

Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile



FERROVIENORD

FNMGROUP



NORD_ING

FNMGROUP

CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

K 1 4 A

D

b

0 0 5

I G

0 2

R 1

==

INTERVENTI PER LA SICUREZZA FERROVIE ISOLATE
LINEA BRESCIA-ISEO-EDOLO SOSTITUZIONE SISTEMA DI SICUREZZA ATTUALE CON ACC_M
Progetto Definitivo

RELAZIONE GEOLOGICA - INDAGINE GEOGNOSTICA
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	Nov. '22	REVISIONE A SEGUITO VALIDAZIONE		
	0	Mar. '22	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Luca Erba

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE (a.r.)
Dott. Enrico Bellavia

Progettista

FNMGROUP

DELLA PROVINCIA DI BRESCIA
DOTT. ING. LUCA ERBA
Sez. A - Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 639

Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

NORD_ING S.R.L.

**LINEA FERROVIARIA
BRESCIA – ISEO – EDOLO**

TRATTA ISEO - EDOLO

**Relazione Geologica
Indagine geognostica
Caratterizzazione e modellazione geotecnica**

REVISIONE N° 01

DATA DI EMISSIONE: 20/09/2022

REDATTA DA: dott. A. Freddo geologo



APPROVATA DA: dott. E. Fornasiero ingegnere
Direttore Tecnico



NORD ING S.R.L.

**LINEA FERROVIARIA BRESCIA – ISEO – EDOLO
TRATTA ISEO - EDOLO**

**INDAGINE GEOGNOSTICA PER L'INSTALLAZIONE
DELL'IMPIANTO ACC-M**

**RELAZIONE GEOLOGICA
INDAGINE GEOGNOSTICA
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

INDICE

1. INTRODUZIONE
2. ASSETTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA DI SUPERFICIE
3. LIMITAZIONI ALL'EDIFICAZIONE
4. INDAGINE GEOGNOSTICA
 - 4.1 Sondaggi a carotaggio continuo
 - 4.2 Prelievo dei campioni
 - 4.3 Prove S.P.T.
 - 4.4 Posa dei piezometri
 - 4.5 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA
 - 5.1 Classificazione sismica e topografica
 - 5.2 Prospezione sismica a rifrazione MASW
 - 5.3 Analisi del rischio sismico – Risposta sismica locale
 - 5.4 Parametri sismici
 - 5.5 Potenziale di liquefazione
6. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

TAVOLE TECNICHE

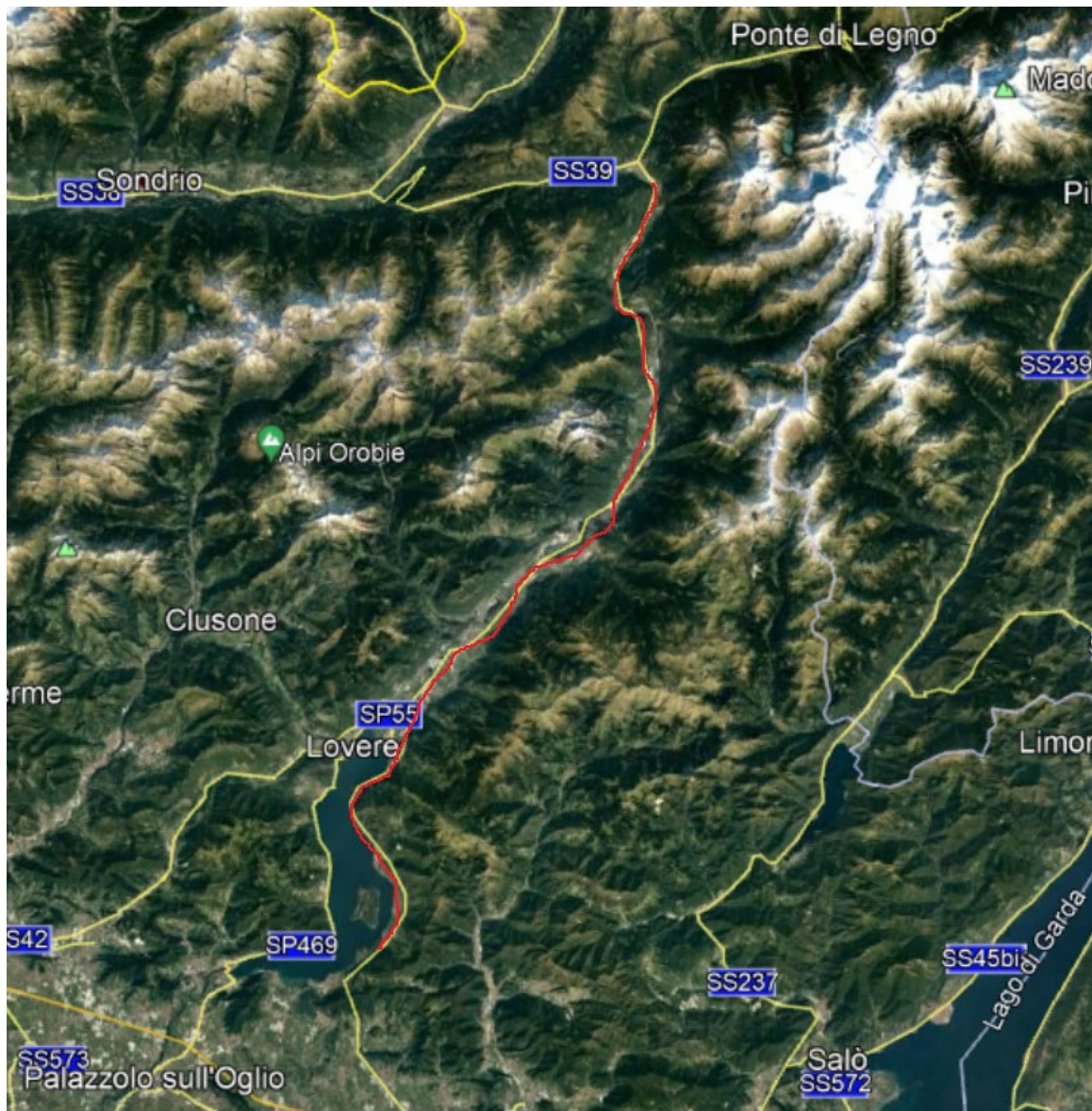
N° 13 FOGLI PLANIMETRICI
N° 11 FOGLIO STRATIGRAFICO
N° 22 FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI
N° 11 FOGLI INTERPRETATIVI DELLE PROVE DPSH

ALLEGATI

CERTIFICATI LABORATORIO TERRE

1. INTRODUZIONE

Su incarico di **Nord_Ing S.r.l.**, nella presente relazione si riportano i risultati ottenuti dall'indagine geognostica eseguita in N° 12 siti ubicati lungo la linea ferroviaria Brescia – Iseo- Edolo, nel tratto Iseo – Edolo, per l'installazione dell'impianto ACC-M.



Vista aerea del sito (Google Earth)

Finalità dell'indagine è l'individuazione del modello geotecnico rappresentativo del sottosuolo, a tale scopo sono state eseguite:

- N° 11 sondaggi a carotaggio continuo;
- N° 12 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH;
- N° 12 prospezioni sismiche a rifrazione MASW;
- Analisi geotecniche di laboratorio.

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto previsto dalle “Norme tecniche per le costruzioni” D.M. 17/01/2018, pubblicato nella G.U. del 20/02/2018, n°.42. La normativa di riferimento viene integrata con D.G.R. Lombardia IX 2616/2011 e Circolare n. 1 del 24/02/2017 Regione Lombardia.

2. ASSETTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

Le 12 aree indagate ricadono nei fogli 19 “Tirano” e 34 “Breno” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000 e nei fogli 56 “Monte Adamello”, 57 “Malonno”, 78 “Breno” e 99 “Iseo” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000.

I siti d’indagine rientrano in zone urbanizzate con forte antropizzazione del paesaggio e dei terreni, situate sulla sponda orientale del Lago di Iseo e in Valcamonica.

I rilievi delle Prealpi Bergamasche e Bresciane sono inseriti nella Catena Alpina delle Orobie facente parte dell’ampio settore strutturale denominato Alpi meridionali. Queste ultime sono separate dal corpo principale della catena alpina dalla linea insubrica, una importante discontinuità tettonica a decorso Est – Ovest. Nelle Alpi meridionali si manifestano sovrascorrimenti di minor ampiezza rispetto il settore settentrionale ed interessano rocce provenienti dagli stessi settori di origine.

Nel territorio esaminato sono presenti unità litologiche marine e continentali.

L’ossatura dei rilievi è costituita, nel settore meridionale, da una successione di rocce sedimentarie di età giurassica e cretacea, ben stratificate, in prevalenza di natura carbonatica, formatesi in ambiente di mare aperto, con un contenuto variabile di argilla.

Le rocce, in prevalenza di natura calcarea e calcareo-marnosa, sono talora coperte da depositi quaternari continentali legati all’azione delle acque e degli altri agenti morfogenetici.

Il territorio è interessato da un’ampia piega sinclinalica ad asse prevalentemente diretto ENE - WSW e sollevata verso est, detta Sinclinale di Costorio. Lungo il versante orografico destro della Val Trompia è presente la “sinclinale di Polaveno”, grande piega concava il cui asse a direzione E-W congiunge Iseo con Zanano.



LEGENDA

	Formazione di Breno - Dolomia		Formazione di Servino - Marne
	Formazione di La Valle - Marne e arenarie		Formazione di Monte Mignolo - Arenarie e conglomerati
	Calcare di Prezzo - Calcarei marnosi		Conglomerato del Dosso dei Galli - Conglomerati grossolani
	Miscisti del Maniva - Paragneiss		Verrucano Lombardo - Conglomerati a vulcaniti
	Scisti di Edolo		

Nella parte più a nord troviamo il Basamento Cristallino, costituito da filladi, micascisti e gneiss. Queste rocce, che hanno un'età di circa 360 milioni di anni, sono di origine metamorfica, hanno cioè subito una sostanziale trasformazione nella loro originale composizione per effetto di elevate temperature e forti pressioni. Sul Basamento metamorfico troviamo una copertura di rocce di origine vulcanico-sedimentaria che hanno un'età che va da circa 270 a 225 milioni di anni (Permiano). Queste formazioni sono costituite da clasti (frammenti di rocce diverse), porfidi e vulcaniti. La parte superiore delle formazioni del Permiano, costituita da arenarie, conglomerati e rocce vulcaniche, prende il nome di Verrucano Lombardo ed ha un'età di circa 240 milioni di anni. Al Verrucano Lombardo seguono i sedimenti di origine marina della Formazione del Servino (risalente al Trias Inferiore, con un'età quindi di circa 220 milioni di anni). Il Servino è costituito da rocce carbonatiche come i calcari e da rocce terrigene come le marne, le arenarie e le siltiti. Segue quindi la Formazione della Carniola di Bovegno, caratterizzata da dolomie e calcari dolomitici che prendono in superficie una colorazione giallastra.

Il fondovalle della Valcamonica risulta interessato da terreni fluvioglaciali del Wurm scavati dal fiume Oglio in età post glaciale costituenti le pendici delle Prealpi. Questi terreni sono costituiti principalmente da ghiaie e ciottoli in matrice limoso argillosa con coltri di alterazione che possono raggiungere spessori notevoli in cui prevale la frazione limoso-argillosa.

Parte dei terreni più superficiali sono interessati da coltri eluvio-colluviali formatesi da accumuli di terreni di alterazione delle rocce affioranti nella zona, la loro genesi è legata all'azione della forza di gravità e alla disaggregazione fisico-chimica operata sulle masse rocciose dagli agenti atmosferici e climatici.

Dal punto di vista geomorfologico, il tracciato ferroviario oggetto di indagini si sviluppa interamente nella provincia di Brescia con andamento pressoché da Sud verso Nord.

Il territorio oggetto di studio è situato tra l'estremità settentrionale delle colline di Franciacorta e la Valcamonica, percorrendo la sponda Est del Lago d'Iseo.

I versanti montuosi presentano pendenze elevate, prevalentemente maggiori del 50%, sono in gran parte ricoperti da boschi, in genere cedui, e sono solcati da una rete idrografica costituita da valli e vallette piuttosto incise. I crinali hanno generalmente forme dolci ed arrotondate e non sono ricoperti da vegetazione.

I conoidi di deiezione, presenti soprattutto nei territori collinari del tratto iniziale e in Valcamonica, sono prodotti dall'apporto di materiale trasportato dai torrenti e depositato al loro sbocco nella valle principale.

La fascia di raccordo tra i versanti montuosi ed il fondovalle, caratterizzata da un'acclività moderata, è spesso terrazzata. Il fondovalle della Valcamonica, a morfologia pianeggiante, è in buona parte occupato da insediamenti abitativi ed industriali.

Sono stati analizzati:

- il Piano di Governo del Territorio dell'Unione dei Comuni delle Alpi Orobie Bresciane;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Artogne;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Breno;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Ceto;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Darfo-Boario Terme;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Piancogno;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Pisogne;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Sellero;
- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Sulzano;
- il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia;
- il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po;
- il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del bacino del Fiume Po;
- il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) - ISPRA.

Dallo studio delle tavole allegate ai Piani soprariportati si deduce che:

- PL06 in comune di Sulzano (BS)
 - il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 “fattibilità con modeste limitazioni: area in fascia lacustre su conoide alluvionale”;
 - il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4c: zona morenica”.
- Stazione di Sulzano (BS)
 - il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 3 “fattibilità con consistenti limitazioni: area in fascia di rispetto di pozzi e sorgenti, area esondabile, area di conoide”;
 - il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4b: zona pedemontana”.
- Stazione di Toline in Comune di Pisogne (BS)
 - il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 3 “fattibilità con consistenti limitazioni: area di conoide, area allagabile”;
 - il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4b: zona pedemontana”.
- Stazione di Artogne (BS)

- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 “fattibilità con modeste limitazioni: area con terreni di fondazione dalle mediocri caratteristiche geotecniche, bassa soggiacenza della falda, ristagno superficiale”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle”.
- Stazione di Erbanno in Comune di Darfo – Boario Terme (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 3 “fattibilità con consistenti limitazioni: area con terreni di fondazione dalle scadenti caratteristiche geotecniche, bassa soggiacenza della falda, rischio alluvioni”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle” e “Z2: terreni di fondazione scadenti”.
- Stazione di Pian di Borno in comune di Piancogno (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 3 “fattibilità con consistenti limitazioni: area allagabile”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle”.
- PL70 in Comune di Breno (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 3 “fattibilità con consistenti limitazioni: area in fascia di esondazione C su conoide stabilizzato”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle”.
- Stazione di Ceto (BS) in località Badetto
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 “fattibilità con modeste limitazioni: area in fascia di esondazione C su conoide di deiezione relitta”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4b: zona pedemontana”.
- PL80 in Comune di Ceto (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 “fattibilità con modeste limitazioni: area allagabile”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle”.
- Stazione di Sellero (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 “fattibilità con modeste limitazioni: area allagabile”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle”.
- Stazione di Forno d’Allione in Comune di Malonno (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 3 “fattibilità con consistenti limitazioni: area su conoide attiva parzialmente protetta”;

- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z4a: zona di fondovalle”.
- Stazione di Sonico (BS)
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 “fattibilità con modeste limitazioni: area su conoide protetta”;
- il sito ricade nello scenario di pericolosità sismica locale “Z1c: zona potenzialmente esposta a frana” e “Z4a: zona di fondovalle”.

3. LIMITAZIONI ALL’EDIFICAZIONE

Dall’analisi delle tavole di cui al punto 2, dato il tipo di intervento previsto, risulta che non vi siano particolari limitazioni all’esecuzione del progetto.

4. INDAGINE GEOGNOSTICA

Sono state eseguite N° 12 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH, spinte alla profondità prevista o al raggiungimento del rifiuto strumentale e N°11 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo. L’ubicazione delle prove e dei sondaggi, come riportato nelle planimetrie allegate, è stata scelta in accordo con il committente e compatibilmente alle effettive possibilità di accesso ai punti d’indagine.

Non è stato possibile eseguire il sondaggio presso la stazione di Toline in Comune di Pisogne (BS) in quanto nel sito e nell’intorno del sito stesso non sono stati individuati luoghi adatti al posizionamento della sonda carotatrice.

4.1 Sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti in conformità alle norme ANISIG e sotto il diretto controllo in cantiere di tecnici e responsabili della scrivente ditta. I sondaggi sono stati eseguiti a rotazione a carotaggio continuo con l’impiego di carotiere semplice; si è inoltre provveduto al sistematico sostentamento delle pareti del foro con l’uso di tubi di rivestimento metallici.

Nelle tavole tecniche allegate sono riportate le descrizioni in dettaglio delle tipologie di terreno incontrate e, su apposite colonne, tipo, numero e profondità dei campioni prelevati. Nei fogli stratigrafici la rappresentazione grafica del terreno è stata eseguita con le simbologie comunemente in uso e secondo le raccomandazioni dell'ANISIG. Il terreno, prelevato senza soluzione di continuità, è stato accuratamente analizzato, catalogato, fotografato e riposto in apposite cassette catalogatrici per la sua conservazione.

4.2 Prelievo dei campioni

Sono stati prelevati N° 3 campioni rimaneggiati di terreno nel corso di ciascun sondaggio eseguito. I campioni rimaneggiati sono stati prelevati direttamente con campionatore semplice, riposti immediatamente in sacchetti in polietilene sigillati ermeticamente e contrassegnati e consegnati al laboratorio terre della scrivente per l'esecuzione delle prove geotecniche richieste.

4.3 Prove S.P.T.

All'interno dei fori di sondaggio sono state eseguite in totale N° 33 prove S.P.T. Le prove S.P.T. sono state eseguite in avanzamento ogni 3,00 ml di profondità.

La prova S.P.T. consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso dal fondo di un foro di sondaggio. La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno.

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

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

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

4.4 Posa dei piezometri

I fori di sondaggio S2, S4, S5, S7, S11 sono stati attrezzati a piezometro tubo aperto. Al termine delle operazioni di carotaggio, all'interno del foro di sondaggio è stato posato un tubo in PVC del diametro di 2". Il tubo risulta cieco dalla superficie fino alla profondità di falda e microfessurato nel tratto rimanente fino a fine foro.

L'intercapedine è stata cementata con boiacca cementizia dalla superficie per una profondità di circa 1,00 ml, è stata iniettata miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite da 1,00 fino al tratto drenante. In corrispondenza del tratto microfessurato è stato creato il filtro con ghiaino siliceo.

4.5 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

La prova penetrometrica dinamica continua DPSH "Dynamic Probing Super Heavy" consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

L'elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La prova penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Caratteristiche Tecniche-Strumentali

Sonda: Hydra GeoEasy DPSH

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Diametro punta conica	50 mm
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Con l'impiego del software GEOSTRU Dynamic Probing e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene la interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura eseguito.

Successivamente il sottosuolo viene raffigurato in strati omogenei aventi valori di resistenza alla punta dello stesso ordine di grandezza.

Di seguito vengono riportate le tabelle relative alle prove eseguita con i valori di input ed i parametri geotecnici ricavati.

PROVA DPSH 1

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 16/07/2021
 Profondità prova: 4,60 mt
 Località: SULZANO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	20	0.805	15.34	19.06	766.81	952.99
0.40	16	0.801	12.21	15.25	610.50	762.39
0.60	12	0.847	9.69	11.44	484.31	571.80
0.80	11	0.843	8.84	10.48	442.03	524.15
1.00	8	0.840	5.92	7.05	296.13	352.64
1.20	9	0.836	6.64	7.93	331.76	396.72
1.40	8	0.833	5.87	7.05	293.70	352.64
1.60	8	0.830	5.85	7.05	292.53	352.64
1.80	7	0.826	5.10	6.17	254.97	308.56
2.00	9	0.823	6.08	7.38	303.82	369.07
2.20	7	0.820	4.71	5.74	235.42	287.06
2.40	9	0.817	6.03	7.38	301.59	369.07
2.60	11	0.814	7.35	9.02	367.30	451.09
2.80	8	0.811	5.32	6.56	266.20	328.07
3.00	30	0.709	16.30	23.00	815.04	1150.10
3.20	28	0.706	15.16	21.47	757.84	1073.42
3.40	29	0.703	15.64	22.24	782.01	1111.76
3.60	31	0.651	15.47	23.77	773.52	1188.43
3.80	30	0.698	16.06	23.00	803.24	1150.10
4.00	24	0.696	12.02	17.28	601.22	863.80
4.20	46	0.594	19.66	33.11	982.94	1655.62
4.40	48	0.591	20.44	34.55	1021.77	1727.60
4.60	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.4	18	17.15	Incoerente	4.12	1.5	27.07	Sabbia ghiaiosa
2.8	8.92	7.77	Incoerente	29.88	1.5	13.42	Sabbia limosa
4	28.67	21.79	Incoerente	64.53	1.5	43.12	Sabbia ghiaiosa
4.4	47	33.83	Incoerente	82.26	1.5	70.69	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	27.07	0.00-0.40	27.07	Meyerhof 1957	100
Strato (2) Sabbia limosa	13.42	0.40-2.80	13.42	Meyerhof 1957	76.75
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	43.12	2.80-4.00	43.12	Meyerhof 1957	100

Strato (4) Ghiaia e sabbia	70.69	4.00-4.40	70.69	Meyerhof 1957	100
-------------------------------	-------	-----------	-------	---------------	-----

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	27.07	0.00-0.40	27.07	Meyerhof (1965)	34.73
Strato (2) Sabbia limosa	13.42	0.40-2.80	13.42	Meyerhof (1965)	30.27
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	43.12	2.80-4.00	43.12	Meyerhof (1965)	34
Strato (4) Ghiaia e sabbia	70.69	4.00-4.40	70.69	Meyerhof (1965)	42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	27.07	0.00-0.40	27.07	Bowles (1982)	20.63
Strato (2) Sabbia limosa	13.42	0.40-2.80	13.42	Bowles (1982)	5.71
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	43.12	2.80-4.00	43.12	Bowles (1982)	57.80
Strato (4) Ghiaia e sabbia	70.69	4.00-4.40	70.69	Bowles (1982)	90.25

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	27.07	0.00-0.40	27.07	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Sabbia limosa	13.42	0.40-2.80	13.42	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	43.12	2.80-4.00	43.12	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (4) Ghiaia e sabbia	70.69	4.00-4.40	70.69	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	27.07	0.00-0.40	27.07	Meyerhof 1951	20.59
Strato (2) Sabbia limosa	13.42	0.40-2.80	13.42	Meyerhof 1951	18.04
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	43.12	2.80-4.00	43.12	Meyerhof 1951	21.67
Strato (4) Ghiaia e sabbia	70.69	4.00-4.40	70.69	Meyerhof 1951	23.63

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	27.07	0.00-0.40	27.07	Terzaghi-Peck 1948	19.99
Strato (2) Sabbia limosa	13.42	0.40-2.80	13.42	Terzaghi-Peck 1948	19.08
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	43.12	2.80-4.00	43.12	Terzaghi-Peck 1948	20.82
Strato (4) Ghiaia e sabbia	70.69	4.00-4.40	70.69	Terzaghi-Peck 1948	21.65

PROVA DPSH 2

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 14/07/2021
 Profondità prova: 2,40 mt
 Località: SULZANO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.26	3.81	162.89	190.60
0.40	3	0.851	2.43	2.86	121.62	142.95
0.60	8	0.847	6.46	7.62	322.88	381.20
0.80	6	0.843	4.82	5.72	241.11	285.90
1.00	3	0.840	2.22	2.64	111.05	132.24
1.20	2	0.836	1.47	1.76	73.73	88.16
1.40	3	0.833	2.20	2.64	110.14	132.24
1.60	27	0.730	17.37	23.80	868.29	1190.17
1.80	31	0.676	18.48	27.33	924.19	1366.49
2.00	36	0.673	19.88	29.53	993.82	1476.30
2.20	44	0.620	22.38	36.09	1118.93	1804.36
2.40	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.4	4.14	3.87	Incoerente	10.91	1.5	6.23	Sabbia limosa
2.2	34.5	29.19	Incoerente	30.61	1.5	51.89	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia limosa	6.23	0.00-1.40	6.23	Meyerhof 1957	58.19
Strato (2) Ghiaia e sabbia	51.89	1.40-2.20	51.89	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia limosa	6.23	0.00-1.40	6.23	Meyerhof (1965)	27.02
Strato (2) Ghiaia e sabbia	51.89	1.40-2.20	51.89	Meyerhof (1965)	37.12

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia limosa	6.23	0.00-1.40	6.23	Bowles (1982)	6.66
Strato (2) Ghiaia e sabbia	51.89	1.40-2.20	51.89	Bowles (1982)	68.12

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia limosa	6.23	0.00-1.40	6.23	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia e sabbia	51.89	1.40-2.20	51.89	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	6.23	0.00-1.40	6.23	Meyerhof 1951	15.59
Strato (2) Ghiaia e sabbia	51.89	1.40-2.20	51.89	Meyerhof 1951	21.97

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	6.23	0.00-1.40	6.23	Terzaghi-Peck 1948	18.53
Strato (2) Ghiaia e sabbia	51.89	1.40-2.20	51.89	Terzaghi-Peck 1948	21.17

PROVA DPSH 3

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 15/07/2021
 Profondità prova: 3,20 mt
 Località: TOLINE (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	8	0.855	6.52	7.62	325.78	381.20
0.40	7	0.851	5.68	6.67	283.77	333.55
0.60	11	0.847	8.88	10.48	443.95	524.15

0.80	10	0.843	8.04	9.53	401.85	476.50
1.00	10	0.840	7.40	8.82	370.17	440.80
1.20	12	0.836	8.85	10.58	442.35	528.96
1.40	15	0.783	10.35	13.22	517.63	661.20
1.60	18	0.780	12.37	15.87	618.53	793.44
1.80	21	0.726	13.45	18.51	672.35	925.68
2.00	21	0.723	12.46	17.22	622.79	861.17
2.20	30	0.720	17.72	24.60	885.93	1230.25
2.40	32	0.667	17.51	26.25	875.47	1312.26
2.60	39	0.614	19.65	31.99	982.37	1599.32
2.80	44	0.611	22.06	36.09	1103.23	1804.36
3.00	43	0.609	20.07	32.97	1003.38	1648.47
3.20	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.2	9.67	8.95	Incoerente	0	18.34	19.12	11.0
2	18.75	16.21	Incoerente	0	20.79	19.91	30.32
3	37.6	30.38	Incoerente	0	22.26	21.18	49.77

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia limosa con ghiaia	14.54	0.00-1.20	14.54	Meyerhof 1957	88.85
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	28.20	1.20-2.00	28.20	Meyerhof 1957	100
Strato (3) Ghiaia e sabbia	56.55	2.00-3.00	56.55	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia limosa con ghiaia	14.54	0.00-1.20	14.54	Meyerhof (1965)	30.72
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	28.20	1.20-2.00	28.20	Meyerhof (1965)	35
Strato (3) Ghiaia e sabbia	56.55	2.00-3.00	56.55	Meyerhof (1965)	40.69

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia limosa con ghiaia	14.54	0.00-1.20	14.54	Bowles (1982)	14.48
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	28.20	1.20-2.00	28.20	Bowles (1982)	40.25
Strato (3) Ghiaia e sabbia	56.55	2.00-3.00	56.55	Bowles (1982)	63.61

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia limosa con ghiaia	14.54	0.00-1.20	14.54	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	28.20	1.20-2.00	28.20	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia e sabbia	56.55	2.00-3.00	56.55	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa con ghiaia	14.54	0.00-1.20	14.54	Terzaghi-Peck 1948	17.04
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	28.20	1.20-2.00	28.20	Terzaghi-Peck 1948	18.48
Strato (3) Ghiaia e sabbia	56.55	2.00-3.00	56.55	Terzaghi-Peck 1948	18.53

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa con ghiaia	14.54	0.00-1.20	14.54	Terzaghi-Peck 1948	19.17
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	28.20	1.20-2.00	28.20	Terzaghi-Peck 1948	20.06
Strato (3) Ghiaia e sabbia	56.55	2.00-3.00	56.55	Terzaghi-Peck 1948	21.32

PROVA DPSH 4

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 14/07/2021
 Profondità prova: 2,40 mt
 Località: SULZANO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.26	3.81	162.89	190.60
0.40	7	0.851	5.68	6.67	283.77	333.55
0.60	7	0.847	5.65	6.67	282.52	333.55
0.80	6	0.843	4.82	5.72	241.11	285.90
1.00	6	0.840	4.44	5.29	222.10	264.48
1.20	8	0.836	5.90	7.05	294.90	352.64
1.40	4	0.833	2.94	3.53	146.85	176.32
1.60	2	0.830	1.46	1.76	73.13	88.16
1.80	3	0.826	2.19	2.64	109.27	132.24
2.00	3	0.823	2.03	2.46	101.27	123.02
2.20	3	0.820	2.02	2.46	100.90	123.02
2.40	2	0.817	1.34	1.64	67.02	82.02
2.60	2	0.814	1.34	1.64	66.78	82.02
2.80	2	0.811	1.33	1.64	66.55	82.02

3.00	3	0.809	1.86	2.30	93.01	115.01
3.20	3	0.806	1.85	2.30	92.70	115.01
3.40	2	0.803	1.23	1.53	61.60	76.67
3.60	1	0.801	0.61	0.77	30.70	38.34
3.80	8	0.798	4.90	6.13	244.87	306.69
4.00	23	0.696	11.52	16.56	576.17	827.81
4.20	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3.8	4	3.47	Incoerente	29.43	1.5	6.02	Sabbia limosa
4	23	16.56	Incoerente	60.99	1.5	34.59	Ghiaia sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia limosa	6.02	0.00-3.80	6.02	Meyerhof 1957	51.52
Strato (2) Ghiaia sabbiosa	34.59	3.80-4.00	34.59	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia limosa	6.02	0.00-3.80	6.02	Meyerhof (1965)	26.91
Strato (2) Ghiaia sabbiosa	34.59	3.80-4.00	34.59	Meyerhof (1965)	40.6

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia limosa	6.02	0.00-3.80	6.02	Bowles (1982)	3.54
Strato (2) Ghiaia sabbiosa	34.59	3.80-4.00	34.59	Bowles (1982)	47.77

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia limosa	6.02	0.00-3.80	6.02	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia sabbiosa	34.59	3.80-4.00	34.59	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	6.02	0.00-3.80	6.02	Meyerhof 1951	15.49
Strato (2) Ghiaia sabbiosa	34.59	3.80-4.00	34.59	Meyerhof 1951	21.28

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	6.02	0.00-3.80	6.02	Terzaghi-Peck 1948	18.51
Strato (2) Ghiaia sabbiosa	34.59	3.80-4.00	34.59	Terzaghi-Peck 1948	20.41

PROVA DPSH 5

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 20/07/2021
 Profondità prova: 10,00 mt
 Località: ERBANNO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.26	3.81	162.89	190.60
0.40	8	0.851	6.49	7.62	324.31	381.20
0.60	9	0.847	7.26	8.58	363.24	428.85
0.80	6	0.843	4.82	5.72	241.11	285.90
1.00	8	0.840	5.92	7.05	296.13	352.64
1.20	8	0.836	5.90	7.05	294.90	352.64
1.40	8	0.833	5.87	7.05	293.70	352.64
1.60	6	0.830	4.39	5.29	219.40	264.48
1.80	8	0.826	5.83	7.05	291.40	352.64
2.00	5	0.823	3.38	4.10	168.79	205.04
2.20	8	0.820	5.38	6.56	269.05	328.07
2.40	8	0.817	5.36	6.56	268.08	328.07
2.60	7	0.814	4.67	5.74	233.73	287.06
2.80	9	0.811	5.99	7.38	299.47	369.07
3.00	11	0.809	6.82	8.43	341.02	421.70
3.20	19	0.756	11.01	14.57	550.67	728.39
3.40	20	0.753	11.55	15.33	577.66	766.73
3.60	14	0.751	8.06	10.73	403.00	536.71
3.80	12	0.798	7.35	9.20	367.30	460.04
4.00	30	0.696	15.03	21.60	751.53	1079.75
4.20	31	0.644	14.36	22.31	718.20	1115.74
4.40	18	0.741	9.61	12.96	480.34	647.85
4.60	21	0.689	10.42	15.12	520.94	755.83
4.80	24	0.687	11.87	17.28	593.52	863.80
5.00	23	0.685	10.69	15.60	534.38	780.09
5.20	22	0.683	10.19	14.92	509.64	746.18
5.40	32	0.631	13.70	21.71	684.90	1085.35
5.60	27	0.679	12.44	18.32	621.93	915.76
5.80	22	0.677	10.11	14.92	505.37	746.18
6.00	15	0.725	6.98	9.62	348.98	481.03

6.20	17	0.724	7.89	10.90	394.55	545.17
6.40	20	0.722	9.26	12.83	463.08	641.37
6.60	20	0.720	9.24	12.83	462.02	641.37
6.80	30	0.669	12.87	19.24	643.37	962.06
7.00	30	0.667	12.17	18.25	608.69	912.34
7.20	22	0.666	8.91	13.38	445.35	669.05
7.40	11	0.764	5.11	6.69	255.63	334.52
7.60	6	0.763	2.78	3.65	139.17	182.47
7.80	17	0.711	7.35	10.34	367.73	516.99
8.00	33	0.610	11.64	19.09	582.01	954.26
8.20	29	0.659	11.05	16.77	552.27	838.59
8.40	26	0.657	9.88	15.04	494.15	751.84
8.60	25	0.656	9.48	14.46	474.22	722.92
8.80	17	0.705	6.93	9.83	346.43	491.59
9.00	17	0.703	6.59	9.37	329.63	468.56
9.20	23	0.652	8.27	12.68	413.51	633.94
9.40	20	0.701	7.73	11.02	386.48	551.25
9.60	20	0.700	7.72	11.02	385.85	551.25
9.80	21	0.649	7.51	11.58	375.54	578.81
10.00	21	0.648	7.16	11.06	358.12	552.91

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3	7.53	6.53	Incoerente	26.04	1.5	11.33	Sabbia debolmente limosa
10	21.57	13.84	Incoerente	126.21	1.5	32.44	Sabbia ghiaiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	11.33	0.00-3.00	11.33	Meyerhof 1957	71.94
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	32.44	3.00-10.00	32.44	Meyerhof 1957	84.85

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	11.33	0.00-3.00	11.33	Meyerhof (1965)	31
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	32.44	3.00-10.00	32.44	Meyerhof (1965)	35.88

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	11.33	0.00-3.00	11.33	Bowles (1982)	20.39
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	32.44	3.00-10.00	32.44	Bowles (1982)	45.24

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	11.33	0.00-3.00	11.33	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	32.44	3.00-10.00	32.44	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	11.33	0.00-3.00	11.33	Meyerhof 1951	17.36
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	32.44	3.00-10.00	32.44	Meyerhof 1951	21.18

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	11.33	0.00-3.00	11.33	Terzaghi-Peck 1948	18.93
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	32.44	3.00-10.00	32.44	Terzaghi-Peck 1948	20.30

PROVA DPSH 6

Committente: NORD_ING

Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH

Prova eseguita in data: 30/07/2021

Profondità prova: 4,60 mt

Località: PIAN DI BORNO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	3	0.855	2.44	2.86	122.17	142.95
0.40	6	0.851	4.86	5.72	243.23	285.90
0.60	11	0.847	8.88	10.48	443.95	524.15
0.80	9	0.843	7.23	8.58	361.66	428.85

1.00	5	0.840	3.70	4.41	185.08	220.40
1.20	5	0.836	3.69	4.41	184.31	220.40
1.40	5	0.833	3.67	4.41	183.56	220.40
1.60	6	0.830	4.39	5.29	219.40	264.48
1.80	5	0.826	3.64	4.41	182.12	220.40
2.00	6	0.823	4.05	4.92	202.54	246.05
2.20	7	0.820	4.71	5.74	235.42	287.06
2.40	11	0.817	7.37	9.02	368.61	451.09
2.60	18	0.764	11.28	14.76	564.13	738.15
2.80	27	0.711	15.75	22.14	787.70	1107.22
3.00	18	0.759	10.47	13.80	523.53	690.06
3.20	15	0.756	8.69	11.50	434.74	575.05
3.40	16	0.753	9.24	12.27	462.13	613.38
3.60	15	0.751	8.64	11.50	431.79	575.05
3.80	22	0.698	11.78	16.87	589.05	843.40
4.00	27	0.696	13.53	19.44	676.38	971.78
4.20	40	0.594	17.09	28.79	854.73	1439.67
4.40	29	0.691	14.43	20.88	721.69	1043.76
4.60	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.4	6.58	5.85	Incoerente	20.36	1.5	9.9	Sabbia limosa
3.6	18.17	14.33	Incoerente	53.14	1.5	27.33	Sabbia ghiaiosa
4.4	29.5	21.49	Incoerente	74.26	1.5	44.37	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia limosa	9.90	0.00-2.40	9.90	Meyerhof 1957	69.35
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	27.33	2.40-3.60	27.33	Meyerhof 1957	98.51
Strato (3) Ghiaia e sabbia	44.37	3.60-4.40	44.37	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia limosa	9.90	0.00-2.40	9.90	Meyerhof (1965)	28.75
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	27.33	2.40-3.60	27.33	Meyerhof (1965)	34.8
Strato (3) Ghiaia e sabbia	44.37	3.60-4.40	44.37	Meyerhof (1965)	42.01

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia limosa	9.90	0.00-2.40	9.90	Bowles (1982)	11.31
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	27.33	2.40-3.60	27.33	Bowles (1982)	39.22
Strato (3) Ghiaia e sabbia	44.37	3.60-4.40	44.37	Bowles (1982)	59.28

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia limosa	9.90	0.00-2.40	9.90	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	27.33	2.40-3.60	27.33	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia e sabbia	44.37	3.60-4.40	44.37	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	9.90	0.00-2.40	9.90	Meyerhof 1951	16.97
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	27.33	2.40-3.60	27.33	Meyerhof 1951	20.69
Strato (3) Ghiaia e sabbia	44.37	3.60-4.40	44.37	Meyerhof 1951	21.77

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	9.90	0.00-2.40	9.90	Terzaghi-Peck 1948	18.82
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	27.33	2.40-3.60	27.33	Terzaghi-Peck 1948	20.01
Strato (3) Ghiaia e sabbia	44.37	3.60-4.40	44.37	Terzaghi-Peck 1948	20.88

PROVA DPSH 7

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 22/07/2021
 Profondità prova: 1,80 mt
 Località: NIARDO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	12	0.855	9.77	11.44	488.68	571.80
0.40	14	0.801	10.68	13.34	534.19	667.10
0.60	26	0.747	18.51	24.78	925.46	1238.89
0.80	30	0.743	21.25	28.59	1062.59	1429.49
1.00	32	0.690	19.46	28.21	972.94	1410.57
1.20	28	0.736	18.17	24.68	908.73	1234.25
1.40	35	0.683	21.07	30.86	1053.53	1542.81
1.60	42	0.630	23.31	37.03	1165.54	1851.37
1.80	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.4	13	12.39	Incoerente	3.88	1.5	19.55	Terreno vegetale
1.6	32.17	29.02	Incoerente	20.89	1.5	48.38	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	19.55	0.00-0.40	19.55	Meyerhof 1957	100
Strato (2) Ghiaia e sabbia	48.38	0.40-1.60	48.38	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	19.55	0.00-0.40	19.55	Meyerhof (1965)	32.55
Strato (2) Ghiaia e sabbia	48.38	0.40-1.60	48.38	Meyerhof (1965)	37.23

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale	19.55	0.00-0.40	19.55	Bowles (1982)	16.94
Strato (2) Ghiaia e sabbia	48.38	0.40-1.60	48.38	Bowles (1982)	63.99

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	19.55	0.00-0.40	19.55	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia e sabbia	48.38	0.40-1.60	48.38	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Terreno vegetale	19.55	0.00-0.40	19.55	Terzaghi-Peck 1948	15.60
Strato (2) Ghiaia e sabbia	48.38	0.40-1.60	48.38	Terzaghi-Peck 1948	18.07

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Terreno vegetale	19.55	0.00-0.40	19.55	Terzaghi	19.42
Strato (2) Ghiaia e sabbia	48.38	0.40-1.60	48.38	Terzaghi	21.18

PROVA DPSH 8

Committente: NORD_ING

Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH

Prova eseguita in data: 23/07/2021

Profondità prova: 2,00 mt

Località: CETO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	18	0.805	13.80	17.15	690.13	857.69
0.40	9	0.851	7.30	8.58	364.85	428.85
0.60	12	0.847	9.69	11.44	484.31	571.80
0.80	14	0.793	10.58	13.34	529.23	667.10
1.00	13	0.790	9.05	11.46	452.56	573.04
1.20	36	0.686	21.78	31.74	1089.03	1586.89
1.40	42	0.633	23.43	37.03	1171.67	1851.37
1.60	40	0.630	22.20	35.26	1110.03	1763.21
1.80	47	0.626	25.95	41.44	1297.60	2071.77
2.00	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	13.2	12.39	Incoerente	9.76	1.5	19.85	Sabbia debolmente limosa
1.8	41.25	36.37	Incoerente	28.54	1.5	62.04	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	19.85	0.00-1.00	19.85	Meyerhof 1957	100
Strato (2) Ghiaia e sabbia	62.04	1.00-1.80	62.04	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	19.85	0.00-1.00	19.85	Meyerhof (1965)	32.65
Strato (2) Ghiaia e sabbia	62.04	1.00-1.80	62.04	Meyerhof (1965)	42.61

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	19.85	0.00-1.00	19.85	Bowles (1982)	17.09
Strato (2) Ghiaia e sabbia	62.04	1.00-1.80	62.04	Bowles (1982)	80.07

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	19.85	0.00-1.00	19.85	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia e sabbia	62.04	1.00-1.80	62.04	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	19.85	0.00-1.00	19.85	Meyerhof 1951	19.52
Strato (2) Ghiaia e sabbia	62.04	1.00-1.80	62.04	Meyerhof 1951	22.56

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia debolmente limosa	19.85	0.00-1.00	19.85	Terzaghi-Peck 1948	19.54
Strato (2) Ghiaia e sabbia	62.04	1.00-1.80	62.04	Terzaghi-Peck 1948	21.47

PROVA DPSH 9

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 24/07/2021
 Profondità prova: 1,80 mt
 Località: CETO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	8	0.855	6.52	7.62	325.78	381.20
0.40	27	0.751	19.32	25.73	965.90	1286.54
0.60	35	0.697	23.25	33.35	1162.42	1667.74
0.80	38	0.693	25.11	36.21	1255.41	1810.69
1.00	32	0.690	19.46	28.21	972.94	1410.57
1.20	40	0.636	22.44	35.26	1121.87	1763.21
1.40	46	0.633	25.67	40.55	1283.26	2027.69
1.60	44	0.630	24.42	38.79	1221.04	1939.53
1.80	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.2	8	7.619999	Incoerente	1.77	1.5	12.03	Terreno vegetale
1.6	37.43	34.02	Incoerente	19.04	1.5	56.29	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	12.03	0.00-0.20	12.03	Meyerhof 1957	85.96
Strato (2) Ghiaia e sabbia	56.29	0.20-1.60	56.29	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	12.03	0.00-0.20	12.03	Meyerhof (1965)	29.69
Strato (2) Ghiaia e sabbia	56.29	0.20-1.60	56.29	Meyerhof (1965)	36.77

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale	12.03	0.00-0.20	12.03	Bowles (1982)	5.30
Strato (2) Ghiaia e sabbia	56.29	0.20-1.60	56.29	Bowles (1982)	73.30

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	12.03	0.00-0.20	12.03	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia e sabbia	56.29	0.20-1.60	56.29	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Terreno vegetale	12.03	0.00-0.20	12.03	Meyerhof 1951	17.65
Strato (2) Ghiaia e sabbia	56.29	0.20-1.60	56.29	Meyerhof 1951	22.16

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Terreno vegetale	12.03	0.00-0.20	12.03	Terzaghi-Peck 1948	18.98
Strato (2) Ghiaia e sabbia	56.29	0.20-1.60	56.29	Terzaghi-Peck 1948	21.31

PROVA DPSH 10

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 26/07/2021
 Profondità prova: 5,00 mt
 Località: SELLERO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	10	0.855	8.14	9.53	407.23	476.50
0.40	10	0.851	8.11	9.53	405.39	476.50
0.60	9	0.847	7.26	8.58	363.24	428.85
0.80	7	0.843	5.63	6.67	281.29	333.55
1.00	5	0.840	3.70	4.41	185.08	220.40
1.20	6	0.836	4.42	5.29	221.18	264.48
1.40	9	0.833	6.61	7.93	330.42	396.72
1.60	7	0.830	5.12	6.17	255.97	308.56
1.80	5	0.826	3.64	4.41	182.12	220.40
2.00	6	0.823	4.05	4.92	202.54	246.05
2.20	8	0.820	5.38	6.56	269.05	328.07
2.40	5	0.817	3.35	4.10	167.55	205.04
2.60	7	0.814	4.67	5.74	233.73	287.06
2.80	5	0.811	3.33	4.10	166.37	205.04
3.00	13	0.759	7.56	9.97	378.10	498.38
3.20	11	0.806	6.80	8.43	339.89	421.70
3.40	15	0.753	8.66	11.50	433.24	575.05
3.60	9	0.801	5.53	6.90	276.32	345.03
3.80	5	0.798	3.06	3.83	153.04	191.68
4.00	4	0.796	2.29	2.88	114.60	143.97
4.20	5	0.794	2.86	3.60	142.83	179.96
4.40	11	0.791	6.27	7.92	313.34	395.91
4.60	8	0.789	4.54	5.76	227.25	287.93
4.80	20	0.737	10.61	14.40	530.59	719.83
5.00	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
4.6	7.83	6.47	Incoerente	40.36	1.5	11.78	Sabbia limosa
4.8	20	14.4	Incoerente	82.83	1.5	30.08	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia limosa	11.78	0.00-4.60	11.78	Meyerhof 1957	68.36
Strato (2) Ghiaia	30.08	4.60-4.80	30.08	Meyerhof 1957	92.67

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia limosa	11.78	0.00-4.60	11.78	Meyerhof (1965)	29.58
Strato (2) Ghiaia	30.08	4.60-4.80	30.08	Meyerhof (1965)	35.42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia limosa	11.78	0.00-4.60	11.78	Bowles (1982)	13.13
Strato (2) Ghiaia	30.08	4.60-4.80	30.08	Bowles (1982)	80.00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia limosa	11.78	0.00-4.60	11.78	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia	30.08	4.60-4.80	30.08	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	11.78	0.00-4.60	11.78	Meyerhof 1951	17.55
Strato (2) Ghiaia	30.08	4.60-4.80	30.08	Meyerhof 1951	20.99

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	11.78	0.00-4.60	11.78	Terzaghi	18.93
Strato (2) Ghiaia	30.08	4.60-4.80	30.08	Terzaghi-Peck 1948	20.17

PROVA DPSH 11

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 27/07/2021
 Profondità prova: 3,00 mt
 Località: FORNO ALLIONE (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	12	0.855	9.77	11.44	488.68	571.80
0.40	16	0.801	12.21	15.25	610.50	762.39
0.60	9	0.847	7.26	8.58	363.24	428.85

0.80	8	0.843	6.43	7.62	321.48	381.20
1.00	13	0.790	9.05	11.46	452.56	573.04
1.20	24	0.736	15.58	21.16	778.91	1057.92
1.40	26	0.733	16.80	22.92	839.93	1146.09
1.60	30	0.730	19.30	26.45	964.77	1322.41
1.80	29	0.726	18.57	25.57	928.48	1278.33
2.00	32	0.673	17.67	26.25	883.39	1312.26
2.20	36	0.670	19.79	29.53	989.30	1476.30
2.40	29	0.717	17.06	23.78	852.86	1189.24
2.60	43	0.614	21.66	35.27	1083.13	1763.35
2.80	47	0.611	23.57	38.55	1178.45	1927.39
3.00	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	11.6	10.87	Incoerente	9.51	1.5	17.45	Sabbia limosa
2.4	29.43	25.1	Incoerente	34.26	1.5	44.26	Sabbia ghiaiosa
2.8	45	36.91	Incoerente	54.15	1.5	67.68	Ghiaia e sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia limosa	17.45	0.00-1.00	17.45	Meyerhof 1957	98.26
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	44.26	1.00-2.40	44.26	Meyerhof 1957	100
Strato (3) Ghiaia e sabbia	67.68	2.40-2.80	67.68	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia limosa	17.45	0.00-1.00	17.45	Meyerhof (1965)	31.82
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	44.26	1.00-2.40	44.26	Meyerhof (1965)	34
Strato (3) Ghiaia e sabbia	67.68	2.40-2.80	67.68	Meyerhof (1965)	42.28

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia limosa	17.45	0.00-1.00	17.45	Bowles (1982)	15.91
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	44.26	1.00-2.40	44.26	Bowles (1982)	59.15
Strato (3) Ghiaia e sabbia	67.68	2.40-2.80	67.68	Bowles (1982)	86.71

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia limosa	17.45	0.00-1.00	17.45	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	44.26	1.00-2.40	44.26	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia e sabbia	67.68	2.40-2.80	67.68	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	17.45	0.00-1.00	17.45	Meyerhof 1951	19.02
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	44.26	1.00-2.40	44.26	Meyerhof 1951	21.77
Strato (3) Ghiaia e sabbia	67.68	2.40-2.80	67.68	Meyerhof 1951	23.24

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia limosa	17.45	0.00-1.00	17.45	Terzaghi-Peck 1948	19.37
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	44.26	1.00-2.40	44.26	Terzaghi-Peck 1948	20.87
Strato (3) Ghiaia e sabbia	67.68	2.40-2.80	67.68	Terzaghi-Peck 1948	21.59

PROVA DPSH 12

Committente: NORD_ING
 Strumento utilizzato: HYDRA GEOEASY DPSH
 Prova eseguita in data: 29/07/2021
 Profondità prova: 1,40 mt
 Località: SONICO (BS)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	35	0.705	23.50	33.35	1175.14	1667.74
0.40	38	0.701	25.38	36.21	1268.88	1810.69
0.60	38	0.697	25.24	36.21	1262.06	1810.69
0.80	40	0.643	24.52	38.12	1226.19	1905.99
1.00	48	0.640	27.07	42.32	1353.62	2115.85
1.20	47	0.636	26.36	41.44	1318.20	2071.77
1.40	50	Rifiuto strumentale				

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.2	41	37.94	Incoerente	13.54	1.5	61.66	Ghiaia con sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Ghiaia con sabbia	61.66	0.00-1.20	61.66	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Ghiaia con sabbia	61.66	0.00-1.20	61.66	Meyerhof (1965)	42.63

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Ghiaia con sabbia	61.66	0.00-1.20	61.66	Bowles (1982)	79.62

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Ghiaia con sabbia	61.66	0.00-1.20	61.66	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Ghiaia con sabbia	61.66	0.00-1.20	61.66	Meyerhof 1951	22.56

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Ghiaia con sabbia	61.66	0.00-1.20	61.66	Terzaghi-Peck 1948	21.46

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

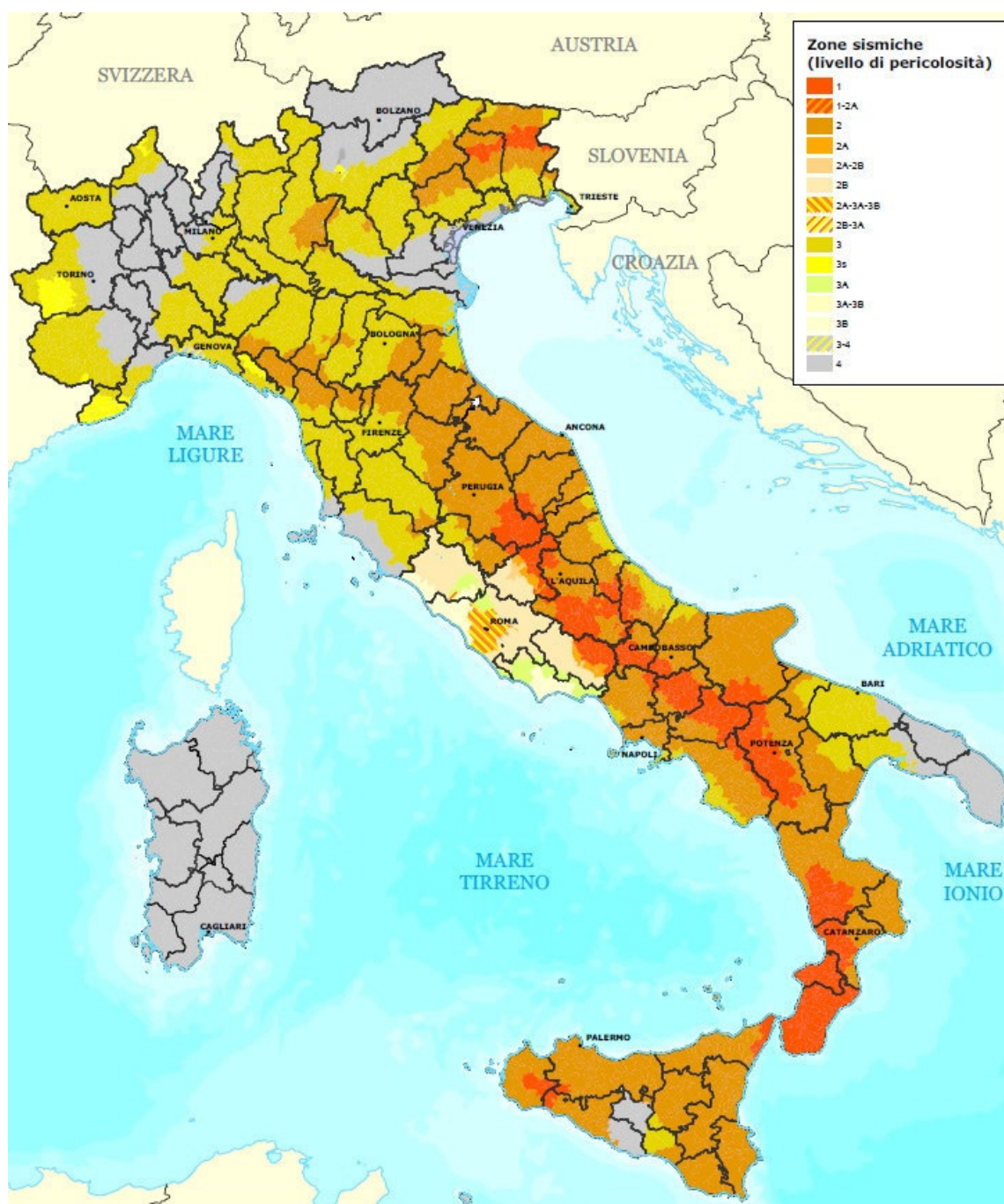
5.1 Classificazione sismica e topografica

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Attraverso l'OPCM 3274/03 vengono dettati i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale:

Zona 1 – È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.
Zona 2 – In questa zona possono verificarsi forti terremoti.
Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.
Zona 4 – È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

Con riferimento alla classificazione sismica più aggiornata, i territori comunali delle aree indagate vengono classificati in **Zona 3**.



