

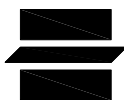
Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile



FERROVIENORD

FNM GROUP



NORD_ING

FNM GROUP

CODICE
COMMESSA

F 3 1

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.
207/10

b

PROGRESSIVO
ELABORATO

0 0 6

CATEGORIA
OPERA

- -

NUMERO
OPERA

- -

REVISIONE

R 0

SCALA

===

LINEA MILANO - VARESE - LAVENO
RADDOPPIO SELETTIVO GEMONIO - CITTIGLIO
Progetto Definitivo

Relazione Geologica
Certificati Laboratorio Terre

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Settembre 2022	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Luca Erba

[Signature]

FERROVIENORD

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

[Signature]

Progettista



NORD_ING
FNM GROUP

REGNERI, D. A.
S.p.A. Settore:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 639
LECCO

Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN643 S1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18,3	%
Peso di volume minimo	16,8	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,6	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,668	
Porosità	40,0	%
Grado di saturazione	75,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	46,4	%
Limite di plasticità	29,7	%
Indice di plasticità	16,7	%
Indice di consistenza	1,68	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro	14,4	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	38,2	%
Sabbia	49,0	%
Limo	6,5	%
Argilla	6,3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	2,058E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	5,3	kPa
Angolo di attrito interno:	22,3	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove					cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	K	TD						
					0				Sabbia anche debolmente limoso-argillosa con ghiaia.
					10				
					20				
					30				
					40				
					50				
								50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11501	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 18,3 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11502	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 29/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,8 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11503	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

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: 27,2 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11504	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	31/08/22
Apertura campione:	29/08/22	Fine analisi:	01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

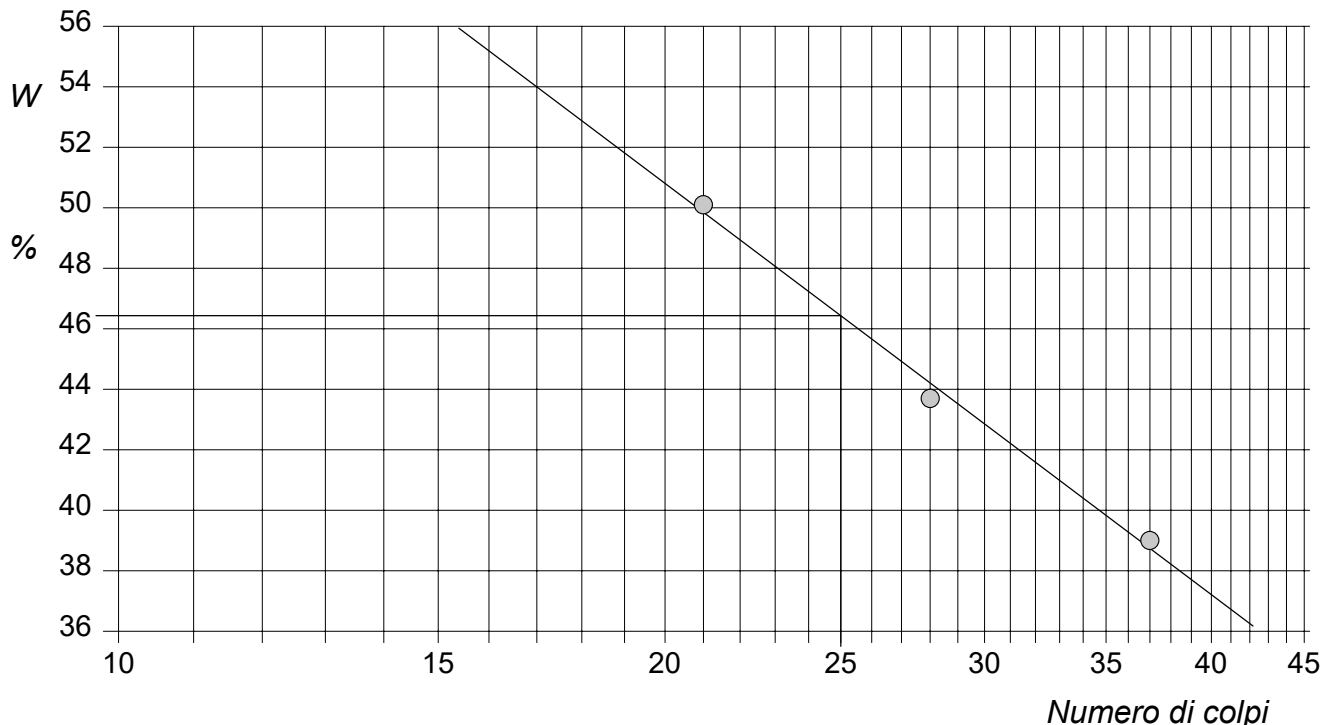
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	46,4 %
Limite di plasticità	29,7 %
Indice di plasticità	16,7 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	21	28	37			Umidità (%)	29,4	29,9
Umidità (%)	50,1	43,7	39,0			Umidità media	29,7	

Determinazione del Limite di liquidità



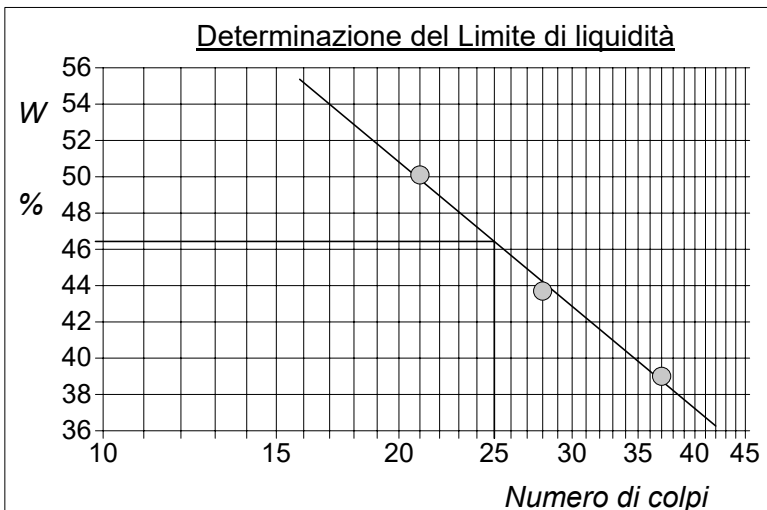
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11504	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN643 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

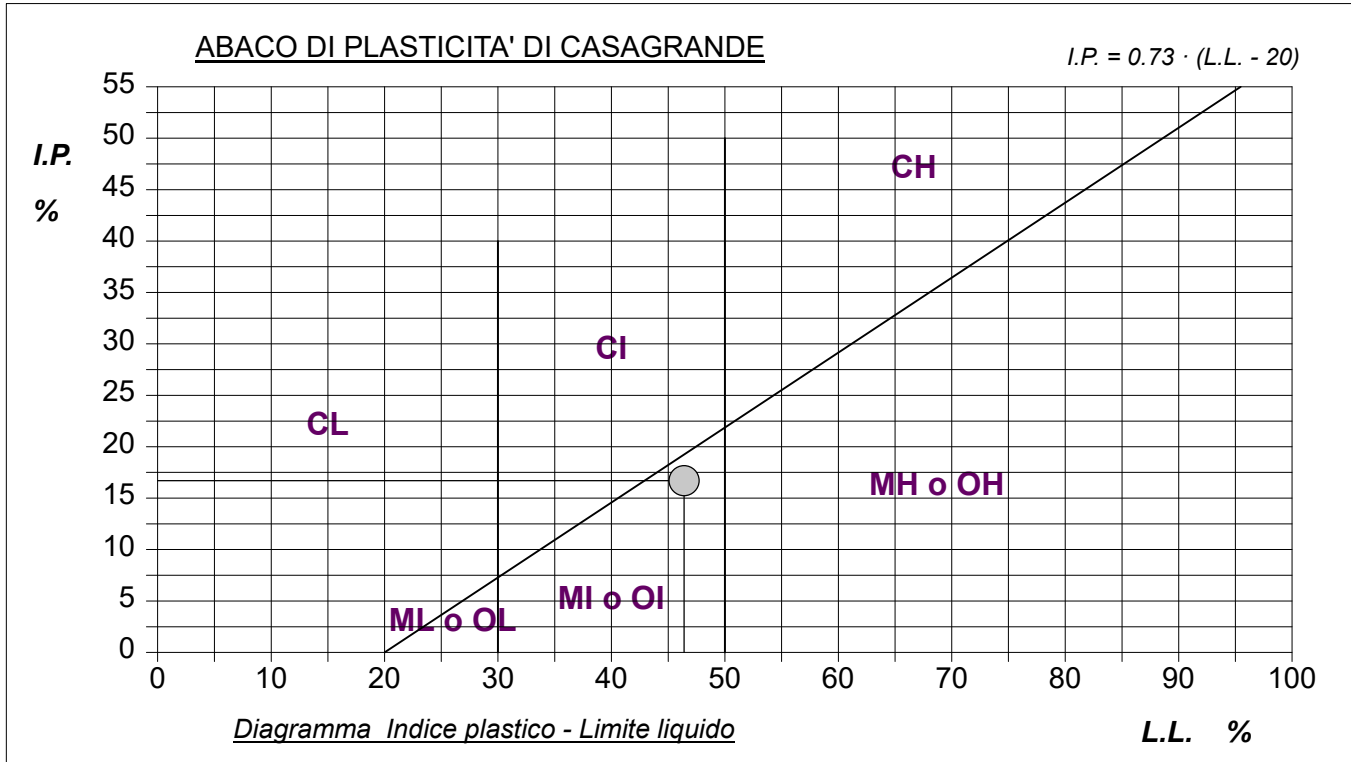
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	46,4	%
Limite di plasticità	29,7	%
Indice di plasticità	16,7	%
Indice di consistenza	1,68	
Passante al set. n° 40	NO	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11505	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

LIMITE DI RITIRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 30 %

Limite di ritiro = 14,4 %

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11506	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

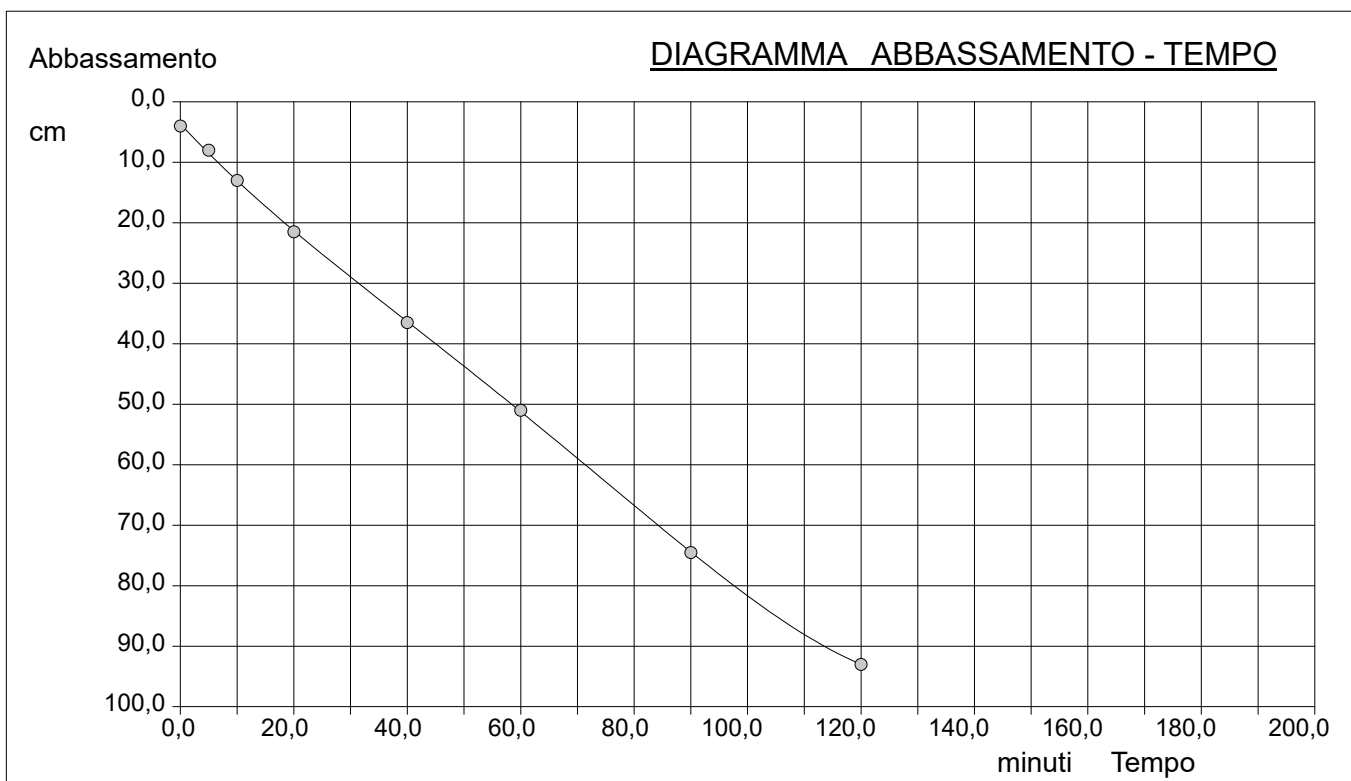
DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	31/08/22
Apertura campione:	29/08/22	Fine analisi:	31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	4,0	4,0	1,04E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	9,0	5,0	1,34E-05
Sezione	45,36	cm²	20,0	17,5	8,5	1,21E-05
Volume	861,93	cm³	40,0	32,5	15,0	1,19E-05
Massa	1716,0	g	60,0	47,0	14,5	1,33E-05
Peso di volume	19,5	kN/m³	90,0	70,5	23,5	1,84E-05
Umidità	20,0	%	120	89,0	18,5	2,06E-05
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	2,06E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

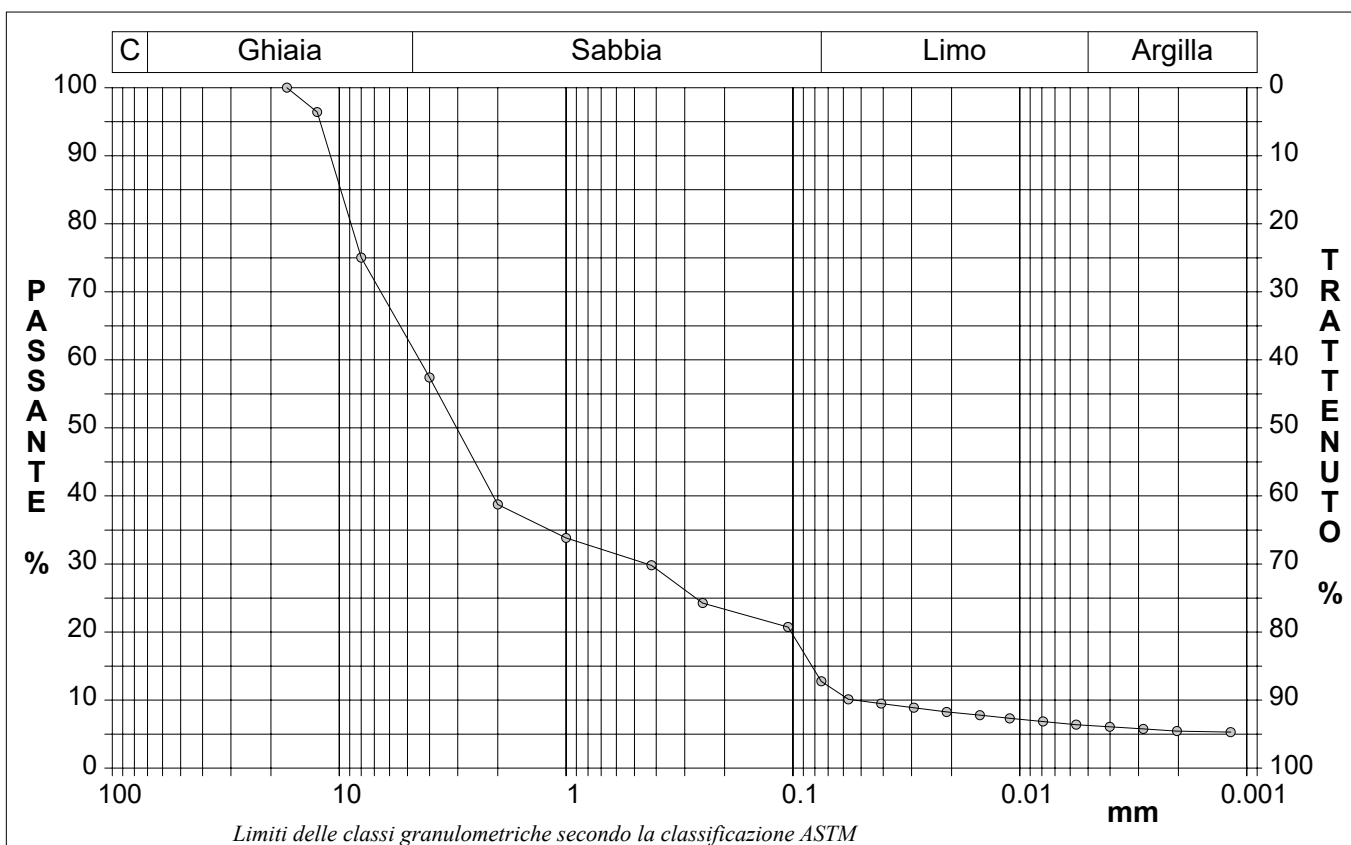
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11507	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN643 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	38,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	38,8 %	D10	0,05339 mm
Sabbia	49,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	29,8 %	D30	0,43651 mm
Limo	6,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	12,8 %	D50	3,03720 mm
Argilla	6,3 %			D60	4,42937 mm
Coefficiente di uniformità	82,97	Coefficiente di curvatura	0,81	D90	10,93217 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
17,0000	100,00	1,0000	33,84	0,0570	10,12	0,0111	7,33	0,0020	5,46
12,5000	96,42	0,4200	29,82	0,0409	9,50	0,0079	6,86	0,0012	5,31
8,0000	75,03	0,2500	24,27	0,0293	8,88	0,0056	6,40		
4,0000	57,41	0,1050	20,75	0,0210	8,26	0,0040	6,09		
2,0000	38,76	0,0750	12,77	0,0150	7,79	0,0029	5,77		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11508	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

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):	46	87	128
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	7,00	4,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,20	0,21	0,25
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 5,3 kPa
 Angolo di attrito interno: 22,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,021 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

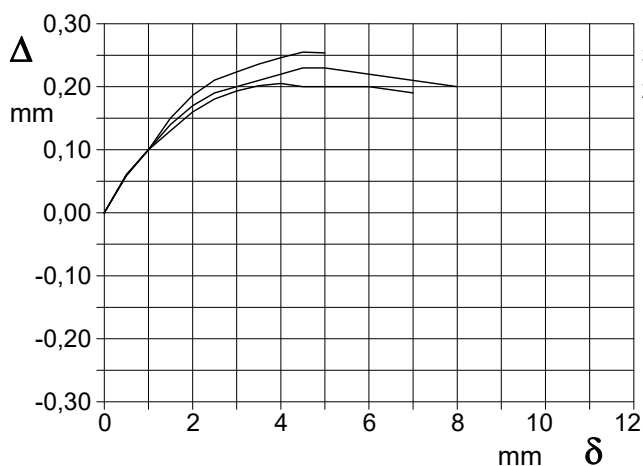
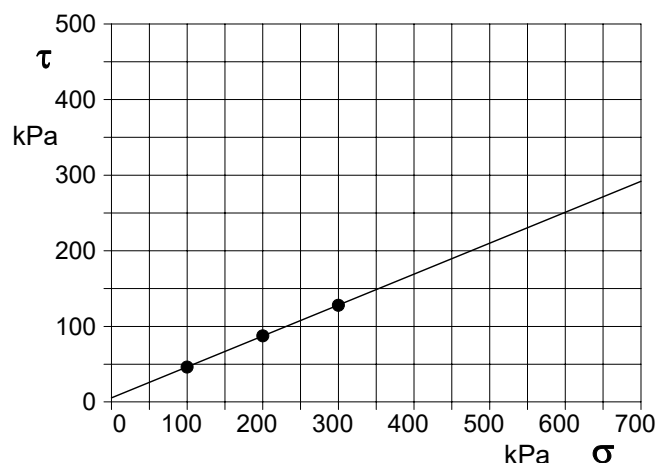


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

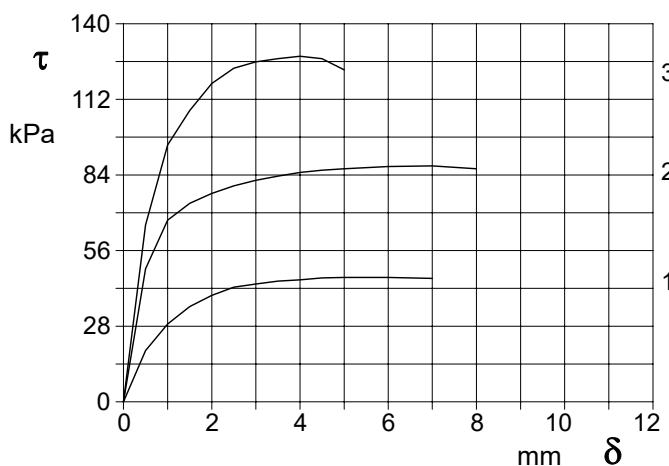


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11508	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 29/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN643 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

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)	1,952
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	17,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,040

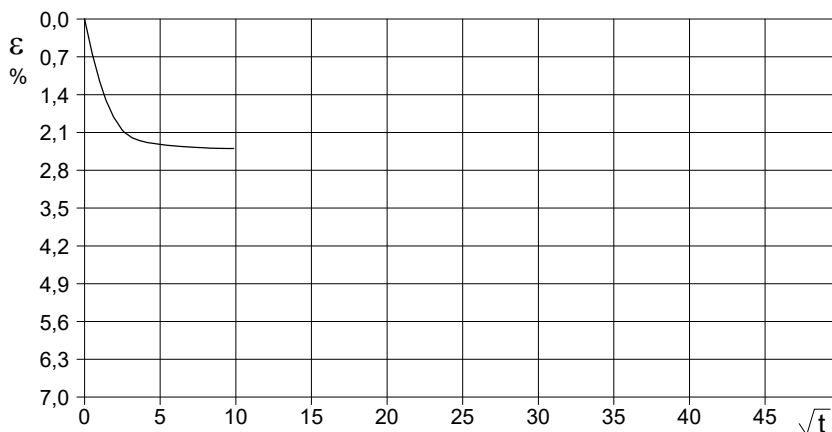


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,914
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	59,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,012

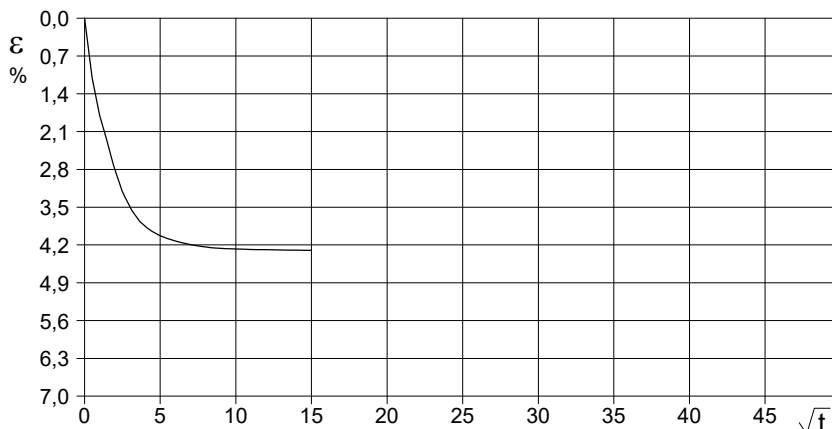
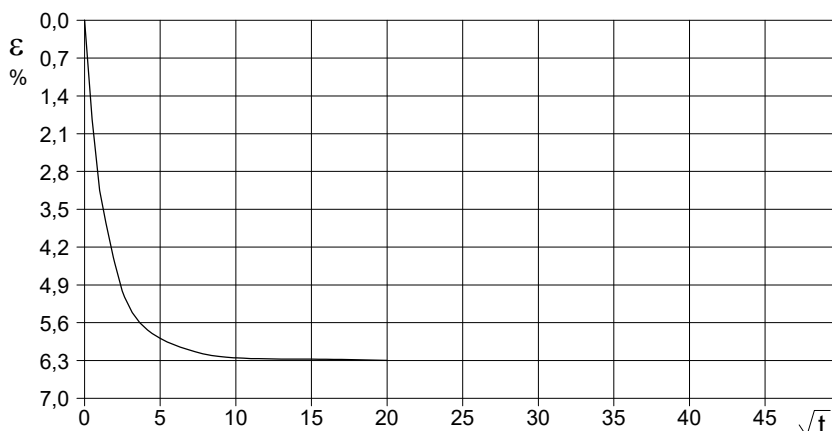


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,874
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	66,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,010



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:	F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.		
SONDAGGIO:	OPN647 S1	CAMPIONE:	1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14,8	%
Peso di volume minimo	15,8	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,4	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,705	
Porosità	41,4	%
Grado di saturazione	57,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

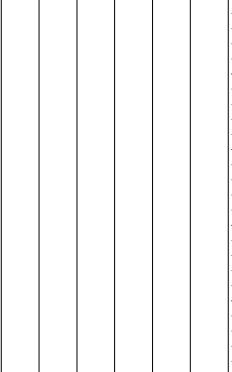
Limite di liquidità	45,2	%
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità		
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	NO	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	15,0	%
Sabbia	70,3	%
Limo	9,3	%
Argilla	5,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	3,041E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Sabbia a tratti anche debolmente limosa con poca ghiaia.
	10				
	20				
	30				
	40				
	50				
				50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11509	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

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°: 11510	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 15,8 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,4 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11511	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

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: 29,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11512	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	01/09/22
Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

