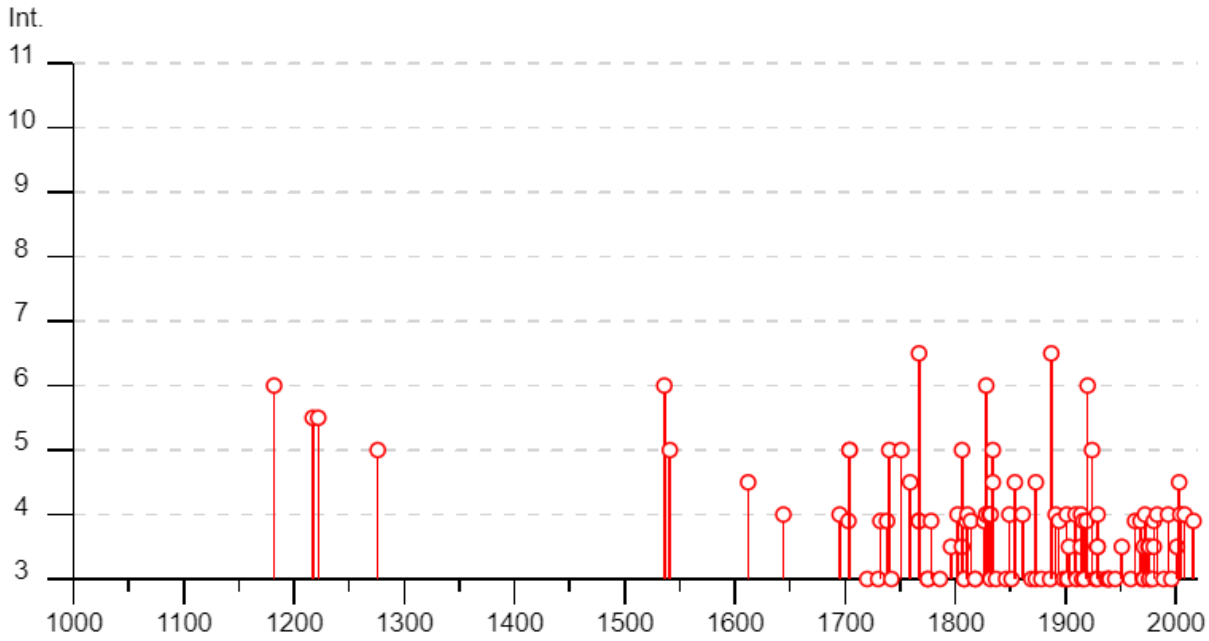
CPTI15 è consultabile liberamente all'indirizzo http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15 e attraverso il "web service" dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/.

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

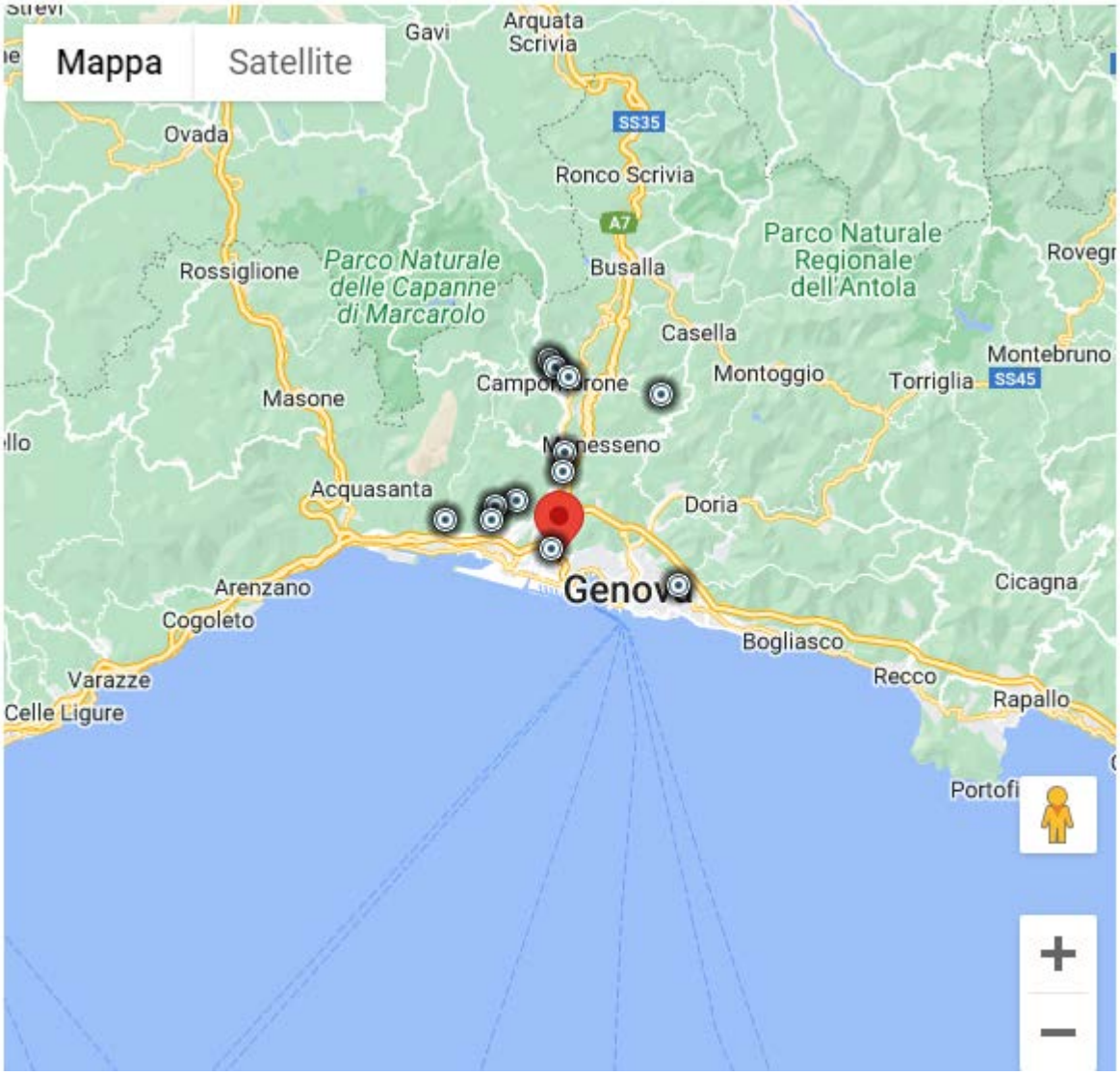


Figura 50: Dati desunti dalla consultazione del CPTI15 e DBMI15 per l'area di Genova (GE)

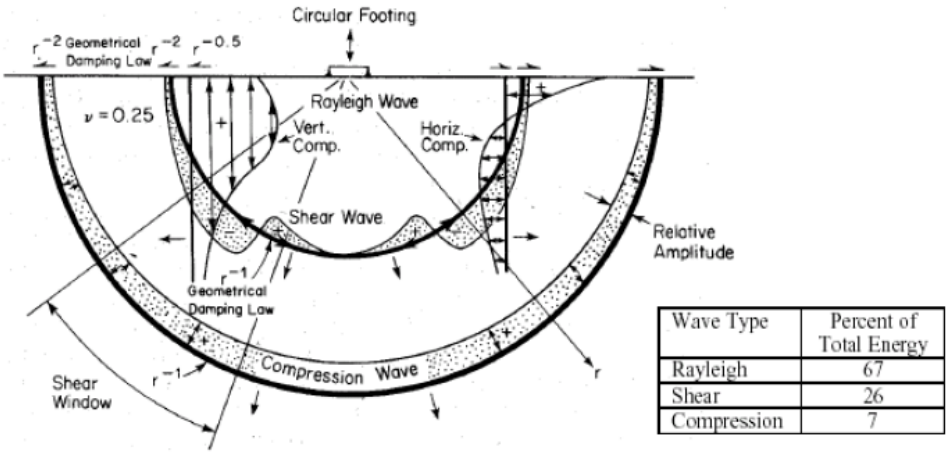
14.4 Indagini sismiche in sito

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

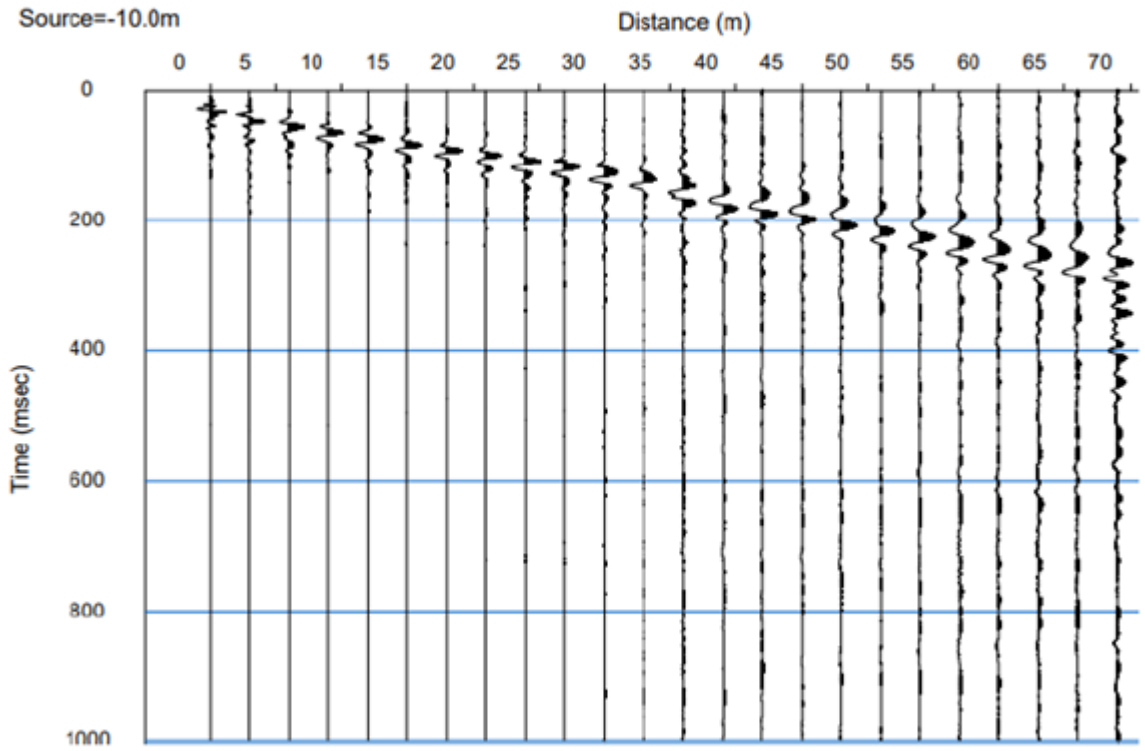
Le indagini MASW hanno consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs che, com'è noto, può essere ritenuto esaustivo del profilo verticale di Vs nel punto centrale dello stendimento.

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 - 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



SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE

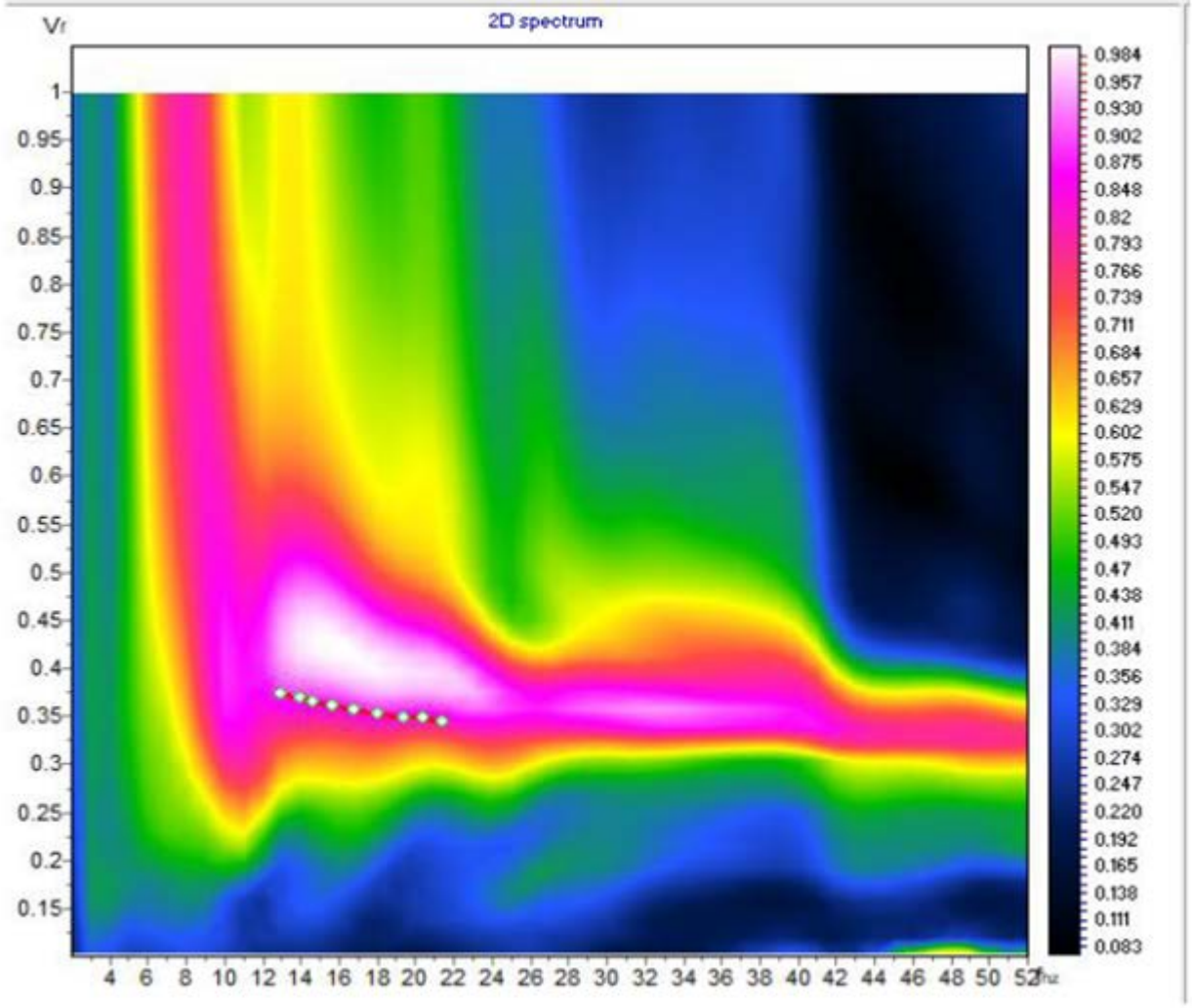
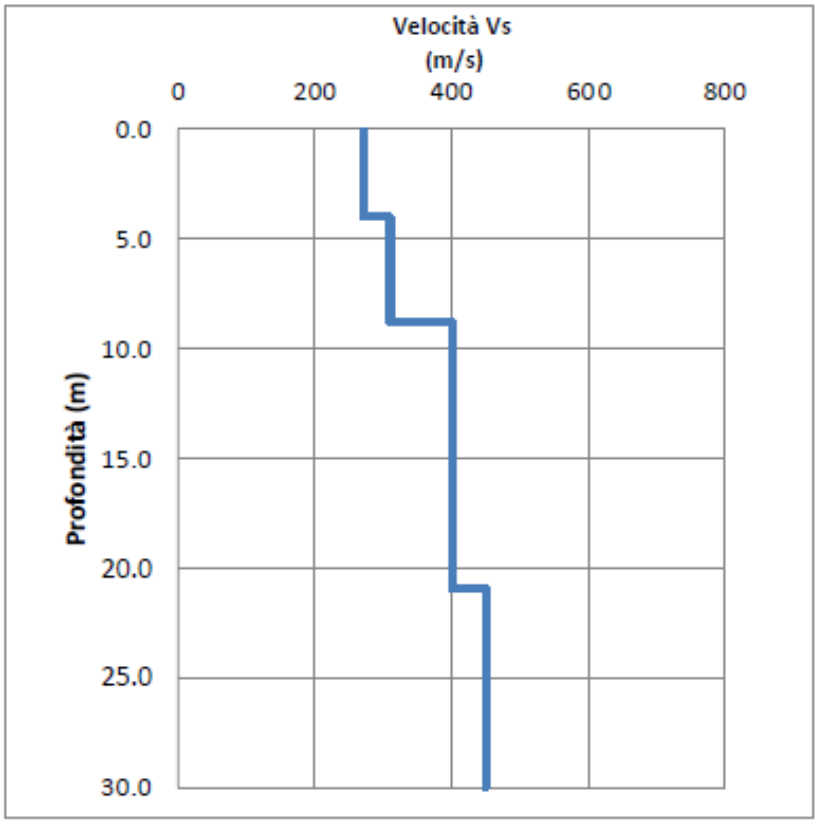


GRAFICO & TABELLA Vs - h				
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	4.00	4.00	270.00
2	4.00	8.80	4.80	310.00
3	8.80	20.90	12.10	400.00
4	20.90	inf.	inf.	450.00

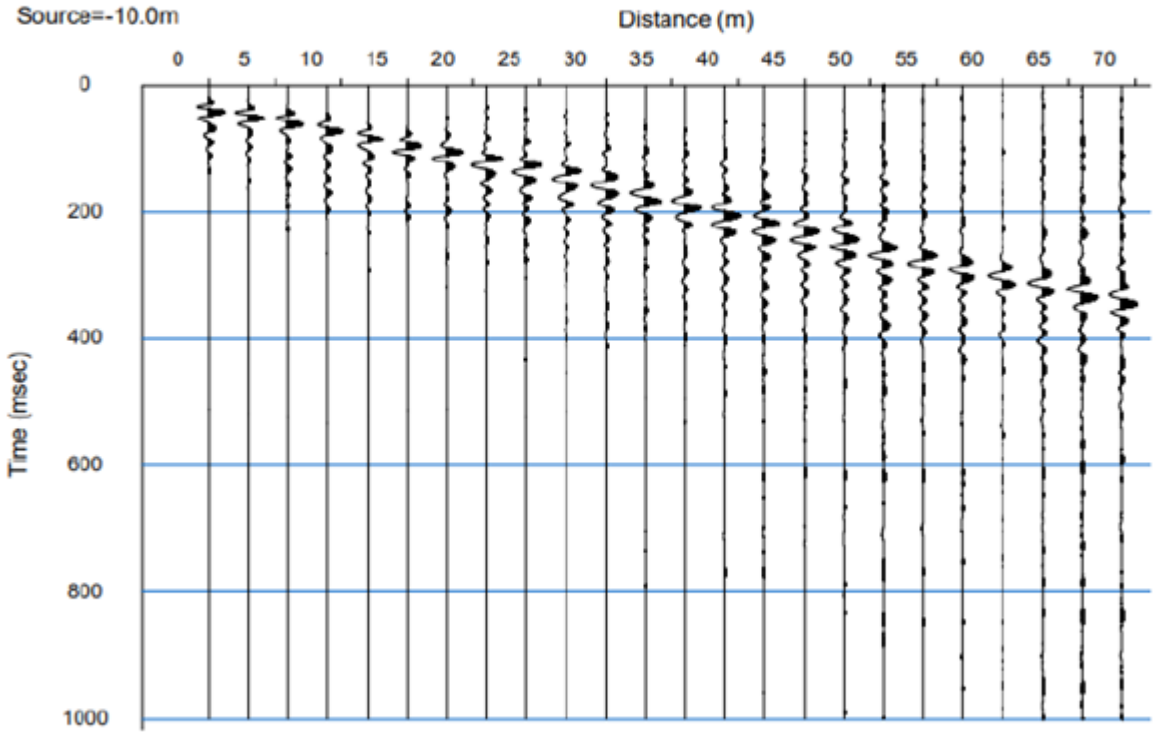
Vs eq (0 - 30)	371
Suolo	B



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 - 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



SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE

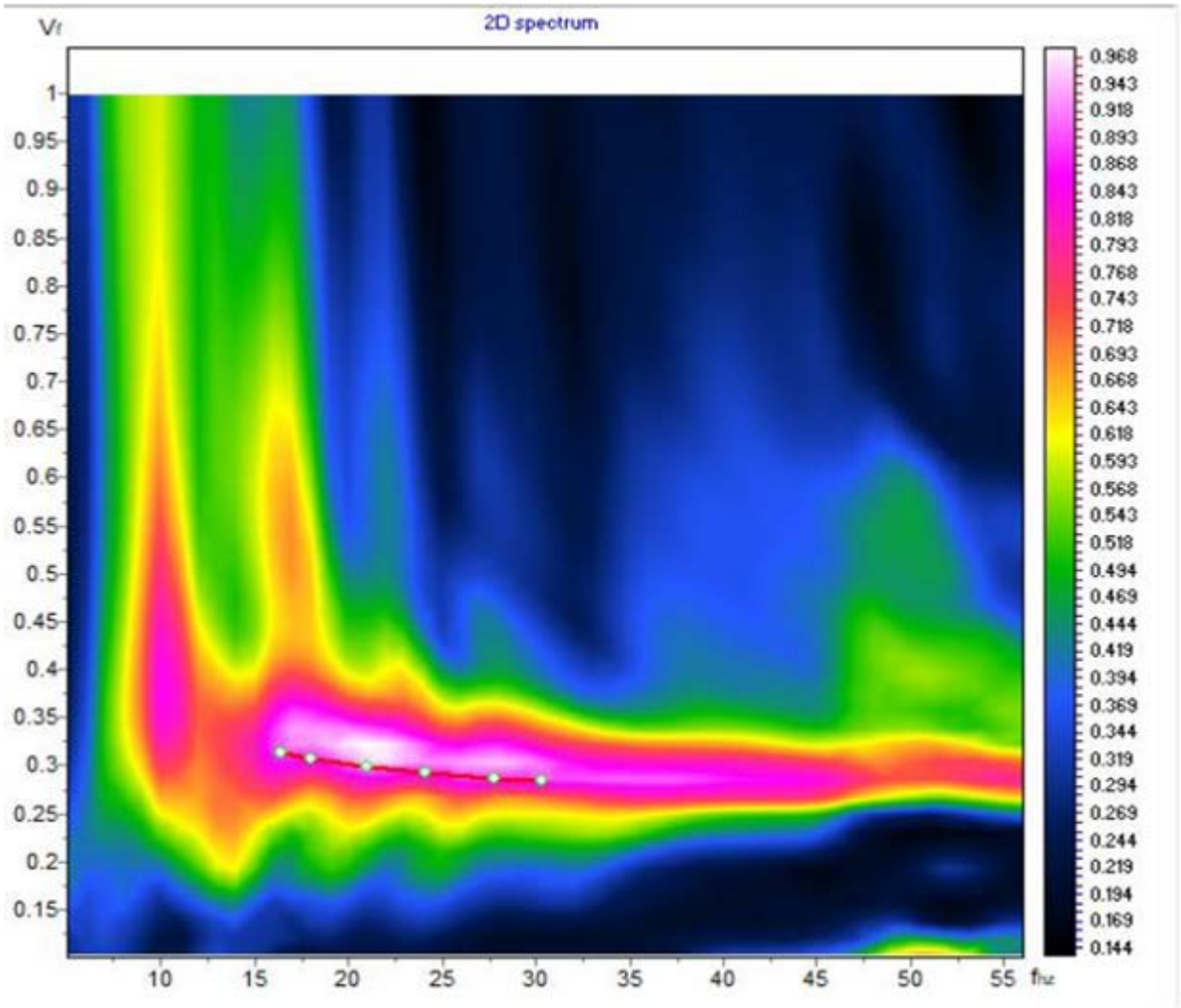
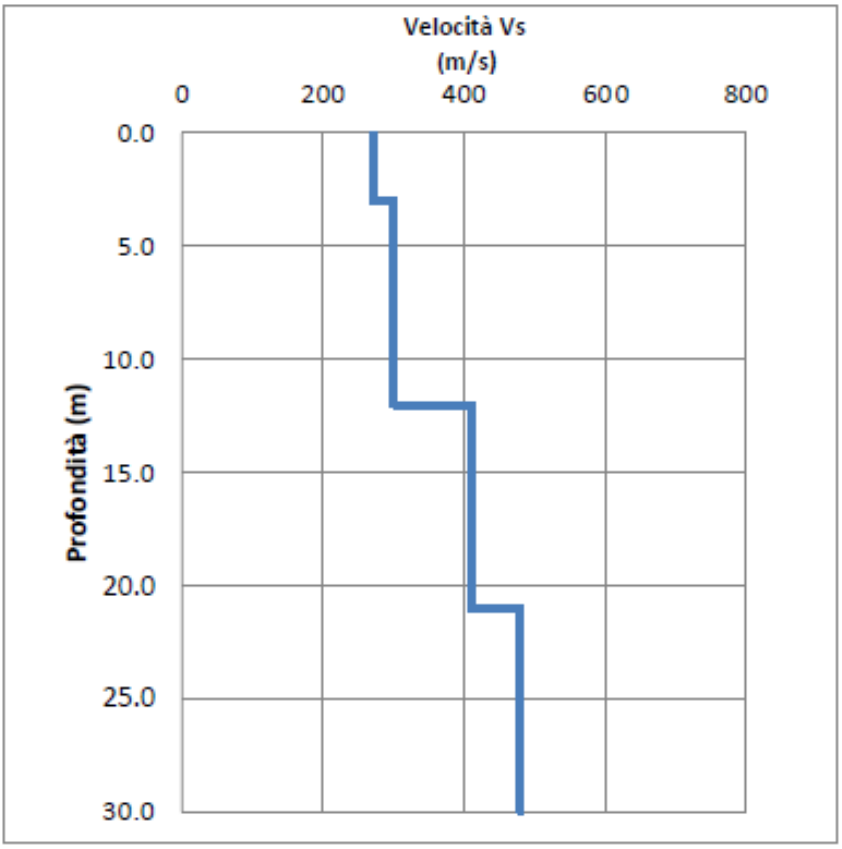


GRAFICO & TABELLA Vs - h				
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	3.00	3.00	270.00
2	3.00	12.00	9.00	300.00
3	12.00	21.00	9.00	410.00
4	21.00	inf.	inf.	480.00

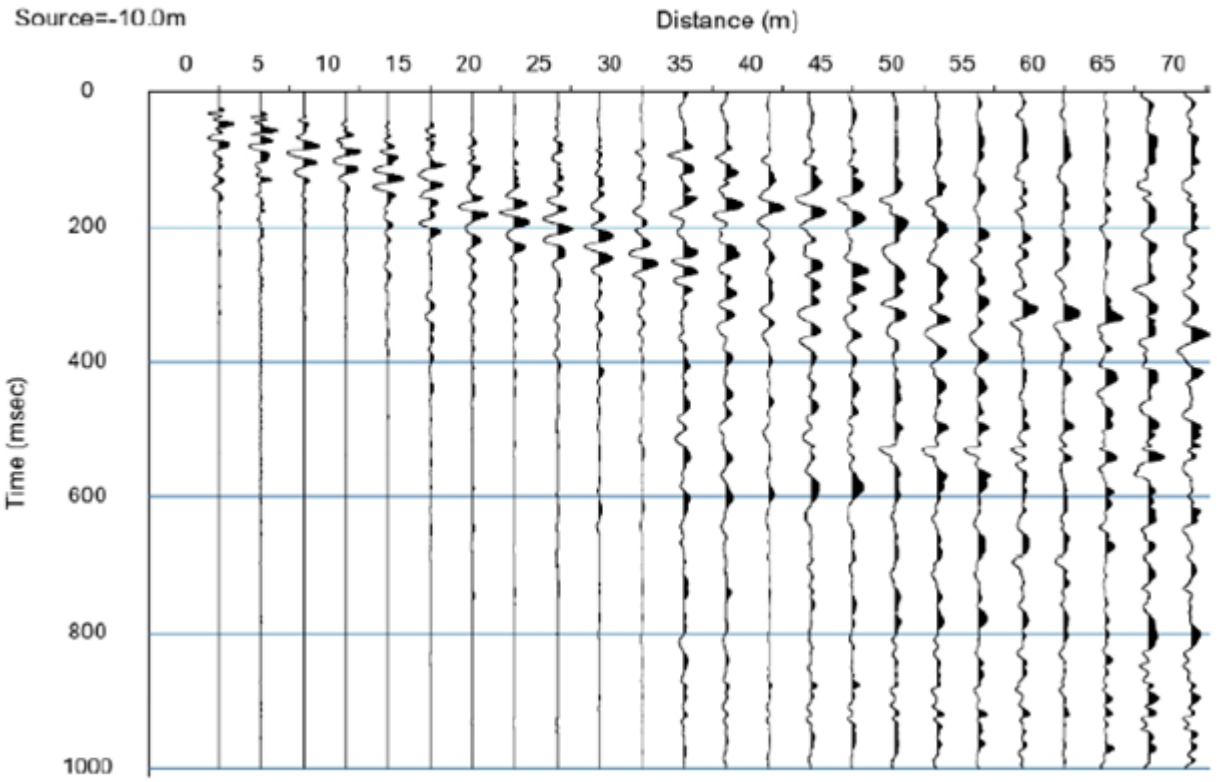
Vs eq (0 - 30)	367
Suolo	B



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 - 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



SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE

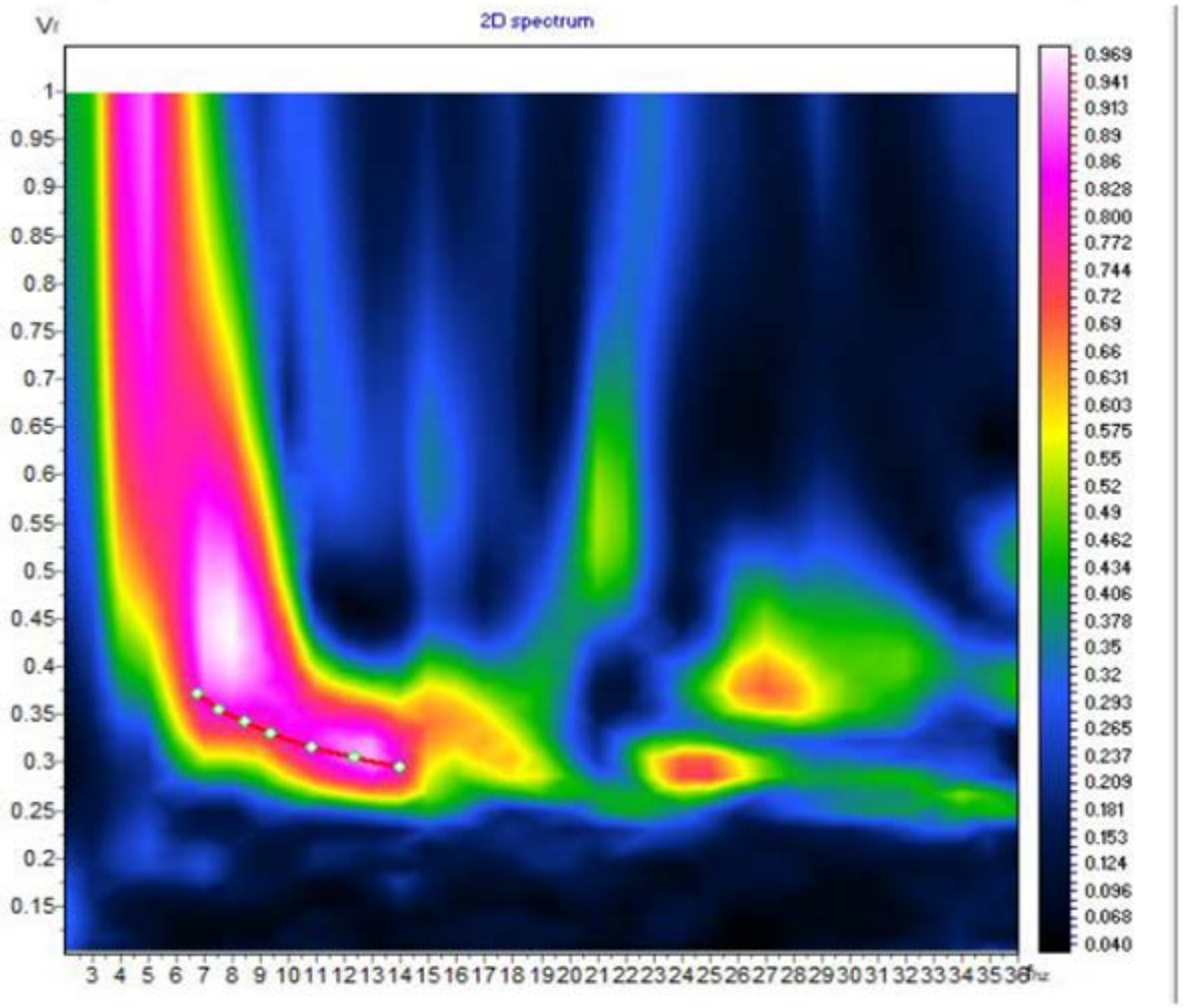
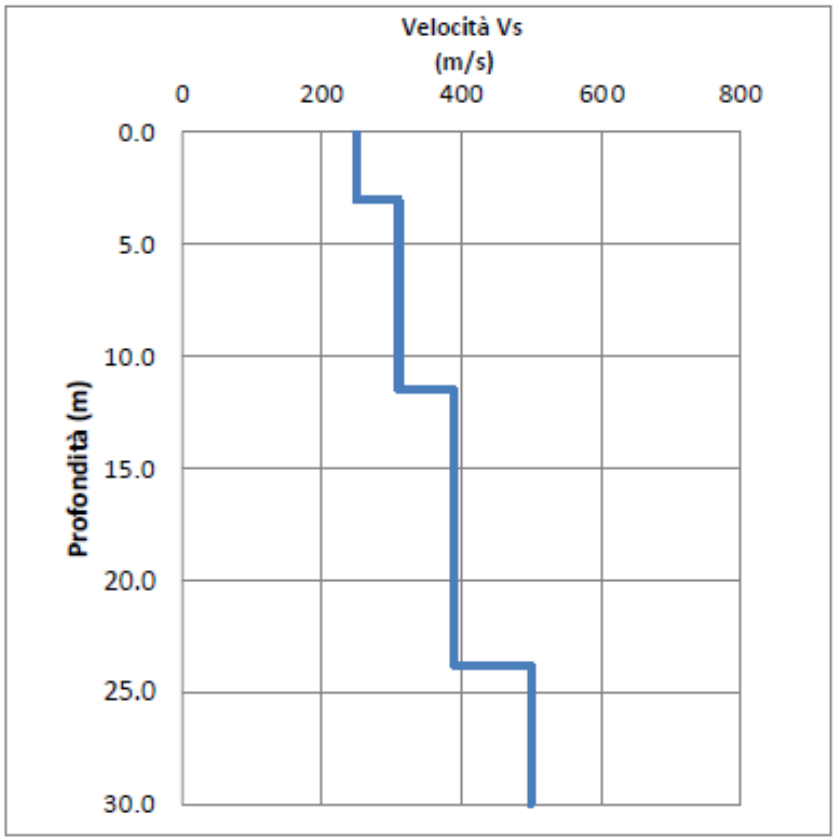