Classificazione sismica al 2015

In funzione delle condizioni topografiche del sito oggetto di intervento, le sollecitazioni sismiche possono subire delle amplificazioni dovute proprio alla topografia dell'area. Secondo le NTC18 vengono individuate le seguenti categorie:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria topografica delle aree in oggetto: **T1**

5.2 Prospezione sismica a rifrazione MASW

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park C.B. et al. 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in “attivo” e “passivo”:

- 1) Nel “metodo attivo” le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).
- 2) Nel “metodo passivo” lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche “microtremori”) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

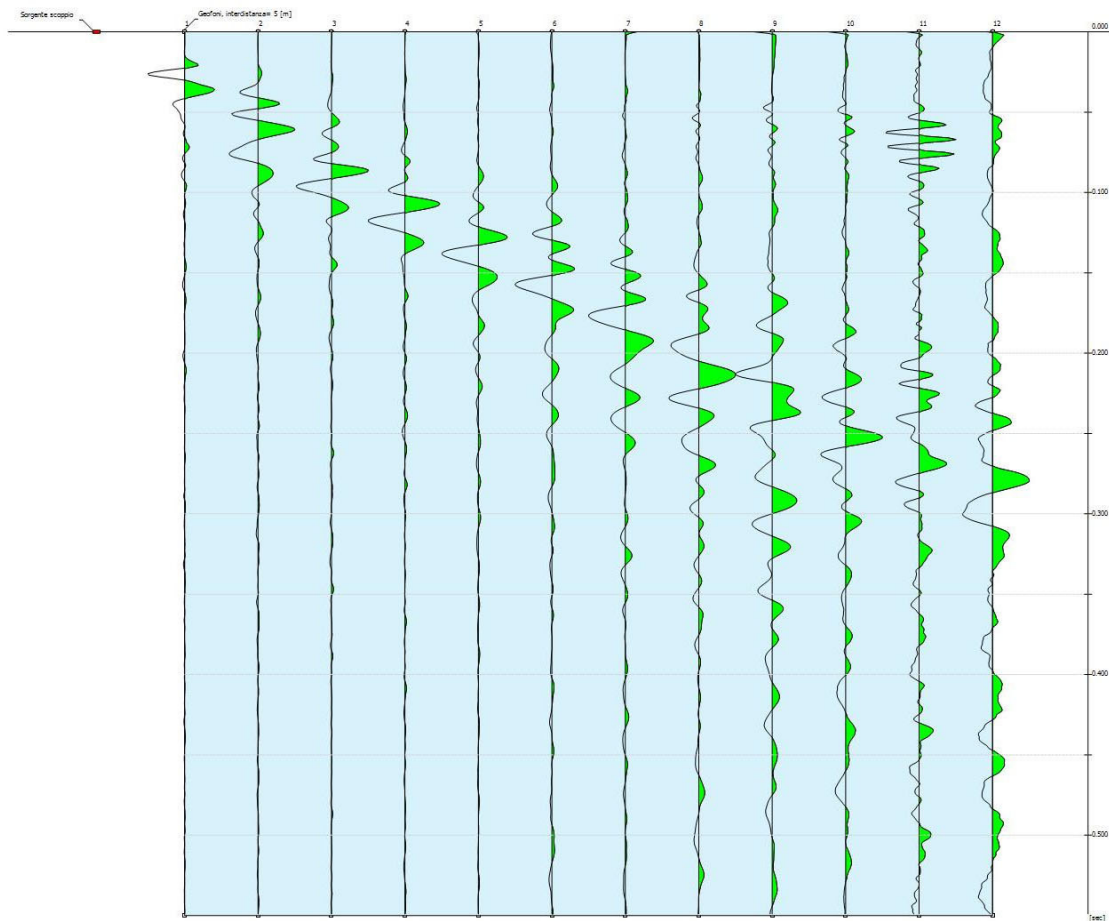
Le due tecniche indagano bande spettrali differenti: mentre il metodo attivo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo), il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione nella banda di frequenza tra 4 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi (generalmente al di sotto dei 30 m).

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4,5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (Geostru Easy-MASW). Tale programma permette di elaborare i dati da noi acquisiti con il metodo “attivo”. L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale “phase velocity-frequency (c-f)” che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la

linea sismica. Su tale spettro bidimensionale si effettua il “picking” relativo al modo fondamentale delle onde di Rayleigh attraverso cui, tramite un processo di inversione matematica, si ottiene il modello Vs-profondità che meglio approssima i dati sperimentali.

MASW 1



Schema dello stendimento MASW

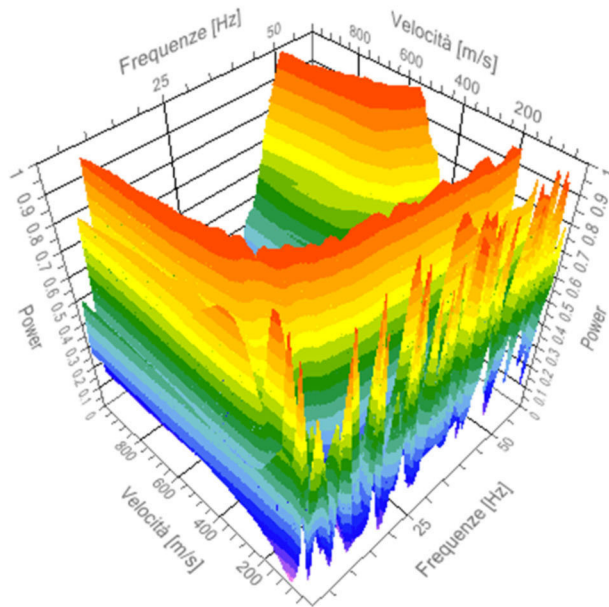
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	550 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

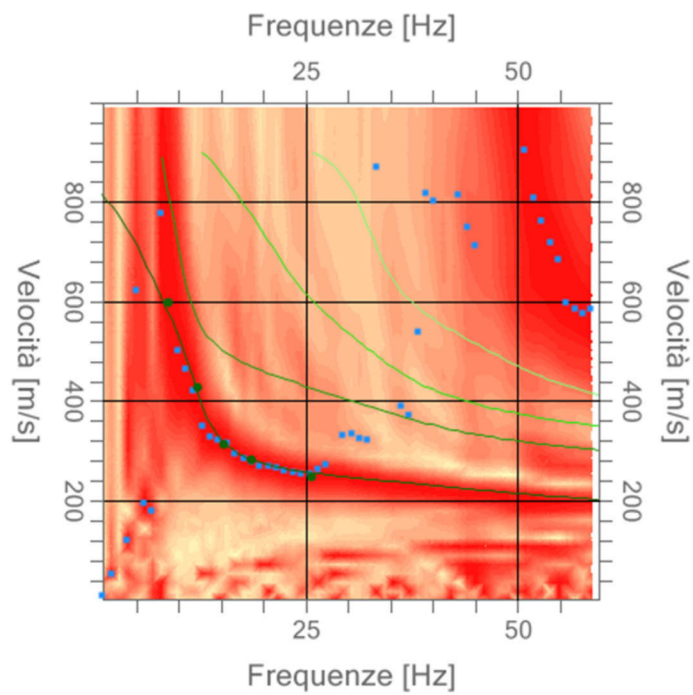
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.7	597.8	0
2	12.2	426.3	0
3	15.3	314.2	0
4	18.6	281.2	0
5	25.8	248.3	0

Inversione e interpretazione

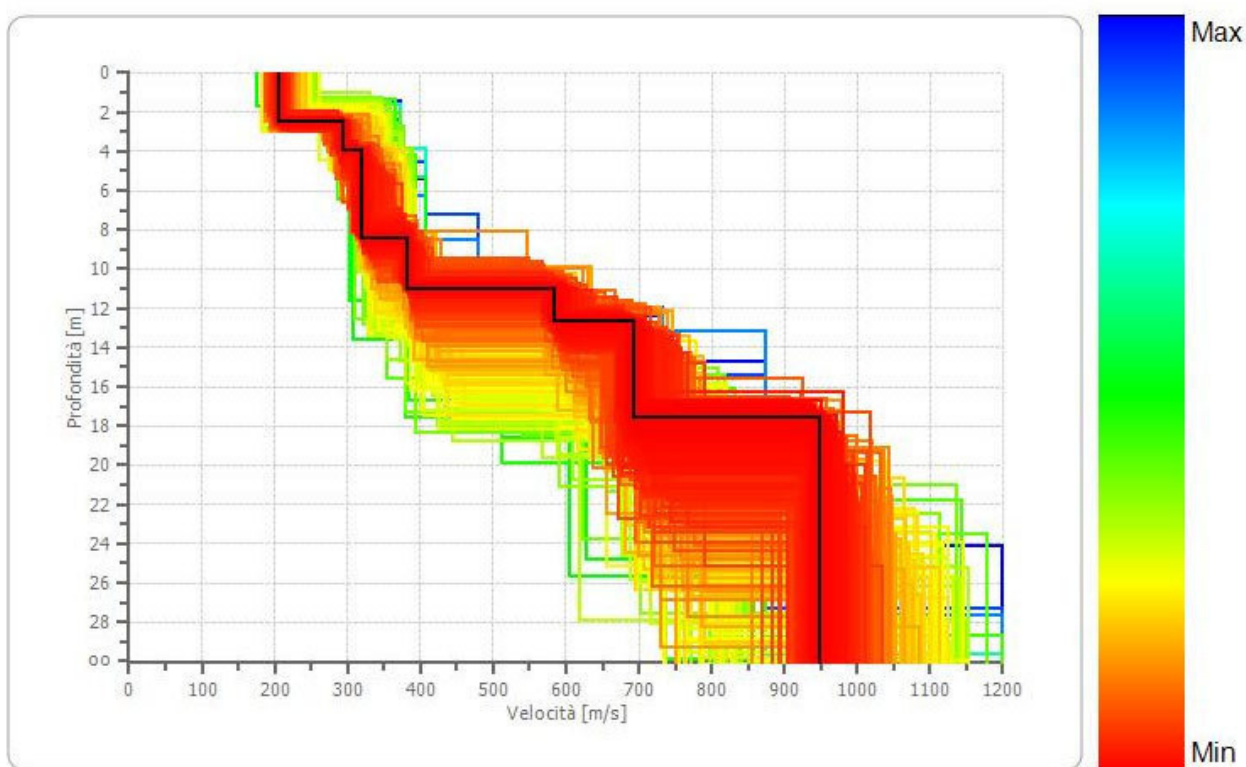
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.47	2.47	384.7	205.6
2	3.95	1.48	549.9	293.9
3	8.45	4.49	597.9	319.6
4	11.02	2.57	715.8	382.6
5	12.70	1.68	1092.9	584.2
6	17.63	4.93	1294.3	691.8
7	∞	∞	1772.7	947.6

Percentuale di errore

0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.002



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

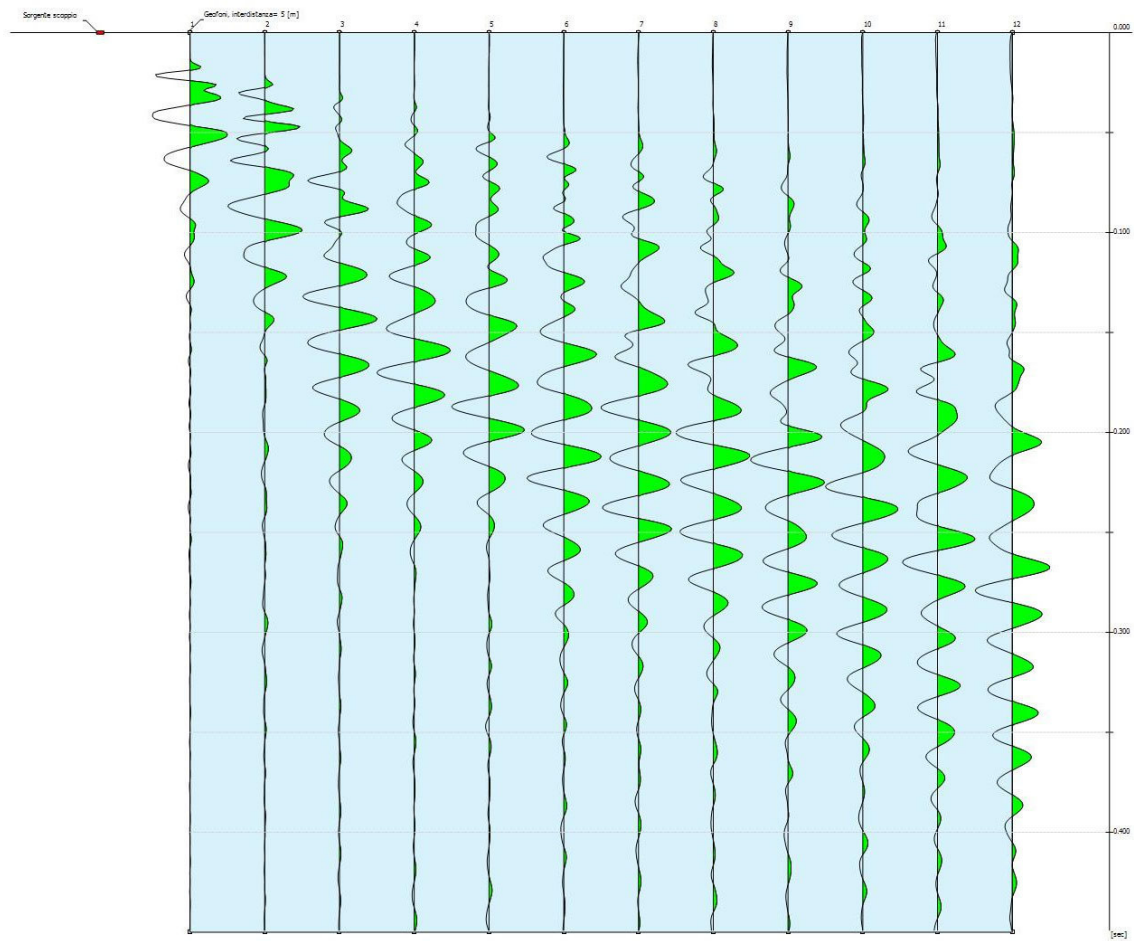
$$V_{s,eq}(H=17,63m): \quad \mathbf{368,41 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 2



Schema dello stendimento MASW

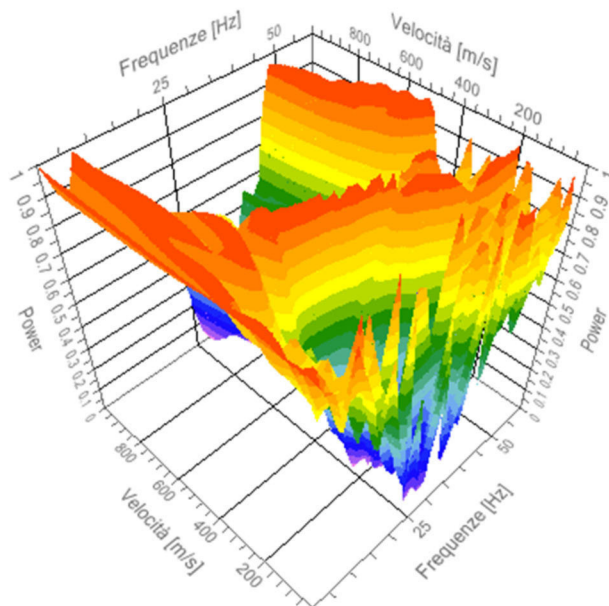
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	450 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

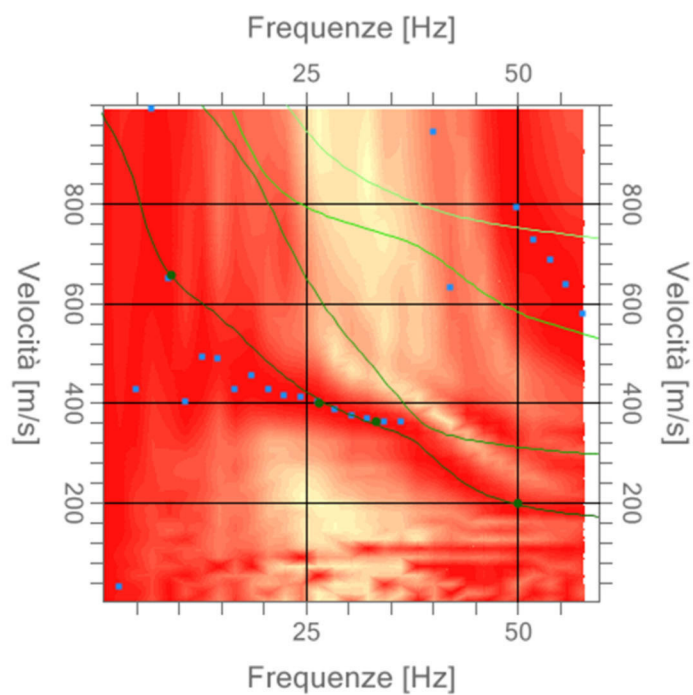
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.1	657.1	0
2	26.5	399.9	0
3	33.3	363.7	0
4	49.9	198.8	0

Inversione e interpretazione

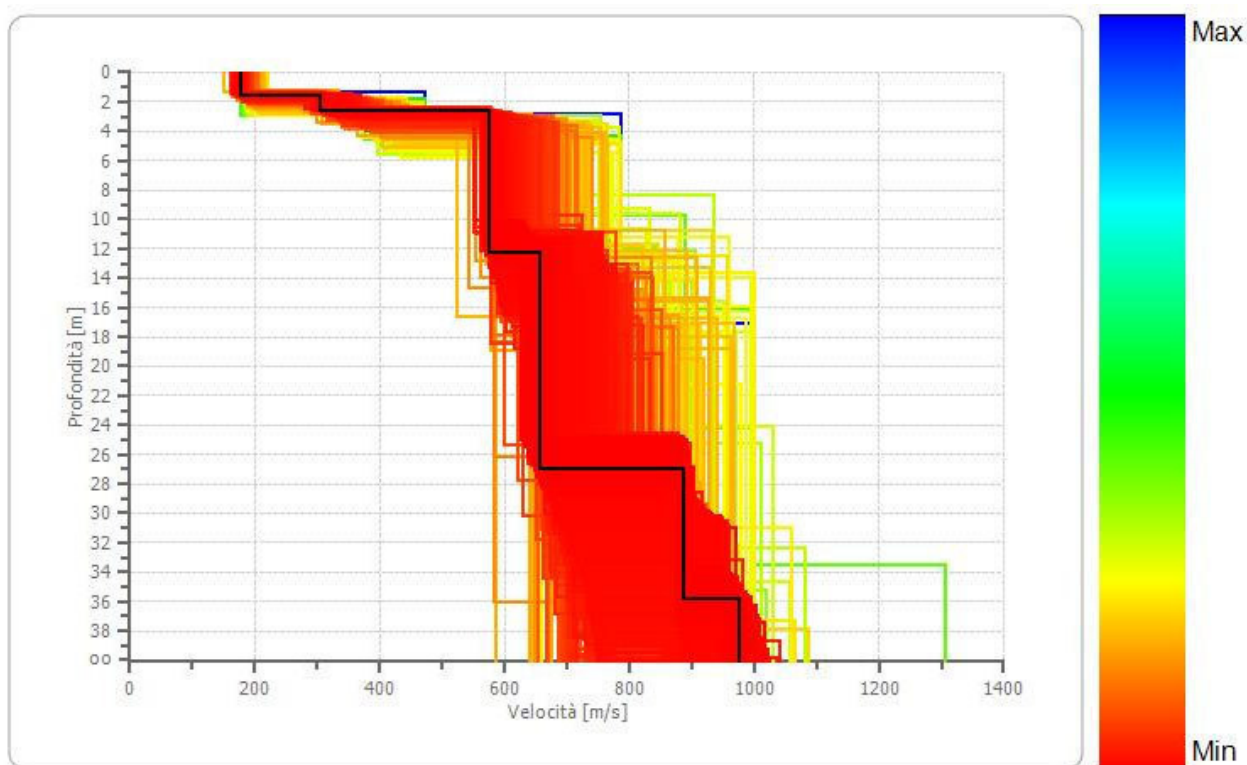
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.65	1.65	333.6	178.3
2	2.65	1.00	571.3	305.4
3	12.35	9.70	1074.2	574.2
4	27.02	14.67	1230.2	657.6
5	35.85	8.83	1661.1	887.9
6	oo	oo	1827.8	977.0

Percentuale di errore

0.001 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.004



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

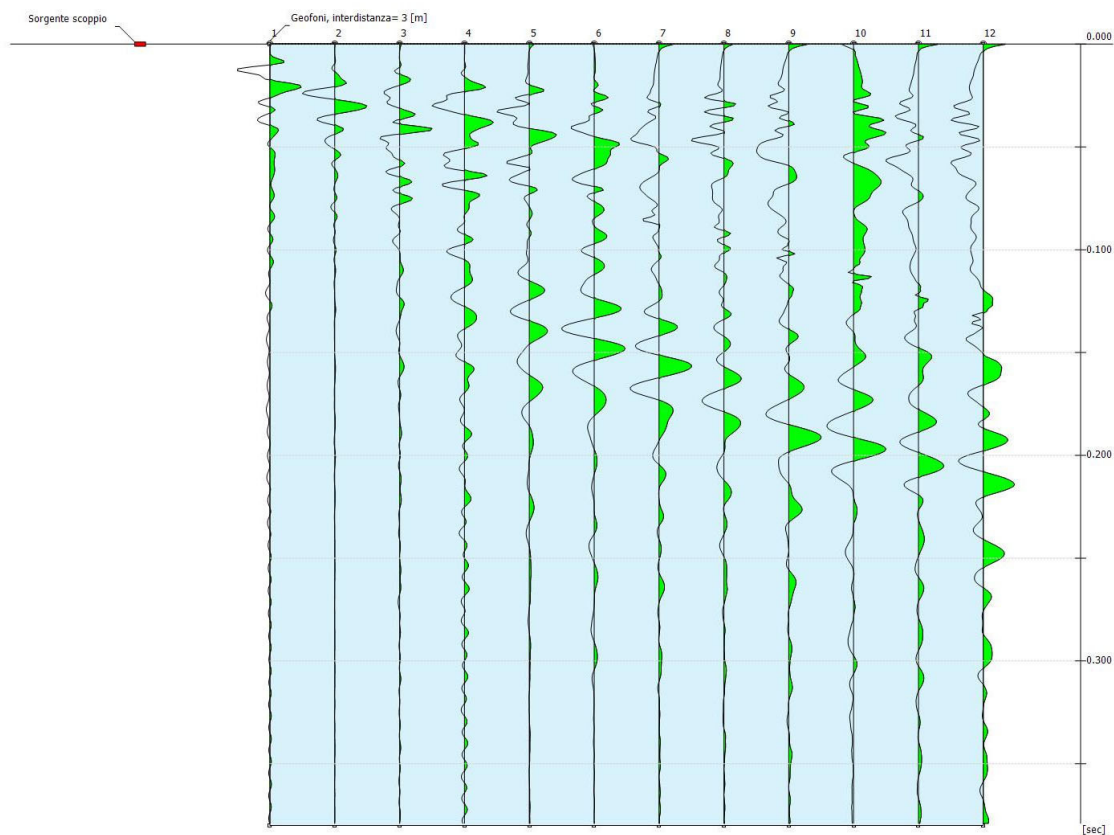
$$V_{s,eq}(H=27,02m): \quad \mathbf{522,32 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 3



Schema dello stendimento MASW

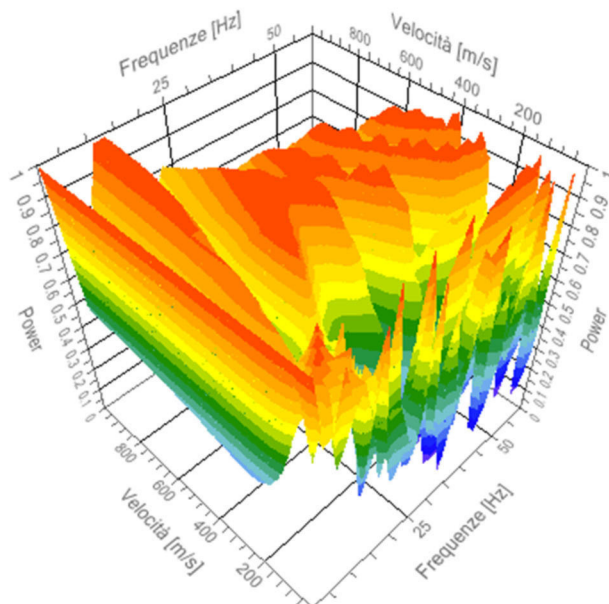
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	3380 msec
Interdistanza geofoni	3 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

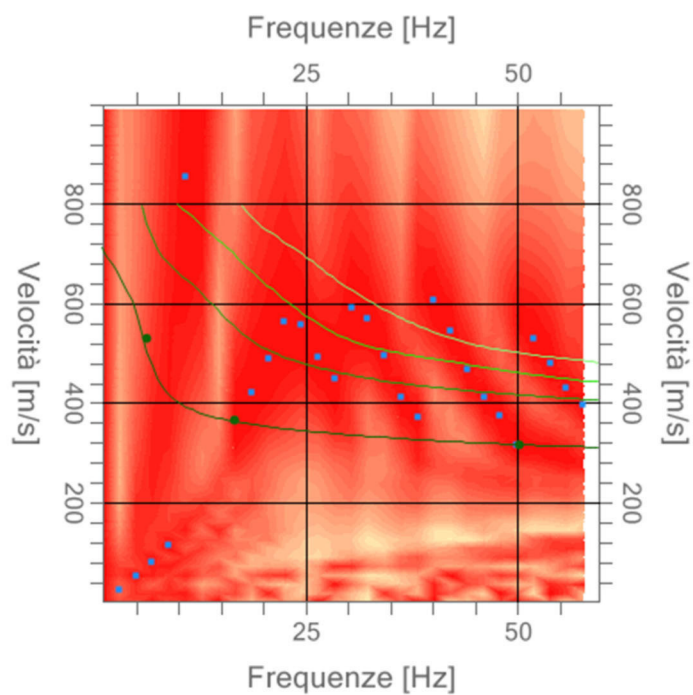
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.2	528.5	0
2	16.7	367.0	0
3	50.1	317.5	0

Inversione e interpretazione

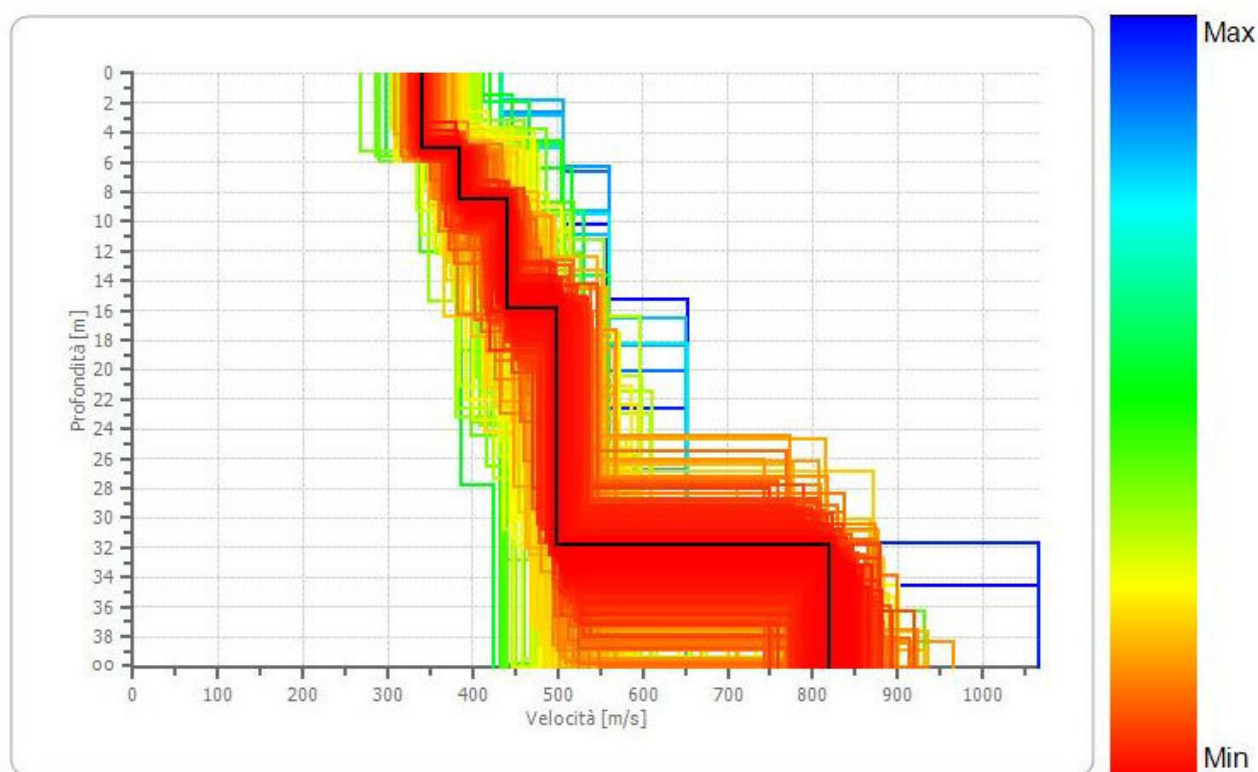
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	5.04	5.04	634.6	339.2
2	8.54	3.50	718.4	384.0
3	15.88	7.34	822.8	439.8
4	31.86	15.98	930.8	497.5
5	oo	oo	1531.8	818.8

Percentuale di errore

0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

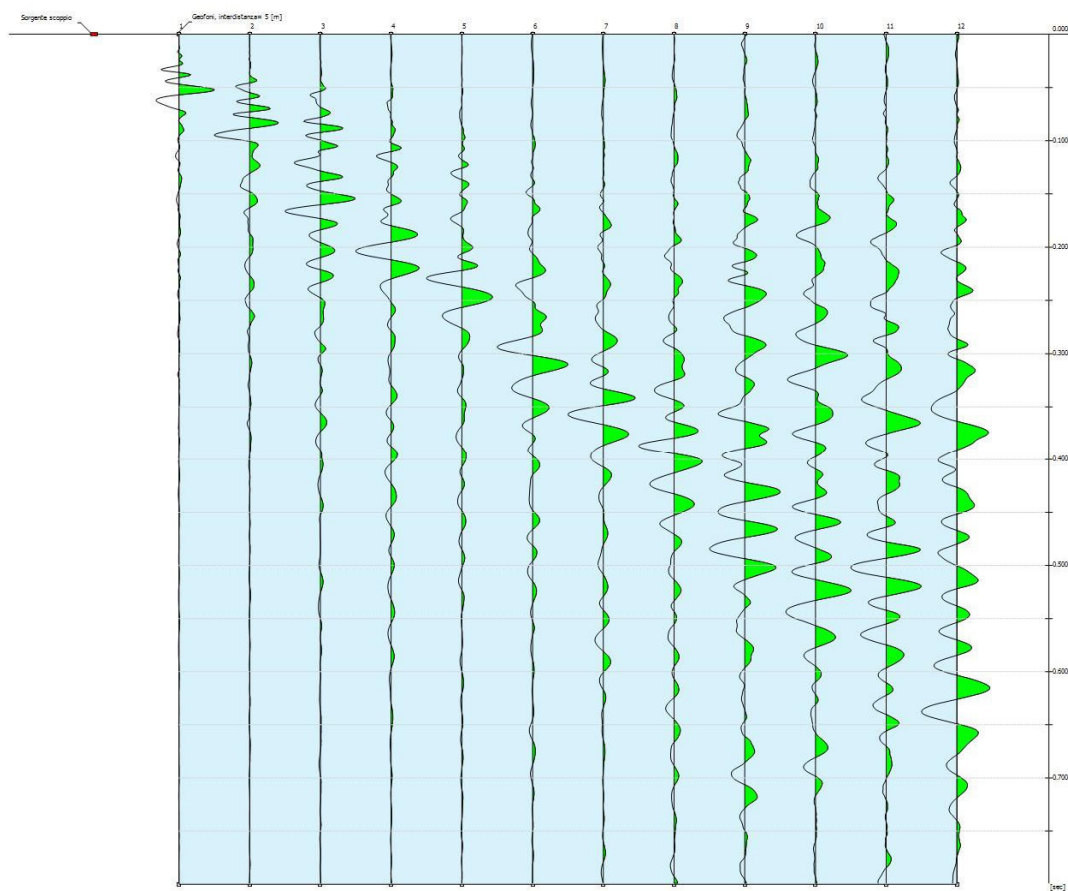
$$V_{s,eq(H=30m)}: \quad \mathbf{434,54 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 4



Schema dello stendimento MASW

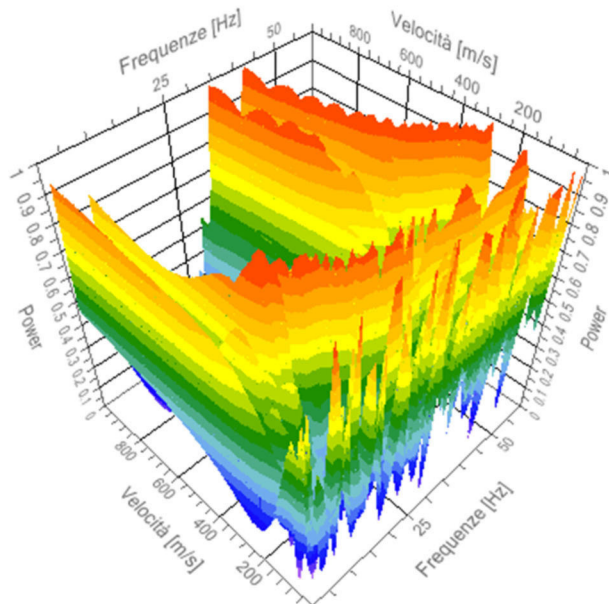
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	800 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

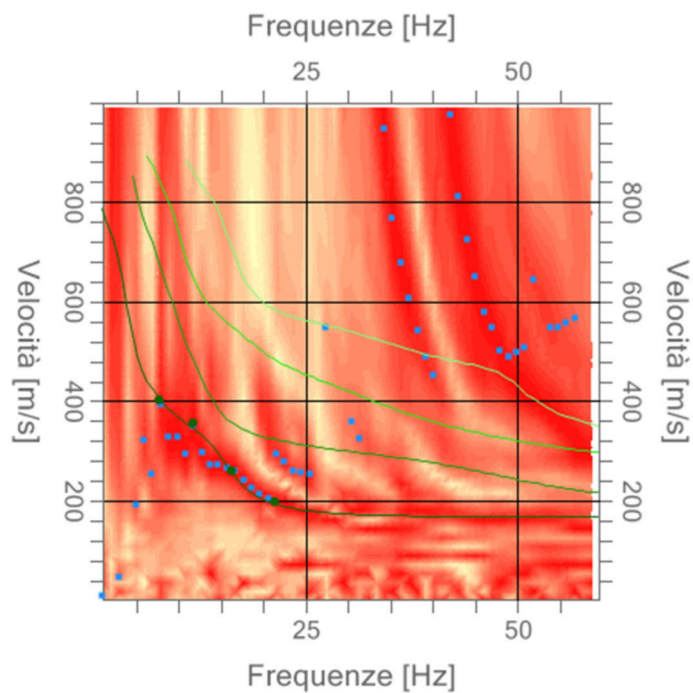
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

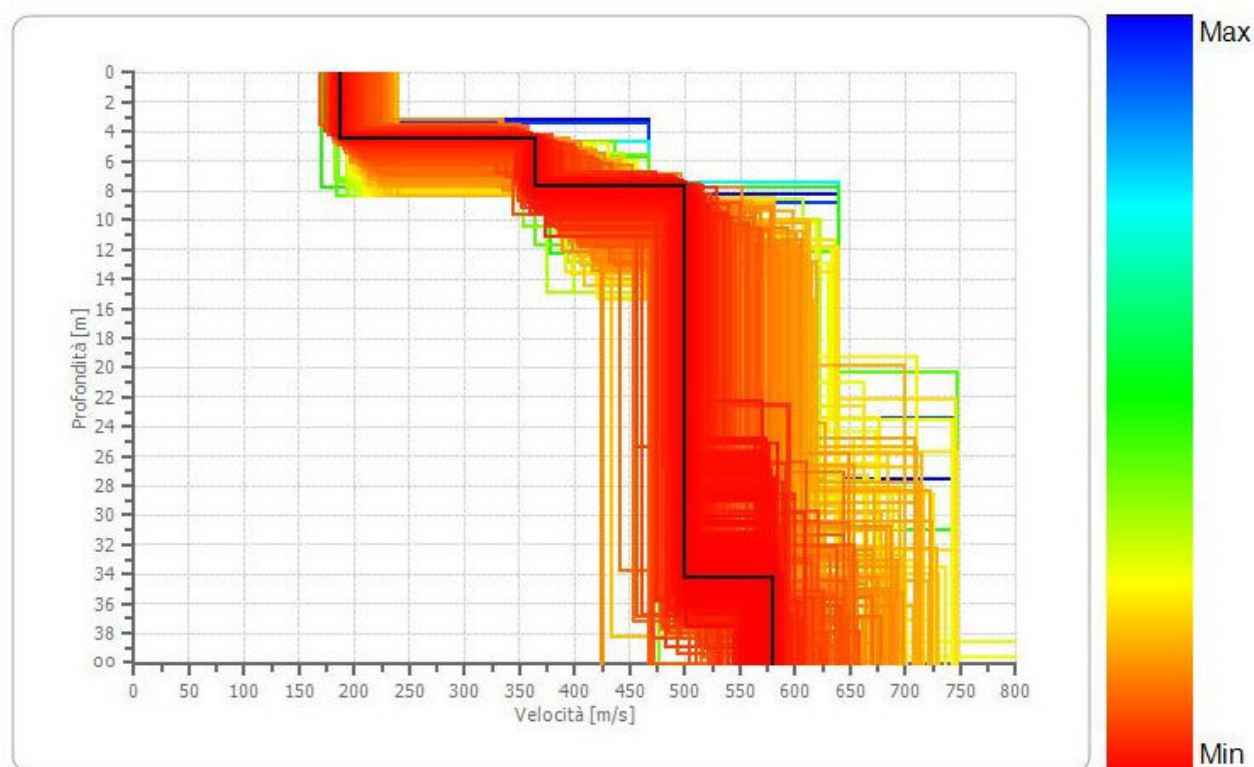
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.8	403.2	0
2	11.6	357.1	0
3	16.3	261.5	0
4	21.3	198.8	0

Inversione e interpretazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.47	4.47	349.5	186.8
2	7.72	3.26	679.6	363.3
3	34.25	26.53	933.4	498.9
4	61.17	26.91	1084.8	579.8
5	oo	oo	1758.8	940.1

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

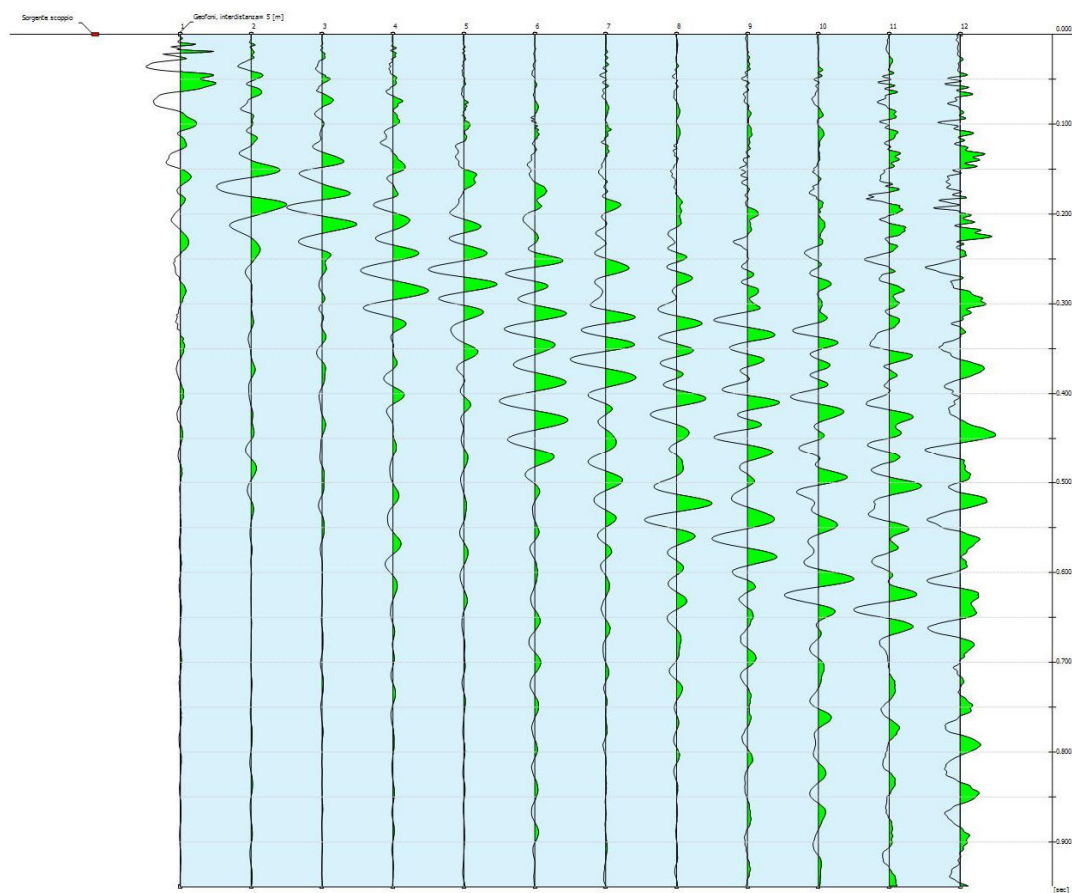
$$V_{s,eq(H=30m)}: \quad \mathbf{387,01 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 5



Schema dello stendimento MASW

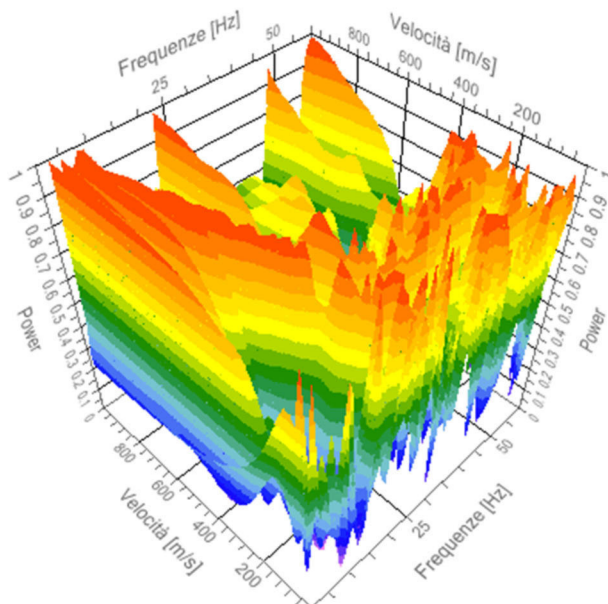
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	950 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

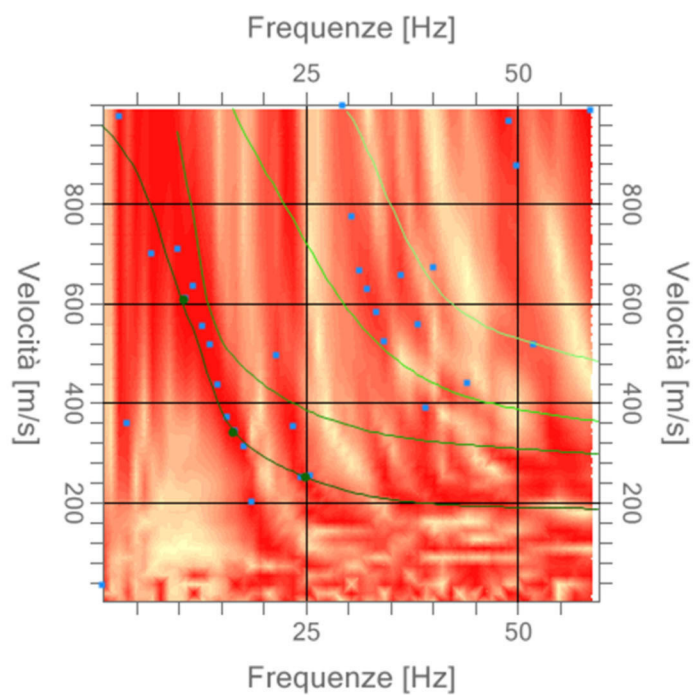
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

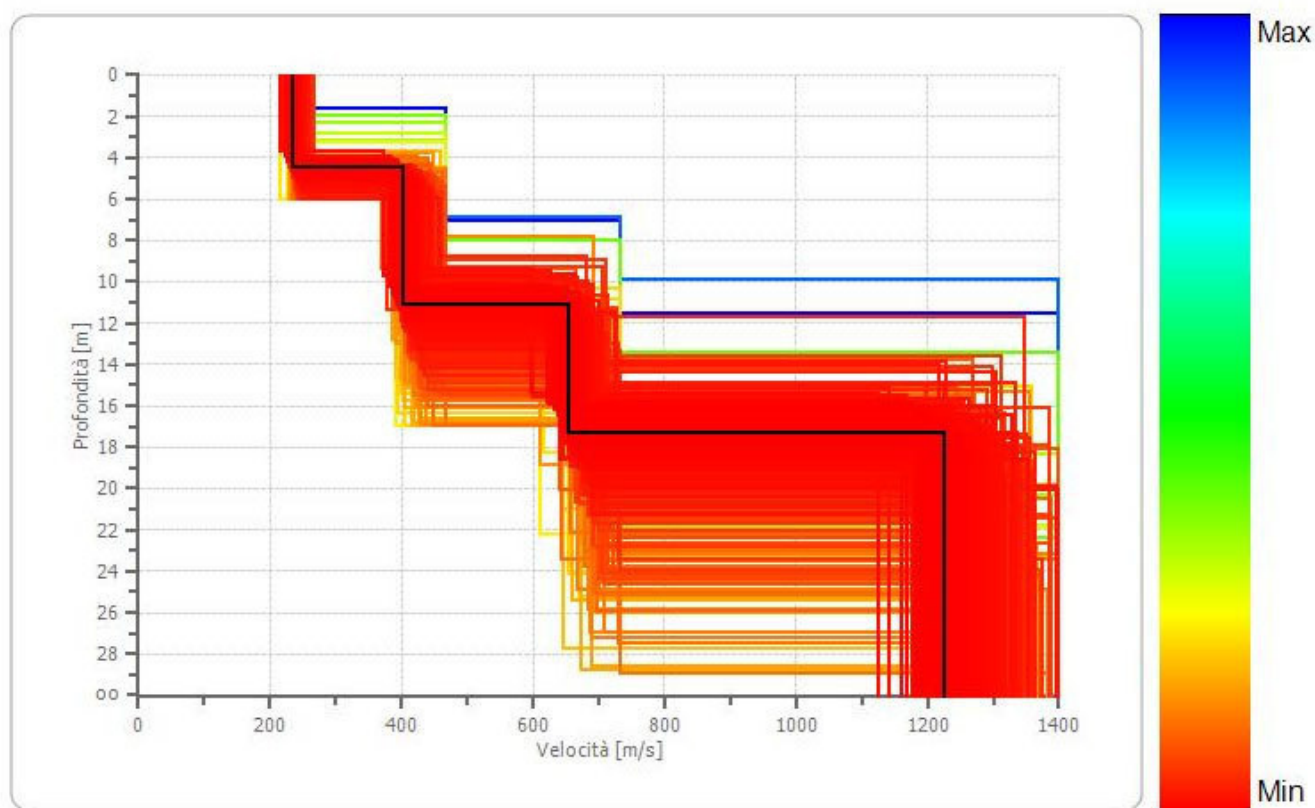
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.7	607.7	0
2	16.5	340.6	0
3	25.0	251.6	0

Inversione e interpretazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.51	4.51	440.6	235.5
2	11.12	6.61	750.1	400.9
3	17.32	6.20	1223.9	654.2
4	oo	oo	2294.4	1226.4

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

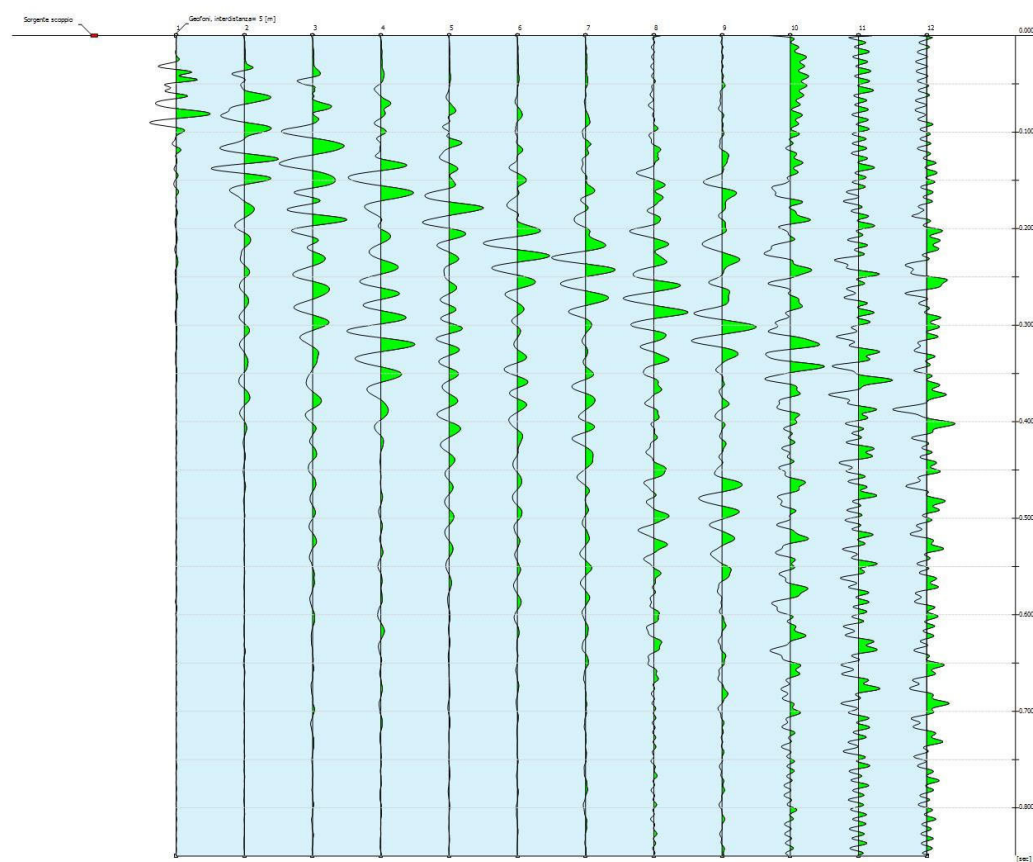
$$V_{s,eq}(H=17,32m): \quad \mathbf{383,95 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 6



Schema dello stendimento MASW

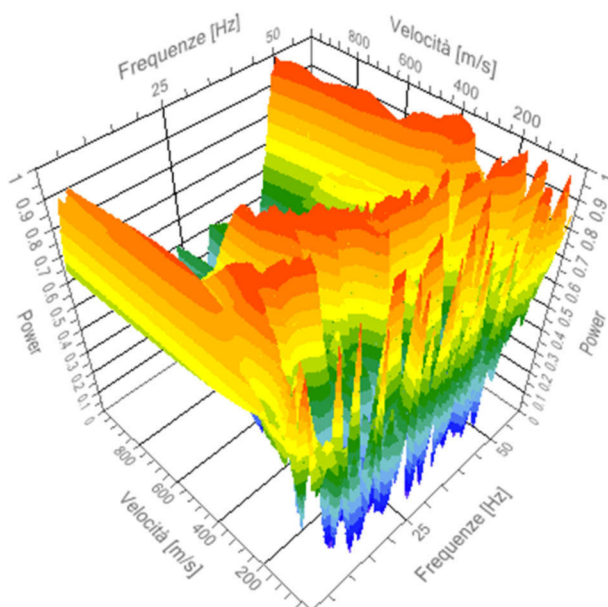
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	850 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

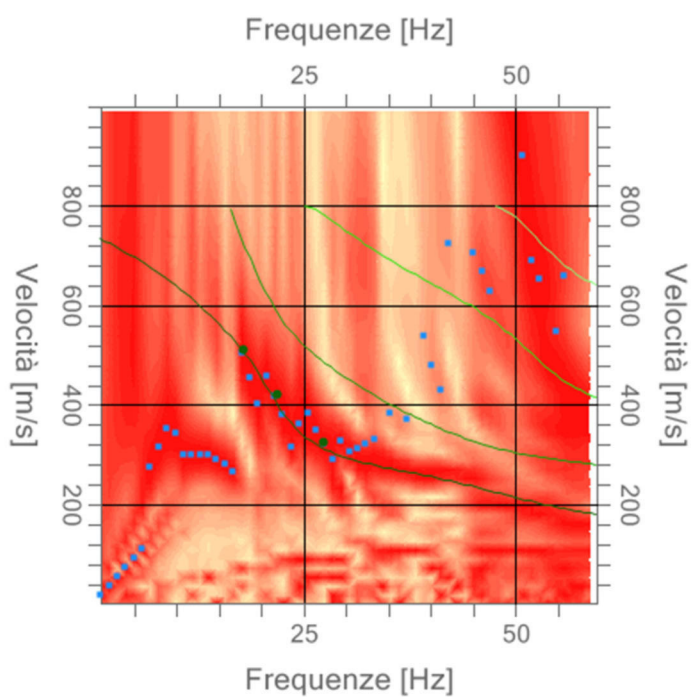
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	17.8	512.0	0
2	21.9	423.0	0
3	27.3	324.1	0

Inversione e interpretazione

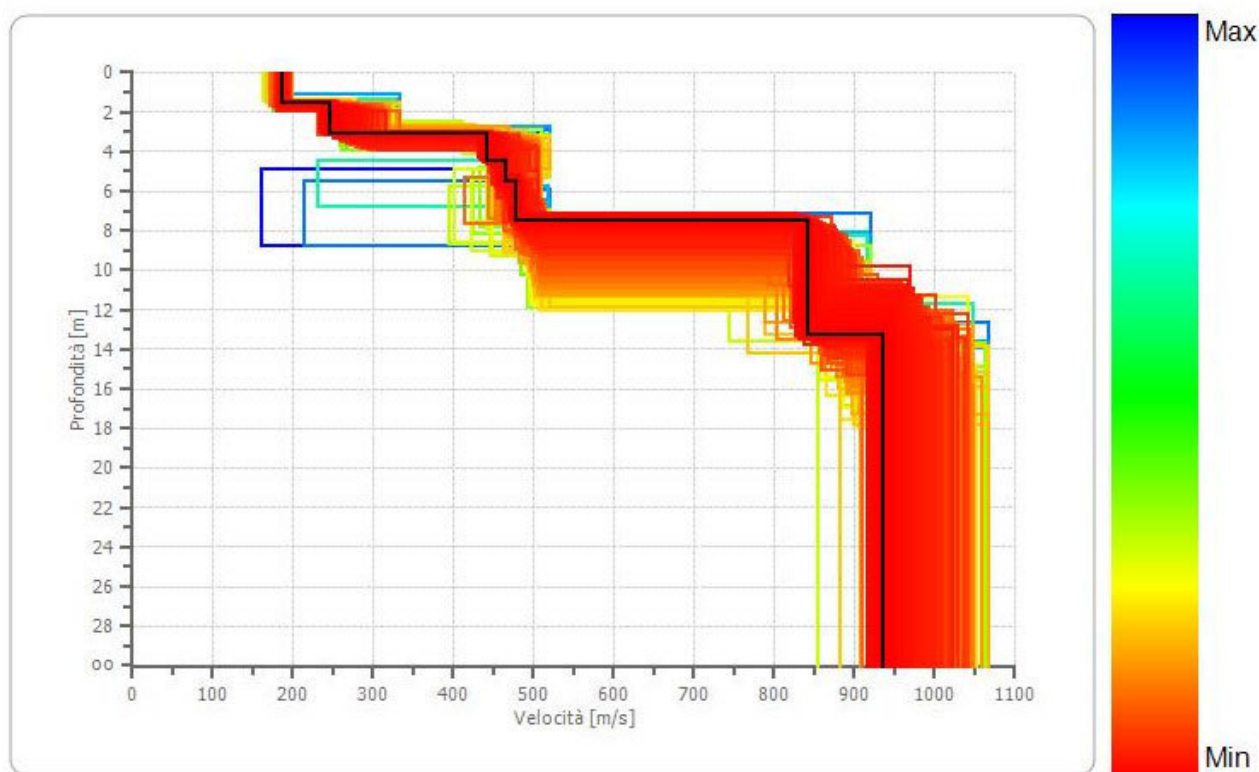
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.55	1.55	346.5	185.2
2	3.14	1.59	460.8	246.3
3	4.49	1.35	827.2	442.2
4	5.54	1.05	869.0	464.5
5	7.53	1.99	892.7	477.2
6	13.31	5.78	1572.5	840.5
7	oo	oo	1747.8	934.2

Percentuale di errore

0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.001



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

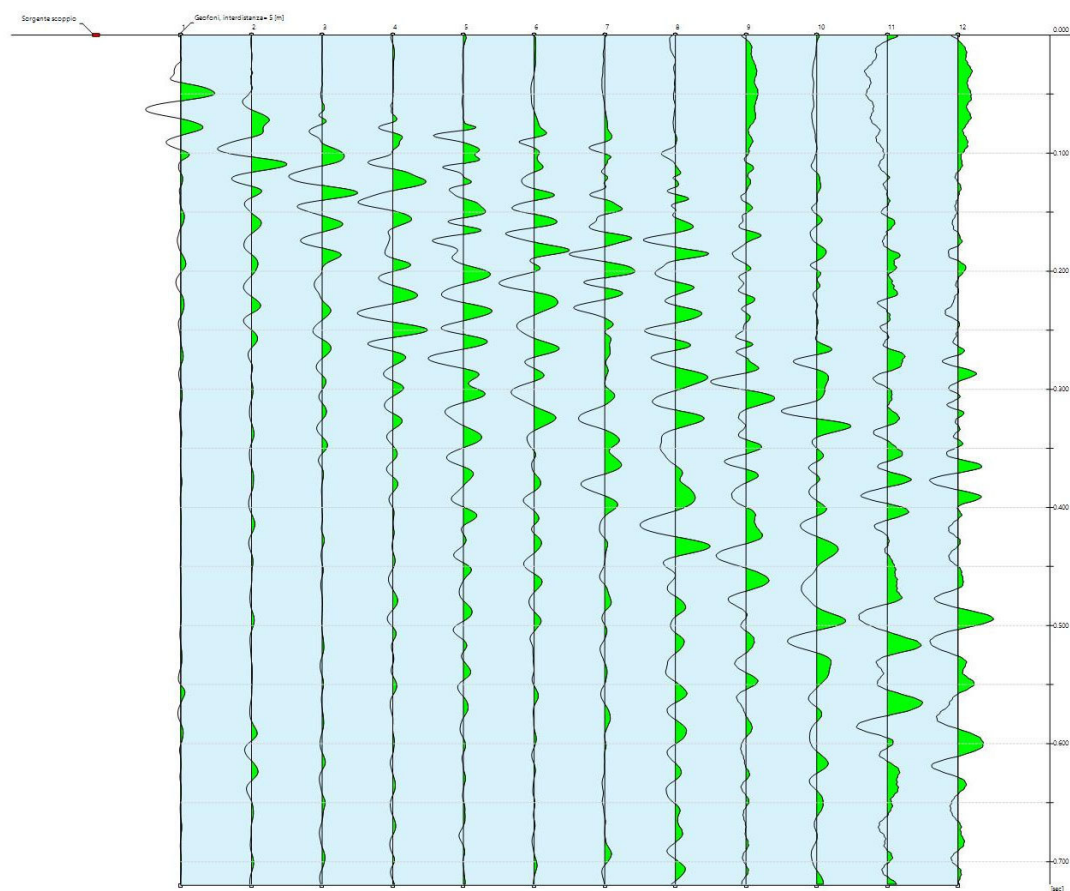
$$V_{s,eq}(H=7,53m): \mathbf{309,79 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria 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.