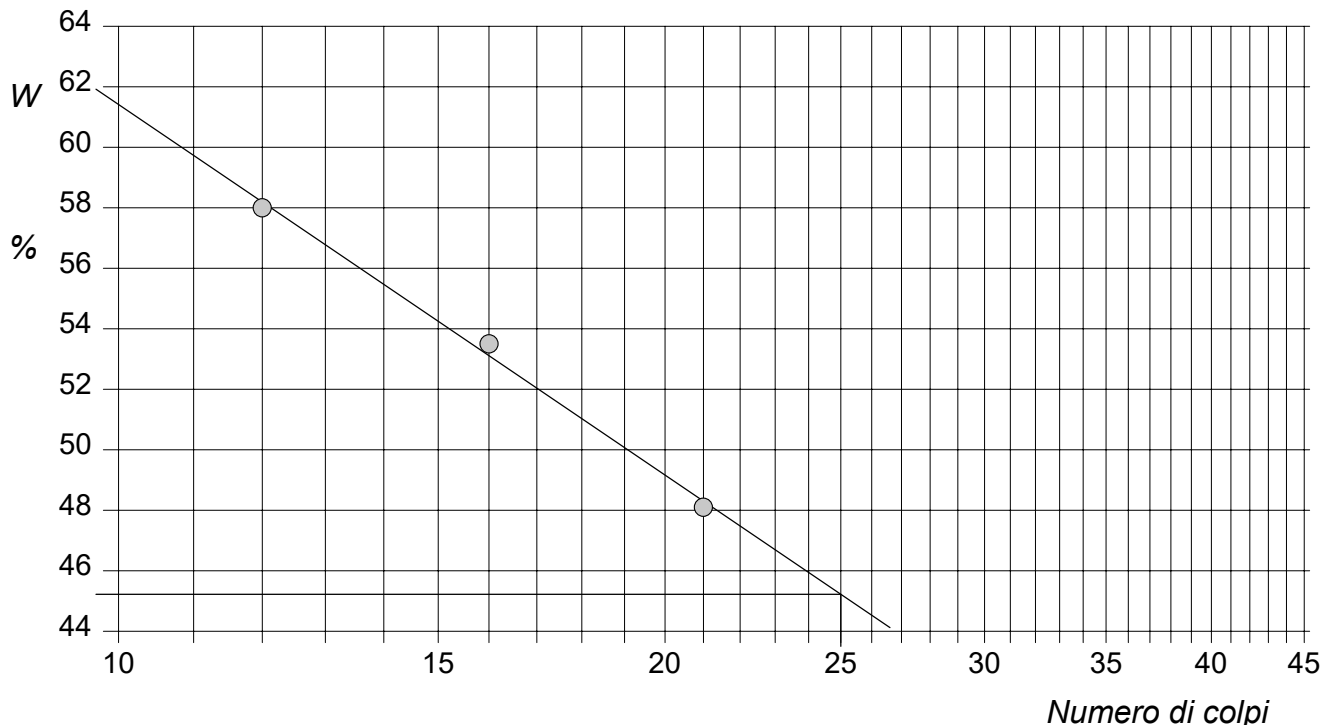
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	45,2 %
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	12	16	21			Umidità (%)		
Umidità (%)	58,0	53,5	48,1			Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Limite plastico non eseguibile.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11513	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	01/09/22
Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

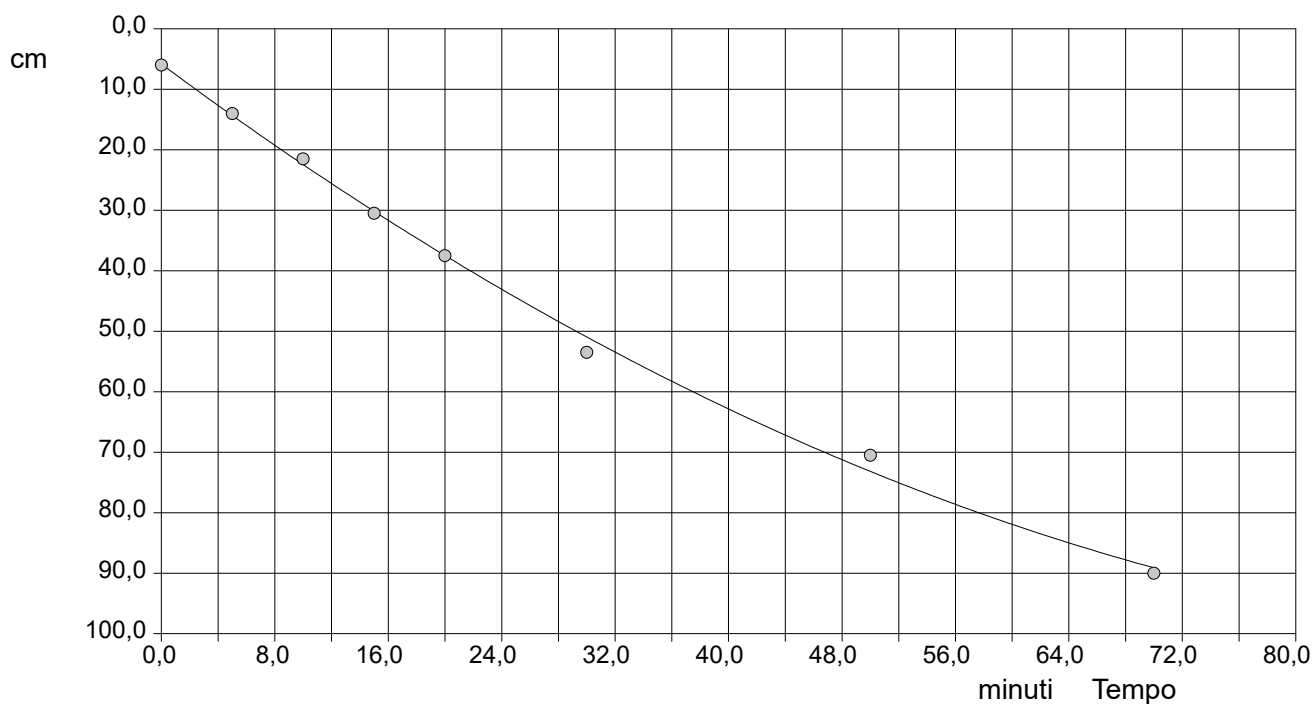
PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	8,0	8,0	2,14E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	15,5	7,5	2,14E-05
Sezione	45,36	cm ²	15,0	24,5	9,0	2,76E-05
Volume	861,93	cm ³	20,0	31,5	7,0	2,32E-05
Massa	1686,0	g	30,0	47,5	16,0	3,01E-05
Peso di volume	19,2	kN/m ³	50,0	64,5	17,0	1,97E-05
Umidità	18,0	%	70,0	84,0	19,5	3,04E-05
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	3,04E-05	cm/sec				

Abbassamento

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

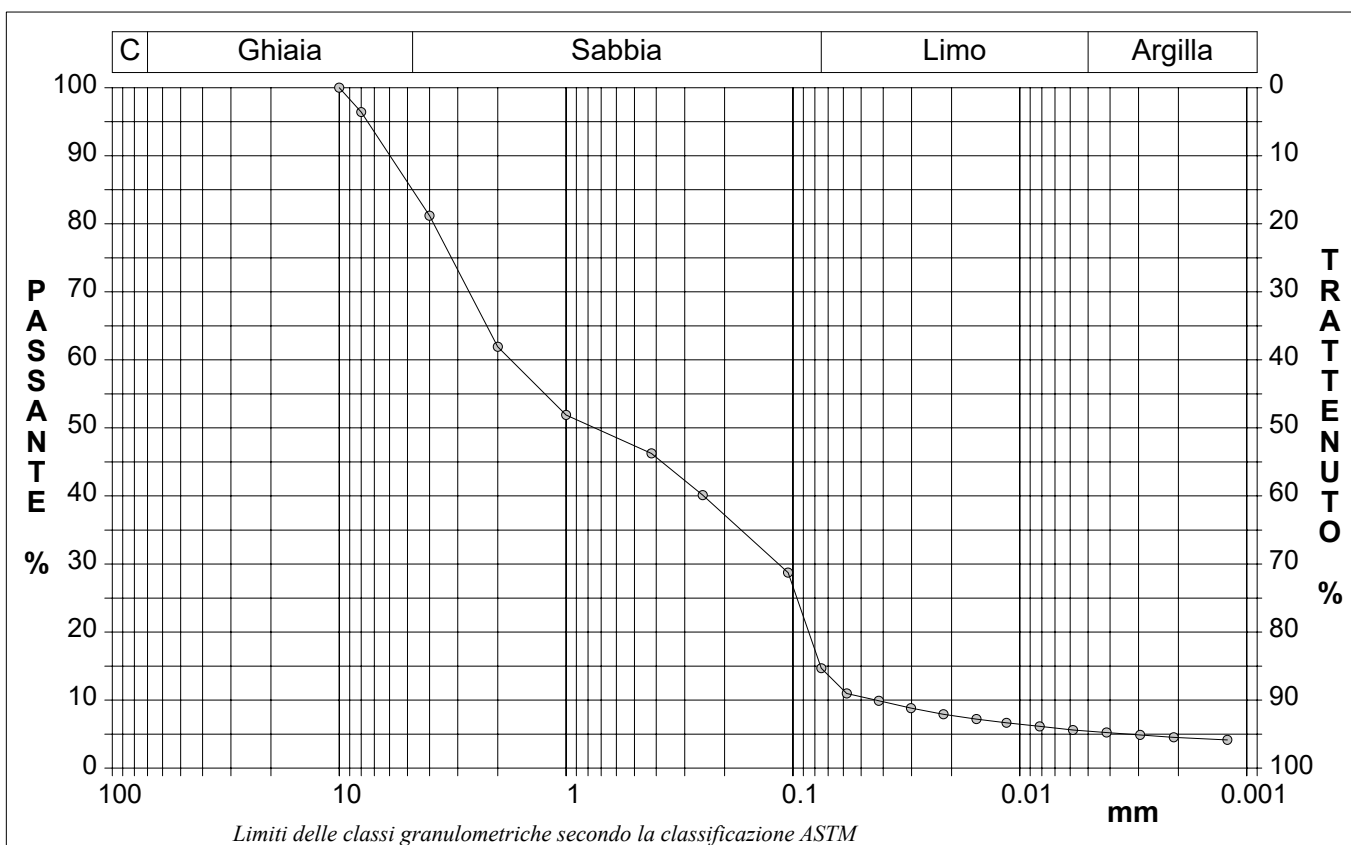
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11514	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	15,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	61,9 %	D10	0,04309 mm
Sabbia	70,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	46,3 %	D30	0,11556 mm
Limo	9,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	14,7 %	D50	0,74681 mm
Argilla	5,4 %			D60	1,75026 mm
				D90	5,97379 mm
Coefficiente di uniformità		40,62	Coefficiente di curvatura		0,18



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
10,0000	100,00	0,4200	46,26	0,0418	9,90	0,0082	6,14	0,0012	4,17
8,0000	96,42	0,2500	40,13	0,0302	8,83	0,0058	5,60		
4,0000	81,18	0,1050	28,74	0,0217	7,93	0,0041	5,25		
2,0000	61,93	0,0750	14,70	0,0155	7,22	0,0029	4,89		
1,0000	51,90	0,0579	10,98	0,0115	6,68	0,0021	4,53		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	22,8	%
Peso di volume minimo	15,8	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,4	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,776	
Porosità	43,7	%
Grado di saturazione	80,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	13,0	%
Sabbia	75,9	%
Limo	7,8	%
Argilla	3,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,8	kPa
Angolo di attrito interno:	27,3	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia localmente anche debolmente limosa con poca ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11515	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 2	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 = 22,8 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11516	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 15,8 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,4 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11517	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 2	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: 28,2 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11518	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

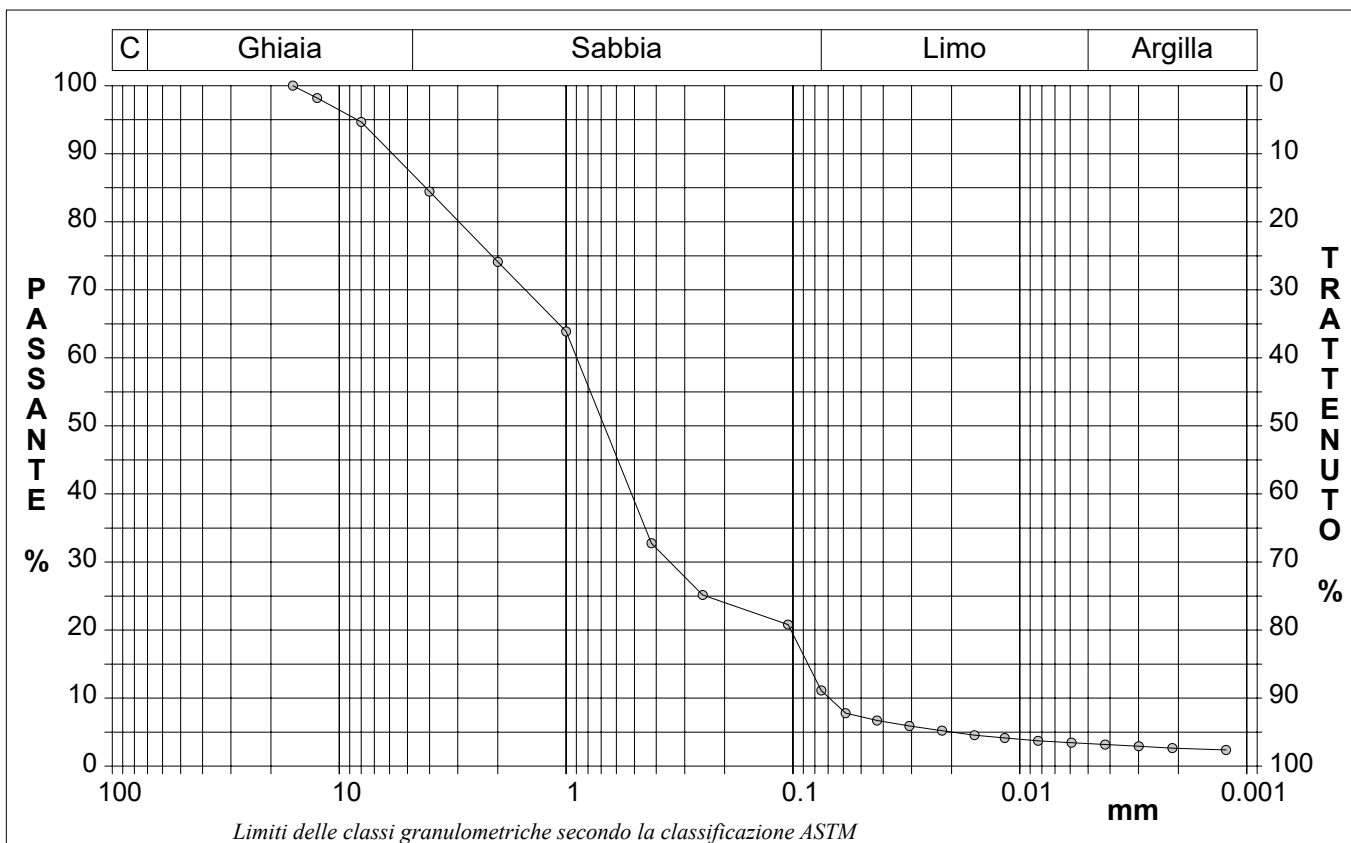
DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	30/08/22
Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.				
SONDAGGIO: OPN647 S1		CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	13,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	74,1 %	D10	0,06902 mm
Sabbia	75,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	32,8 %	D30	0,34803 mm
Limo	7,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	11,1 %	D50	0,67914 mm
Argilla	3,3 %			D60	0,89742 mm
				D90	5,83188 mm
Coefficiente di uniformità		13,00	Coefficiente di curvatura		1,96



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
16,0000	100,00	1,0000	63,88	0,0586	7,80	0,0117	4,14	0,0021	2,65
12,5000	98,17	0,4200	32,76	0,0426	6,71	0,0083	3,73	0,0012	2,38
8,0000	94,66	0,2500	25,15	0,0307	5,90	0,0059	3,46		
4,0000	84,44	0,1050	20,80	0,0220	5,22	0,0042	3,19		
2,0000	74,11	0,0750	11,12	0,0158	4,55	0,0030	2,92		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11519	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 2	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):	62	106	166
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,00	4,50	5,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,44	0,22	0,20
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,8 kPa
 Angolo di attrito interno: 27,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,017 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

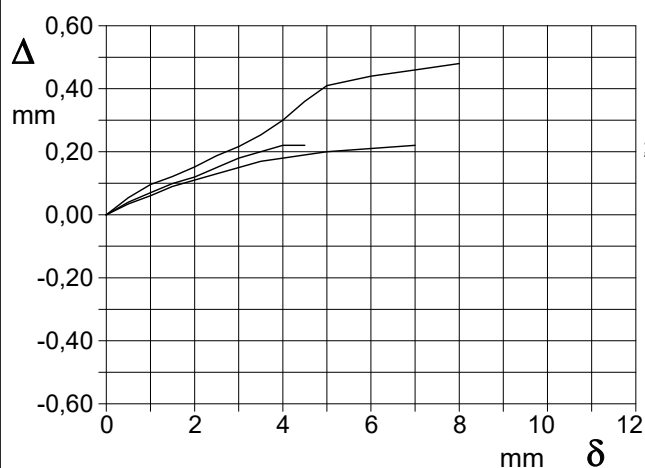
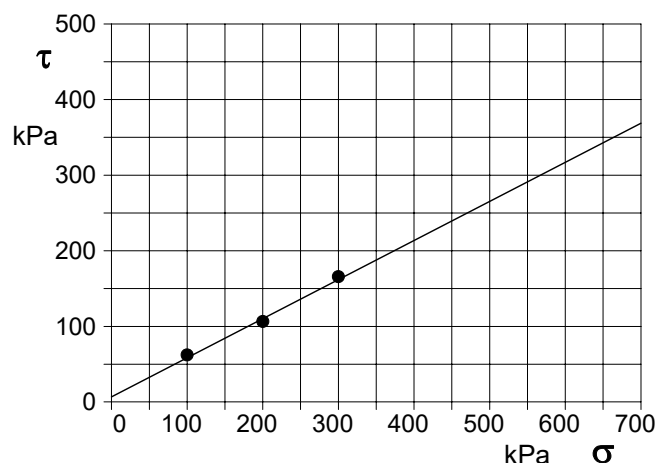


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

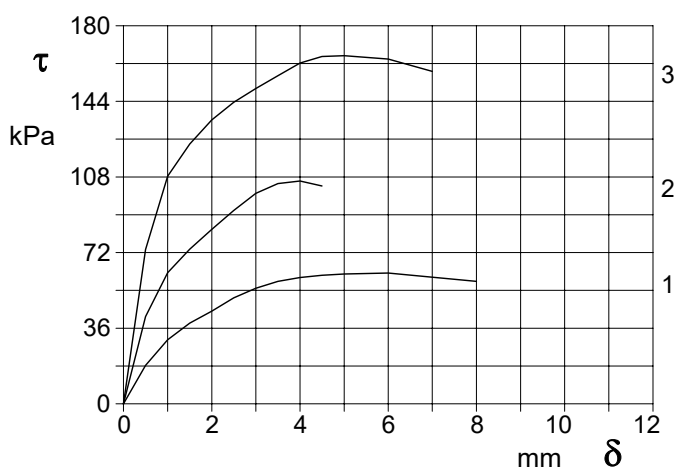


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11519	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 2	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)	1,925
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	46,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,015

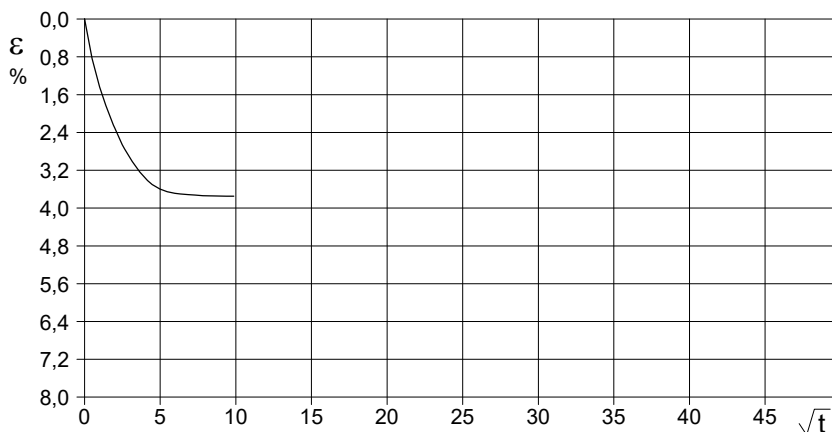


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,895
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	49,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,014

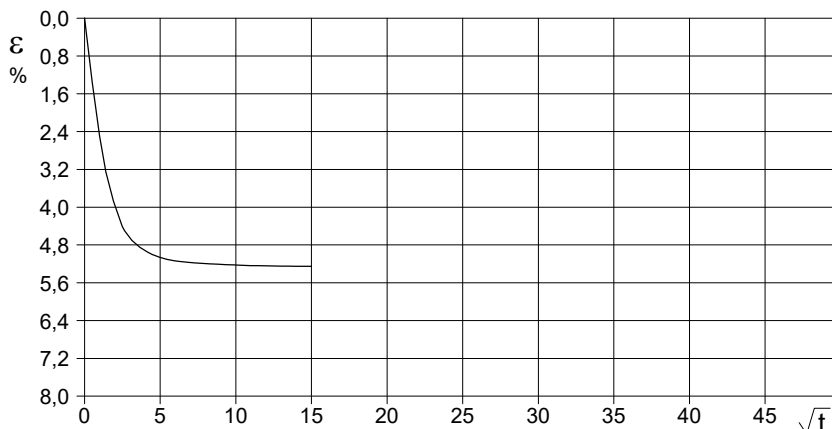
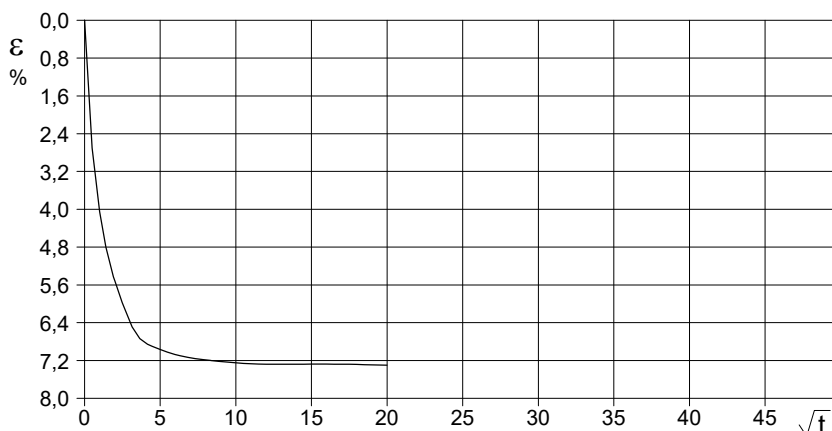


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,854
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	33,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,021



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,7	%
Peso di volume minimo	16,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,765	
Porosità	43,3	%
Grado di saturazione	78,2	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	45,9	%
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità		
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	SI	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	16,4	%
Sabbia	59,2	%
Limo	15,9	%
Argilla	8,5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	1,877E-06	cm/sec
----------------	-----------	--------

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11520	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,7 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11521	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,1 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11522	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4,50 - 5,00

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: 28,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11523	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	01/09/22
Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4,50 - 5,00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

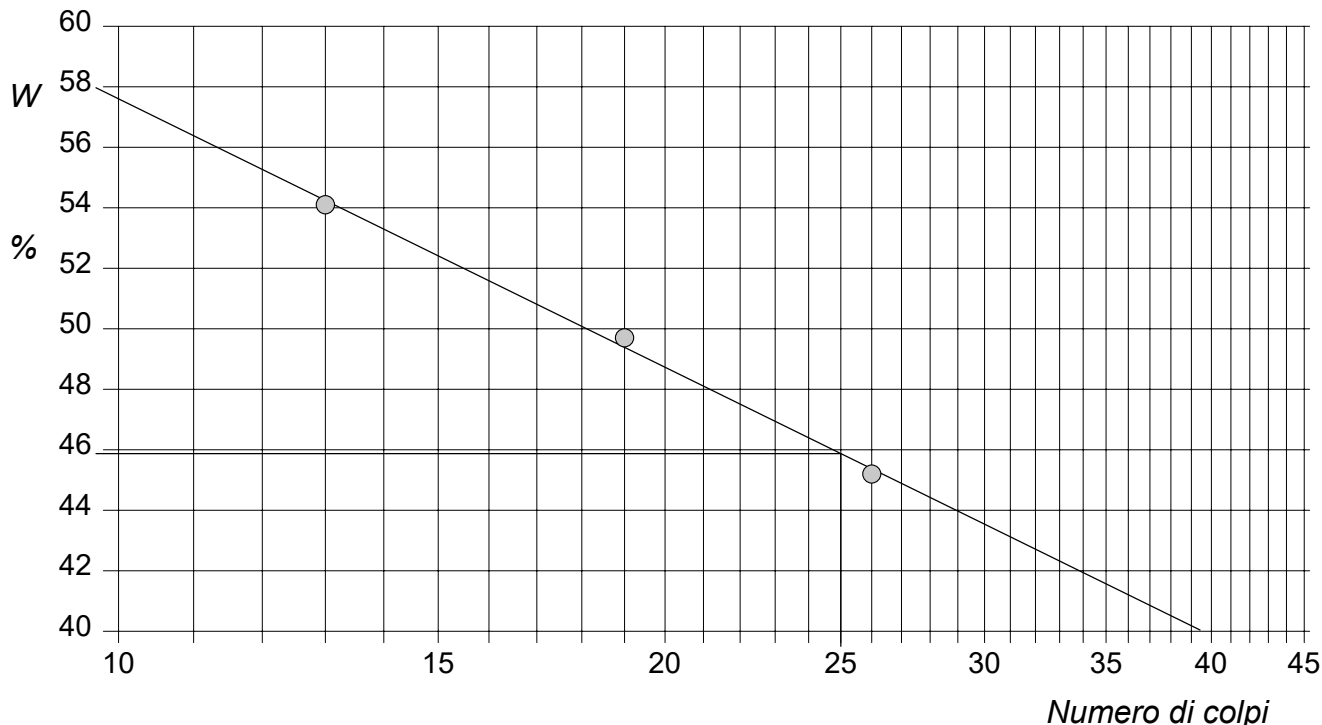
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	45,9 %
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	13	19	26			Umidità (%)		
Umidità (%)	54,1	49,7	45,2			Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Limite plastico non eseguibile.