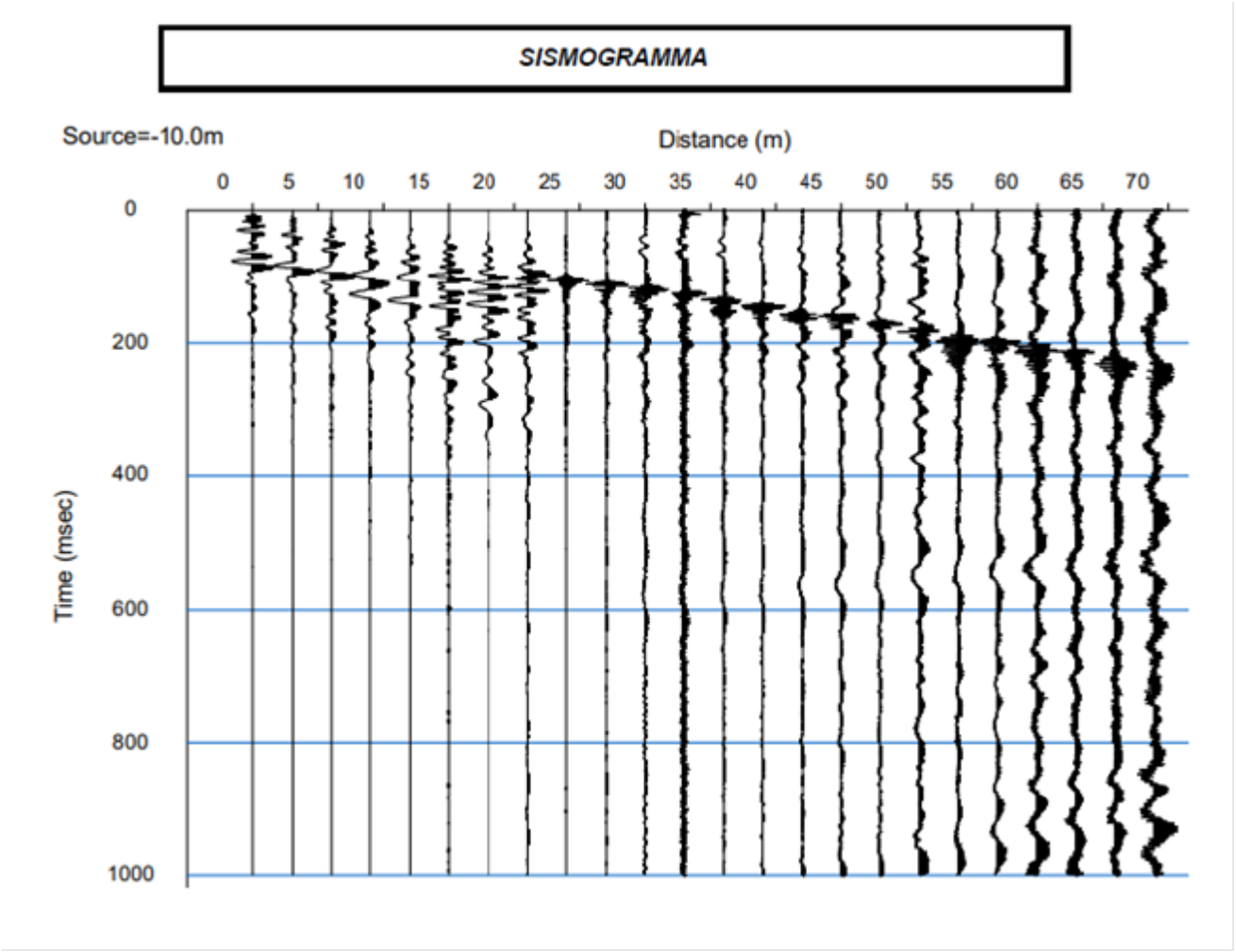
GRAFICO & TABELLA Vs - h				
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	3.00	3.00	250.00
2	3.00	11.50	8.50	310.00
3	11.50	23.80	12.30	390.00
4	23.80	inf.	inf.	500.00

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 (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 7		
DATA DI ESECUZIONE	22/09/2020		
COORDINATE	**Y**	44°26'25.05"N	
	X	8°53'17.56"E	


SISMOGRAMMA
Source=-10.0m
Distance (m)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
Time (msec)
0
200
400
600
800
1000

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE

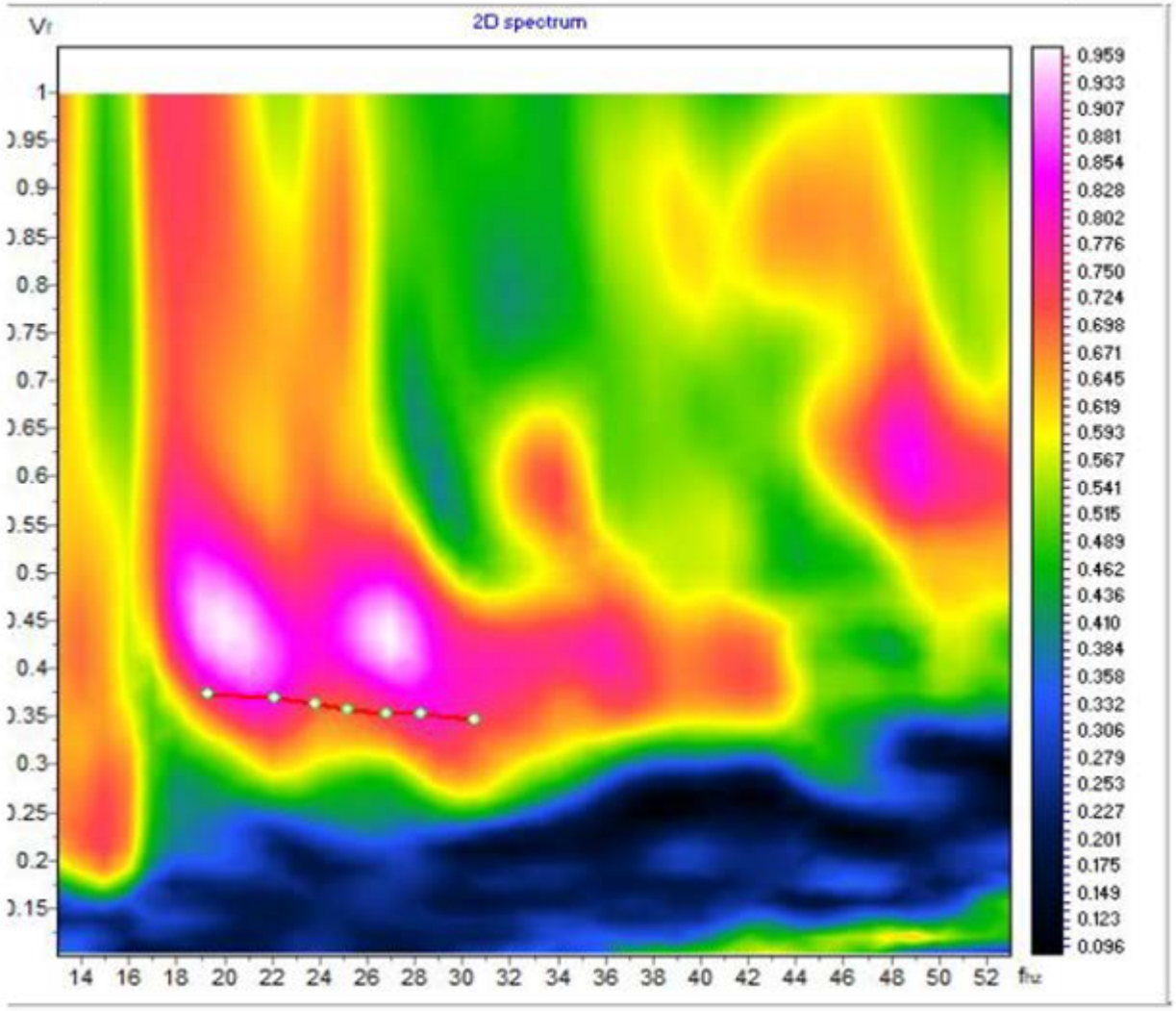
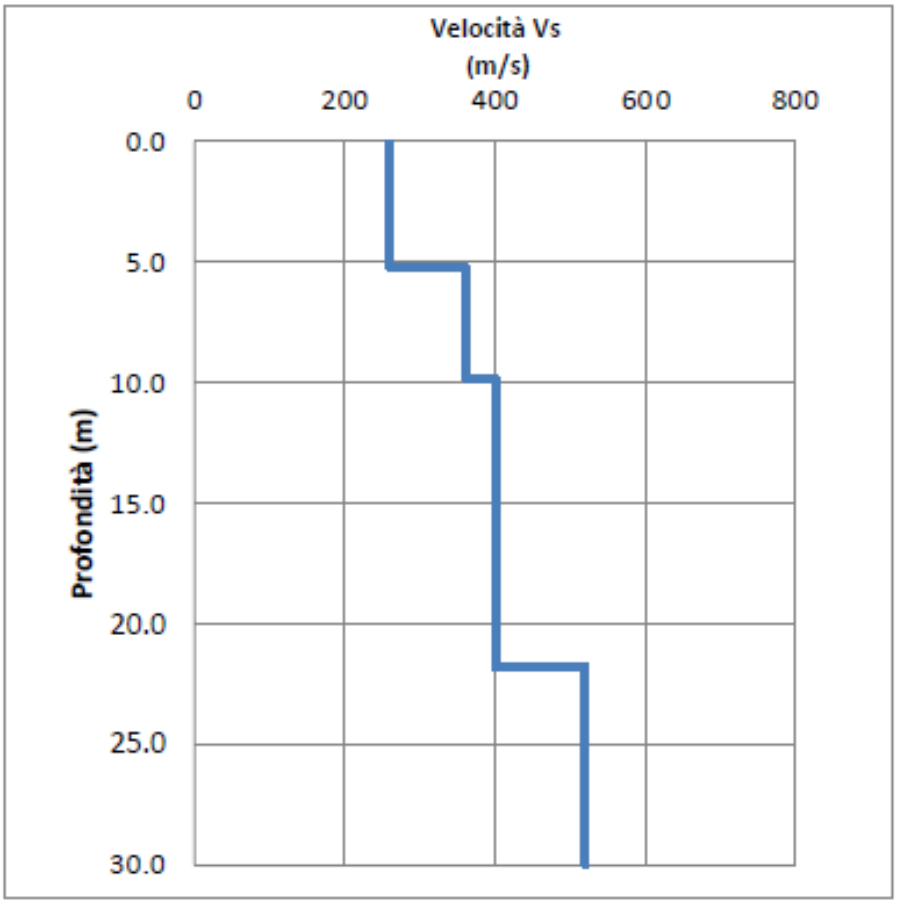


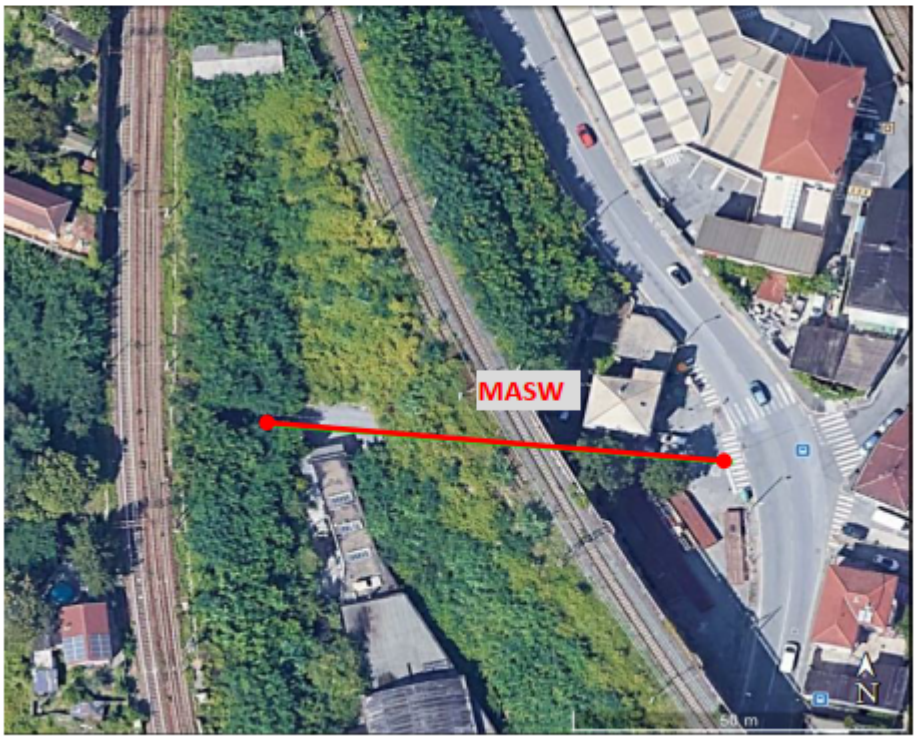
GRAFICO & TABELLA Vs - h				
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	5.20	5.20	260.00
2	5.20	9.80	4.60	360.00
3	9.80	21.80	12.00	400.00
4	21.80	inf.	inf.	520.00

Vs eq (0 - 30)	382
Suolo	B

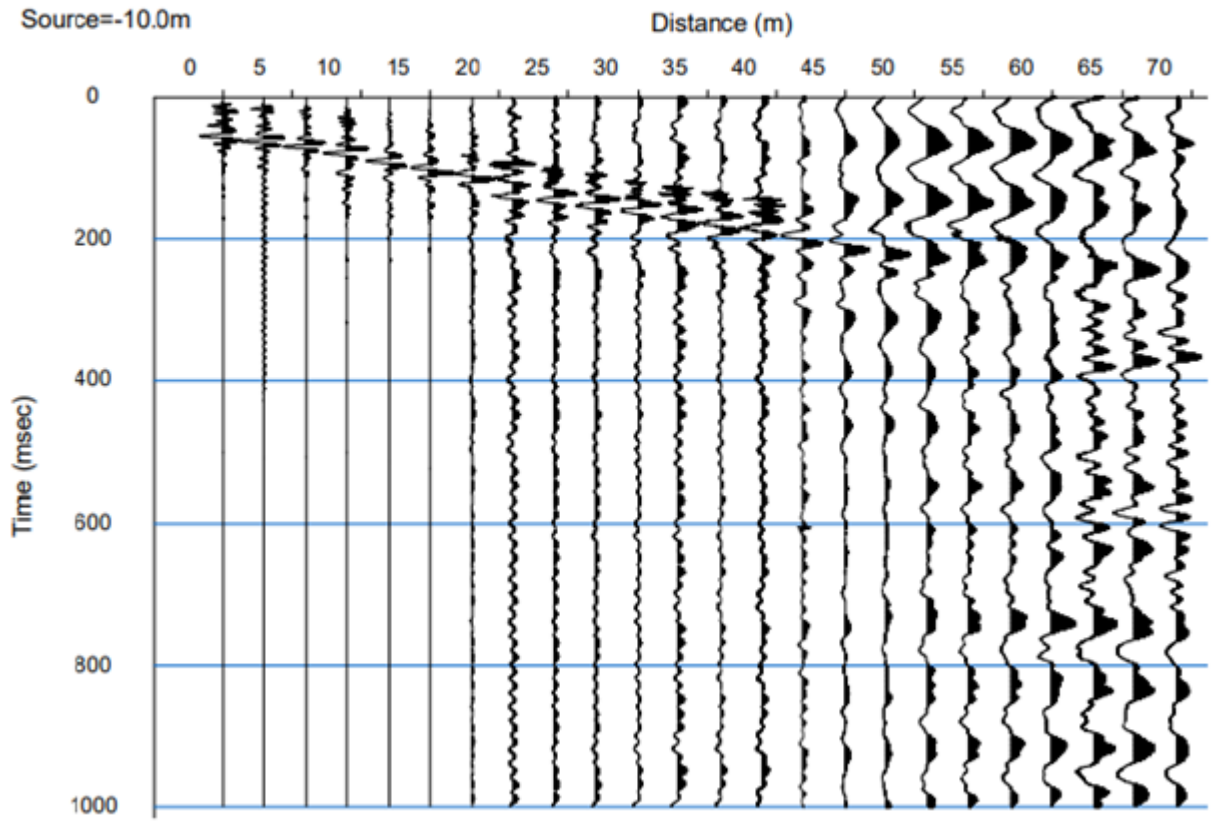


14.4.1.5 MASW8

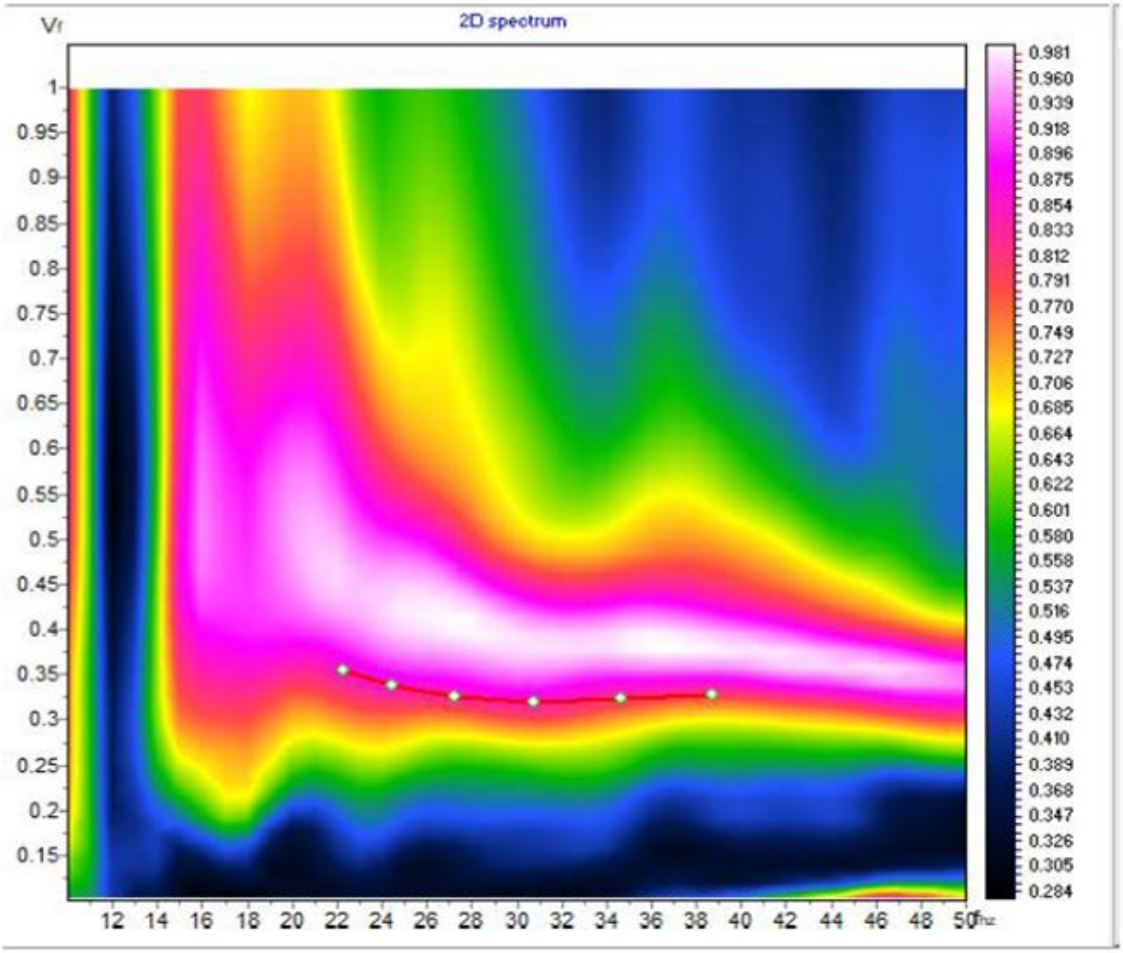
CLIENTE:	COCIV S.P.A.		
LAVORO:	Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera.		
UBICAZIONE:	GENOVA (GE)		
NOME TEST:	MASW 8		
DATA DI ESECUZIONE	23/09/2020		
COORDINATE	**Y**	44°26'25.86"N	
	X	8°53'15.48"E	



SISMOGRAMMA



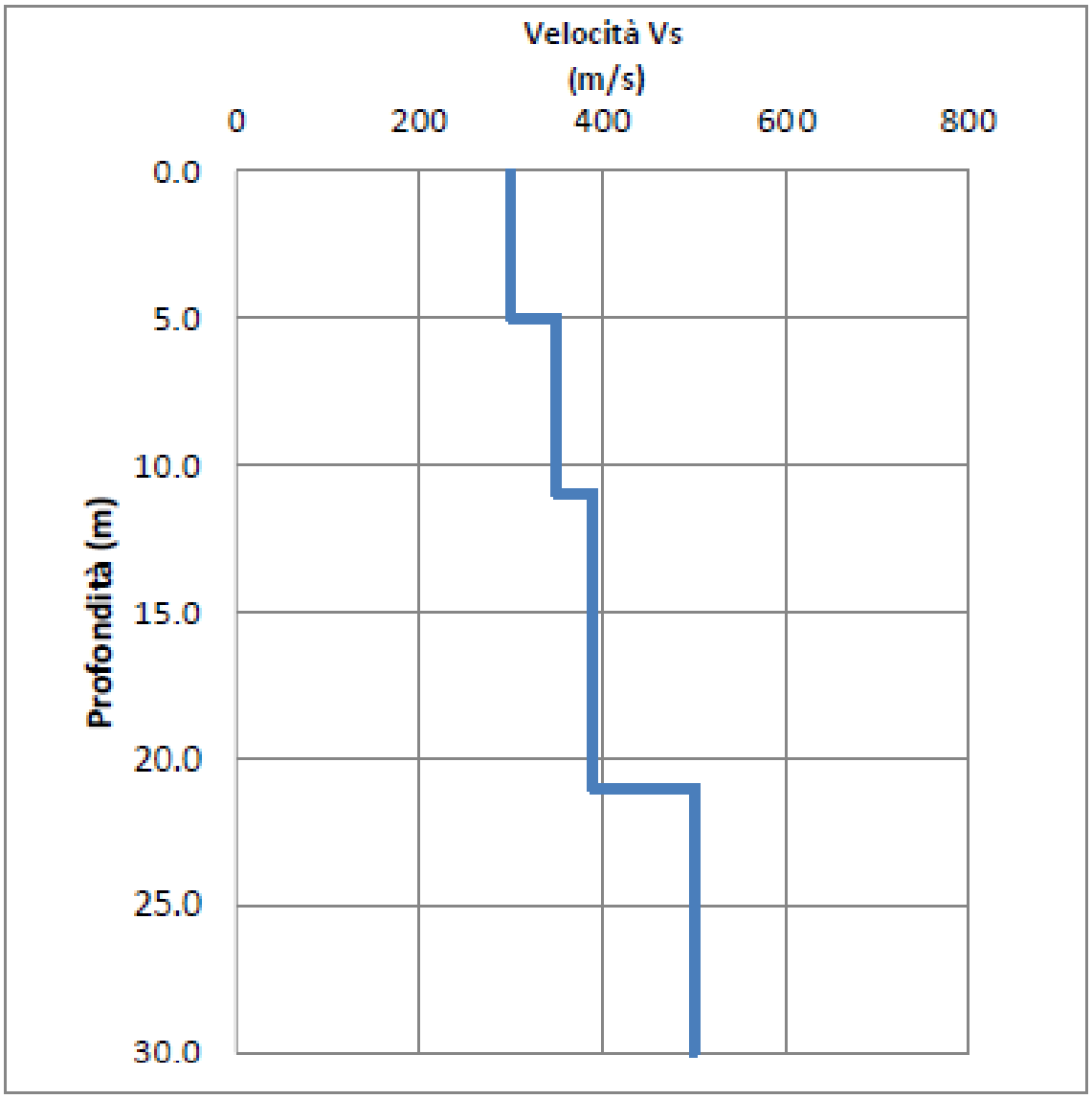
SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



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

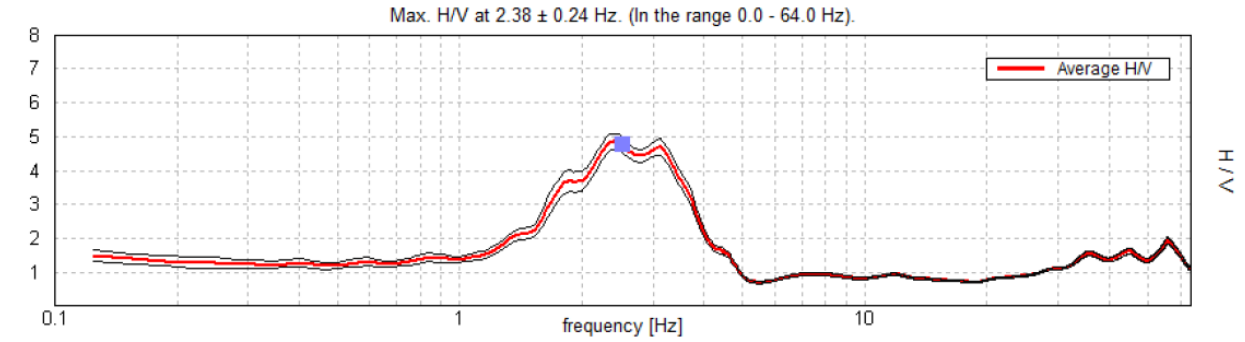
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'12.04"N	8°53'36.99"E

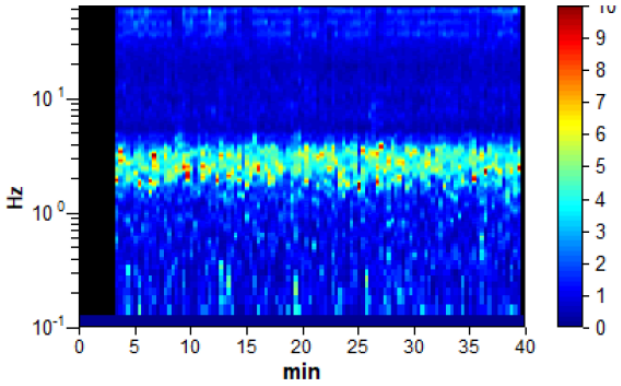
COCIV_HVSR_4_PONTE
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 15:39:11 Fine registrazione: 23/09/20 16:19:11
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

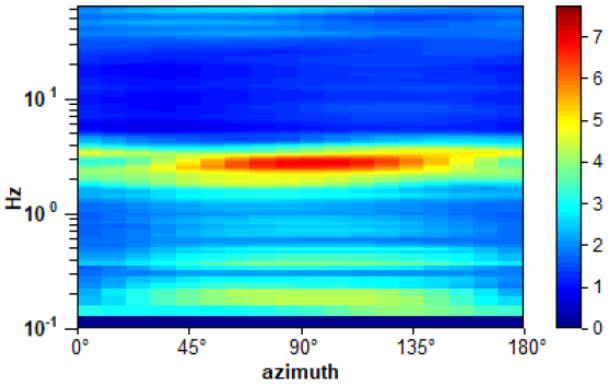
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



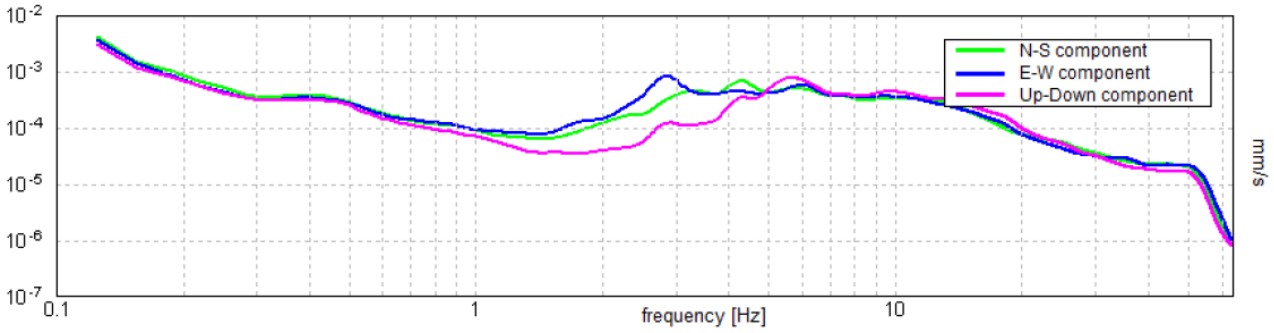
H/V TIME HISTORY



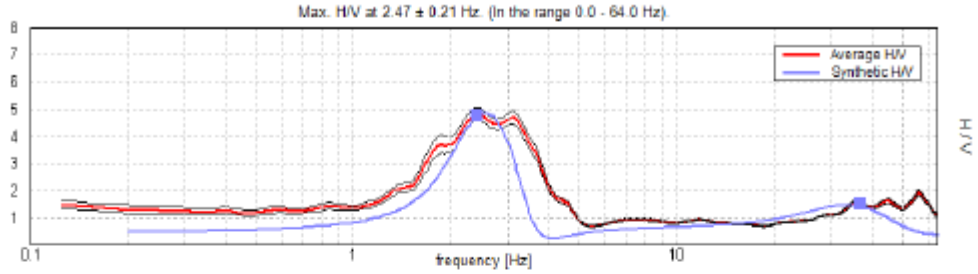
DIRECTIONAL H/V



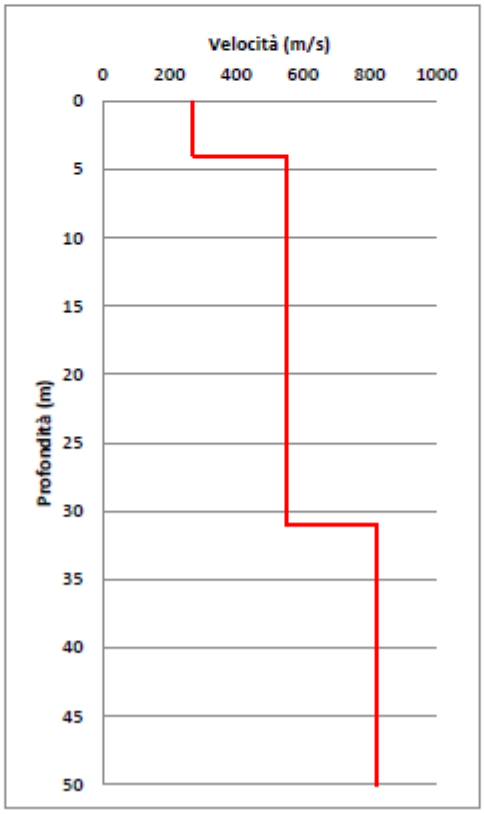
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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	
$n_c(f_0) > 200$	5925.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ 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
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	6.18697 < 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
σ_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 $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

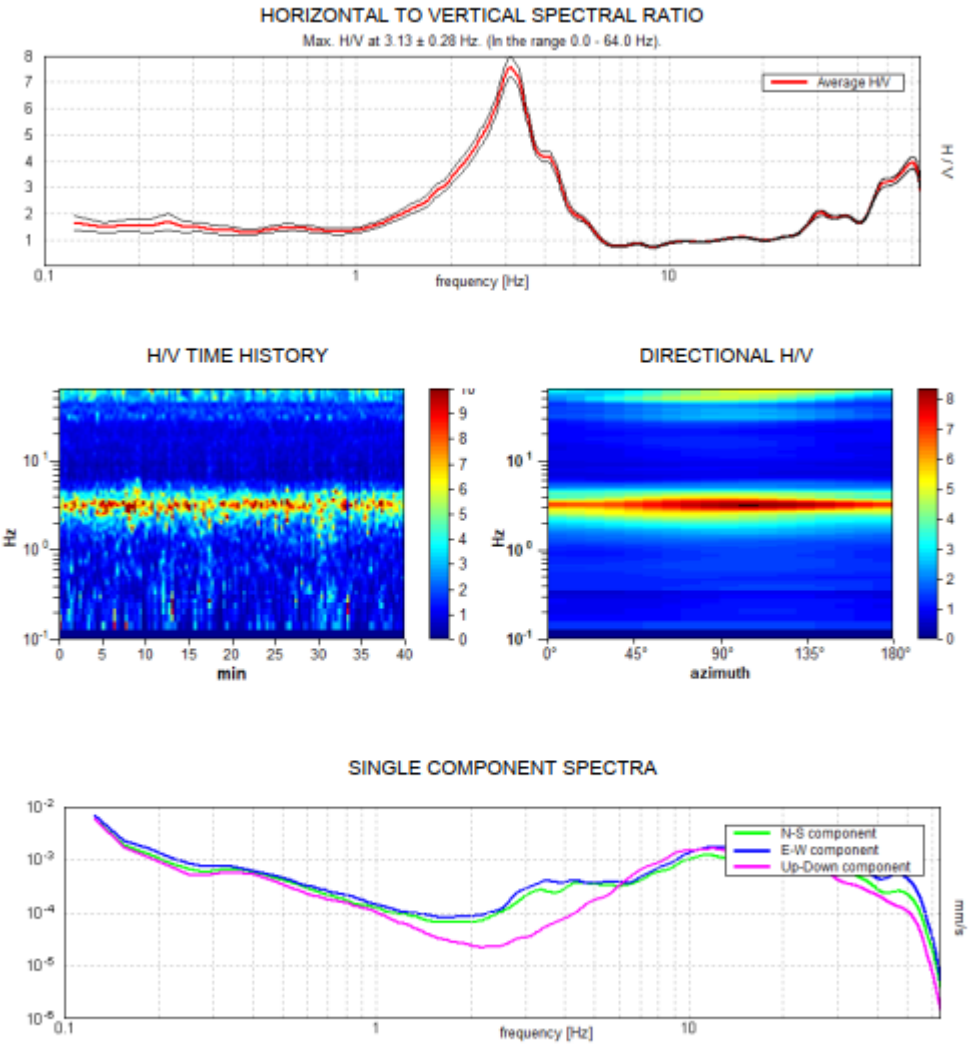
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Ubicazione