MASW 7



Schema dello stendimento MASW

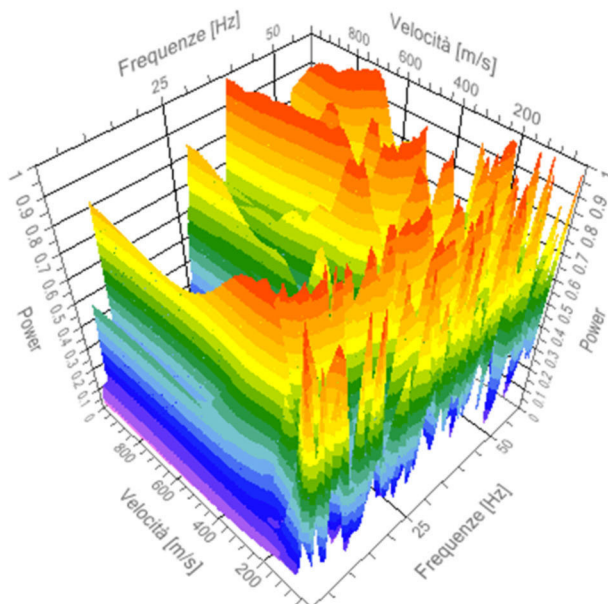
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	720 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

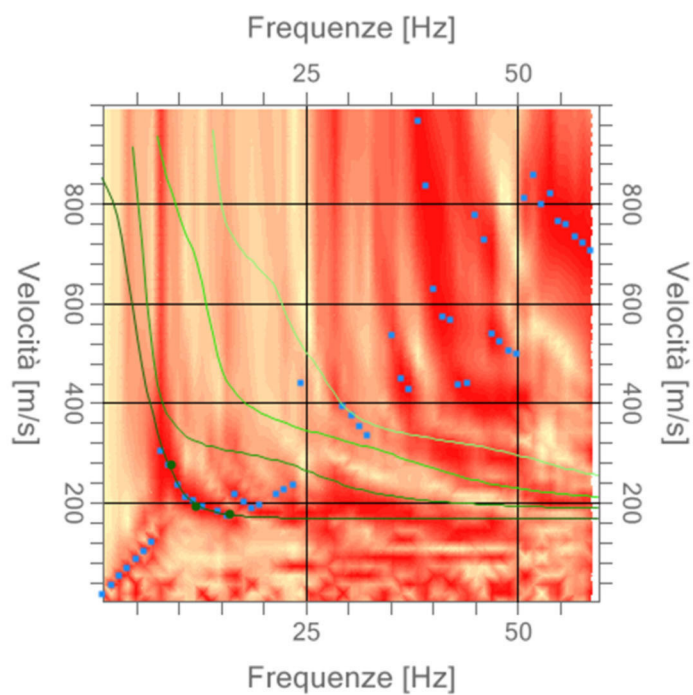
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.1	274.7	0
2	12.0	192.2	0
3	16.1	175.7	0

Inversione e interpretazione

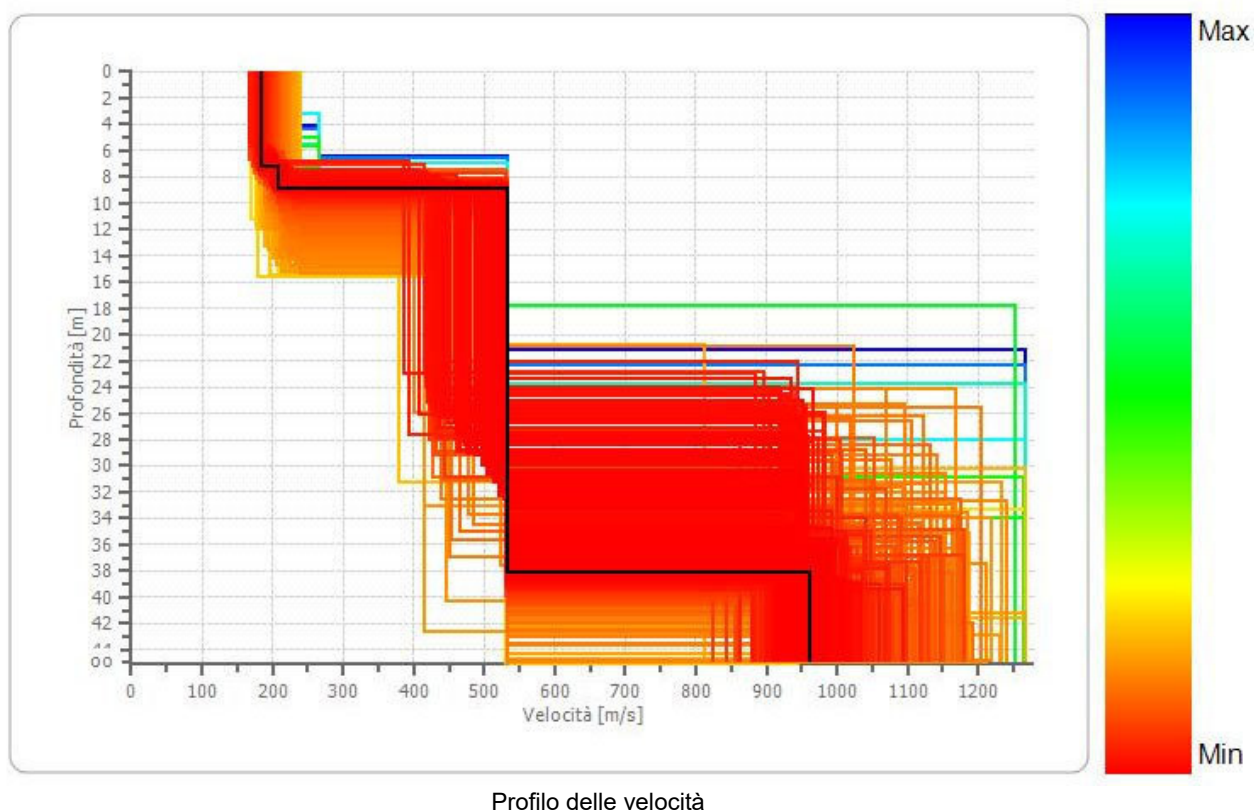
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	7.30	7.30	342.6	183.1
2	8.89	1.58	390.1	208.5
3	38.14	29.26	995.0	531.8
4	oo	oo	1799.1	961.6

Percentuale di errore

0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.000



STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(\text{strato})$ e dalla velocità delle onde $S V_s(\text{strato})$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

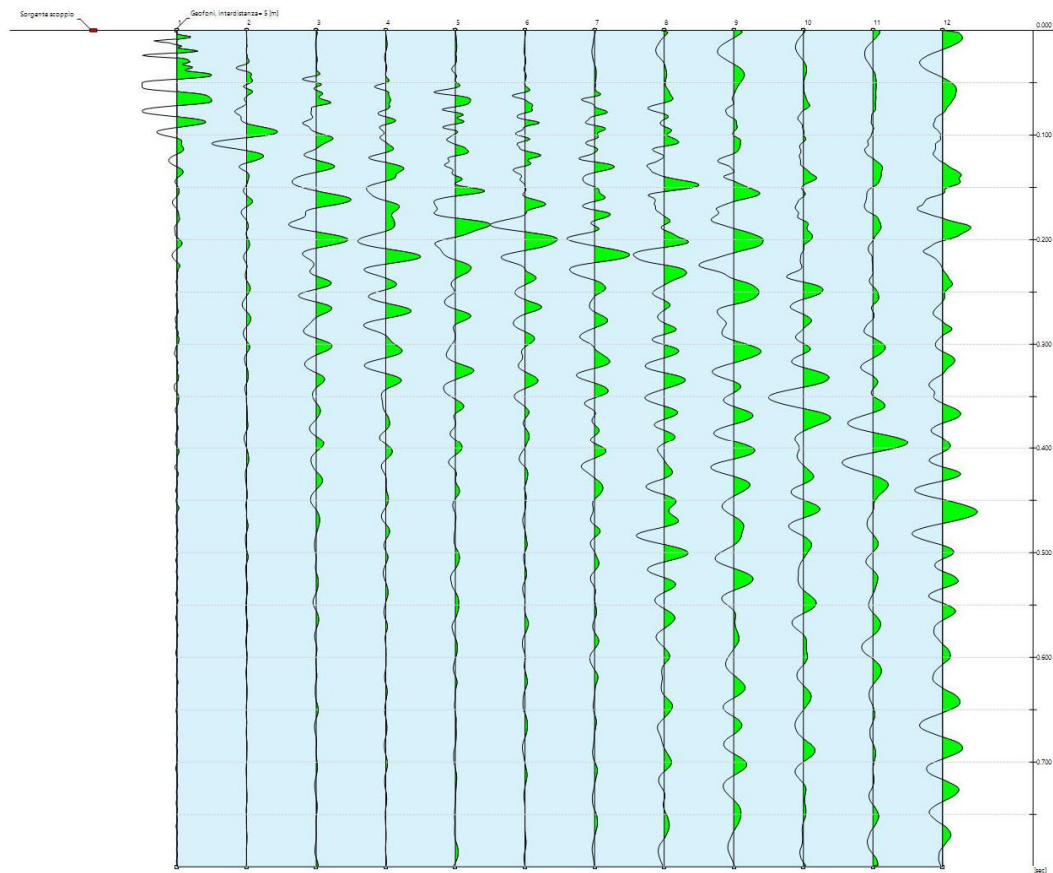
$$V_{s,eq(H=30m)}: \quad \mathbf{344,13 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria 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.

MASW 8



Schema dello stendimento MASW

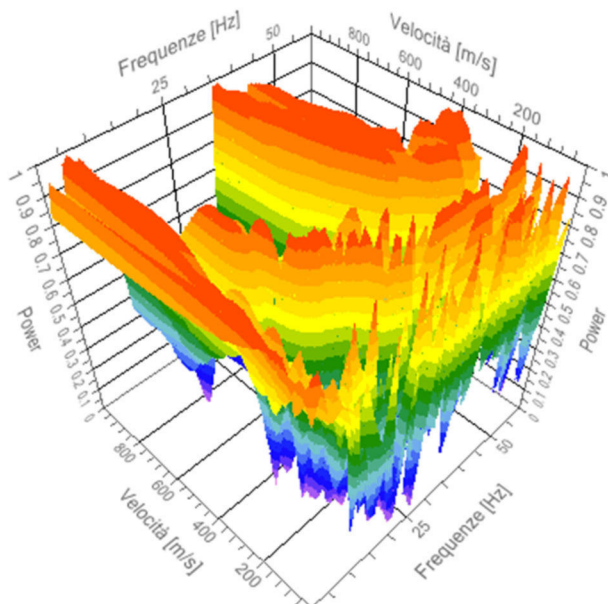
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	800 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

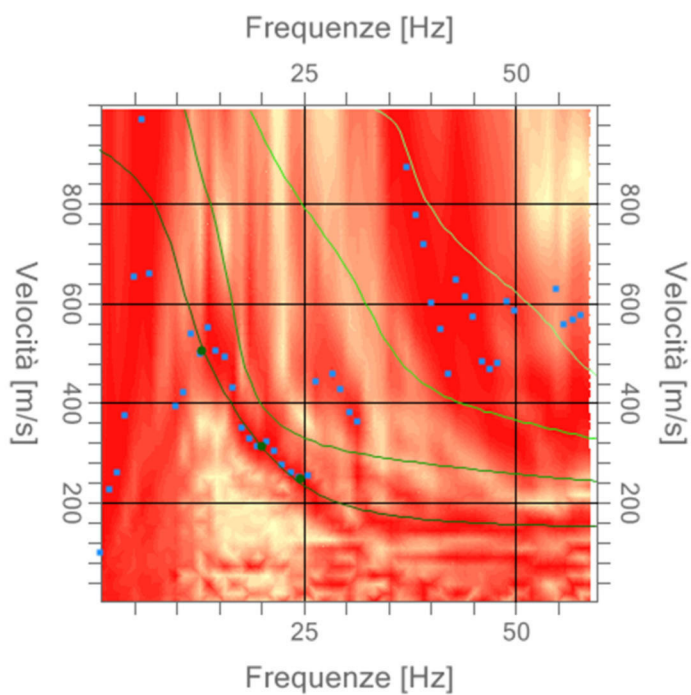
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

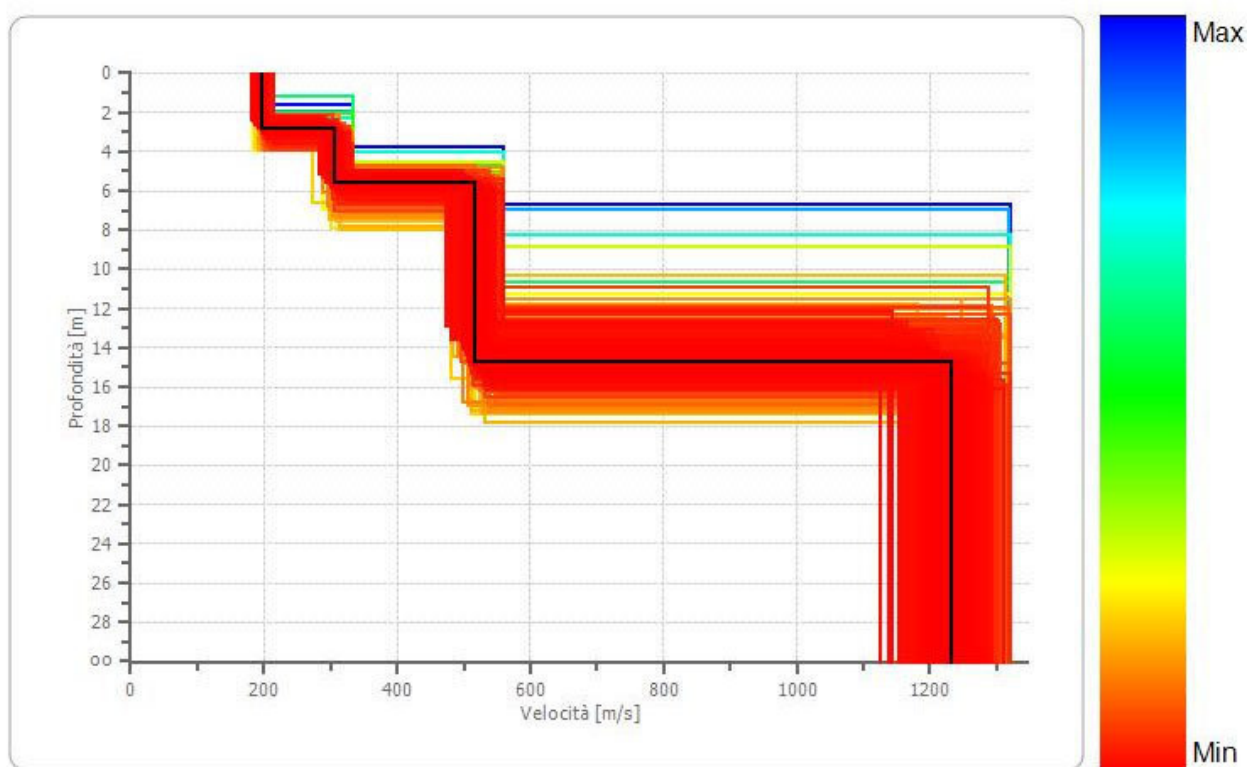
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13.0	505.4	0
2	20.0	314.2	0
3	24.6	248.3	0

Inversione e interpretazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.87	2.87	367.8	196.6
2	5.62	2.75	570.2	304.8
3	14.75	9.12	967.9	517.4
4	oo	oo	2304.2	1231.7

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(\text{strato})$ e dalla velocità delle onde S $V_s(\text{strato})$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

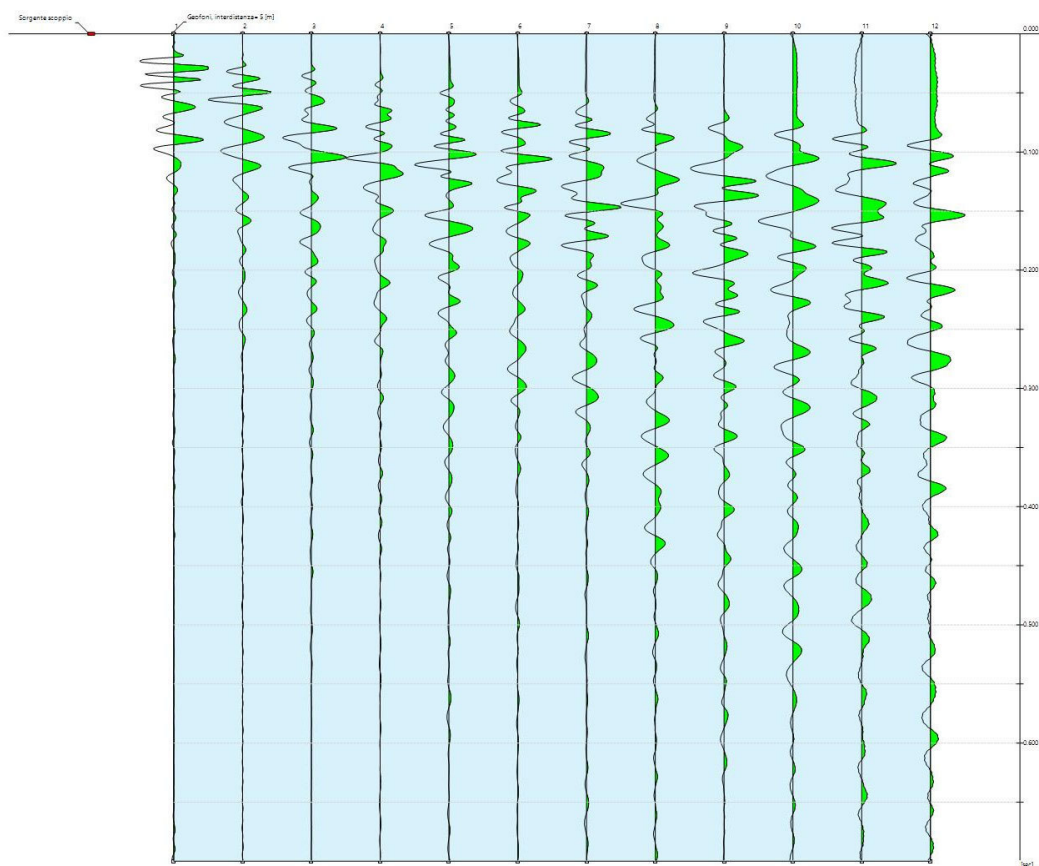
$$V_{s,eq}(H=14,75m): \quad \mathbf{357,30 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria 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.

MASW 9



Schema dello stendimento MASW

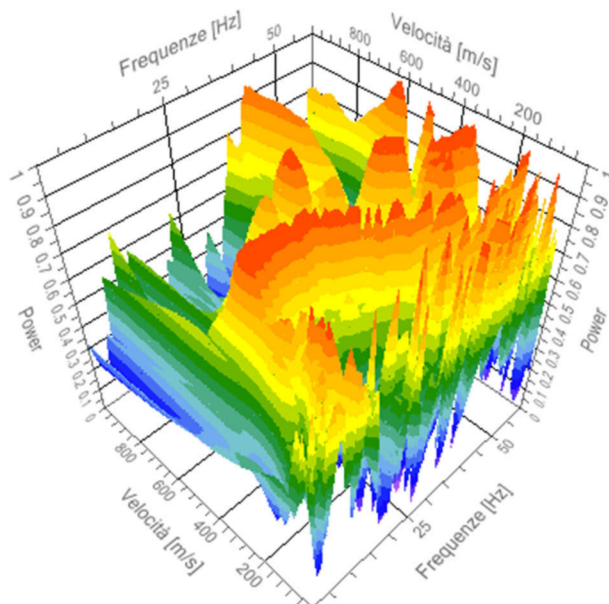
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	700 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

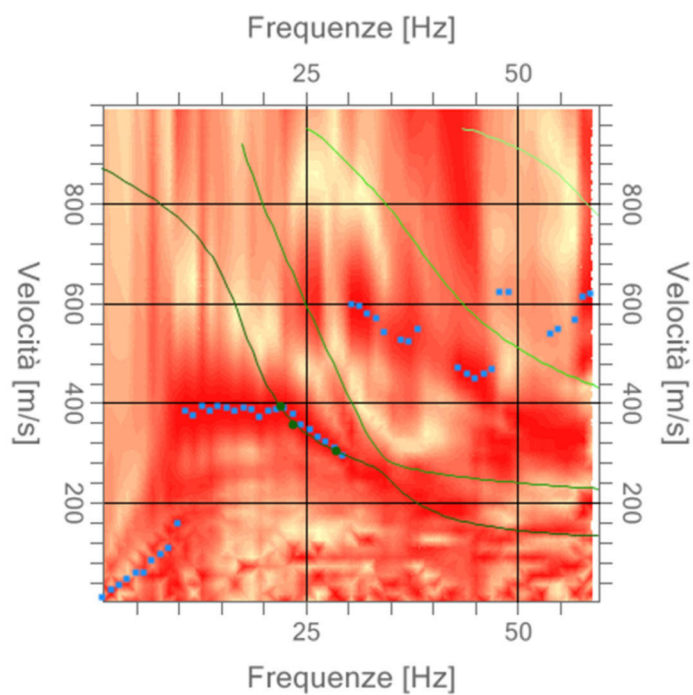
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	22.1	393.3	0
2	23.4	357.1	0
3	28.7	304.3	0

Inversione e interpretazione

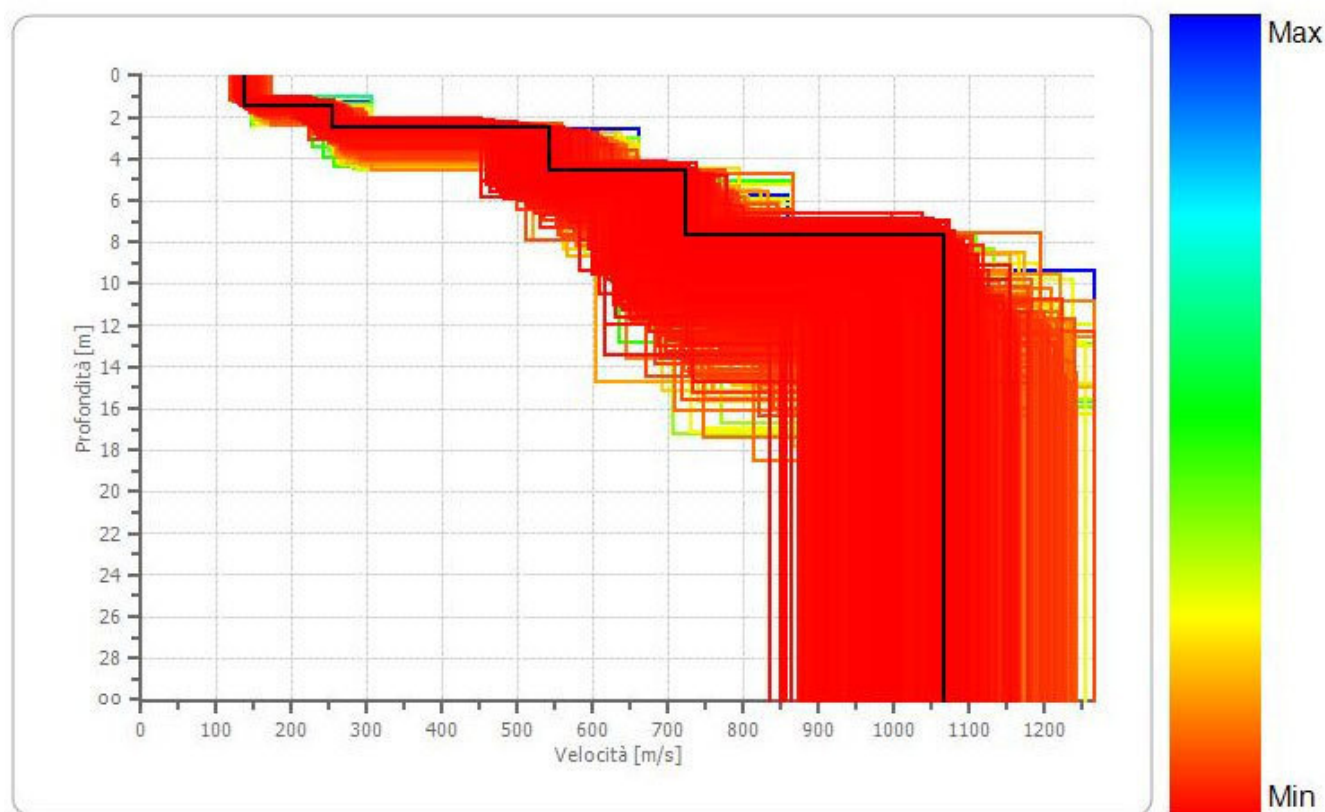
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.49	1.49	254.2	135.9
2	2.50	1.01	473.6	253.2
3	4.57	2.07	1014.0	542.0
4	7.71	3.14	1353.5	723.5
5	oo	oo	1992.2	1064.9

Percentuale di errore

0.008 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.009



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

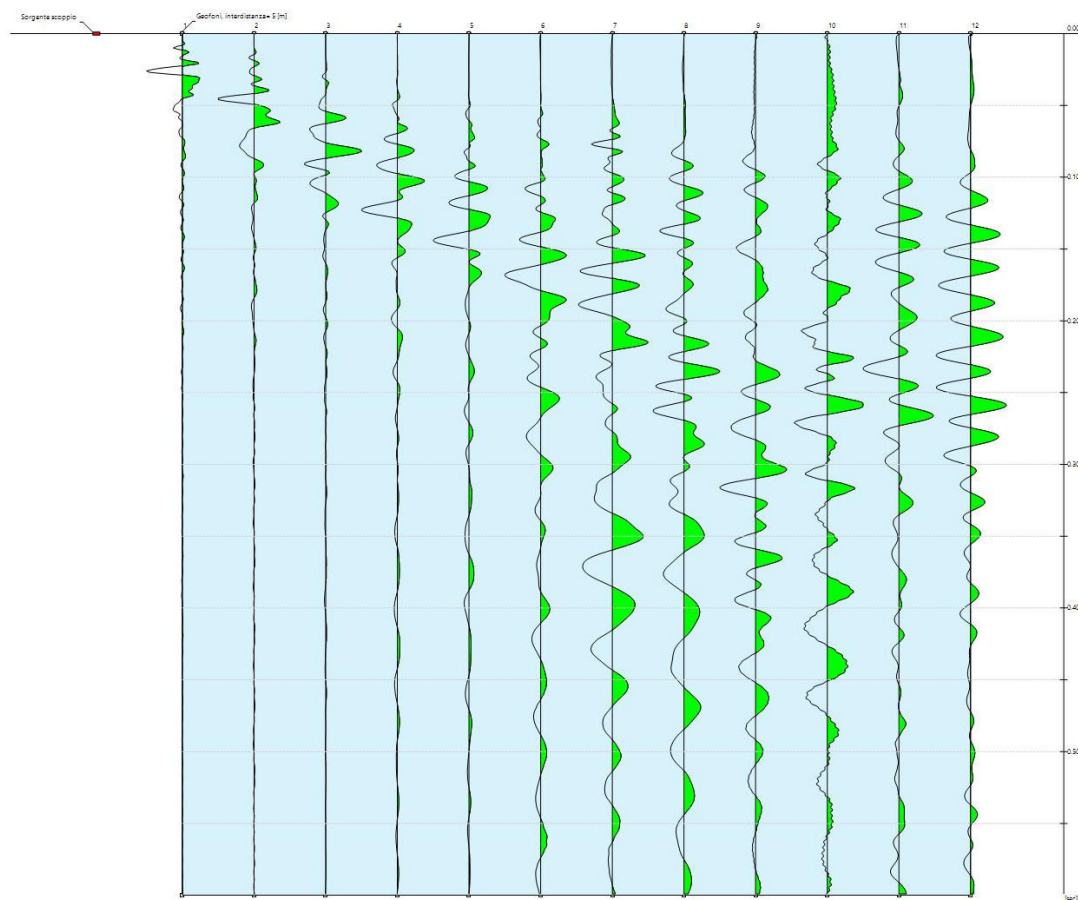
$$V_{s,eq}(H=7,71m): \mathbf{333,52 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria 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.

MASW 10



Schema dello stendimento MASW

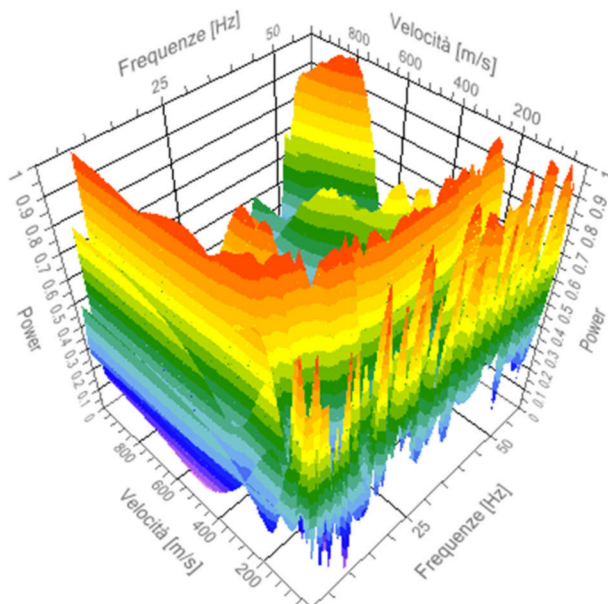
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	600 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

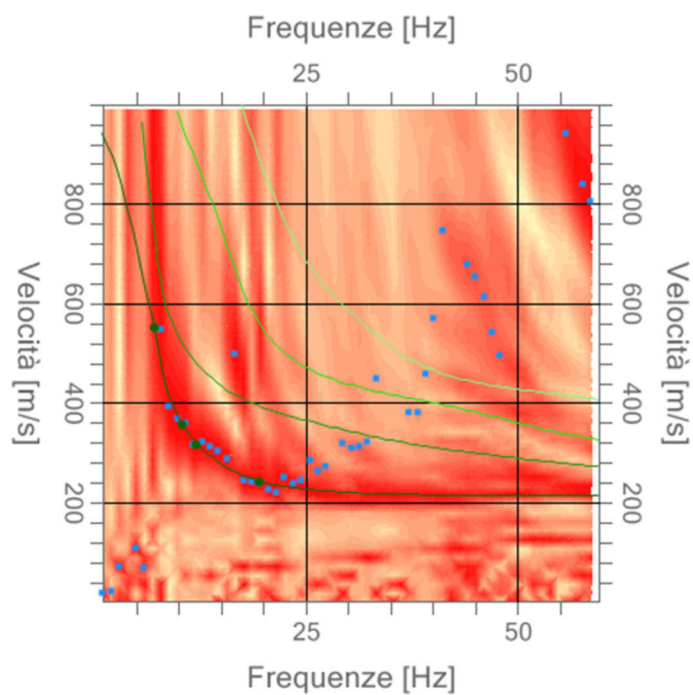
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.2	551.6	0
2	10.5	357.1	0
3	12.0	317.5	0
4	19.6	241.7	0

Inversione e interpretazione

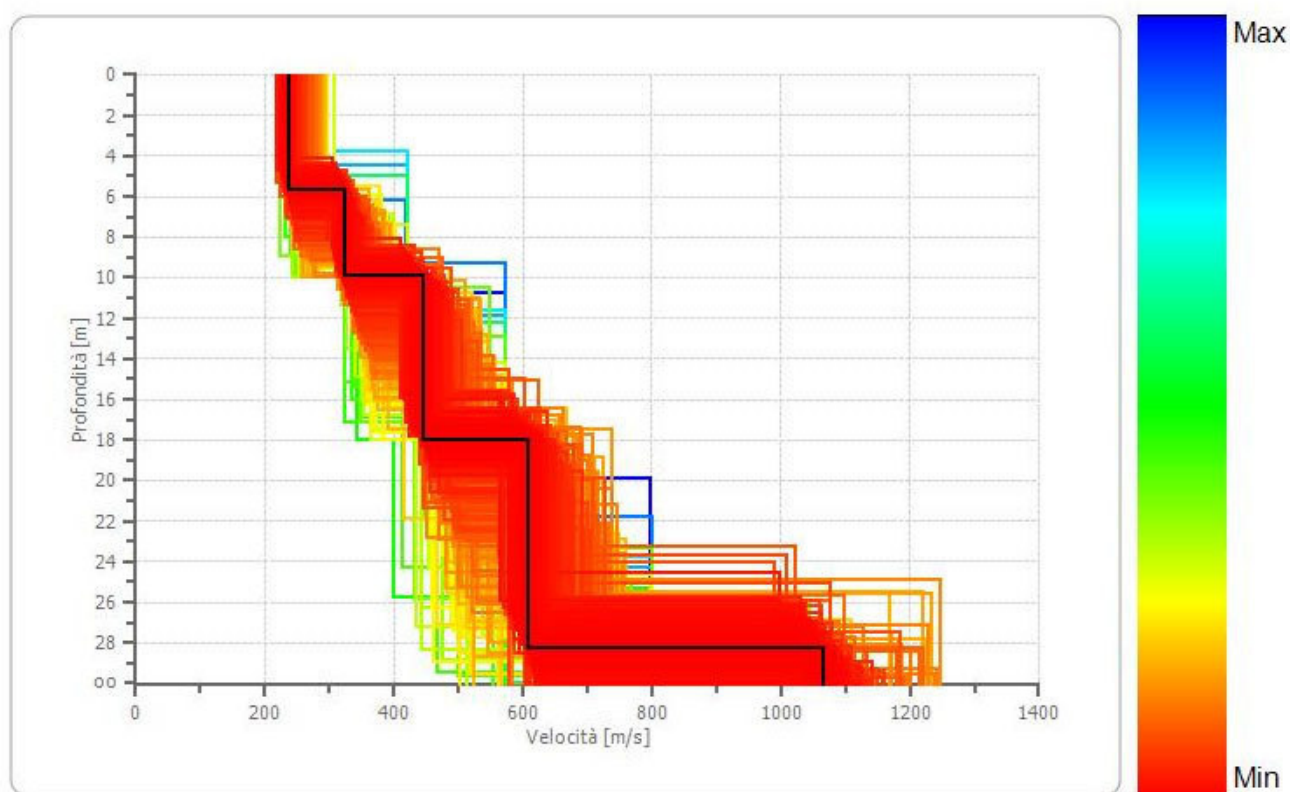
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	5.65	5.65	440.8	235.6
2	9.94	4.29	607.0	324.5
3	17.98	8.04	835.8	446.7
4	28.28	10.30	1139.0	608.8
5	oo	oo	1991.4	1064.4

Percentuale di errore

0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

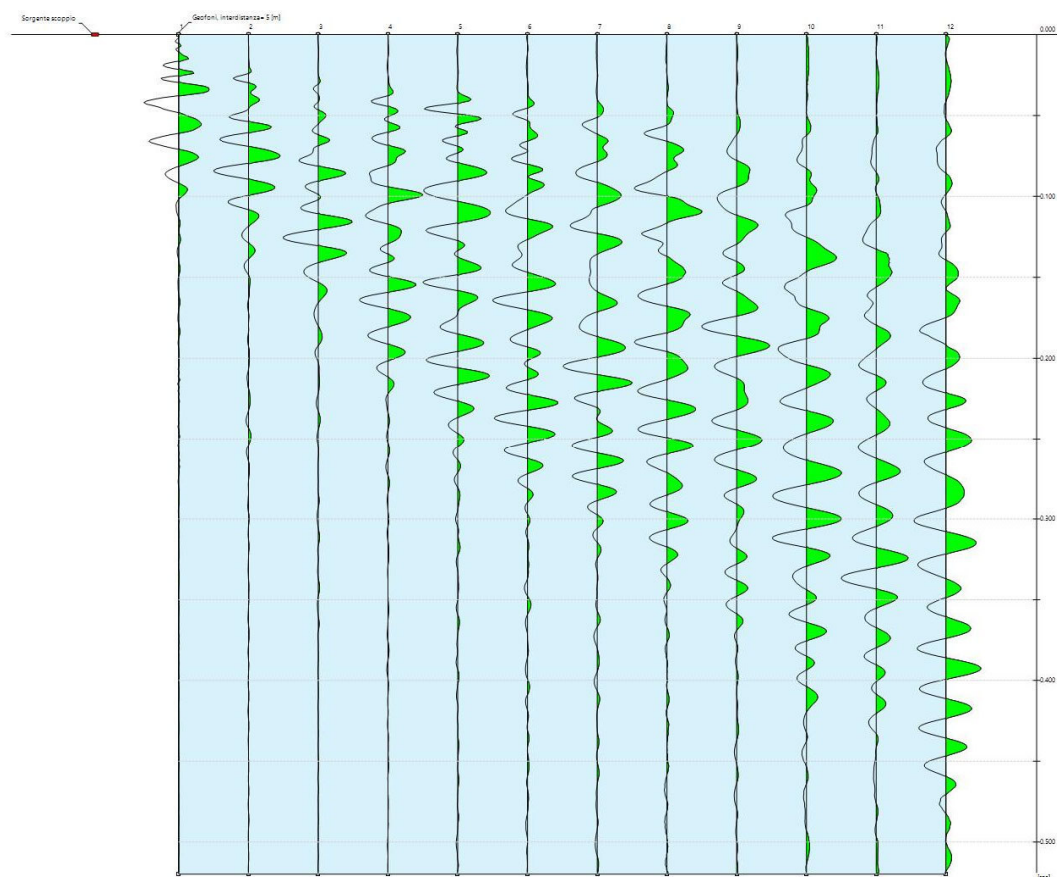
$$V_{s,eq}(H=28,28m): \quad \mathbf{392,17 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 11



Schema dello stendimento MASW

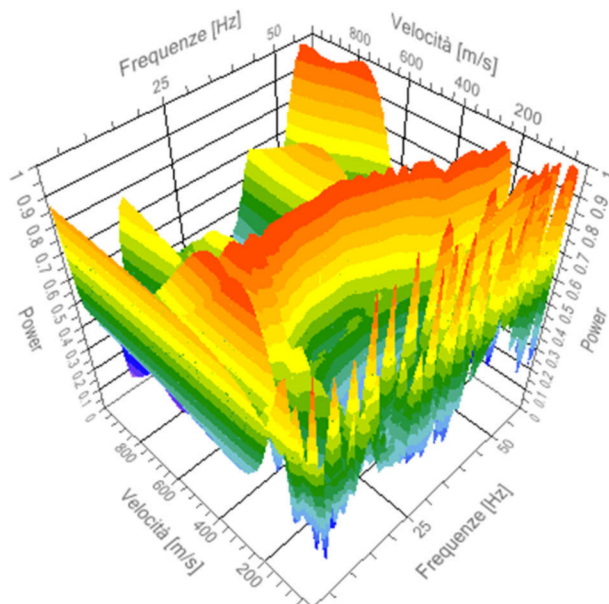
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	520 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

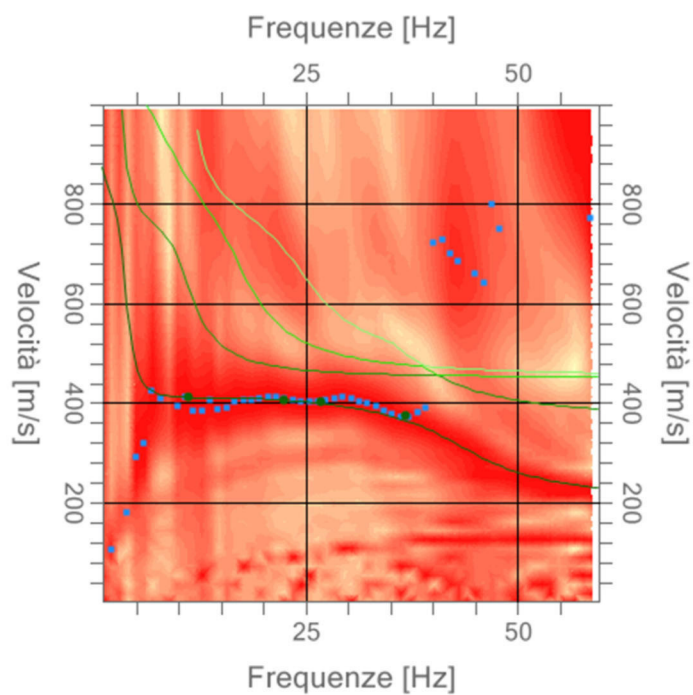
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.1	413.1	0
2	22.5	406.5	0
3	26.7	403.2	0
4	36.8	373.6	0

Inversione e interpretazione

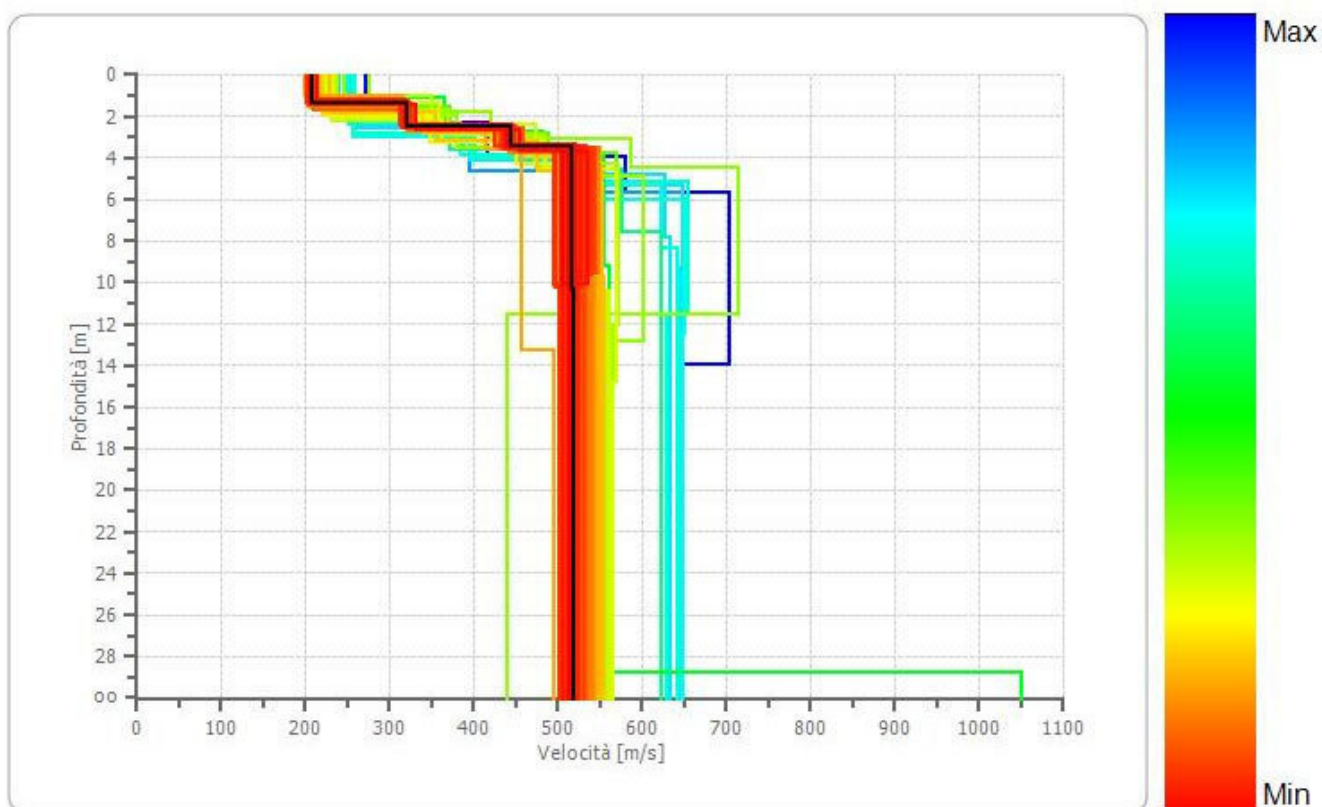
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.35	1.35	389.3	208.1
2	2.46	1.12	598.7	320.0
3	3.47	1.00	828.3	442.7
4	10.32	6.85	965.1	515.9
5	45.35	35.02	967.6	517.2
6	oo	oo	1851.2	989.5

Percentuale di errore

0.233 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.047



STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

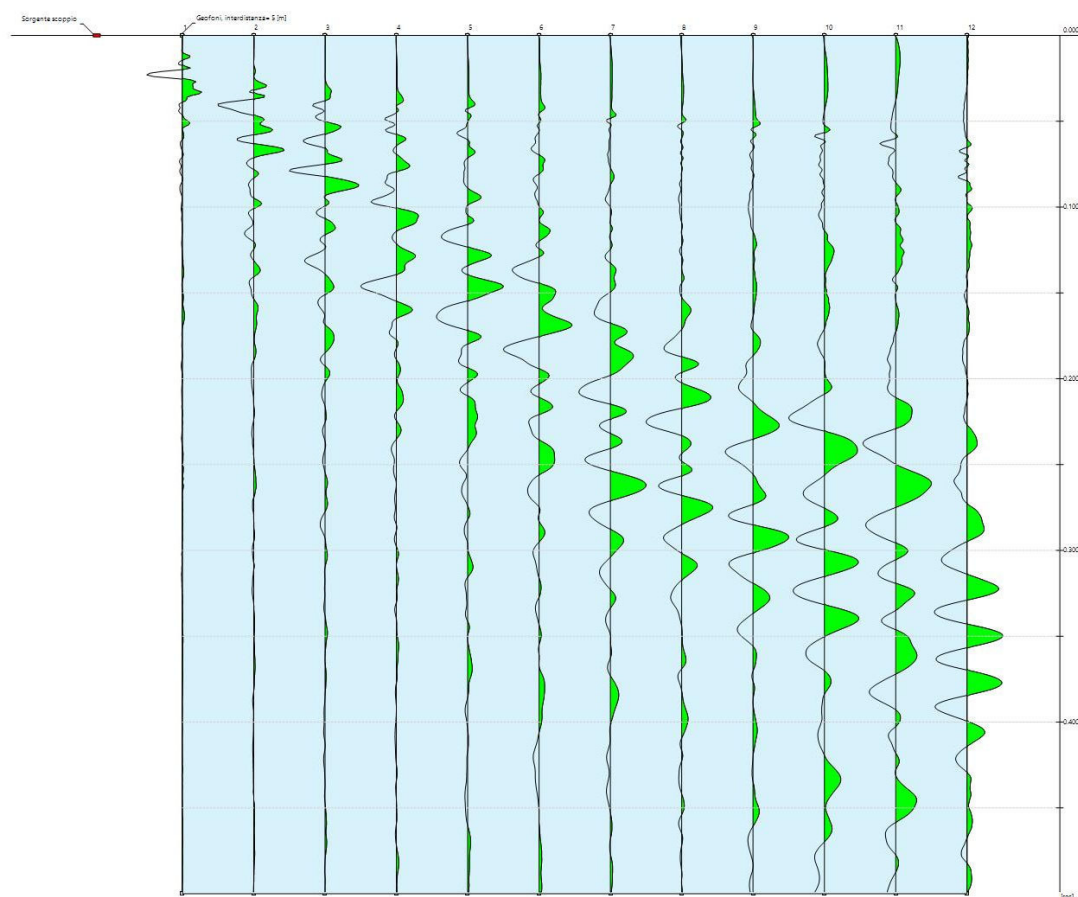
$$V_{s,eq(H=30m)}: \quad \mathbf{471,96 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

MASW 12



Schema dello stendimento MASW

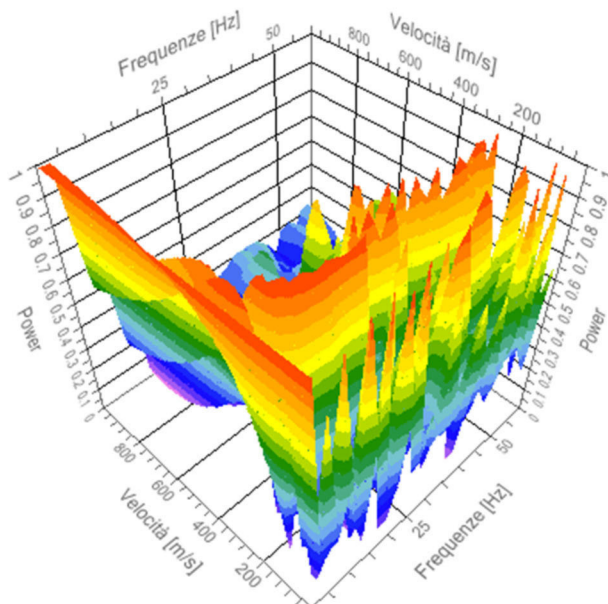
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	500 msec
Interdistanza geofoni	5 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

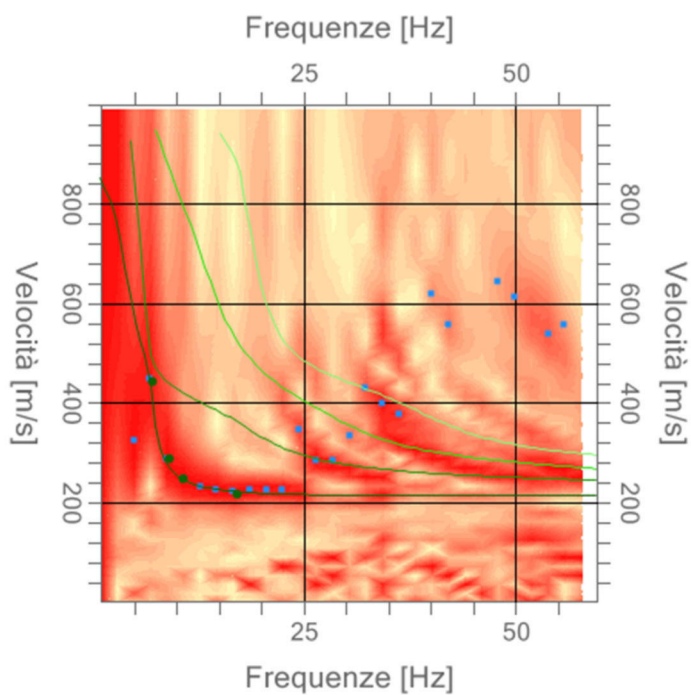
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

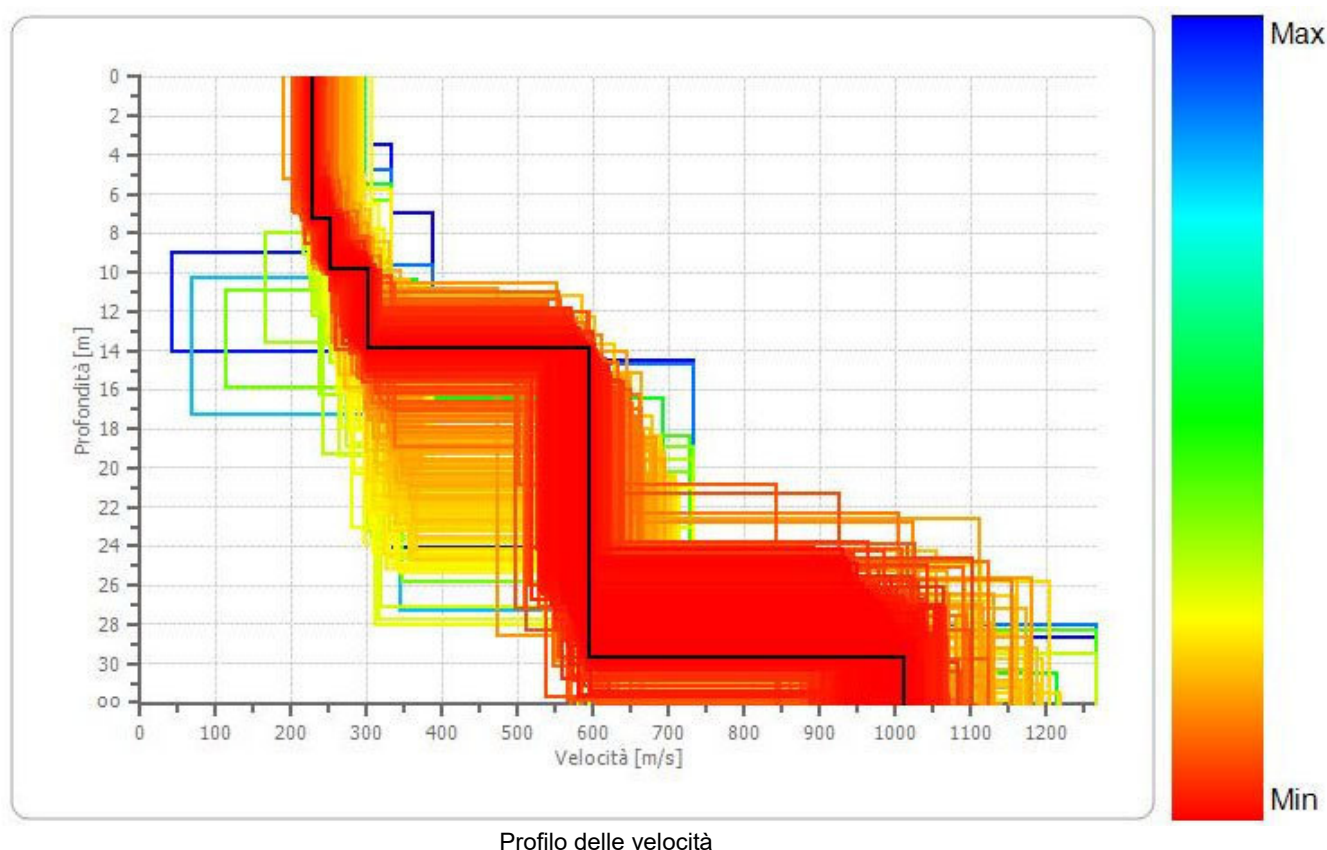
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.2	442.8	0
2	9.1	287.8	0
3	10.9	248.3	0
4	17.1	218.6	0

Inversione e interpretazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	7.27	7.27	427.2	228.4
2	9.87	2.60	468.7	250.5
3	13.88	4.01	564.6	301.8
4	29.70	15.82	1110.9	593.8
5	oo	oo	1890.4	1010.5

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq}(H=29,70m): \quad \mathbf{361,54 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

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.