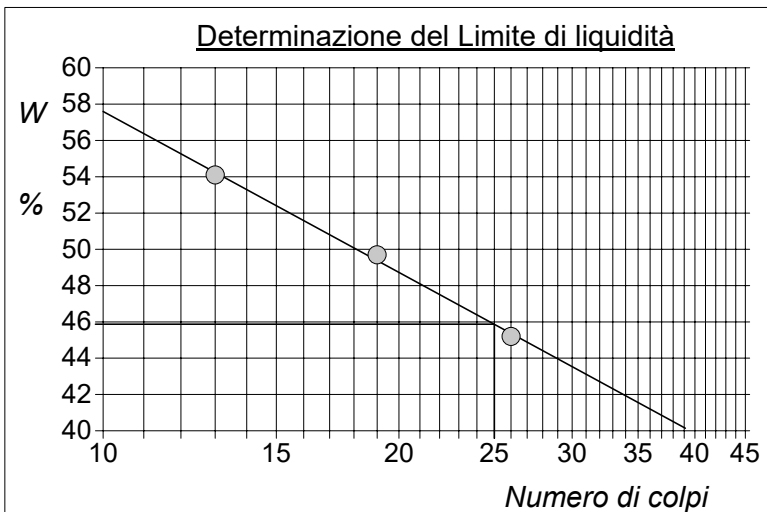
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11523	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4,50 - 5,00

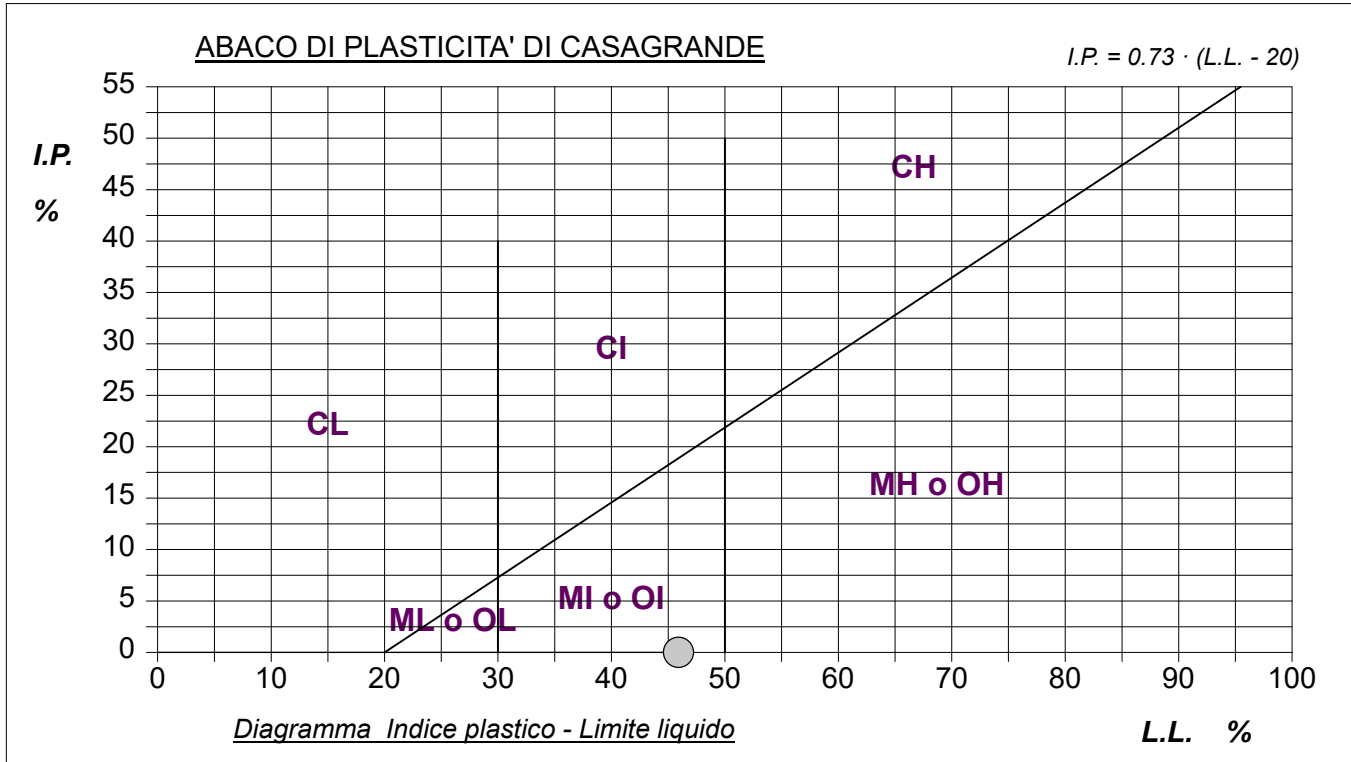
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	45,9	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



Limite plastico non eseguibile.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11524 Pagina 1/1 VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
	Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD ING S.r.l.

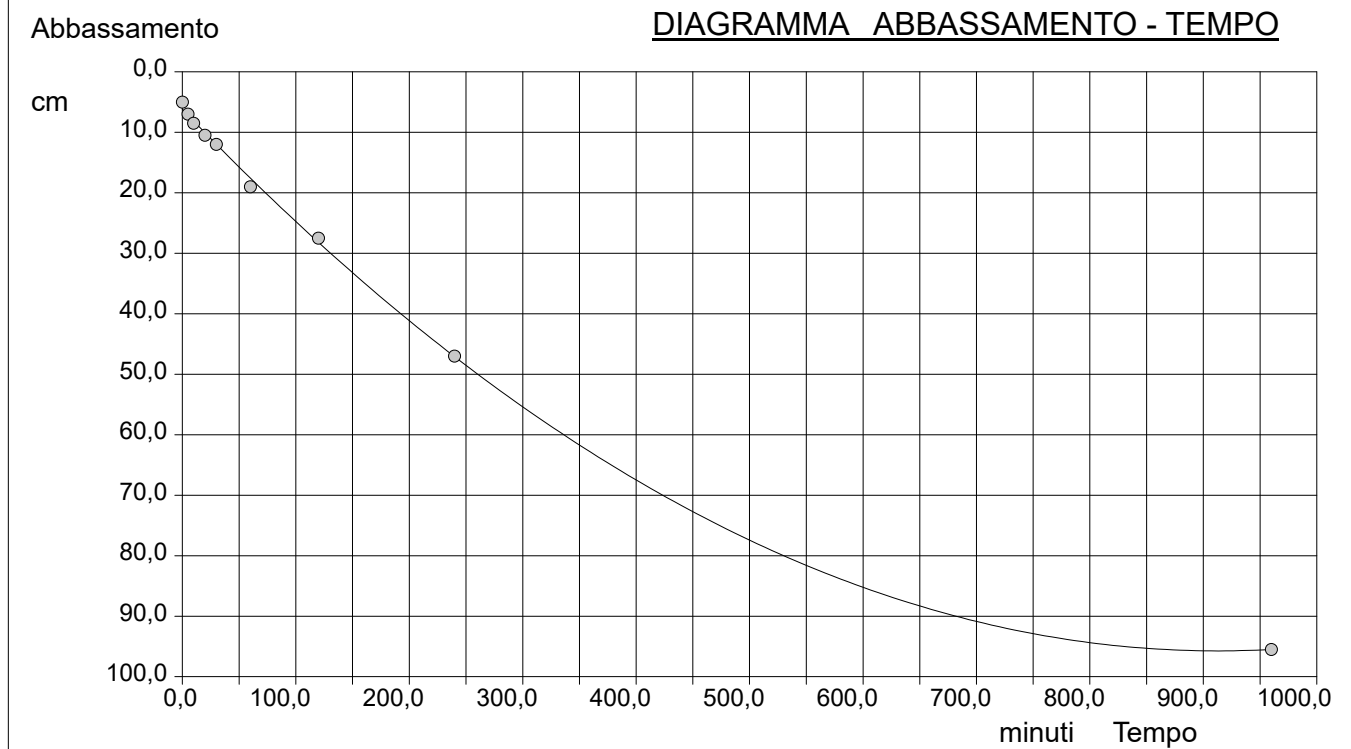
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	2,0	2,0	5,18E-06
Diametro	7,60	cm	10,0	3,5	1,5	3,94E-06
Sezione	45,36	cm ²	20,0	5,5	2,0	2,66E-06
Volume	861,93	cm ³	30,0	7,0	1,5	2,03E-06
Massa	1706,0	g	60,0	14,0	7,0	3,27E-06
Peso di volume	19,4	kN/m ³	120	22,5	8,5	2,12E-06
Umidità	21,0	%	240	42,0	19,5	2,79E-06
			960	90,5	48,5	1,88E-06
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	1,88E-06	cm/sec				



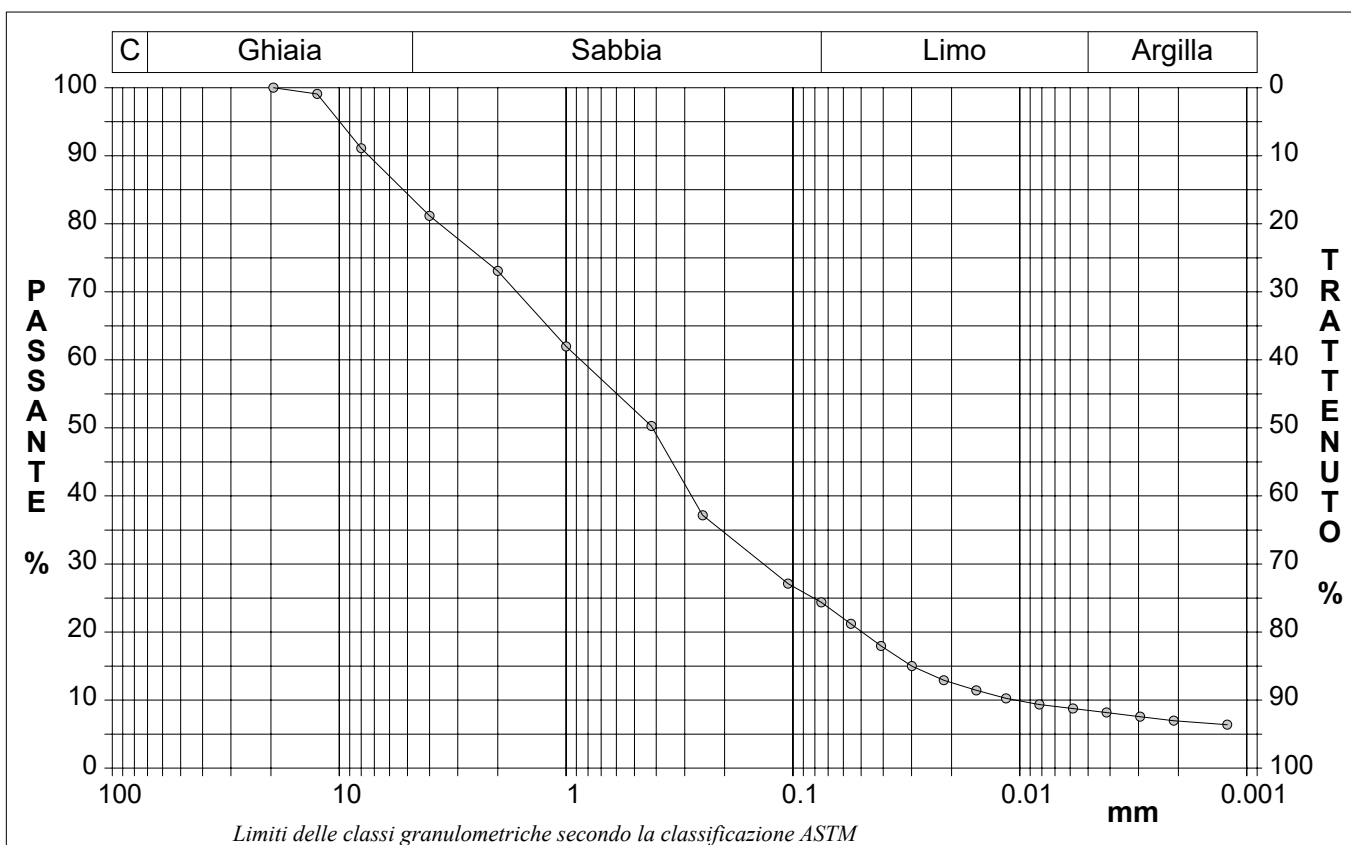
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11525	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	16,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	73,1 %	D10	0,01046 mm
Sabbia	59,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	50,3 %	D30	0,13465 mm
Limo	15,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	24,4 %	D50	0,41546 mm
Argilla	8,5 %			D60	0,86382 mm
				D90	7,40735 mm
Coefficiente di uniformità		82,60	Coefficiente di curvatura		2,01



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
19,5000	100,00	1,0000	61,97	0,0555	21,22	0,0115	10,25	0,0021	6,99
12,5000	99,09	0,4200	50,27	0,0409	17,96	0,0082	9,36	0,0012	6,39
8,0000	91,10	0,2500	37,17	0,0299	14,99	0,0058	8,77		
4,0000	81,17	0,1050	27,12	0,0216	12,92	0,0041	8,17		
2,0000	73,07	0,0750	24,38	0,0155	11,44	0,0029	7,58		

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,1	%
Peso di volume minimo	15,3	kN/m ³
Peso di volume massimo	19,9	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,841	
Porosità	45,7	%
Grado di saturazione	65,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	33,0	%
Sabbia	60,9	%
Limo	4,3	%
Argilla	1,8	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,1	kPa
Angolo di attrito interno:	26,9	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11526	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 4	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 = 20,1 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11527	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 4 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 = 15,3 kN/m³

Peso di volume massimo = 19,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11528	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 4 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) = **26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

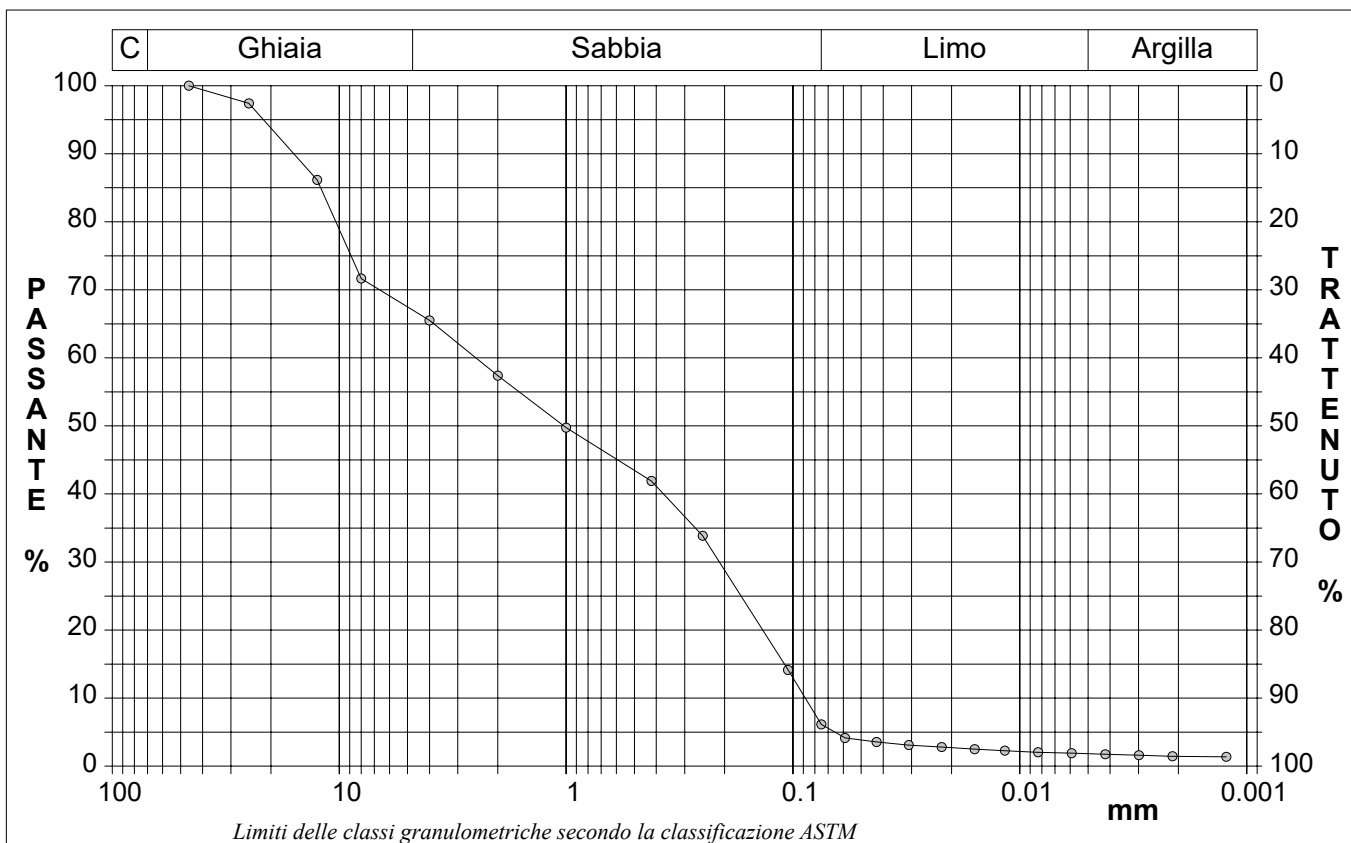
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11529	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	33,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	57,4 %	D10	0,08821 mm	
Sabbia	60,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	41,9 %	D30	0,21103 mm	
Limo	4,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	6,1 %	D50	1,02272 mm	
Argilla	1,8 %			D60	2,49967 mm	
Coefficiente di uniformità		28,34	Coefficiente di curvatura	0,20	D90	15,85234 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
46,0000	100,00	2,0000	57,39	0,0750	6,15	0,0158	2,50	0,0030	1,61
25,0000	97,39	1,0000	49,75	0,0589	4,15	0,0116	2,28	0,0021	1,46
12,5000	86,15	0,4200	41,91	0,0428	3,55	0,0083	2,06	0,0012	1,38
8,0000	71,66	0,2500	33,85	0,0308	3,10	0,0059	1,91		
4,0000	65,51	0,1050	14,13	0,0221	2,80	0,0042	1,76		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11530	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	05/09/22	Inizio analisi:	01/09/22
Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

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):	59	106	160
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	4,50	6,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,22	0,11	0,12
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,1 kPa
 Angolo di attrito interno: 26,9 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,024 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

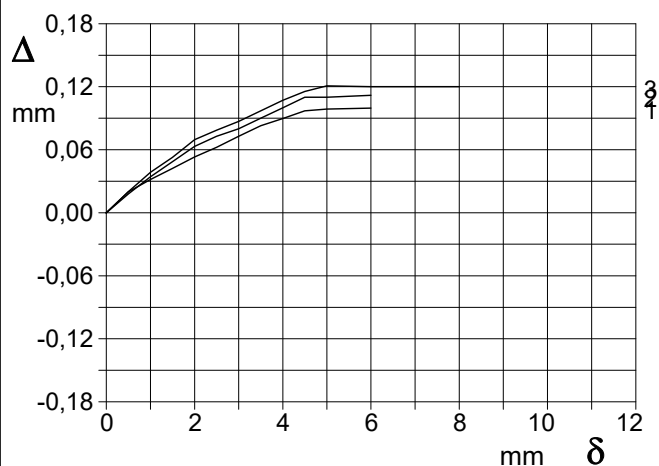
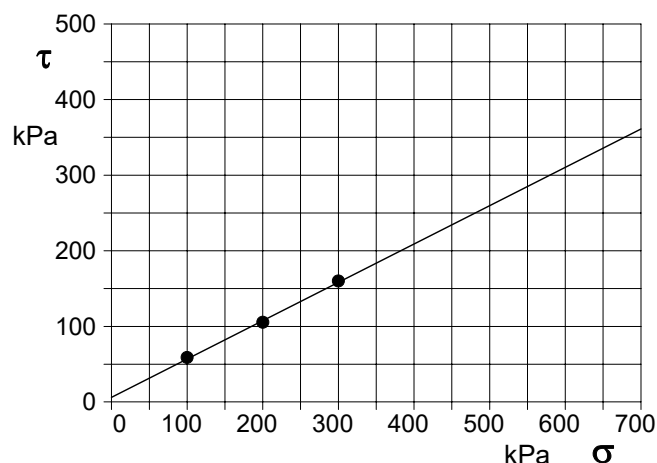


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

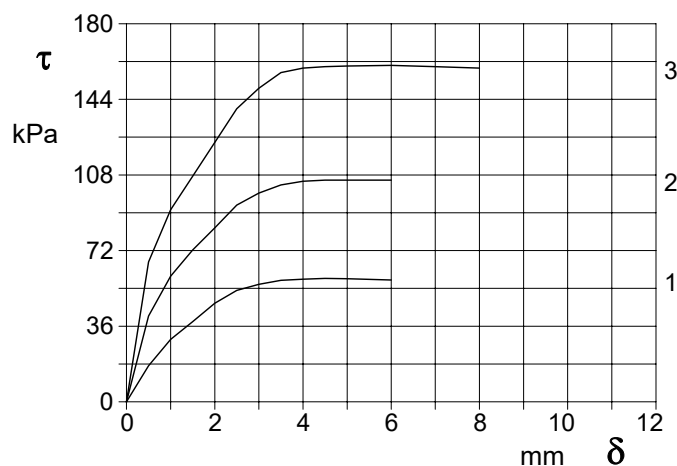


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11530	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

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)	1,927
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,030

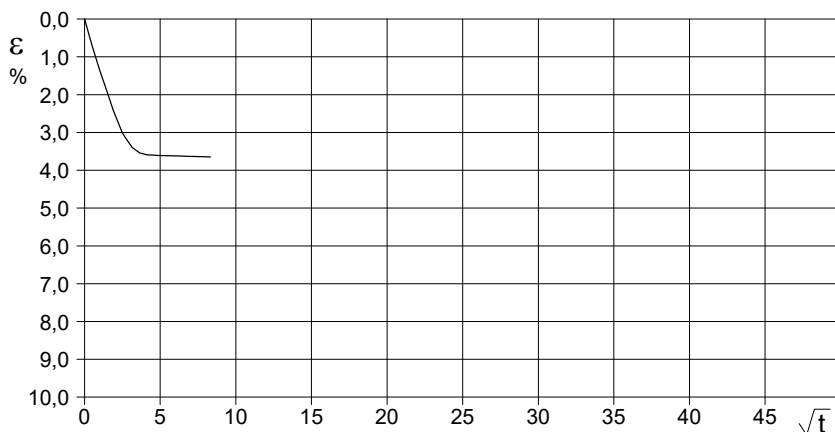


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,890
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	26,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,027

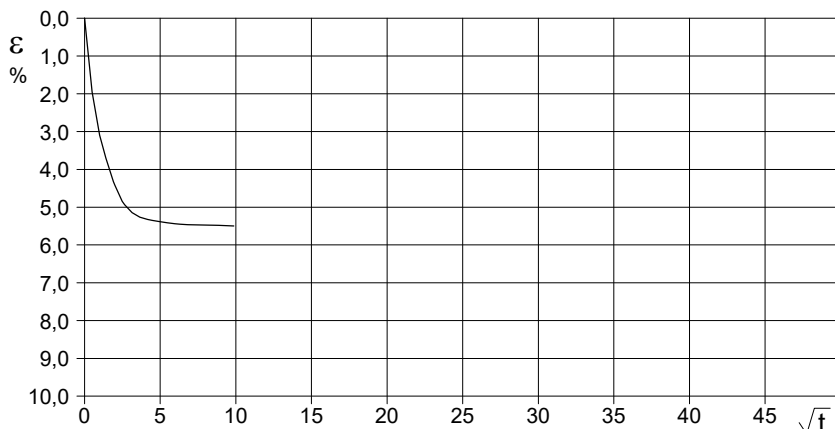
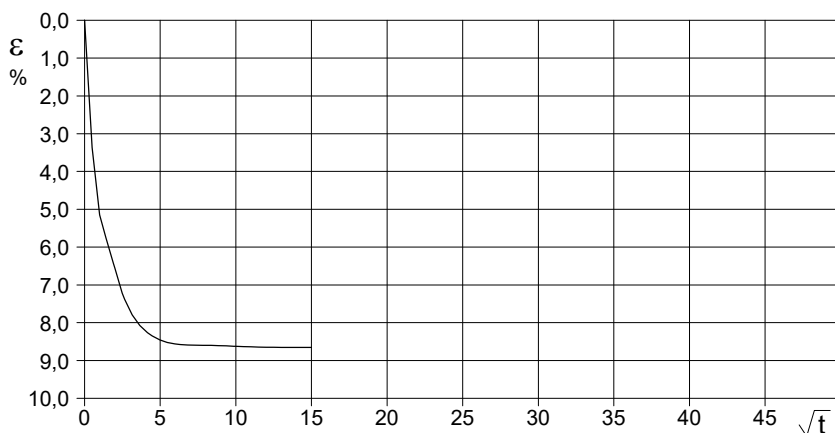


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,827
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	47,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,015



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1

CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 9,00 - 39,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,0	%
Peso di volume minimo	21,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	27,0	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,762	
Porosità	43,2	%
Grado di saturazione	75,9	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	19,4	%
Sabbia	62,5	%
Limo	10,5	%
Argilla	7,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	19,5	kPa
Angolo di attrito interno:	32,9	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia debolmente limoso-argillosa con poca ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11531	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 9,00 - 39,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,0 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11532	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 9,00 - 39,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,0 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11533	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 9,00 - 39,50

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: 28,7 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