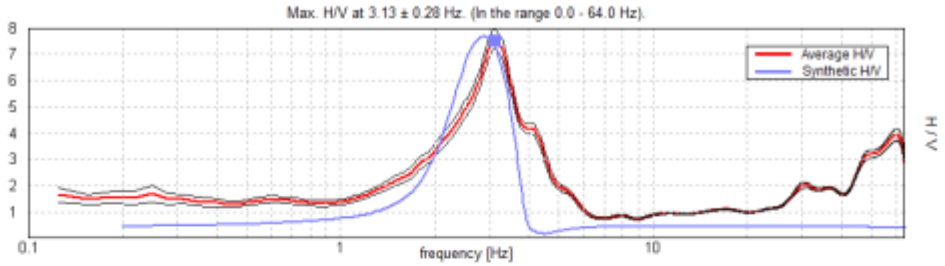
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'17.22"N	8°53'28.21"E

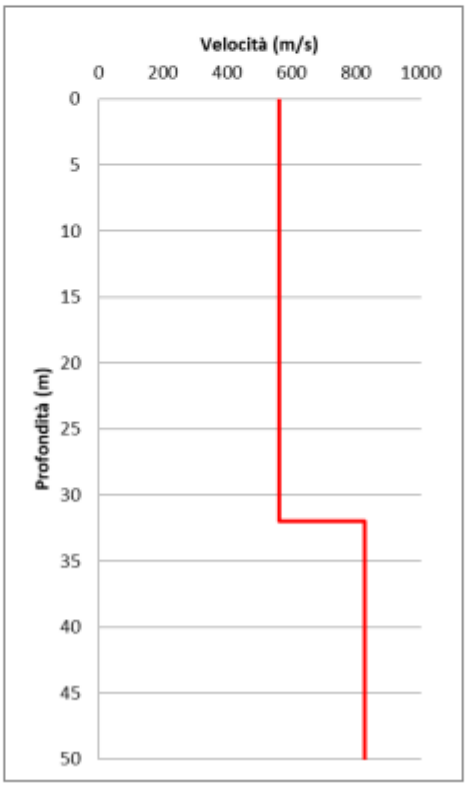
COCIV _HVSR_4_MONTE
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 14:11:46 Fine registrazione: 24/09/20 14:51:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". 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
Max. H/V at 3.13 ± 0.28 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).
Average H/V
H / V
frequency [Hz]
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
m/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 $\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

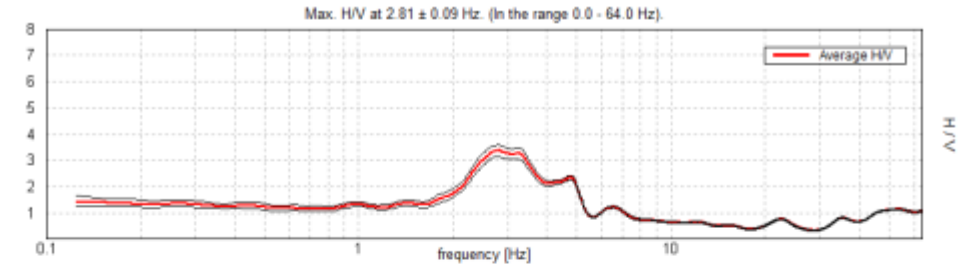
Foto acquisizione

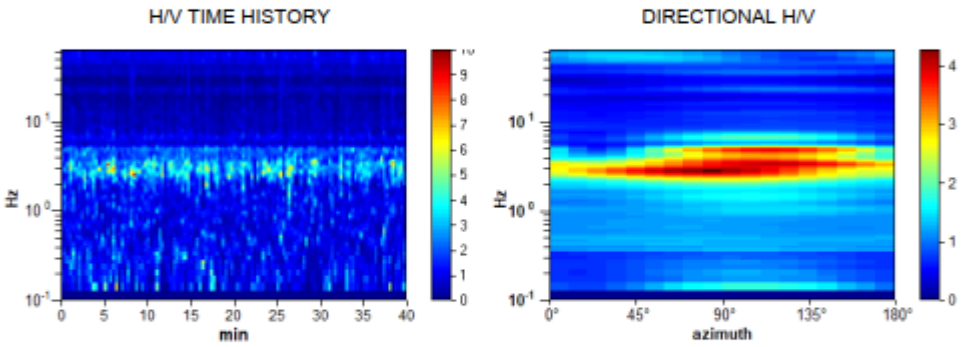
Latitudine	Longitudine
44°26'13.52"N	8°53'29.98"E

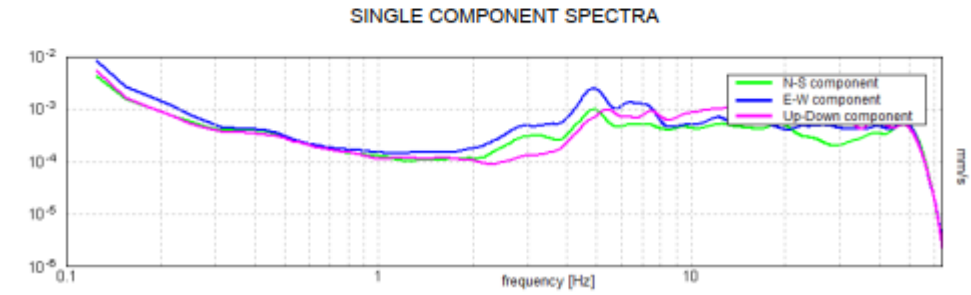
COCIV_HVSR_4_VALLE
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 17:30:28 Fine registrazione: 23/09/20 18:10:28
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

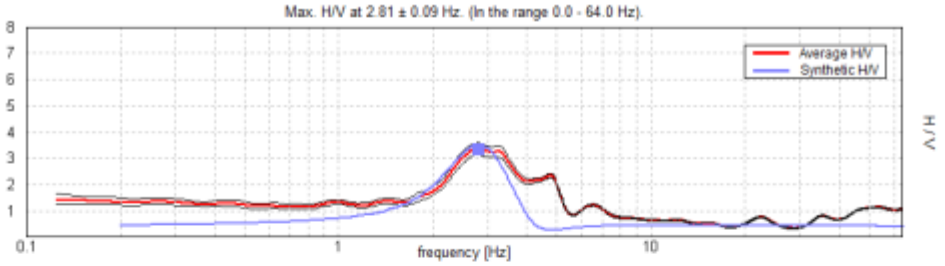
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO


Max. H/V at 2.81 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).
Average H/V
H / V
frequency [Hz]

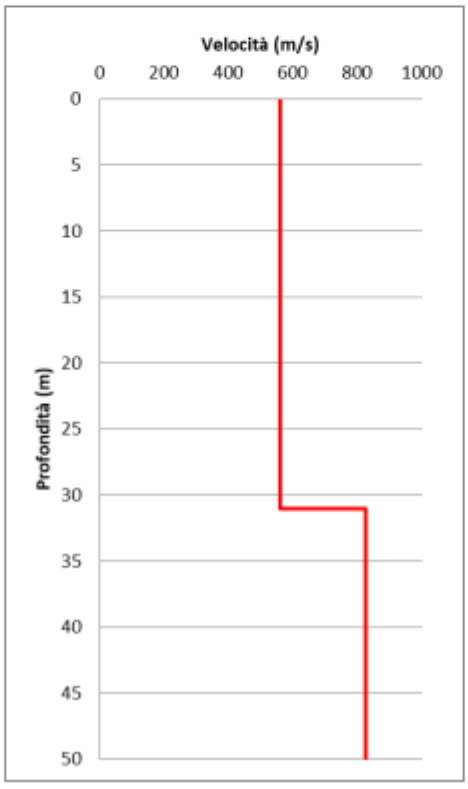

H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth


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 $\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

14.4.2.2 HVSR 5

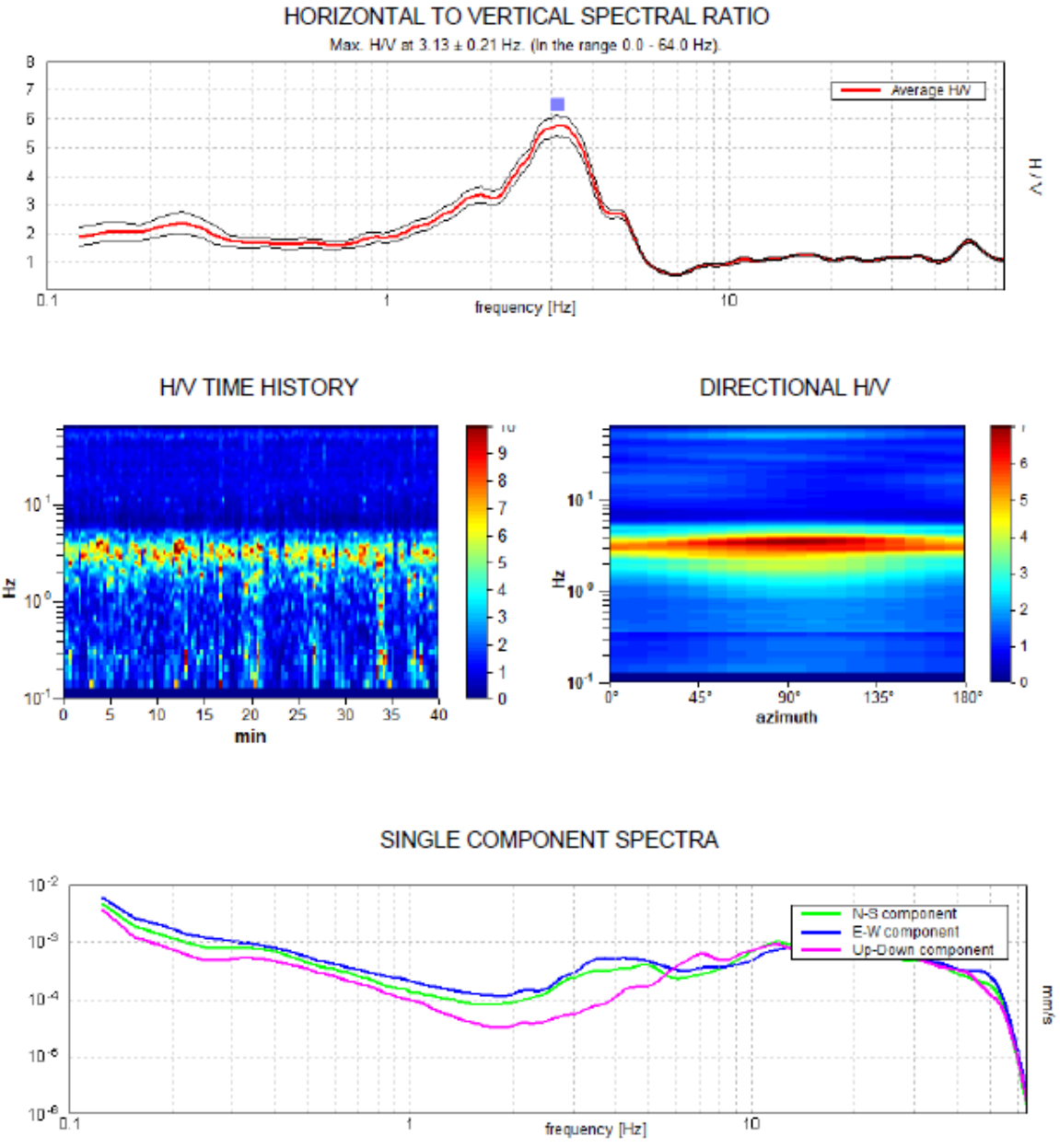
Ubicazione

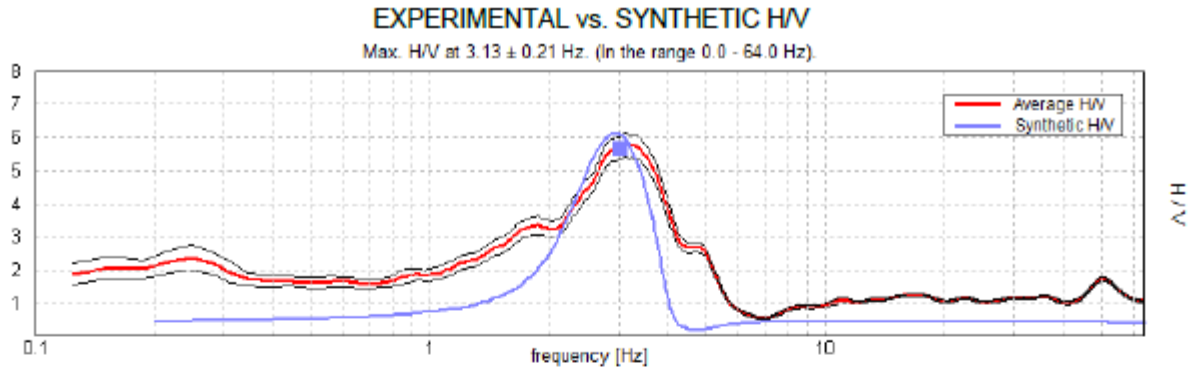
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'20.32"N	8°53'21.20"E

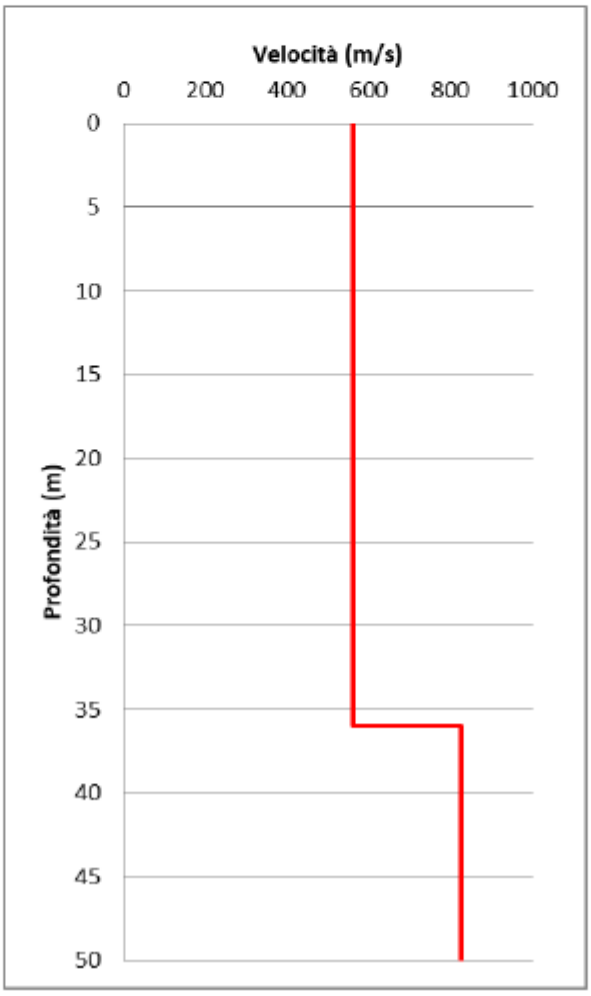
COCIV _HVSR_5_PONTE

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
frequency [Hz]
H/V
H/V TIME HISTORY
min
Hz
DIRECTIONAL H/V
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
frequency [Hz]
mm/s



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 $\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

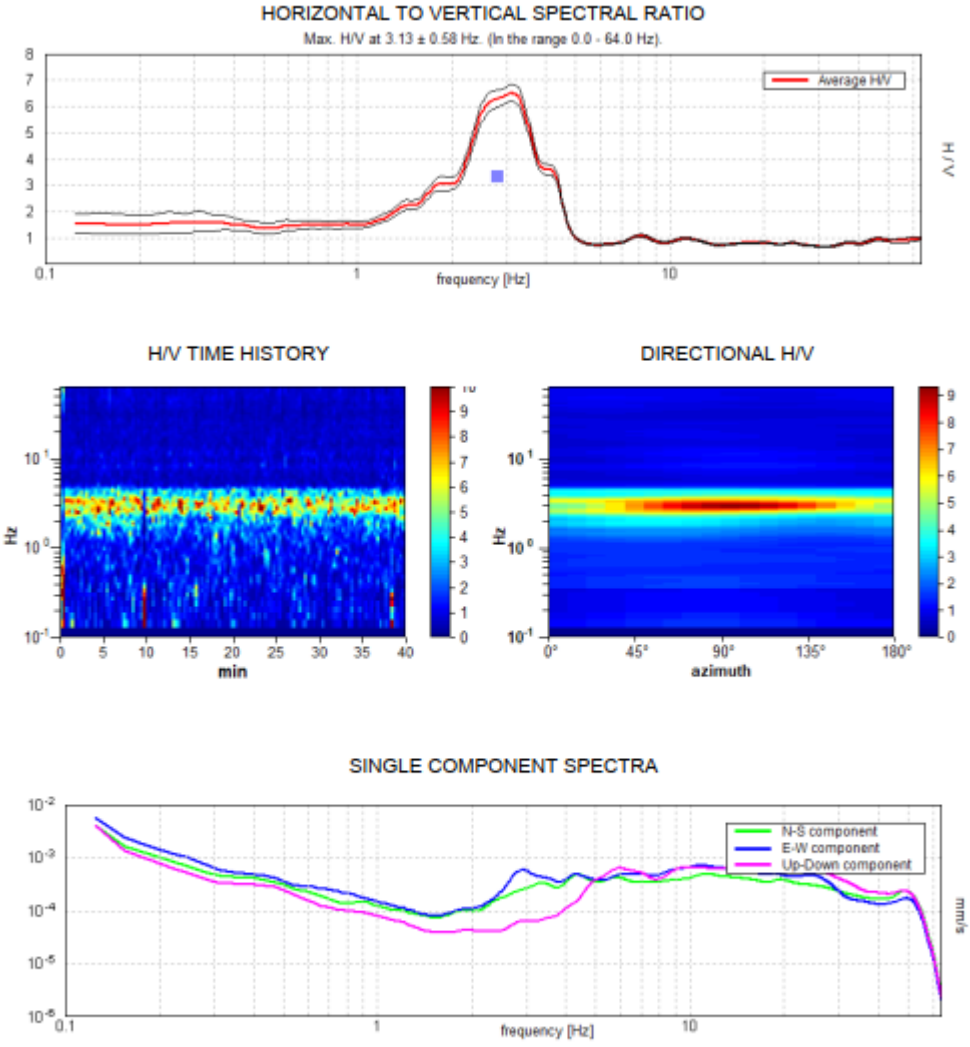
Ubicazione

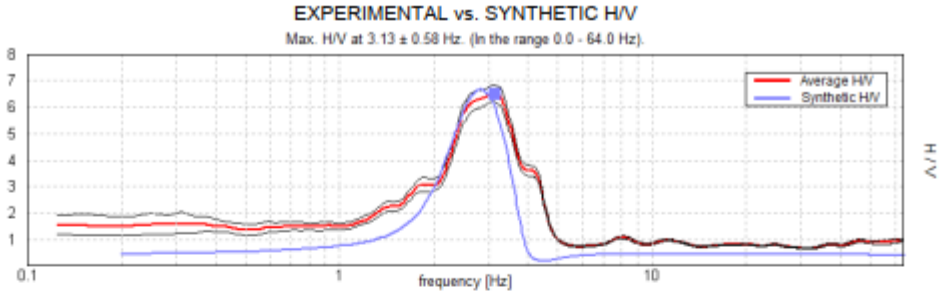
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'23.33"N	8°53'20.87"E

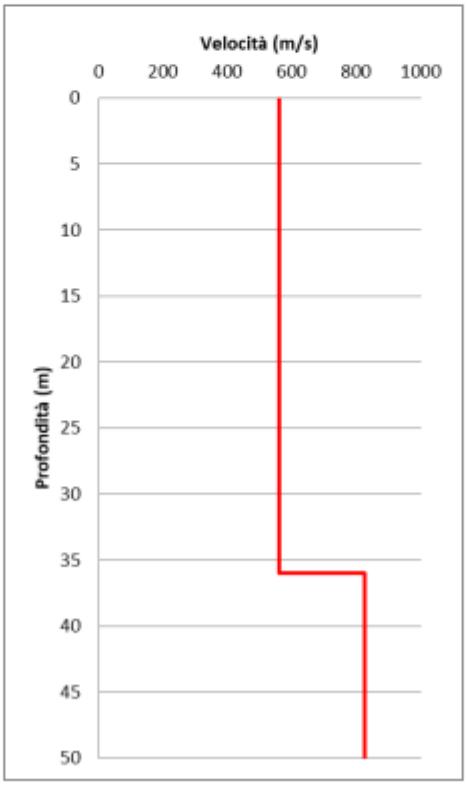
COCIV _HVSR_5_MONTE

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
Max. H/V at 3.13 ± 0.58 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
Hz
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
mm/s
frequency [Hz]



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
36	36	585
Inf.	Inf.	865



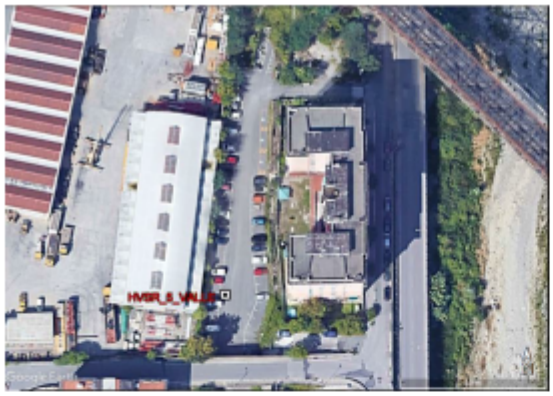
[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

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 $\sigma_A(f) < 3$ 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 $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.094 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
σ_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 σ_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

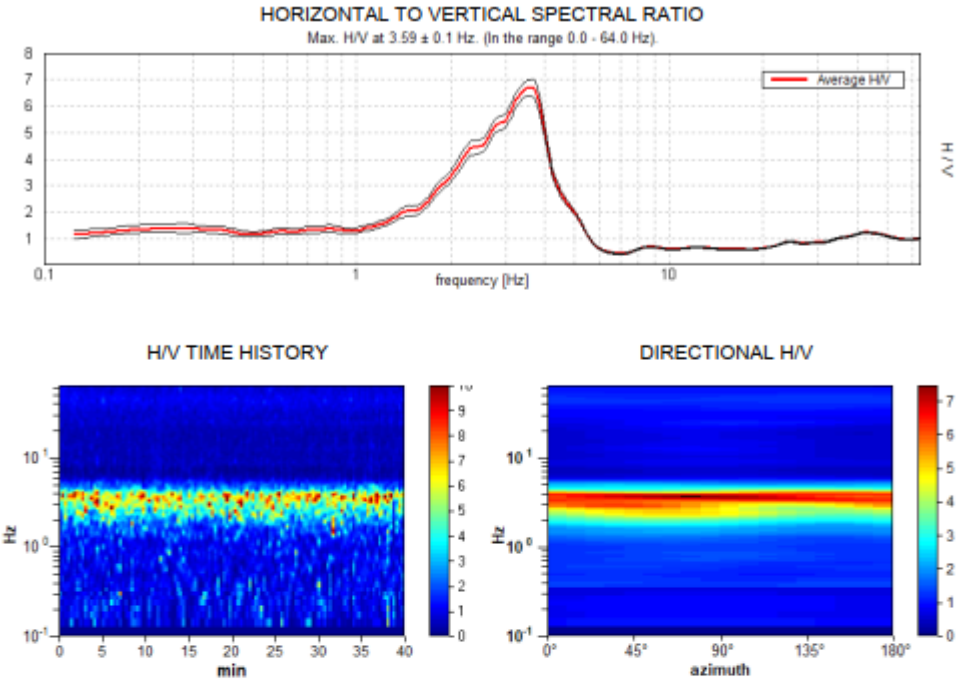


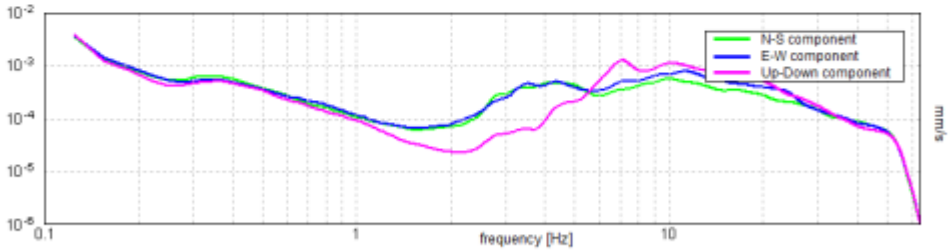
Ubicazione

Foto acquisizione

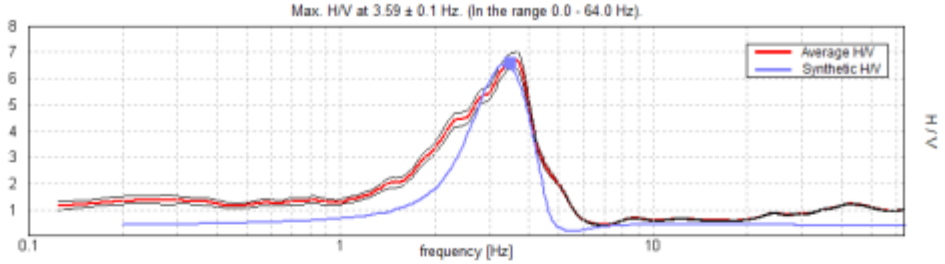
Latitudine	Longitudine
44°26'20.32"N	8°53'21.20"E

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%

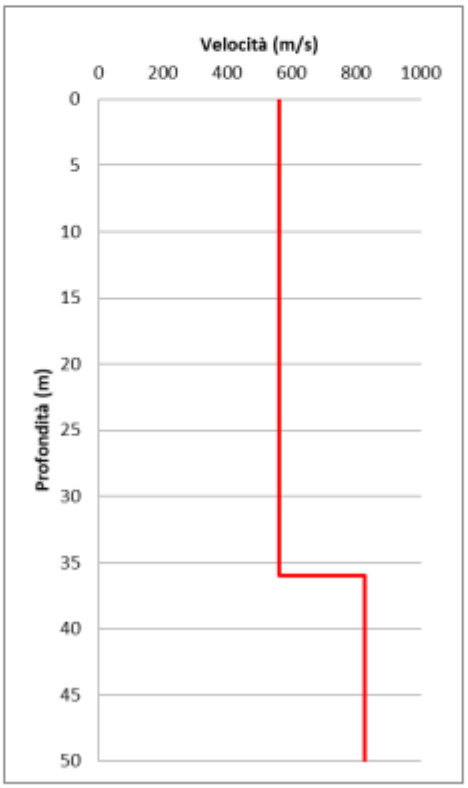




EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



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 $\sigma_A(f) < 3$ 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	
$A_0 > 2$	6.69 > 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
σ_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 σ_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

14.4.2.3 HVSR 6

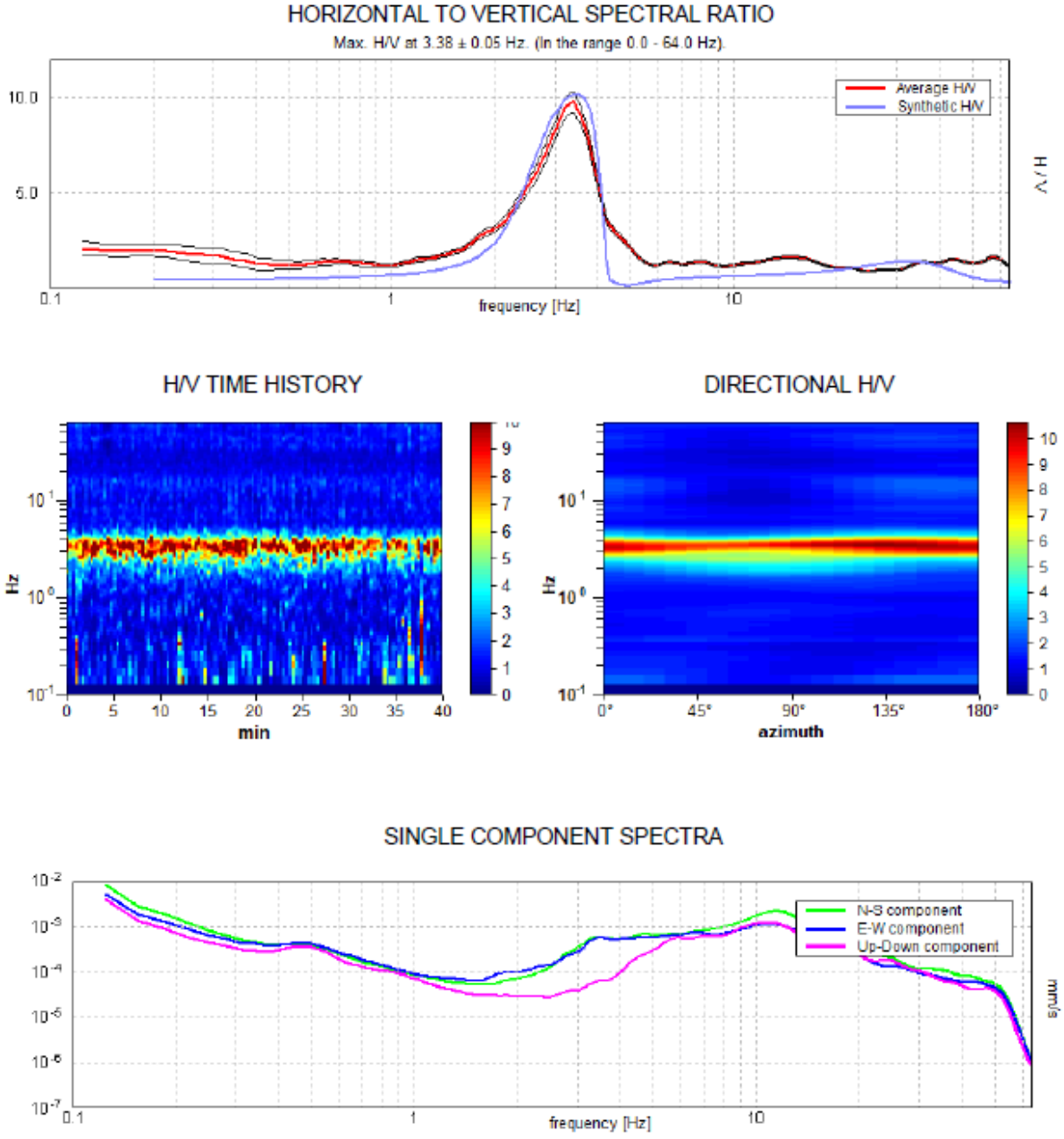
Ubicazione

Foto acquisizione

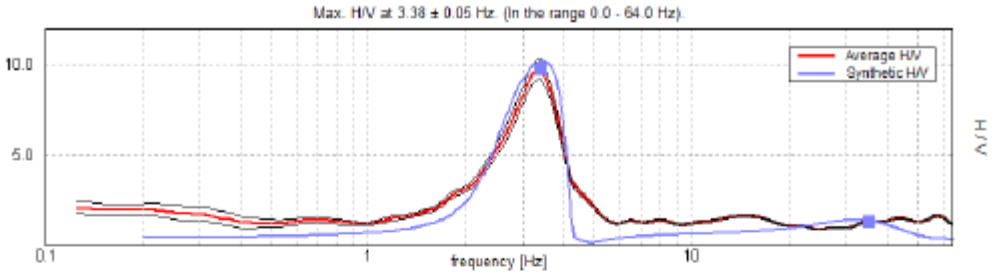
Latitudine	Longitudine
44°26'17.22"N	8°53'28.21"E

COCIV _HVSR_6

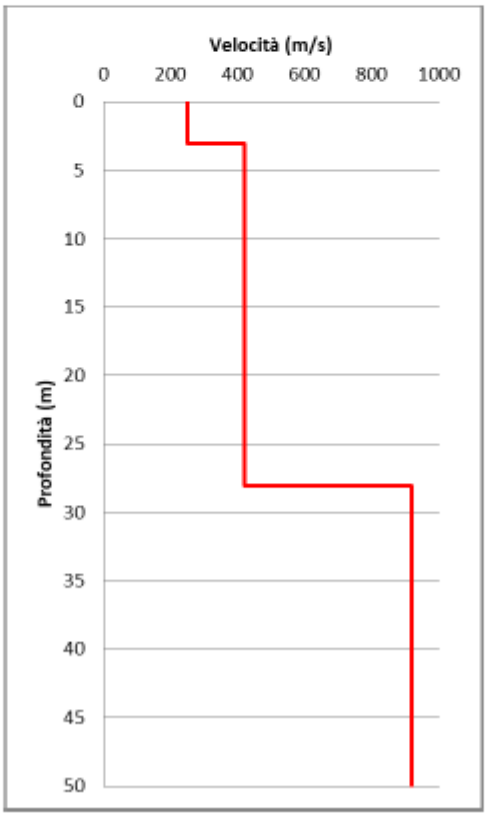
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 24/09/20 14:11:46 Fine registrazione: 24/09/20 14:51:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata 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
10.0
5.0
0.1
1
10
frequency [Hz]
H / V
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth
0°
45°
90°
135°
180°
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
frequency [Hz]
mm/s

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	
$n_c(f_0) > 200$	8100.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