5.3 Analisi del rischio sismico – Risposta sismica locale

Le condizioni locali possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti di cui si deve tener conto nella valutazione della pericolosità sismica di un'area. Gli effetti indotti da particolari condizioni geologico-morfologiche sono infatti in grado di produrre danni diversificati su fabbricati con caratteristiche analoghe, entro zone anche ravvicinate (fino a poche decine di m). In tali situazioni si possono verificare fenomeni di focalizzazione dell'energia sismica incidente, con esaltazione delle ampiezze delle onde, fenomeni di riflessione multipla con variazione delle ampiezze delle vibrazioni e delle frequenze del moto.

Il primo elemento indispensabile per qualsiasi studio finalizzato al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico è l'individuazione della categoria del terreno. Nel caso in esame la definizione di questo parametro è stata

ottenuta mediante l'esecuzione delle indagini sismiche e geognostiche (vedi paragrafi precedenti).

I siti in esame, secondo i PGT comunali, presentano scenario di pericolosità sismica locale Z4a, Z4b oppure Z4c con la possibilità che si verifichino amplificazioni sismiche.

Gli effetti di amplificazione sismica locale o di sito sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al bedrock, può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Si distinguono quindi gli effetti di amplificazione topografica e quelli di amplificazione litologica. Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali articolate e da irregolarità topografiche in generale.

Per l'analisi del rischio sismico si è adottata la procedura consigliata dal DGR 8/1566-2005 aggiornata dal DGR IX/2616 -2011 e pertanto, sulla scorta delle indagini eseguite, elaborato un modello geofisico per ciascun sito.

I modelli sismici hanno consentito il calcolo del periodo proprio del sito T utilizzando la seguente equazione proposta dalla normativa di riferimento:

$$T = \frac{4 \sum h_i}{\frac{\sum V_{s_i} * h_i}{\sum h_i}}$$

In cui:

h_i = spessore del singolo strato V_{s_i} = velocità del singolo strato

Sito PL06 Sulzano T = 0,16 m/s

Sito Stazione di Sulzano T = 0,18 m/s

Sito Stazione di Toline T = 0,28 m/s

Sito Stazione di Artogne T = 0,485 m/s

Sito Stazione di Erbanno T = 0,15 m/s

Sito Stazione Pian di Borno T = 0,08 m/s

Sito PL70 Breno T = 0,337 m/s

Sito Stazione di Ceto T = 0,14 m/s

Sito PL80 Ceto T = 0,03 m/s

Sito Stazione di Sellero T = 0,25 m/s

Sito Stazione Forno d'Allione $T = 0,36 \text{ m/s}$

Sito Stazione di Sonico $T = 0,27 \text{ m/s}$

Ritenendo la componente sabbiosa predominante e a seguito dell'andamento delle V_s con la profondità, è stata selezionata la scheda di riferimento: "litologia ghiaiosa"; scheda fornita dalla Regione Lombardia – Territorio e Urbanistica.

Il valore di F_a viene quindi calcolato sulla base degli abachi disponibili nelle due ipotesi di verifica. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto per il sito di riferimento con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (classi B, C, D ed E delle Norme Tecniche per le Costruzioni) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 secondi.

La scelta della curva di correlazione T/F_a all'interno della scheda di valutazione è avvenuta tramite individuazione dello spessore e della velocità V_s dello strato superficiale, che ha portato a selezionare la curva 1.

Il fattore di amplificazione è stato quindi stimato mediante le formule:

$$F_{a0,5-1,5} = -0,58T^2 + 0,84T + 0,94$$

$$F_{a0,1-0,5} = -8,5T^2 + 5,4T + 0,95$$

$$F_{a0,1-0,5} = 1,46 - 0,32 \ln T \quad (\text{solo per Stazione di Artogne})$$

I valori di F_a così ottenuti sono

Sito PL06 Sulzano	$F_{a0,5-1,5} = 1,06$	$F_{a0,1-0,5} = 1,59$
Sito Stazione di Sulzano	$F_{a0,5-1,5} = 1,07$	$F_{a0,1-0,5} = 1,64$
Sito Stazione di Toline	$F_{a0,5-1,5} = 1,13$	$F_{a0,1-0,5} = 1,79$
Sito Stazione di Artogne	$F_{a0,5-1,5} = 1,21$	$F_{a0,1-0,5} = 1,23$
Sito Stazione di Erbanno	$F_{a0,5-1,5} = 1,05$	$F_{a0,1-0,5} = 1,57$
Sito Stazione Pian di Borno	$F_{a0,5-1,5} = 1,00$	$F_{a0,1-0,5} = 1,33$
Sito PL70 Breno	$F_{a0,5-1,5} = 1,15$	$F_{a0,1-0,5} = 1,81$
Sito Stazione di Ceto	$F_{a0,5-1,5} = 1,04$	$F_{a0,1-0,5} = 1,53$
Sito PL80 Ceto	$F_{a0,5-1,5} = 1,11$	$F_{a0,1-0,5} = 1,10$
Sito Stazione di Sellero	$F_{a0,5-1,5} = 1,04$	$F_{a0,1-0,5} = 1,77$
Sito Stazione Forno d'Allione	$F_{a0,5-1,5} = 1,16$	$F_{a0,1-0,5} = 1,79$
Sito Stazione di Sonico	$F_{a0,5-1,5} = 2,35$	$F_{a0,1-0,5} = 1,79$

Considerando i fattori di amplificazione ricavati, di seguito si riportano le categorie di sottosuolo ricavate:

Sito PL06 Sulzano	Categoria B
Sito Stazione di Sulzano	Categoria B
Sito Stazione di Toline	Categoria C
Sito Stazione di Artogne	Categoria B
Sito Stazione di Erbanno	Categoria B
Sito Stazione Pian di Borno	Categoria E
Sito PL70 Breno	Categoria D
Sito Stazione di Ceto	Categoria E
Sito PL80 Ceto	Categoria E
Sito Stazione di Sellero	Categoria C
Sito Stazione Forno d'Allione	Categoria C
Sito Stazione di Sonico	Categoria C

5.4 Parametri Sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Classe d'uso: 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.)

Vita nominale: 50 [anni]

PL06 Sulzano

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,038	2,454	0,210
(SLD)	63	50	0,051	2,396	0,230
(SLV)	10	475	0,136	2,448	0,276
(SLC)	5	975	0,175	2,463	0,288

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,500	1,000	0,009	0,005	0,452	0,200
SLD	1,200	1,480	1,000	0,012	0,006	0,605	0,200
SLV	1,200	1,420	1,000	0,039	0,020	1,603	0,240
SLC	1,200	1,410	1,000	0,050	0,025	2,061	0,240

Stazione di Sulzano

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,038	2,455	0,208
(SLD)	63	50	0,050	2,401	0,230
(SLV)	10	475	0,132	2,450	0,276
(SLC)	5	975	0,170	2,464	0,288

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,510	1,000	0,009	0,005	0,442	0,200
SLD	1,200	1,480	1,000	0,012	0,006	0,588	0,200
SLV	1,200	1,420	1,000	0,038	0,019	1,557	0,240
SLC	1,200	1,410	1,000	0,049	0,025	2,004	0,240

Stazione di Toline

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,034	2,457	0,202
(SLD)	63	50	0,043	2,466	0,221
(SLV)	10	475	0,112	2,455	0,279
(SLC)	5	975	0,144	2,485	0,289

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,780	1,000	0,010	0,005	0,499	0,200
SLD	1,500	1,730	1,000	0,013	0,006	0,636	0,200
SLV	1,500	1,600	1,000	0,040	0,020	1,644	0,240
SLC	1,490	1,580	1,000	0,051	0,026	2,099	0,240

Stazione di Artogne

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,032	2,474	0,199
(SLD)	63	50	0,040	2,518	0,215
(SLV)	10	475	0,099	2,490	0,281
(SLC)	5	975	0,128	2,491	0,292

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,520	1,000	0,008	0,004	0,381	0,200
SLD	1,200	1,500	1,000	0,010	0,005	0,473	0,200
SLV	1,200	1,420	1,000	0,024	0,012	1,169	0,200
SLC	1,200	1,410	1,000	0,037	0,018	1,506	0,240

Stazione di Erbanno

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,030	2,488	0,197
(SLD)	63	50	0,037	2,547	0,212
(SLV)	10	475	0,085	2,565	0,285
(SLC)	5	975	0,109	2,547	0,298

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,520	1,000	0,007	0,004	0,359	0,200
SLD	1,200	1,500	1,000	0,009	0,004	0,439	0,200
SLV	1,200	1,410	1,000	0,020	0,010	1,002	0,200
SLC	1,200	1,400	1,000	0,031	0,016	1,282	0,240

Stazione di Pian di Borno

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,030	2,491	0,197
(SLD)	63	50	0,037	2,547	0,212
(SLV)	10	475	0,085	2,569	0,286
(SLC)	5	975	0,108	2,548	0,299

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,520	1,000	0,007	0,004	0,358	0,200
SLD	1,200	1,500	1,000	0,009	0,004	0,438	0,200
SLV	1,200	1,410	1,000	0,020	0,010	0,995	0,200
SLC	1,200	1,400	1,000	0,031	0,016	1,274	0,240

PL70 Breno

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,029	2,496	0,196
(SLD)	63	50	0,035	2,557	0,211
(SLV)	10	475	0,075	2,612	0,292
(SLC)	5	975	0,095	2,609	0,307

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,800	2,820	1,000	0,010	0,005	0,510	0,200
SLD	1,800	2,720	1,000	0,013	0,006	0,622	0,200
SLV	1,800	2,310	1,000	0,027	0,014	1,327	0,200
SLC	1,800	2,260	1,000	0,034	0,017	1,674	0,200

Stazione di Ceto

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,028	2,498	0,194
(SLD)	63	50	0,034	2,566	0,209
(SLV)	10	475	0,069	2,637	0,296
(SLC)	5	975	0,086	2,659	0,313

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,600	2,220	1,000	0,009	0,004	0,434	0,200
SLD	1,600	2,150	1,000	0,011	0,005	0,528	0,200
SLV	1,600	1,870	1,000	0,022	0,011	1,083	0,200
SLC	1,600	1,830	1,000	0,027	0,014	1,346	0,200

PL80 Ceto

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,028	2,498	0,194
(SLD)	63	50	0,034	2,566	0,209
(SLV)	10	475	0,069	2,637	0,296
(SLC)	5	975	0,086	2,659	0,313

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,600	2,220	1,000	0,009	0,004	0,434	0,200
SLD	1,600	2,150	1,000	0,011	0,005	0,528	0,200
SLV	1,600	1,870	1,000	0,022	0,011	1,083	0,200
SLC	1,600	1,830	1,000	0,027	0,014	1,346	0,200

Stazione di Sellero

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,026	2,515	0,187
(SLD)	63	50	0,032	2,586	0,206
(SLV)	10	475	0,063	2,687	0,296
(SLC)	5	975	0,077	2,727	0,317

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,830	1,000	0,008	0,004	0,386	0,200
SLD	1,500	1,770	1,000	0,010	0,005	0,469	0,200
SLV	1,500	1,570	1,000	0,019	0,009	0,921	0,200
SLC	1,500	1,530	1,000	0,023	0,011	1,128	0,200

Stazione di Forno d'Allione

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,026	2,537	0,185
(SLD)	63	50	0,031	2,600	0,204
(SLV)	10	475	0,061	2,715	0,295
(SLC)	5	975	0,074	2,778	0,314

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,830	1,000	0,008	0,004	0,379	0,200
SLD	1,500	1,780	1,000	0,009	0,005	0,461	0,200
SLV	1,500	1,570	1,000	0,018	0,009	0,894	0,200
SLC	1,500	1,540	1,000	0,022	0,011	1,082	0,200

Stazione di Sonico

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0,025	2,569	0,182
(SLD)	63	50	0,030	2,613	0,200
(SLV)	10	475	0,059	2,739	0,295
(SLC)	5	975	0,071	2,808	0,312

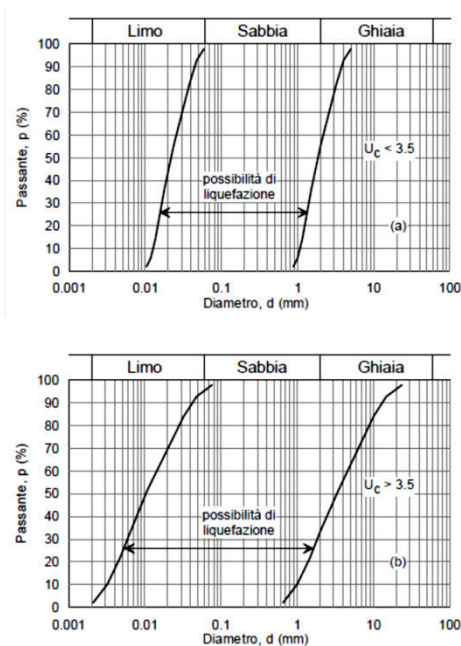
	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,840	1,000	0,007	0,004	0,366	0,200
SLD	1,500	1,790	1,000	0,009	0,005	0,447	0,200
SLV	1,500	1,570	1,000	0,018	0,009	0,869	0,200
SLC	1,500	1,540	1,000	0,021	0,011	1,047	0,200

5.5 Potenziale di liquefazione

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione, secondo NTC2018, può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(NI) > 30$ oppure $q_{ciN} > 180$ dove (NI) è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{ciN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 7.11.1 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



Fusi granulometrici suscettibili di liquefazione

Nella seguente tabella viene inoltre indicata la probabilità che si verifichi liquefazione in funzione delle condizioni stratigrafiche e morfologiche riscontrabili sul territorio:

Categoria	Morfologia	Liquefazione
A	Letti di fiume, antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, zone interdunali	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune, pianure di esondazione, spiagge	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne	Impossibile

In conformità a quanto previsto nelle NTC2018 cap. 7.11.3.4.2 per il verificarsi dei punti “2”, e “5”, si omette la verifica alla liquefazione.

6. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

I campioni di terreno sottoposti ad analisi sono stati catalogati e su di essi, date le caratteristiche degli stessi e secondo le indicazioni della Committenza, sono state eseguite:

- analisi granulometriche
- determinazione delle caratteristiche fisiche
- prova di taglio diretta con scatola di Casagrande.

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

7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

A seguito delle prove eseguite si possono ricavare indicazioni in merito ai parametri geotecnici da impiegare per il terreno indagato.

**MODELLO GEOTECNICO
PL06 - SULZANO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 3,00	Sabbia limosa	-	-	27	7	17	20	368	B	T1
3,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	34	70	18	20,6			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI SULZANO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 1,50	Sabbia limosa	-	-	27	6	17,5	20	522	B	T1
1,50 – 10,00	Sabbia e ghiaia	-	-	35	78	18,6	20,4			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI TOLINE**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 3,00	Sabbia limosa con ghiaia	-	-	30	20	17,5	20	434	C	T1
3,00 – 10,00	Sabbia e ghiaia	-	-	34	78	18	20,6			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI ARTOGNE**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 1,50	Sabbia limosa	-	-	30	22	18,9	20,1	387	B	T1
1,50 – 10,00	Sabbia e ghiaia	-	-	35	80	18,9	20,6			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI ERBANNO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	ϕ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 3,00	Sabbia ghiaiosa	-	-	33	40	18,3	21	384	B	T1
3,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	35	80	18,5	21			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI PIAN DI BORNO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	ϕ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 3,00	Sabbia ghiaiosa	-	-	33	41	18,5	19,7	310	E	T1
3,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	35	80	18,6	19,8			

**MODELLO GEOTECNICO
PL70 - BRENO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	ϕ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 10,00	Sabbia e ghiaia	-	-	34	70	18,9	19,8	344	D	T1

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI CETO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	ϕ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 1,00	Sabbia con ghiaia	-	-	28	10	17,5	19,5	357	E	T1
1,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	35	75	18,5	21,1			

**MODELLO GEOTECNICO
PL80 - CETO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 5,00	Sabbia ghiaiosa	-	-	34	60	18,6	20,5	333	E	T1
5,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	35	75	19,1	20,9			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI SELLERO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 5,00	Sabbia ghiaiosa	-	-	33	50	18,5	20,1	392	C	T1
5,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	35	78	19	20,6			

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI FORNO D'ALLIONE**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 10,00	Sabbia e ghiaia	-	-	35	75	18,9	20,8	472	C	T1

**MODELLO GEOTECNICO
STAZIONE DI SONICO**

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	V _{s,eq} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0,00 – 2,00	Sabbia	-	-	30	25	17,5	19,8	361	C	T1
2,00 – 10,00	Ghiaia	-	-	35	78	18,6	20,1			

TAVOLE TECNICHE

Sito PL06 Sulzano	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione di Sulzano	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione di Toline	Planimetria
Sito Stazione di Artogne	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione di Erbanno	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione Pian di Borno	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito PL70 Breno	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione di Ceto	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito PL80 Ceto	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione di Sellero	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione Forno d'Allione	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici
Sito Stazione di Sonico	Planimetria
	Sondaggio
	Cassette catalogatrici

PL06 in Comune di Sulzano



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.
Foto delle cassette catalogatrici.
Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



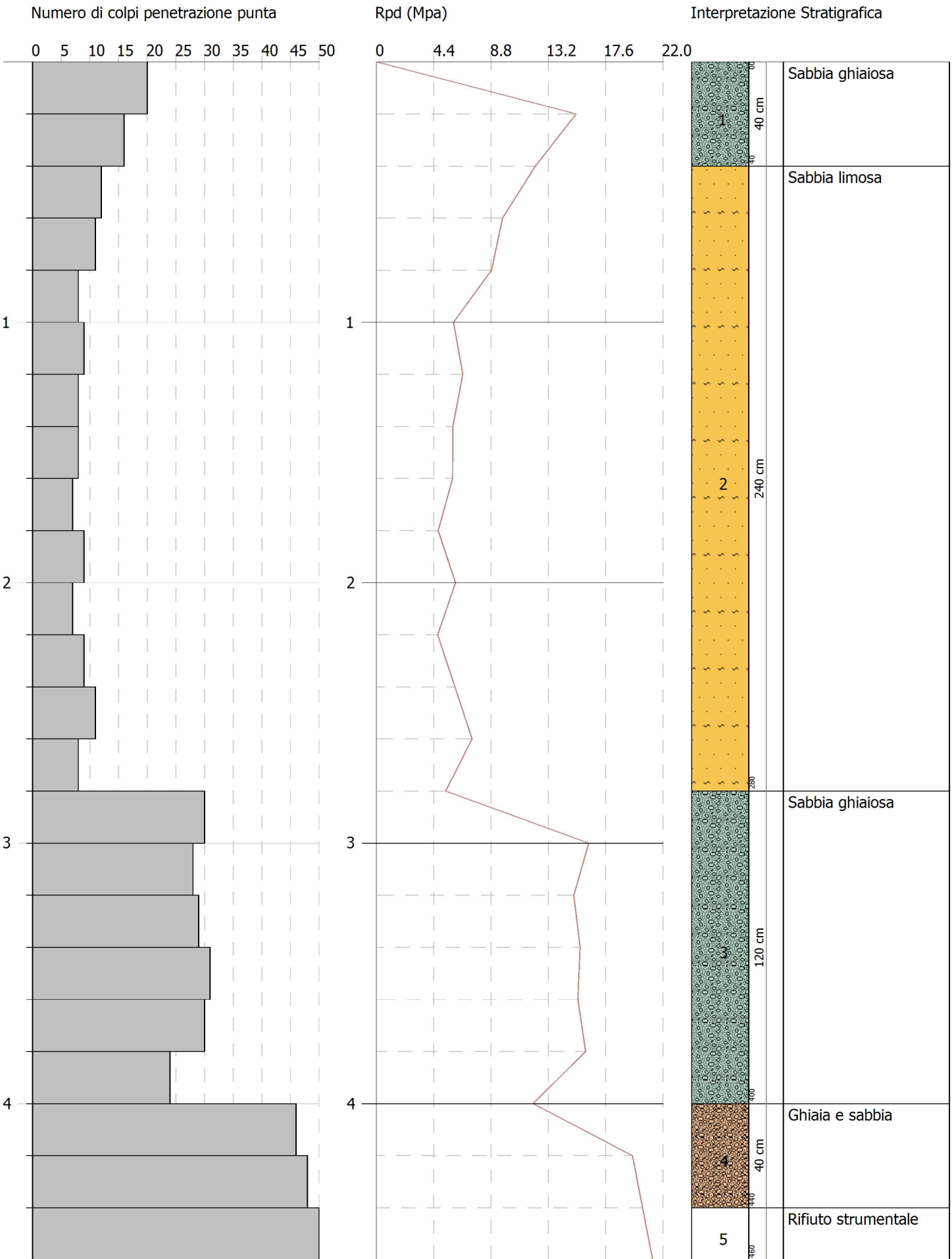
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD ING S.R.L.
Descrizione: VIA CESARE BATTISTI
Localita': SULZANO (BS)

16-07-2021

Scala 1:22



Stazione di Sulzano



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

<p>Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.</p> <p>Foto delle cassette catalogatrici.</p> <p>Fornitura e posa di tubo piezometrico in PVC diametro 2".</p> <p>Fornitura e posa di pozzetto metallico.</p>



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



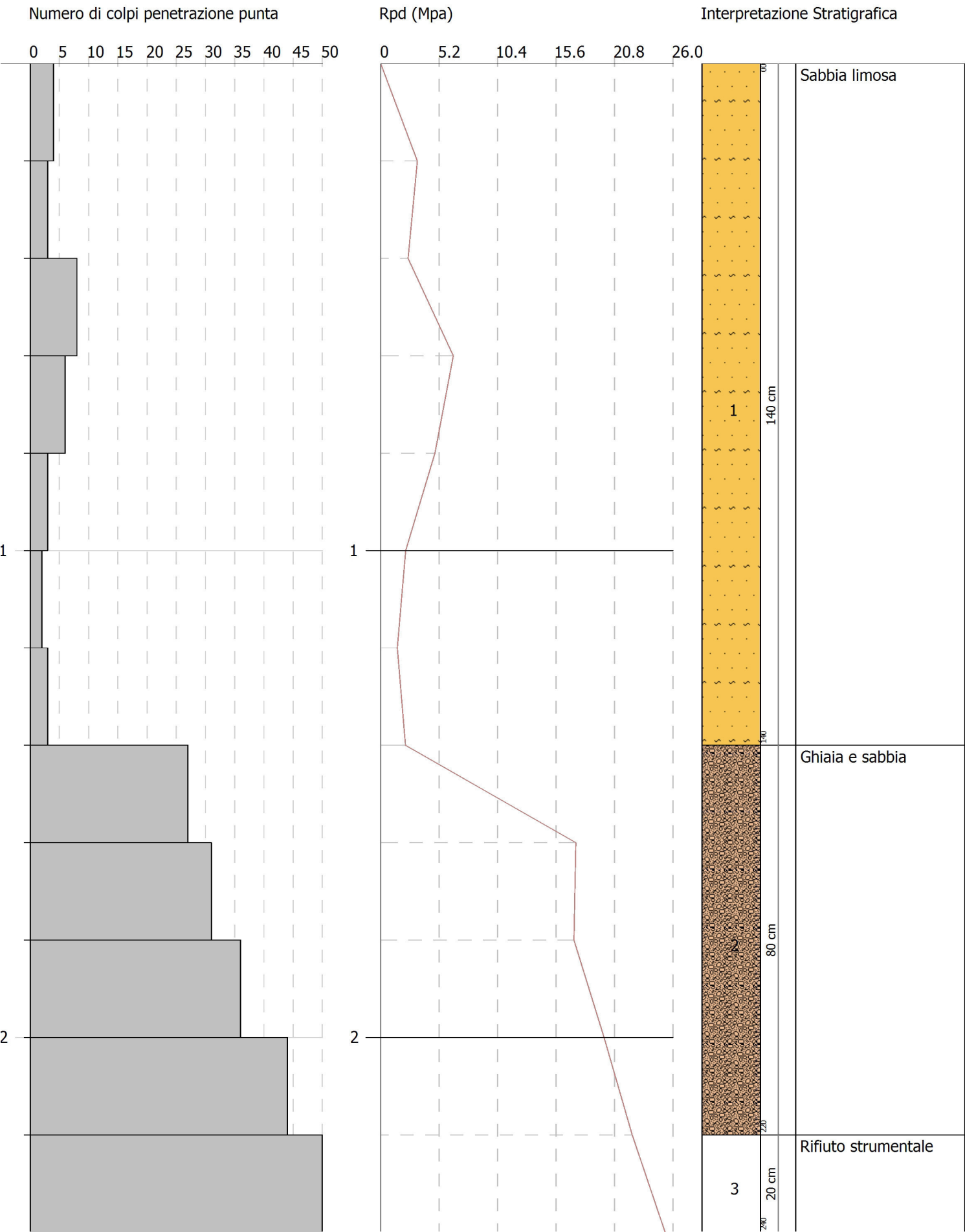
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Localita': SULZANO (BS)

14-07-2021

Scala 1:12



Stazione di Toline



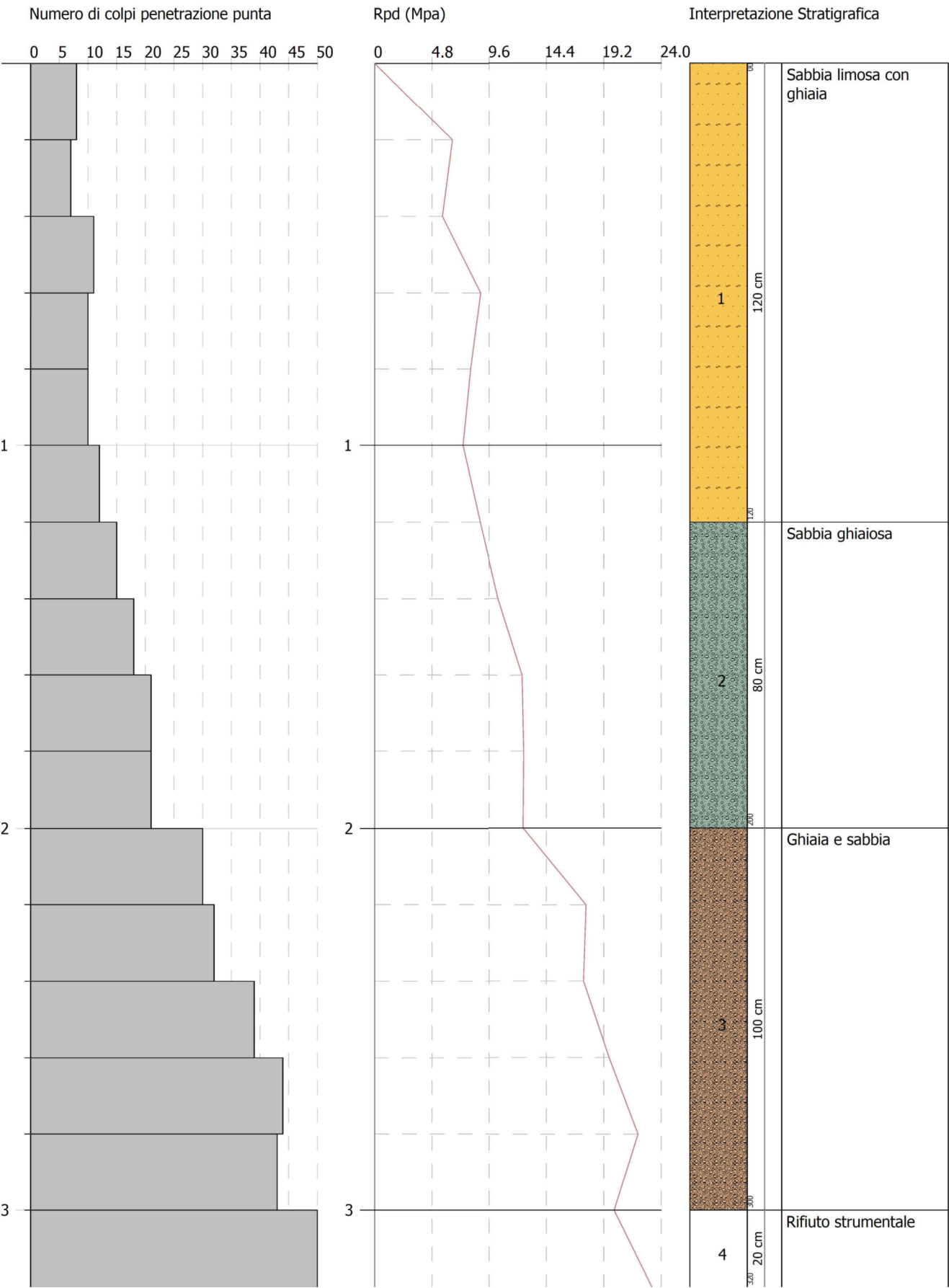
Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP3
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: NUOVA GARITTA
Localita': TOLINE (BS)

15-07-2021

Scala 1:15



Stazione di Artogne



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

Committente: NORD_ING S.R.L.	Sondaggio: S4
Riferimento: ARTOGNE (BS) - FABBRICATO VIGGIATORI FN	Data: 19-20/07/2021
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

[illegible]

Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.
Foto delle cassette catalogatrici.
Fornitura e posa di tubo piezometrico in PVC diametro 2".
Fornitura e posa di pozzetto metallico.



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



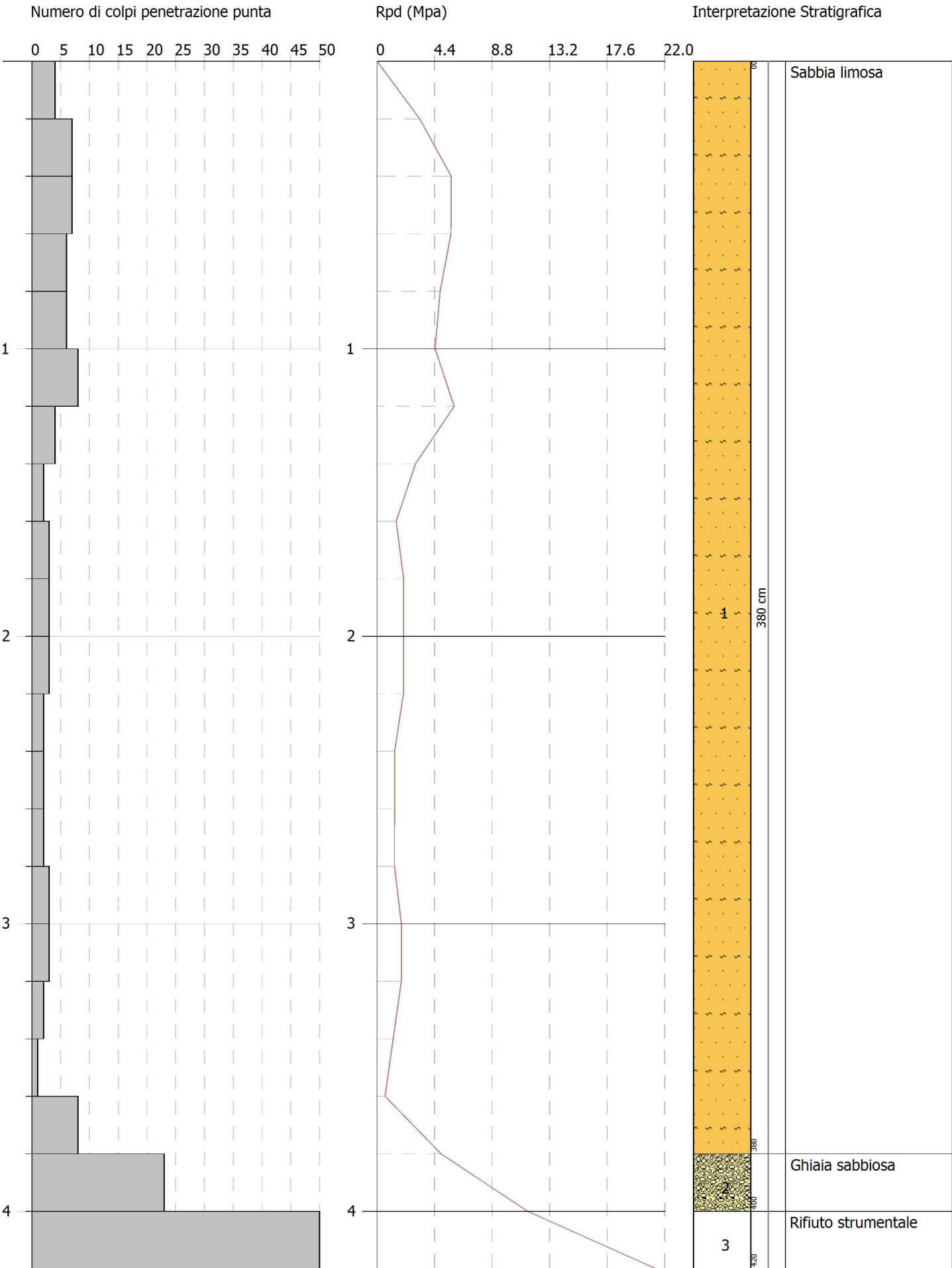
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP4
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Localita': ARTOGNE (BS)

19-07-2021

Scala 1:20



Stazione di Erbanno



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

<p>Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.</p> <p>Foto delle cassette catalogatrici.</p> <p>Fornitura e posa di tubo piezometrico in PVC diametro 2".</p> <p>Fornitura e posa di pozzetto metallico.</p>



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



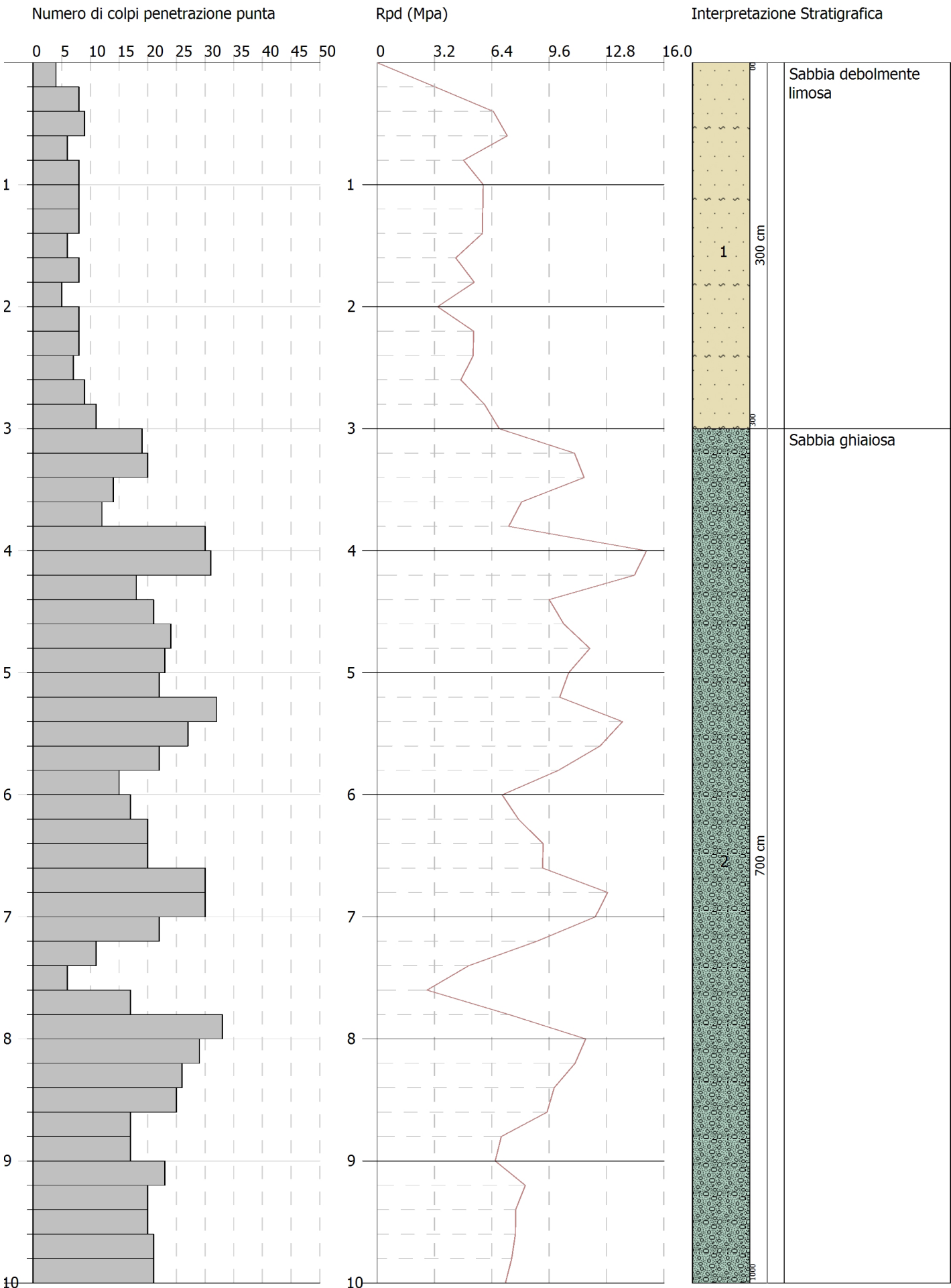
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP5
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Località: ERBANNO (BS)

20-07-2021

Scala 1:47



Stazione di Pian di Borno



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

Committente: NORD_ING S.R.L.	Sondaggio: S6
Riferimento: PIAN DI BORNO (BS) - FABBRICATO VIGGIATORI FN	Data: 30/07/2021
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75	STRATIGRAFIA	Pagina 1/1
-------------	---------------------	------------

Ø mm	R V	prove in foro	Campioni	Cass.	RP	VT	Standard Penetration Test			metri batt.	APz	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE
					KPa	KPa	m	S.P.T.	N					
													0.40	Terreno vegetale.
														Sabbia debolmente limosa marrone chiaro con ghiaia, ciottoli e trovanti.
			1) Rim < 3,00 3,50				3,0	26-30-34	23				3.00	Ghiaia, ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa.
			2) Rim < 6,00 6,50				6,0	50/10cm	Rif					
			3) Rim < 9,00 9,50				9,0	50/6cm	Rif					
101										10			10.00	

Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.
 Foto delle cassette catalogatrici.
 Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



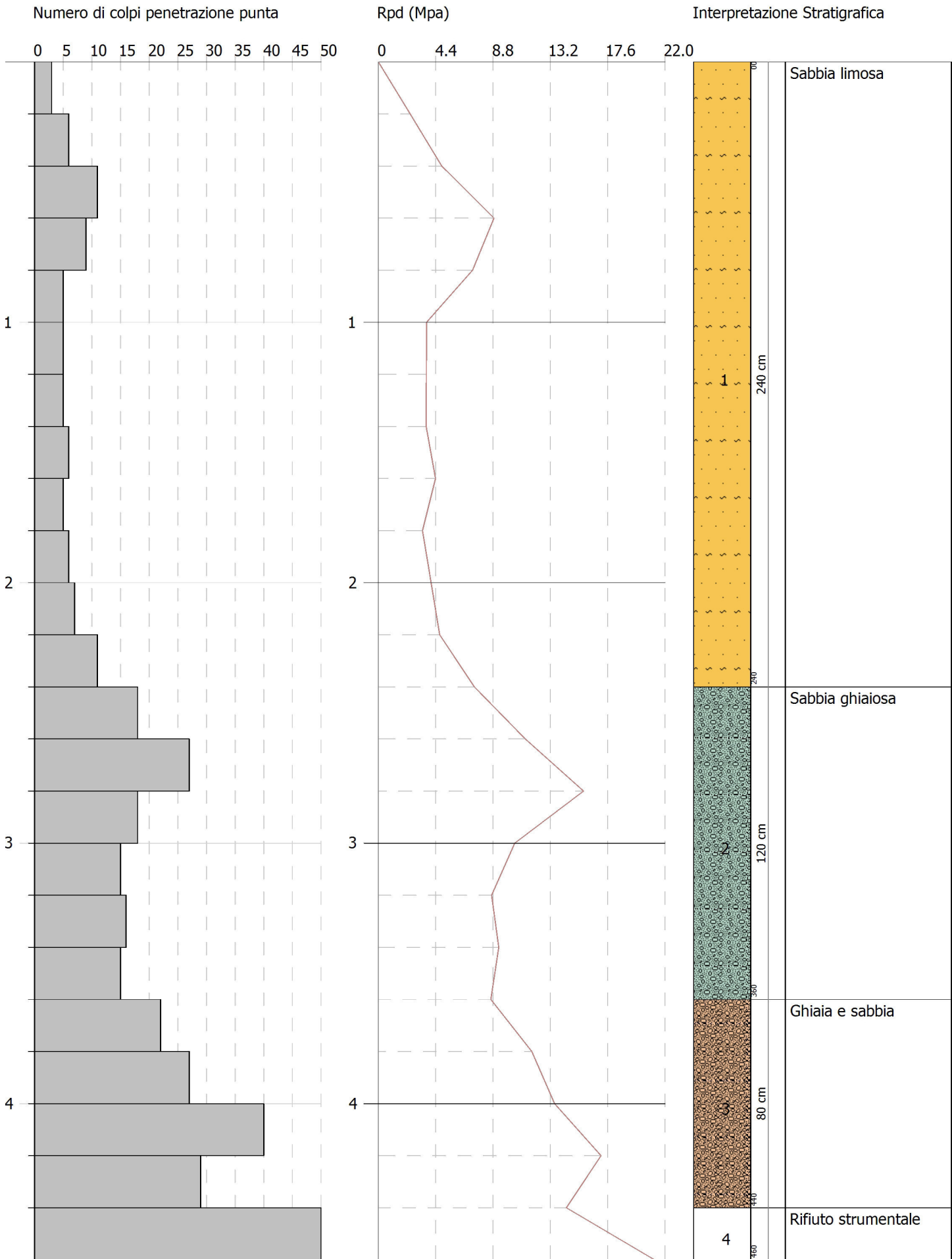
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP6
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Localita': PIAN DI BORNO (BS)

30-07-2021

Scala 1:22



PL70 in Comune di Breno



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

<p>Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.</p> <p>Foto delle cassette catalogatrici.</p> <p>Fornitura e posa di tubo piezometrico in PVC diametro 2".</p> <p>Fornitura e posa di pozzetto metallico.</p>



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



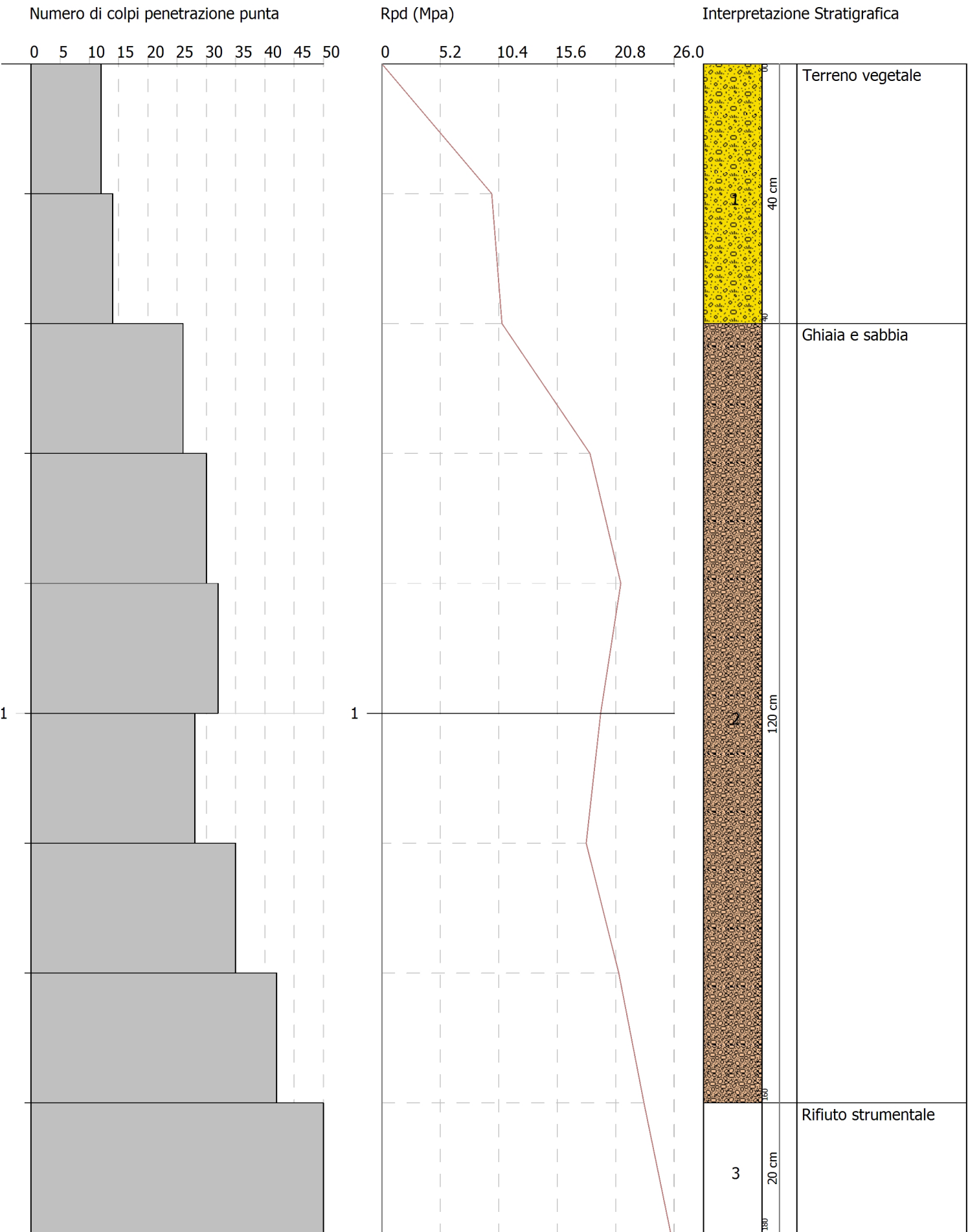
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP7
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: VIA GERA
Località: NIARDO (BS)

22-07-2021

Scala 1:9



Stazione di Ceto



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

<p>Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.</p> <p>Foto delle cassette catalogatrici.</p> <p>Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.</p>



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



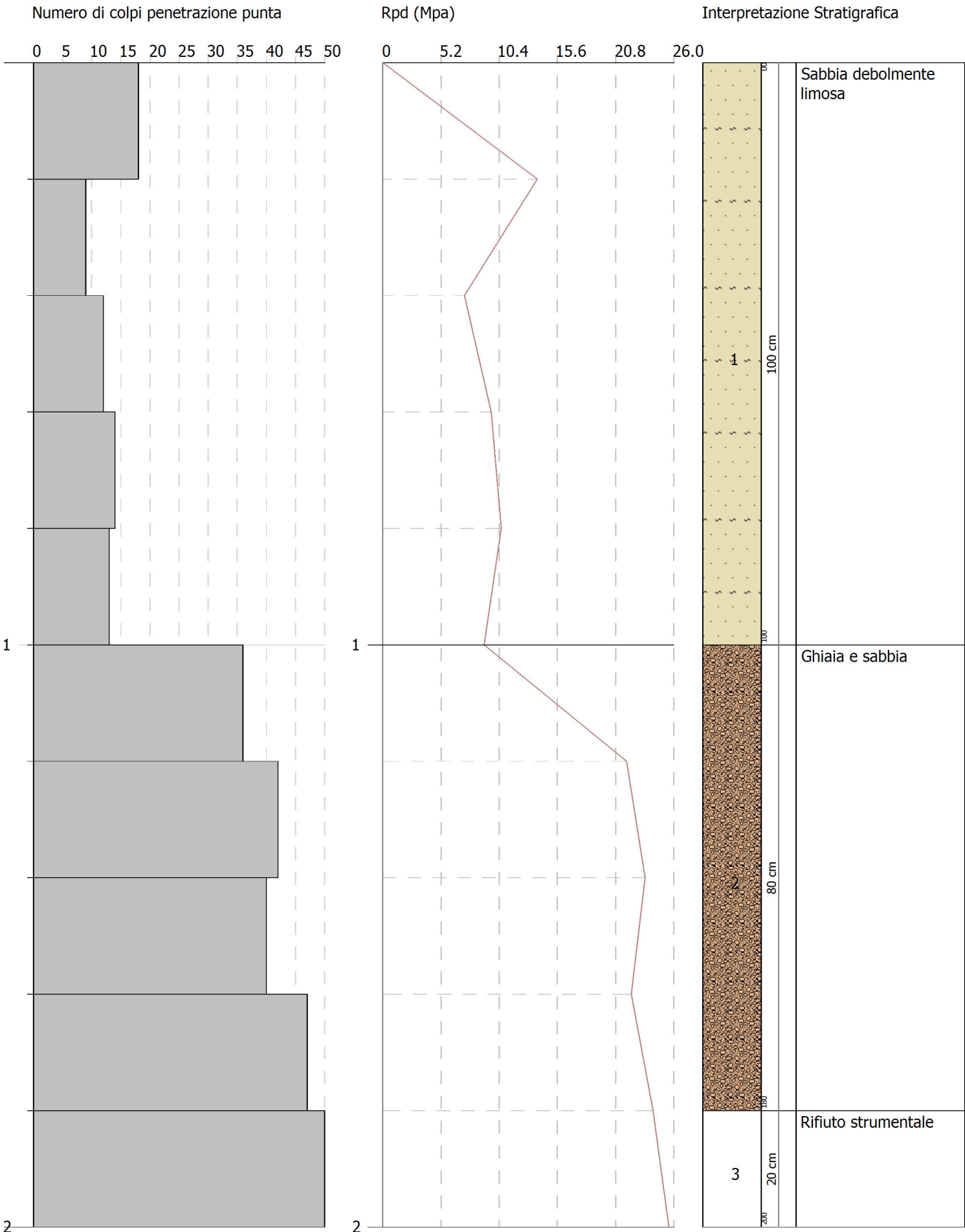
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP8
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Localita': CETO (BS)