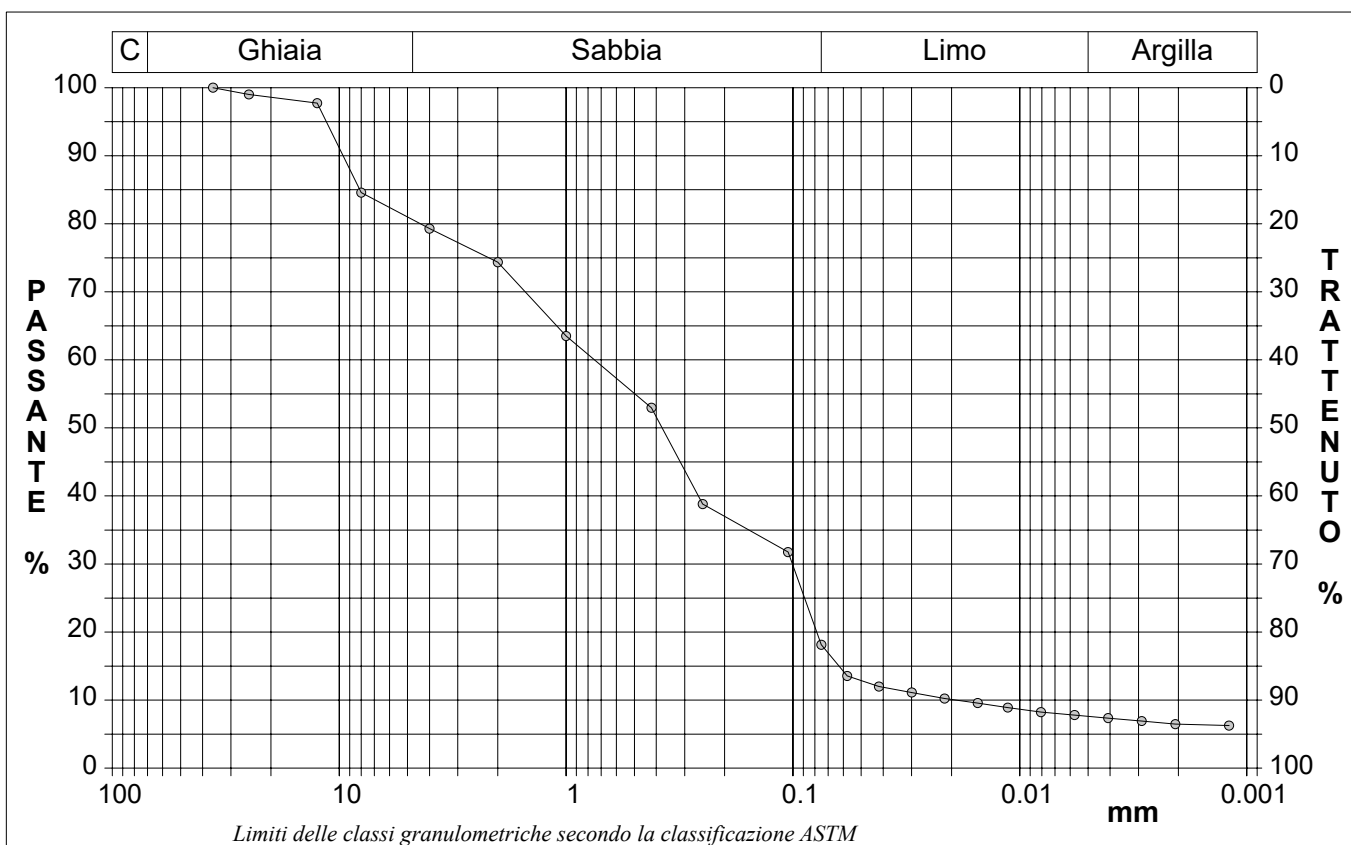
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11534	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 9,00 - 39,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	19,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	74,3 %	D10	0,01906 mm
Sabbia	62,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	53,0 %	D30	0,10054 mm
Limo	10,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	18,1 %	D50	0,37665 mm
Argilla	7,6 %			D60	0,74909 mm
Coefficiente di uniformità		39,31	Coefficiente di curvatura		0,71
				D90	9,61600 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
36,0000	100,00	2,0000	74,34	0,0750	18,15	0,0153	9,57	0,0029	6,92
25,0000	98,99	1,0000	63,51	0,0577	13,54	0,0113	8,91	0,0021	6,48
12,5000	97,73	0,4200	52,97	0,0418	12,00	0,0081	8,25	0,0012	6,26
8,0000	84,58	0,2500	38,81	0,0300	11,12	0,0057	7,81		
4,0000	79,28	0,1050	31,75	0,0215	10,23	0,0041	7,37		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11535	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 9,00 - 39,50

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):	89	144	218
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	5,00	6,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,40	0,44	0,62
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 19,5 kPa
 Angolo di attrito interno: 32,9 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,016 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

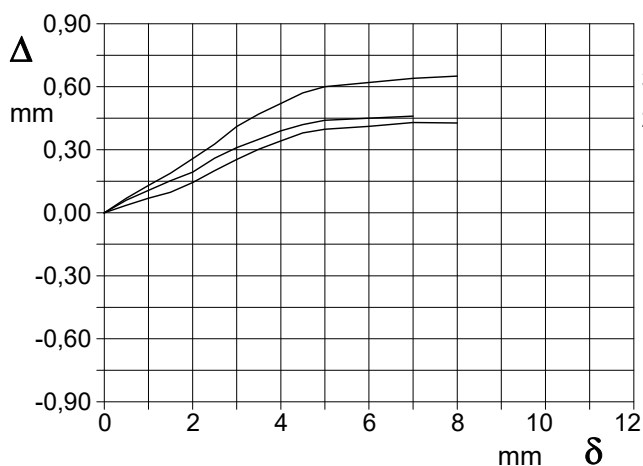
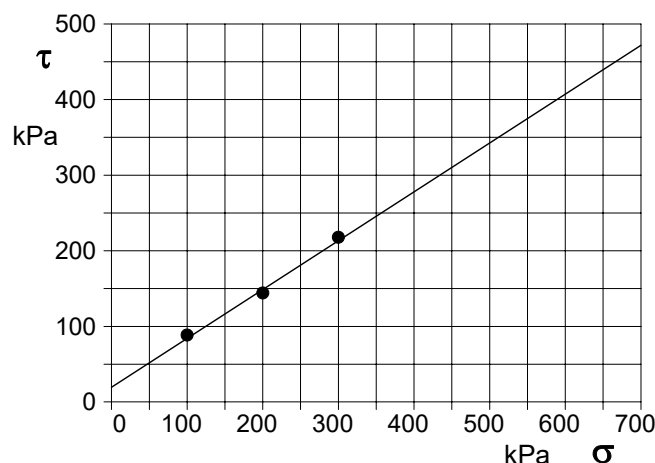


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

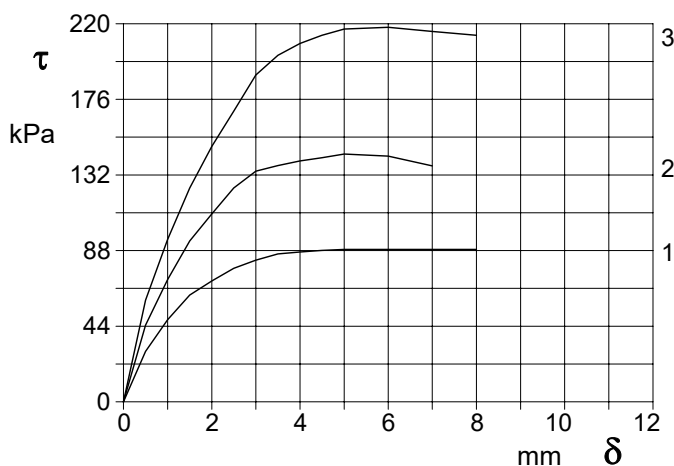


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11535	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 9,00 - 39,50	

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)	28,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024

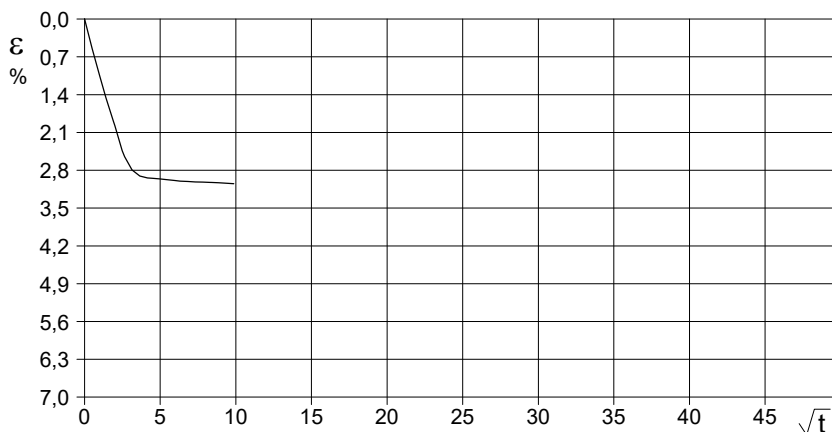


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,889
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	61,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,011

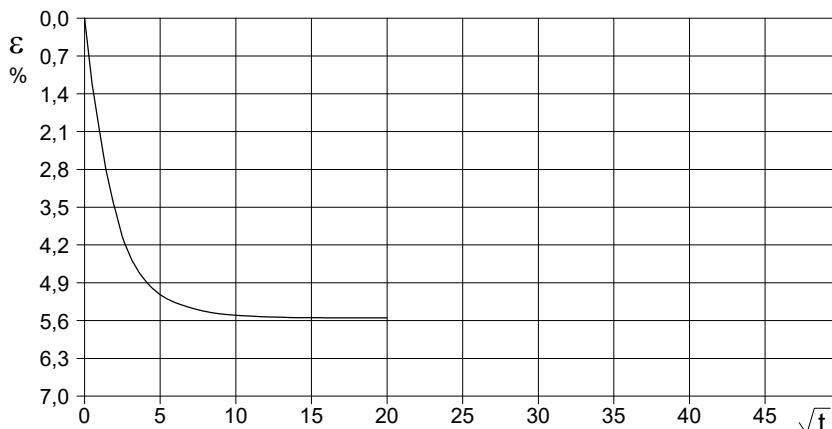
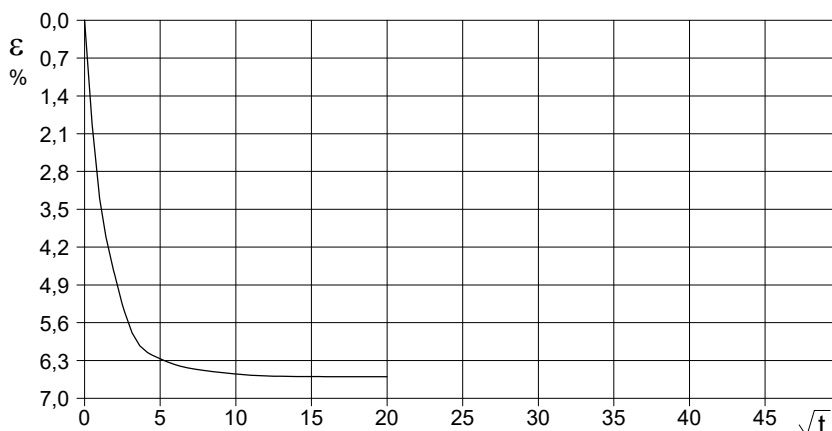


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,868
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	54,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,013



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1

CAMPIONE: 6

PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,4	%
Peso di volume minimo	16,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,1	kN/m ³

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

ANALISI GRANULOMETRICA

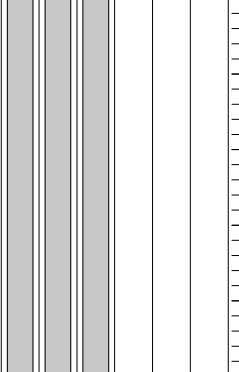
Ghiaia	53,6	%
Sabbia	43,2	%
Limo-Argilla	3,2	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,8	kPa
Angolo di attrito interno:	40,3	°

FOTOGRAFIA



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11536	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 26/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 26/08/22	Fine analisi: 27/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,4 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11537	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 26/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 26/08/22	Fine analisi: 26/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,1 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

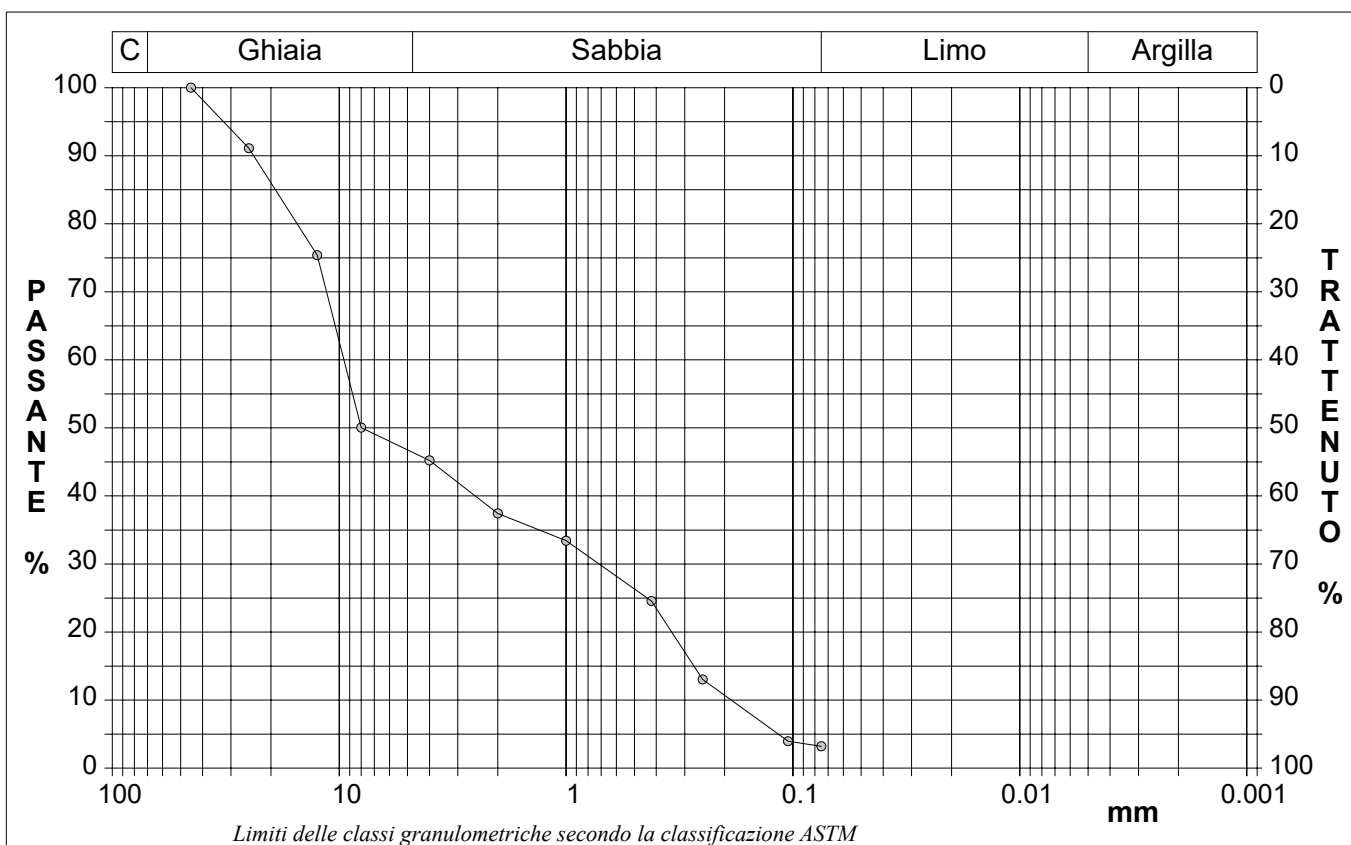
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11538	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 26/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 26/08/22	Fine analisi: 29/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	53,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	37,4 %	D10	0,18697 mm
Sabbia	43,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	24,6 %	D30	0,71503 mm
Limo-Argilla	3,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	3,2 %	D50	7,93862 mm
				D60	9,53283 mm
				D90	23,82215 mm
Coefficiente di uniformità		50,99	Coefficiente di curvatura		0,29



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
45,0000	100,00	2,0000	37,45	0,0750	3,22				
25,0000	91,09	1,0000	33,42						
12,5000	75,38	0,4200	24,57						
8,0000	50,05	0,2500	13,04						
4,0000	45,23	0,1050	3,97						

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11539	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
Apertura campione: 26/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

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	172	266
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	5,00	4,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,20	0,32	0,34
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,8 kPa
 Angolo di attrito interno: 40,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,039 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

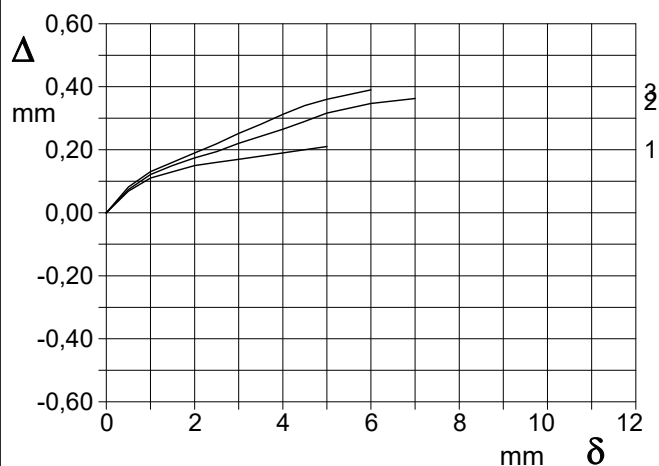
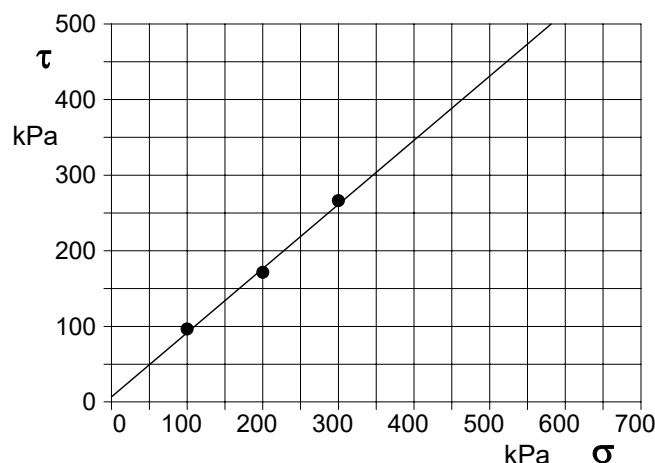


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

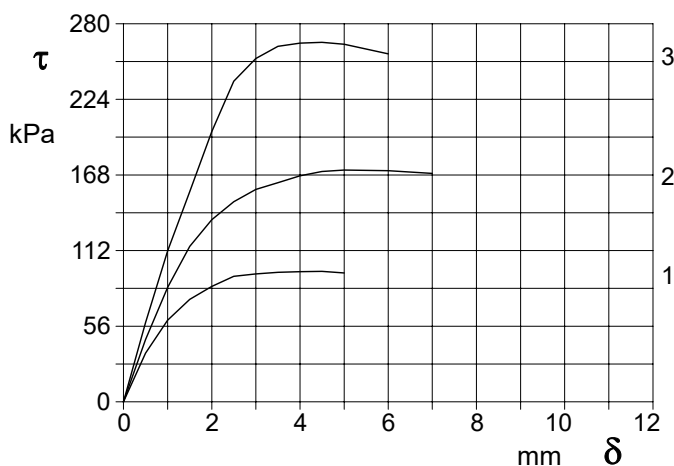


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11539	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 26/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m 12,00 - 12,50	

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)	1,969
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	14,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,048

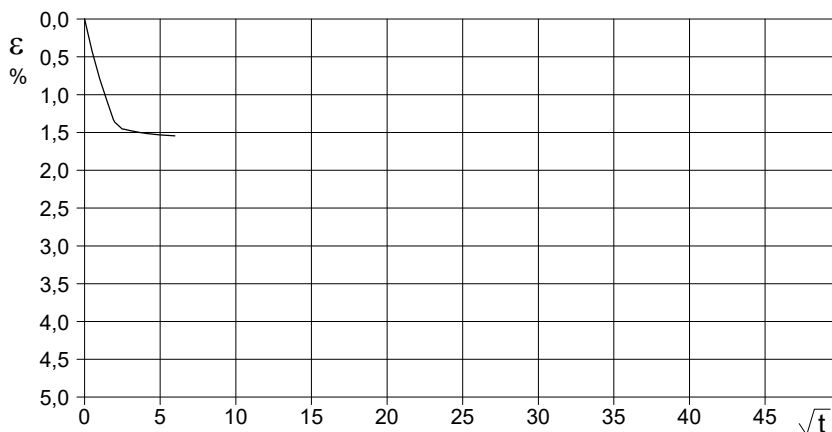


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,937
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	20,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,034

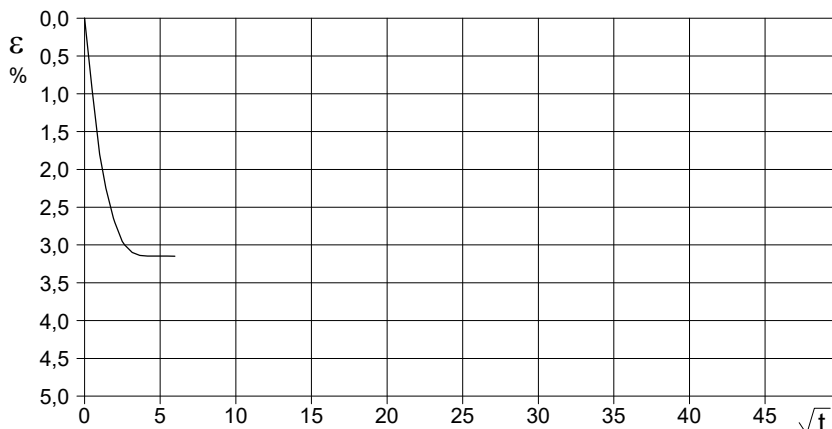
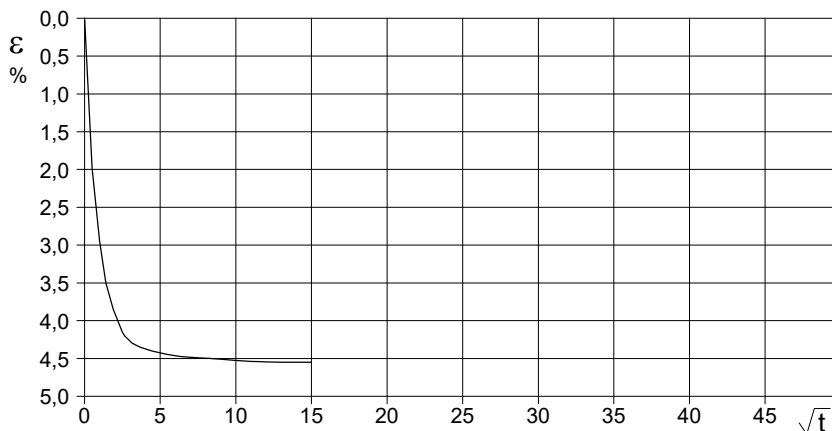


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,909
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	19,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,035



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S1

CAMPIONE: 7

PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,6	%
Peso di volume minimo	15,4	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,2	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,767	
Porosità	43,4	%
Grado di saturazione	73,6	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	49,4	%
Sabbia	37,6	%
Limo	7,8	%
Argilla	5,2	%

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11540	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 28/09/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,6 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11541	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 28/09/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 15,4 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,2 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11542	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 28/09/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

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: 27,9 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

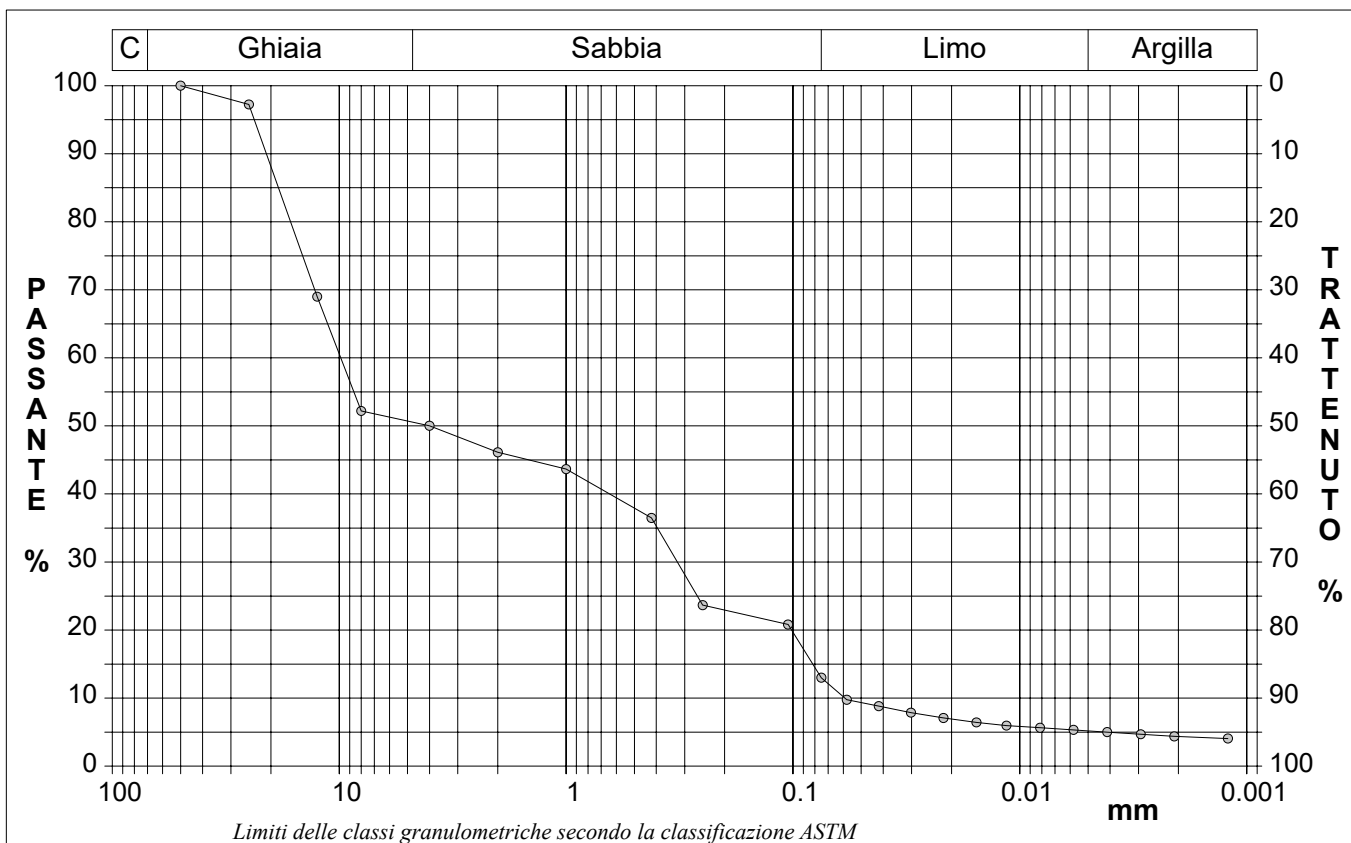
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11543	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/09/22	Inizio analisi: 29/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 28/09/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	49,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	46,1 %	D10	0,05897 mm
Sabbia	37,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	36,5 %	D30	0,32309 mm
Limo	7,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	13,0 %	D50	3,97873 mm
Argilla	5,2 %			D60	9,84289 mm
Coefficiente di uniformità		166,90	Coefficiente di curvatura		0,18
				D90	20,93405 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	2,0000	46,12	0,0750	13,00	0,0155	6,44	0,0029	4,69
25,0000	97,23	1,0000	43,65	0,0579	9,78	0,0114	5,97	0,0021	4,38
12,5000	68,99	0,4200	36,48	0,0418	8,82	0,0081	5,65	0,0012	4,06
8,0000	52,20	0,2500	23,66	0,0302	7,87	0,0058	5,33		
4,0000	50,03	0,1050	20,83	0,0217	7,08	0,0041	5,01		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,8	%
Peso di volume minimo	15,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,5	kN/m ³