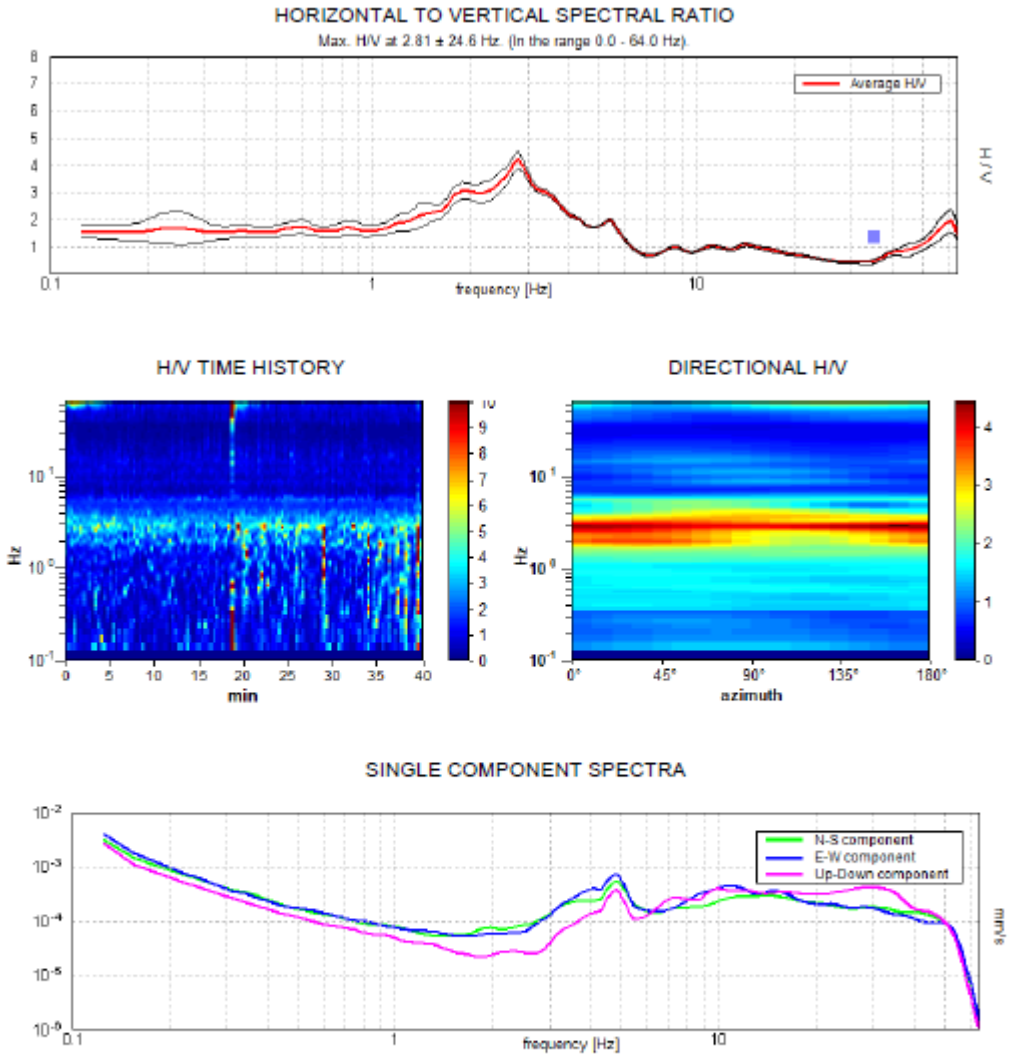
Ubicazione

Foto acquisizione

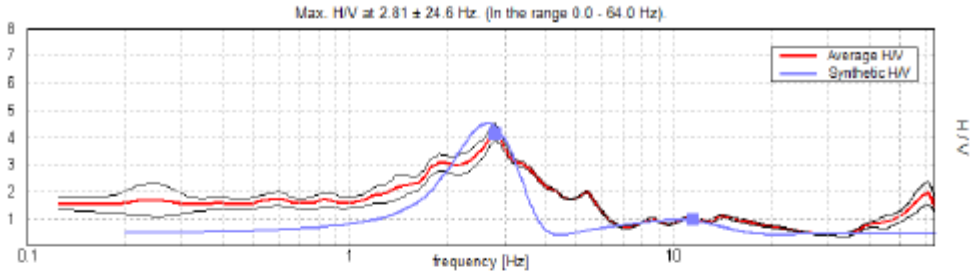
Latitudine	Longitudine
44°26'13.52"N	8°53'29.98"E

COCIV_HVSR_7

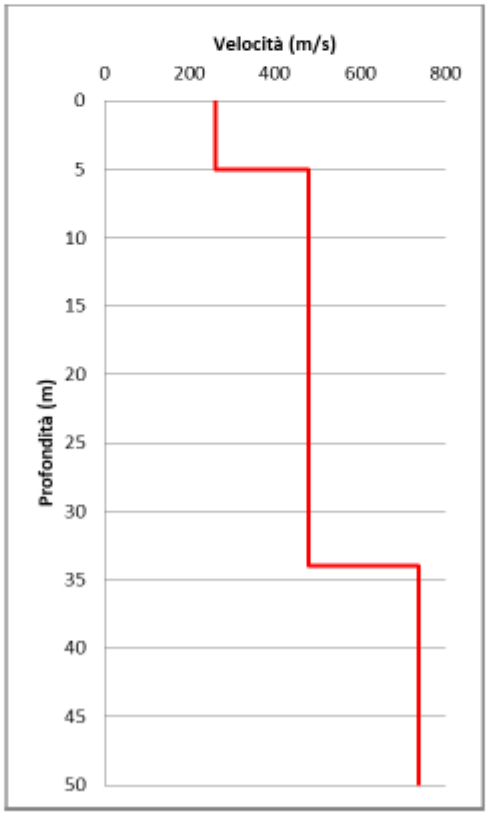
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 22/09/20 10:30:42 Fine registrazione: 22/09/20 11:10:42
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 2.81 ± 24.6 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).
Average H/V
frequency [Hz]
H / V
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
frequency [Hz]
m/s/s

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	
$n_c(f_0) > 200$	6750.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ 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 $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.344 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
σ_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 σ_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

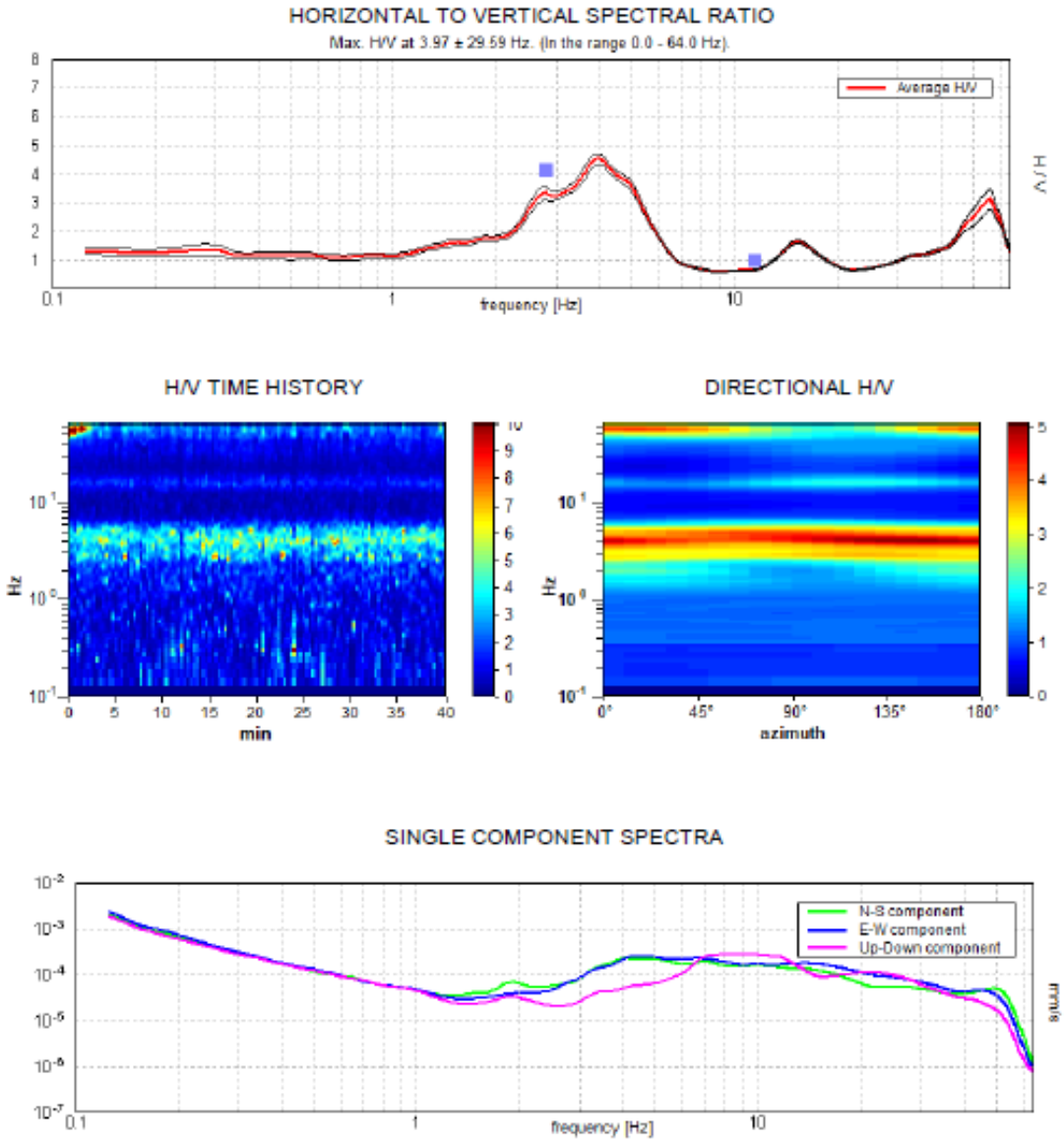
Ubicazione

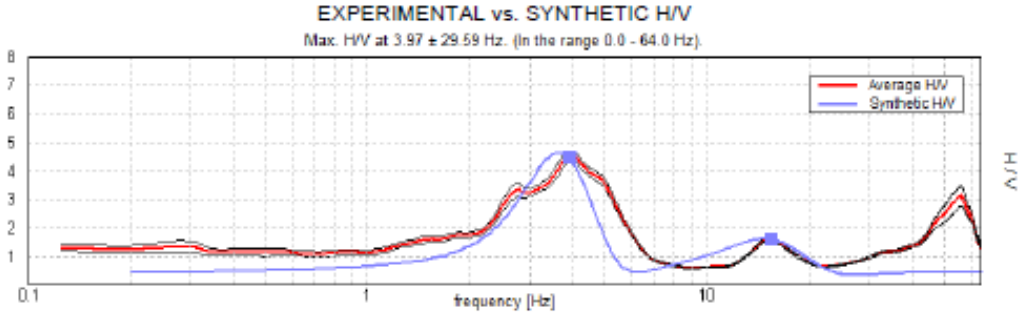
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'25.79"N	8°53'16.38"E

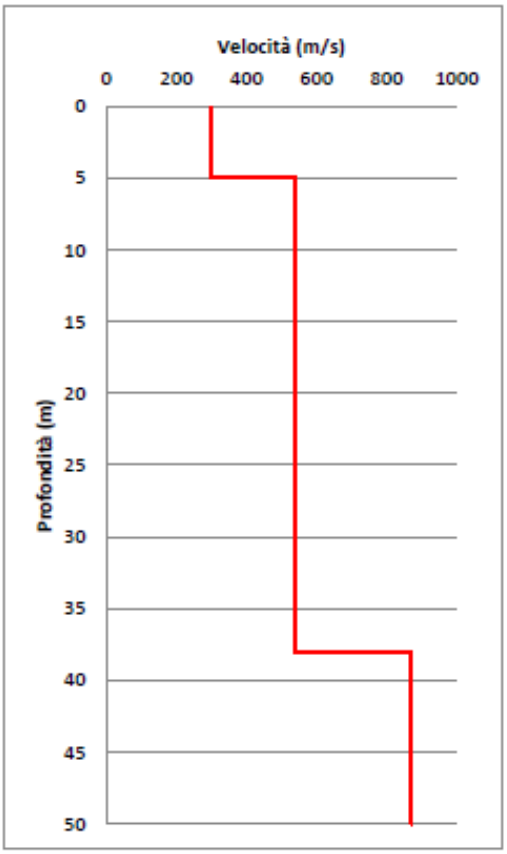
COCIV _HVSR_8

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
Max. H/V at 3.97 ± 29.59 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).
Average H/V
frequency [Hz]
H/V
H/V TIME HISTORY
DIRECTIONAL H/V
Hz
min
azimuth
SINGLE COMPONENT SPECTRA
N-S component
E-W component
Up-Down component
frequency [Hz]
m/s/s



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 $\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

14.5 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 ≥ 1) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza λ= 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.

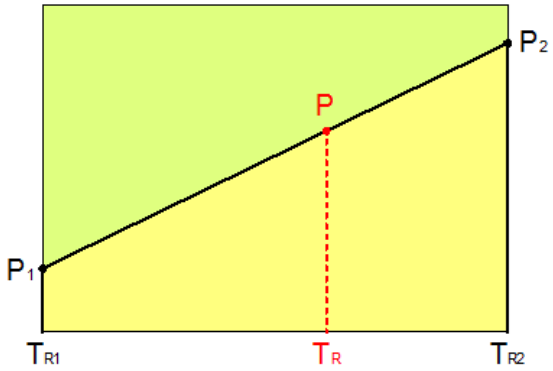


Figura 52: Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC 2018.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura seguente.

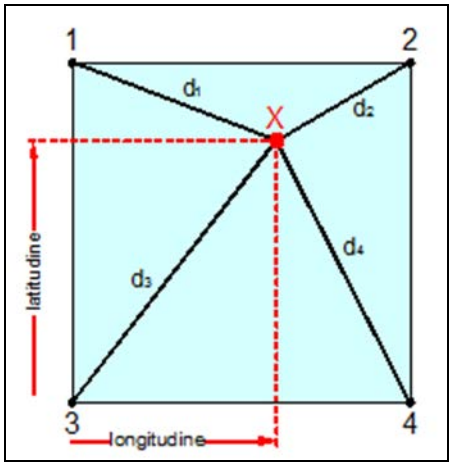


Figura 53: Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC 2018.

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.

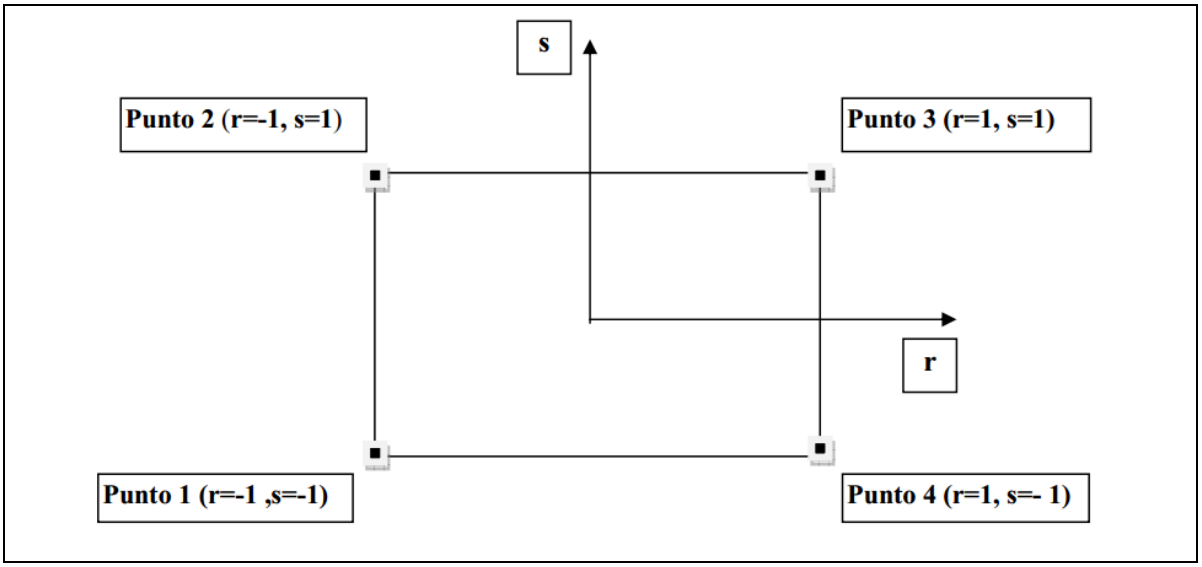


Figura 54: Applicazione dell'interpolazione bilineare.

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°

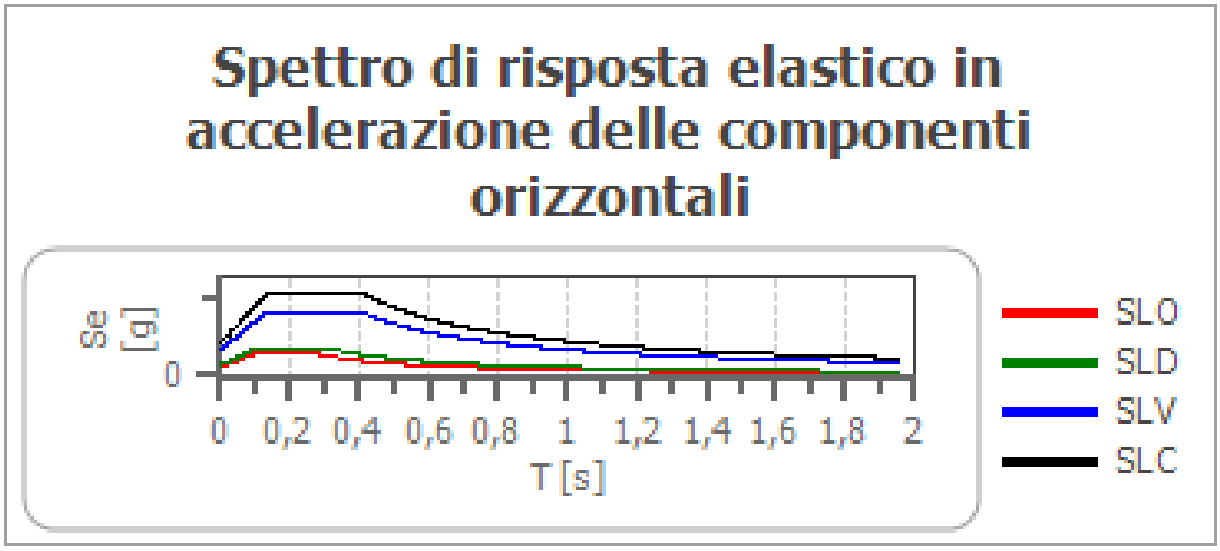
Stabilità di pendii e fondazioni

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

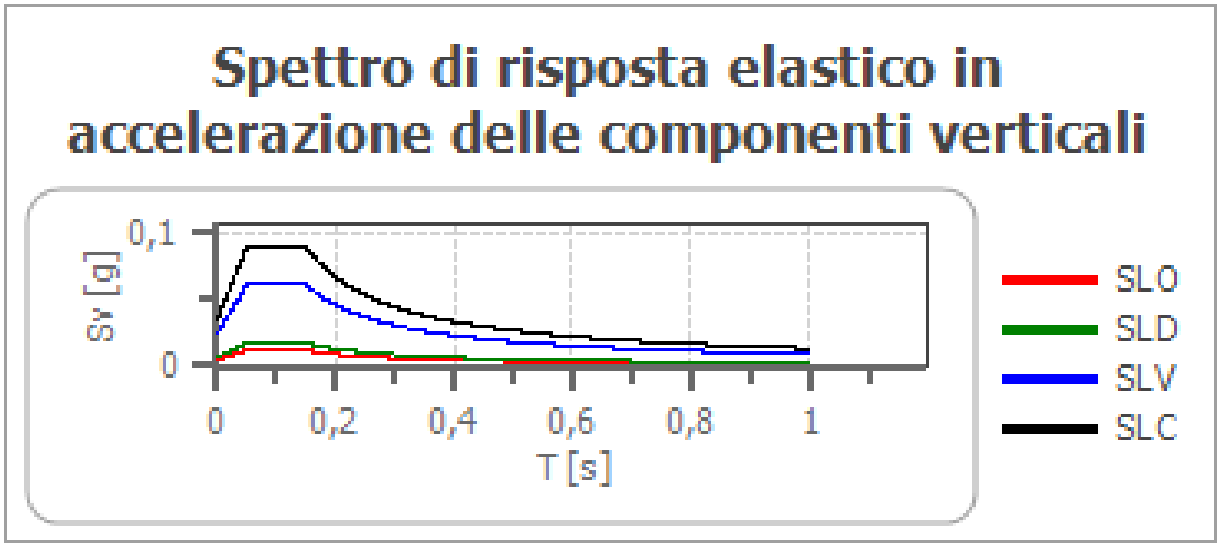


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,023	2,544	0,183	1,200	1,540	1,000	1,200	1,000	0,094	0,283	1,692	0,028	0,071
SLD	1,0	0,030	2,524	0,206	1,200	1,510	1,000	1,200	1,000	0,104	0,311	1,719	0,036	0,090
SLV	1,0	0,069	2,532	0,287	1,200	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

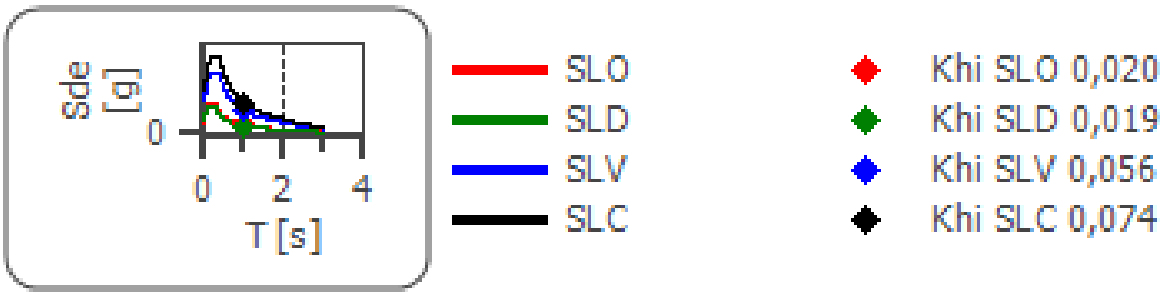
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

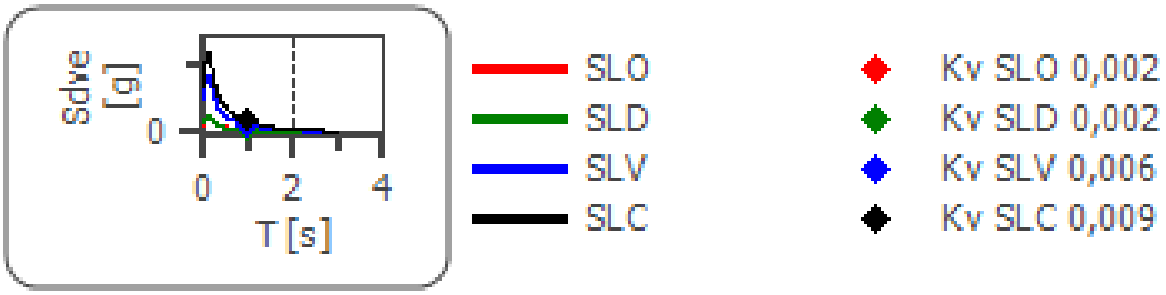
Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	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	-

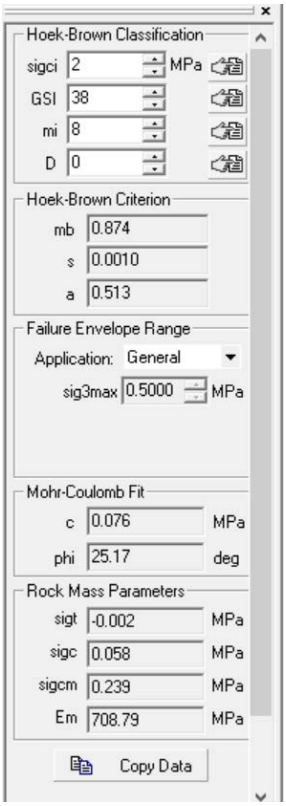
Argilliti di Montanesi

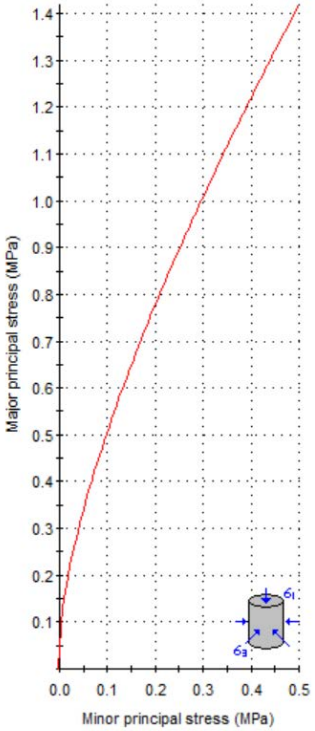
È stata presa in considerazione la condizione geomeccanica caratterizzata da un comportamento dell'ammasso roccioso in corrispondenza di importanti strutture geologiche (es. faglie, nuclei di pieghe, sovrascorrimenti…).

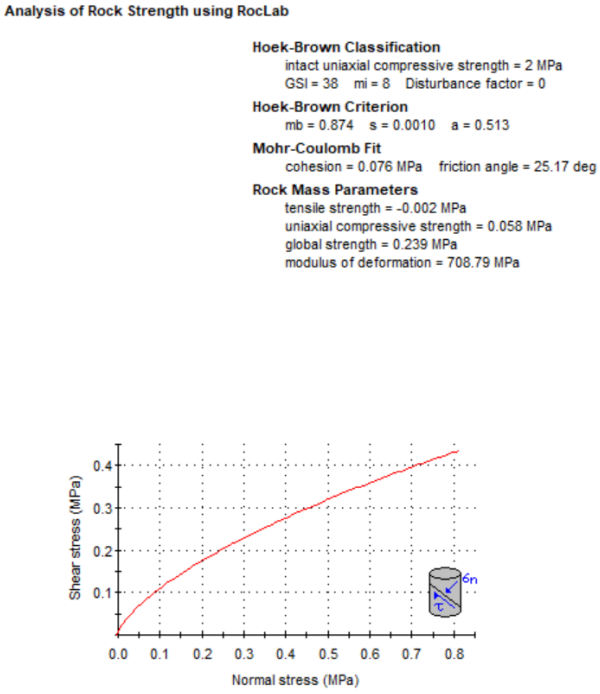
Sulla base delle indagini effettuate per la caratterizzazione geotecnica delle opere all'aperto del Terzo Valico dei Giovi "IG5102ECVRBGE0001001" su questo tipo di ammasso roccioso sono stati presi di riferimento i seguenti valori caratteristici:

- 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.

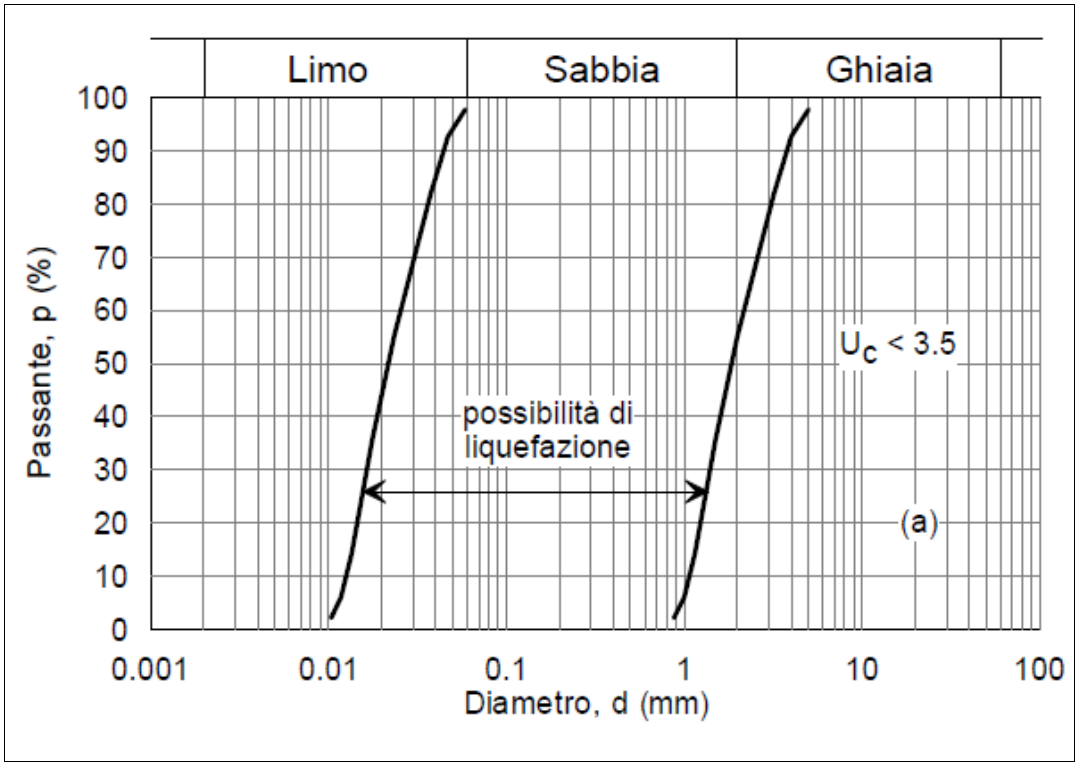


Figura 55: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

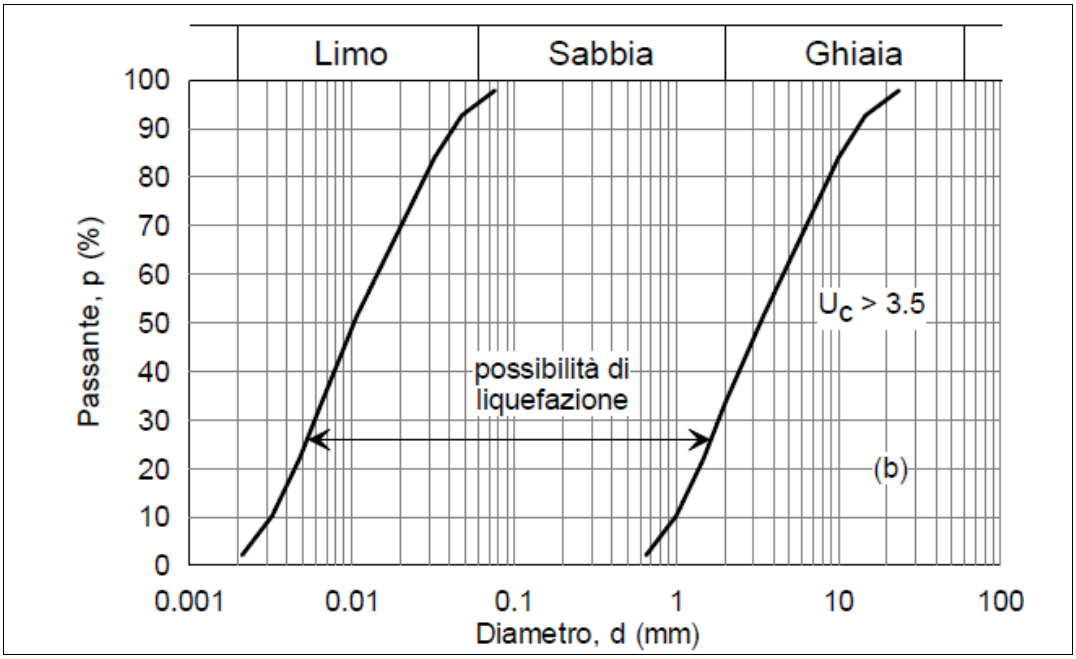


Figura 56: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

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

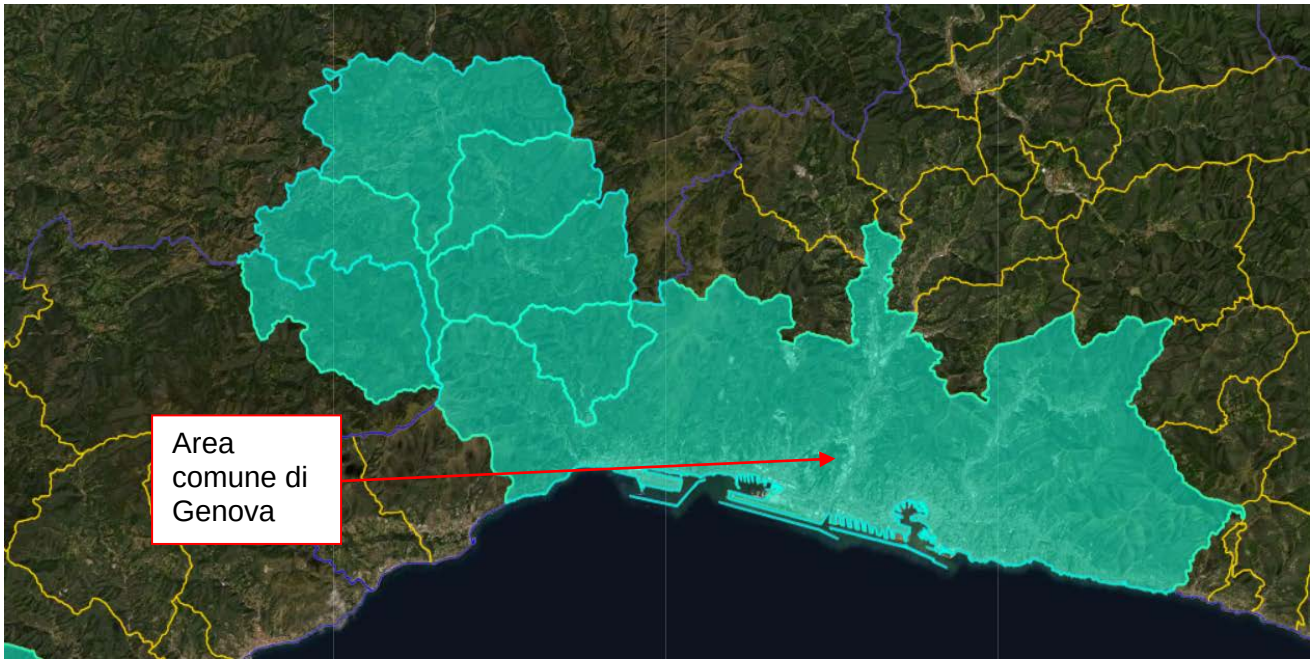


Figura 58 :Stralcio del Comune di Genova: area interessata da Liquefazione ai sensi della D.G.R n 535 del 18.06.2021.