23-07-2021

Scala 1:10



PL80 in Comune di Ceto



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

<p>Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.</p> <p>Foto delle cassette catalogatrici.</p> <p>Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.</p>



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



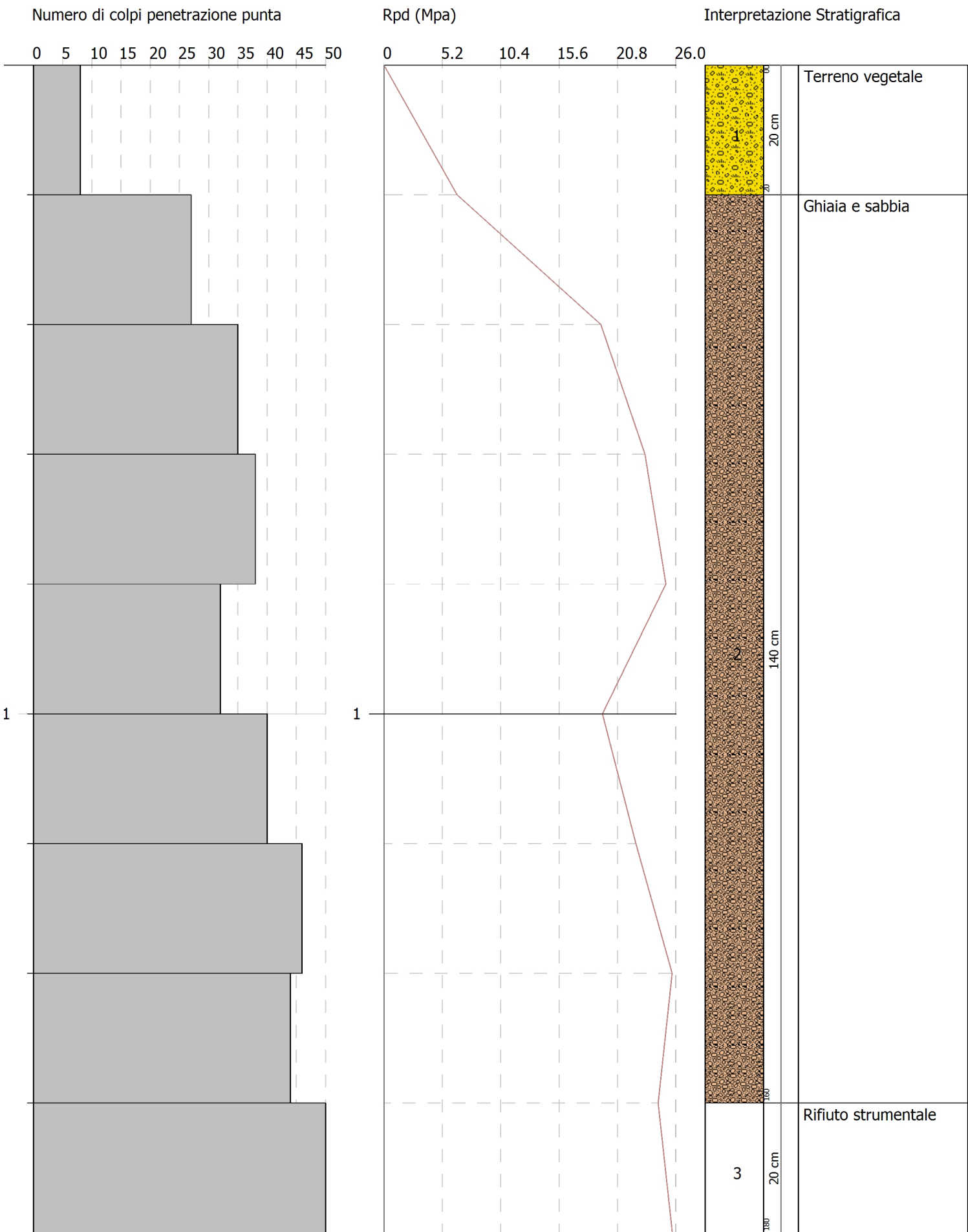
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP9
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: VIA TARSIA
Località: CETO (BS)

24-07-2021

Scala 1:9



Stazione di Sellero



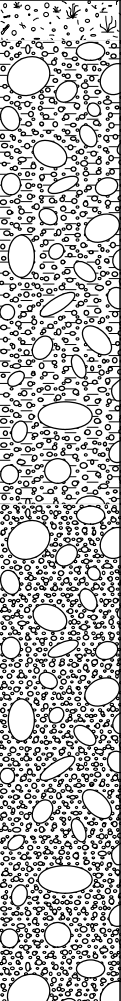
Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

Committente: NORD_ING S.R.L.	Sondaggio: S10
Riferimento: SELLERO (BS) - FABBRICATO PASSEGGERI FN	Data: 26-27/07/2021
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

ø mm	R v	prove in foro	Campioni	Cass.	RP	VT	Standard Penetration Test			metri batt.	A/Pz	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE																																									
							m	S.P.T.	N																																														
101			1		KPa	KPa	3,0	19-27-33	22	1			0.40	Terreno vegetale.																																									
														1) Rim < 3,00 3,50	19-27-33	22	1		0.40	Sabbia limosa marrone con ghiaia, ciottoli e trovanti.																																			
																						1		0.40																															
																											1		0.40																										
																																1		0.40																					
																																					1		0.40																
																																										1		0.40											
																																															1		0.40						
																																																				1		0.40	
2	2) Rim < 6,00 6,50	50/11cm	Rif	6		5.00	Ghiaia, ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa.																																																
									2		5.00																																												
															2		5.00																																						
																					2		5.00																																
																											2		5.00																										
																																	2		5.00																				
																																							2		5.00														
																																													2		5.00								
3) Rim < 9,00 9,50	50/3cm	Rif	9			10.00																																																	
									2		10.00																																												
															2		10.00																																						
																					2		10.00																																
																											2		10.00																										
																																	2		10.00																				
																																							2		10.00														
																																													2		10.00								

Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.
Foto delle cassette catalogatrici.
Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



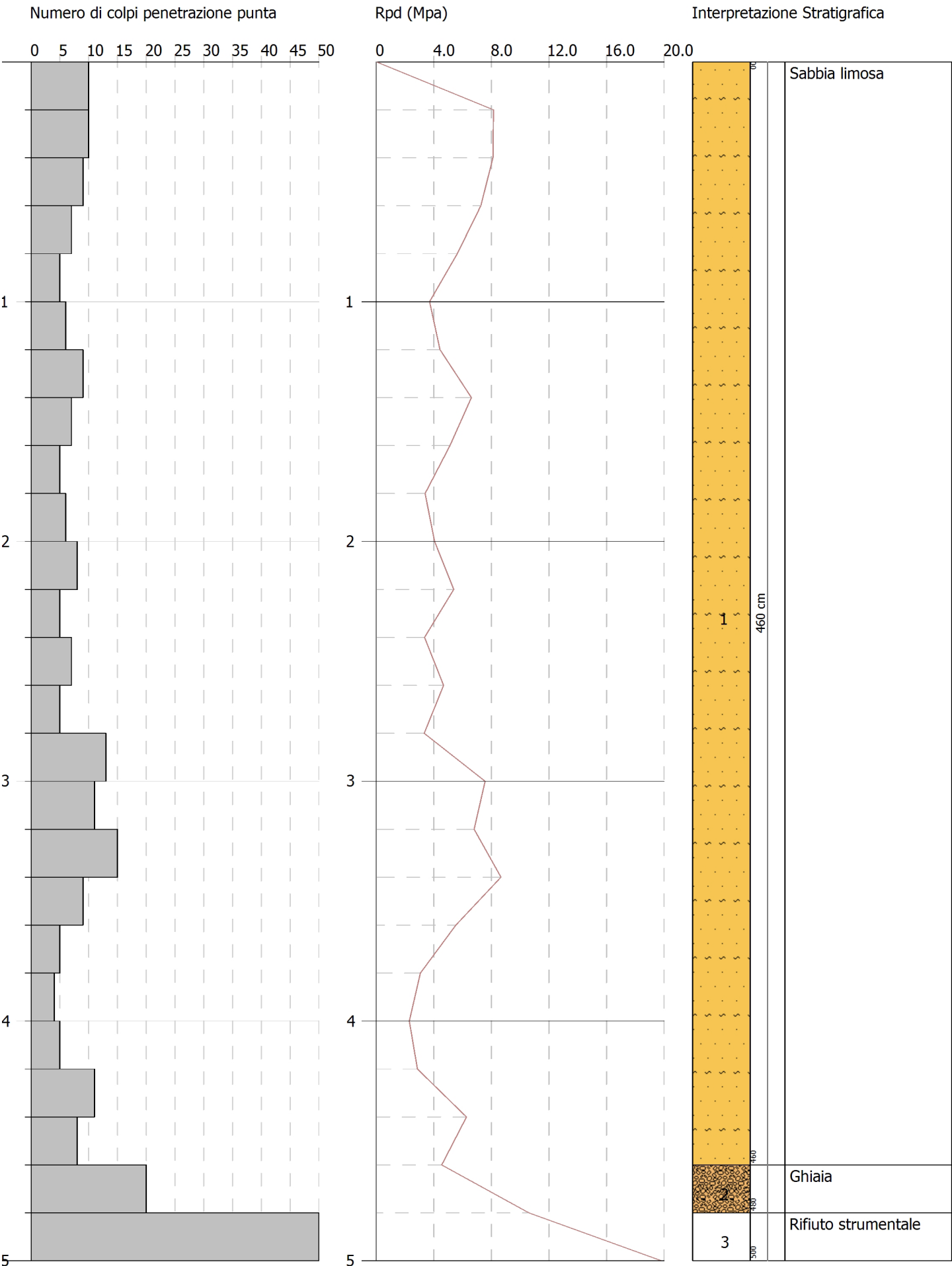
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP10
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Localita': SELLERO (BS)

26-07-2021

Scala 1:24



Stazione di Forno d'Allione



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

<p>Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.</p> <p>Foto delle cassette catalogatrici.</p> <p>Fornitura e posa di tubo piezometrico in PVC diametro 2".</p> <p>Fornitura e posa di pozzetto metallico.</p>



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



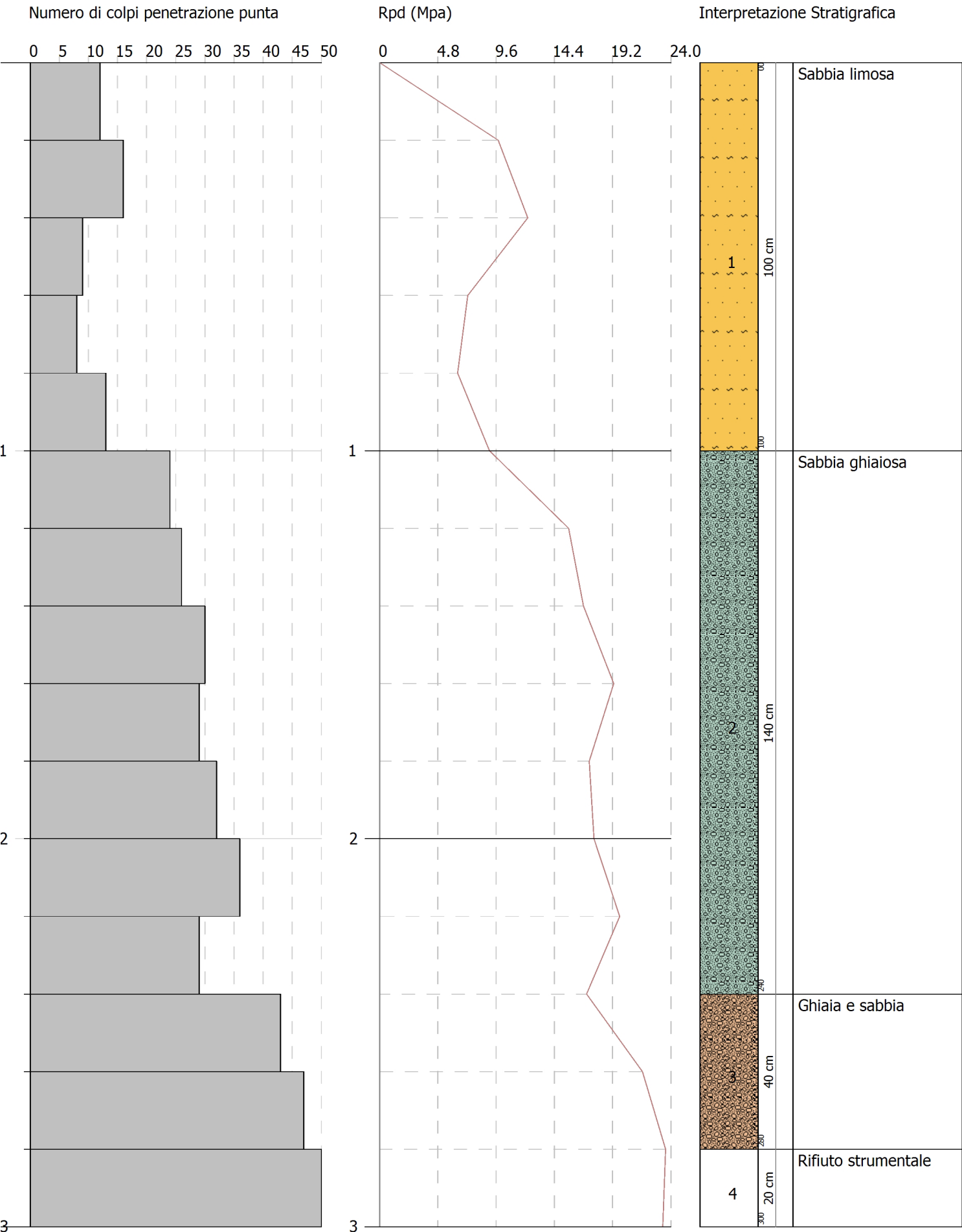
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP11
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Localita': FORNO ALLIONE (BS)

27-07-2021

Scala 1:15



Stazione di Sonico



Ubicazione planimetrica delle indagini eseguite

Committente: NORD_ING S.R.L.	Sondaggio: S12
Riferimento: SONICO (BS) - FABBRICATO PASSEGERI FN	Data: 29/07/2021
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75	STRATIGRAFIA	Pagina 1/1
-------------	---------------------	------------

Ø mm	R V	prove in foro	Campioni	Cass.	RP	VT	Standard Penetration Test			metri batt.	APz	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE
					KPa	KPa	m	S.P.T.	N					
													0.20	Conglomerato bituminoso.
													2.00	Sabbia marrone con ghiaia, ciottoli e trovanti.
													2.50	Trovante.
			1) Rim < 3,00 3,50				3,0	4-3-3	6					Ghiaia, ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa debolmente limosa marrone scuro.
			2) Rim < 6,00 6,50				6,0	48-50/12cm	Rif					
			3) Rim < 9,00 9,50				9,0	50/4cm	Rif					
101										10			10.00	

Terreno conservato in N° 2 cassette catalogatrici.
 Foto delle cassette catalogatrici.
 Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.
 Eseguiti N° 4 piazzamenti per rinvenimento di soletta in calcestruzzo alla profondità di circa 50 cm da p.c.



Cassetta 1 – da 0,00 m a 5,00 m



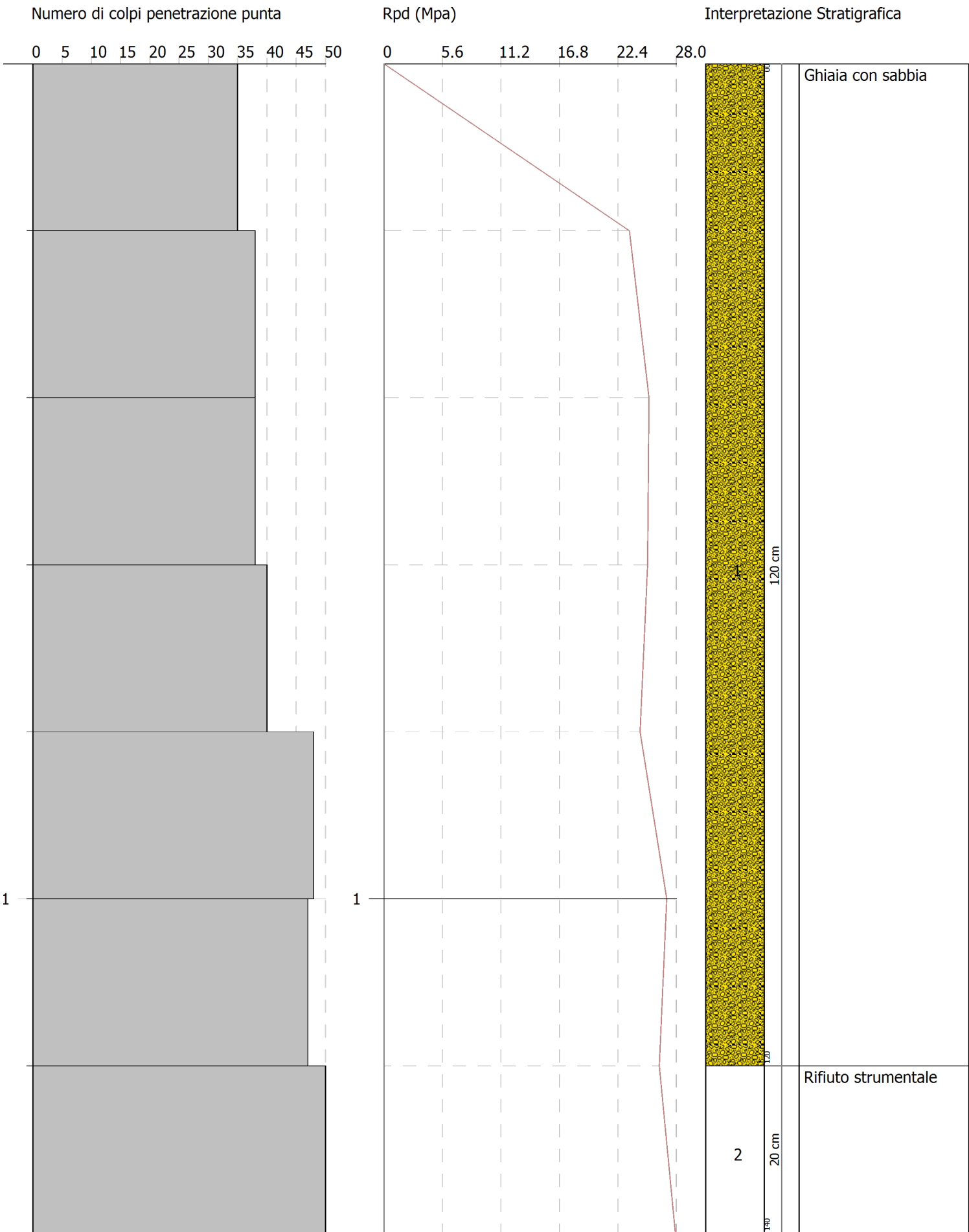
Cassetta 2 – da 5,00 m a 10,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP12
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: NORD_ING S.R.L.
Descrizione: FABBRICATO VIAGGIATORI
Località: SONICO (BS)

29-07-2021

Scala 1:7



COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	SULZANO (BS)		
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,3	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	16,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	26,7	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,603	
Porosità	37,6	%
Grado di saturazione	60,0	%

ANALISI GRANULOMETRICA

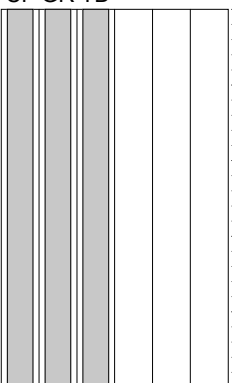
Ghiaia	31,6	%
Sabbia	37,9	%
Limo	21,3	%
Argilla	9,2	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	44,2	kPa
Angolo di attrito interno:	34,0	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Sabbia limosa debolmente argillosa con ghiaia.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09707	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 13,3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09708	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 06/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09709	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,7 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,6 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,9 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

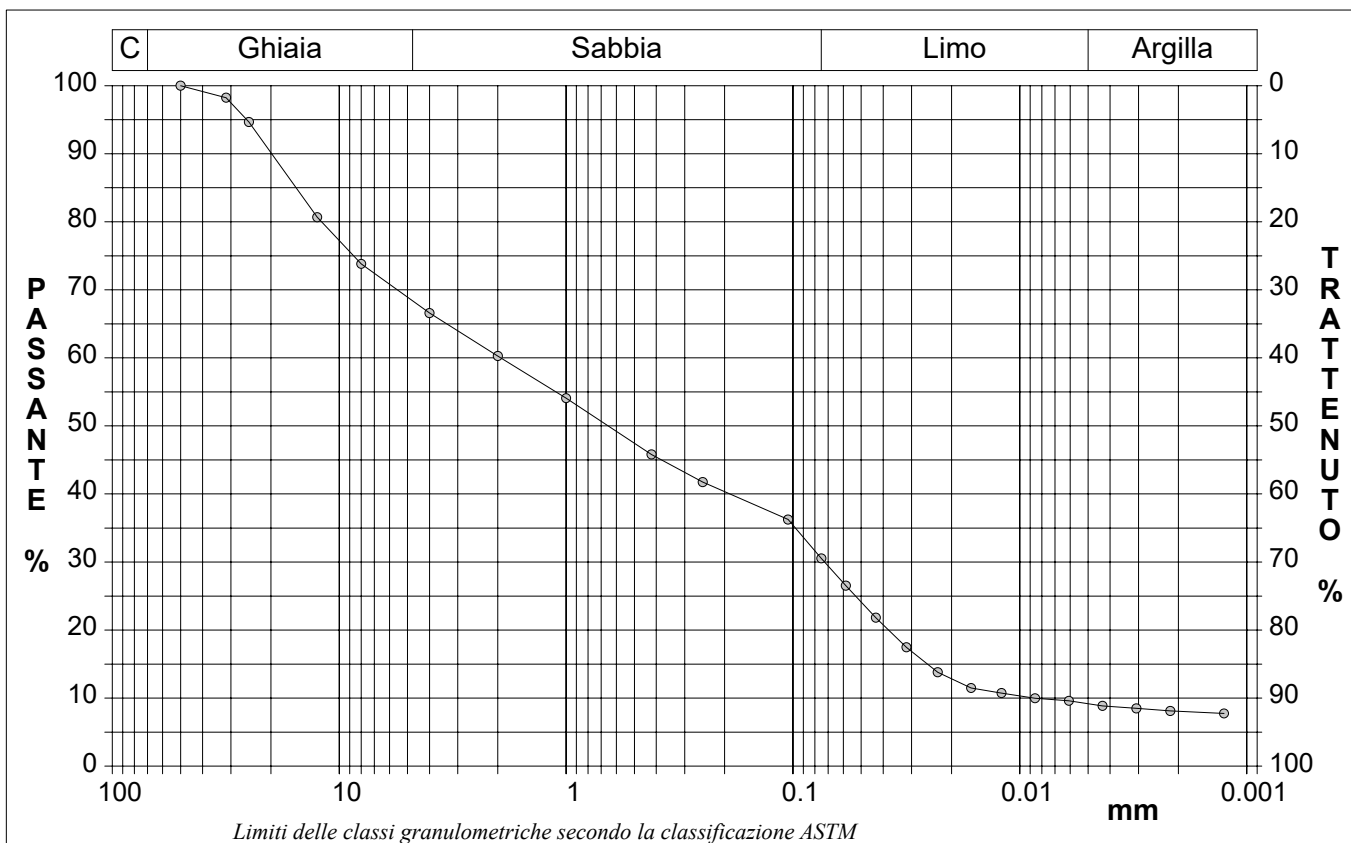
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09710	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	31,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	60,3 %	D10	0,00861 mm	
Sabbia	37,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	45,8 %	D30	0,07250 mm	
Limo	21,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	30,5 %	D50	0,65221 mm	
Argilla	9,2 %			D60	1,93874 mm	
Coefficiente di uniformità		225,24	Coefficiente di curvatura	0,31	D90	19,83359 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	4,0000	66,58	0,1050	36,24	0,0230	13,81	0,0043	8,87
31,5000	98,24	2,0000	60,28	0,0750	30,55	0,0164	11,49	0,0031	8,49
25,0000	94,67	1,0000	54,07	0,0585	26,53	0,0120	10,74	0,0022	8,12
12,5000	80,68	0,4200	45,81	0,0431	21,82	0,0086	9,99	0,0013	7,74
8,0000	73,81	0,2500	41,75	0,0316	17,48	0,0061	9,62		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09711	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	115	175	250
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	6,00	4,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,38	0,59	0,63
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 44,2 kPa
 Angolo di attrito interno: 34,0 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,059 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

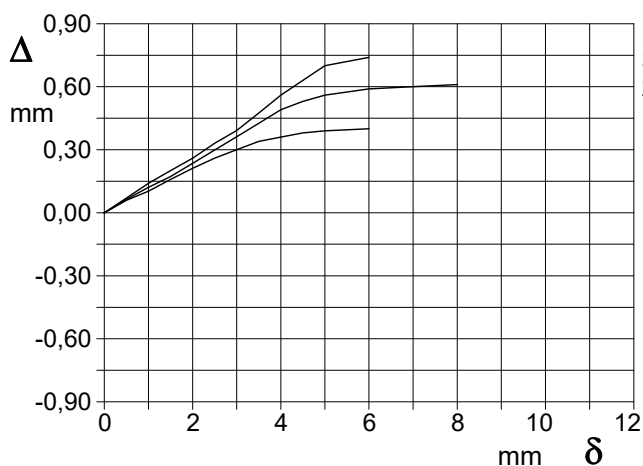
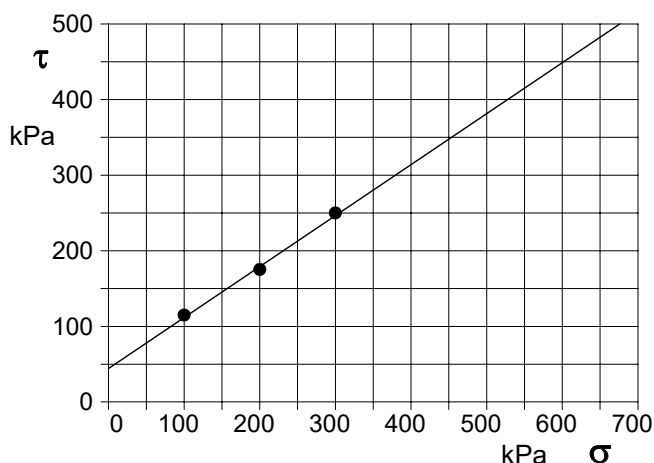


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

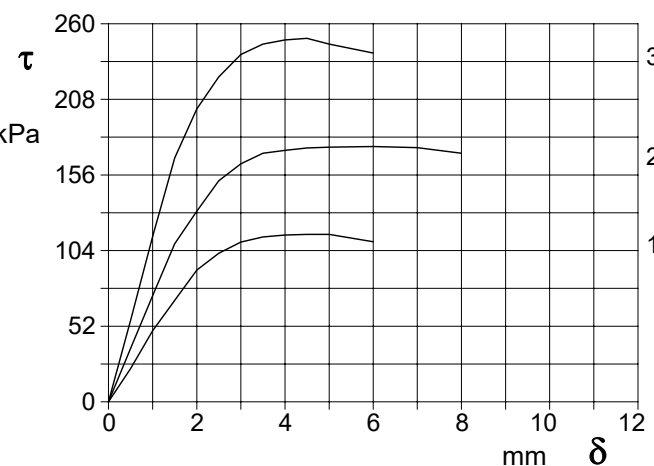


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09711	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,939
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	7,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,089

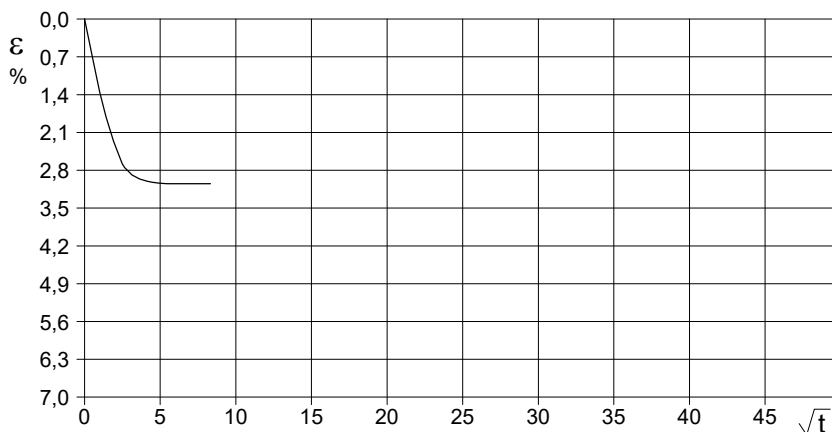


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,900
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	12,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,056

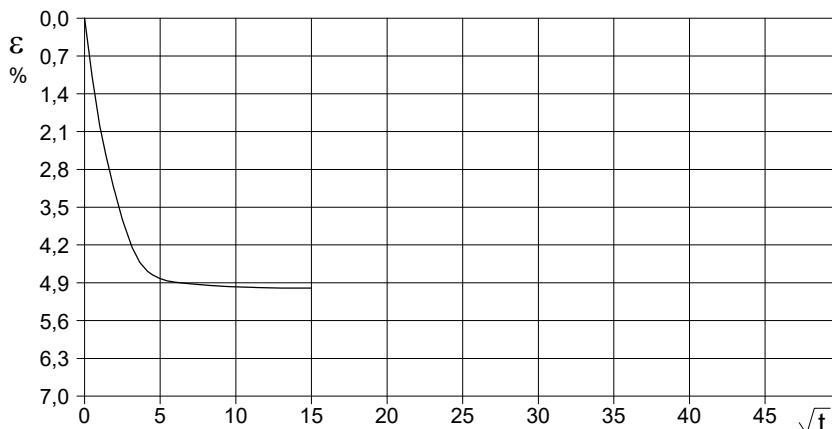
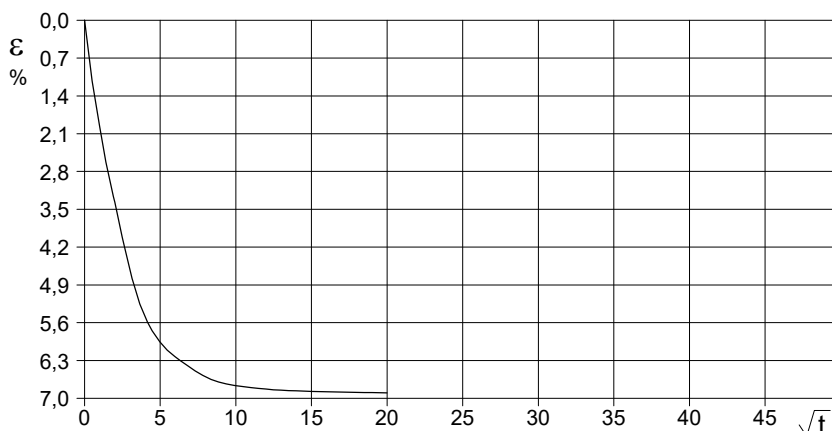


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,862
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,031



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

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	SULZANO (BS)		
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

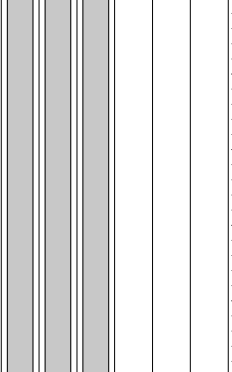
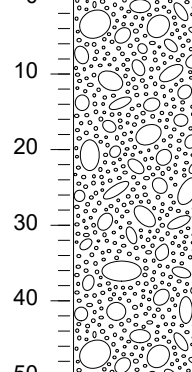
Umidità naturale	10,3	%
Peso di volume	18,7	kN/m ³
Peso di volume secco	17,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,6	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,577	
Porosità	36,6	%
Grado di saturazione	48,9	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	30,1	%
Sabbia	49,1	%
Limo	16,6	%
Argilla	4,2	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
		<div>Sabbia debolmente limosa con ghiaia.</div> <div>50</div>

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09712	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 10,3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09713	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 06/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 18,8 kN/m³

Peso di volume massimo = 18,7 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09714	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

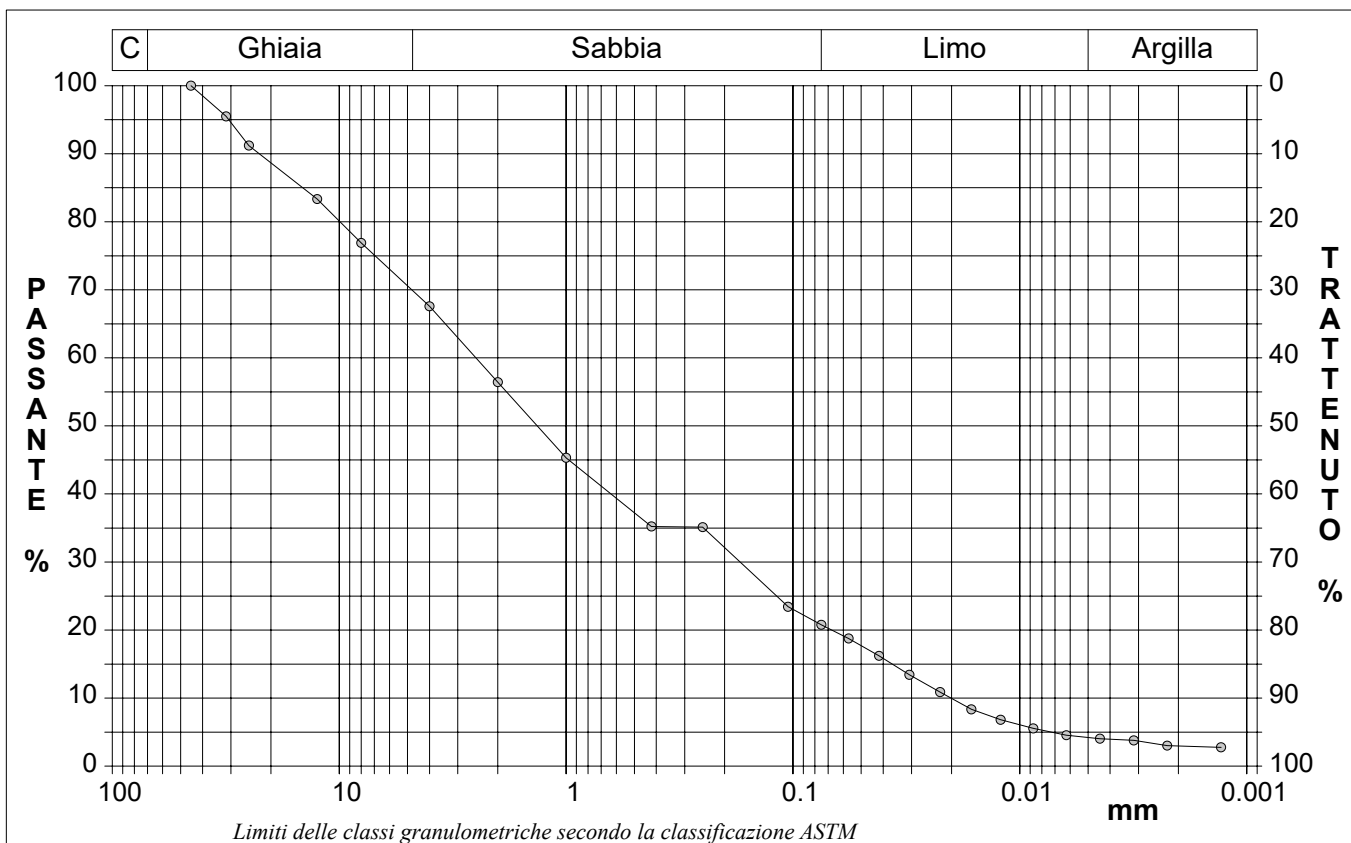
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09715	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	30,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	56,4 %	D10	0,02008 mm	
Sabbia	49,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	35,2 %	D30	0,17085 mm	
Limo	16,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	20,8 %	D50	1,33881 mm	
Argilla	4,2 %			D60	2,49539 mm	
Coefficiente di uniformità		124,29	Coefficiente di curvatura	0,58	D90	22,48061 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
45,0000	100,00	4,0000	67,59	0,1050	23,44	0,0224	10,89	0,0044	4,04
31,5000	95,50	2,0000	56,44	0,0750	20,78	0,0164	8,35	0,0031	3,78
25,0000	91,21	1,0000	45,32	0,0568	18,76	0,0122	6,83	0,0022	3,02
12,5000	83,33	0,4200	35,24	0,0418	16,22	0,0087	5,56	0,0013	2,77
8,0000	76,89	0,2500	35,13	0,0307	13,43	0,0062	4,55		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: SULZANO (BS)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	9,9	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	16,9	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,5	kN/m ³
Peso specifico	26,7	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,581	
Porosità	36,7	%
Grado di saturazione	46,5	%

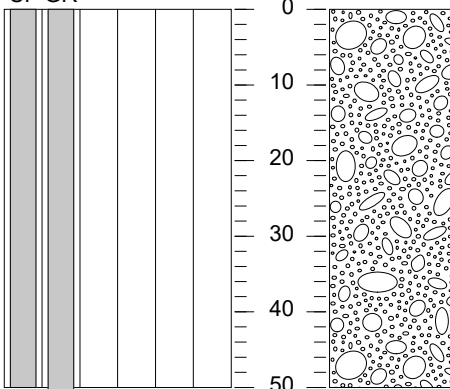
ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	29,7	%
Sabbia	48,7	%
Limo	16,0	%
Argilla	5,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	12,7	kPa
Angolo di attrito interno:	38,2	°

FOTOGRAFIA


 Posizione delle prove
 CF GR


cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia debolmente limosa con poca ghiaia.

50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09717	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9,9 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09718	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 06/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09719	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,7 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,6 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

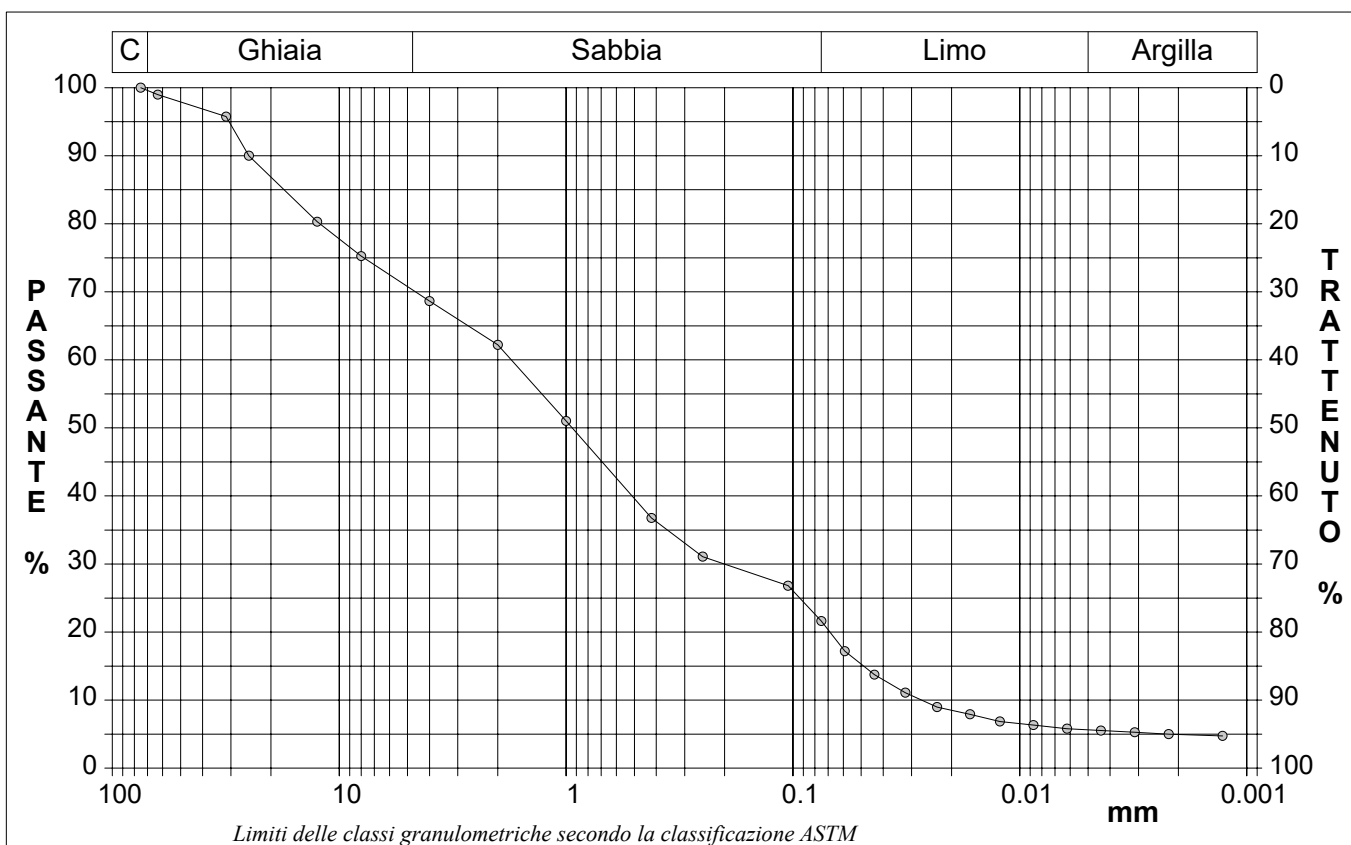
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09720	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	29,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	62,2 %	D10	0,02703 mm	
Sabbia	48,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	36,8 %	D30	0,20023 mm	
Limo	16,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	21,6 %	D50	0,93926 mm	
Argilla	5,6 %			D60	1,74285 mm	
Coefficiente di uniformità		64,47	Coefficiente di curvatura	0,85	D90	25,00000 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
75,0000	100,00	8,0000	75,25	0,2500	31,09	0,0320	11,10	0,0062	5,80
63,0000	98,99	4,0000	68,65	0,1050	26,83	0,0232	8,98	0,0044	5,54
31,5000	95,76	2,0000	62,22	0,0750	21,62	0,0166	7,92	0,0031	5,27
25,0000	90,00	1,0000	51,03	0,0591	17,19	0,0122	6,86	0,0022	5,01
12,5000	80,30	0,4200	36,77	0,0437	13,75	0,0087	6,33	0,0013	4,74

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09739	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	101	161	258
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	7,00	5,00	5,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,26	0,21	0,22
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 12,7 kPa
 Angolo di attrito interno: 38,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,061 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

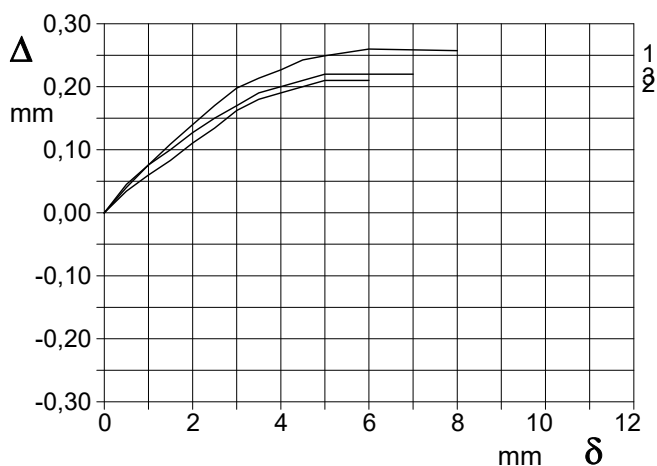
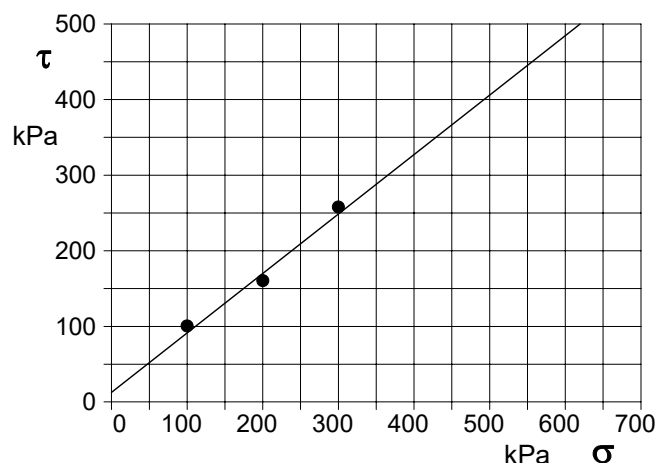


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

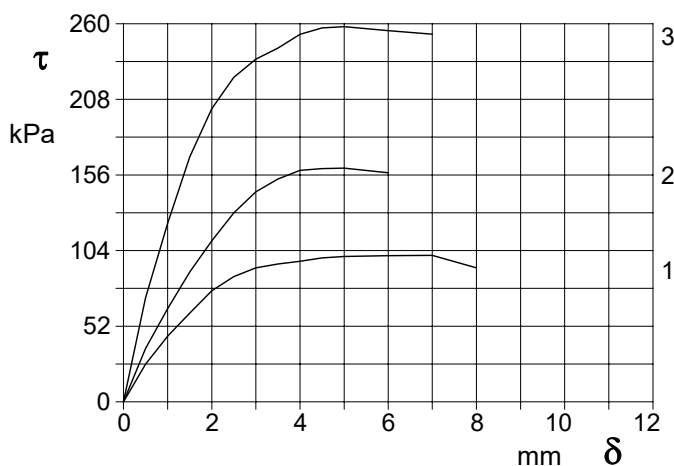


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09739	Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE:	05/10/21	Inizio analisi:	08/09/21
Apertura campione:	06/09/21	Fine analisi:	13/09/21

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	SULZANO (BS)		
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,945
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	14,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,047

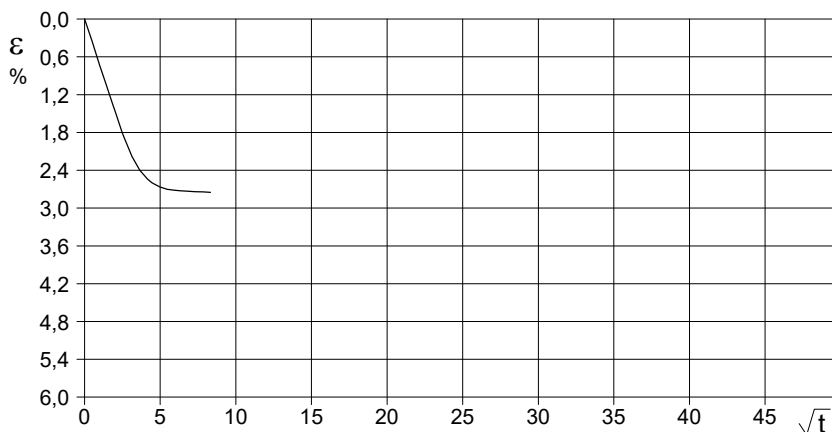


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,922
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,082

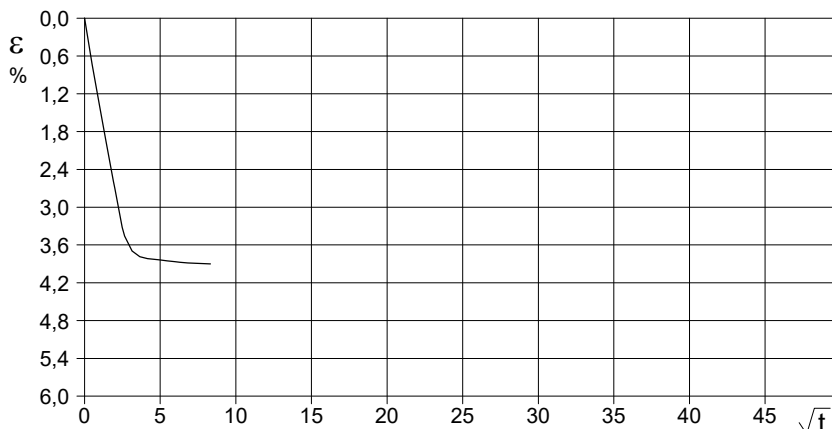
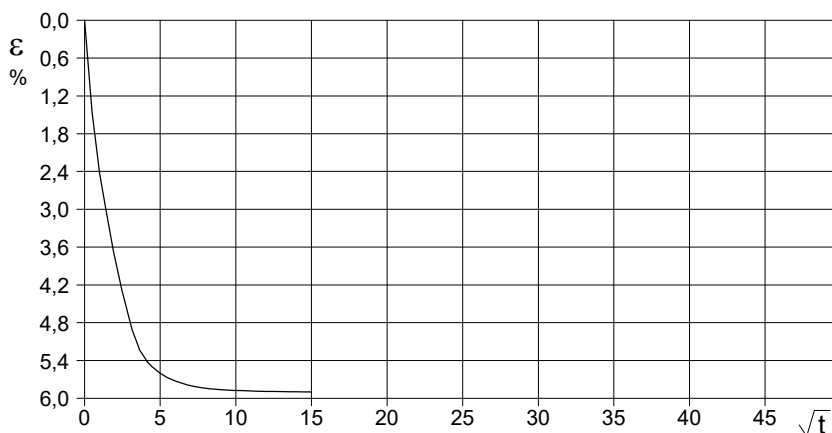


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,882
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,053



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

$tf = 10 \times T_{100}$

$Vs = Df / tf$

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: 2		PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

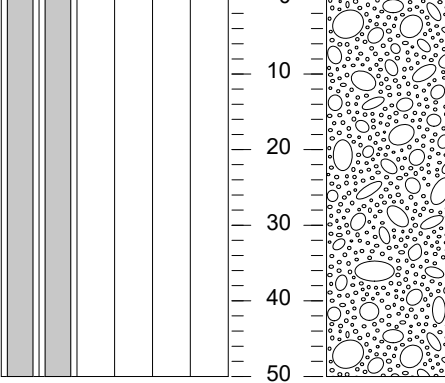
Umidità naturale	11,3	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	16,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,4	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,604	
Porosità	37,7	%
Grado di saturazione	51,3	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	25,0	%
Sabbia	60,1	%
Limo	10,8	%
Argilla	4,1	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Sabbia debolmente limosa con poca ghiaia.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09740	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 11,3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09741	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 06/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09742	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 08/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,8 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,8 kN/m³

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,3 °C

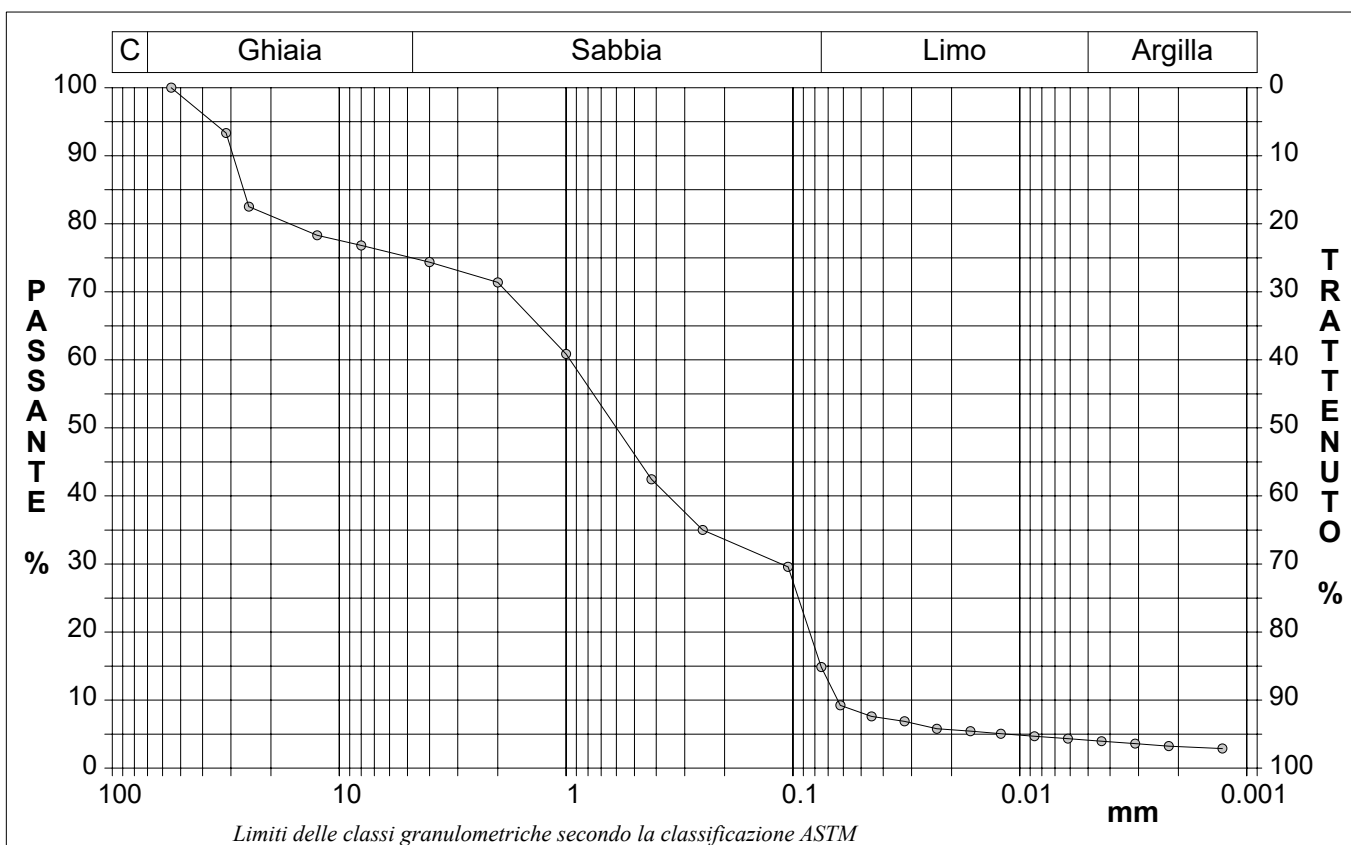
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09743	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 06/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 06/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SULZANO (BS)
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	25,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	71,4 %	D10	0,06345 mm	
Sabbia	60,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	42,5 %	D30	0,11229 mm	
Limo	10,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	14,9 %	D50	0,59915 mm	
Argilla	4,1 %			D60	0,95993 mm	
Coefficiente di uniformità		15,13	Coefficiente di curvatura	0,21	D90	29,33230 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
55,0000	100,00	4,0000	74,36	0,1050	29,58	0,0232	5,79	0,0044	3,98
31,5000	93,34	2,0000	71,38	0,0750	14,86	0,0165	5,43	0,0031	3,61
25,0000	82,52	1,0000	60,87	0,0618	9,24	0,0121	5,07	0,0022	3,25
12,5000	78,31	0,4200	42,46	0,0450	7,61	0,0086	4,70	0,0013	2,89
8,0000	76,82	0,2500	35,01	0,0322	6,88	0,0061	4,34		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	ARTOGNE (BS)		
SONDAGGIO:	S4	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16,7	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,1	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,652	
Porosità	39,5	%
Grado di saturazione	69,9	%