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	62,8	%
Sabbia	35,1	%
Limo-Argilla	2,1	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	5,5	kPa
Angolo di attrito interno:	26,6	°

FOTOGRAFIA



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11544	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,8 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11545	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 15,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

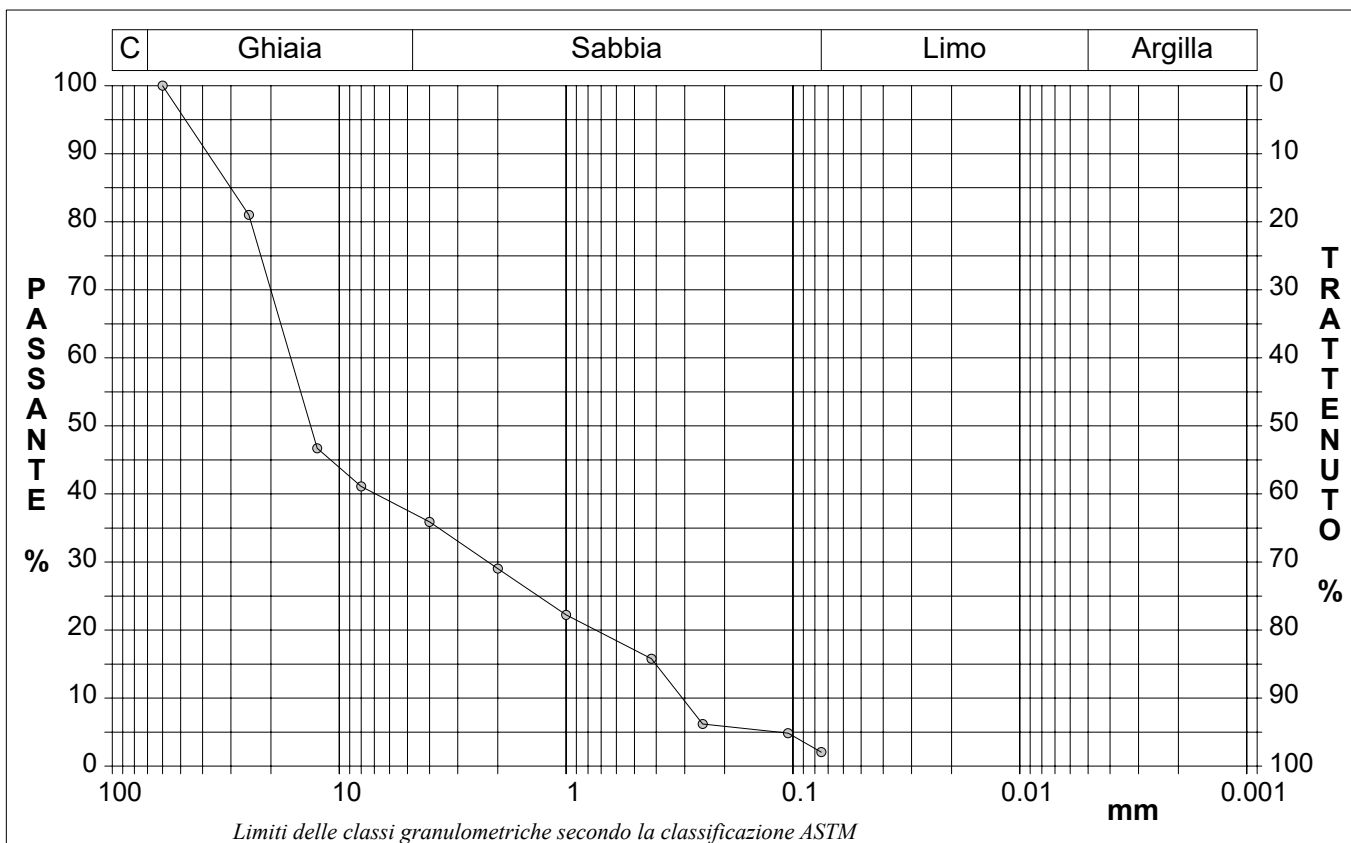
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11546	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	62,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	29,0 %	D10	0,30697 mm
Sabbia	35,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	15,8 %	D30	2,20460 mm
Limo-Argilla	2,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	2,1 %	D50	13,35720 mm
				D60	16,34863 mm
				D90	37,83200 mm
Coefficiente di uniformità		53,26	Coefficiente di curvatura	0,97	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
60,0000	100,00	2,0000	29,04	0,0750	2,07				
25,0000	81,02	1,0000	22,24						
12,5000	46,72	0,4200	15,79						
8,0000	41,10	0,2500	6,21						
4,0000	35,90	0,1050	4,85						

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11547	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	06/09/22	Inizio analisi:	01/09/22
Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

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):	52	109	152
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	4,00	3,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,32	0,36	0,36
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 5,5 kPa
 Angolo di attrito interno: 26,6 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,031 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

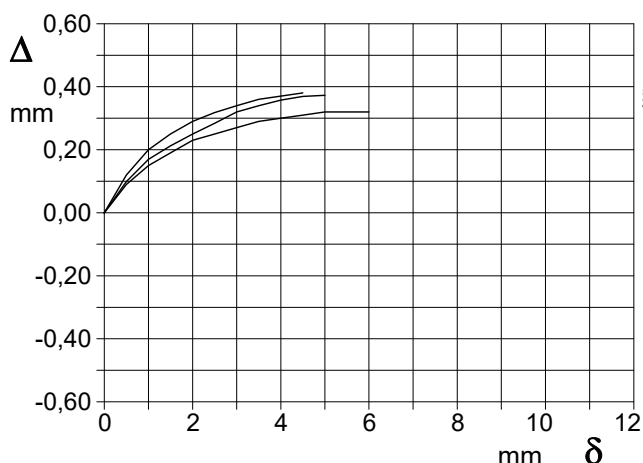
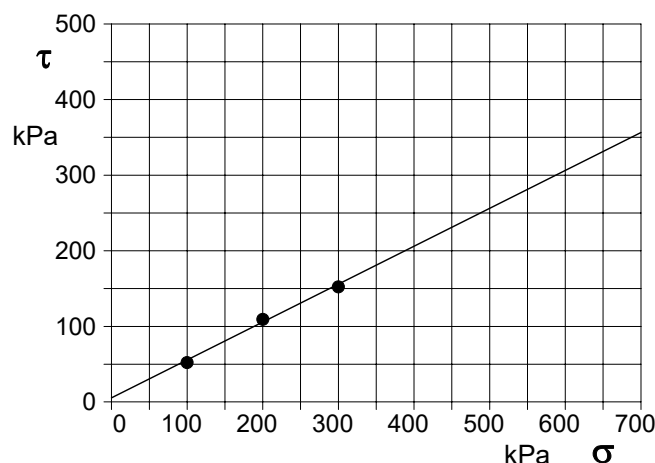


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

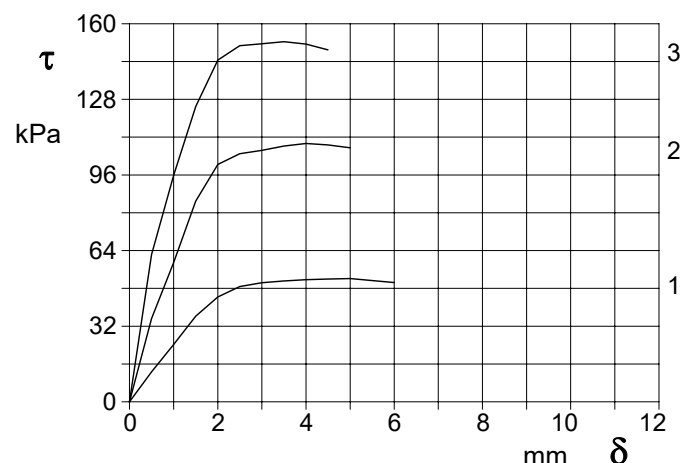


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11547	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,964
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	24,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,029

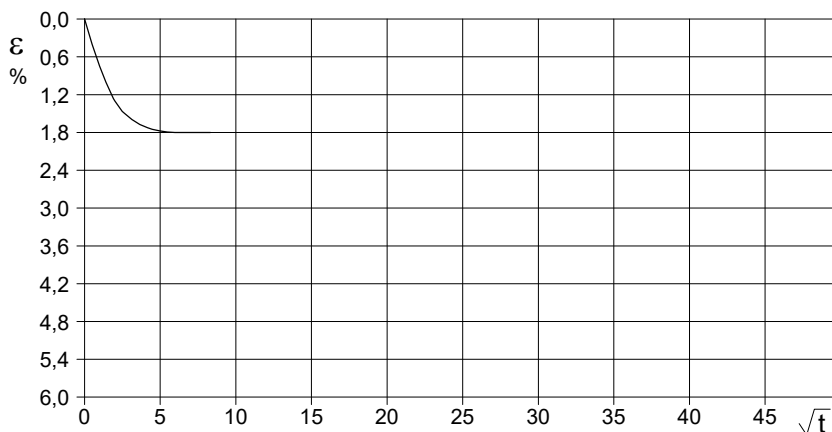


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,922
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,031

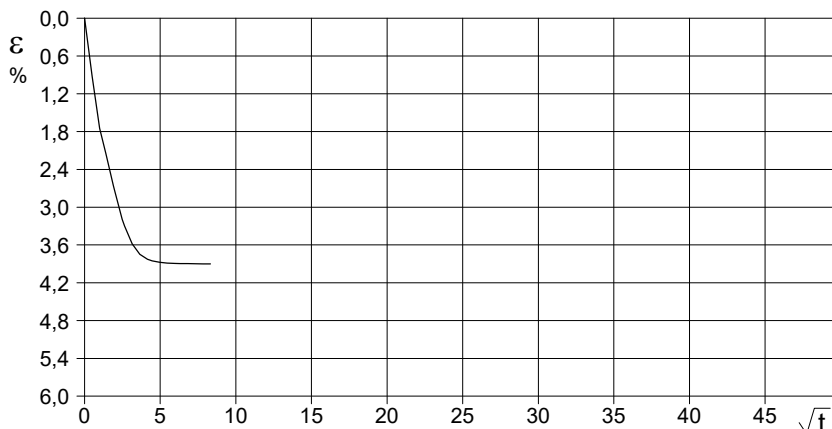
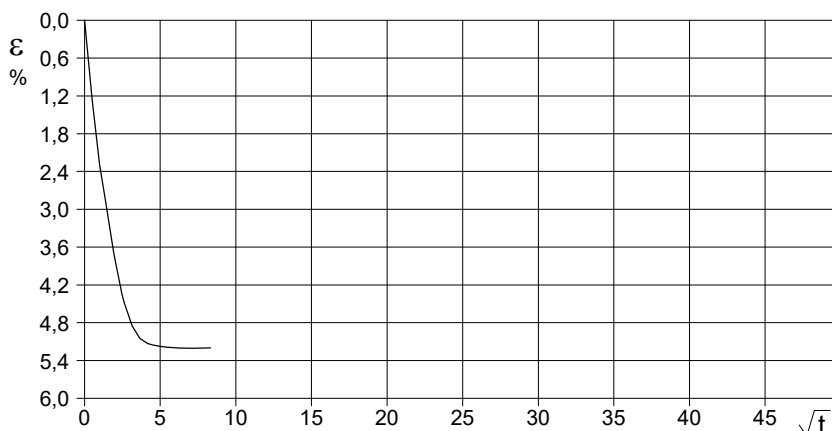


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,896
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,032



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,7	%
Peso di volume minimo	16,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,3	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,711	
Porosità	41,6	%
Grado di saturazione	75,6	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	26,6	%
Sabbia	47,4	%
Limo	17,6	%
Argilla	8,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	5,211E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	18,0	kPa
Angolo di attrito interno:	30,7	°

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11563	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 2 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 = 19,7 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11564	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,3 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11565	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 2 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: 25,0 °C

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11566	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

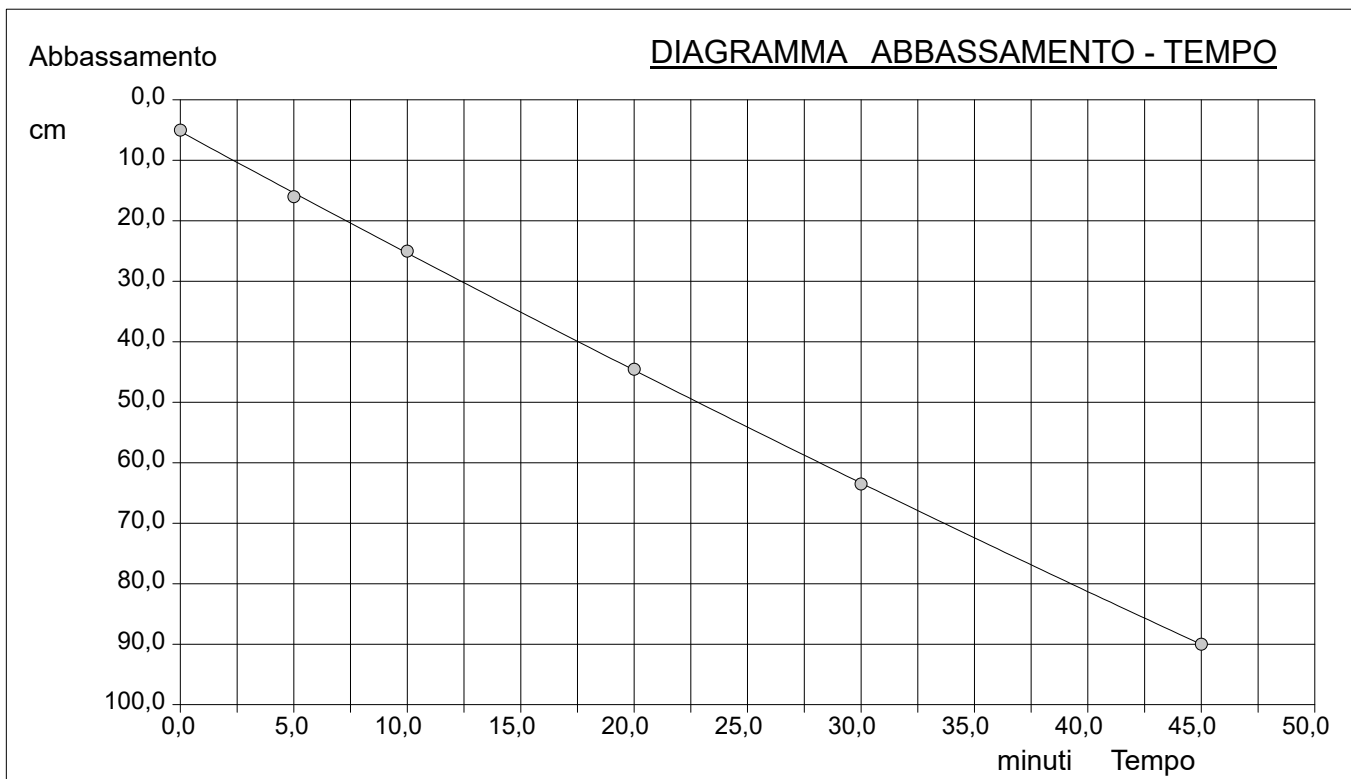
DATA DI EMISSIONE:	07/09/22	Inizio analisi:	02/09/22
Apertura campione:	31/08/22	Fine analisi:	02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	11,0	11,0	2,96E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	20,0	9,0	2,63E-05
Sezione	45,36	cm²	20,0	39,5	19,5	3,28E-05
Volume	861,93	cm³	30,0	58,5	19,0	3,95E-05
Massa	1686,0	g	45,0	85,0	26,5	5,21E-05
Peso di volume	19,2	kN/m³				
Umidità	20,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	5,21E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

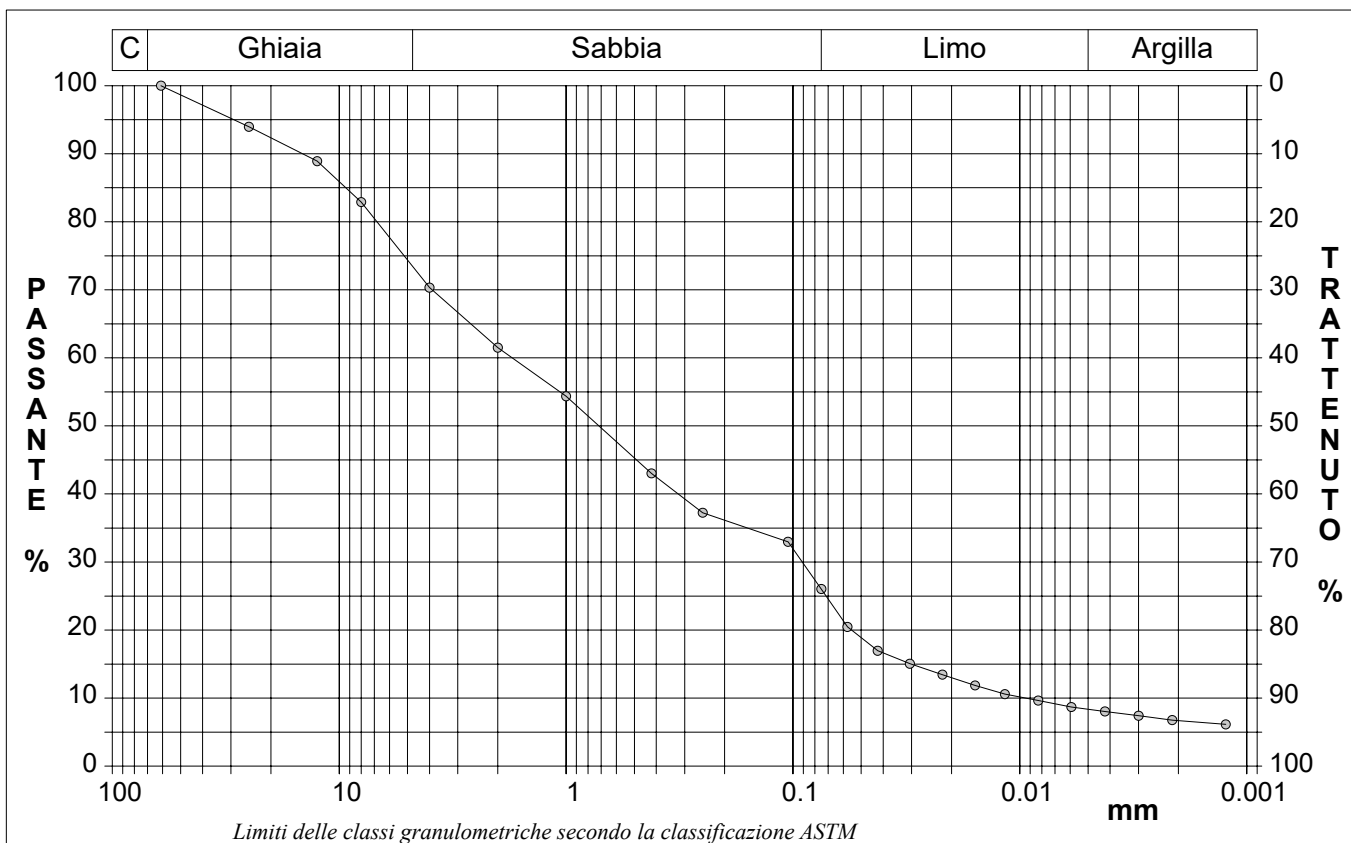
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11567	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	26,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	61,5 %	D10	0,00942 mm
Sabbia	47,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	43,0 %	D30	0,09090 mm
Limo	17,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	26,0 %	D50	0,71642 mm
Argilla	8,4 %			D60	1,72774 mm
Coefficiente di uniformità	183,33	Coefficiente di curvatura	0,51	D90	14,50486 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
61,0000	100,00	2,0000	61,51	0,0750	26,04	0,0157	11,87	0,0030	7,41
25,0000	93,97	1,0000	54,35	0,0576	20,46	0,0116	10,60	0,0021	6,78
12,5000	88,91	0,4200	43,04	0,0423	16,96	0,0083	9,64	0,0012	6,14
8,0000	82,89	0,2500	37,24	0,0305	15,05	0,0059	8,69		
4,0000	70,32	0,1050	32,97	0,0219	13,46	0,0042	8,05		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11568	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 2	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):	71	143	190
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	4,50	5,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,26	0,26	0,29
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 18,0 kPa
 Angolo di attrito interno: 30,7 °

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

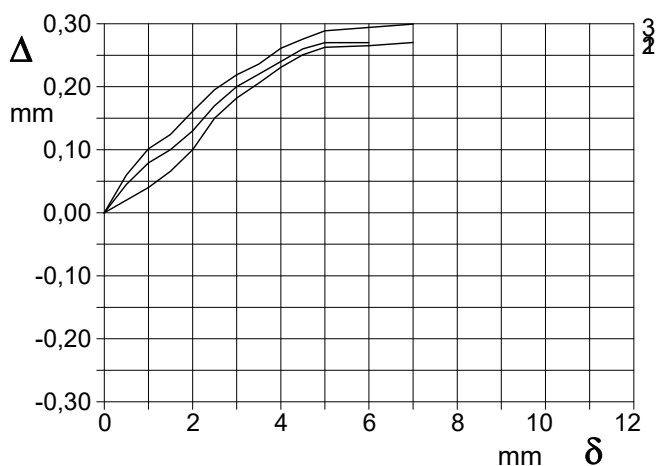
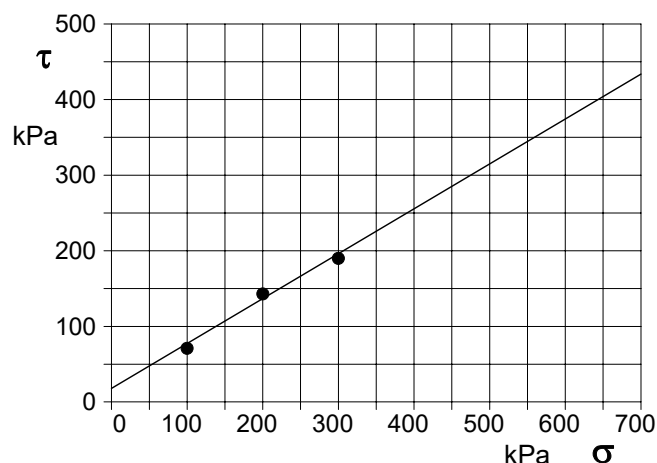


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

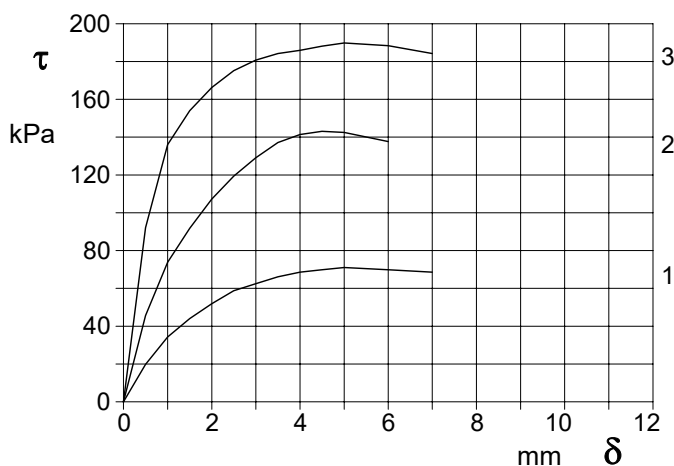


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11568	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 2	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)	1,934
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	43,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,016

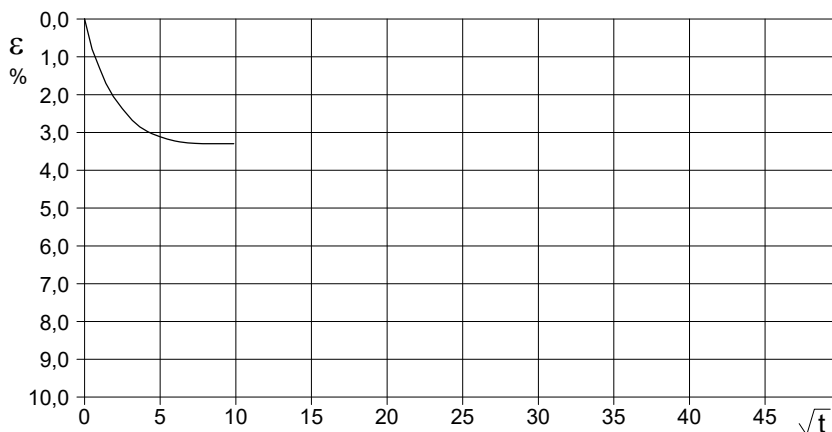


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,895
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	28,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,025