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

$K_\sigma = (\sigma'_{vo}/100)^{(1-f)}$ (Hynes & Olsen, 1999)

f = 0.8	per Dr <= 40%
f = 0.8 - 0.005·(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:

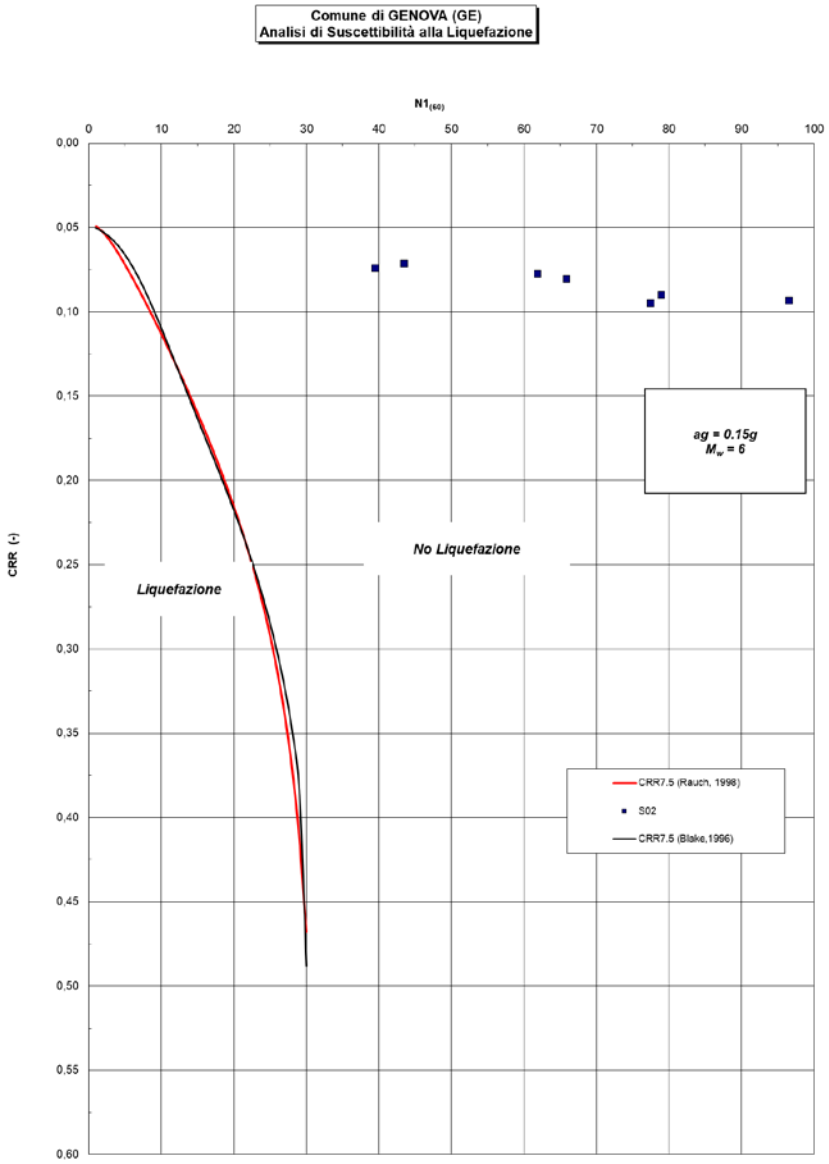
$$\alpha = \exp[1.76 - (190/FC^2)]$$
$$\beta = \exp[0.99 + (FC^{1.5}/1000)]$$

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

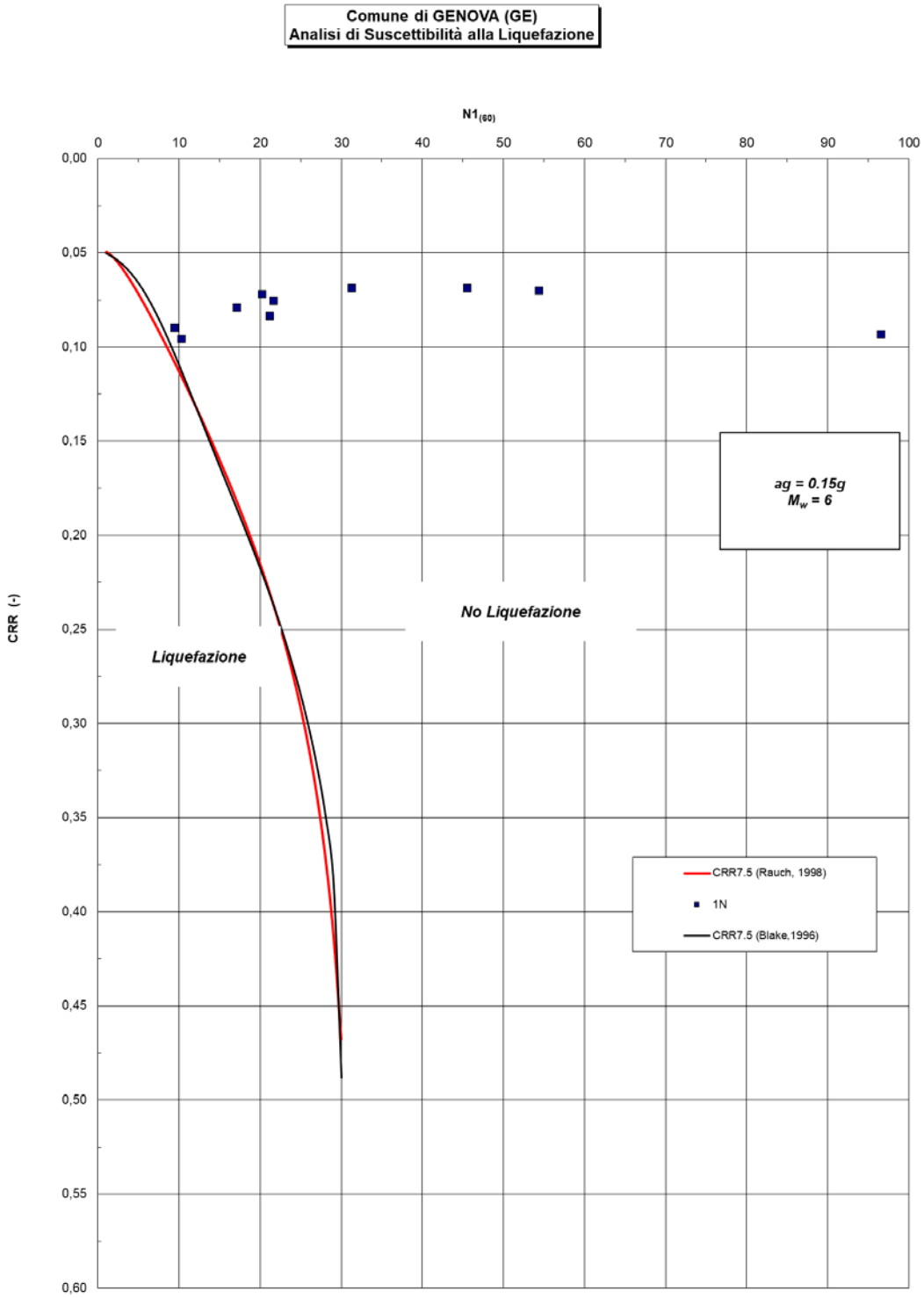


Sondaggio	Profondità [m]	N_{SPT}	N'	σ'vo [kPa]	Cn	$N_{1(60)}$
S02	3,6	62	38,50	64,80	1,13	84,29
	6,0	100	57,50	108,00	0,97	116,88
	9,0	100	57,50	162,00	0,8287293	99,45
	13,0	100	57,50	234,00	0,6912442	82,95
	16,4	100	57,50	265,30	0,6447453	77,37
	19,0	66	40,5	286,10	0,617157	48,88
	22,0	76	45,5	310,10	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 12-13-13 p.c.	
16.00													
16.20	0.20			Argilla limosa debolmente stratificata, competente; colore bruno chiaro.									
		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 10-14-21 p.c.	
		19											
		20											
	10.00	21										21.00 16-20-14 p.c.	
		22											
		23				100	127	90					
		24										24.00 35-31-18 p.c.	
		25											
		26											
26.20	0.60			Limo e limo sabbioso, debolmente plastico, inglobante ghiaia fine; colore grigio azzurro.									
26.80		27		Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, a tratti abbondante, sciolta o poco addensata; colore bruno chiaro grigiastro.								27.00 2-pp-3 p.c.	
	2.40	28											
		29											
29.20				Limo, limo argilloso e argilla limosa, consistente, debolmente ossidato al tetto; colore variabile da bruno rossiccio al tetto a grigio.									
	4.00	30										30.00 7-7-8 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

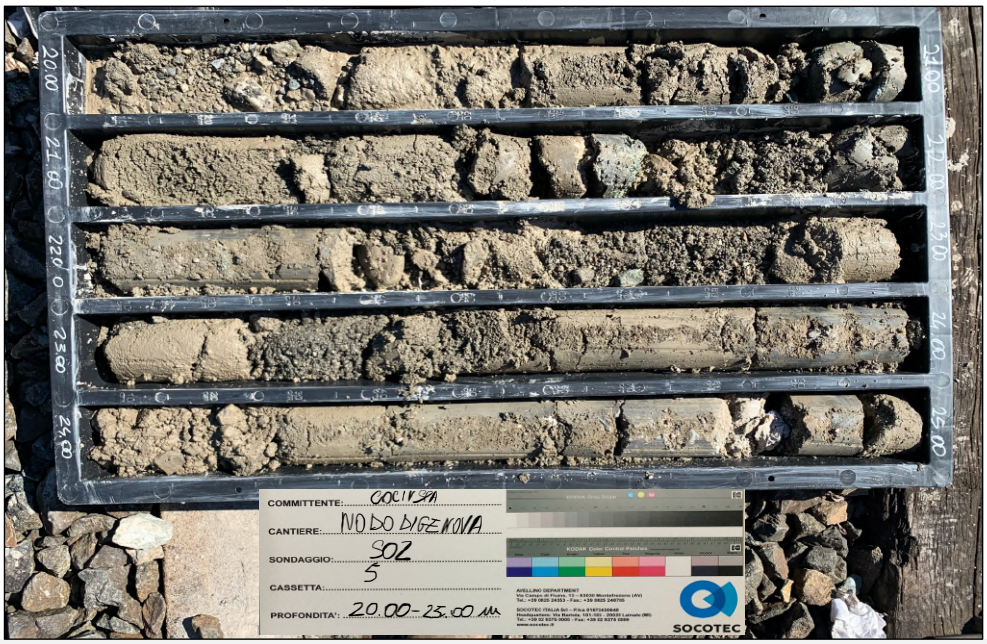


FOTO CASSETTA 20,00m - 25,00m

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°:	-	***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):***	27,340
Coordinate Gauss-Boaga:	-		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO CASSETTA 30,00m - 35,00m

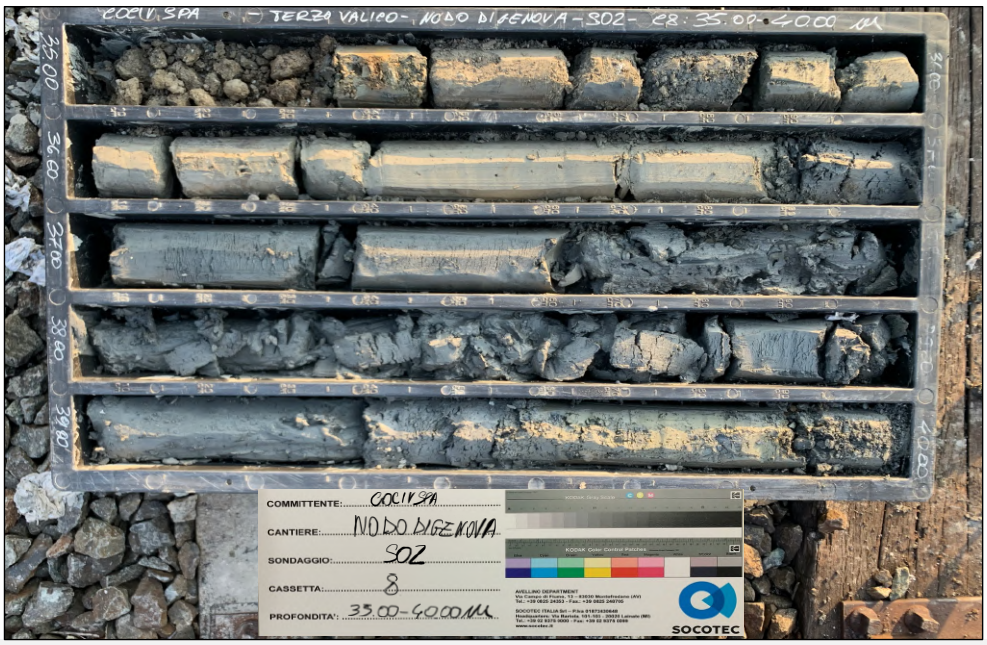


FOTO CASSETTA 35,00m - 40,00m

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
1,80	1,80				Massicciata ferroviaria costituito da ciottoli eterogenei eterometrici							
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		
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 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 PC 16,40-16,85/24+29+37 PC 19,00-19,45/31+36+40 PC 22,00-22,43/35+44+R PC 25,00-25,45/27+32+37 PC 28,50-28,95/29+38+41		MISCELA CEMENTIZIA COSTIUTITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE IN POLVERE (Percentuale in peso 100, 30, 5) TUBO ATOSSICO CIECO (SLOT 0,5 mm) 3" PER PROVA DOWN-HOLE MISCELA CEMENTIZIA COSTIUTITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE IN POLVERE (Percentuale in peso 100, 30, 5)

Falda: quota (m dal p.c.)	Dati foro: Utensile perforazione	Dati foro: Rivestimento Foro
-13,43m	CAROTIERE SEMPLICE 101 mm	RIVESTIMENTO METALLICO 127 mm

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
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)
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.							TUBO ATOSSICO CIECO (SLOT 0,5 mm) 3" PER PROVA DOWN-HOLE 40,00 MISCELA CEMENTIZIA COSTITUITA DA CEMENTO, ACQUA E BENTONITE (Percentuale in peso 100, 30, 5)

Falda: quota (m dal p.c.)	Dati foro: Utensile perforazione	Dati foro: Rivestimento Foro
	CAROTIERE SEMPLICE 101 mm	CAROTIERE SEMPLICE 101 mm

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.

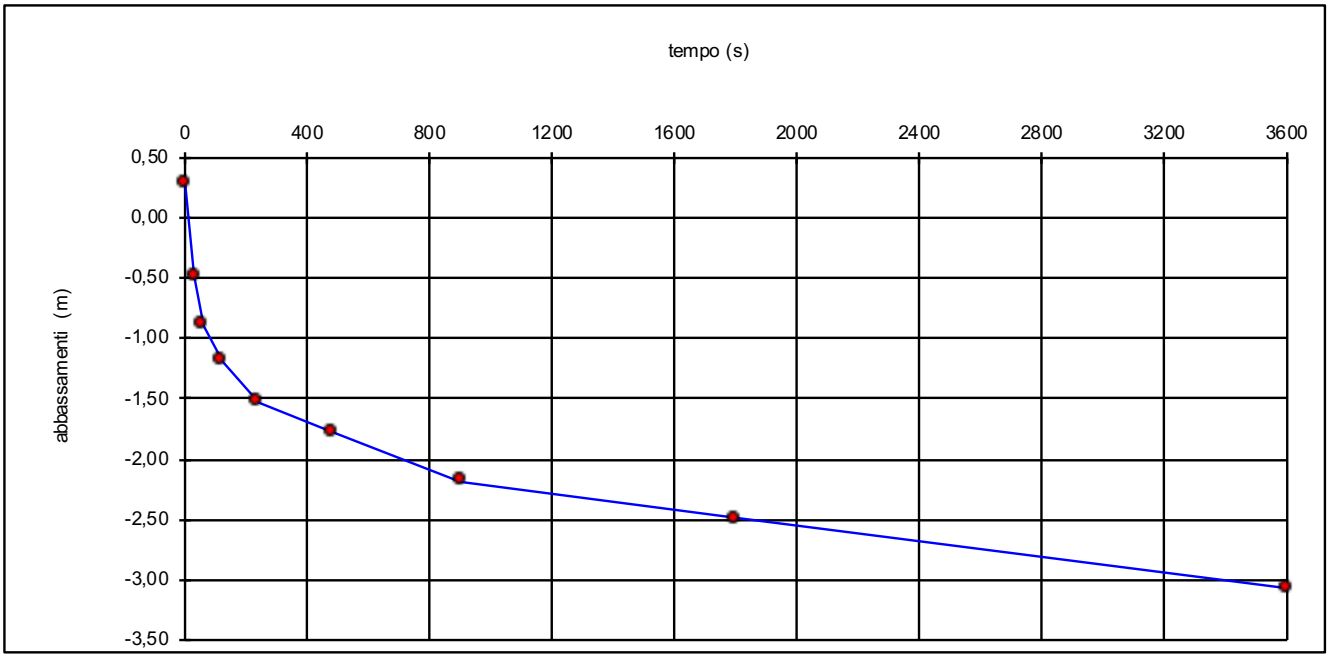
PROVA 1	**SONDAGGIO**	**S02**	**DATA ESECUZIONE:** **02/09/20**
COMMESSA:	**DURATA PROVE:**	**60 min**	
N.RAPPORTO PROVA: SA-20-00000	**DATA EMISSIONE:**	**18/09/20**	

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)

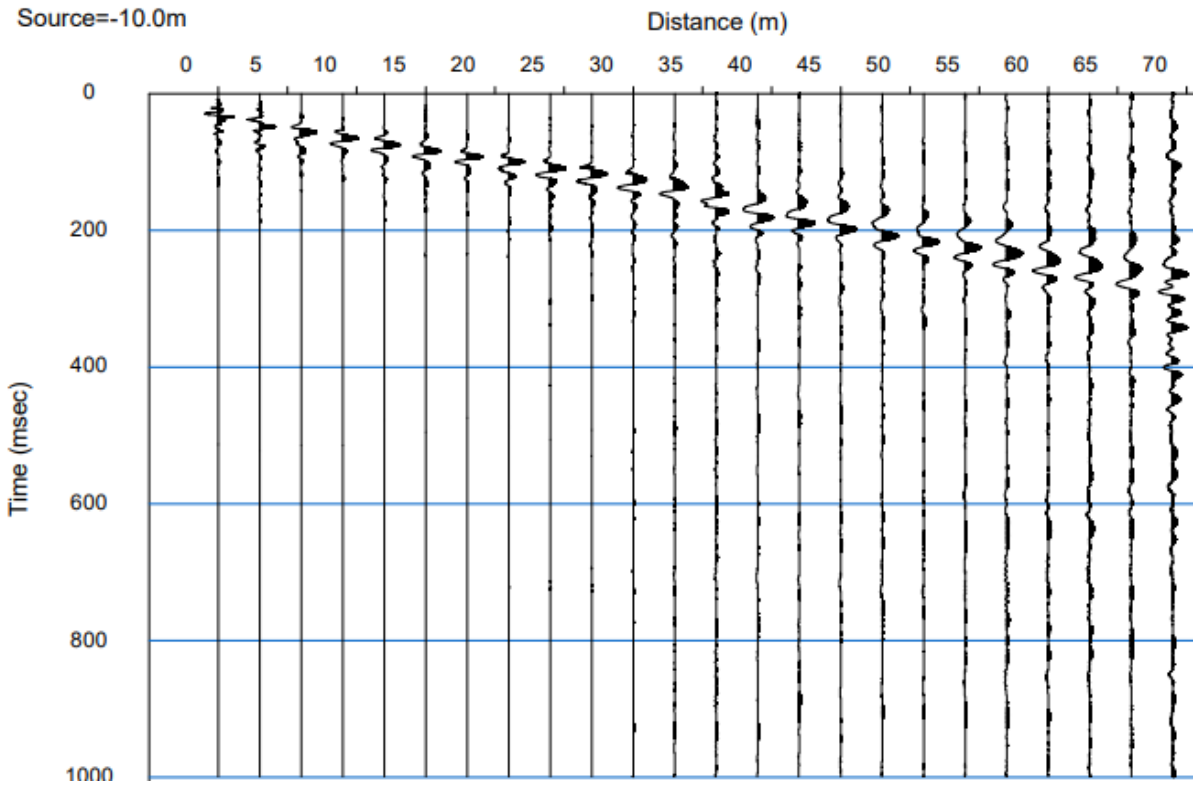
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**1/4**
	MASW	

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 - 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 - 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	

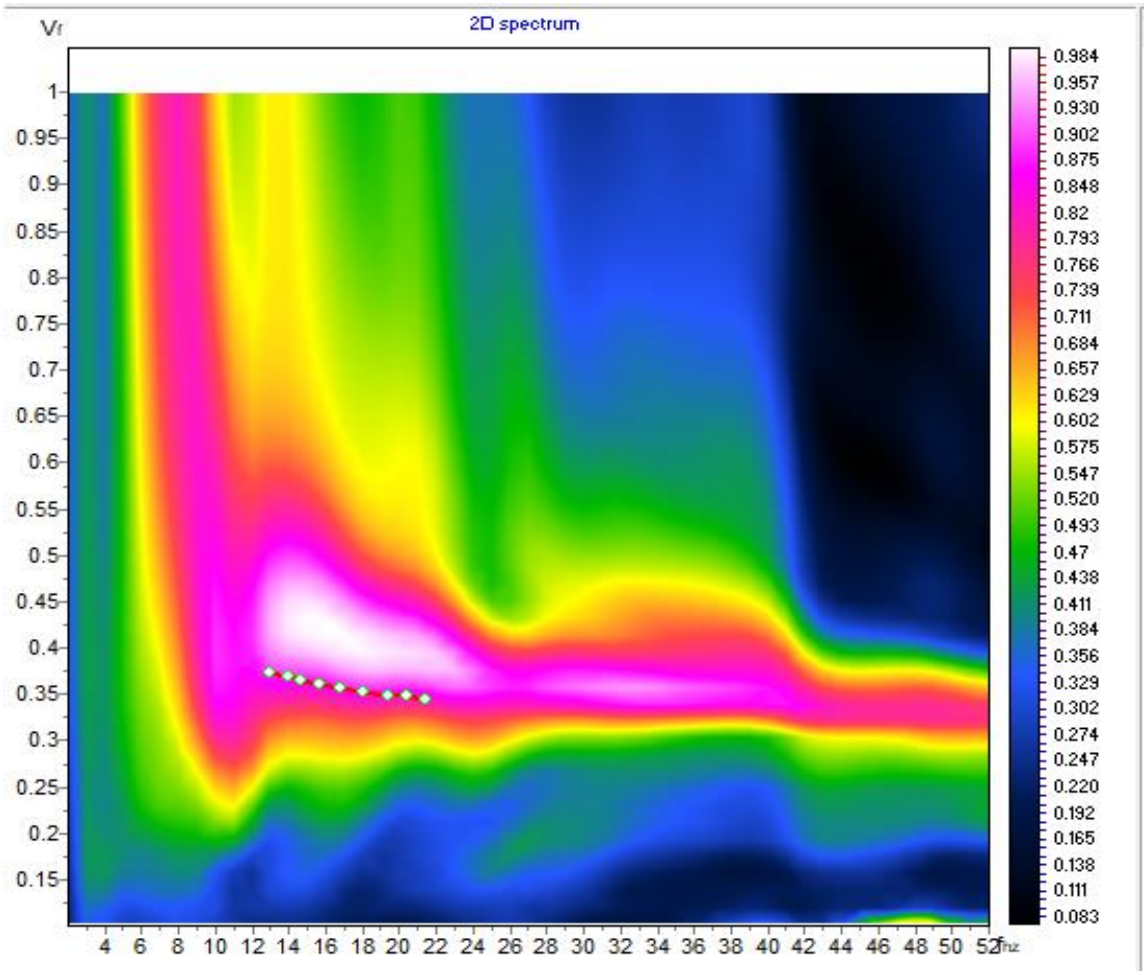
SISMOGRAMMA



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 - 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



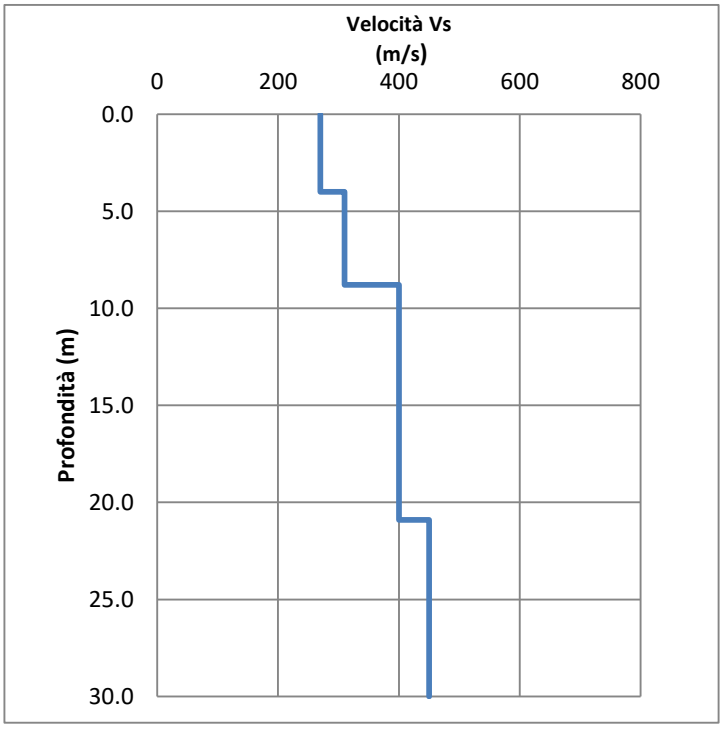
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**4/4**
	MASW	

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 - 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**



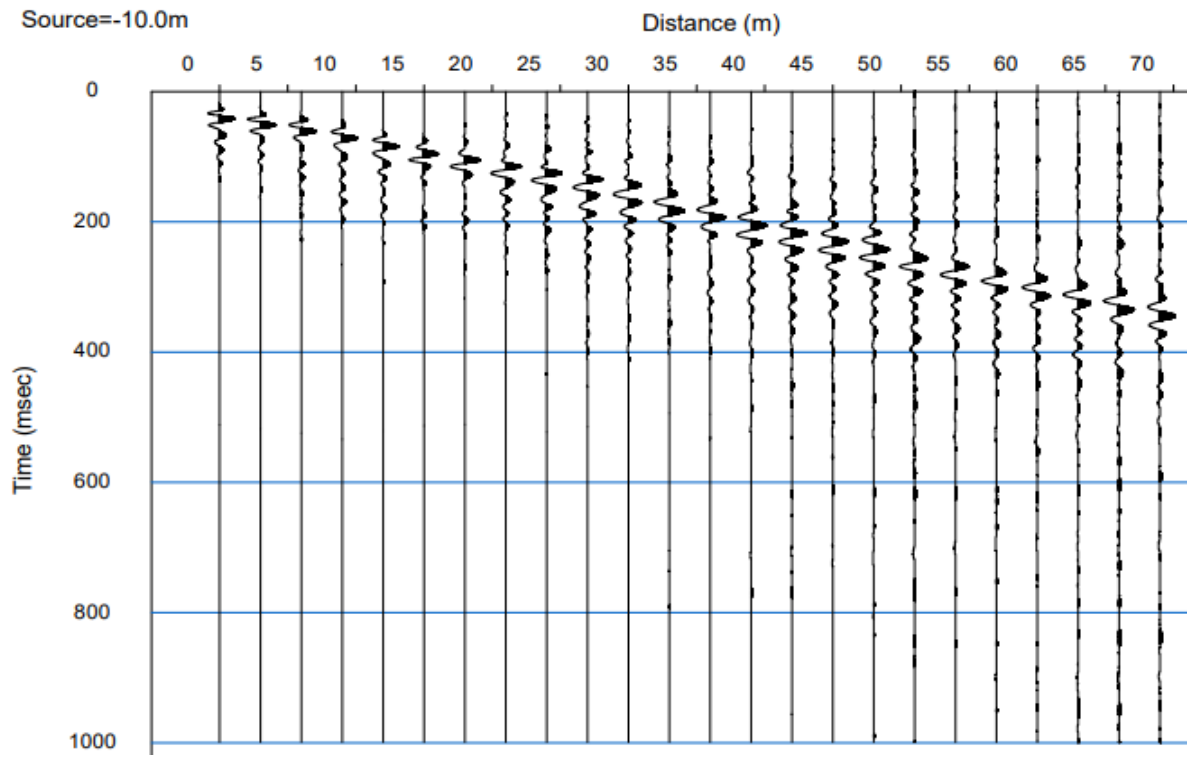
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**1/4**
	MASW	

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 - 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 - 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	

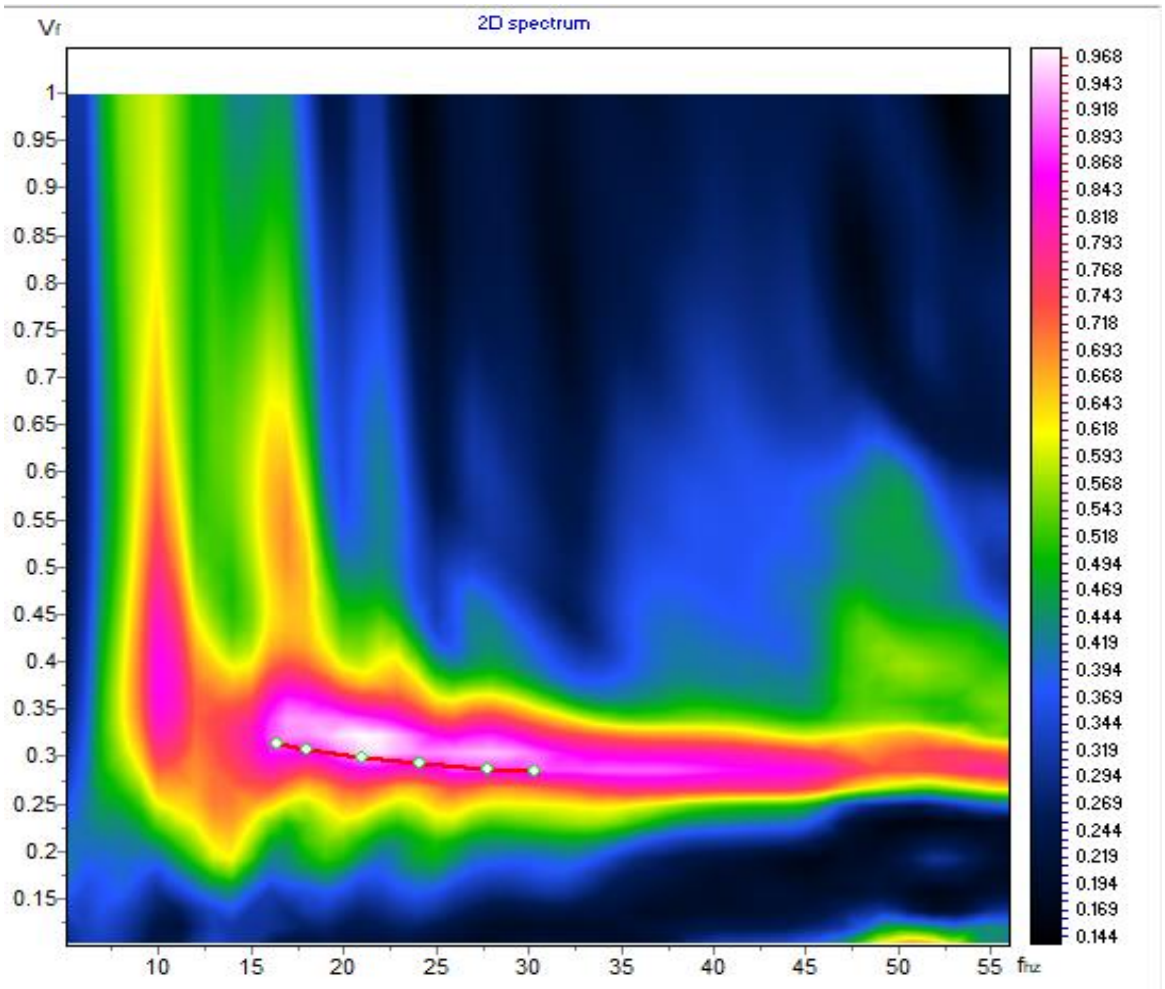
SISMOGRAMMA



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 - 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



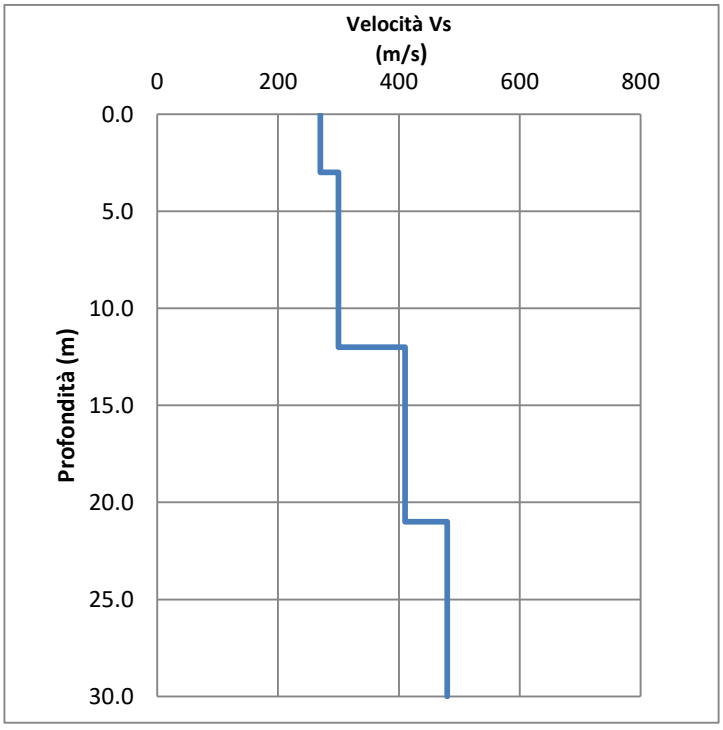
SOCOTEC	**TEST REPORT**	**4/4**
	MASW	

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 - 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**