ANALISI GRANULOMETRICA

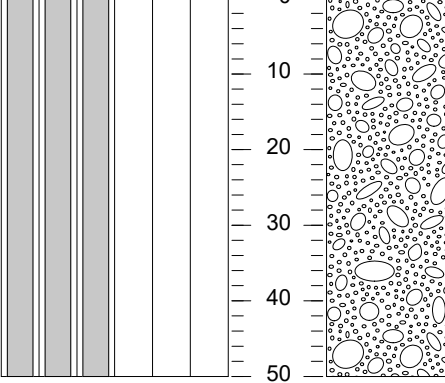
Ghiaia	57,0	%
Sabbia	35,8	%
Limo	5,5	%
Argilla	1,7	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,7	kPa
Angolo di attrito interno:	35,3	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Ghiaia in poca matrice di sabbia localmente anche debolmente limos.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09721	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16,7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09722	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09723	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,7 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,6 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

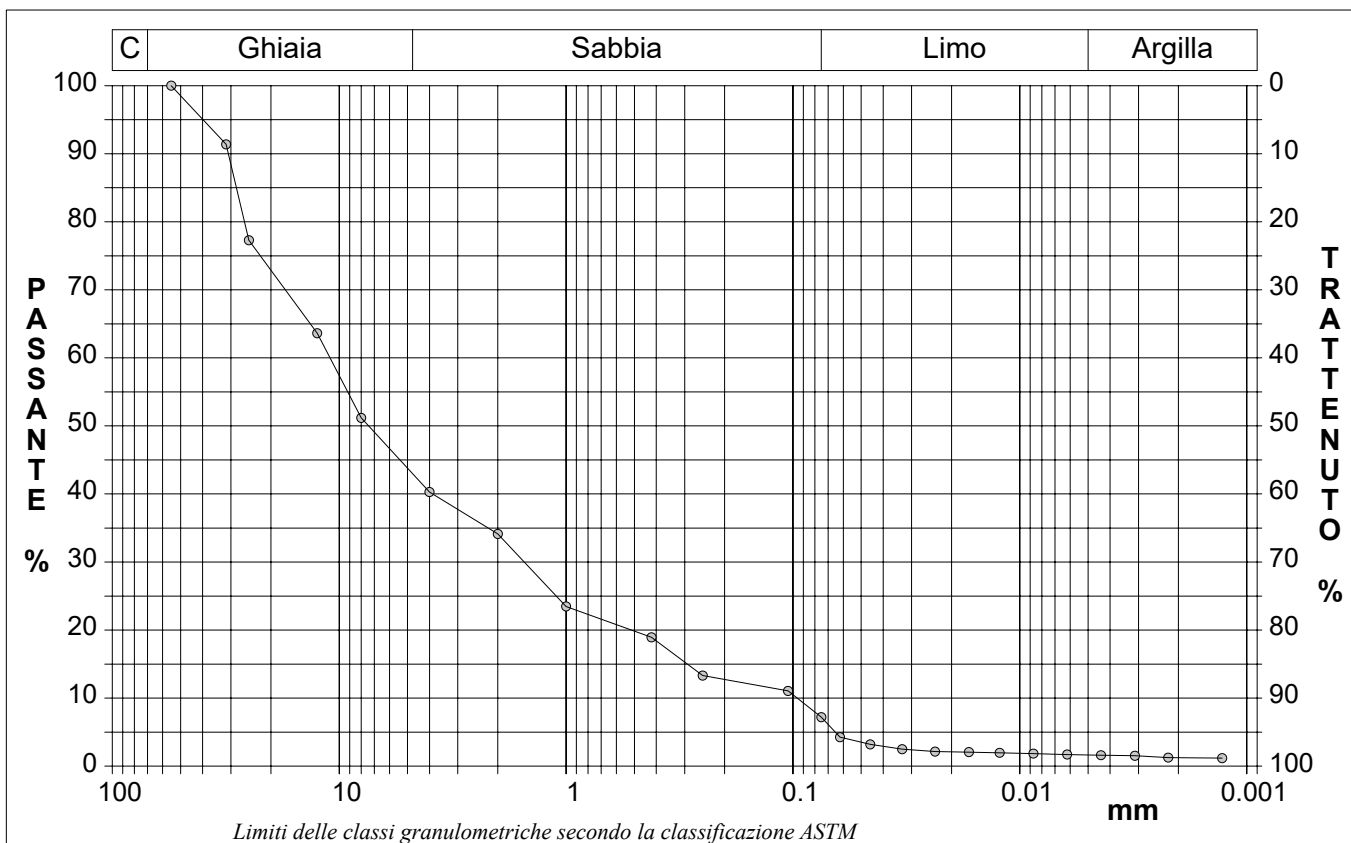
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09724	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	57,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	34,1 %	D10	0,09570 mm
Sabbia	35,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	18,9 %	D30	1,52890 mm
Limo	5,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	7,2 %	D50	7,42374 mm
Argilla	1,7 %			D60	10,97899 mm
				D90	30,79444 mm
Coefficiente di uniformità		114,73	Coefficiente di curvatura		2,22



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
55,0000	100,00	4,0000	40,29	0,1050	11,07	0,0236	2,15	0,0044	1,62
31,5000	91,38	2,0000	34,13	0,0750	7,20	0,0168	2,06	0,0031	1,53
25,0000	77,29	1,0000	23,47	0,0621	4,26	0,0123	1,97	0,0022	1,27
12,5000	63,62	0,4200	18,95	0,0456	3,21	0,0087	1,85	0,0013	1,18
8,0000	51,17	0,2500	13,31	0,0330	2,50	0,0062	1,71		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09725	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)			
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	78	147	220
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	8,00	7,00	6,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,93	0,80	0,53
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,7 kPa
 Angolo di attrito interno: 35,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,098 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

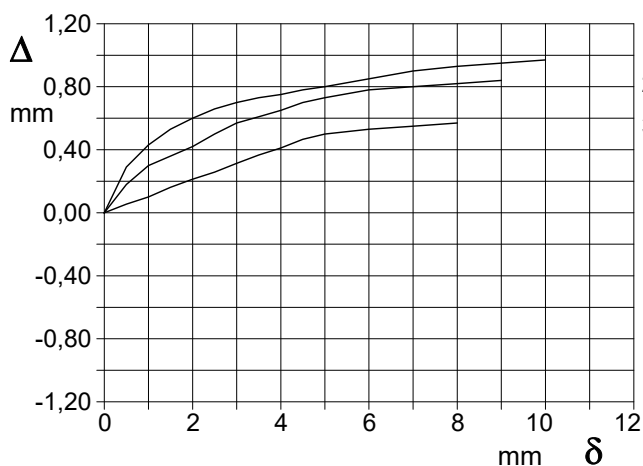
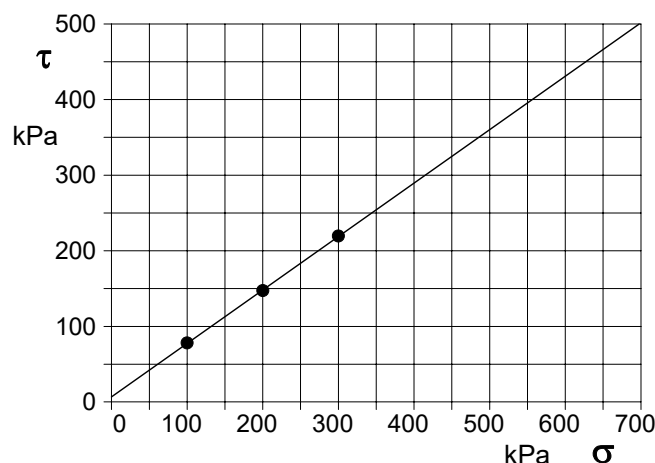


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

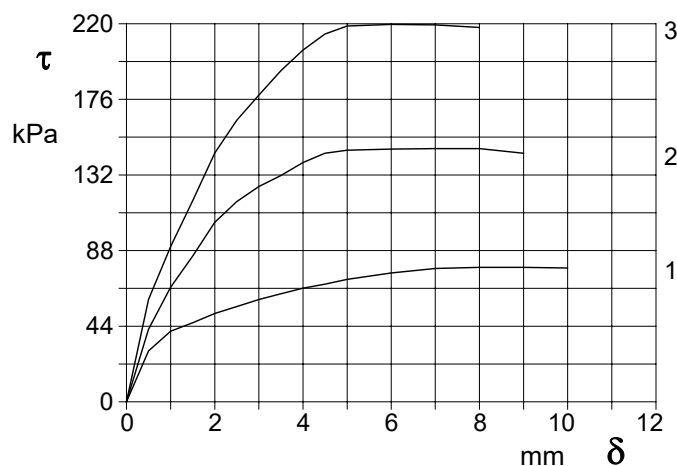


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09725	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)			
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,977
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	6,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,101

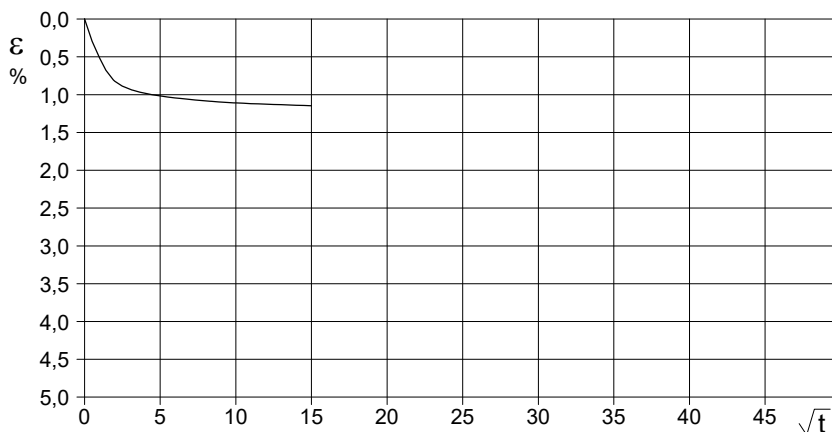


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,952
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	5,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,130

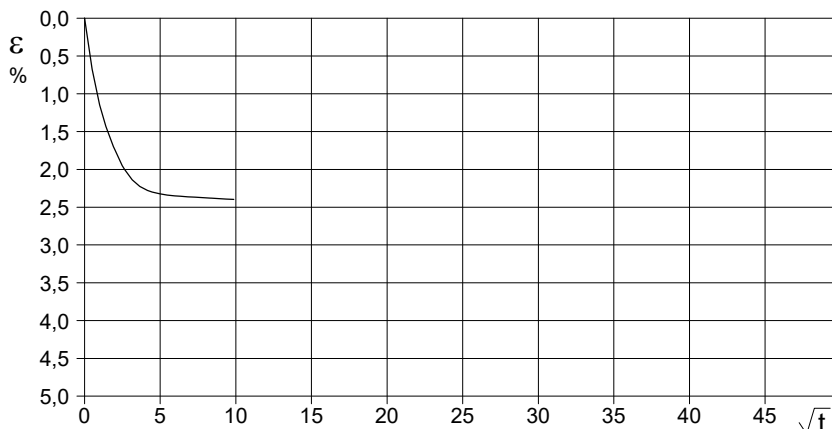
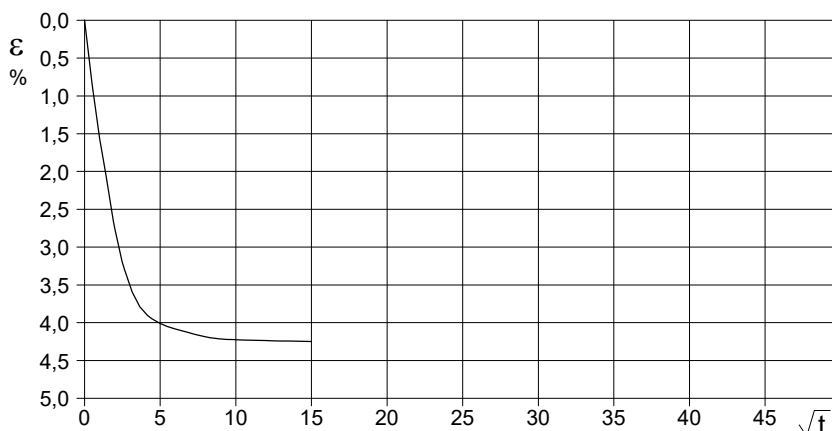


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,915
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,063



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

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	ARTOGNE (BS)		
SONDAGGIO:	S4	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

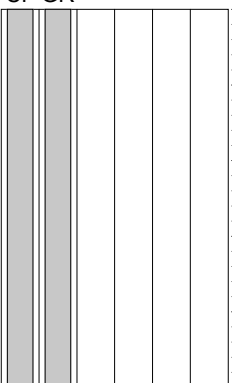
Umidità naturale	10,7	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	17,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,6	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,568	
Porosità	36,2	%
Grado di saturazione	51,3	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	65,8	%
Sabbia	24,5	%
Limo	6,7	%
Argilla	3,0	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR		DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
	cm	cm	
	0		Ghiaia in scarsa matrice di sabbia.
	10		
	20		
	30		
	40		
	50	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09726	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 10,7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09727	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09728	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

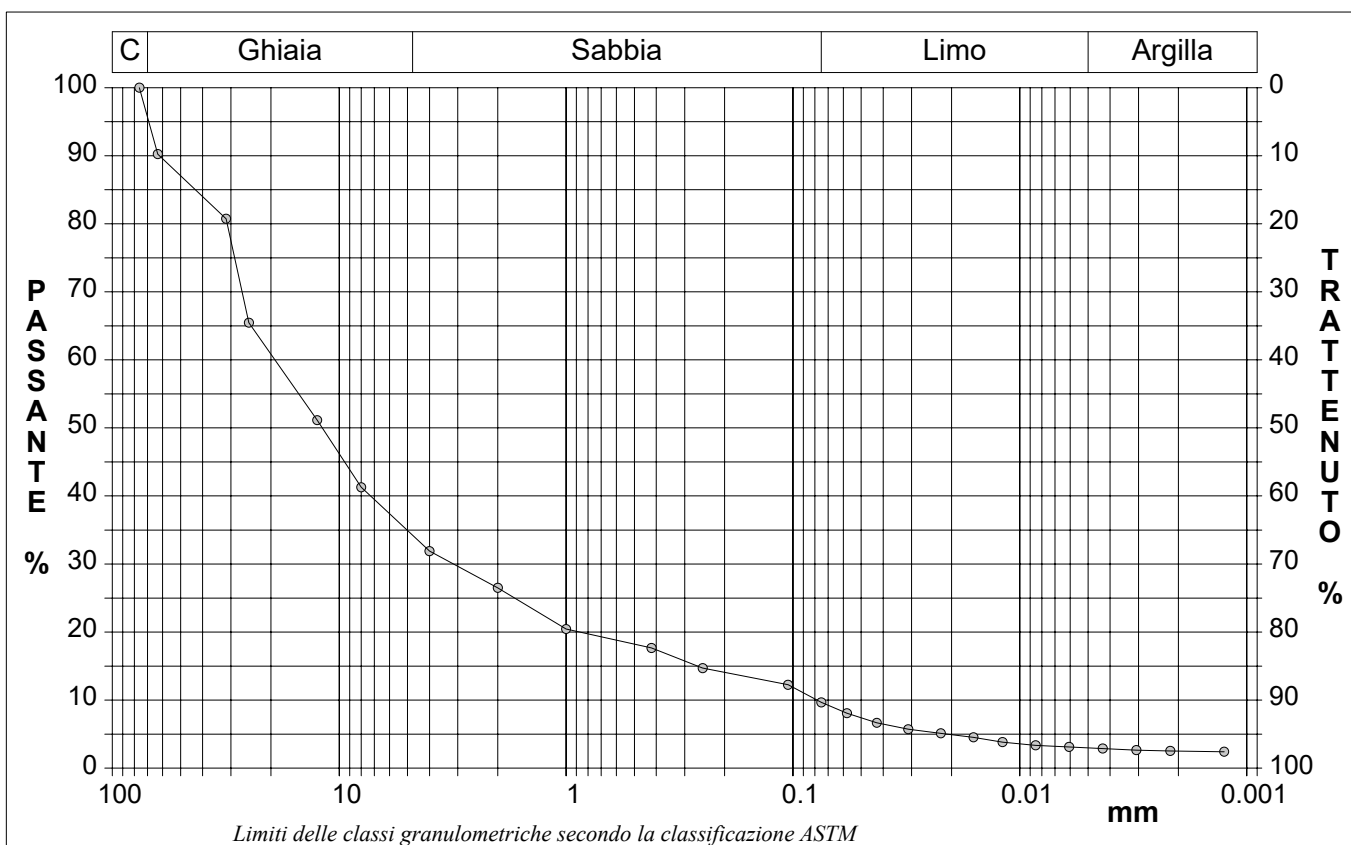
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09729	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ARTOGNE (BS)
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia e ciottoli 65,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm) 26,5 %	D10 0,07831 mm
Sabbia 24,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm) 17,7 %	D30 3,13344 mm
Limo 6,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm) 9,7 %	D50 11,86909 mm
Argilla 3,0 %		D60 19,18922 mm
		D90 61,93421 mm
Coefficiente di uniformità 245,05	Coefficiente di curvatura 6,53	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
76,0000	100,00	8,0000	41,28	0,2500	14,71	0,0310	5,72	0,0061	3,12
63,0000	90,23	4,0000	31,90	0,1050	12,25	0,0223	5,13	0,0043	2,89
31,5000	80,74	2,0000	26,50	0,0750	9,67	0,0160	4,54	0,0031	2,65
25,0000	65,47	1,0000	20,46	0,0578	8,09	0,0119	3,83	0,0022	2,53
12,5000	51,14	0,4200	17,66	0,0427	6,67	0,0085	3,36	0,0013	2,41

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	4,0	%
Peso di volume	18,3	kN/m ³
Peso di volume secco	17,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,0	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,531	
Porosità	34,7	%
Grado di saturazione	20,9	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	22,2	%
Sabbia	59,5	%
Limo	14,0	%
Argilla	4,3	%

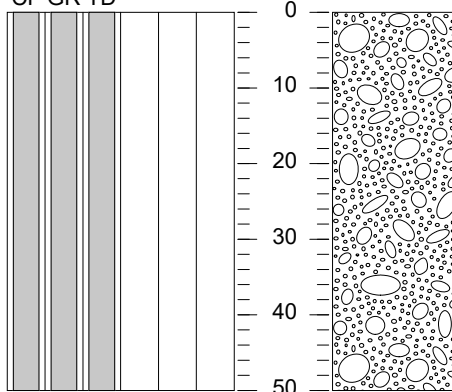
TAGLIO DIRETTO

Coesione:	4,7	kPa
Angolo di attrito interno:	38,4	°

FOTOGRAFIA


 Posizione delle prove
 CF GR TD

cm



cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia debolmente limosa con poca ghiaia.

50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09730	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 4,0 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09731	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,3 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09732	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,0 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

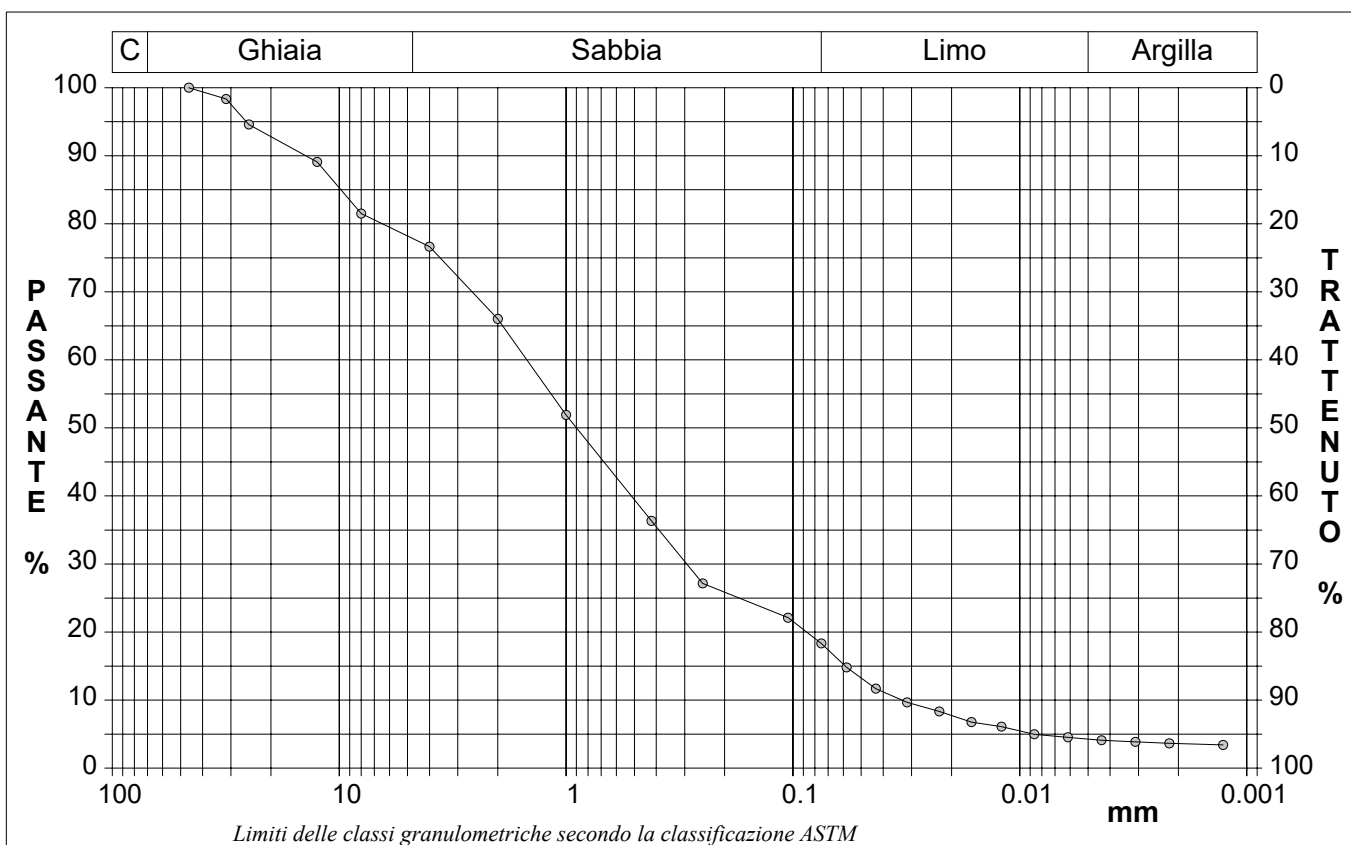
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09733	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	22,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	66,0 %	D10	0,03303 mm	
Sabbia	59,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	36,3 %	D30	0,29351 mm	
Limo	14,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	18,3 %	D50	0,89885 mm	
Argilla	4,3 %			D60	1,48821 mm	
Coefficiente di uniformità		45,05	Coefficiente di curvatura	1,75	D90	14,02621 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
46,0000	100,00	4,0000	76,64	0,1050	22,12	0,0226	8,34	0,0044	4,10
31,5000	98,34	2,0000	66,01	0,0750	18,34	0,0163	6,78	0,0031	3,87
25,0000	94,59	1,0000	51,91	0,0580	14,81	0,0120	6,11	0,0022	3,65
12,5000	89,08	0,4200	36,34	0,0431	11,69	0,0086	4,99	0,0013	3,43
8,0000	81,51	0,2500	27,16	0,0314	9,68	0,0061	4,54		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09734	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 14/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)				
SONDAGGIO: S5		CAMPIONE: 1		PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	79	168	238
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,00	6,00	9,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,22	0,53	0,68
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4,7 kPa
 Angolo di attrito interno: 38,4 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,060 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

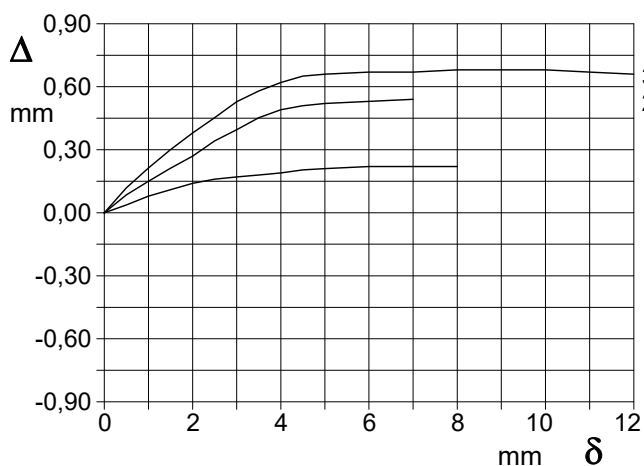
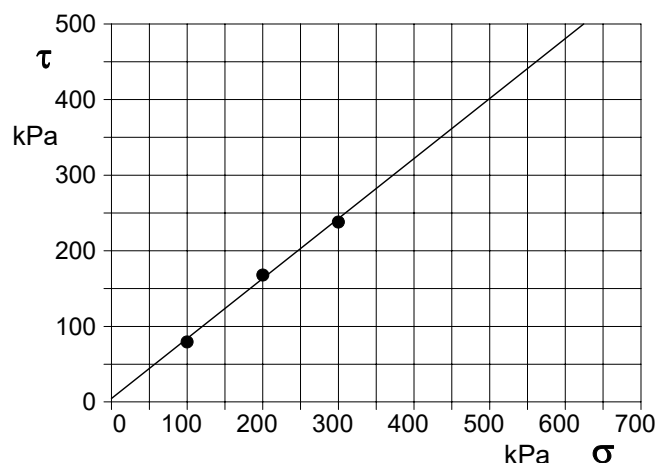


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

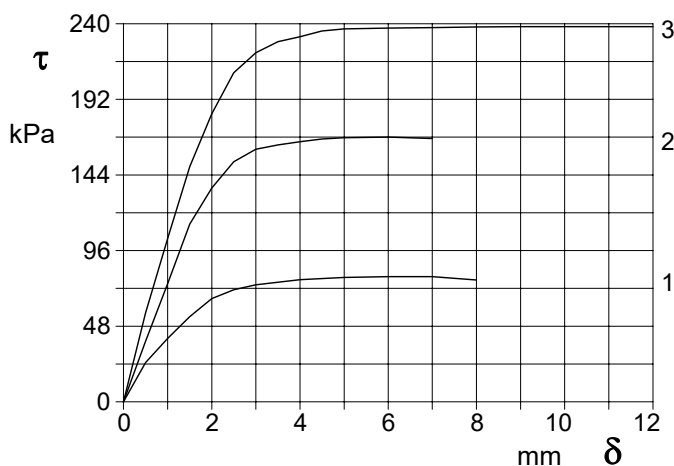


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09734	Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE:	05/10/21	Inizio analisi:	09/09/21
Apertura campione:	07/09/21	Fine analisi:	14/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)			
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,956
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,031

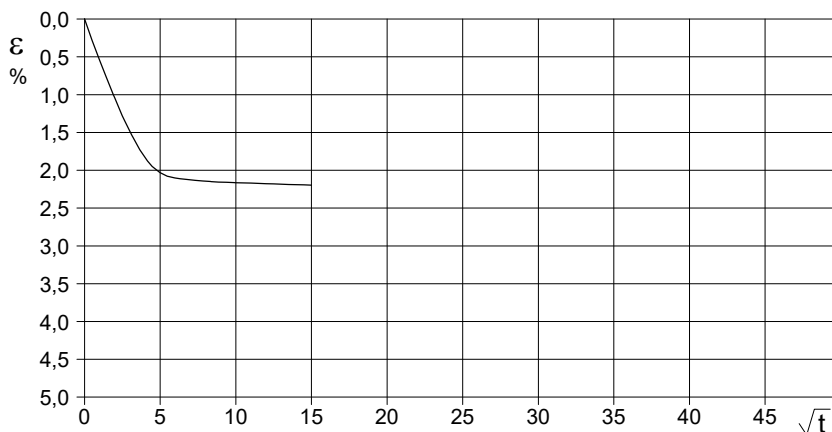


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,935
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	7,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,098

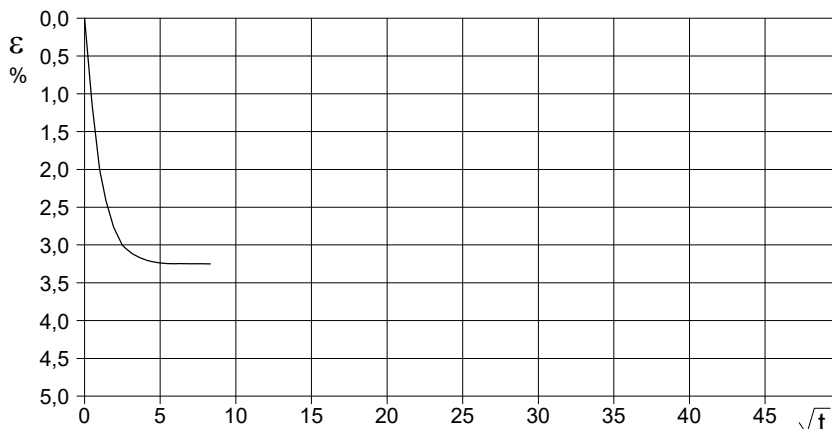
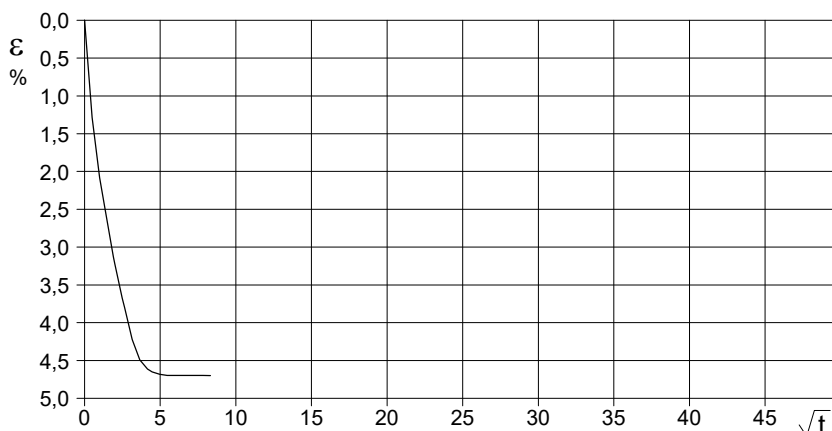


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,906
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,052



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

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	ERBANNO (BS)		
SONDAGGIO:	S5	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

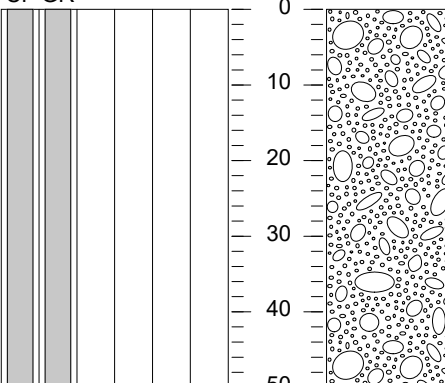
Umidità naturale	5,2	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	17,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,0	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,523	
Porosità	34,3	%
Grado di saturazione	27,2	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	65,8	%
Sabbia	25,1	%
Limo	6,3	%
Argilla	2,8	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR		DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
	cm	cm	
	0		Ghiaia con poca matrice sabbiosa.
	10		
	20		
	30		
	40		
	50	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09735	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 08/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 5,2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09736	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 07/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09737	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 09/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,9 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

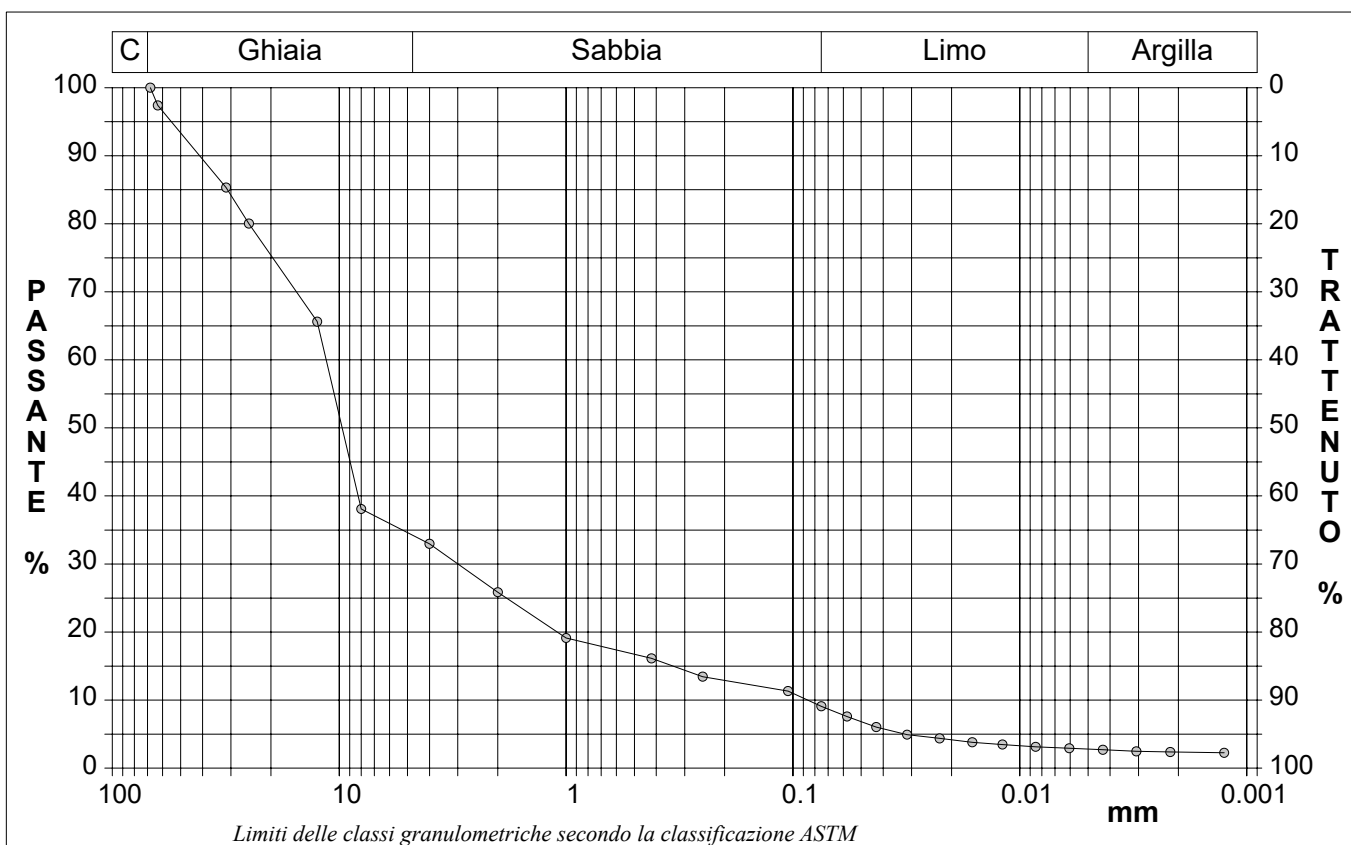
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09738	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 07/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 07/09/21	Fine analisi: 09/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: ERBANNO (BS)
SONDAGGIO: S5 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	65,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	25,9 %	D10	0,08584 mm	
Sabbia	25,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	16,1 %	D30	2,99458 mm	
Limo	6,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	9,1 %	D50	9,70311 mm	
Argilla	2,8 %			D60	11,41074 mm	
Coefficiente di uniformità		132,93	Coefficiente di curvatura	9,16	D90	41,20739 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
68,0000	100,00	8,0000	38,09	0,2500	13,44	0,0314	4,93	0,0061	2,93
63,0000	97,39	4,0000	32,97	0,1050	11,33	0,0226	4,37	0,0043	2,71
31,5000	85,32	2,0000	25,86	0,0750	9,11	0,0162	3,82	0,0031	2,48
25,0000	80,03	1,0000	19,13	0,0578	7,60	0,0119	3,49	0,0022	2,37
12,5000	65,62	0,4200	16,13	0,0430	6,04	0,0085	3,15	0,0013	2,26

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,1	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,726	
Porosità	42,1	%
Grado di saturazione	72,1	%

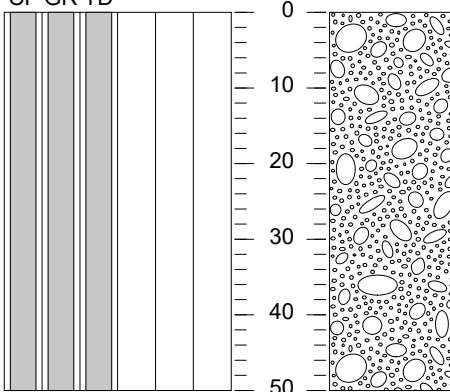
ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	48,8	%
Sabbia	42,7	%
Limo	5,9	%
Argilla	2,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	2,8	kPa
Angolo di attrito interno:	36,9	°

FOTOGRAFIA


 Posizione delle prove
 CF GR TD


cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

50	Ghiaia con sabbia anche localmente debolmente limosa.
----	-------------------------------------------------------

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09647	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 14/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,1 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09648	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09649	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,6 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

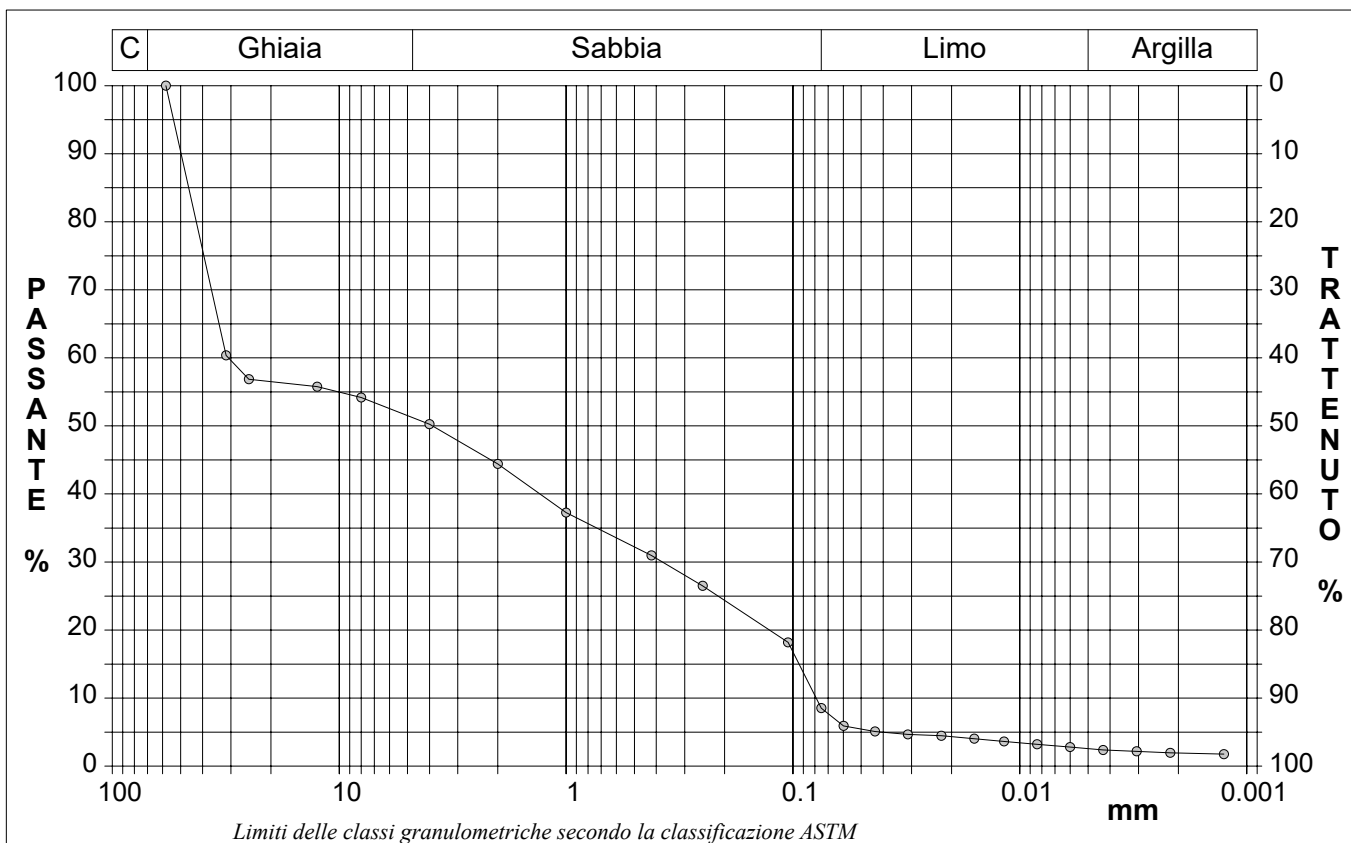
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09650	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	48,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	44,4 %	D10	0,07893 mm
Sabbia	42,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	31,0 %	D30	0,37473 mm
Limo	5,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	8,5 %	D50	3,87903 mm
Argilla	2,6 %			D60	30,72798 mm
				D90	49,71857 mm
Coefficiente di uniformità		389,29	Coefficiente di curvatura		0,06



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
58,0000	100,00	4,0000	50,26	0,1050	18,21	0,0222	4,47	0,0043	2,39
31,5000	60,38	2,0000	44,42	0,0750	8,53	0,0159	4,05	0,0031	2,18
25,0000	56,87	1,0000	37,26	0,0598	5,93	0,0117	3,64	0,0022	1,97
12,5000	55,76	0,4200	30,98	0,0435	5,09	0,0084	3,22	0,0013	1,76
8,0000	54,17	0,2500	26,51	0,0311	4,68	0,0060	2,81		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09651	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	80	150	230
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	8,00	12,00	10,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,54	0,68	0,76
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 2,8 kPa
 Angolo di attrito interno: 36,9 °

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

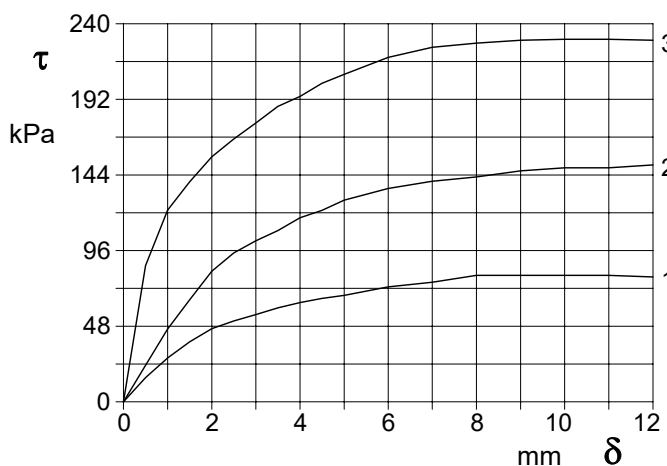
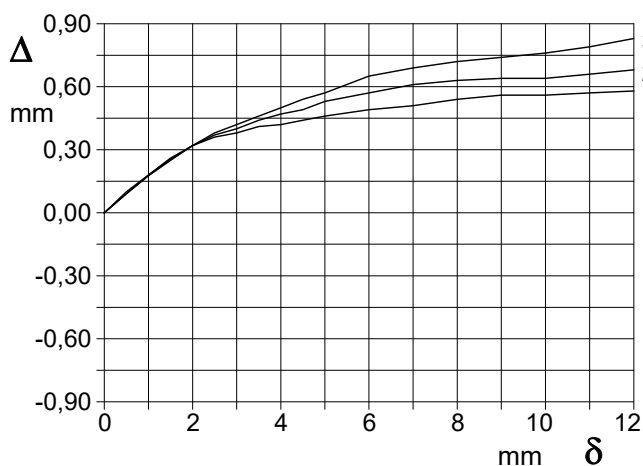
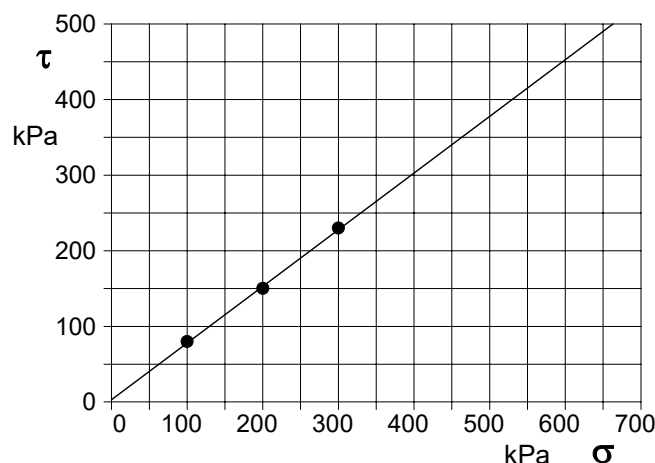


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09651	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,962
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,046

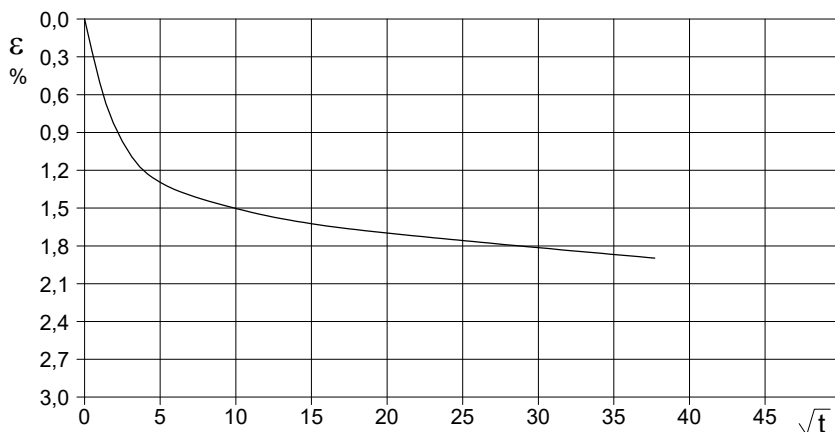


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,971
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	21,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,033

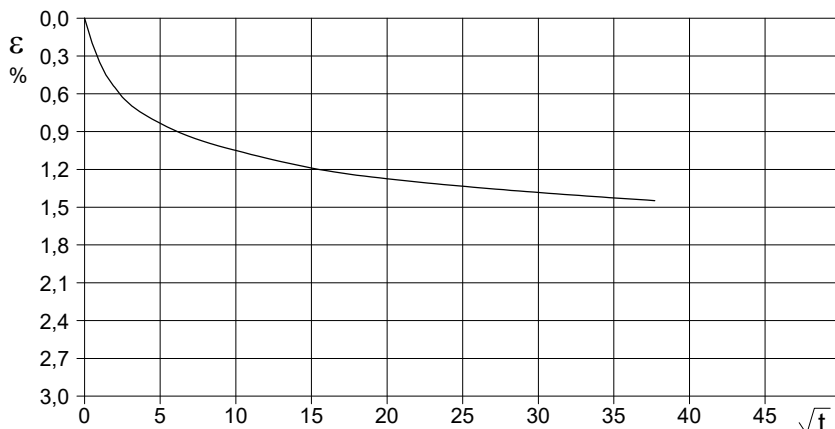
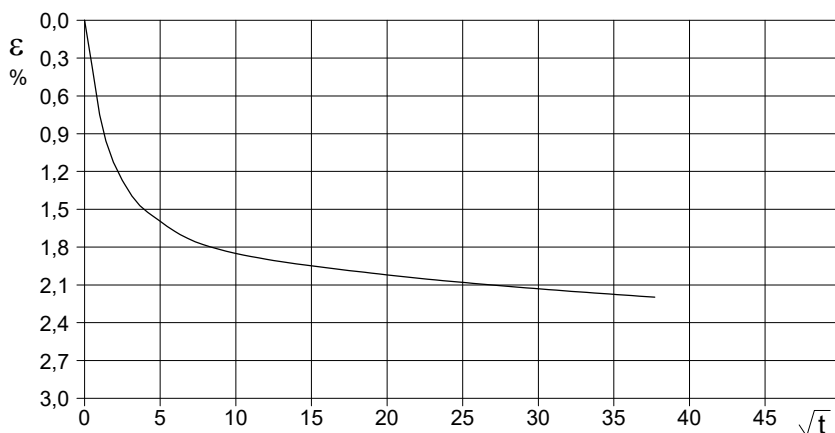


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,956
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,083



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

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18,9	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	15,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,714	
Porosità	41,7	%
Grado di saturazione	72,6	%

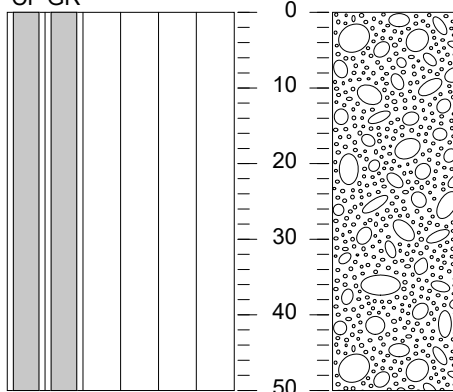
ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	50,6	%
Sabbia	40,6	%
Limo	6,0	%
Argilla	2,8	%

FOTOGRAFIA


 Posizione delle prove
 CF GR

cm



cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Ghiaia in matrice sabbiosa anche debolmente limosa.