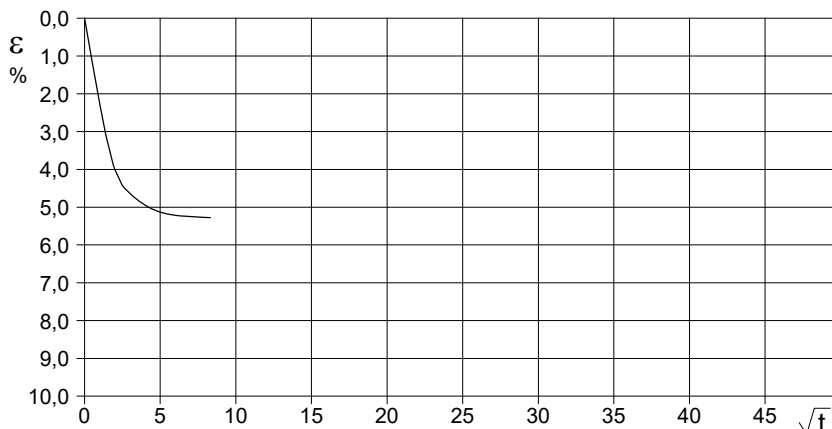
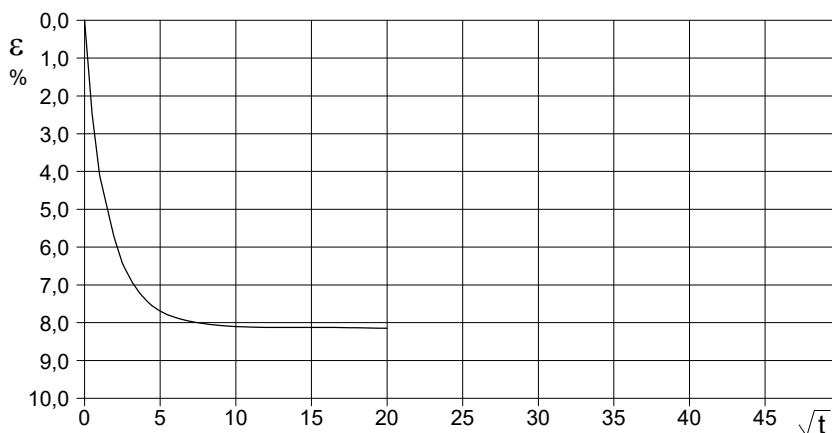


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,837
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	58,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,012



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

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	12,9	%
Peso di volume minimo	16,9	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,6	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,580	
Porosità	36,7	%
Grado di saturazione	61,3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	8,4	%
Sabbia	81,5	%
Limo	6,5	%
Argilla	3,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	7,2	kPa
Angolo di attrito interno:	30,3	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con poca ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11573	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4,50 - 5,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 12,9 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11574	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,9 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11575	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

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: 27,9 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

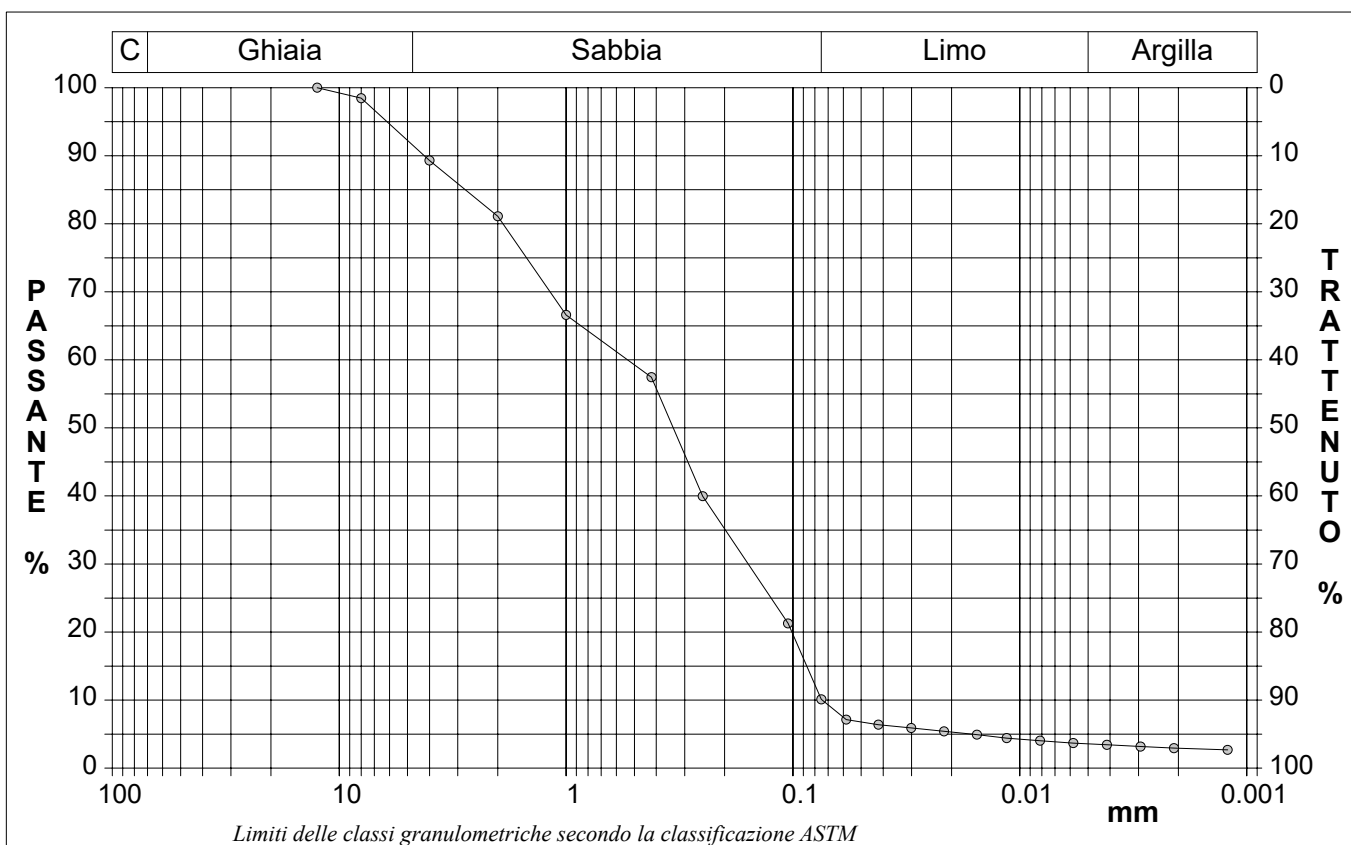
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11576	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	8,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	81,1 %	D10	0,07423 mm	
Sabbia	81,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	57,4 %	D30	0,15738 mm	
Limo	6,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	10,1 %	D50	0,33668 mm	
Argilla	3,6 %			D60	0,53495 mm	
Coefficiente di uniformità		7,21	Coefficiente di curvatura	0,62	D90	4,21859 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,4200	57,45	0,0420	6,40	0,0081	4,06	0,0012	2,70
8,0000	98,45	0,2500	39,97	0,0301	5,90	0,0058	3,69		
4,0000	89,30	0,1050	21,28	0,0216	5,41	0,0041	3,44		
2,0000	81,11	0,0750	10,12	0,0154	4,92	0,0029	3,19		
1,0000	66,60	0,0582	7,14	0,0114	4,42	0,0021	2,95		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11577	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4,50 - 5,00

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):	62	127	179
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,00	4,00	4,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,14	0,14	0,16
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 7,2 kPa
 Angolo di attrito interno: 30,3 °

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

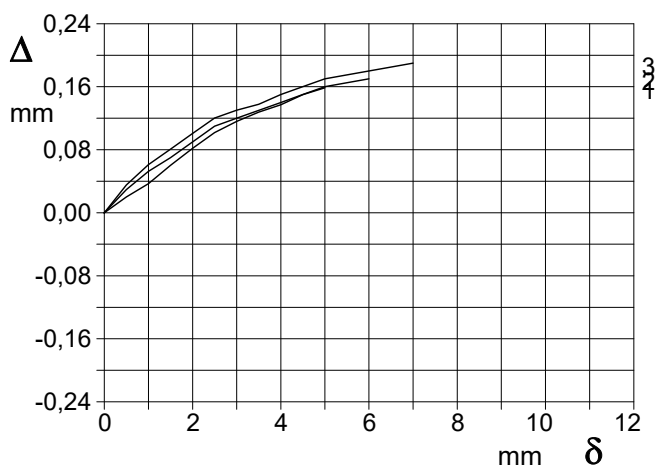
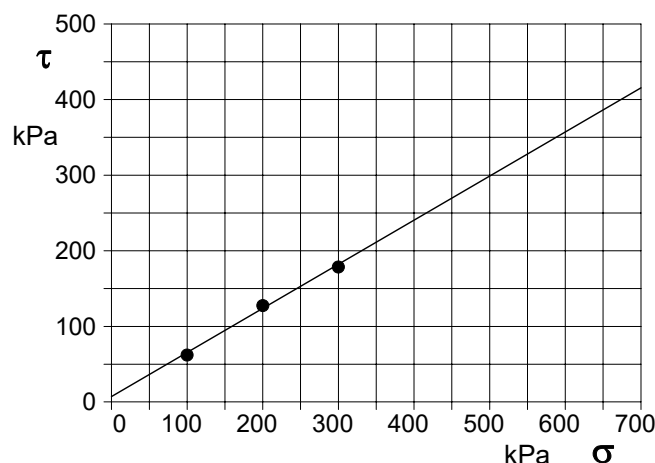


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

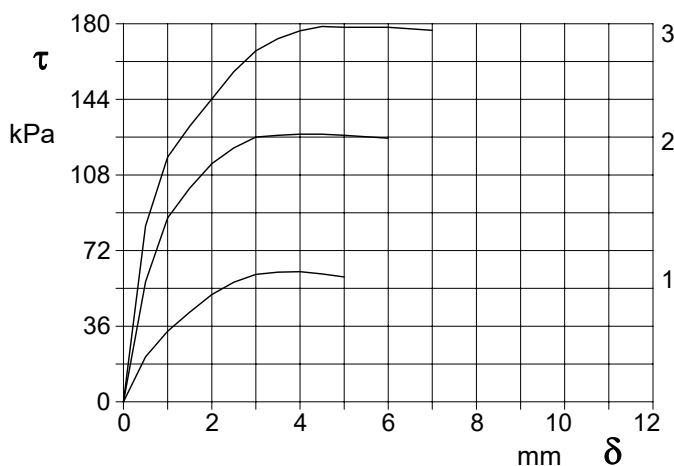


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11577	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 4,50 - 5,00	

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)	1,936
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	43,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,016

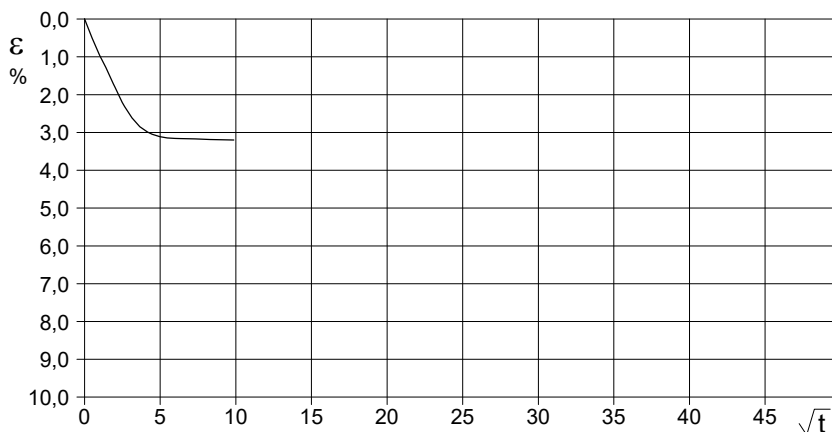


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,899
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	30,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,023

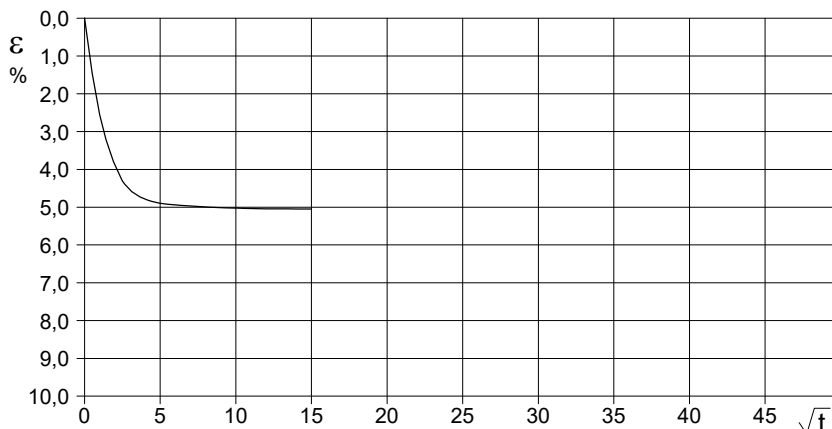
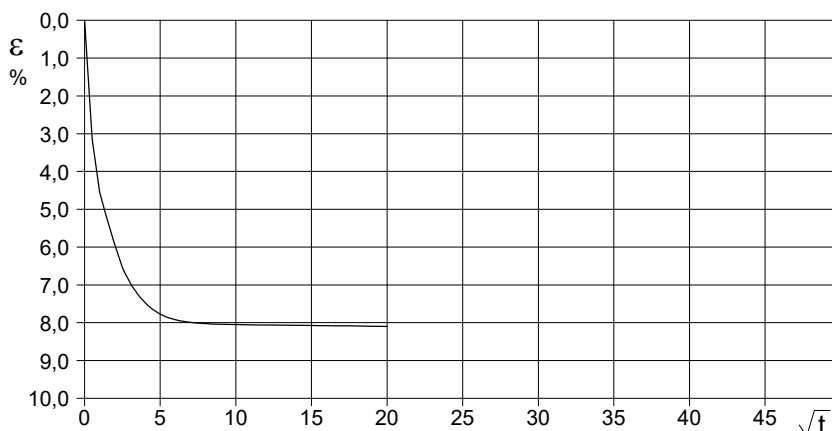


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,838
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	52,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,013



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16,4	%
Peso di volume minimo	17,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,6	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,623	
Porosità	38,4	%
Grado di saturazione	72,1	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	4,3	%
Sabbia	85,7	%
Limo	7,2	%
Argilla	2,8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	7,082E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con qualche raro grano di ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11548	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 4	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 = 16,4 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11549	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 4 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 = 17,0 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11550	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 4 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) = **26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 28,7 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11551	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

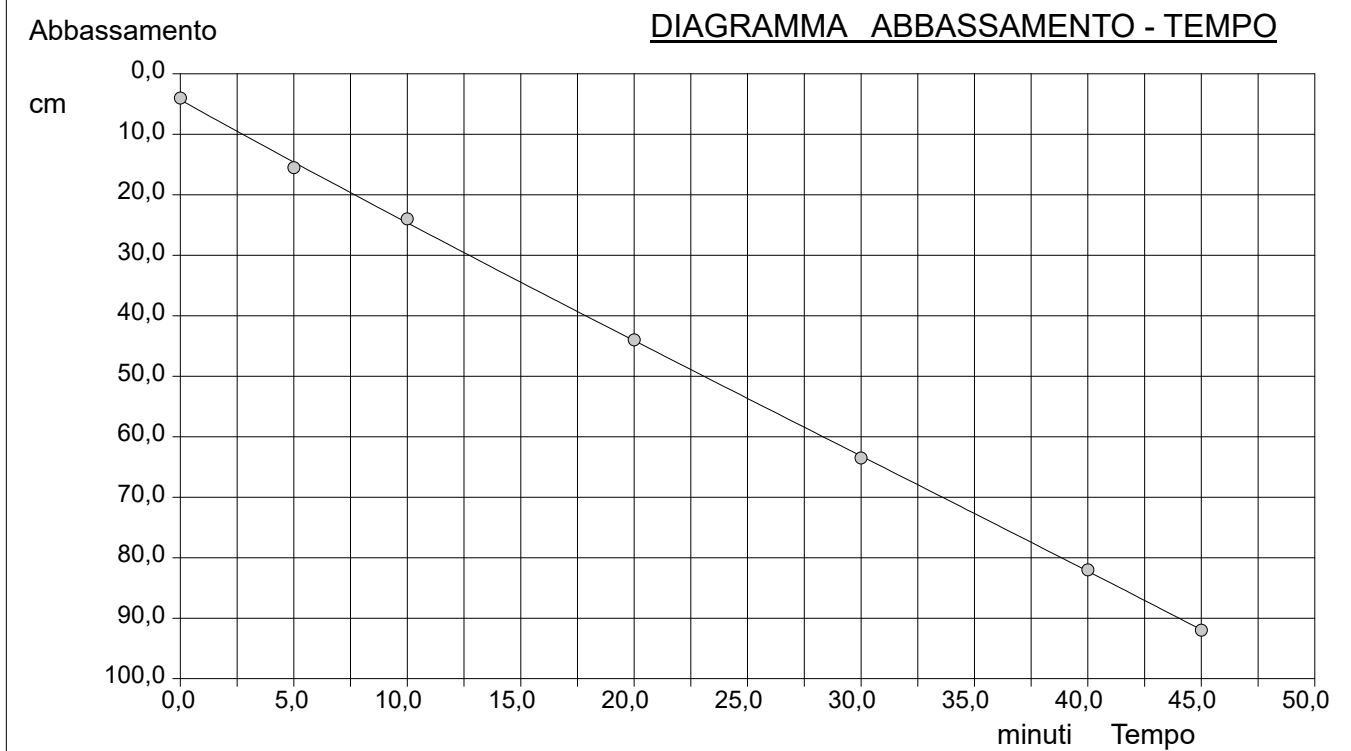
DATA DI EMISSIONE:	06/09/22	Inizio analisi:	05/09/22
Apertura campione:	31/08/22	Fine analisi:	05/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	11,5	11,5	3,07E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	20,0	8,5	2,47E-05
Sezione	45,36	cm²	20,0	40,0	20,0	3,33E-05
Volume	861,93	cm³	30,0	59,5	19,5	4,05E-05
Massa	1706,0	g	40,0	78,0	18,5	5,05E-05
Peso di volume	19,4	kN/m³	45,0	88,0	10,0	7,08E-05
Umidità	18,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	7,08E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

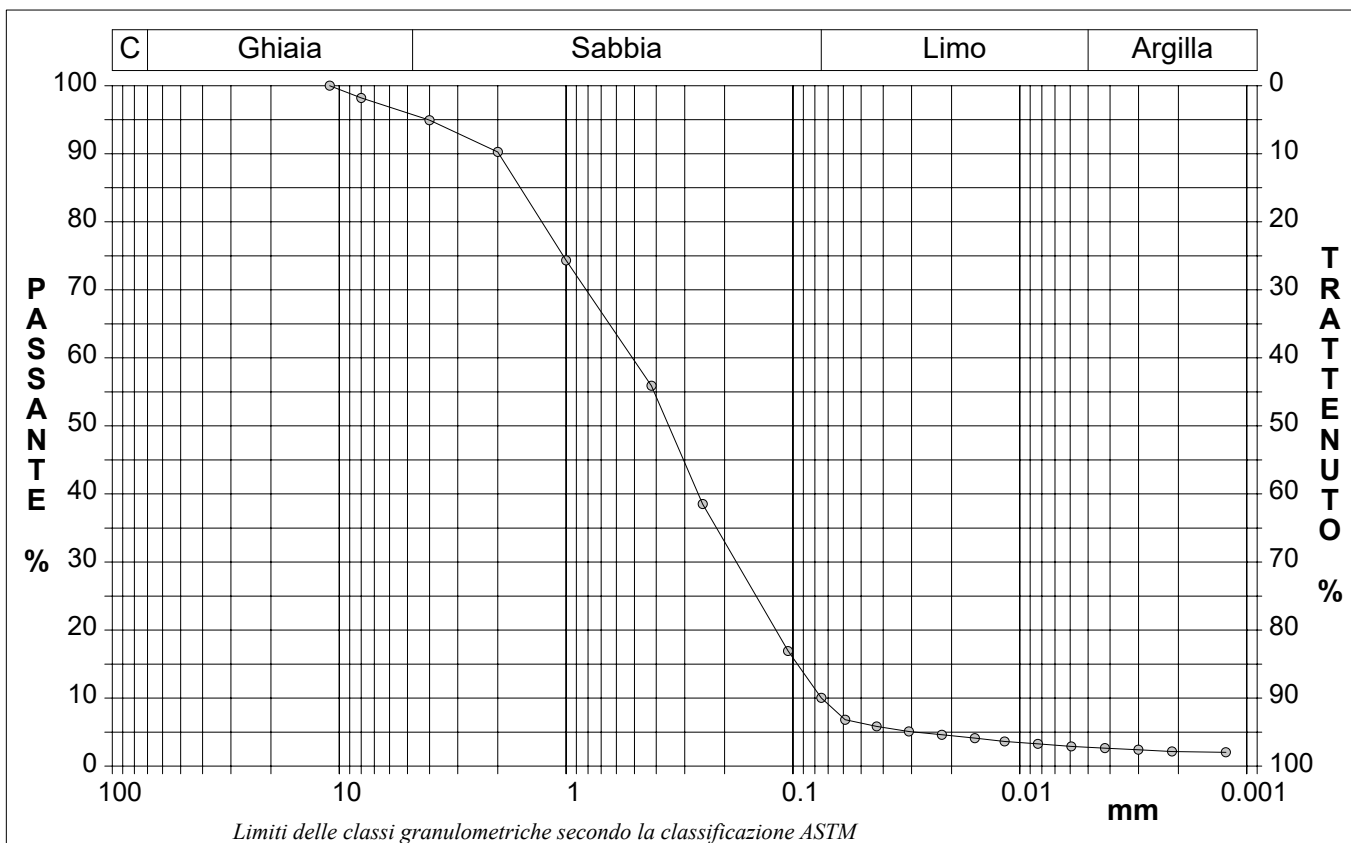
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11552	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	4,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	90,3 %	D10	0,07475 mm
Sabbia	85,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	55,9 %	D30	0,17752 mm
Limo	7,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	10,0 %	D50	0,35216 mm
Argilla	2,8 %			D60	0,50935 mm
				D90	1,97782 mm
Coefficiente di uniformità		6,81	Coefficiente di curvatura		0,83



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
11,0000	100,00	0,4200	55,90	0,0428	5,84	0,0083	3,27	0,0012	2,05
8,0000	98,19	0,2500	38,52	0,0308	5,11	0,0059	2,91		
4,0000	94,93	0,1050	16,93	0,0221	4,62	0,0042	2,66		
2,0000	90,26	0,0750	10,05	0,0158	4,13	0,0030	2,42		
1,0000	74,33	0,0589	6,82	0,0117	3,64	0,0021	2,17		

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16,4	%
Peso di volume minimo	16,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,6	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,707	
Porosità	41,4	%
Grado di saturazione	63,5	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	10,6	%
Sabbia	78,8	%
Limo	7,2	%
Argilla	3,4	%

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11553	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m	7,50 - 8,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16,4 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11554	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11555	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

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: 29,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

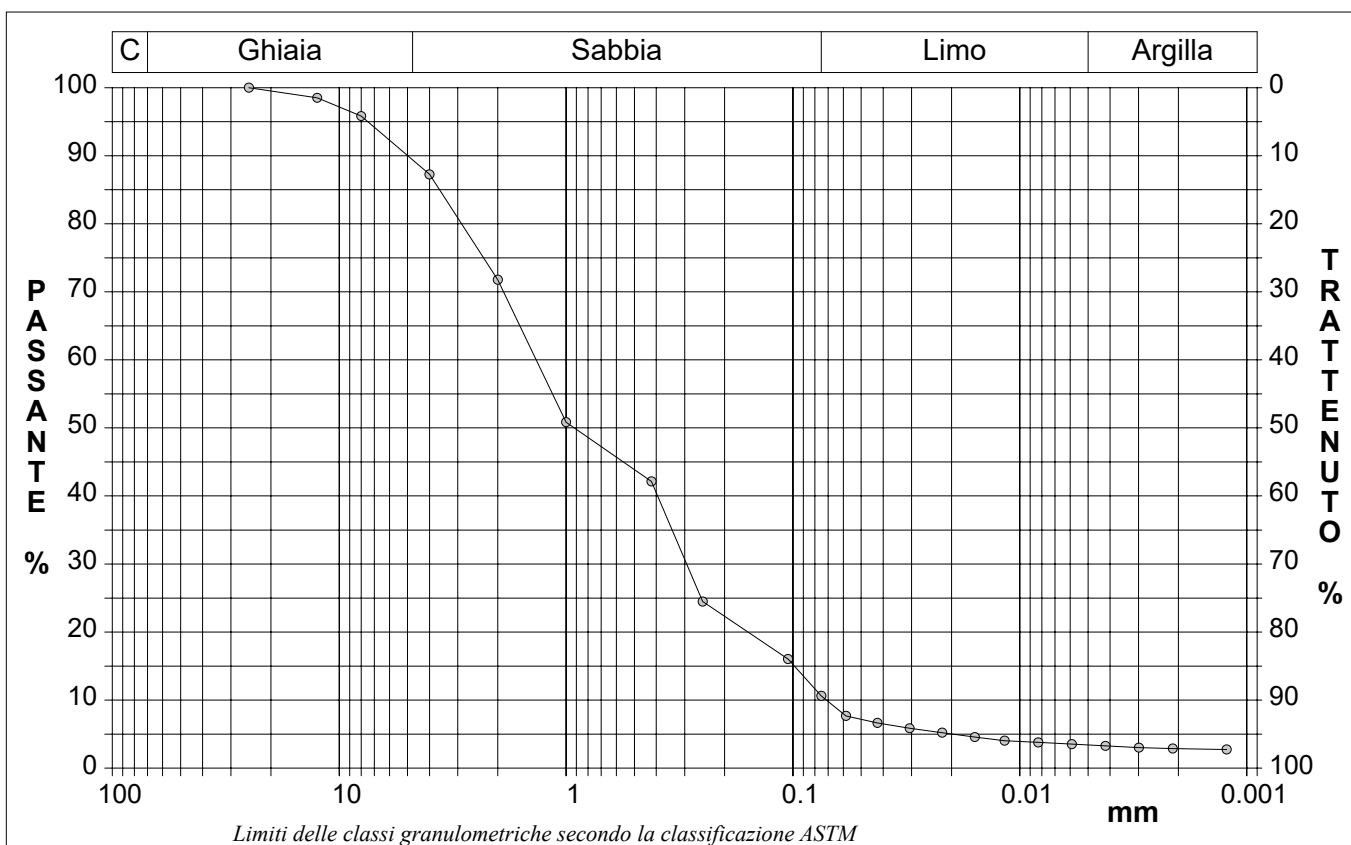
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11556	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	10,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	71,8 %	D10	0,07110 mm	
Sabbia	78,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	42,1 %	D30	0,29397 mm	
Limo	7,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	10,6 %	D50	0,91975 mm	
Argilla	3,4 %			D60	1,35415 mm	
Coefficiente di uniformità		19,04	Coefficiente di curvatura	0,90	D90	4,99182 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
25,0000	100,00	1,0000	50,84	0,0584	7,68	0,0117	4,06	0,0021	2,89
12,5000	98,51	0,4200	42,14	0,0424	6,65	0,0083	3,80	0,0012	2,76
8,0000	95,84	0,2500	24,49	0,0306	5,87	0,0059	3,54		
4,0000	87,26	0,1050	16,03	0,0220	5,22	0,0042	3,28		
2,0000	71,78	0,0750	10,63	0,0158	4,57	0,0030	3,02		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 6