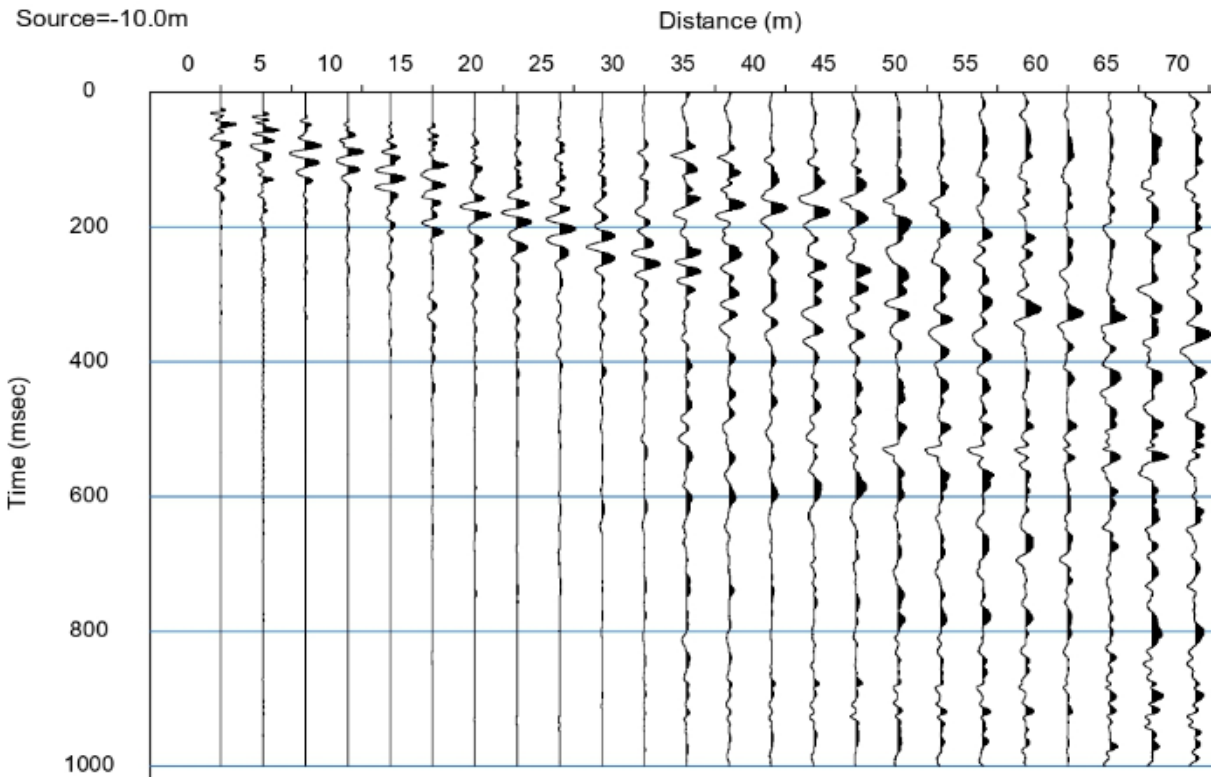
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**1/4**
	MASW	

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 - 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 - 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	

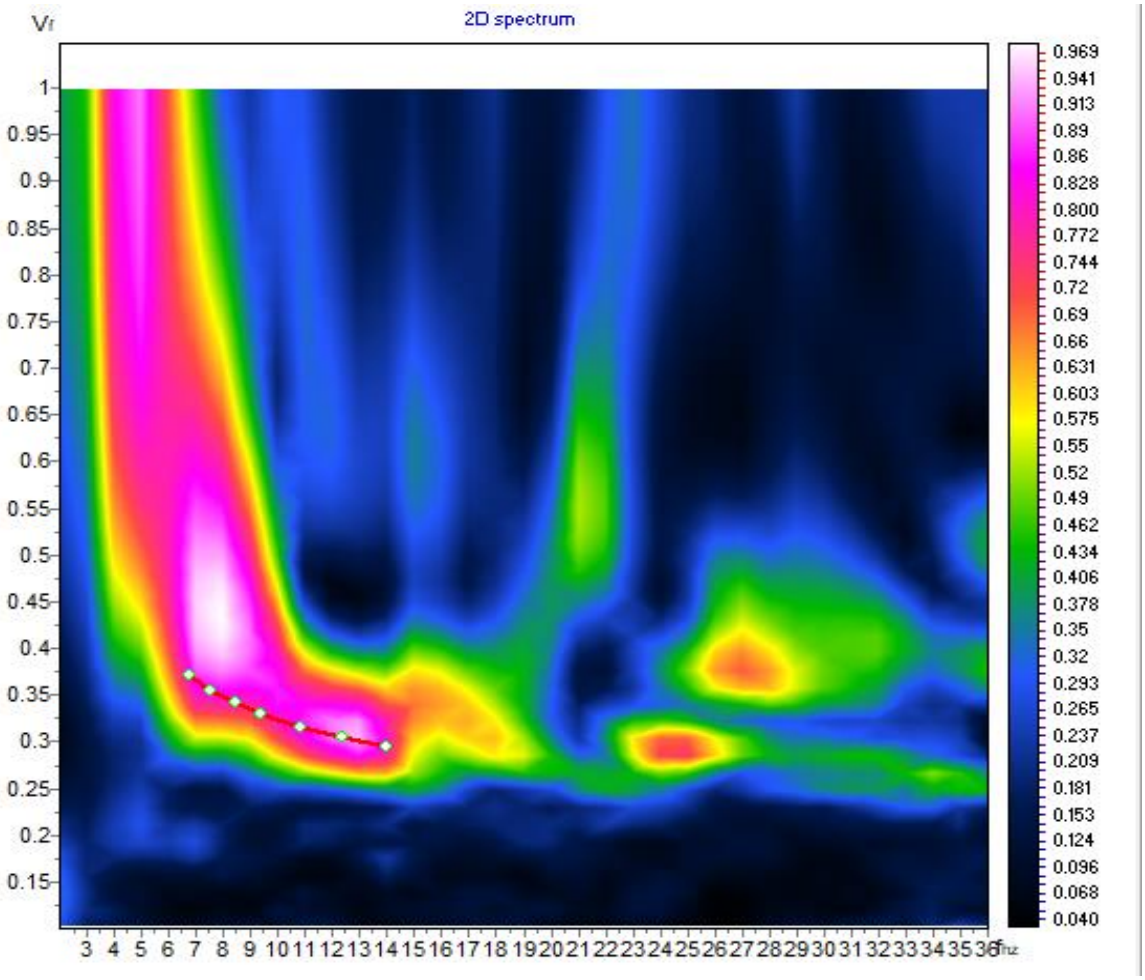
SISMOGRAMMA



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 - 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



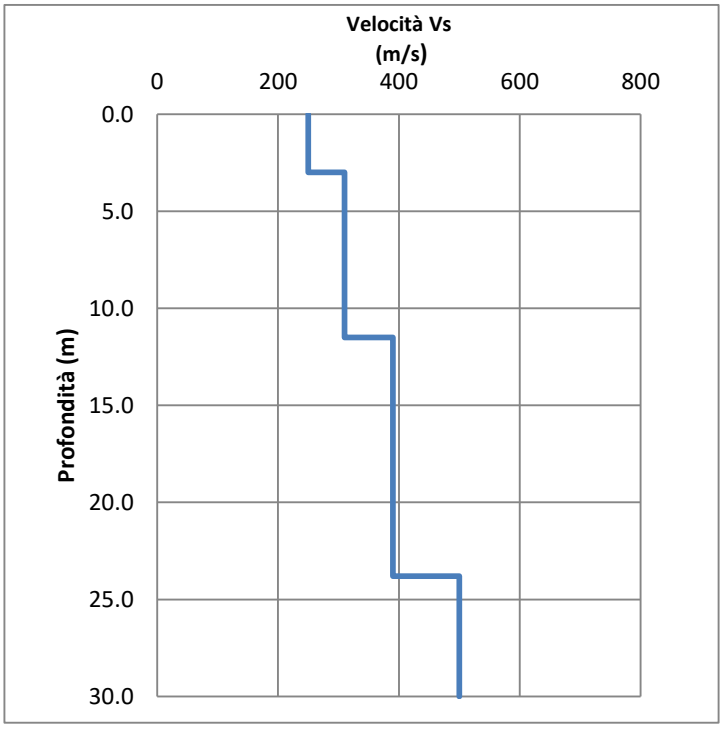
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**4/4**
	MASW	

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 - 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**



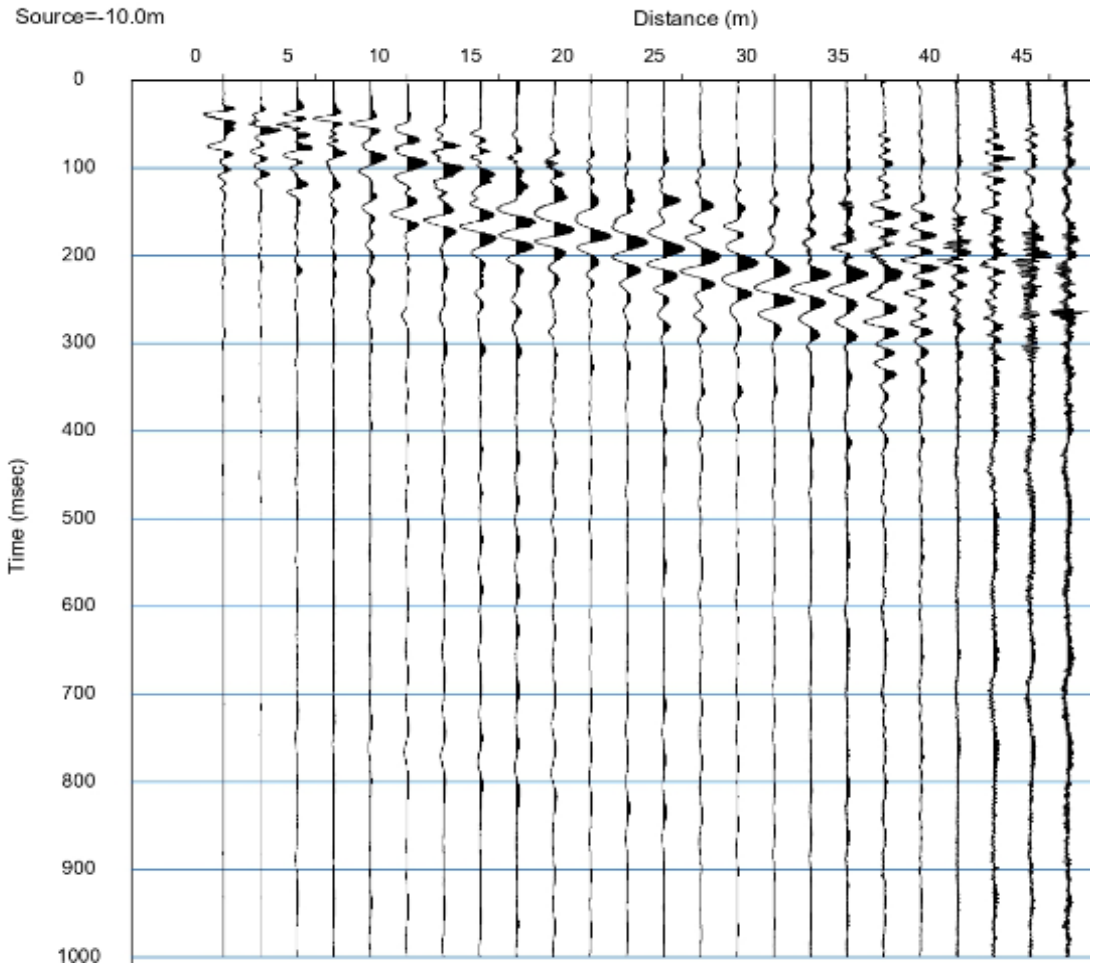
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**1/4**
	MASW	

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 - 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 - 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	

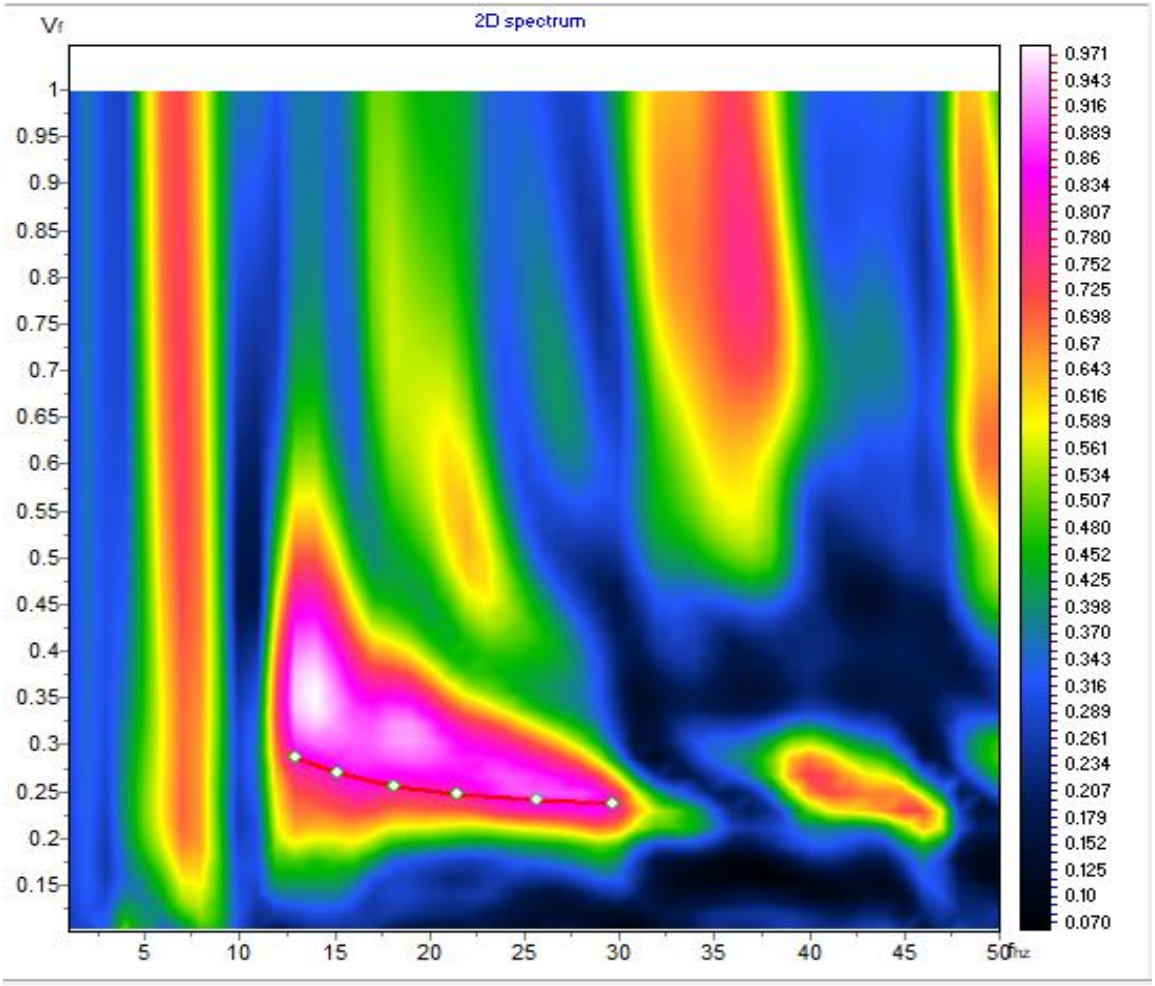
SISMOGRAMMA



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 - 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



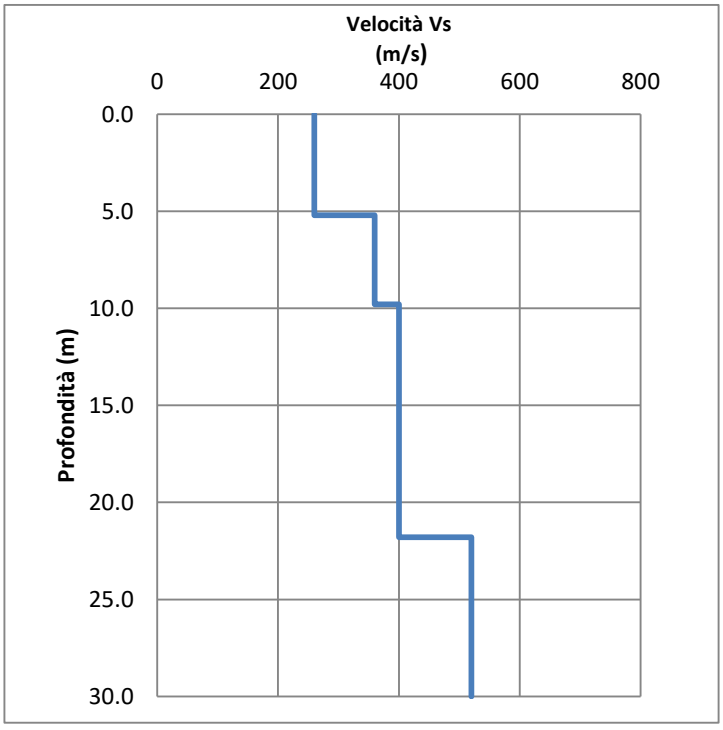
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**4/4**
	MASW	

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 - 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

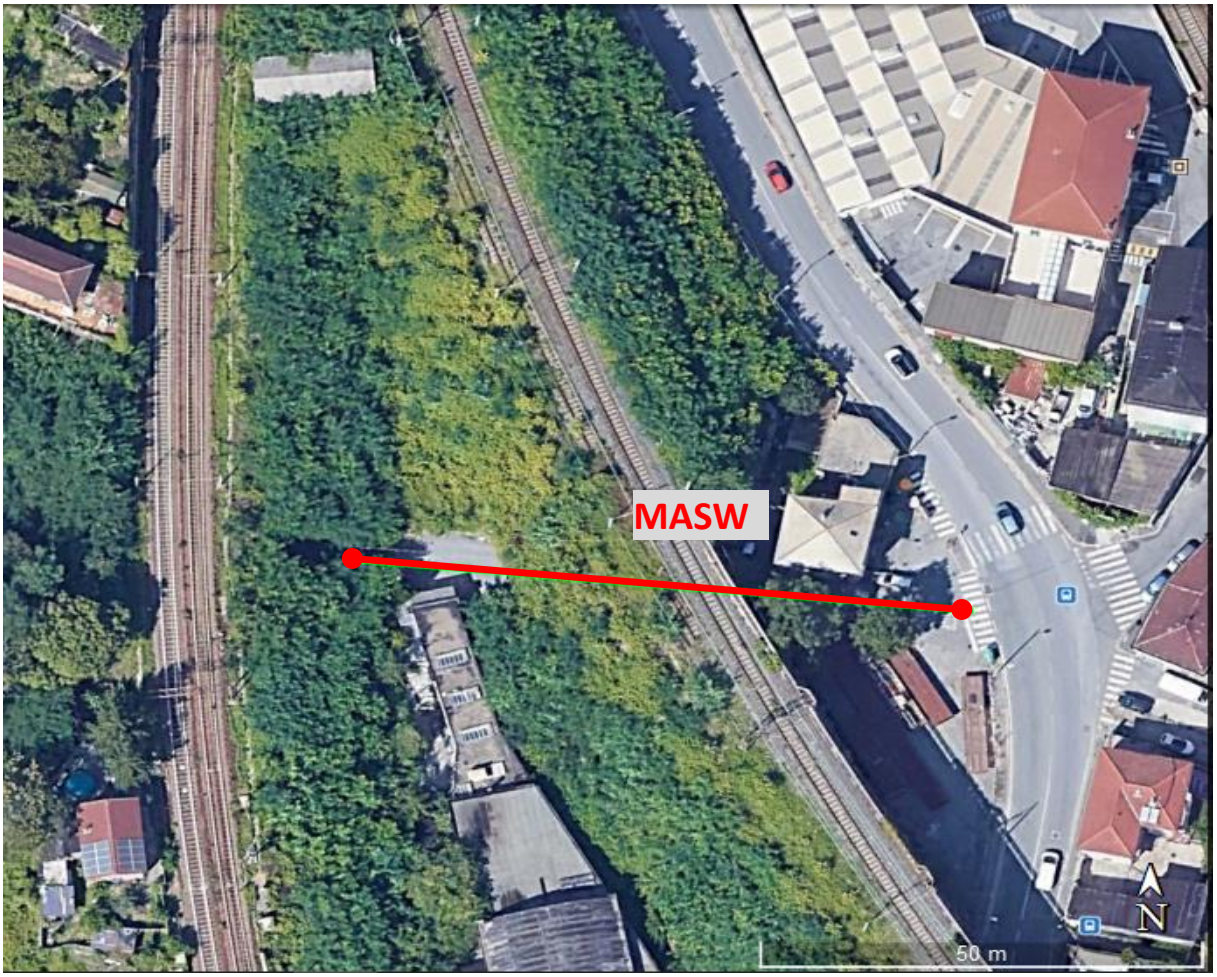
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	5.20	5.20	260.00
2	5.20	9.80	4.60	360.00
3	9.80	21.80	12.00	400.00
4	21.80	inf.	inf.	520.00

Vs eq (0 - 30)	**382**
Suolo	**B**



SOCOTEC	**TEST REPORT**	**1/4**
	MASW	

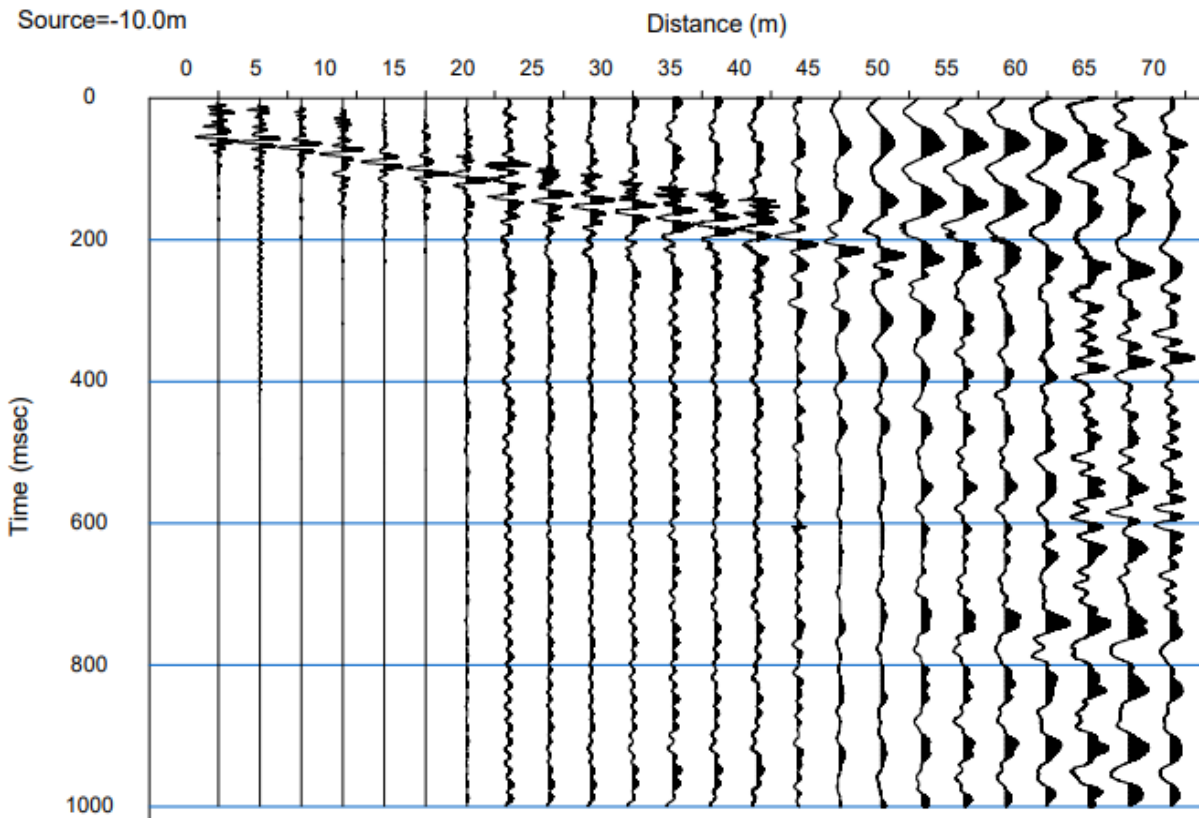
CLIENTE:	COCIV S.P.A.		
LAVORO:	Indagini geognostiche per l'Area 2 del Nodo di Genova (tratto Bivio Fegino, Parco Campasso, Parco Rugna) nell'ambito dei Lavori per il Potenziamento infrastrutturale Nodo di Genova - Completamento delle gallerie S. Tomaso, Colombo, e Polcevera.		
UBICAZIONE:	GENOVA (GE)		
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 - 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	

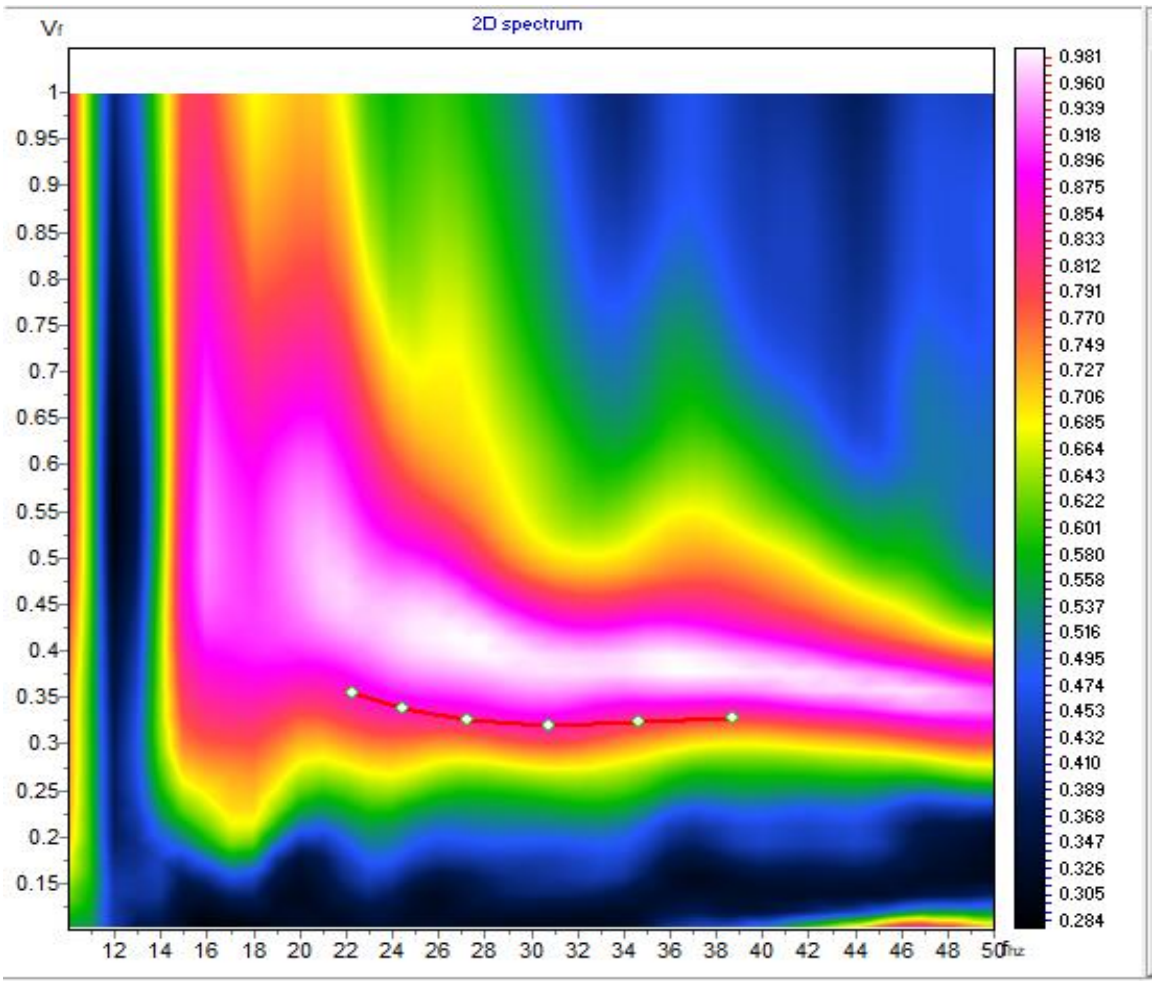
SISMOGRAMMA



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 - 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



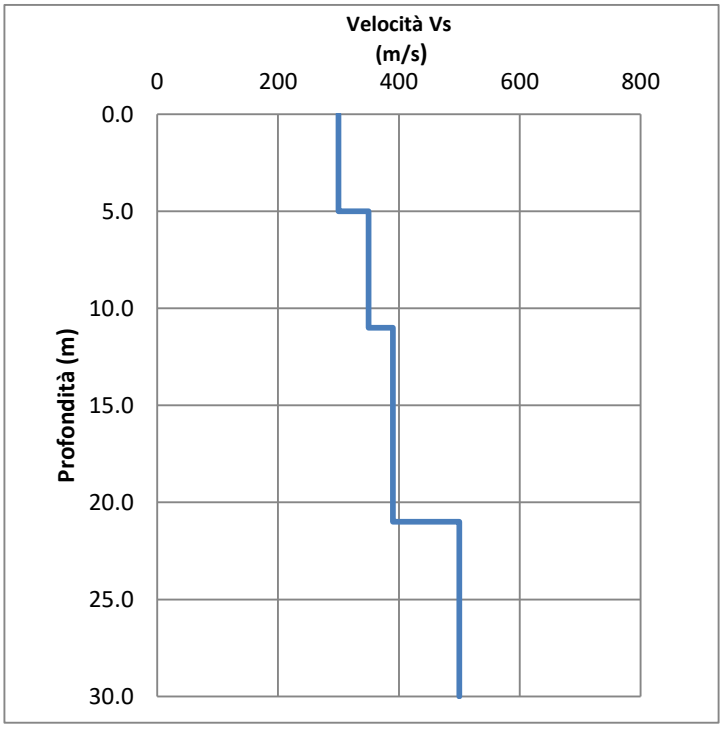
SOCOTEC	***TEST REPORT***	**4/4**
	MASW	

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 - 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

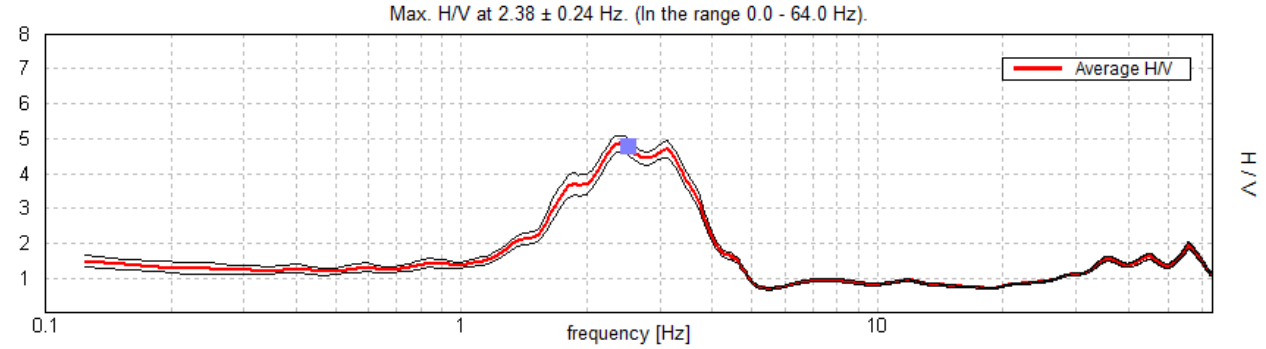
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'12.04"N	8°53'36.99"E

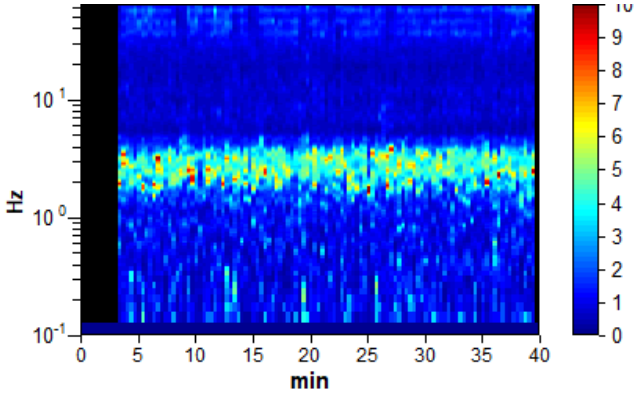
COCIV_HVSR_4_PONTE
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 15:39:11 Fine registrazione: 23/09/20 16:19:11
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

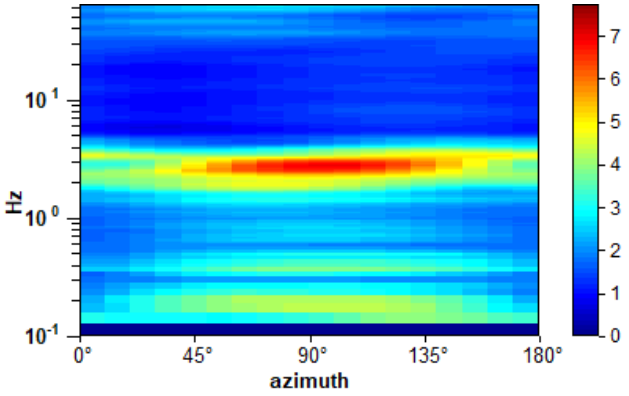
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