50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09652	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 16/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 18,9 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09653	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09654	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,2 °C

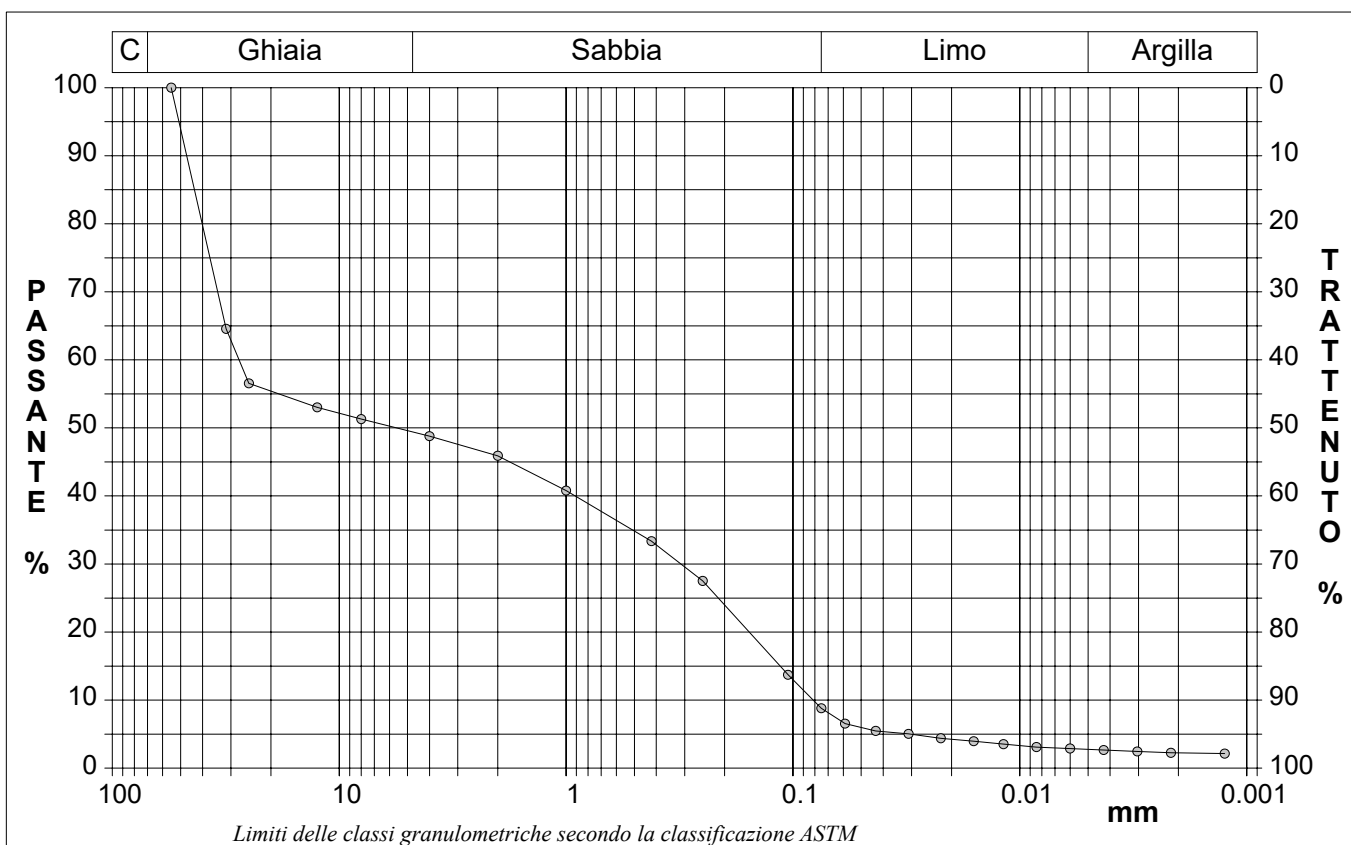
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09655	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: PIAN DI BORNO (BS)
SONDAGGIO: S6 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	50,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	45,9 %	D10	0,08135 mm	
Sabbia	40,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	33,4 %	D30	0,31156 mm	
Limo	6,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	8,8 %	D50	5,58471 mm	
Argilla	2,8 %			D60	27,61283 mm	
Coefficiente di uniformità		339,44	Coefficiente di curvatura	0,04	D90	46,99544 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
55,0000	100,00	4,0000	48,79	0,1050	13,73	0,0223	4,40	0,0043	2,68
31,5000	64,56	2,0000	45,92	0,0750	8,81	0,0160	3,97	0,0030	2,47
25,0000	56,56	1,0000	40,79	0,0590	6,55	0,0118	3,54	0,0022	2,25
12,5000	53,03	0,4200	33,36	0,0432	5,48	0,0084	3,11	0,0012	2,14
8,0000	51,30	0,2500	27,52	0,0309	5,05	0,0060	2,90		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: NIARDO (BS)

SONDAGGIO: S7

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,3	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	15,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,709	
Porosità	41,5	%
Grado di saturazione	78,6	%

ANALISI GRANULOMETRICA

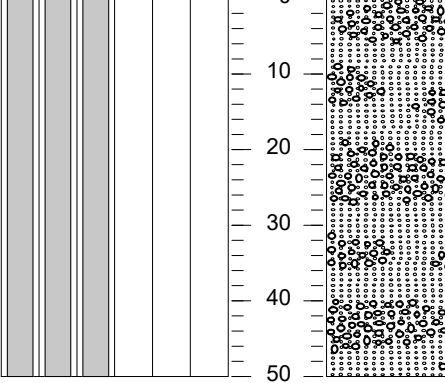
Ghiaia	8,7	%
Sabbia	80,8	%
Limo	6,9	%
Argilla	3,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	15,4	kPa
Angolo di attrito interno:	37,3	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Sabbia localmente anche debolmente limosa con rari grani di ghiaia.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09656	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 14/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,3 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09657	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09658	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,7 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

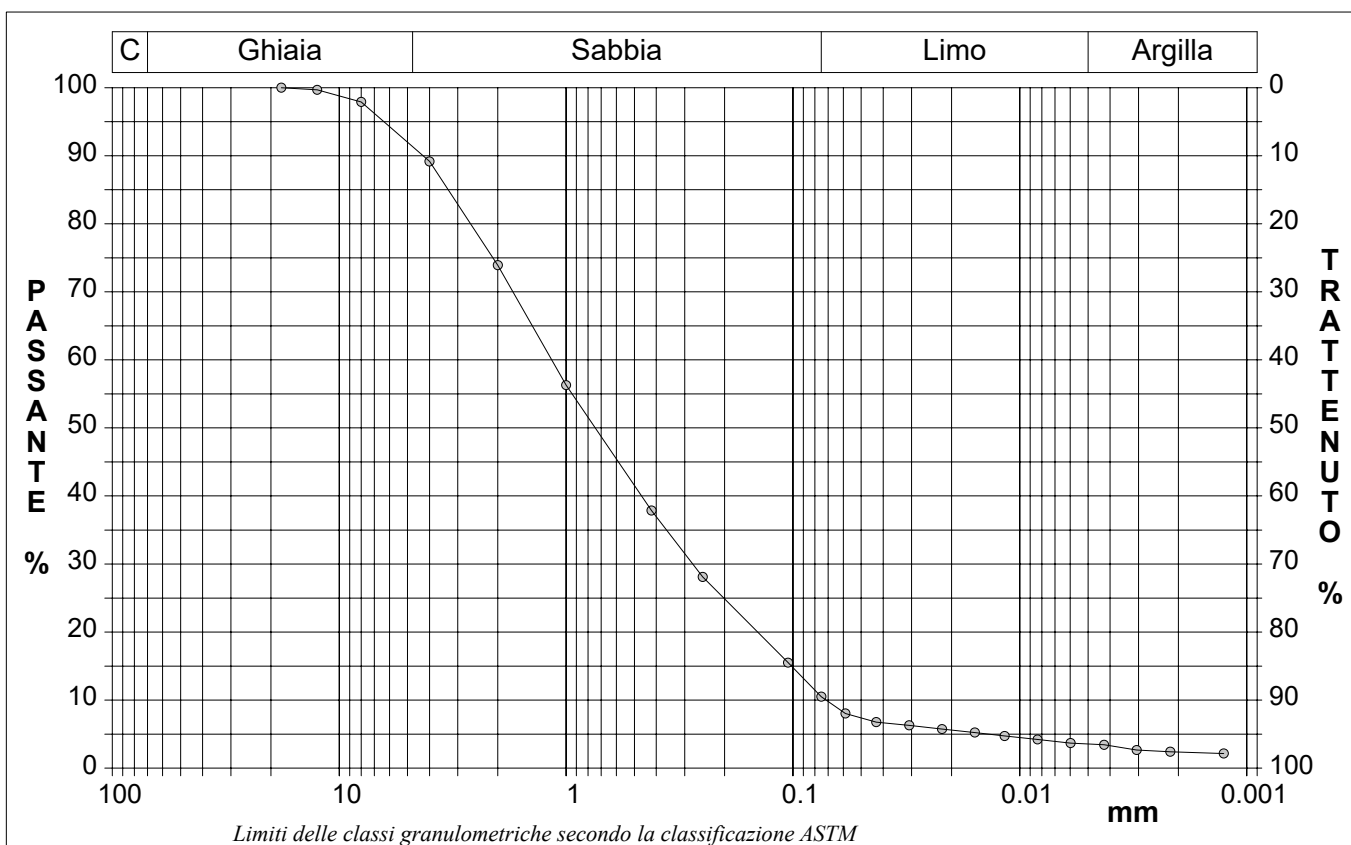
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09659	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	8,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	73,9 %	D10	0,07128 mm	
Sabbia	80,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	37,9 %	D30	0,27631 mm	
Limo	6,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	10,5 %	D50	0,74333 mm	
Argilla	3,6 %			D60	1,15675 mm	
Coefficiente di uniformità		16,23	Coefficiente di curvatura	0,93	D90	4,27205 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
18,0000	100,00	1,0000	56,30	0,0587	8,04	0,0117	4,73	0,0022	2,42
12,5000	99,68	0,4200	37,87	0,0429	6,78	0,0084	4,21	0,0013	2,16
8,0000	97,91	0,2500	28,12	0,0307	6,29	0,0060	3,70		
4,0000	89,17	0,1050	15,52	0,0220	5,75	0,0042	3,45		
2,0000	73,91	0,0750	10,51	0,0158	5,24	0,0031	2,68		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09660	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)			
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	97	163	249
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	12,00	12,00	12,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,26	0,61	0,44
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 15,4 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,071 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

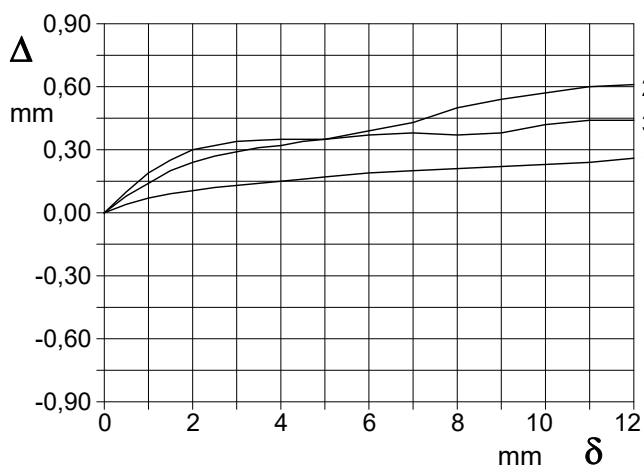
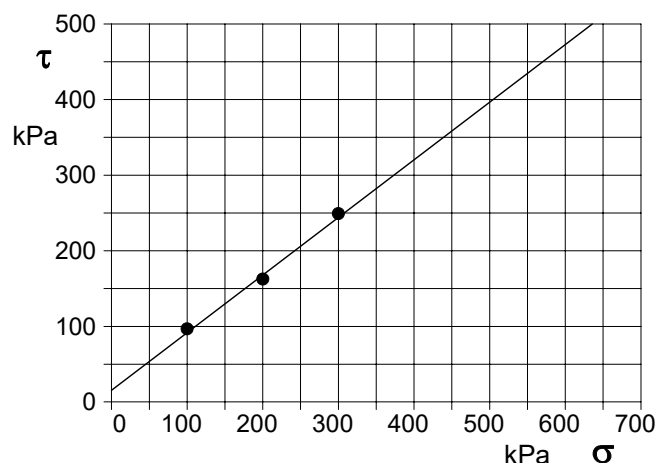


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

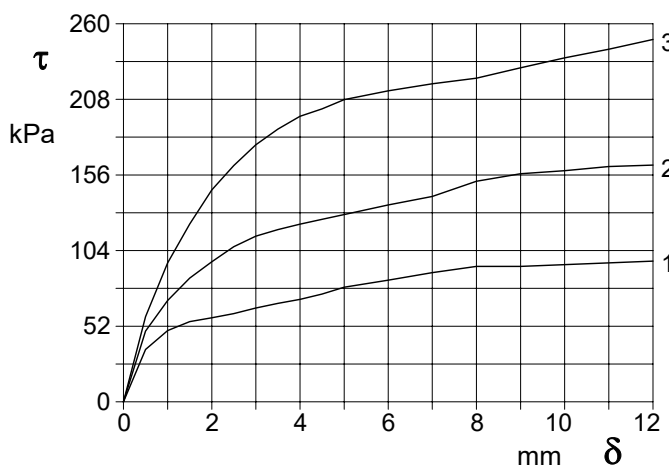


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09660	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)			
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,956
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,068

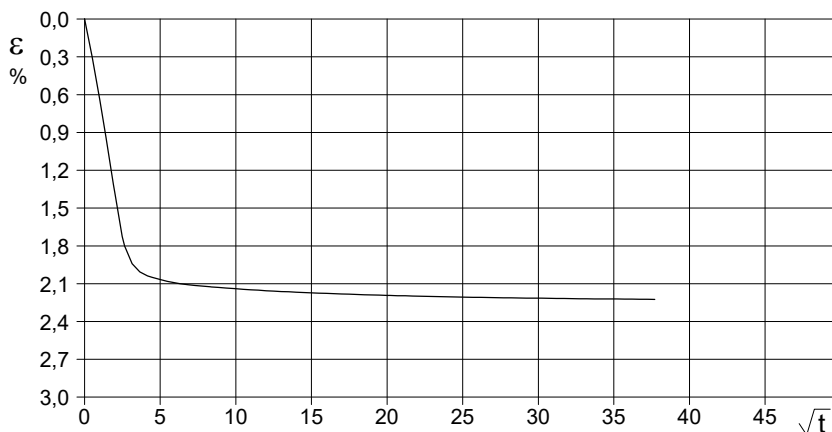


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,976
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	7,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,100

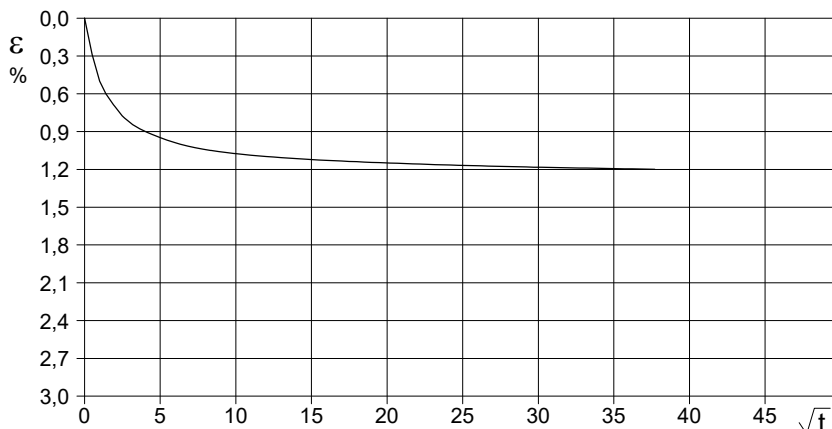
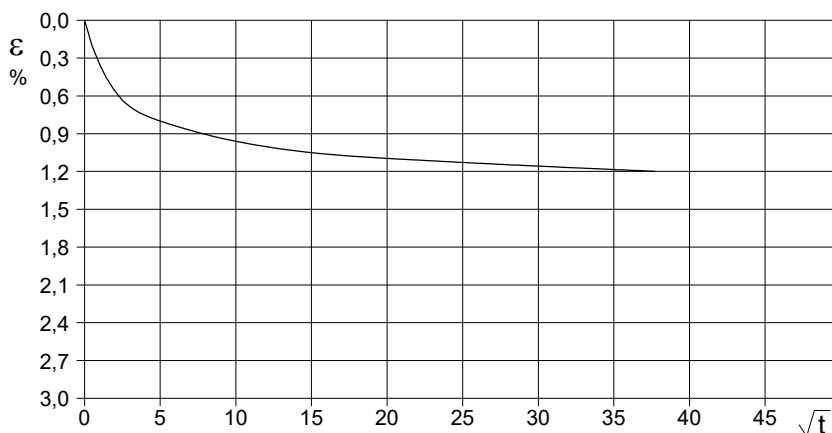


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,976
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,046



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

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	NIARDO (BS)		
SONDAGGIO:	S7	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

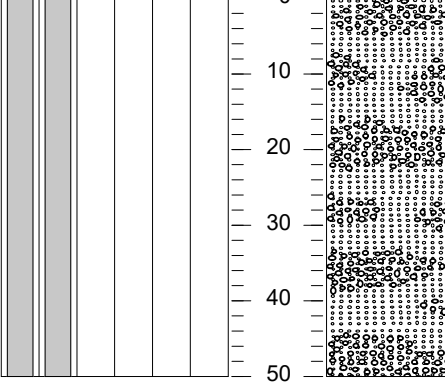
Umidità naturale	21,1	%
Peso di volume	20,0	kN/m ³
Peso di volume secco	16,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,638	
Porosità	38,9	%
Grado di saturazione	91,1	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	5,9	%
Sabbia	82,9	%
Limo	8,2	%
Argilla	3,0	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0 10 20 30 40 50	cm Sabbia localmente anche debolmente limosa con rari grani di ghiaia. 50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09661	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 16/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,1 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09662	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,0 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09663	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,0 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **27,0 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 28,6 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

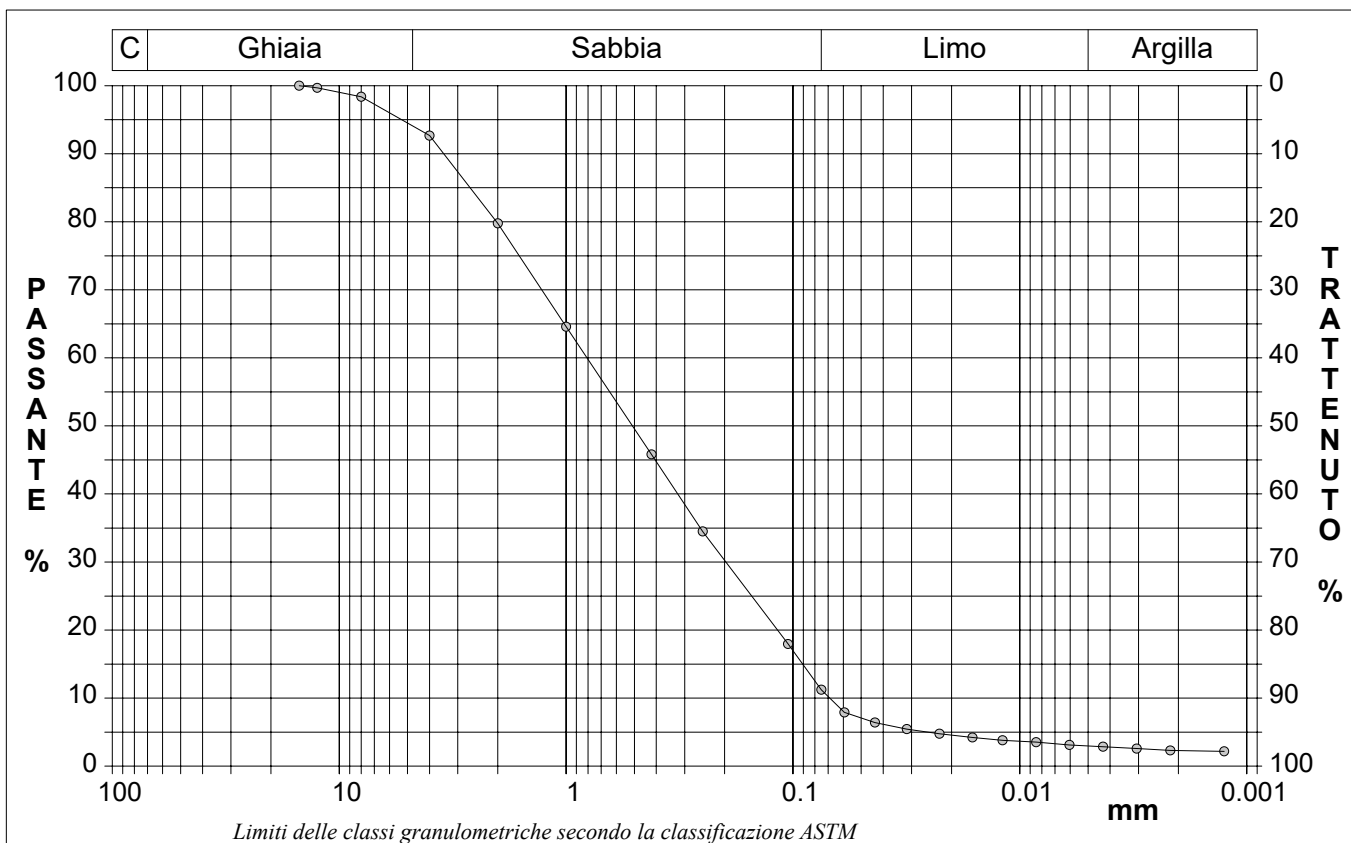
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09664	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 15/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: NIARDO (BS)
SONDAGGIO: S7 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	5,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	79,8 %	D10	0,06876 mm
Sabbia	82,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	45,8 %	D30	0,19748 mm
Limo	8,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	11,2 %	D50	0,50936 mm
Argilla	3,0 %			D60	0,80871 mm
				D90	3,46615 mm
Coefficiente di uniformità		11,76	Coefficiente di curvatura		0,70



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
15,0000	100,00	1,0000	64,59	0,0593	7,91	0,0119	3,82	0,0022	2,31
12,5000	99,70	0,4200	45,83	0,0435	6,41	0,0085	3,54	0,0013	2,18
8,0000	98,38	0,2500	34,50	0,0315	5,45	0,0060	3,13		
4,0000	92,67	0,1050	17,96	0,0226	4,77	0,0043	2,86		
2,0000	79,77	0,0750	11,23	0,0162	4,22	0,0031	2,59		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	CETO (BS)		
SONDAGGIO:	S8	CAMPIONE:	1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

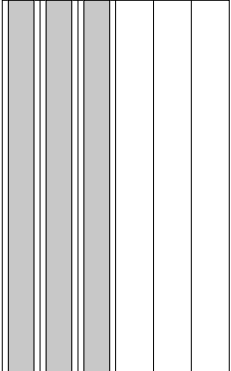
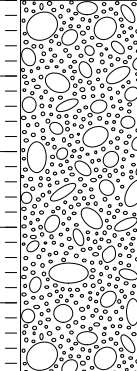
Umidità naturale	4,8	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	17,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,520	
Porosità	34,2	%
Grado di saturazione	25,1	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	51,0	%
Sabbia	44,5	%
Limo	3,4	%
Argilla	1,1	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	10,3	kPa
Angolo di attrito interno:	39,2	°

Posizione delle prove CF GR TD		cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
	0		Ghiaia con sabbia.	
	10			
	20			
	30			
	40			
	50			
	50			

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09665	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 14/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 4,8 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09666	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09667	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,2 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

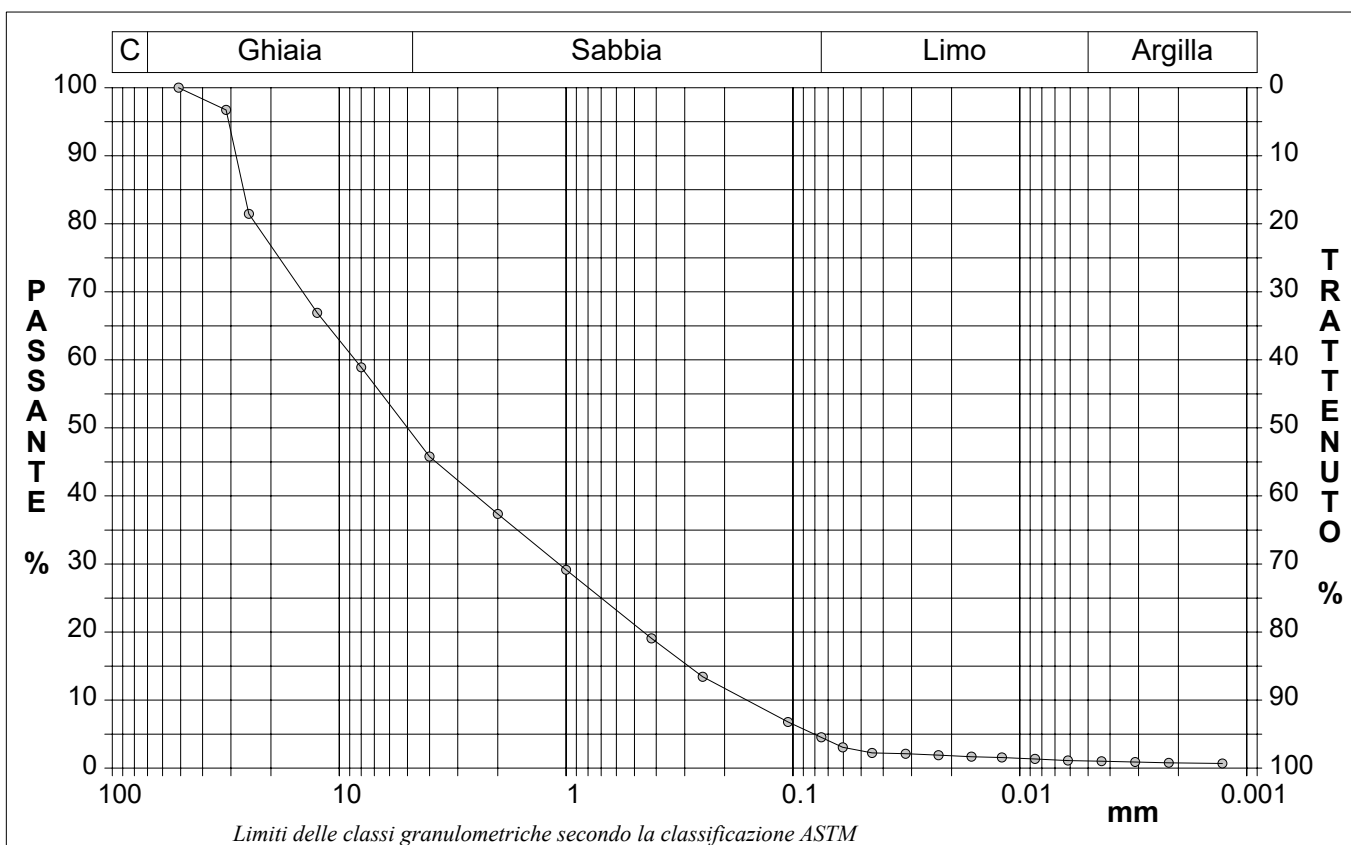
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09668	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	51,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	37,4 %	D10	0,15953 mm	
Sabbia	44,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	19,1 %	D30	1,07447 mm	
Limo	3,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	4,5 %	D50	4,99862 mm	
Argilla	1,1 %			D60	8,50805 mm	
Coefficiente di uniformità		53,33	Coefficiente di curvatura	0,85	D90	28,44692 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
51,0000	100,00	4,0000	45,79	0,1050	6,80	0,0228	1,91	0,0044	1,02
31,5000	96,73	2,0000	37,36	0,0750	4,53	0,0163	1,69	0,0031	0,91
25,0000	81,47	1,0000	29,15	0,0603	3,07	0,0120	1,57	0,0022	0,80
12,5000	66,91	0,4200	19,09	0,0448	2,24	0,0086	1,35	0,0013	0,69
8,0000	58,89	0,2500	13,44	0,0319	2,13	0,0061	1,13		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09669	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE:	04/10/21	Inizio analisi:	15/09/21
Apertura campione:	13/09/21	Fine analisi:	20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: CETO (BS)			
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	97	168	260
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	9,00	11,00	10,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,41	0,51	0,54
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 10,3 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,088 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

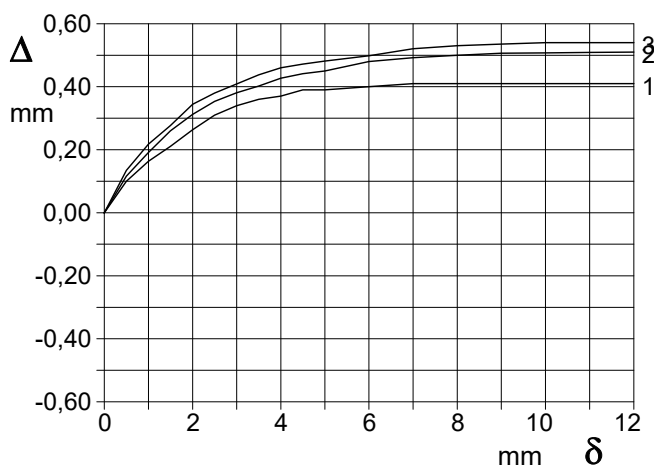
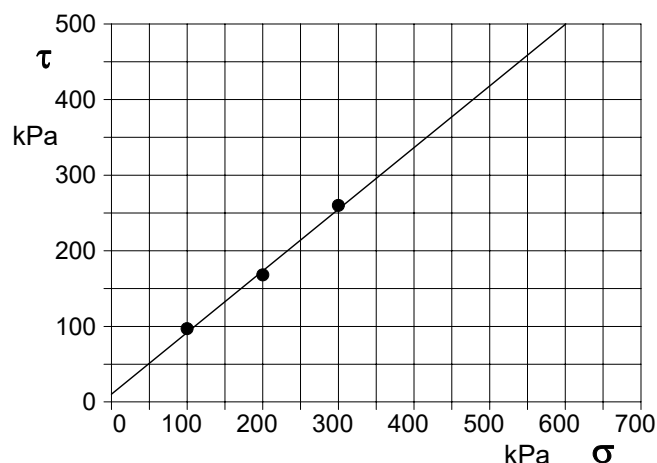


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

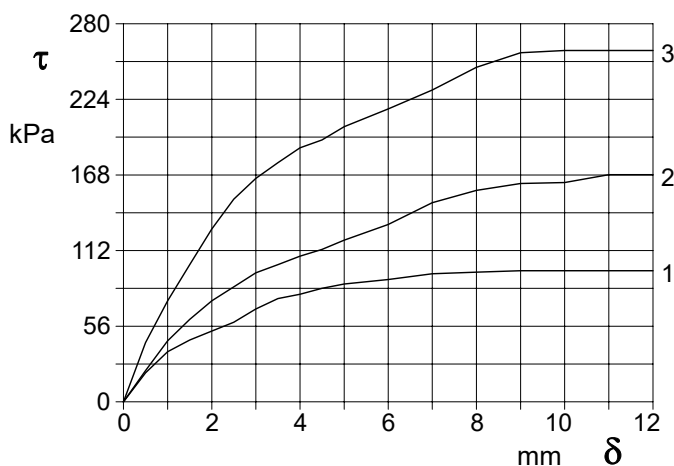


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09669	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: CETO (BS)			
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,960
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	7,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,098

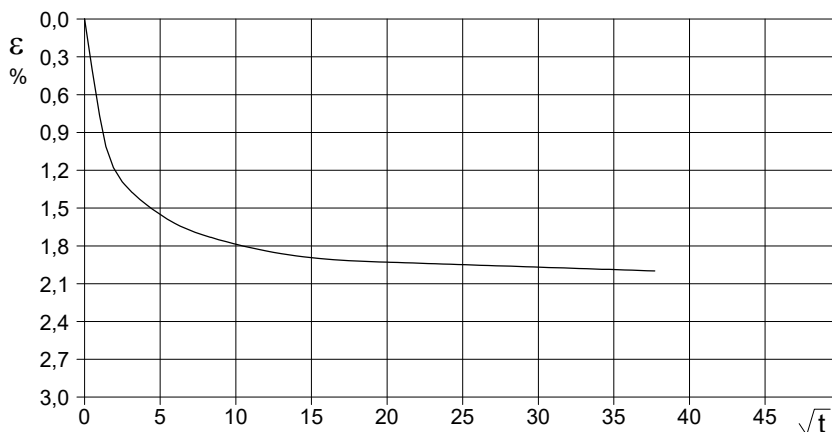


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,970
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,084

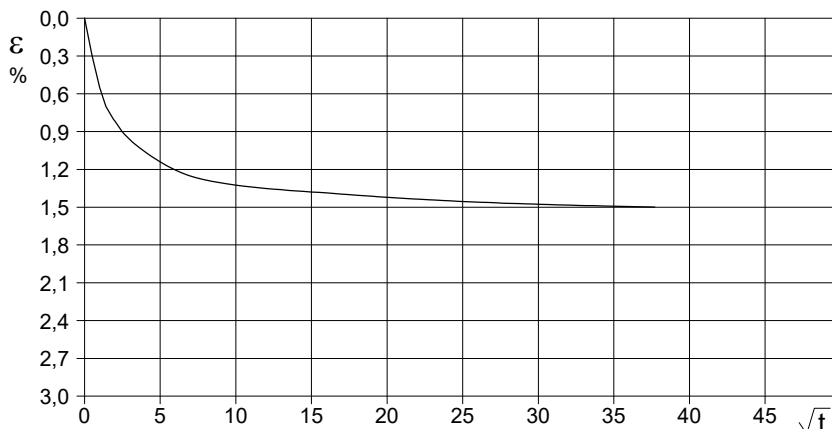
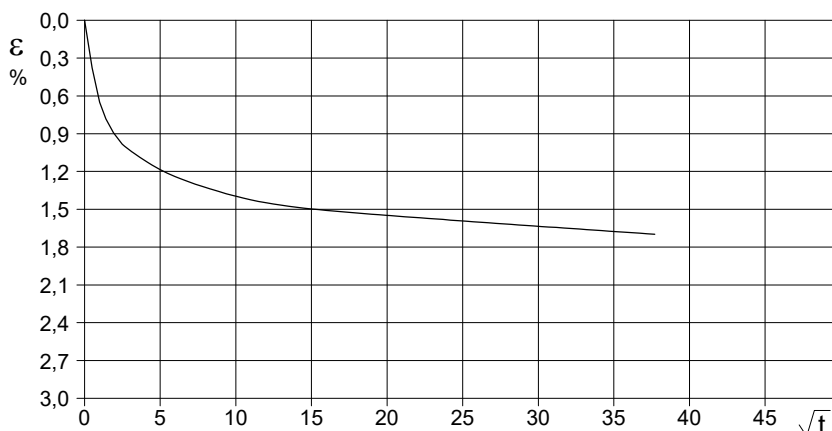


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,966
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,082



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

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	CETO (BS)		
SONDAGGIO:	S8	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

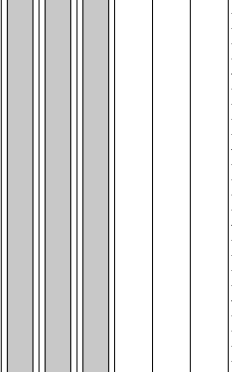
Umidità naturale	6,8	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	17,4	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,8	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,521	
Porosità	34,2	%
Grado di saturazione	35,0	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	50,7	%
Sabbia	44,2	%
Limo	3,8	%
Argilla	1,3	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD		cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
		0	Ghiaia e sabbia.
		10	
		20	
		30	
		40	
		50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09670	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 14/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 6,8 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09671	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 13/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09672	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 15/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,5 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,4 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

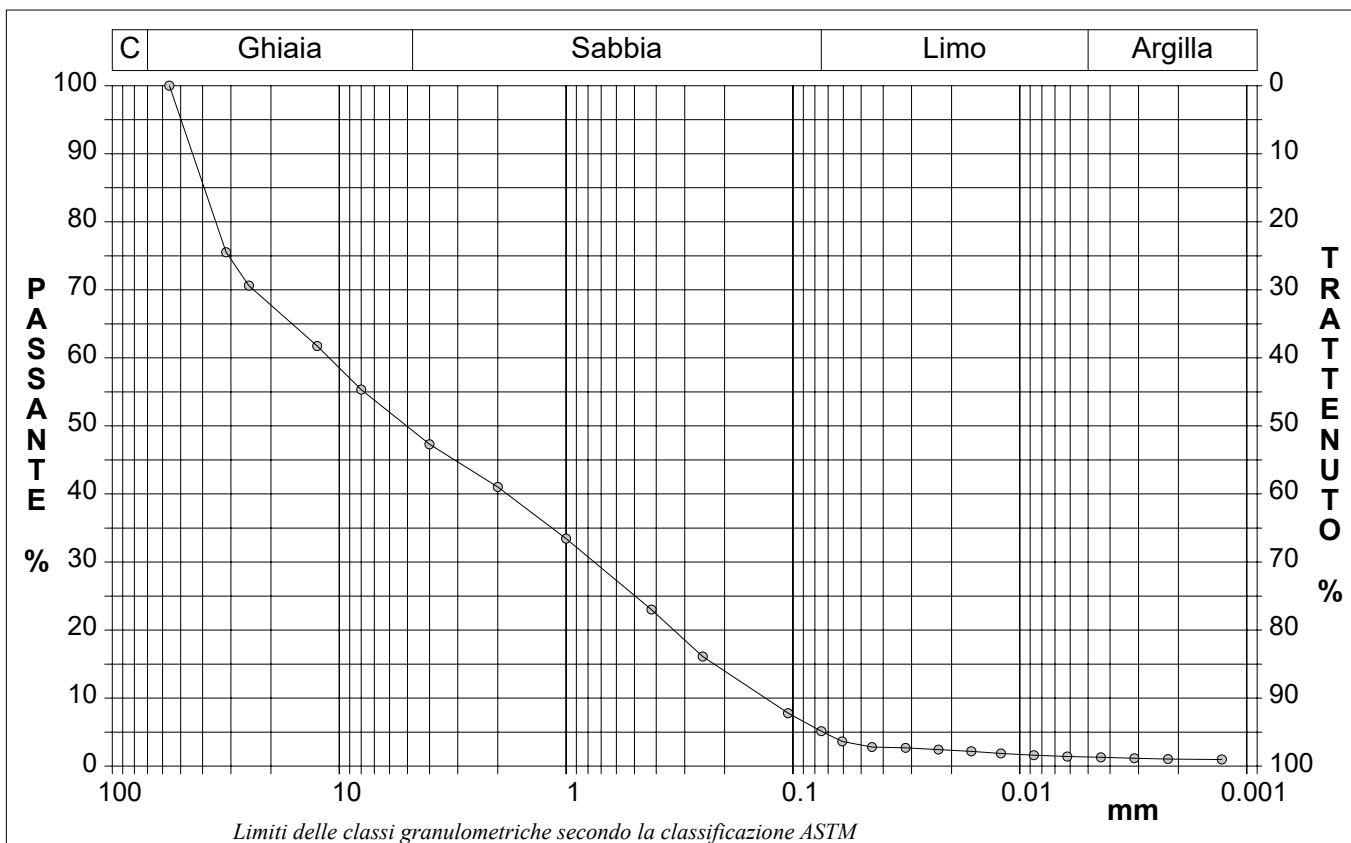
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09673	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 13/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 13/09/21	Fine analisi: 15/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S8 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	50,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	41,0 %	D10	0,13224 mm	
Sabbia	44,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	23,0 %	D30	0,75072 mm	
Limo	3,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5,1 %	D50	5,04679 mm	
Argilla	1,3 %			D60	11,06477 mm	
Coefficiente di uniformità		83,67	Coefficiente di curvatura	0,39	D90	44,27292 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
56,0000	100,00	4,0000	47,31	0,1050	7,79	0,0228	2,44	0,0044	1,30
31,5000	75,51	2,0000	41,04	0,0750	5,14	0,0163	2,18	0,0031	1,17
25,0000	70,62	1,0000	33,45	0,0607	3,64	0,0121	1,87	0,0022	1,05
12,5000	61,75	0,4200	23,02	0,0448	2,82	0,0087	1,61	0,0013	0,98
8,0000	55,34	0,2500	16,11	0,0319	2,69	0,0062	1,43		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	CETO (BS)		
SONDAGGIO:	S9	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	9,9	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	16,9	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,5	kN/m ³
Peso specifico	26,7	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,577	
Porosità	36,6	%
Grado di saturazione	46,6	%

ANALISI GRANULOMETRICA

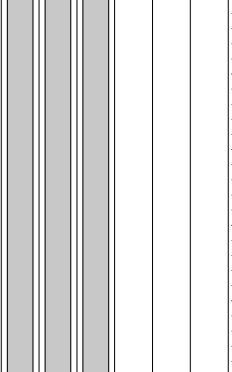
Ghiaia	63,1	%
Sabbia	33,3	%
Limo	2,4	%
Argilla	1,2	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	7,6	kPa
Angolo di attrito interno:	39,2	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD		DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
	cm	cm	
	0		Ghiaia in scarsa matrice sabbiosa.
	10		
	20		
	30		
	40		
	50		

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09675	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 16/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9,9 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09676	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 16/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 16/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09677	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 18/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 18/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,7 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,6 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

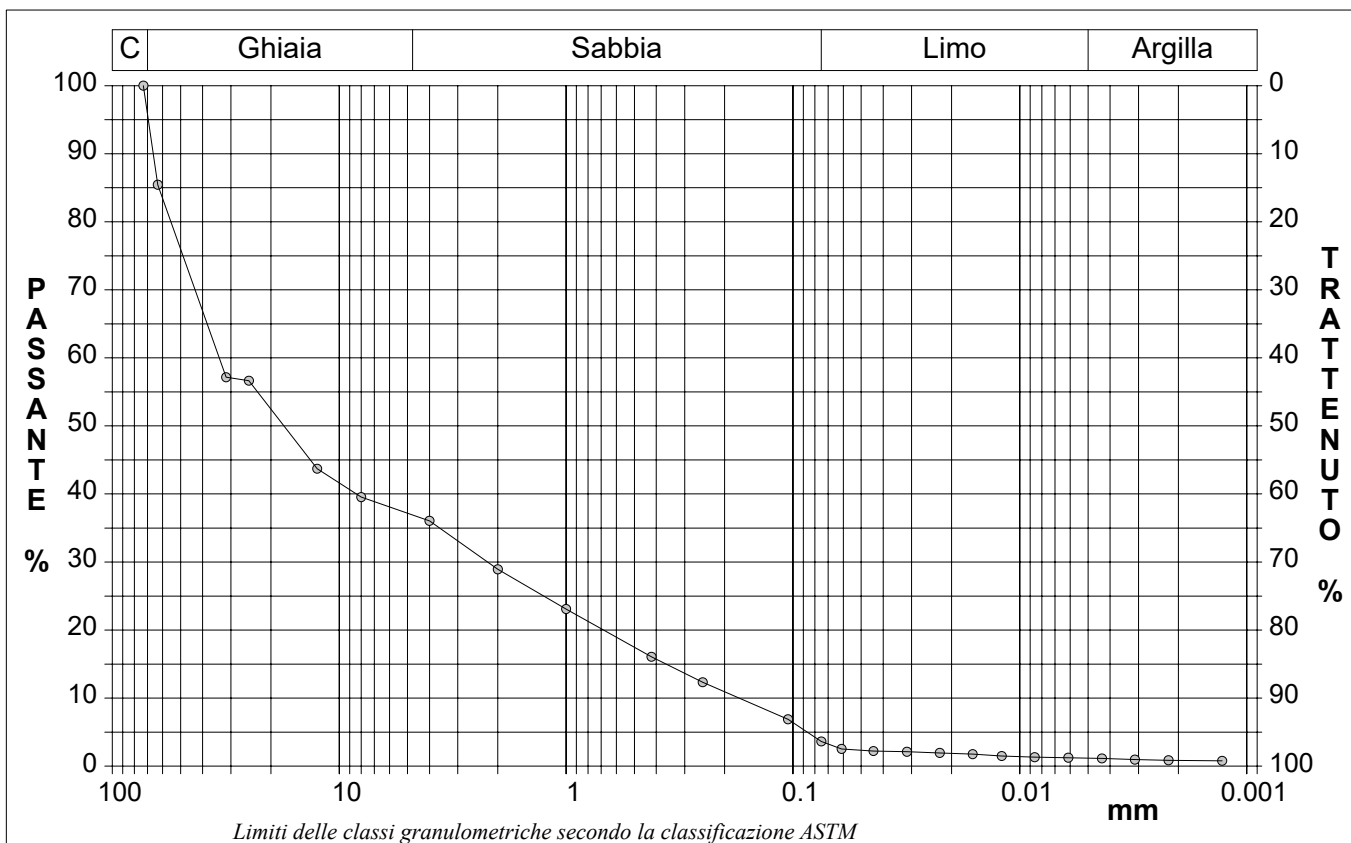
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09678	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 16/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 18/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia 63,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm) 28,9 %	D10 0,17252 mm
Sabbia 33,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm) 16,1 %	D30 2,21868 mm
Limo 2,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm) 3,6 %	D50 17,50775 mm
Argilla 1,2 %		D60 33,77838 mm
		D90 65,97126 mm
Coefficiente di uniformità 195,80	Coefficiente di curvatura 0,84	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
73,0000	100,00	8,0000	39,55	0,2500	12,33	0,0315	2,13	0,0061	1,23
63,0000	85,45	4,0000	36,05	0,1050	6,88	0,0225	1,95	0,0043	1,15
31,5000	57,15	2,0000	28,93	0,0750	3,64	0,0161	1,77	0,0031	0,97
25,0000	56,64	1,0000	23,09	0,0610	2,53	0,0120	1,50	0,0022	0,88
12,5000	43,72	0,4200	16,08	0,0442	2,22	0,0086	1,32	0,0013	0,79

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09679	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 24/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: CETO (BS)			
SONDAGGIO: S9	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	91	169	254
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	9,00	10,00	12,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,18	0,30	0,28
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 7,6 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,076 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

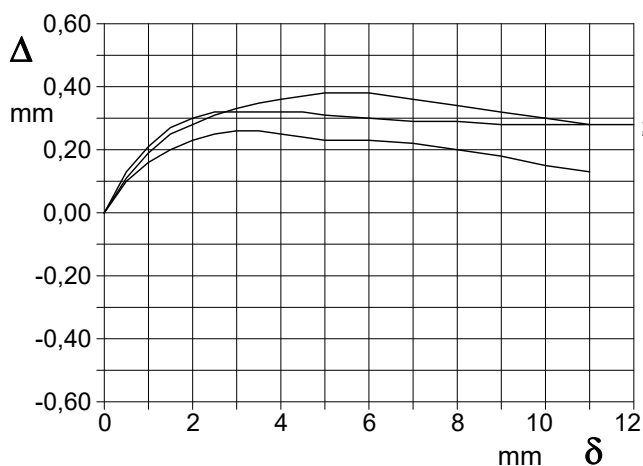
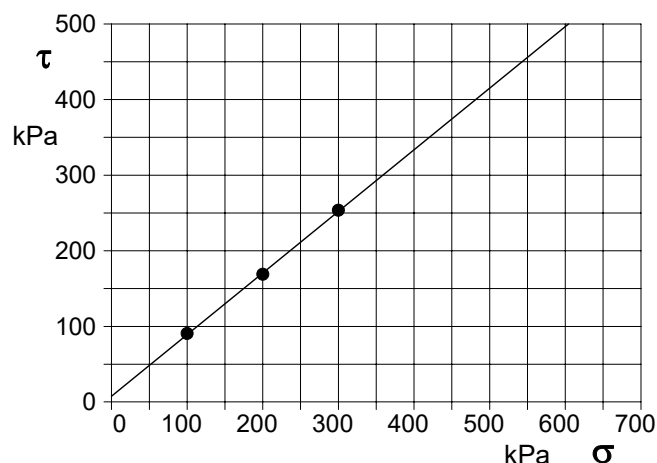


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

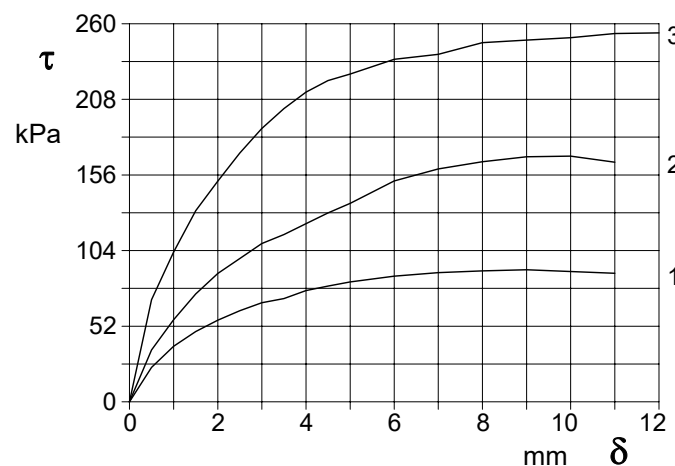


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09679	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 24/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: CETO (BS)			
SONDAGGIO: S9	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,987
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	9,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,073

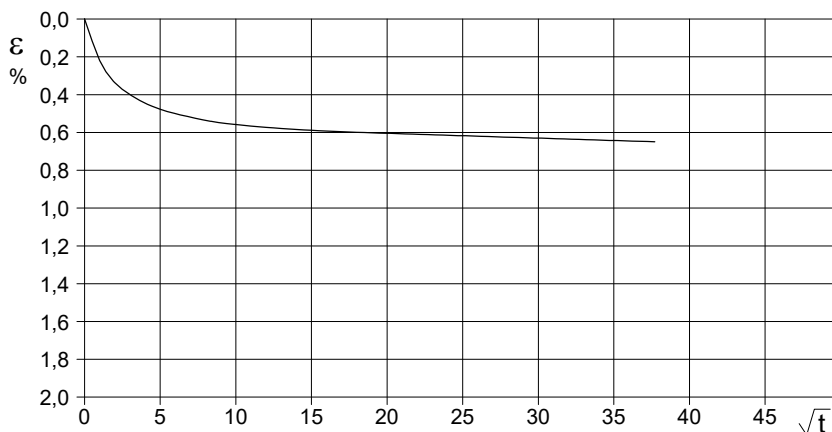


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,983
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,069

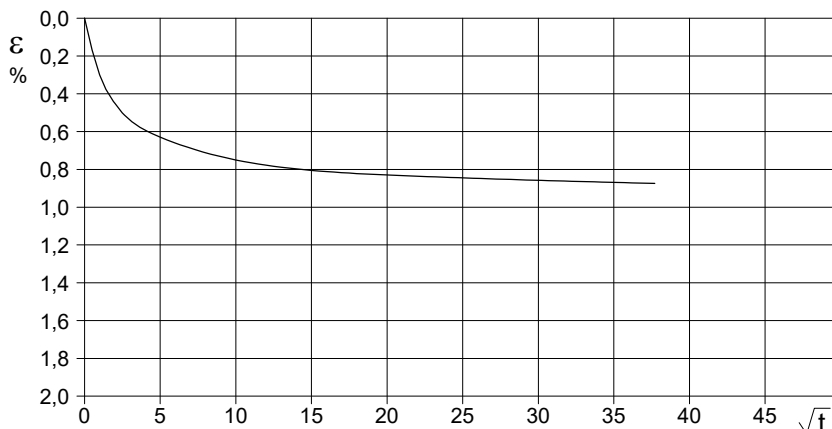
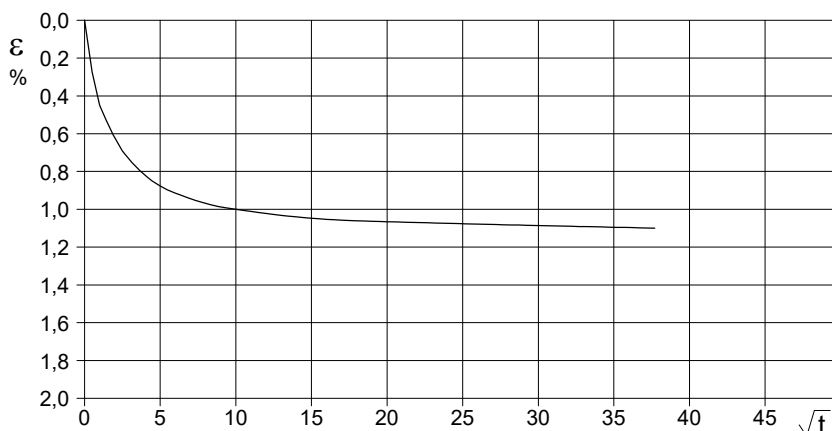


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,978
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	8,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,087



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

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: CETO (BS)				
SONDAGGIO: S9		CAMPIONE: 2		PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

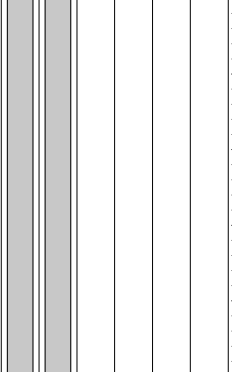
Umidità naturale	9,3	%
Peso di volume	19,1	kN/m ³
Peso di volume secco	17,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,9	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,535	
Porosità	34,8	%
Grado di saturazione	47,4	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	33,3	%
Sabbia	57,0	%
Limo	6,4	%
Argilla	3,3	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR		cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
		0	Sabbia localmente anche debolmente limosa con poca ghiaia.
		10	
		20	
		30	
		40	
		50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09680	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 16/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9,3 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09681	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 16/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 16/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,1 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09682	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

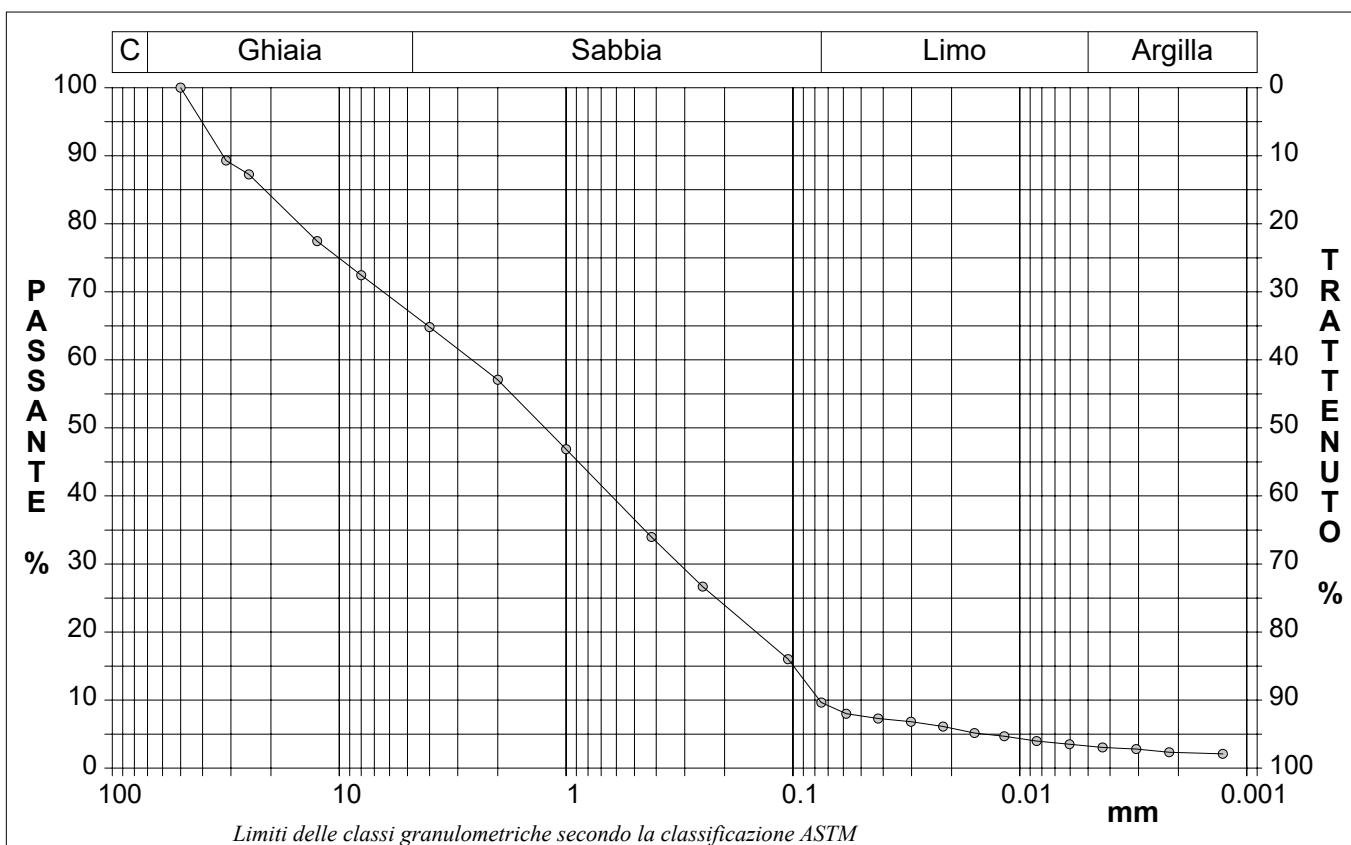
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09683	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 16/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 18/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: CETO (BS)
SONDAGGIO: S9 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	33,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	57,1 %	D10	0,07636 mm
Sabbia	57,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	34,0 %	D30	0,31666 mm
Limo	6,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	9,7 %	D50	1,23666 mm
Argilla	3,3 %			D60	2,59783 mm
Coefficiente di uniformità	34,02	Coefficiente di curvatura	0,51	D90	32,46998 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	4,0000	64,82	0,1050	16,03	0,0218	6,12	0,0043	3,05
31,5000	89,30	2,0000	57,08	0,0750	9,66	0,0158	5,17	0,0031	2,81
25,0000	87,27	1,0000	46,87	0,0582	8,00	0,0117	4,70	0,0022	2,34
12,5000	77,44	0,4200	33,97	0,0421	7,30	0,0084	3,99	0,0013	2,10
8,0000	72,45	0,2500	26,67	0,0302	6,82	0,0060	3,52		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	SELLERO (BS)		
SONDAGGIO:	S10	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14,8	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	16,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,1	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,670	
Porosità	40,1	%
Grado di saturazione	60,8	%

ANALISI GRANULOMETRICA

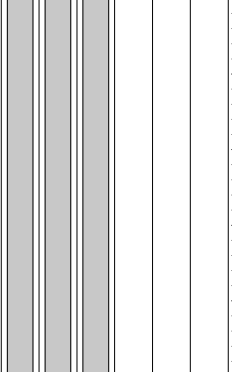
Ghiaia	52,2	%
Sabbia	39,0	%
Limo	5,5	%
Argilla	3,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	4,9	kPa
Angolo di attrito interno:	39,4	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Ghiaia in scarsa matrice di sabbia localmente anche debolmente limosa.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09684	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 18/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)			
SONDAGGIO: S10	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14,8 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09685	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)			
SONDAGGIO: S10	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09686	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)
SONDAGGIO: S10 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,0 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