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14,3	%
Peso di volume minimo	16,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,9	kN/m ³
Peso specifico	27,1	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,670	
Porosità	40,1	%
Grado di saturazione	59,0	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2,5	%
Sabbia	87,6	%
Limo	7,5	%
Argilla	2,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	4,081E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	11,1	kPa
Angolo di attrito interno:	37,5	°

Posizione delle prove					cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	K	TD						
					0				Sabbia localmente anche debolmente limosa.
					10				
					20				
					30				
					40				
					50				
								50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11557	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14,3 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11558	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11559	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,1 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: 29,5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

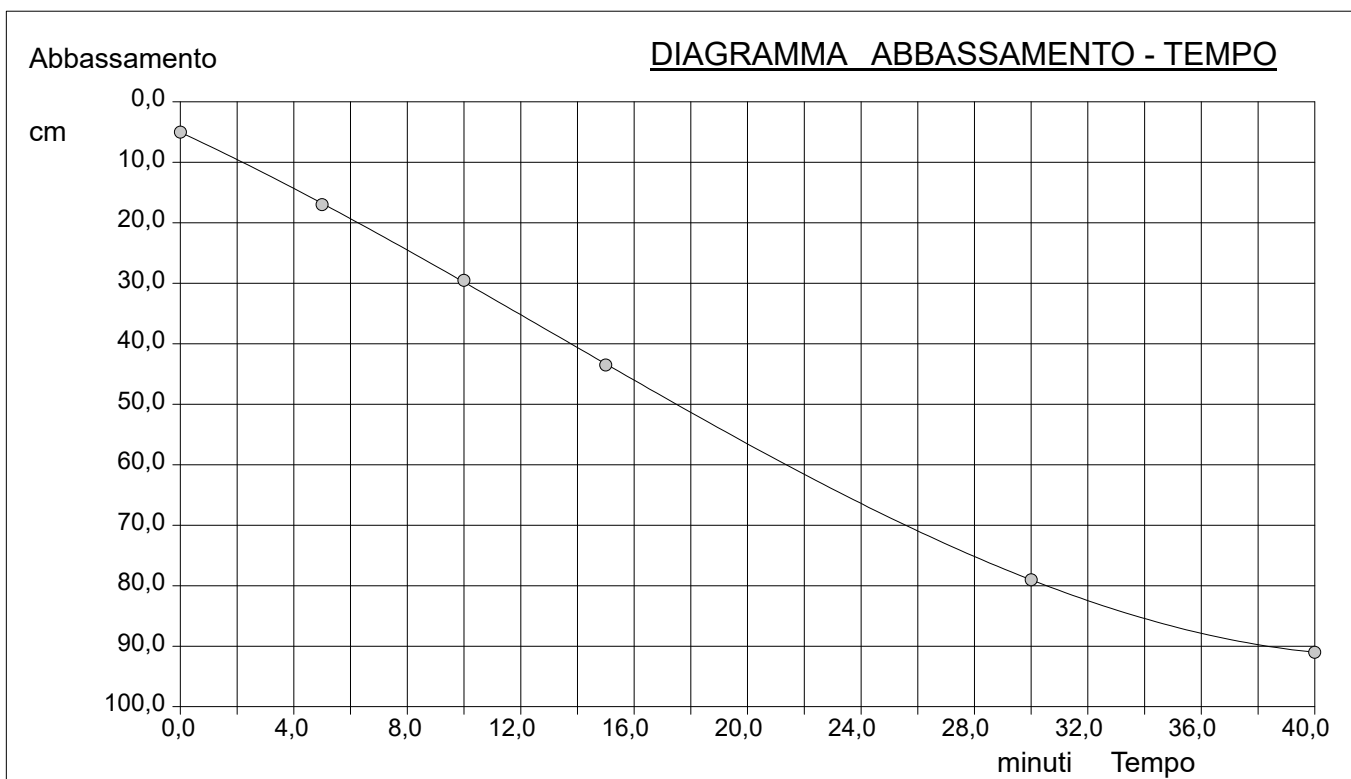
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11560	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	12,0	12,0	3,24E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	24,5	12,5	3,75E-05
Sezione	45,36	cm²	15,0	38,5	14,0	4,77E-05
Volume	861,93	cm³	30,0	74,0	35,5	5,50E-05
Massa	1746,0	g	40,0	86,0	12,0	4,08E-05
Peso di volume	19,9	kN/m³				
Umidità	15,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	4,08E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

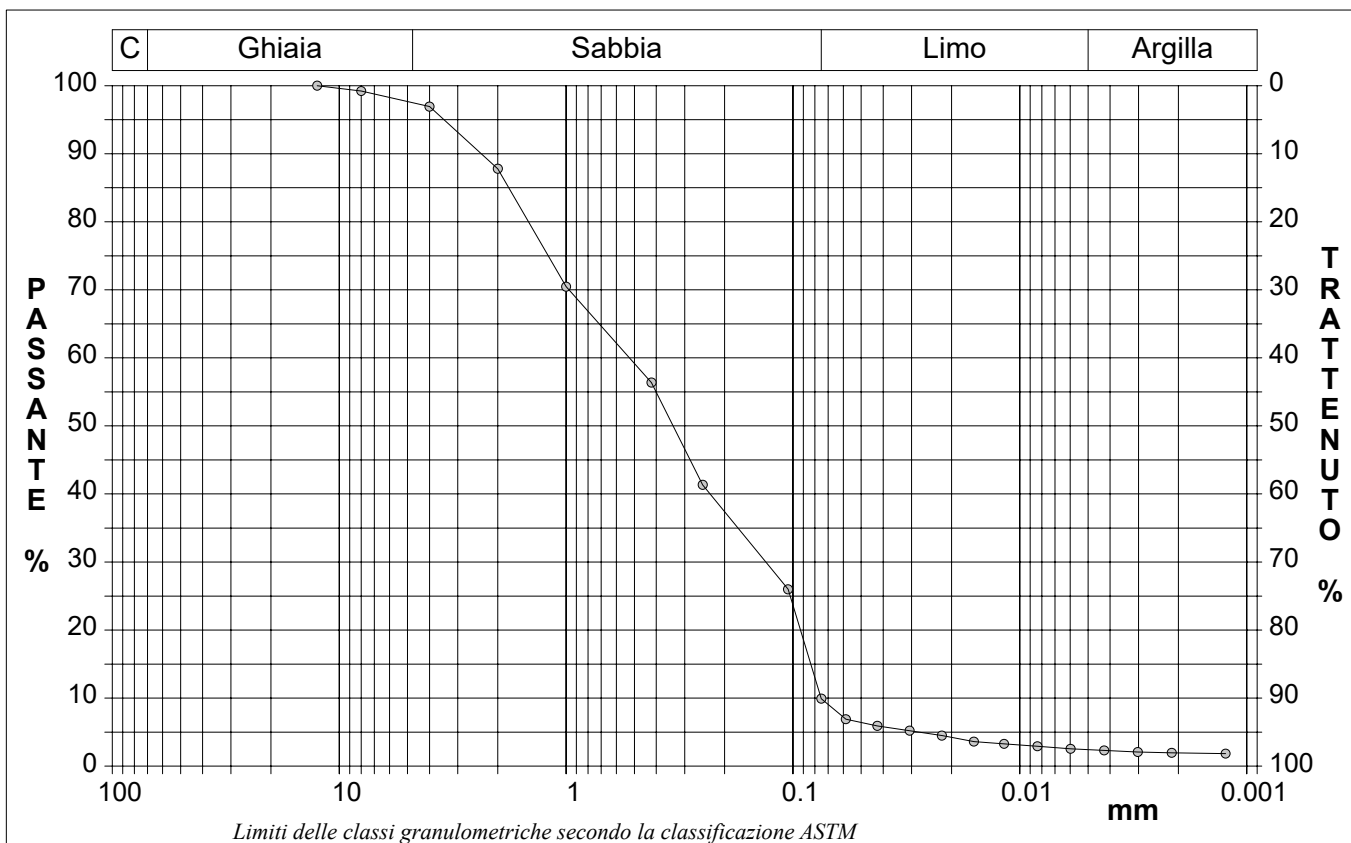
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11561	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	2,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	87,8 %	D10	0,07513 mm	
Sabbia	87,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	56,4 %	D30	0,13171 mm	
Limo	7,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	9,9 %	D50	0,33714 mm	
Argilla	2,4 %			D60	0,52525 mm	
Coefficiente di uniformità		6,99	Coefficiente di curvatura	0,44	D90	2,36573 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,4200	56,37	0,0425	5,94	0,0084	2,93	0,0012	1,84
8,0000	99,22	0,2500	41,34	0,0306	5,21	0,0060	2,56		
4,0000	96,92	0,1050	25,99	0,0221	4,49	0,0042	2,32		
2,0000	87,79	0,0750	9,92	0,0159	3,62	0,0030	2,08		
1,0000	70,46	0,0585	6,90	0,0117	3,29	0,0021	1,96		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11562	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 07/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.		
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

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	169	237
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,00	4,50	4,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,16	0,23	0,30
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 11,1 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,031 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

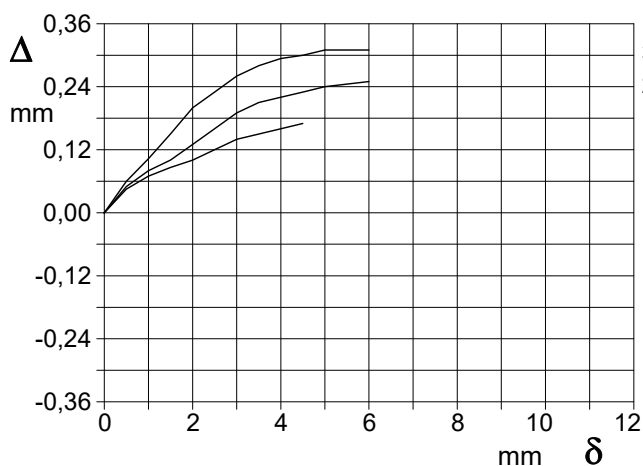
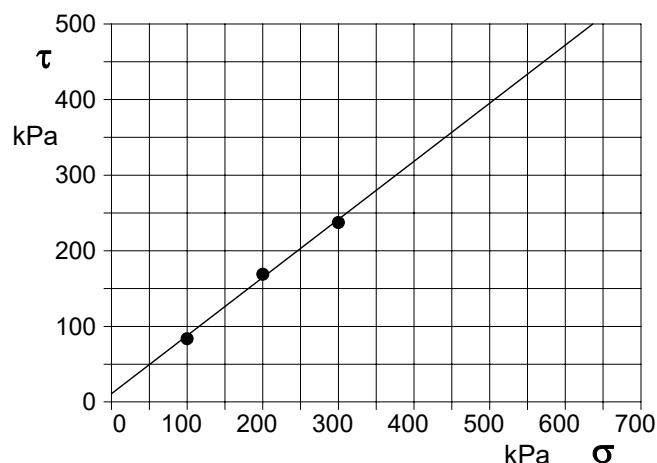


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

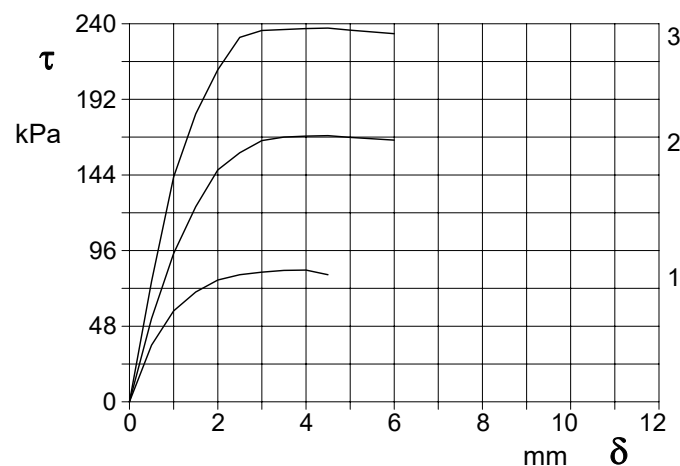


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11562	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 07/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m 9,00 - 9,50	

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)	1,961
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,045

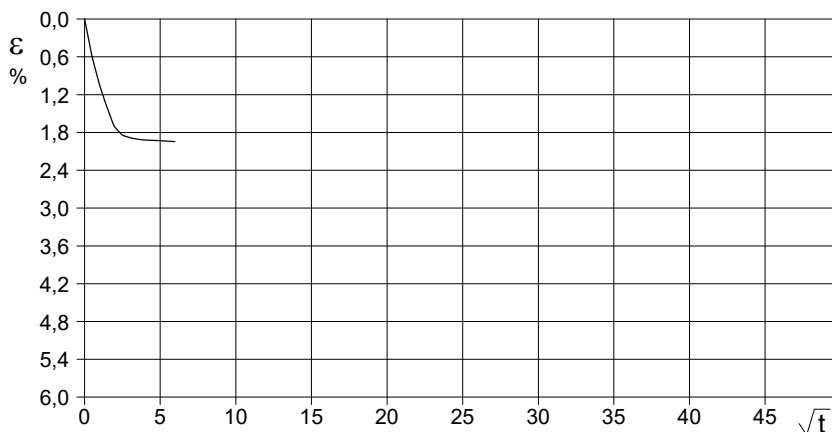


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,924
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	29,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024

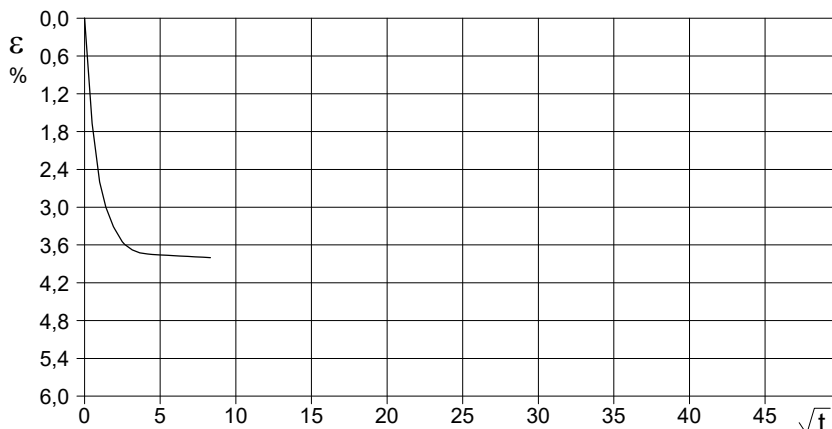
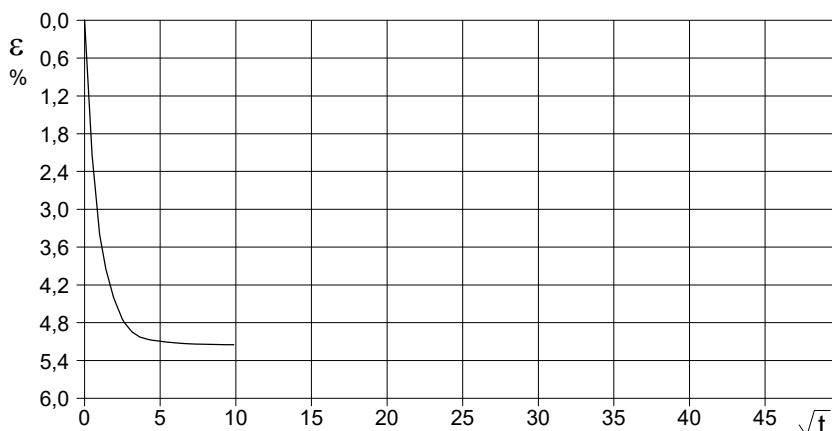


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,897
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	27,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,026



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 7

PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,2	%
Peso di volume minimo	16,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,647	
Porosità	39,3	%
Grado di saturazione	56,3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	12,7	%
Sabbia	73,9	%
Limo	10,1	%
Argilla	3,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,2	kPa
Angolo di attrito interno:	39,5	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia localmente anche debolmente limosa con poca ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11578	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 13,2 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11579	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,0 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,1 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11580	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

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: 28,1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

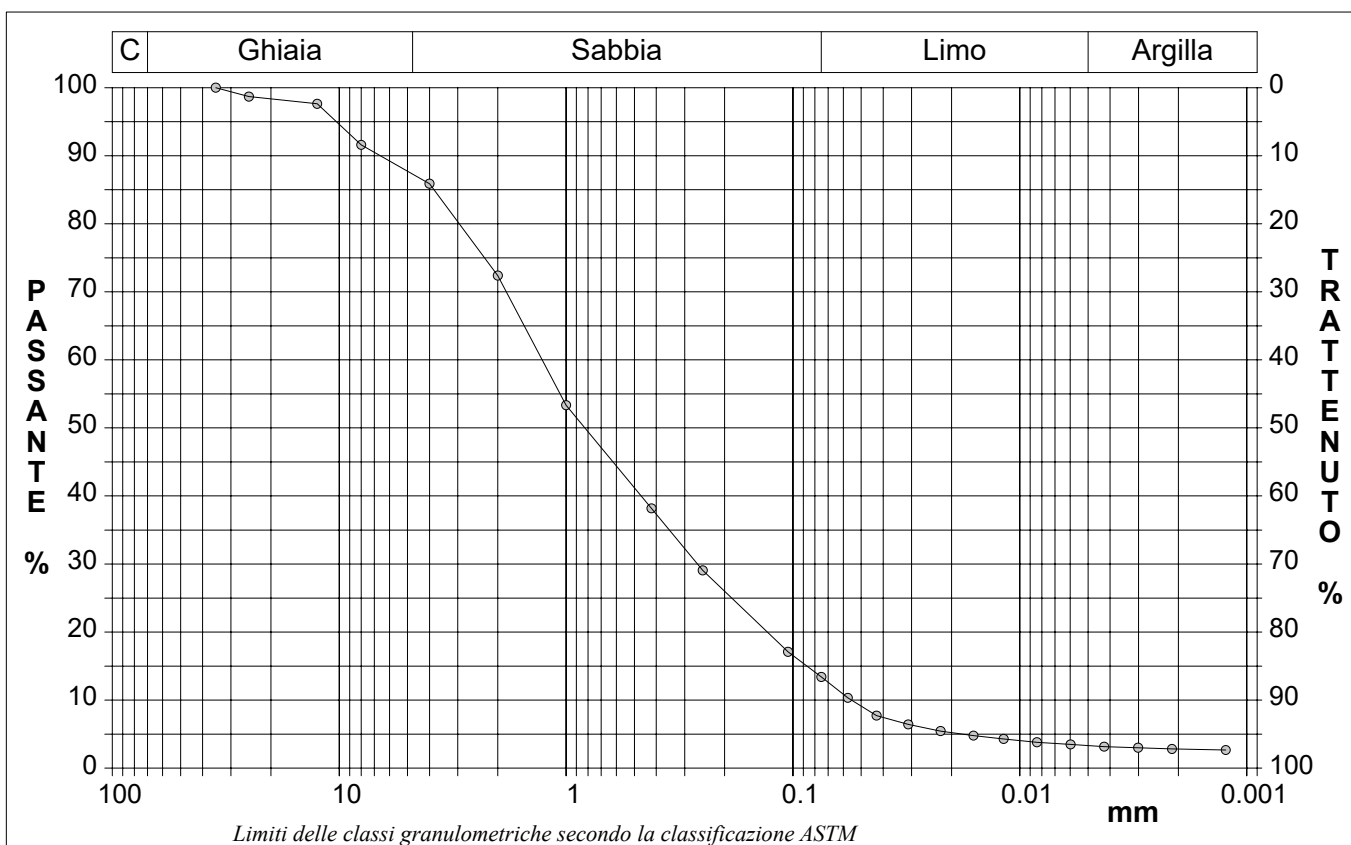
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11581	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	12,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	72,4 %	D10	0,05513 mm	
Sabbia	73,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	38,2 %	D30	0,26363 mm	
Limo	10,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	13,4 %	D50	0,82612 mm	
Argilla	3,3 %			D60	1,27424 mm	
Coefficiente di uniformità		23,11	Coefficiente di curvatura	0,99	D90	6,59765 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
35,0000	100,00	2,0000	72,39	0,0750	13,42	0,0160	4,80	0,0030	3,00
25,0000	98,68	1,0000	53,34	0,0573	10,34	0,0118	4,31	0,0021	2,84
12,5000	97,64	0,4200	38,18	0,0428	7,73	0,0084	3,82	0,0012	2,67
8,0000	91,59	0,2500	29,07	0,0310	6,43	0,0060	3,49		
4,0000	85,88	0,1050	17,11	0,0224	5,45	0,0042	3,16		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11582	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 07/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

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):	92	168	257
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,00	5,00	4,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,21	0,28	0,28
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,2 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,030 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

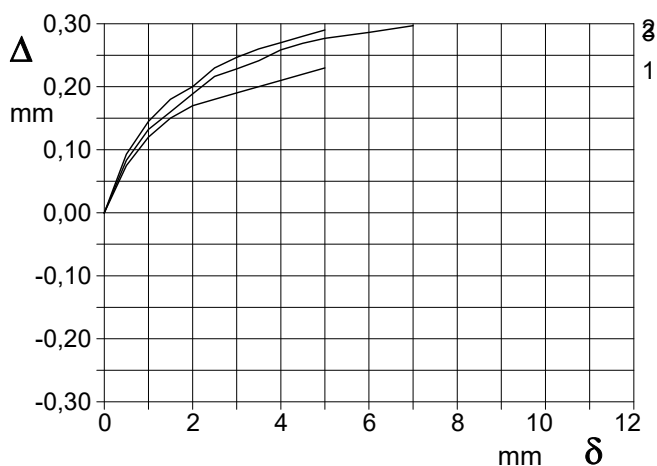
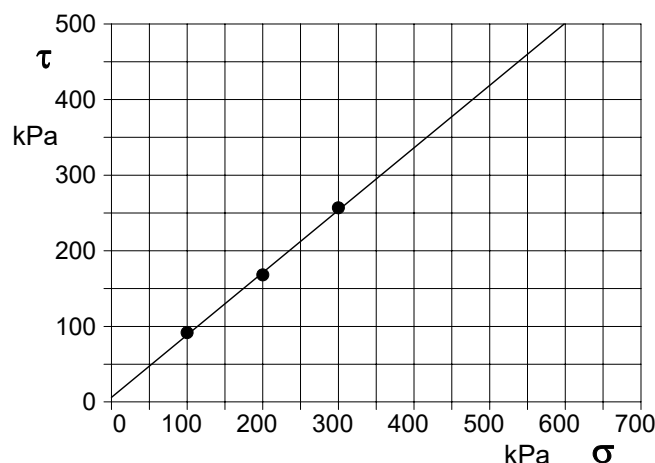


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

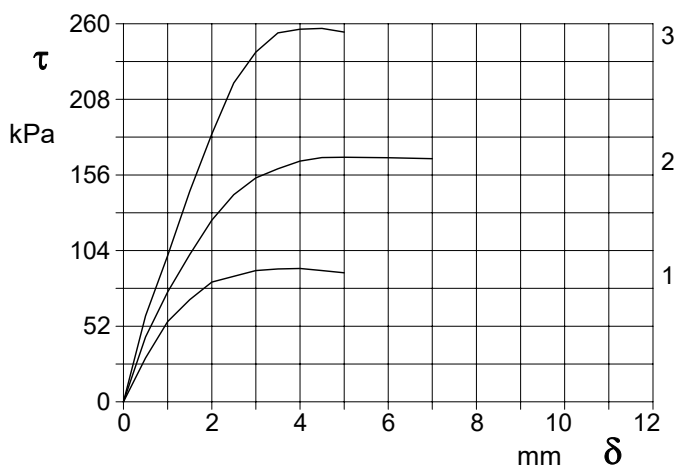


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11582	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 07/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m 12,00 - 12,50	

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)	1,970
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	16,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,042

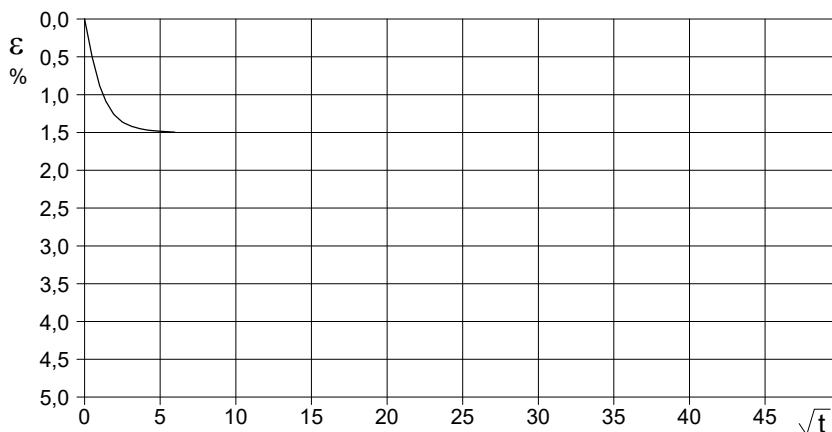


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,936
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	28,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024