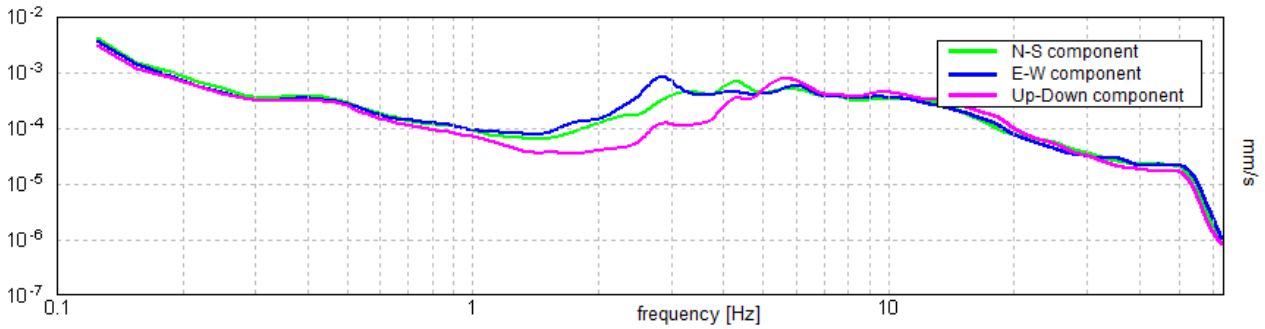
H/V TIME HISTORY



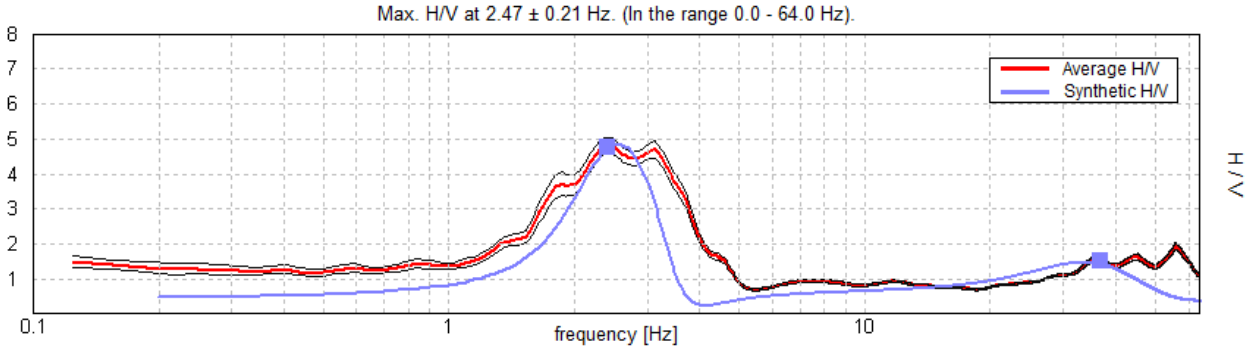
DIRECTIONAL H/V



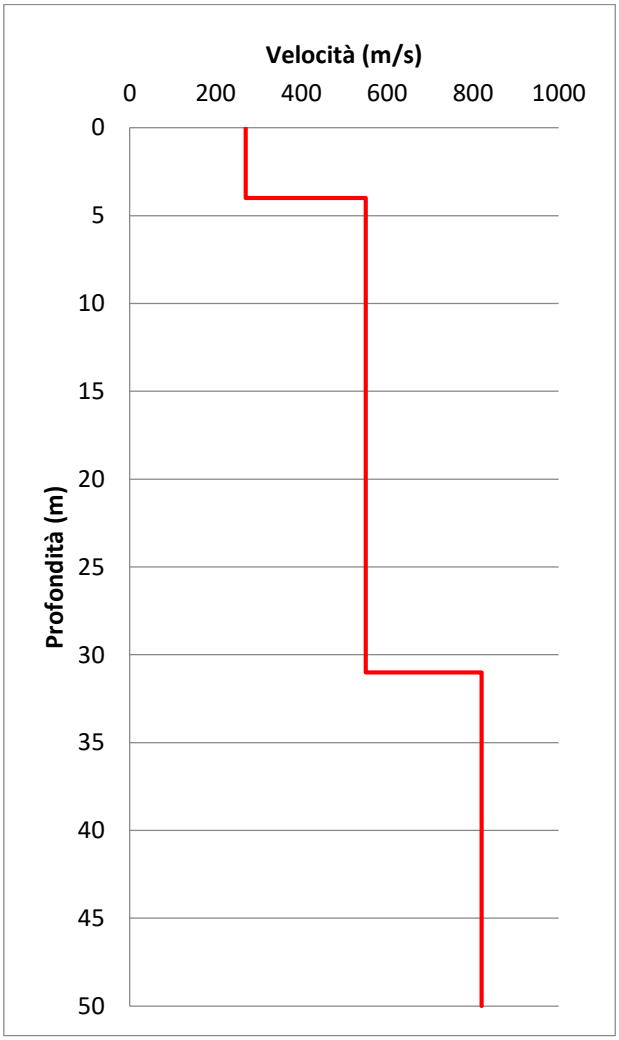
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	6.18697 < 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
σ_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 σ_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

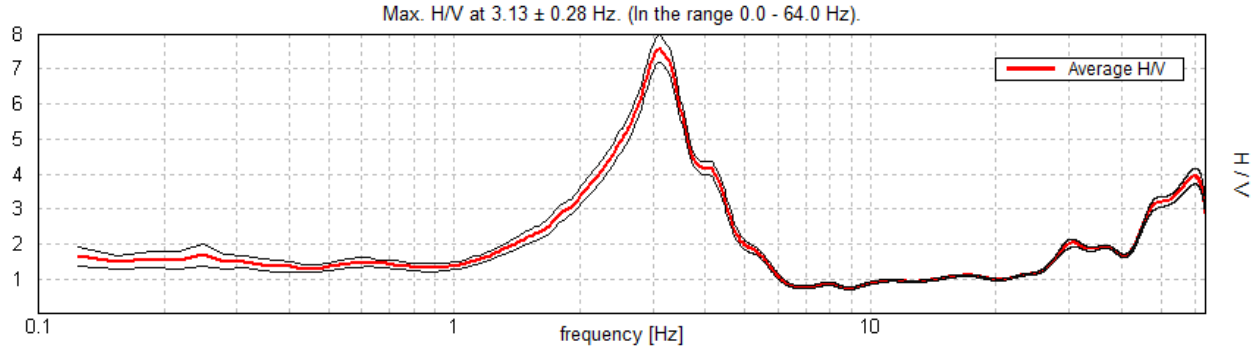
Ubicazione

Foto acquisizione

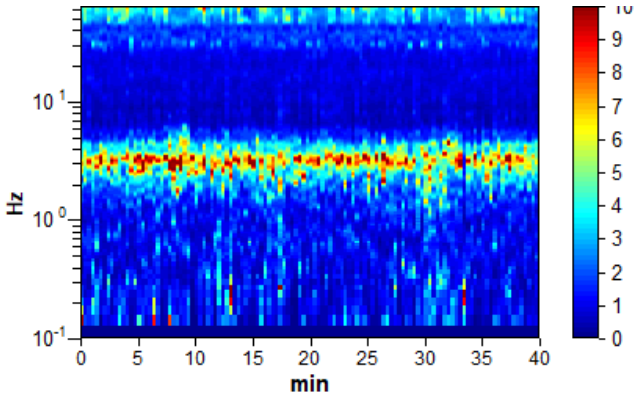
Latitudine	Longitudine
44°26'17.22"N	8°53'28.21"E

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%

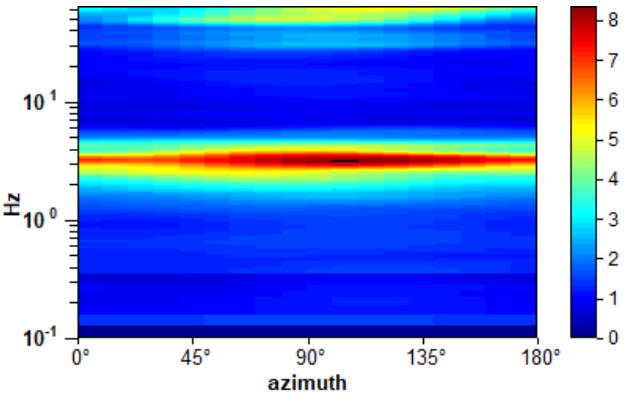
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



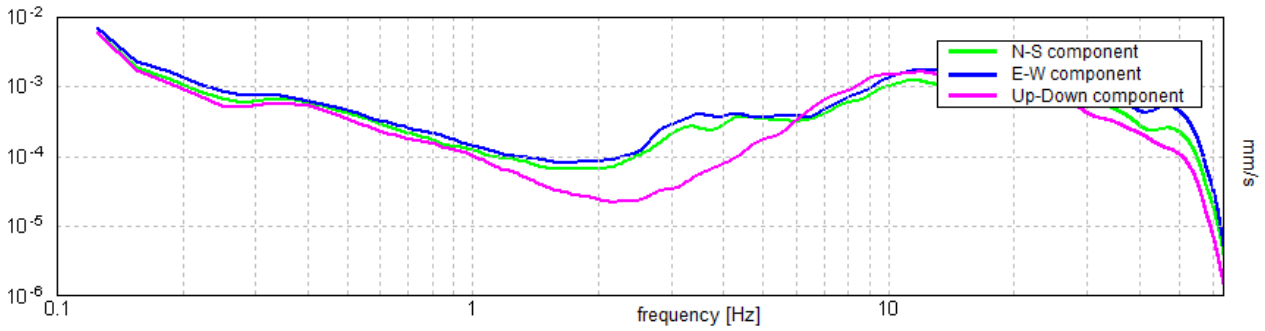
H/V TIME HISTORY



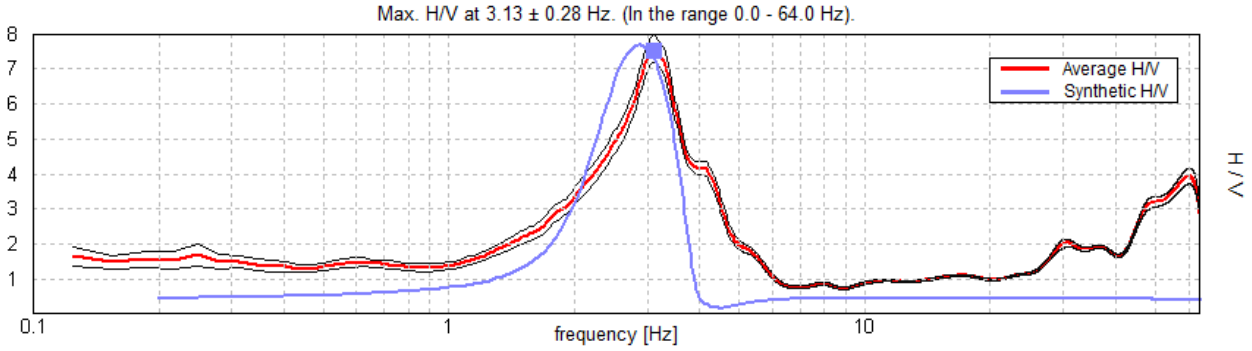
DIRECTIONAL H/V



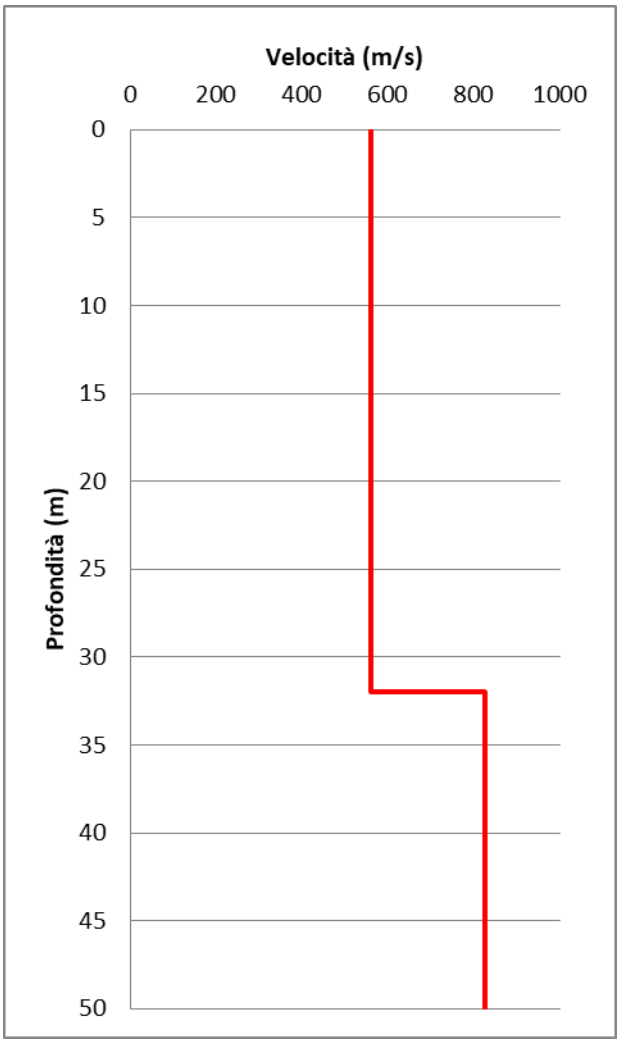
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

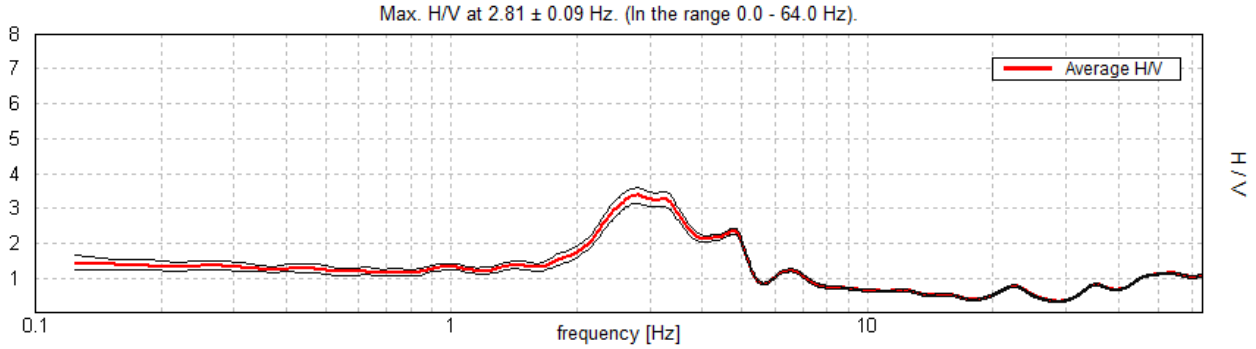
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'13.52"N	8°53'29.98"E

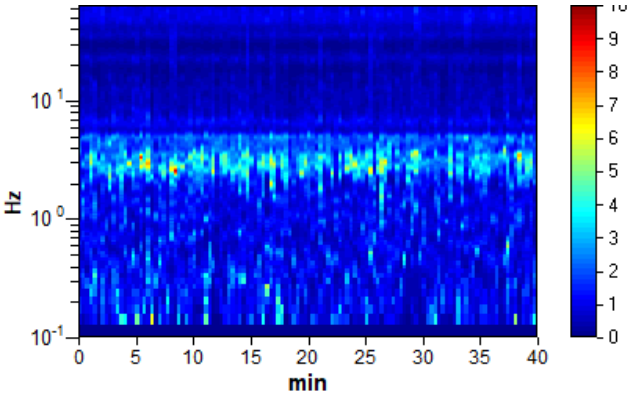
COCIV_HVSR_4_VALLE
Strumento: TE3-0338/02-17
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 23/09/20 17:30:28 Fine registrazione: 23/09/20 18:10:28
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X + X - ; Z + Z -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

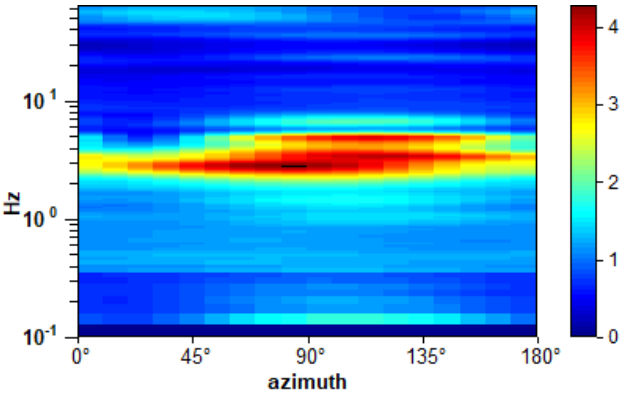
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



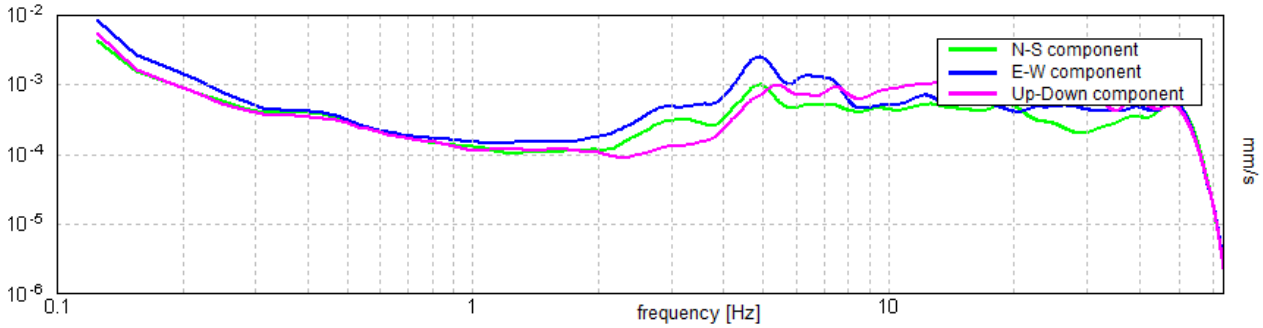
H/V TIME HISTORY



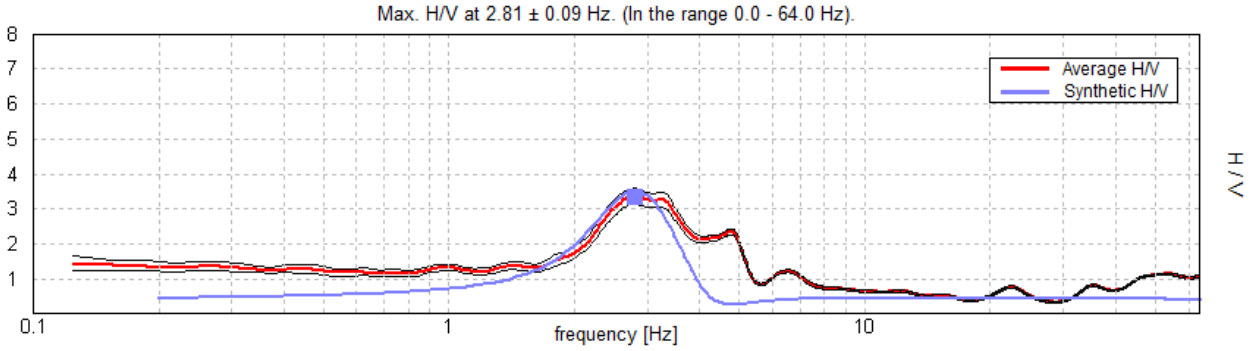
DIRECTIONAL H/V



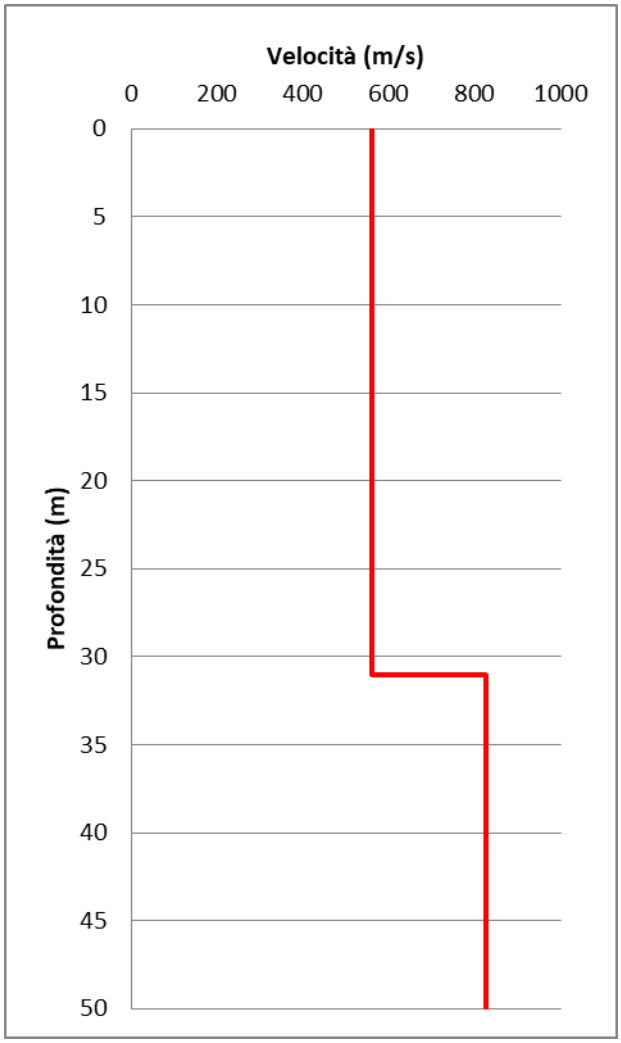
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

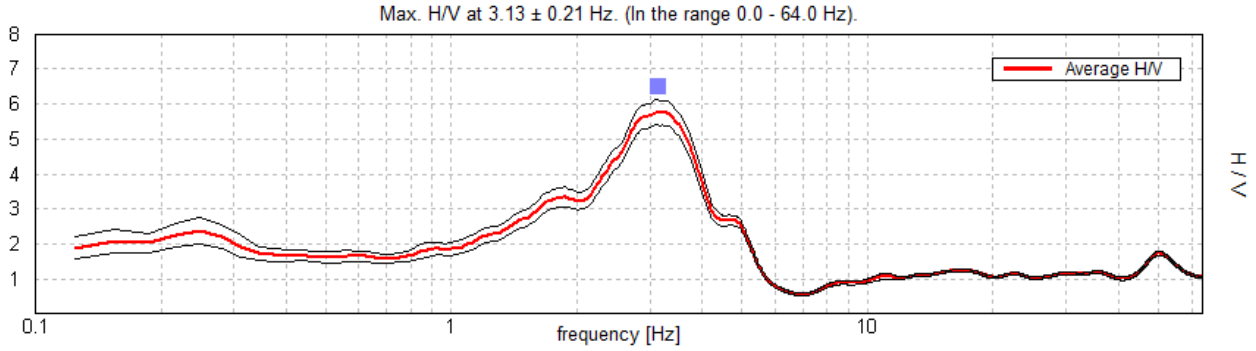
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'20.32"N	8°53'21.20"E

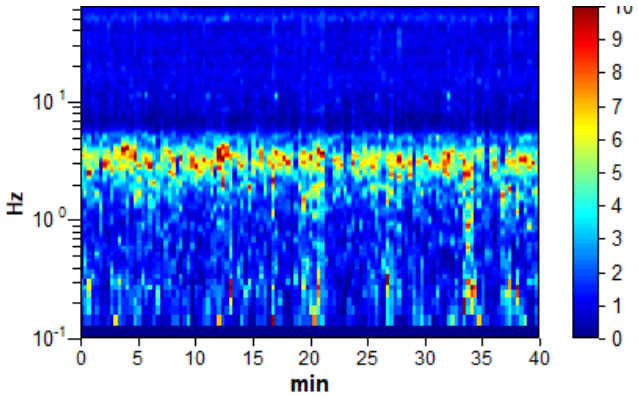
COCIV _HVSR_5_PONTE

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%

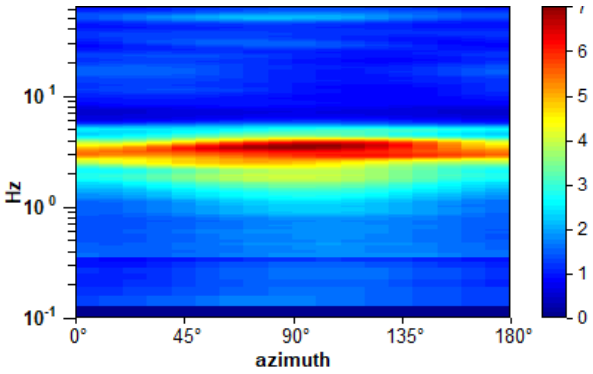
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



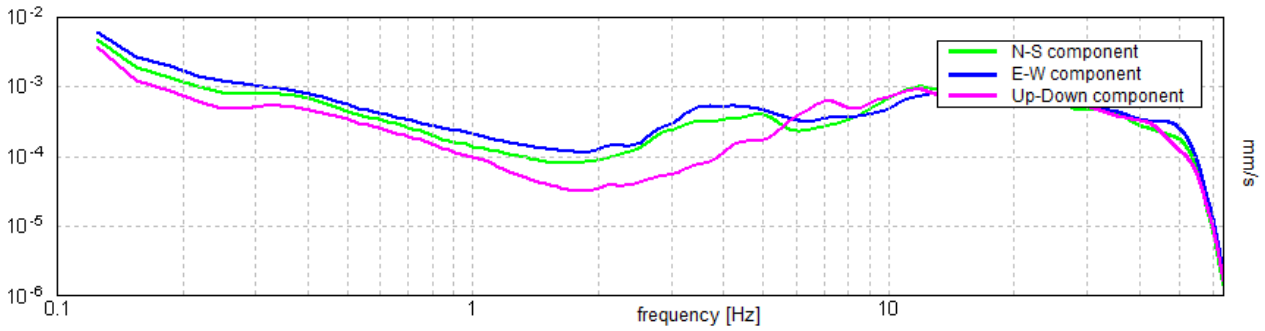
H/V TIME HISTORY



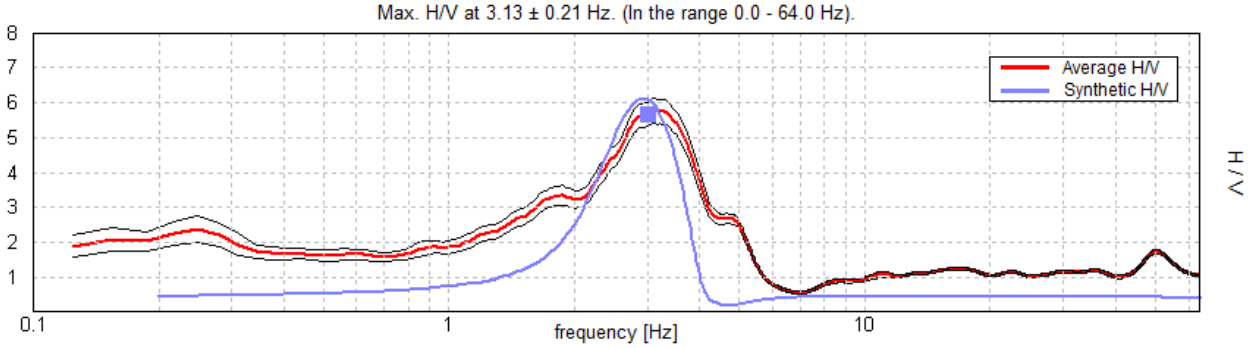
DIRECTIONAL H/V



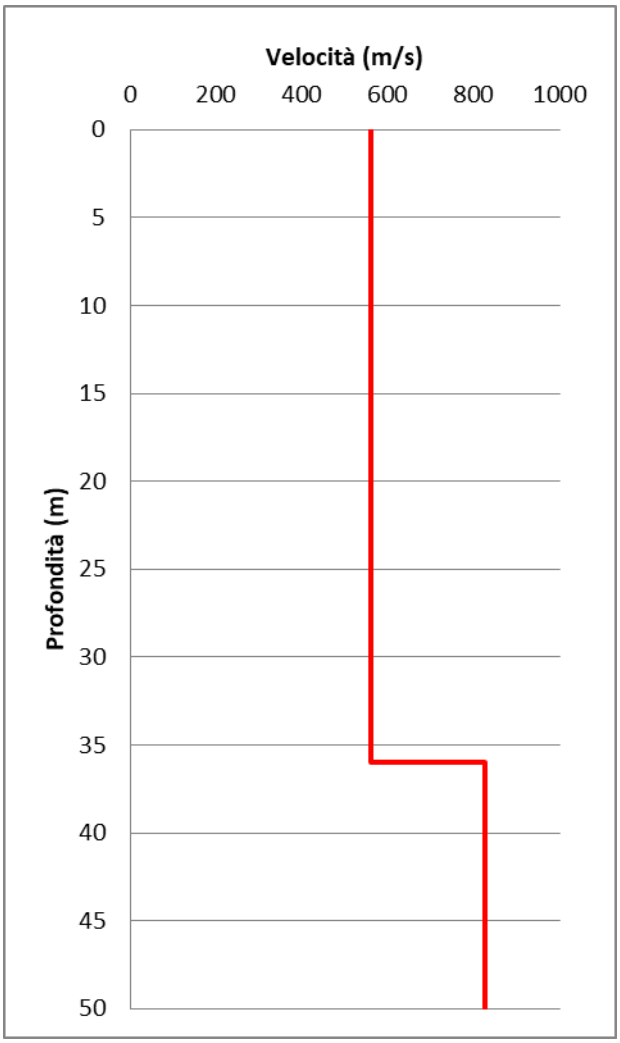
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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 $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	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
σ_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 σ_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

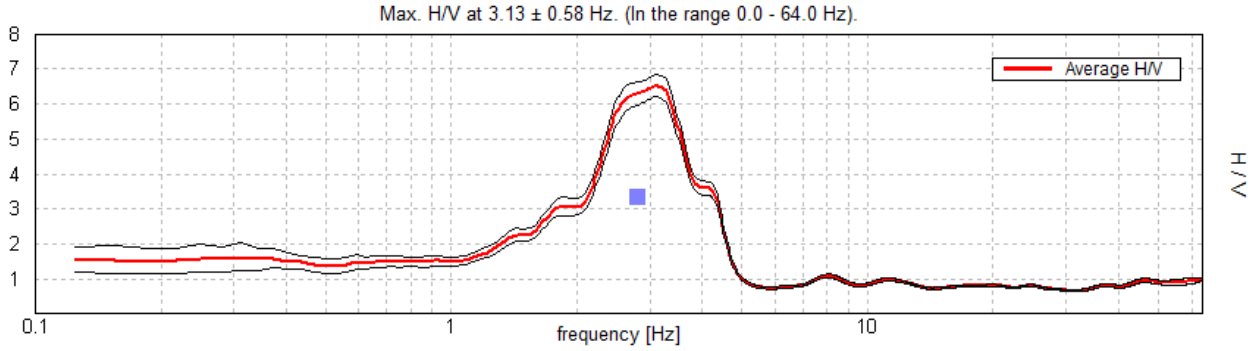
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'23.33"N	8°53'20.87"E

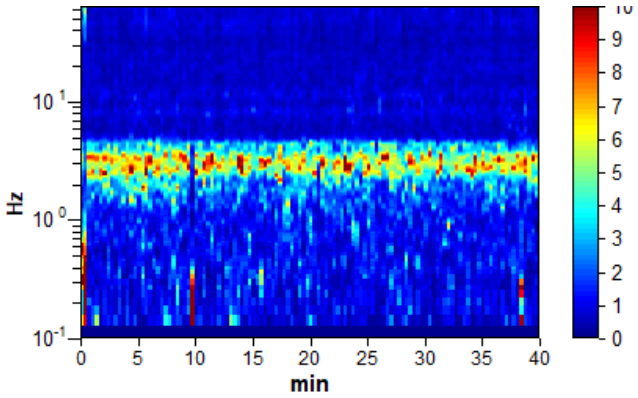
COCIV _HVSR_5_MONTE

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%

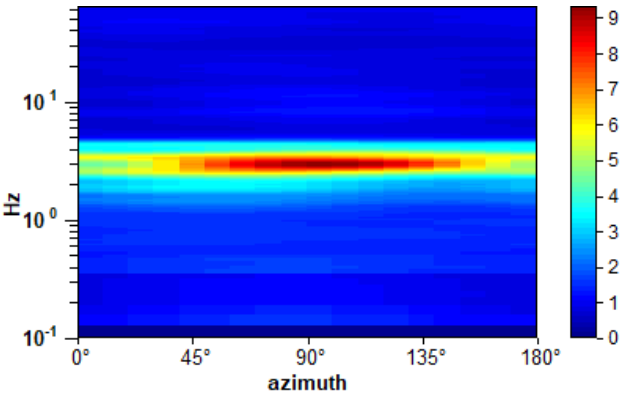
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



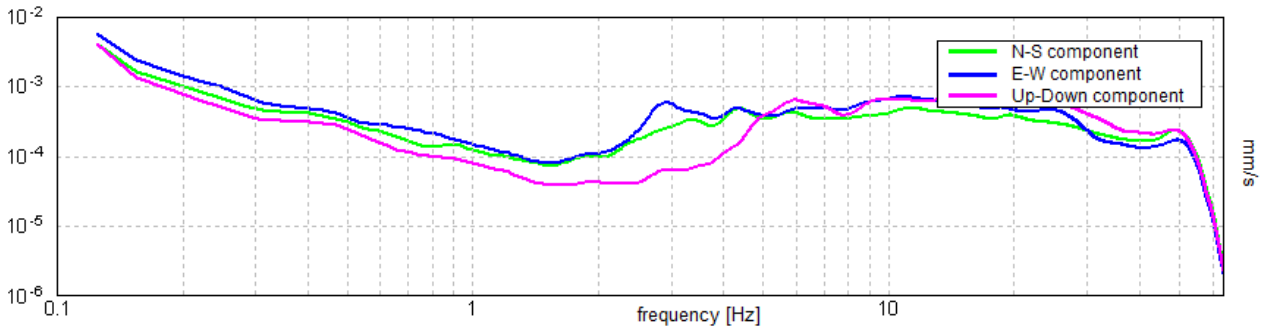
H/V TIME HISTORY



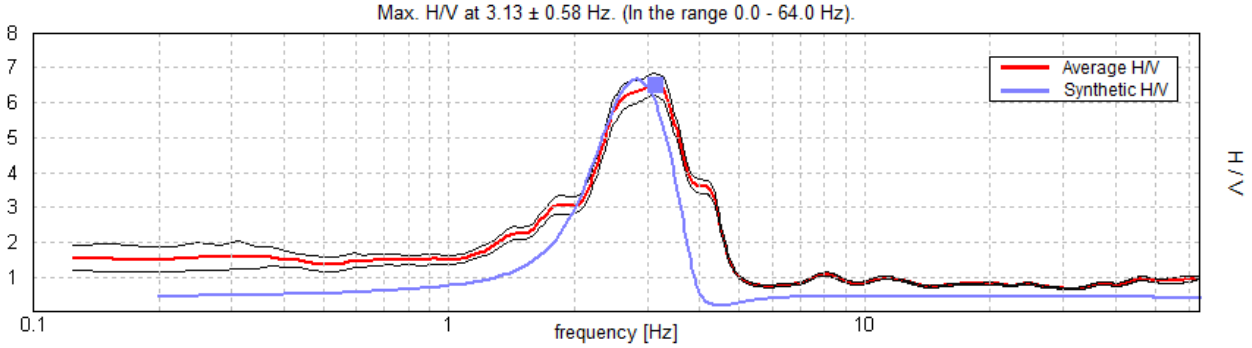
DIRECTIONAL H/V



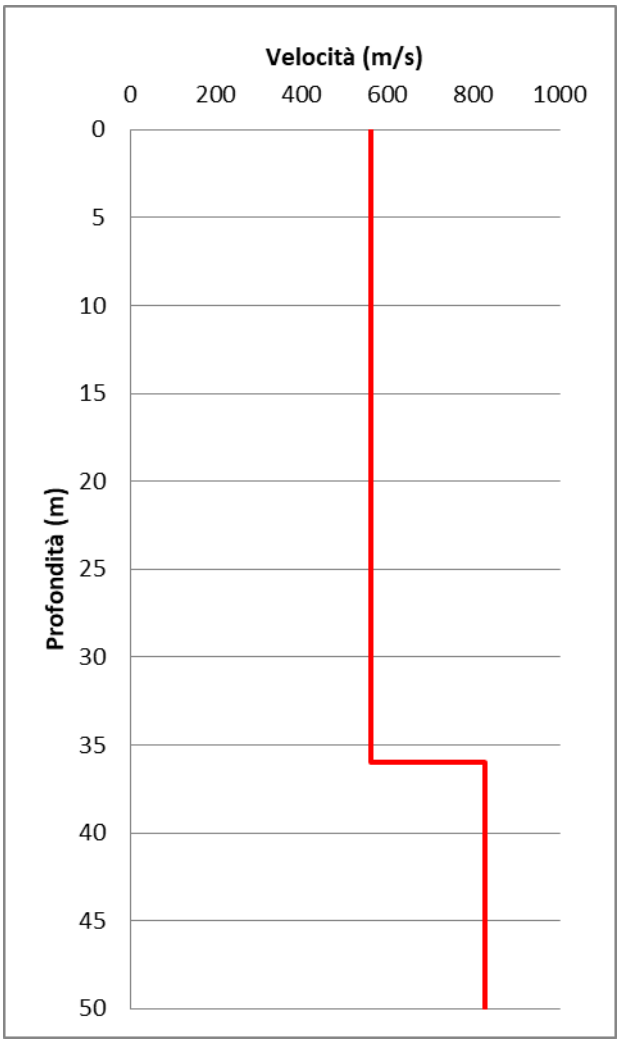
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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 $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.094 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
σ_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 σ_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