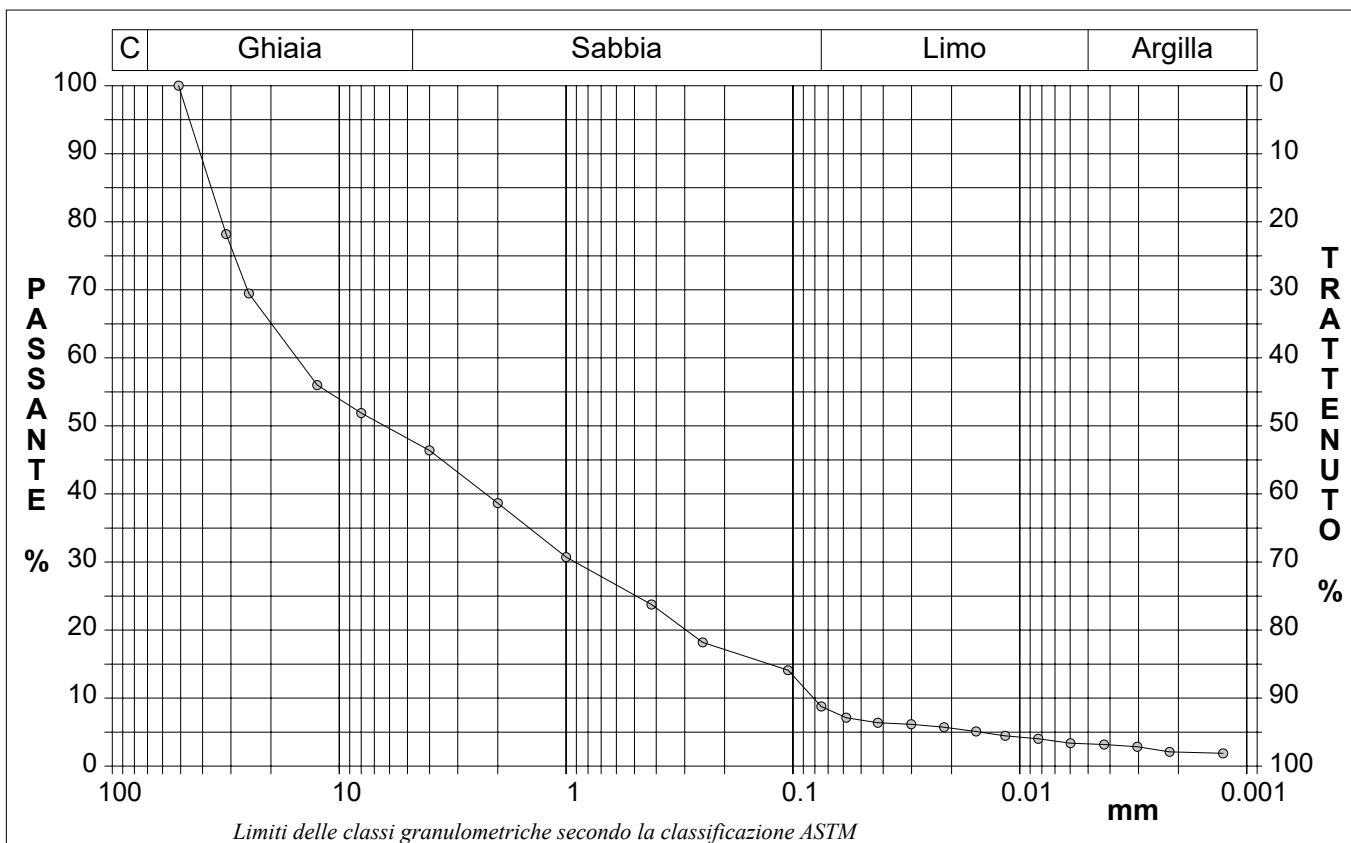
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09687	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)
SONDAGGIO: S10 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	52,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	38,7 %	D10	0,08105 mm
Sabbia	39,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	23,8 %	D30	0,91426 mm
Limo	5,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	8,8 %	D50	6,30624 mm
Argilla	3,3 %			D60	15,35257 mm
				D90	40,89050 mm
Coefficiente di uniformità		189,43	Coefficiente di curvatura		0,67



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
51,0000	100,00	4,0000	46,40	0,1050	14,11	0,0216	5,74	0,0043	3,18
31,5000	78,19	2,0000	38,65	0,0750	8,77	0,0156	5,10	0,0030	2,85
25,0000	69,47	1,0000	30,72	0,0582	7,13	0,0116	4,46	0,0022	2,11
12,5000	56,01	0,4200	23,76	0,0423	6,38	0,0083	4,03	0,0013	1,89
8,0000	51,88	0,2500	18,19	0,0301	6,17	0,0060	3,39		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09688	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE:	04/10/21	Inizio analisi:	20/09/21
Apertura campione:	16/09/21	Fine analisi:	24/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)			
SONDAGGIO: S10	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	88	169	252
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	9,00	11,00	8,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,40	0,58	0,55
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4,9 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,4 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,072 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

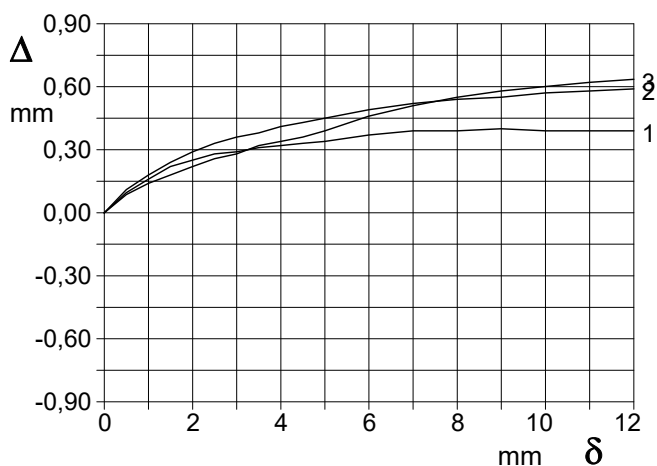
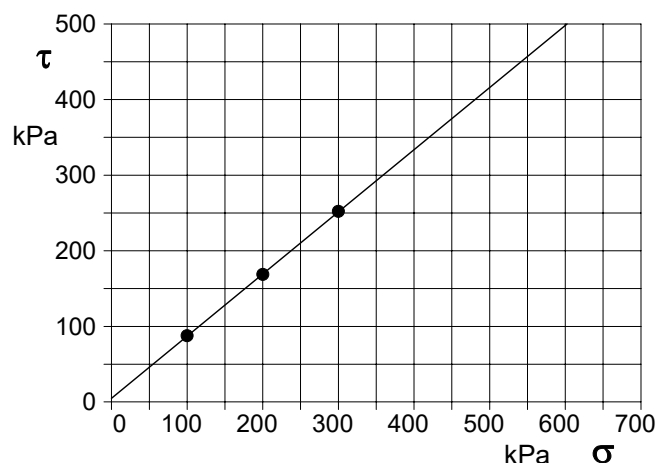


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

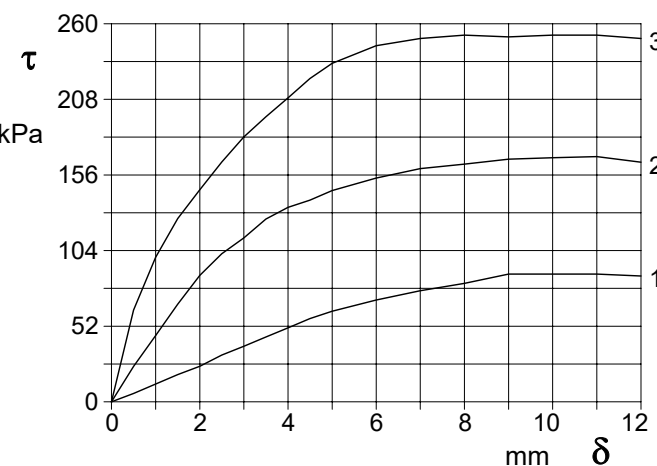


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09688	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 16/09/21	Fine analisi: 24/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)			
SONDAGGIO: S10	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,972
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,065

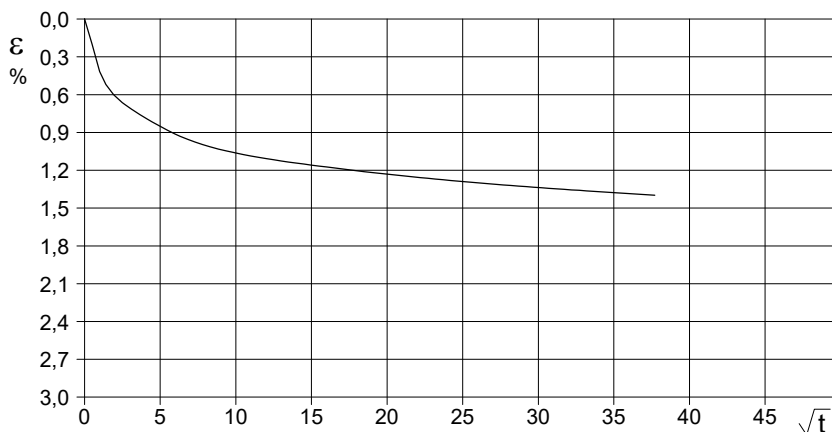


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,968
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	7,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,092

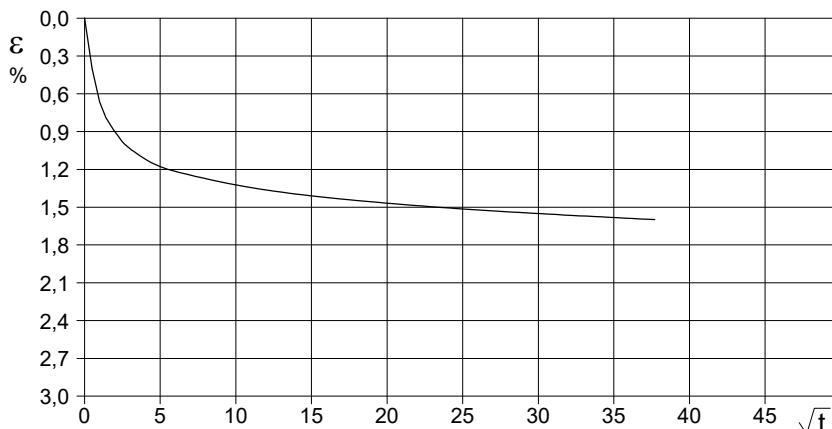
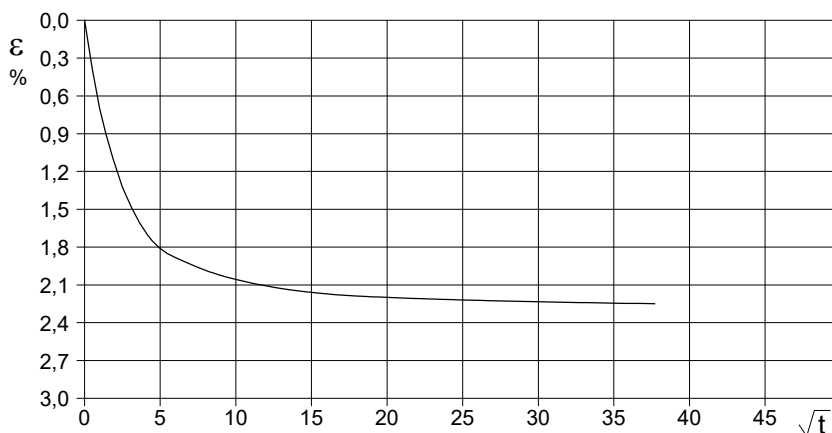


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,955
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,060



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

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)
SONDAGGIO: S10
CAMPIONE: 2
PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

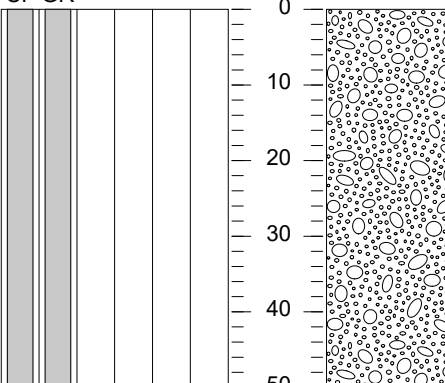
Umidità naturale	11,1	%
Peso di volume	19,0	kN/m ³
Peso di volume secco	17,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,6	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,566	
Porosità	36,2	%
Grado di saturazione	53,6	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	53,2	%
Sabbia	42,9	%
Limo	2,5	%
Argilla	1,4	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Ghiaia in matrice sabbiosa.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)			
SONDAGGIO: S10	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09690	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)
SONDAGGIO: S10 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,0 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09691	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 22/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)
SONDAGGIO: S10 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,7 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,6 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

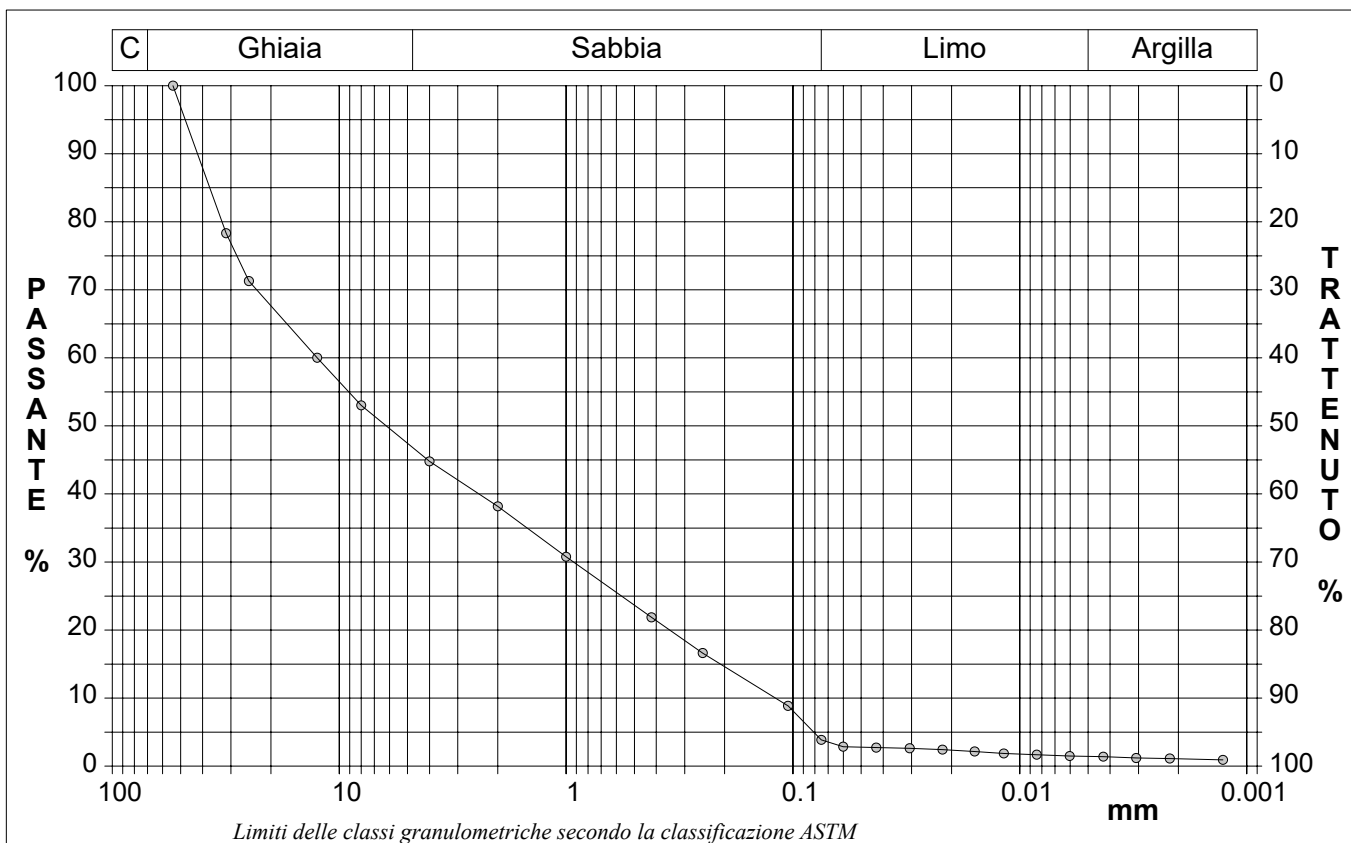
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09692	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SELLERO (BS)
SONDAGGIO: S10 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	53,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	38,2 %	D10	0,11906 mm	
Sabbia	42,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	21,9 %	D30	0,92623 mm	
Limo	2,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	3,9 %	D50	6,20527 mm	
Argilla	1,4 %			D60	12,48725 mm	
Coefficiente di uniformità		104,88	Coefficiente di curvatura	0,58	D90	42,10936 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
54,0000	100,00	4,0000	44,78	0,1050	8,88	0,0219	2,45	0,0043	1,40
31,5000	78,33	2,0000	38,18	0,0750	3,88	0,0158	2,16	0,0031	1,21
25,0000	71,29	1,0000	30,79	0,0600	2,87	0,0118	1,88	0,0022	1,12
12,5000	60,02	0,4200	21,87	0,0429	2,73	0,0084	1,69	0,0013	0,93
8,0000	53,02	0,2500	16,63	0,0306	2,63	0,0060	1,50		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)

SONDAGGIO: S11

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	6,5	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	17,4	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,8	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,529	
Porosità	34,6	%
Grado di saturazione	33,3	%

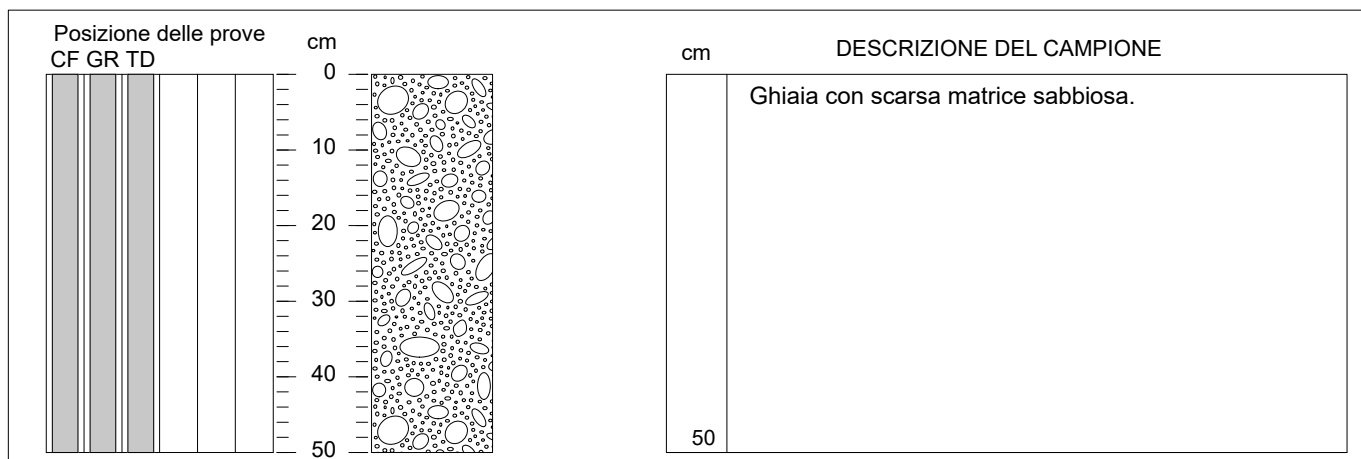
ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	61,1	%
Sabbia	37,8	%
Limo	0,8	%
Argilla	0,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,7	kPa
Angolo di attrito interno:	38,7	°

FOTOGRAFIA



CERTIFICATO DI PROVA N°: 09693	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 17/09/21	Fine analisi: 18/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 6,5 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09694	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 17/09/21	Fine analisi: 17/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09695	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 17/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,5 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,5 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,3 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

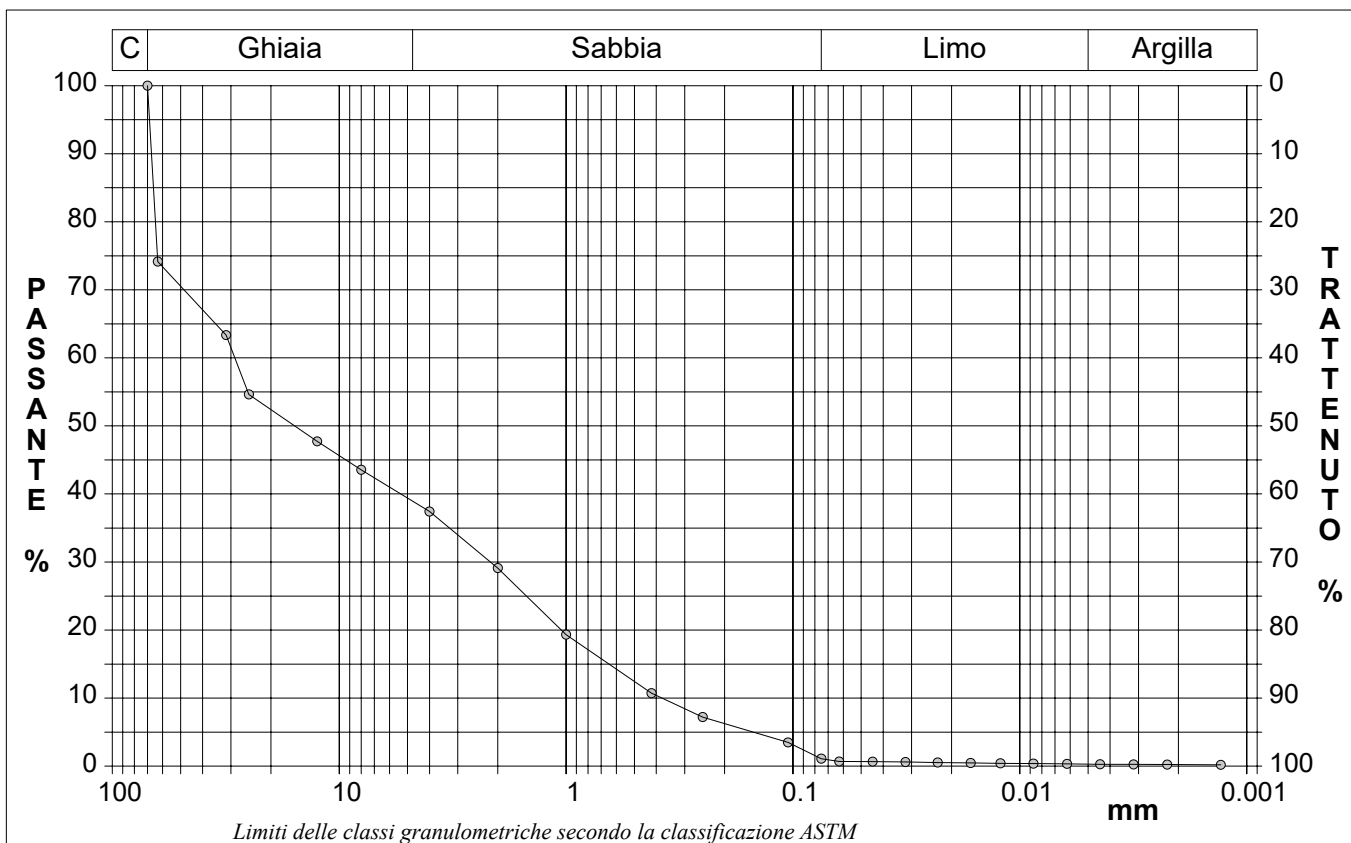
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09696	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 17/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 17/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	61,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	29,1 %	D10	0,37698 mm
Sabbia	37,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	10,7 %	D30	2,15434 mm
Limo	0,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	1,1 %	D50	15,69274 mm
Argilla	0,3 %			D60	28,82814 mm
				D90	67,20416 mm
Coefficiente di uniformità		76,47	Coefficiente di curvatura		0,43



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
70,0000	100,00	8,0000	43,55	0,2500	7,22	0,0319	0,62	0,0062	0,34
63,0000	74,15	4,0000	37,42	0,1050	3,49	0,0230	0,53	0,0044	0,29
31,5000	63,34	2,0000	29,11	0,0750	1,11	0,0165	0,48	0,0032	0,26
25,0000	54,63	1,0000	19,33	0,0626	0,70	0,0122	0,43	0,0022	0,23
12,5000	47,74	0,4200	10,73	0,0445	0,67	0,0087	0,37	0,0013	0,21

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09697	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
Apertura campione: 17/09/21	Fine analisi: 23/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)		
SONDAGGIO: S11	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	93	161	253
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	11,00	11,00	12,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,85	0,41	0,84
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,7 kPa
 Angolo di attrito interno: 38,7 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,058 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

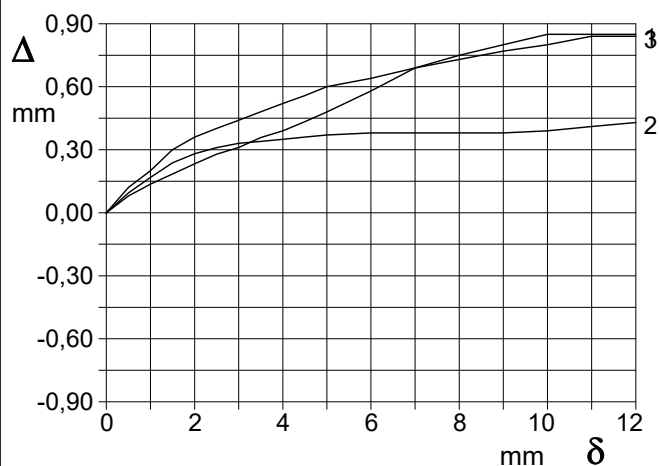
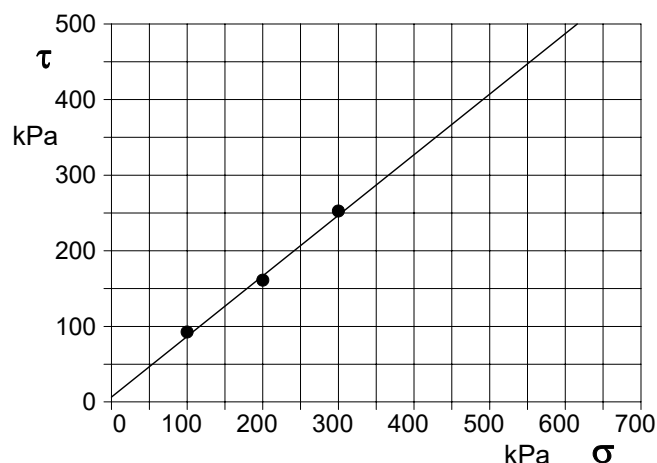


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

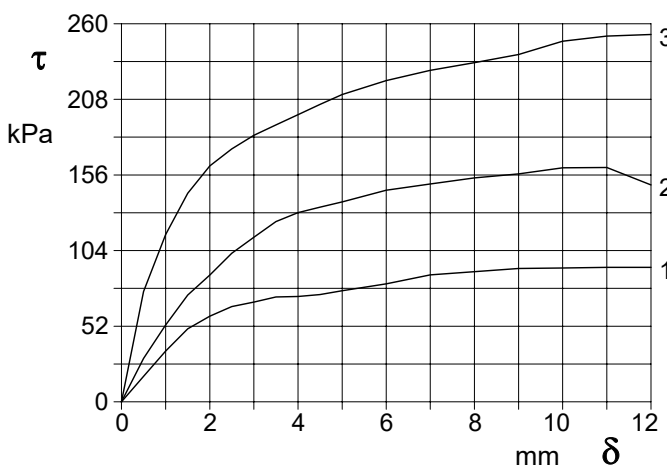


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09697	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 17/09/21	Fine analisi: 23/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,984
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,068

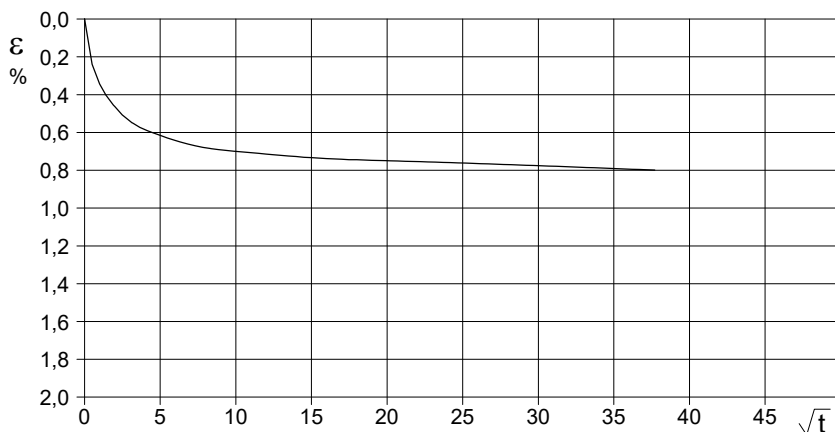


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,983
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,053

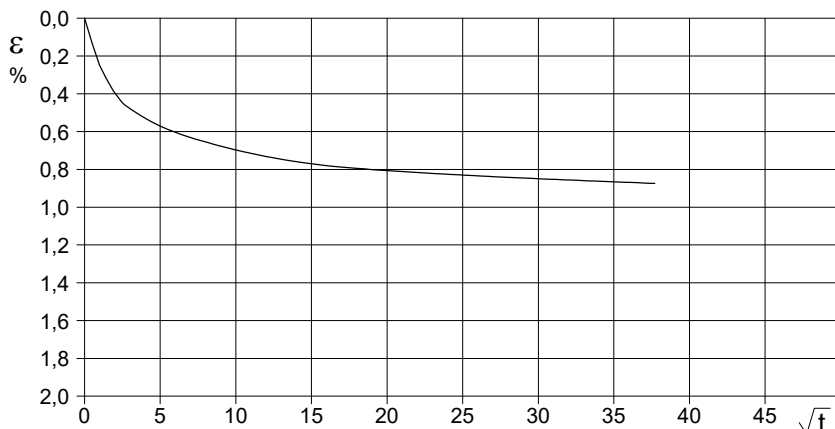
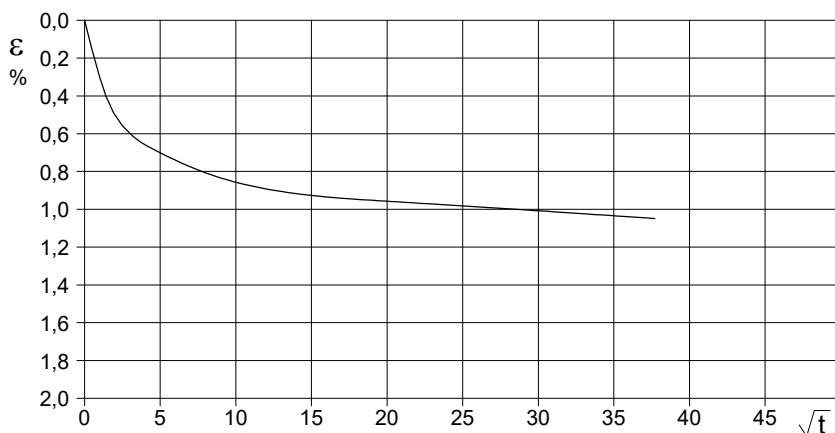


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,979
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,053



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

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)				
SONDAGGIO: S11		CAMPIONE: 2		PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

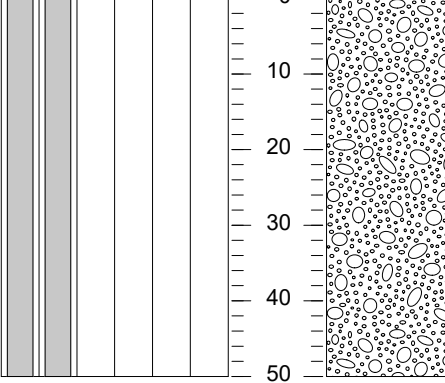
Umidità naturale	9,5	%
Peso di volume	19,1	kN/m ³
Peso di volume secco	17,4	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,9	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,541	
Porosità	35,1	%
Grado di saturazione	48,0	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	46,8	%
Sabbia	51,0	%
Limo	1,6	%
Argilla	0,6	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0	Sabbia con ghiaia.
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09698	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 21/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9,5 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09699	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,1 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09700	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 22/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

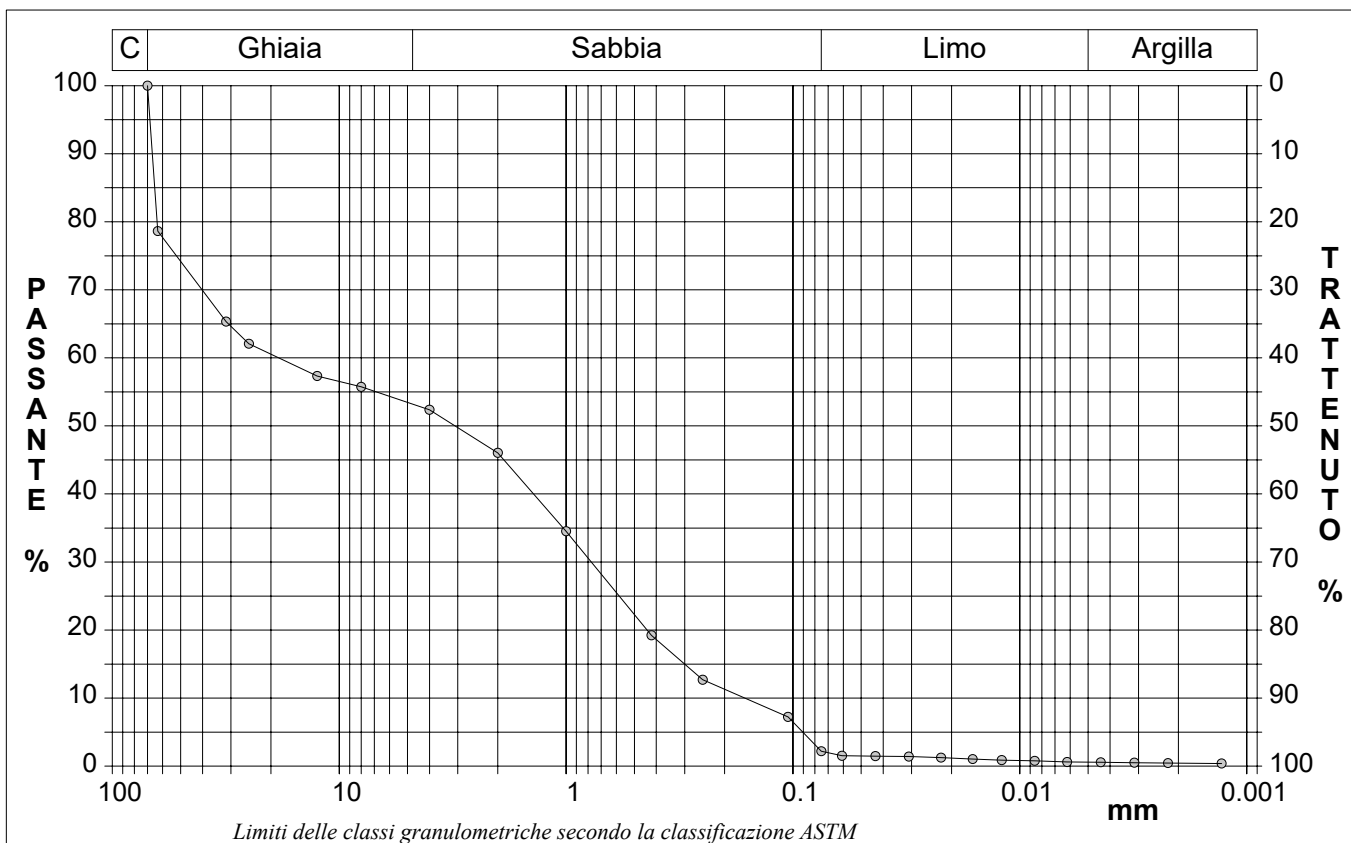
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09701	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: FORNO ALLIONE (BS)
SONDAGGIO: S11 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	46,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	46,0 %	D10	0,16255 mm	
Sabbia	51,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	19,2 %	D30	0,77376 mm	
Limo	1,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	2,2 %	D50	3,08346 mm	
Argilla	0,6 %			D60	18,45801 mm	
Coefficiente di uniformità		113,55	Coefficiente di curvatura	0,20	D90	66,62993 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
70,0000	100,00	8,0000	55,74	0,2500	12,71	0,0308	1,43	0,0062	0,62
63,0000	78,65	4,0000	52,38	0,1050	7,25	0,0222	1,27	0,0044	0,57
31,5000	65,34	2,0000	46,04	0,0750	2,19	0,0161	1,05	0,0031	0,52
25,0000	62,07	1,0000	34,52	0,0608	1,53	0,0120	0,89	0,0022	0,46
12,5000	57,34	0,4200	19,23	0,0433	1,48	0,0086	0,78	0,0013	0,41

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: SONICO (BS)

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15,2	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,1	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,674	
Porosità	40,3	%
Grado di saturazione	62,2	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	39,0	%
Sabbia	48,1	%
Limo	9,8	%
Argilla	3,1	%

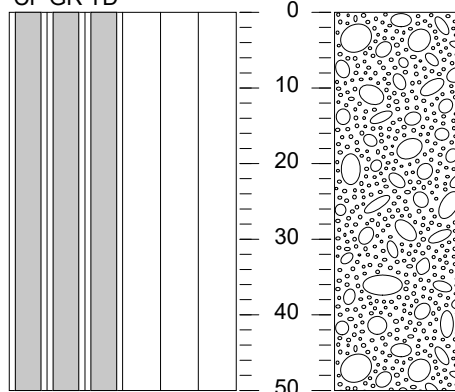
TAGLIO DIRETTO

Coesione:	5,1	kPa
Angolo di attrito interno:	37,5	°

FOTOGRAFIA


 Posizione delle prove
 CF GR TD

cm



cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia debolmente limosa con poca ghiaia.

50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09702	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 21/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15,2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SONICO (BS)			
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³

DIRETTORE TECNICO
dott. Enrico Fornasiero ingegnere-N°1712 Padova

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09704	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 22/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,0 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **27,0 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

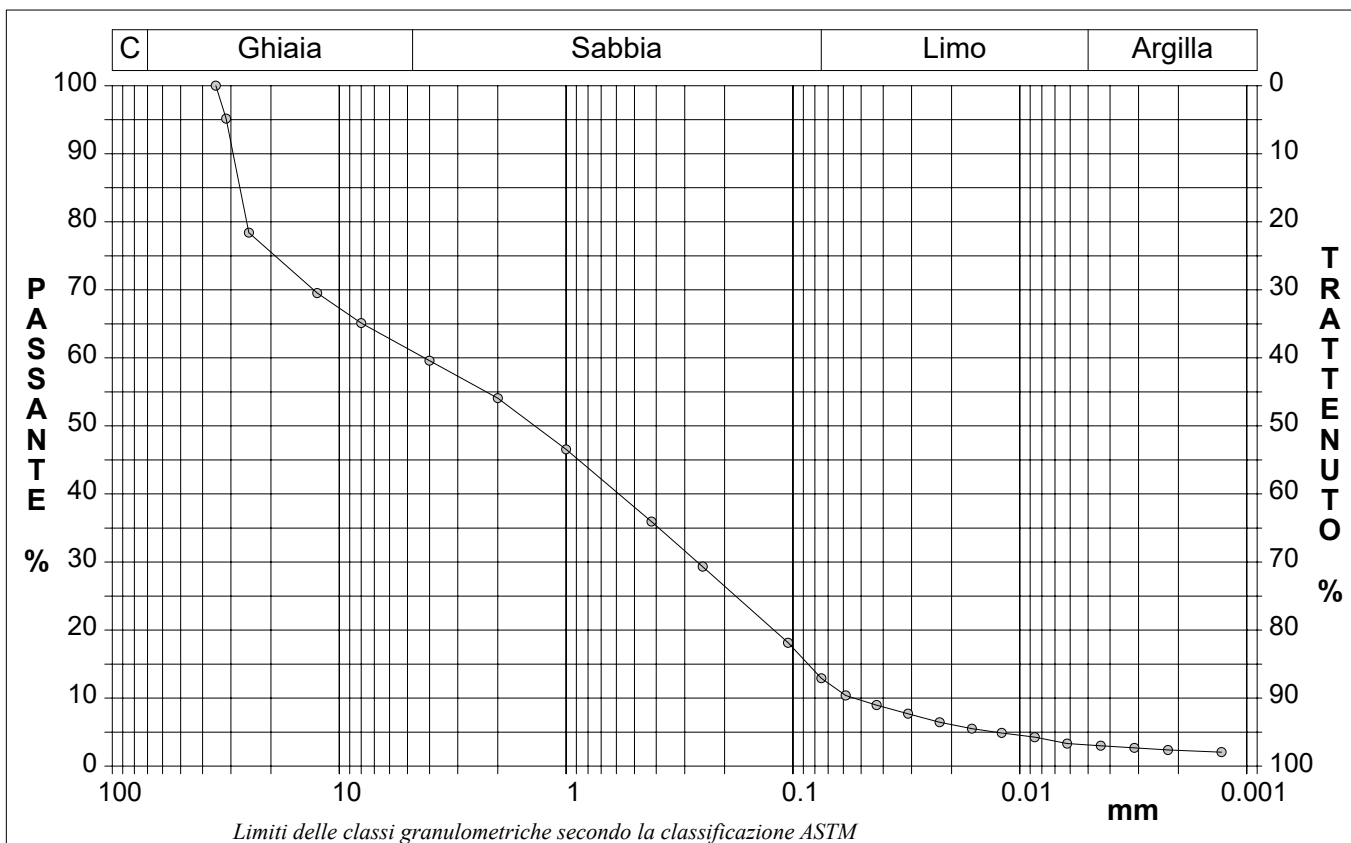
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09705	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	39,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	54,1 %	D10	0,05372 mm	
Sabbia	48,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	35,9 %	D30	0,26340 mm	
Limo	9,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	12,9 %	D50	1,37373 mm	
Argilla	3,1 %			D60	4,20843 mm	
Coefficiente di uniformità		78,34	Coefficiente di curvatura	0,31	D90	29,33543 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
35,0000	100,00	4,0000	59,60	0,1050	18,14	0,0226	6,46	0,0044	3,01
31,5000	95,16	2,0000	54,08	0,0750	12,92	0,0163	5,52	0,0031	2,69
25,0000	78,41	1,0000	46,55	0,0586	10,39	0,0120	4,89	0,0022	2,38
12,5000	69,53	0,4200	35,94	0,0428	8,98	0,0086	4,26	0,0013	2,07
8,0000	65,11	0,2500	29,34	0,0311	7,72	0,0062	3,32		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09706	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 22/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 27/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SONICO (BS)			
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	84	156	238
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	10,00	12,00	11,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,58	0,72	0,70
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 5,1 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,5 °

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

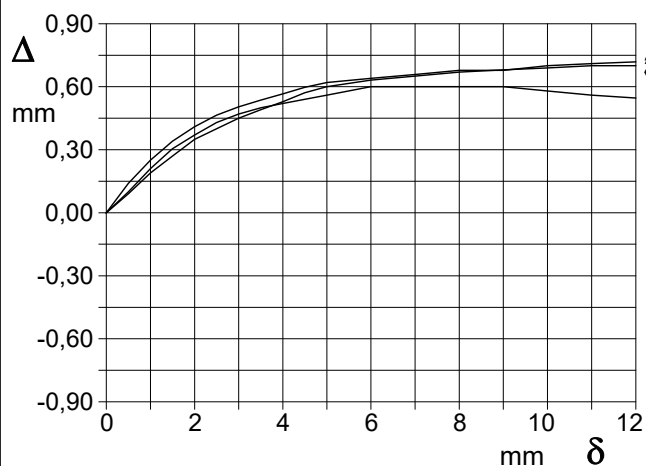
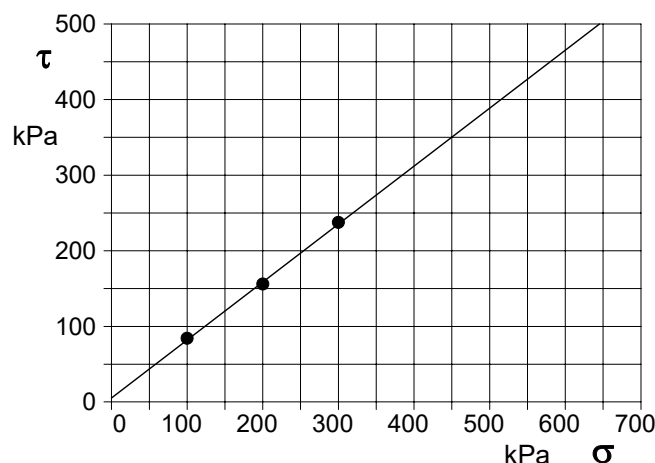


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

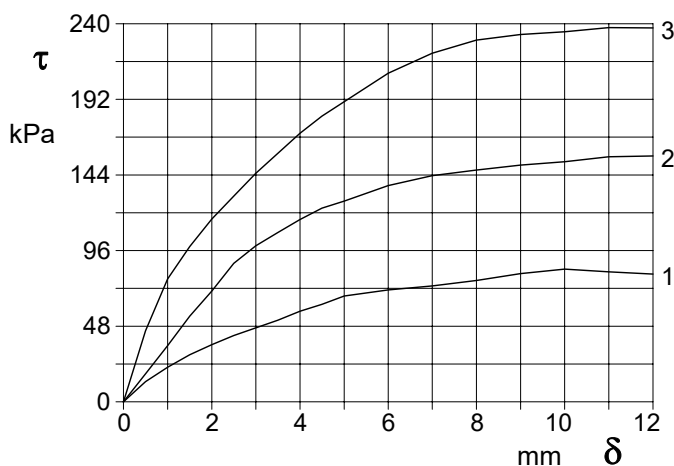


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09706	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/10/21	Inizio analisi: 22/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 27/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: SONICO (BS)			
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,976
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,052

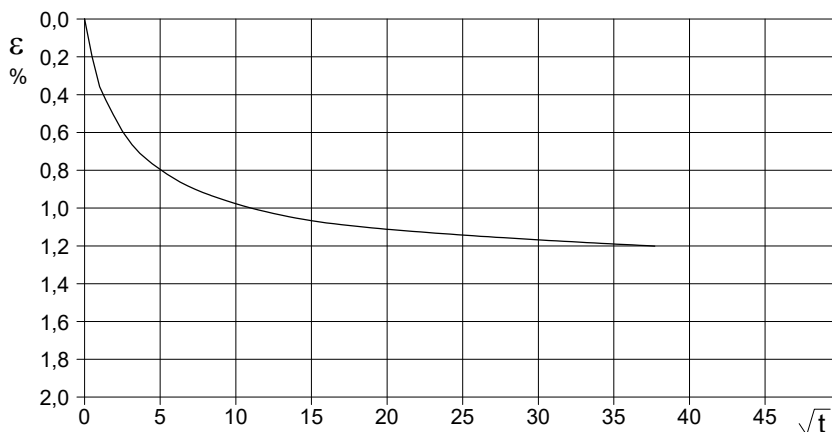


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,977
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,050

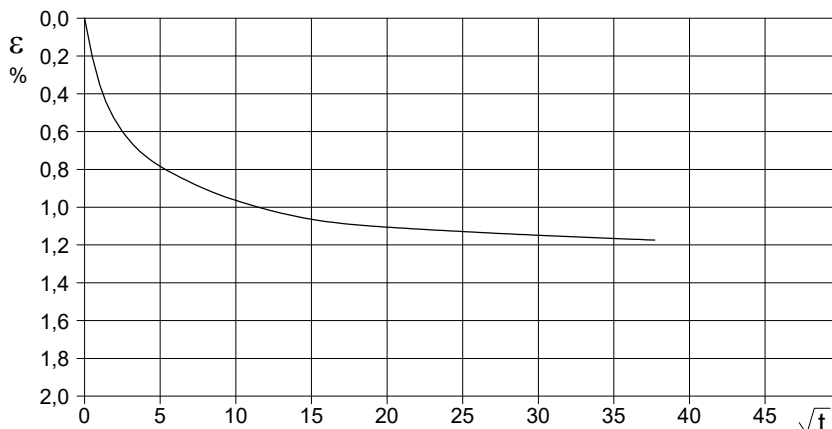
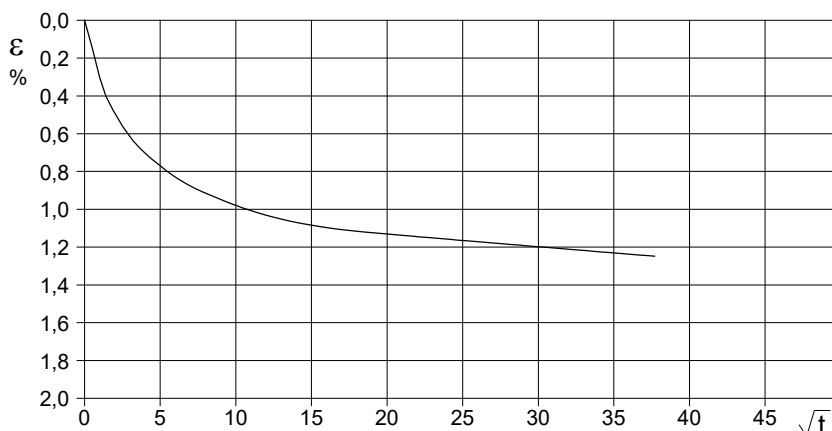


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,975
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	16,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,044



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

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: SONICO (BS)				
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50	

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

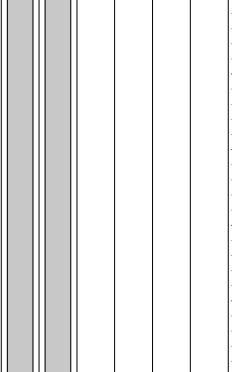
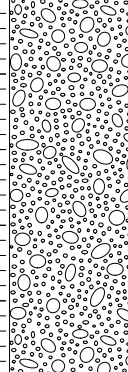
Umidità naturale	11,1	%
Peso di volume	18,5	kN/m ³
Peso di volume secco	16,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,593	
Porosità	37,2	%
Grado di saturazione	50,3	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	66,9	%
Sabbia	26,9	%
Limo	4,7	%
Argilla	1,5	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove		DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
CF	GR	cm	
		0	Ghiaia in scarsa matrice sabbiosa.
		10	
		20	
		30	
		40	
		50	
		50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09744	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 21/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 11,1 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09745	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 20/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 09746	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 22/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,5 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **26,4 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

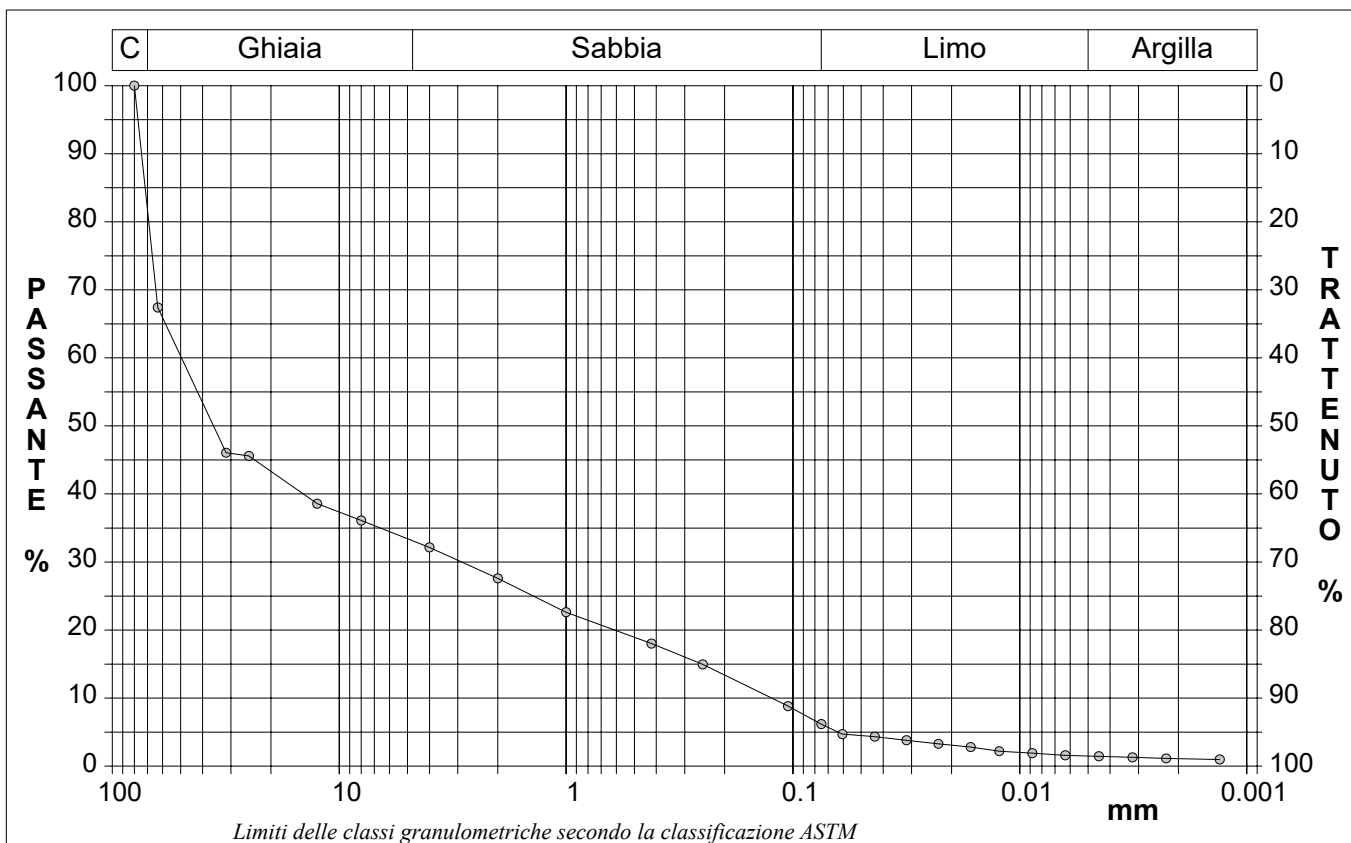
CERTIFICATO DI PROVA N°: 09747	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/10/21	Inizio analisi: 20/09/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 24020116-1 del 01/09/21		Apertura campione: 20/09/21	Fine analisi: 22/09/21

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: SONICO (BS)
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia e ciottoli 66,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm) 27,6 %	D10 0,12401 mm
Sabbia 26,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm) 18,0 %	D30 2,88019 mm
Limo 4,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm) 6,2 %	D50 35,79095 mm
Argilla 1,5 %		D60 49,51814 mm
		D90 74,34438 mm
Coefficiente di uniformità 399,31	Coefficiente di curvatura 1,35	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
80,0000	100,00	8,0000	36,11	0,2500	14,97	0,0316	3,81	0,0063	1,60
63,0000	67,42	4,0000	32,16	0,1050	8,82	0,0228	3,27	0,0045	1,45
31,5000	46,07	2,0000	27,60	0,0750	6,17	0,0165	2,82	0,0032	1,30
25,0000	45,59	1,0000	22,62	0,0605	4,72	0,0123	2,21	0,0023	1,15
12,5000	38,57	0,4200	18,01	0,0436	4,34	0,0088	1,91	0,0013	0,99

Analisi granulometrica per via umida.