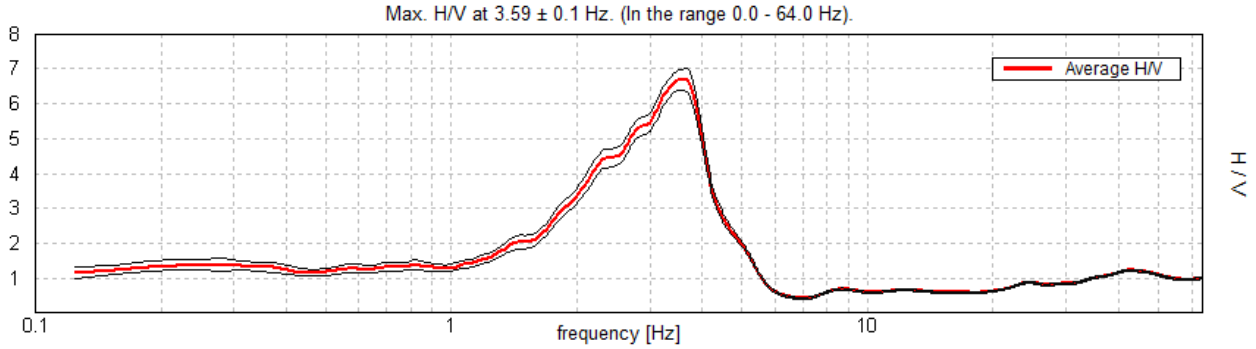
Ubicazione

Foto acquisizione

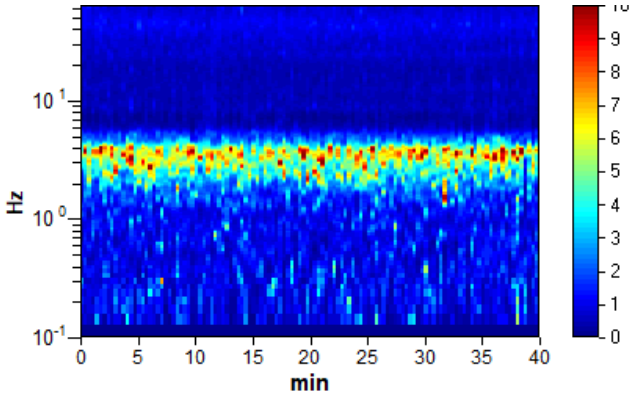
Latitudine	Longitudine
44°26'20.32"N	8°53'21.20"E

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%

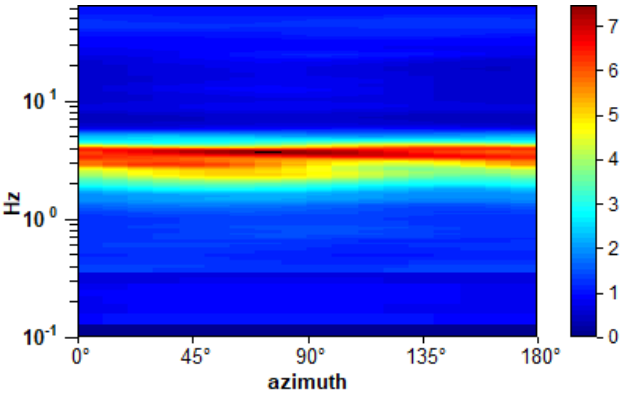
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



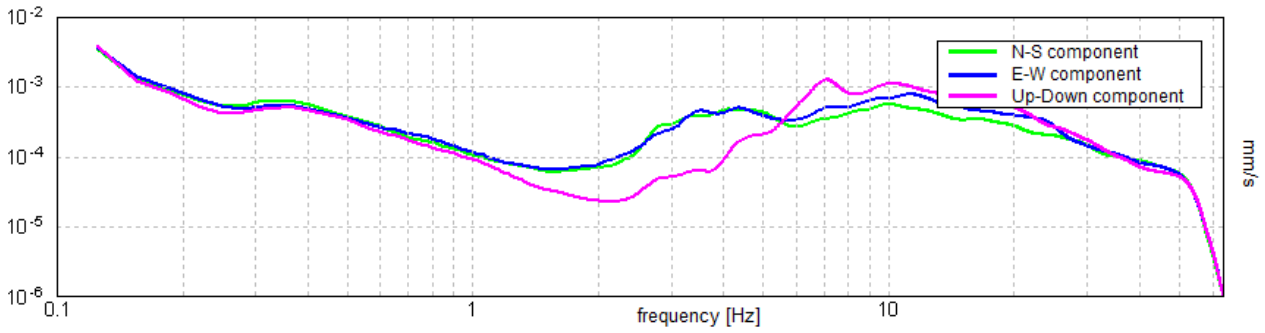
H/V TIME HISTORY



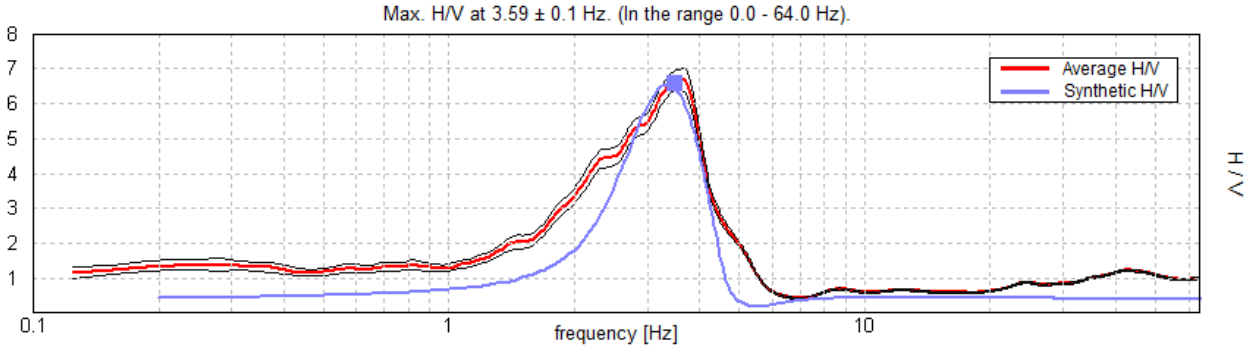
DIRECTIONAL H/V



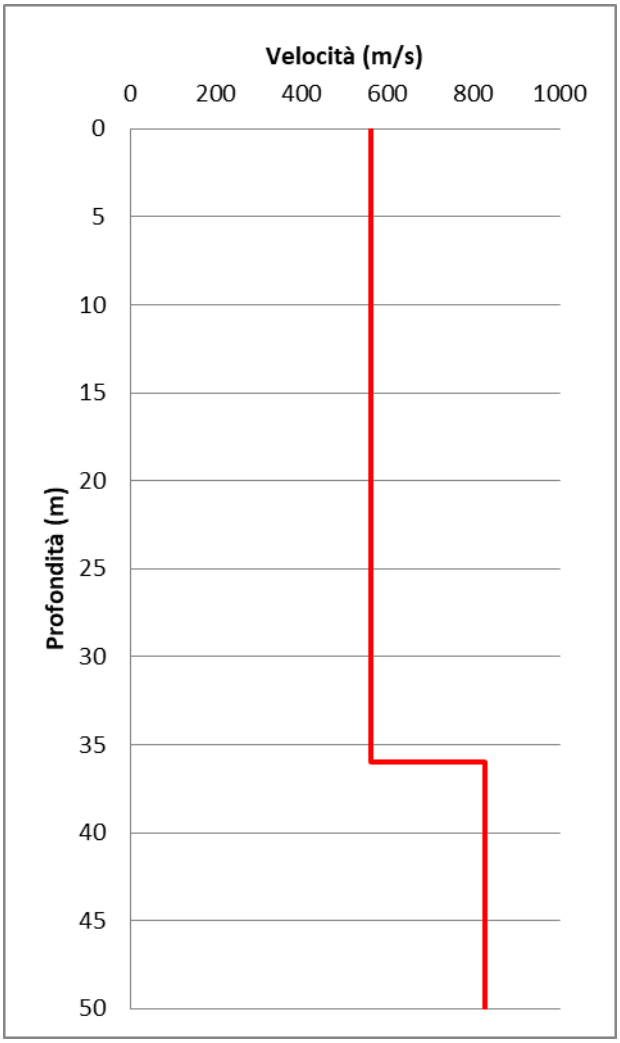
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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	
$A_0 > 2$	6.69 > 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
σ_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 σ_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

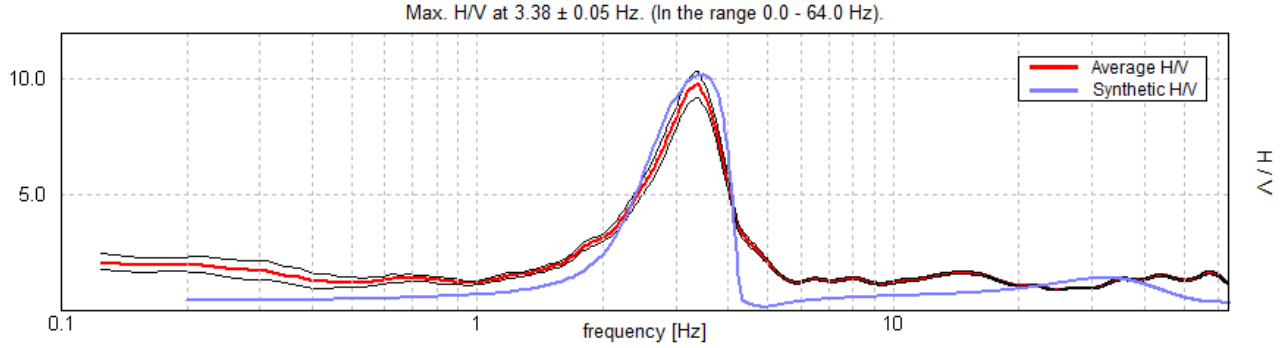
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'17.22"N	8°53'28.21"E

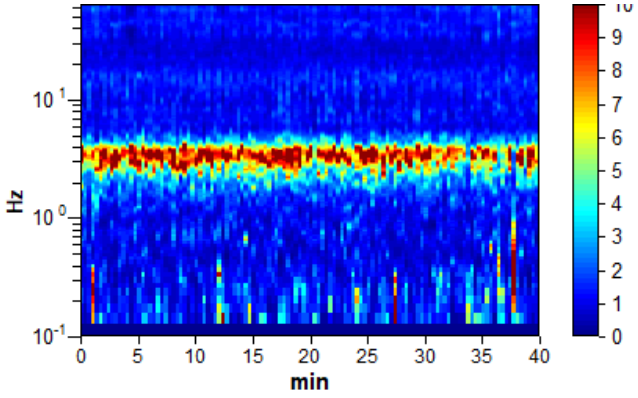
COCIV _HVSR_6

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%

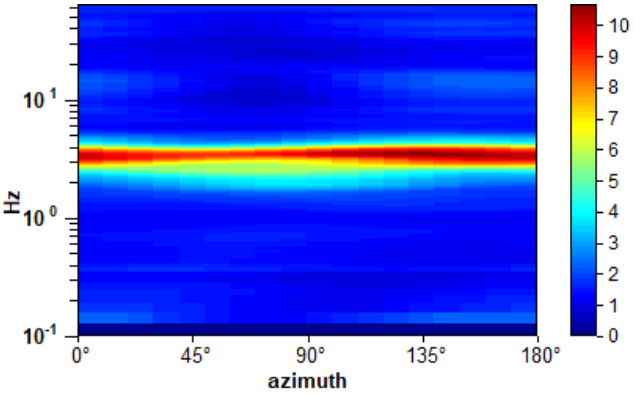
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



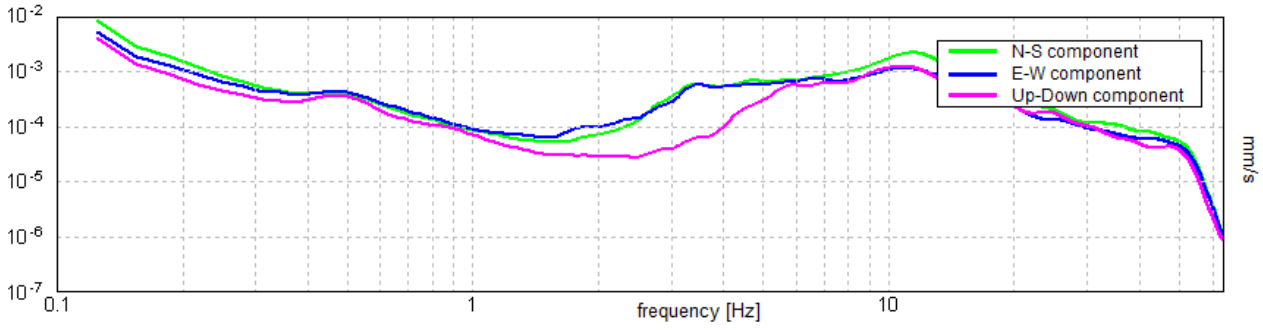
H/V TIME HISTORY



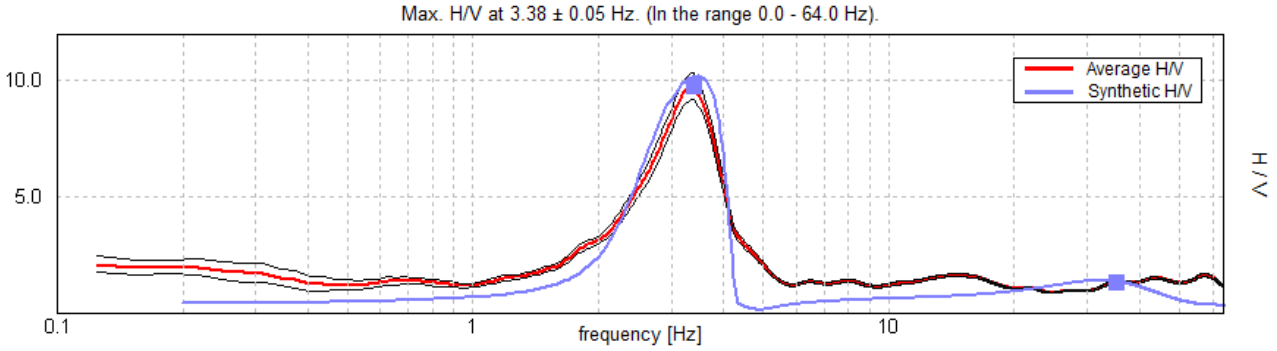
DIRECTIONAL H/V



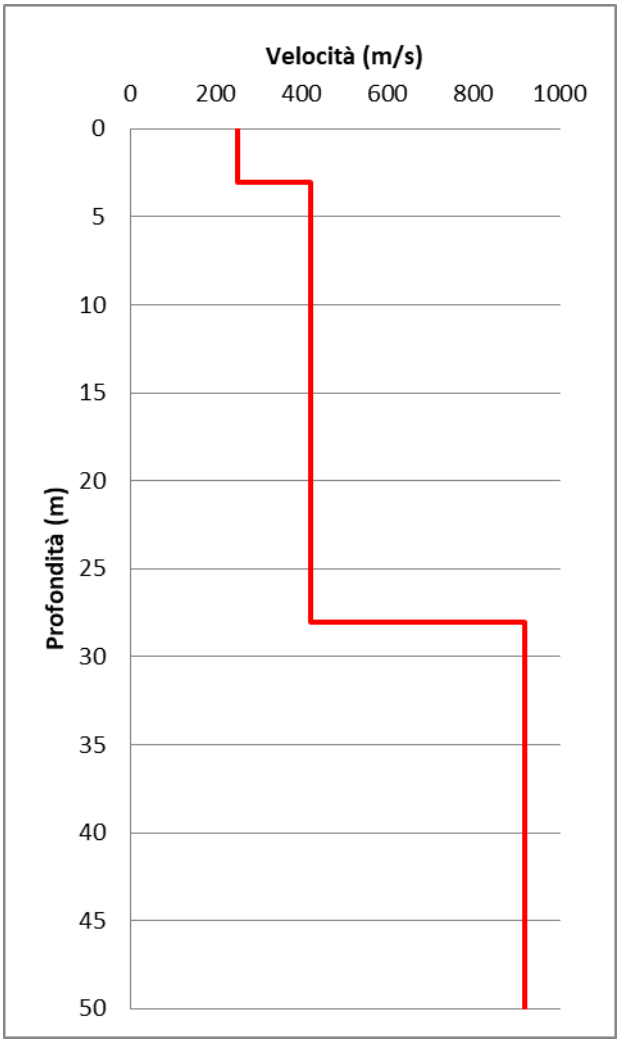
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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

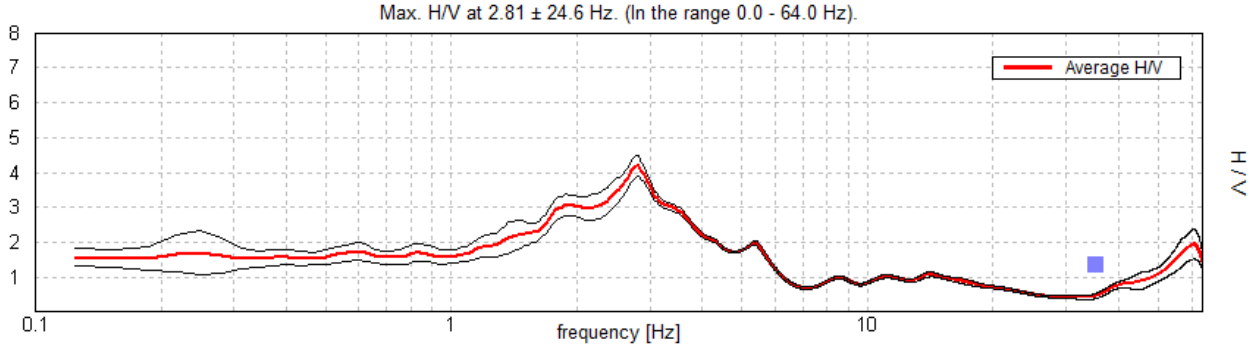
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'13.52"N	8°53'29.98"E

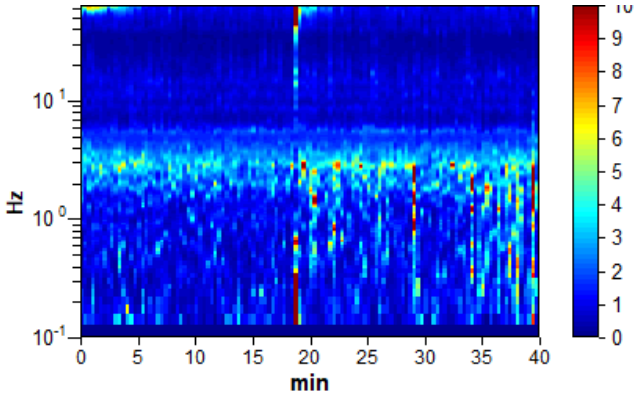
COCIV_HVSR_7

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%

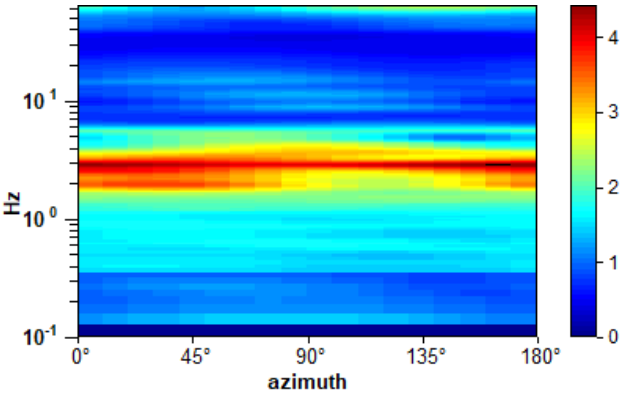
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



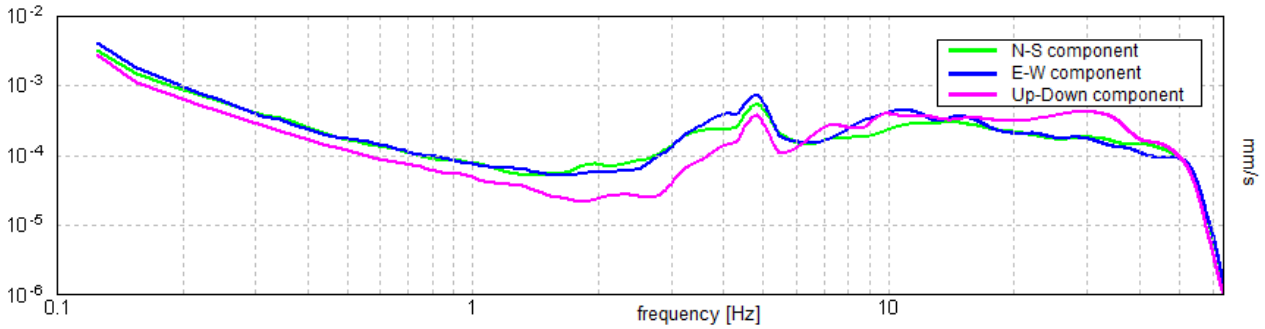
H/V TIME HISTORY



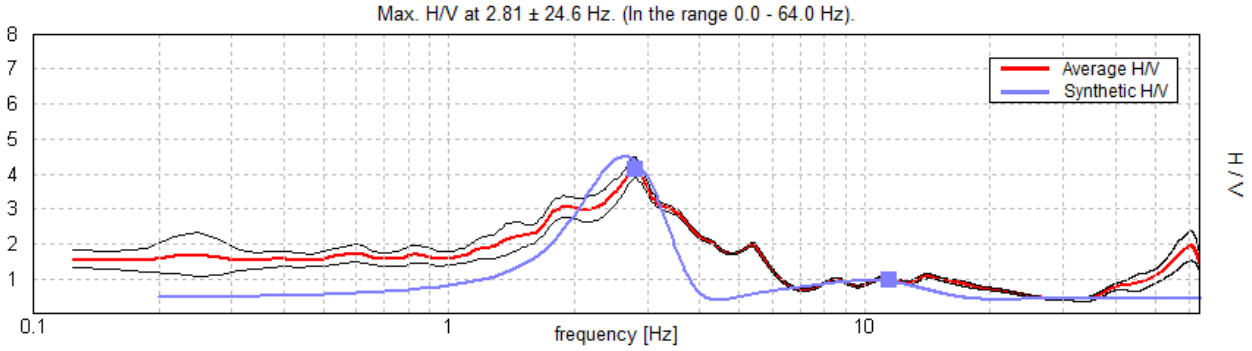
DIRECTIONAL H/V



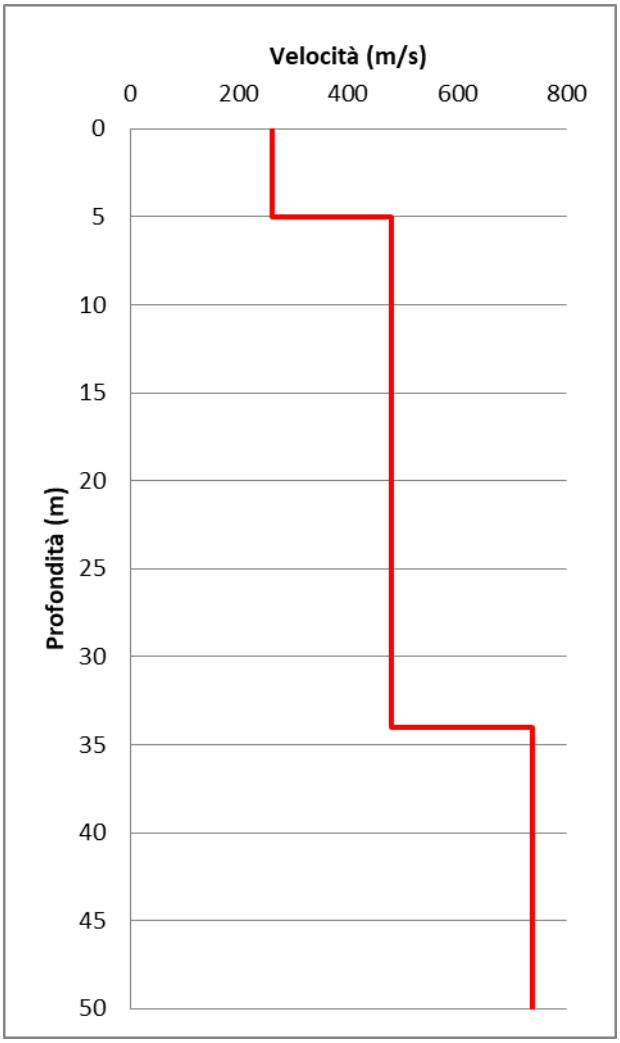
SINGLE COMPONENT SPECTRA



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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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 $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.344 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
σ_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 σ_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

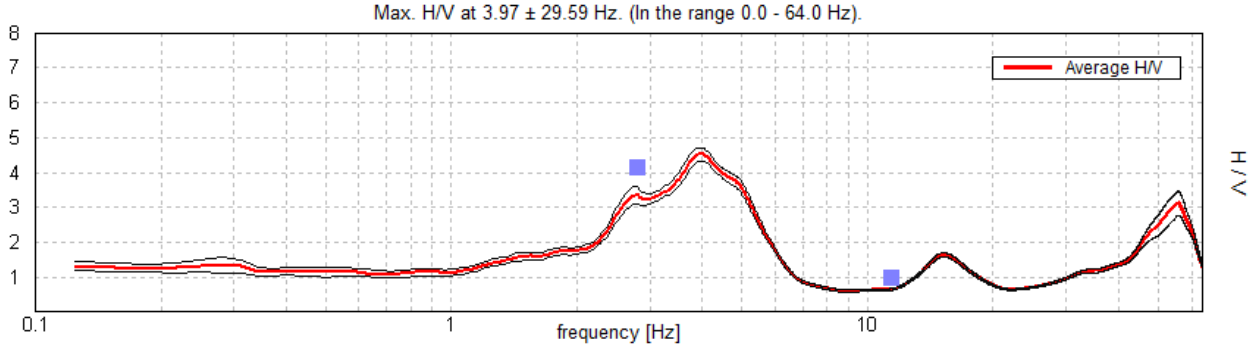
Foto acquisizione

Latitudine	Longitudine
44°26'25.79"N	8°53'16.38"E

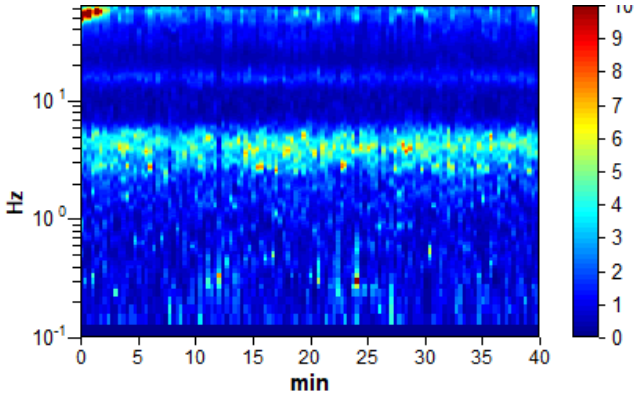
COCIV _HVSR_8

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%

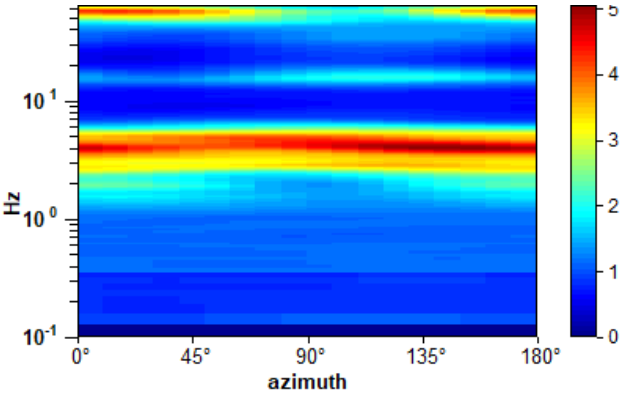
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



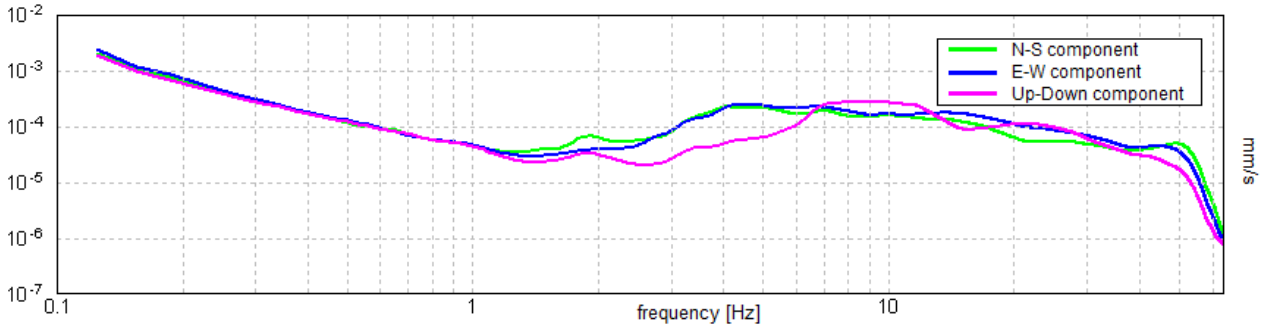
H/V TIME HISTORY

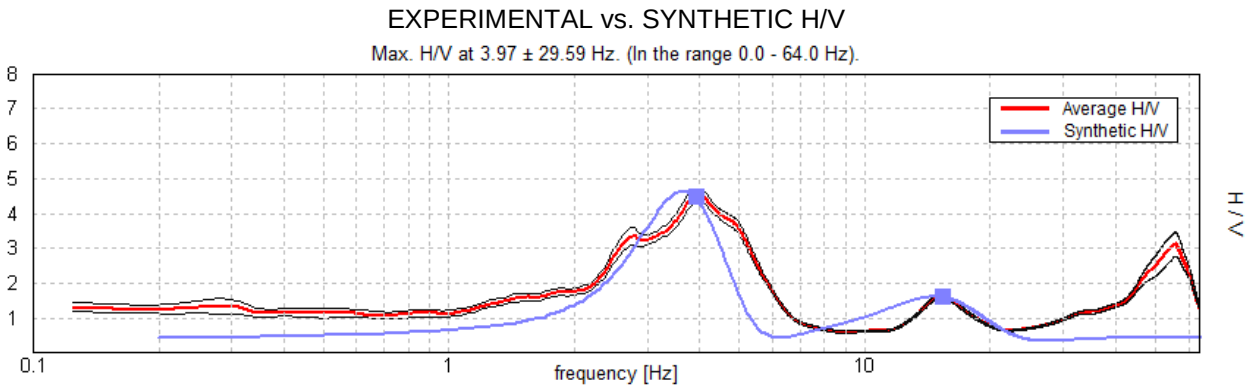


DIRECTIONAL H/V

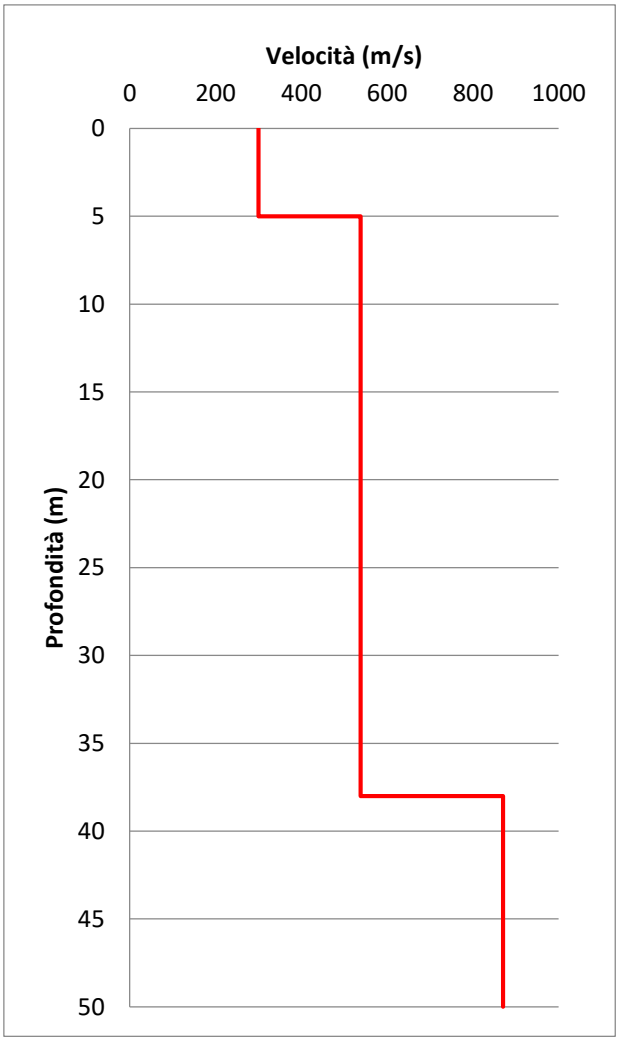


SINGLE COMPONENT SPECTRA





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 [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 **$\sigma_A(f) < 3$ 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
σ_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 σ_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