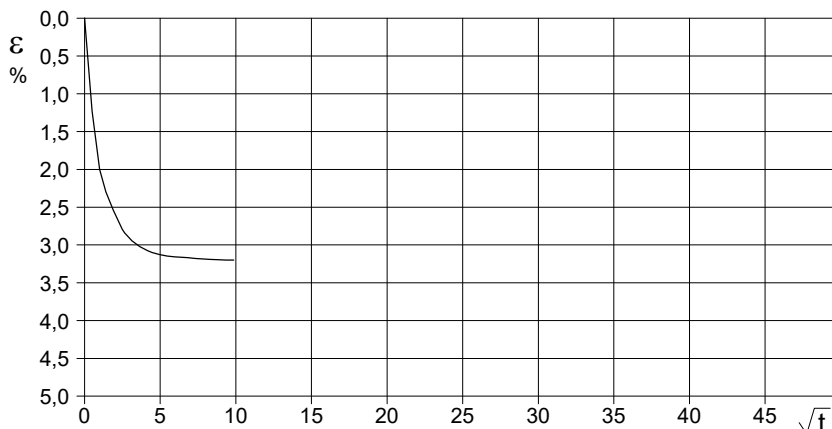
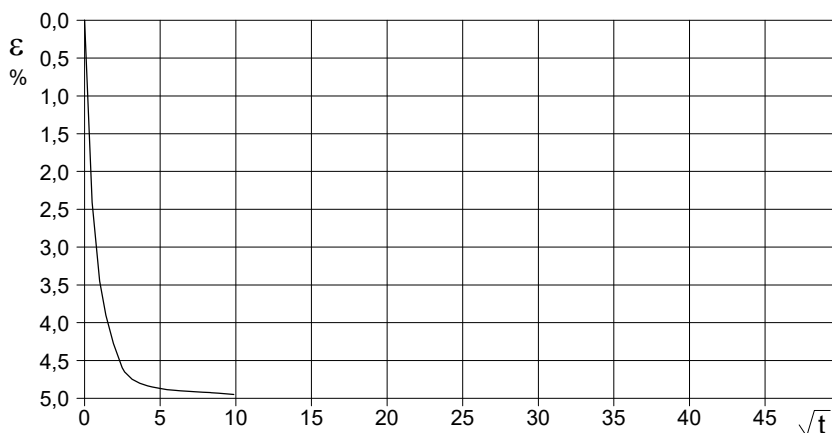


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,901
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	29,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN647 S2

CAMPIONE: 8

PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	11,1	%
Peso di volume minimo	16,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,2	kN/m ³

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	26,0	%
Sabbia	72,1	%
Limo-Argilla	1,9	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	9,9	kPa
Angolo di attrito interno:	39,3	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove		cm		Rp	VT	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
CF	GR	TD		kPa	kPa	cm	
			0				Sabbia con ghiaia.
			10				
			20				
			30				
			40				
			50			50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11569	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 01/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 11,1 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11570	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,2 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

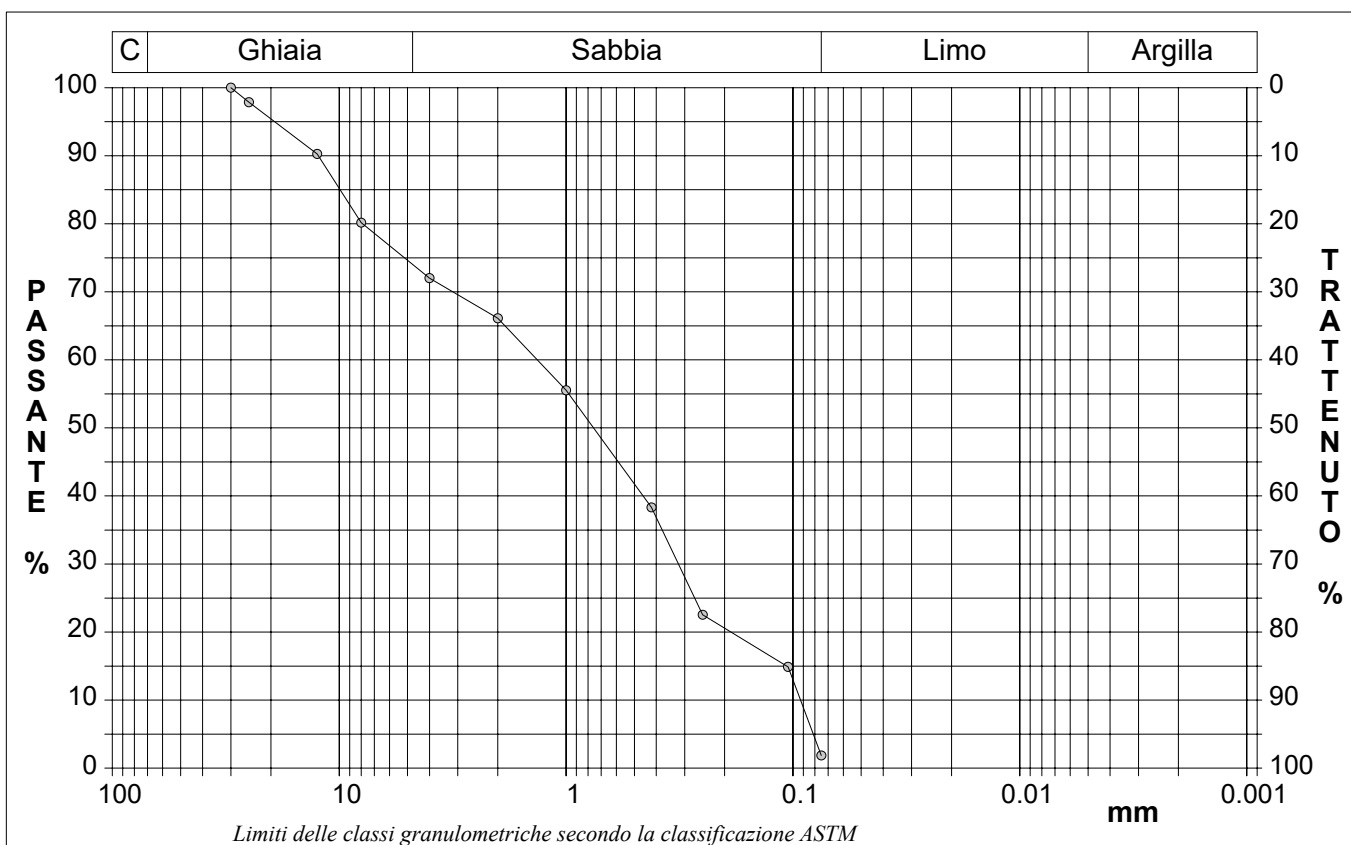
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11571	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 31/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN647 S2 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	26,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	66,1 %	D10	0,09253 mm
Sabbia	72,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	38,3 %	D30	0,31938 mm
Limo-Argilla	1,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	1,9 %	D50	0,75639 mm
				D60	1,33932 mm
				D90	12,35861 mm
Coefficiente di uniformità		14,47	Coefficiente di curvatura		0,82



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
30,0000	100,00	2,0000	66,12	0,0750	1,88				
25,0000	97,87	1,0000	55,54						
12,5000	90,26	0,4200	38,33						
8,0000	80,17	0,2500	22,55						
4,0000	72,01	0,1050	14,89						

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11572	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 8	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	90	175	253
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	5,00	7,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,56	0,44	0,62
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 9,9 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,015 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

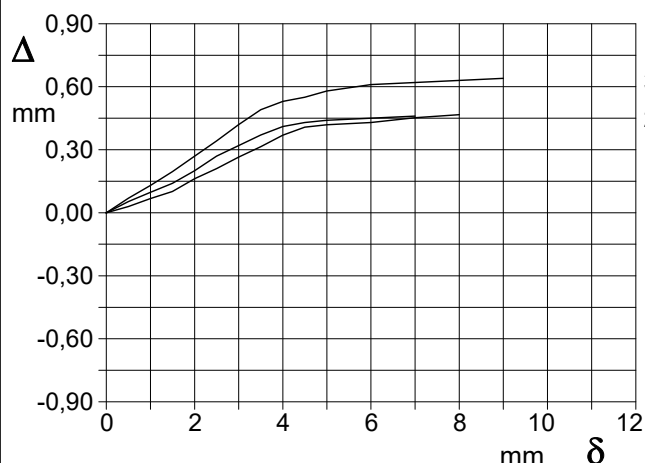
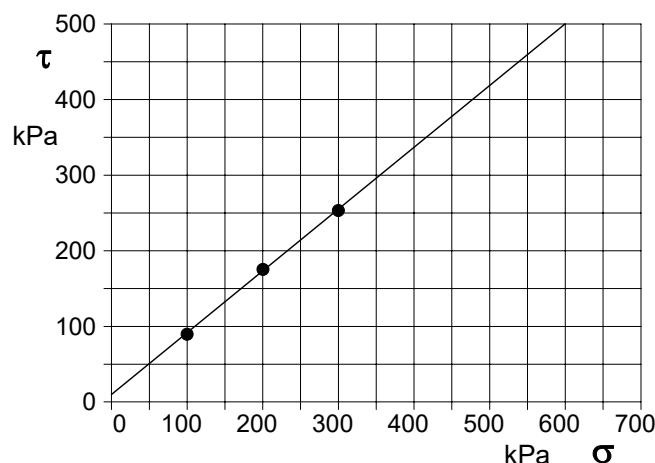


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

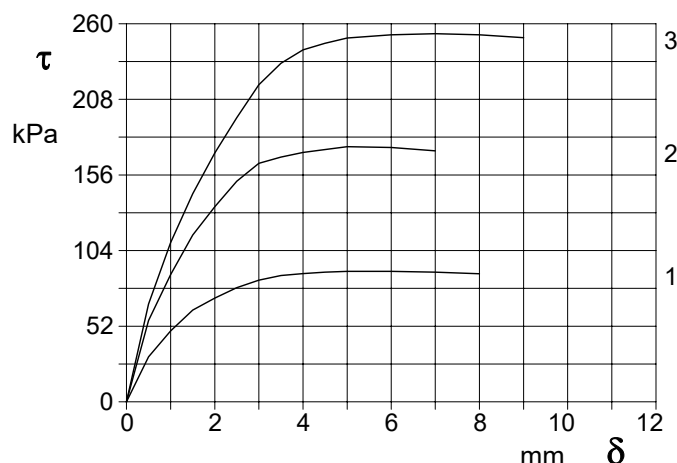


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11572	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 31/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN647 S2	CAMPIONE: 8	PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	

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)	1,938
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	29,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024

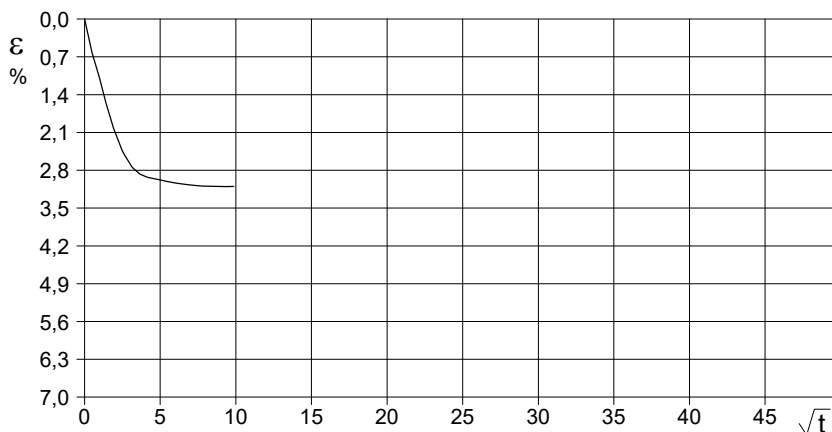


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,888
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	94,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,007

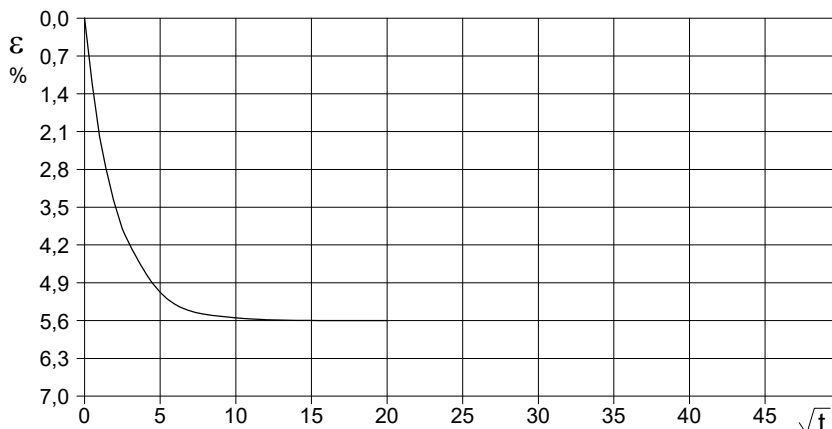
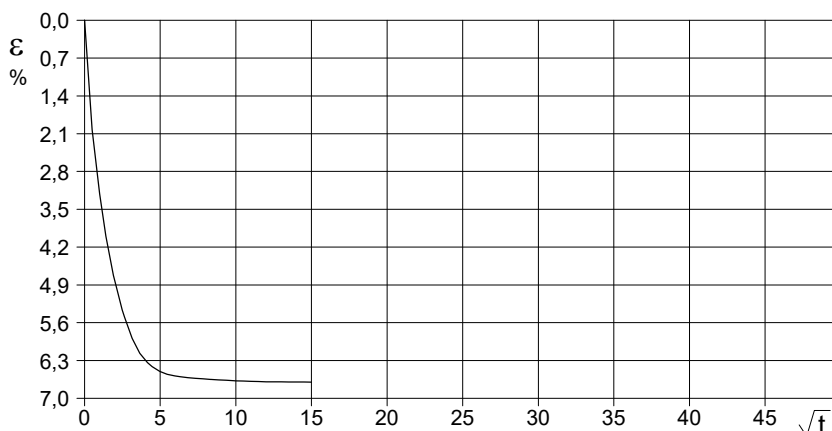


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,866
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	53,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,013



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24,4	%
Peso di volume minimo	17,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,8	kN/m ³
Peso specifico	26,7	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,712	
Porosità	41,6	%
Grado di saturazione	93,3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	49,7	%
Limite di plasticità	31,0	%
Indice di plasticità	18,7	%
Indice di consistenza	1,35	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	17,8	%

ANALISI GRANULOMETRICA

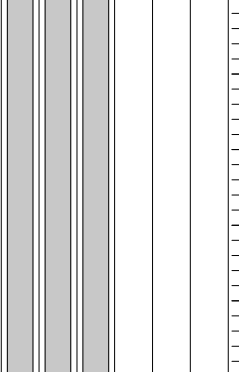
Ghiaia	16,0	%
Sabbia	54,6	%
Limo	21,8	%
Argilla	7,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	1,468E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR K		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
		0				Sabbia limosa localmente anche debolmente argillosa con poca ghiaia.
		10				
		20				
		30				
		40				
		50				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11455	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24,4 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11456	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,8 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11457	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

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) = **26,7 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 29,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11458	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	30/08/22	Inizio analisi:	04/08/22
Apertura campione:	02/08/22	Fine analisi:	05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

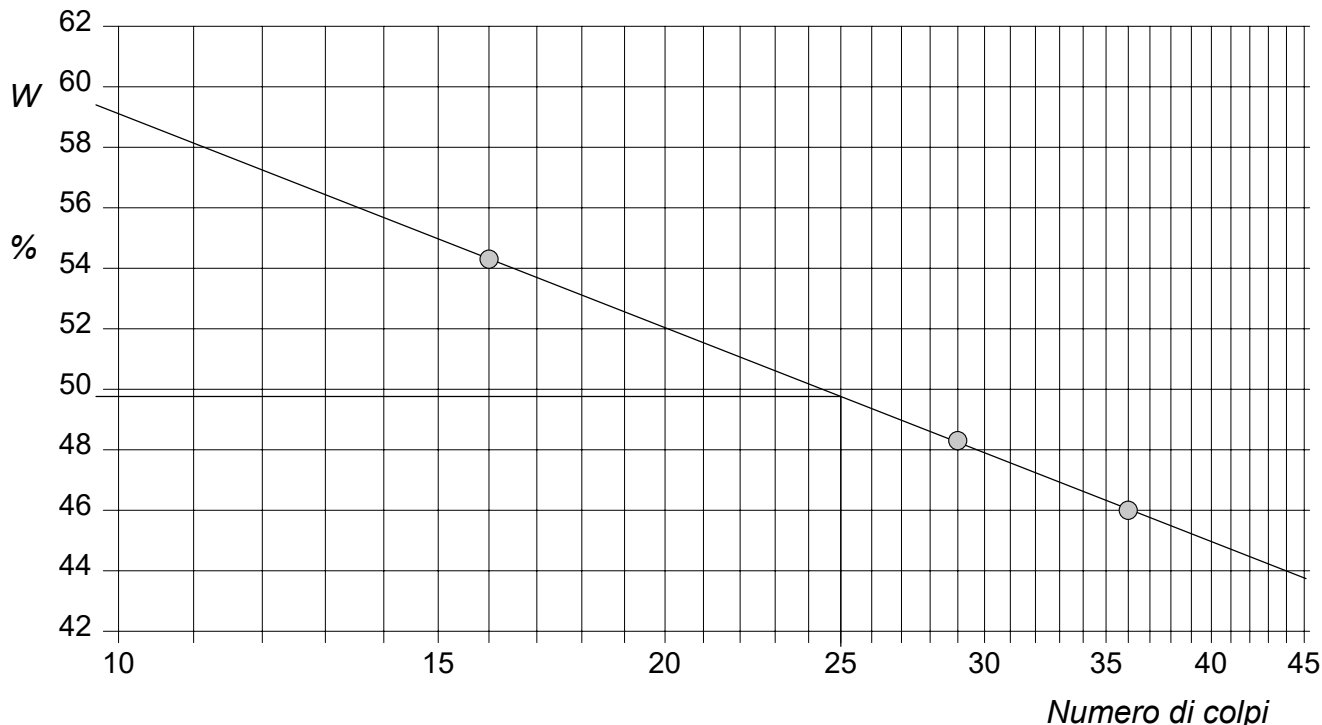
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	49,7 %
Limite di plasticità	31,0 %
Indice di plasticità	18,7 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	16	29	36			Umidità (%)	30,1	31,8
Umidità (%)	54,3	48,3	46,0			Umidità media	31,0	

Determinazione del Limite di liquidità



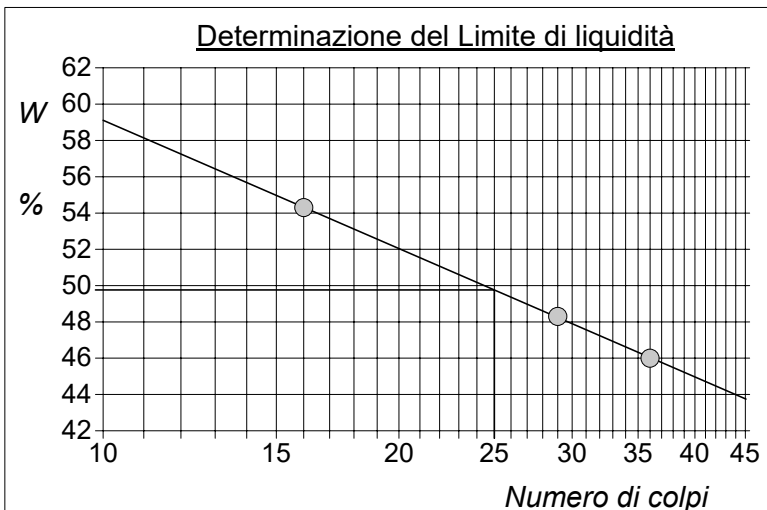
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11458	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

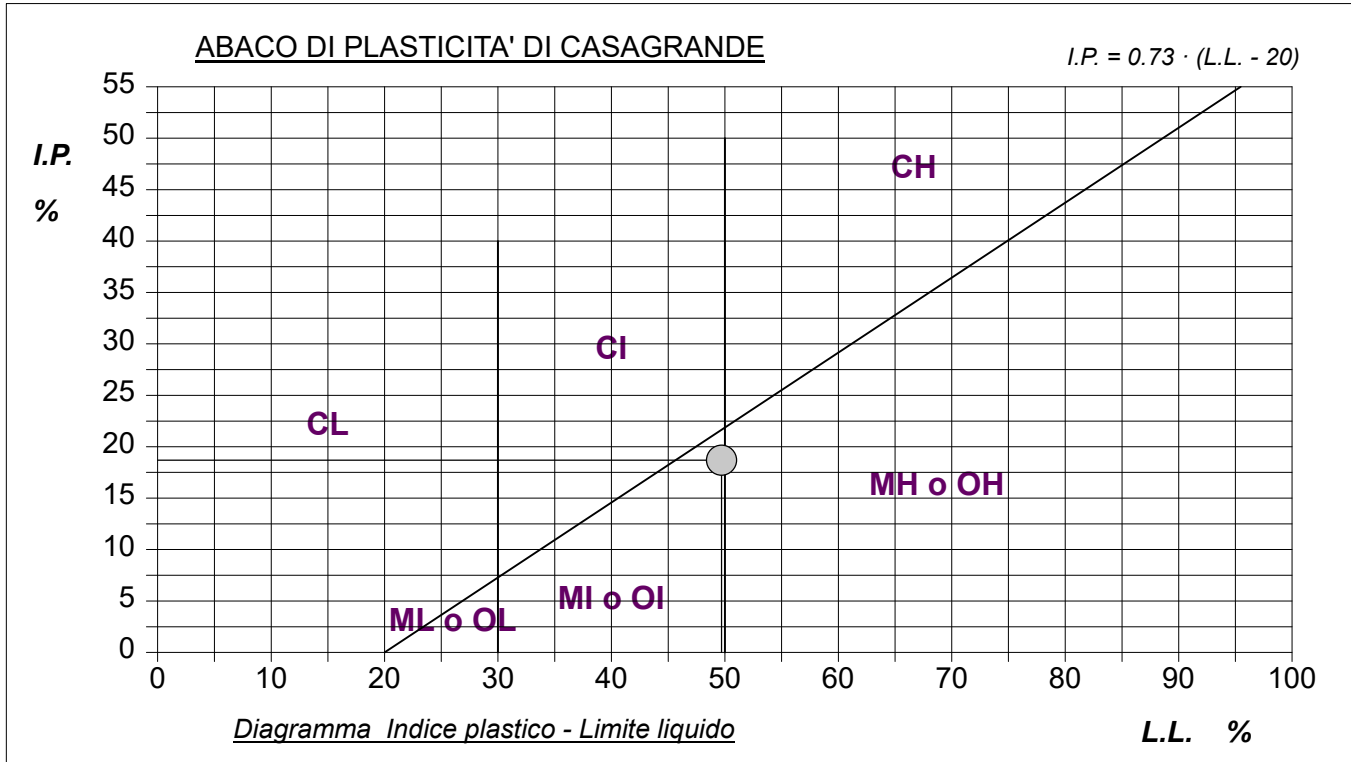
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	49,7	%
Limite di plasticità	31,0	%
Indice di plasticità	18,7	%
Indice di consistenza	1,35	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11459	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 05/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 06/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

LIMITE DI RITIRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 57 %

Limite di ritiro = 17,8 %

Coefficiente di ritiro = 1,55

Ritiro di volume = -5,70

Ritiro lineare = -1,98

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11460	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	30/08/22	Inizio analisi:	04/08/22
Apertura campione:	02/08/22	Fine analisi:	06/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

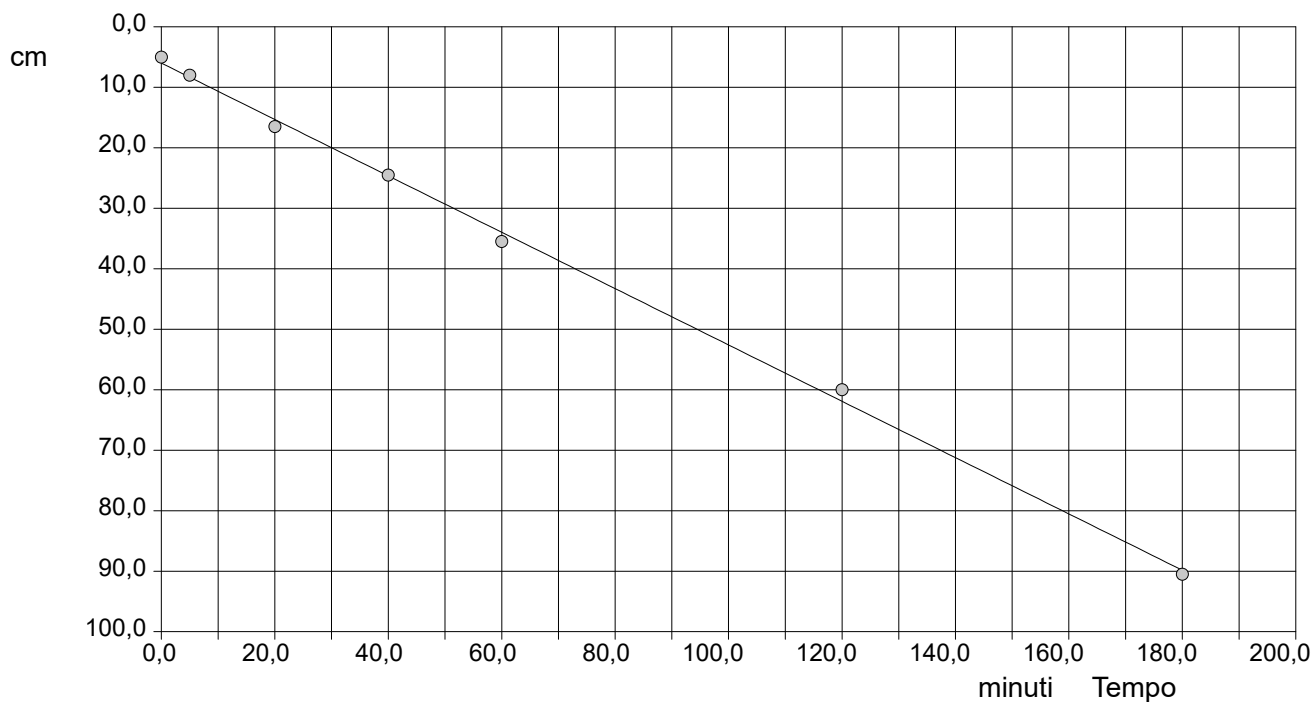
PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	3,0	3,0	7,80E-06
Diametro	7,60	cm	20,0	11,5	8,5	7,72E-06
Sezione	45,36	cm ²	40,0	19,5	8,0	5,85E-06
Volume	861,93	cm ³	60,0	30,5	11,0	8,78E-06
Massa	1706,0	g	120	55,0	24,5	7,90E-06
Peso di volume	19,4	kN/m ³	180	85,5	30,5	1,47E-05
Umidità	25,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	1,47E-05	cm/sec				

Abbassamento

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



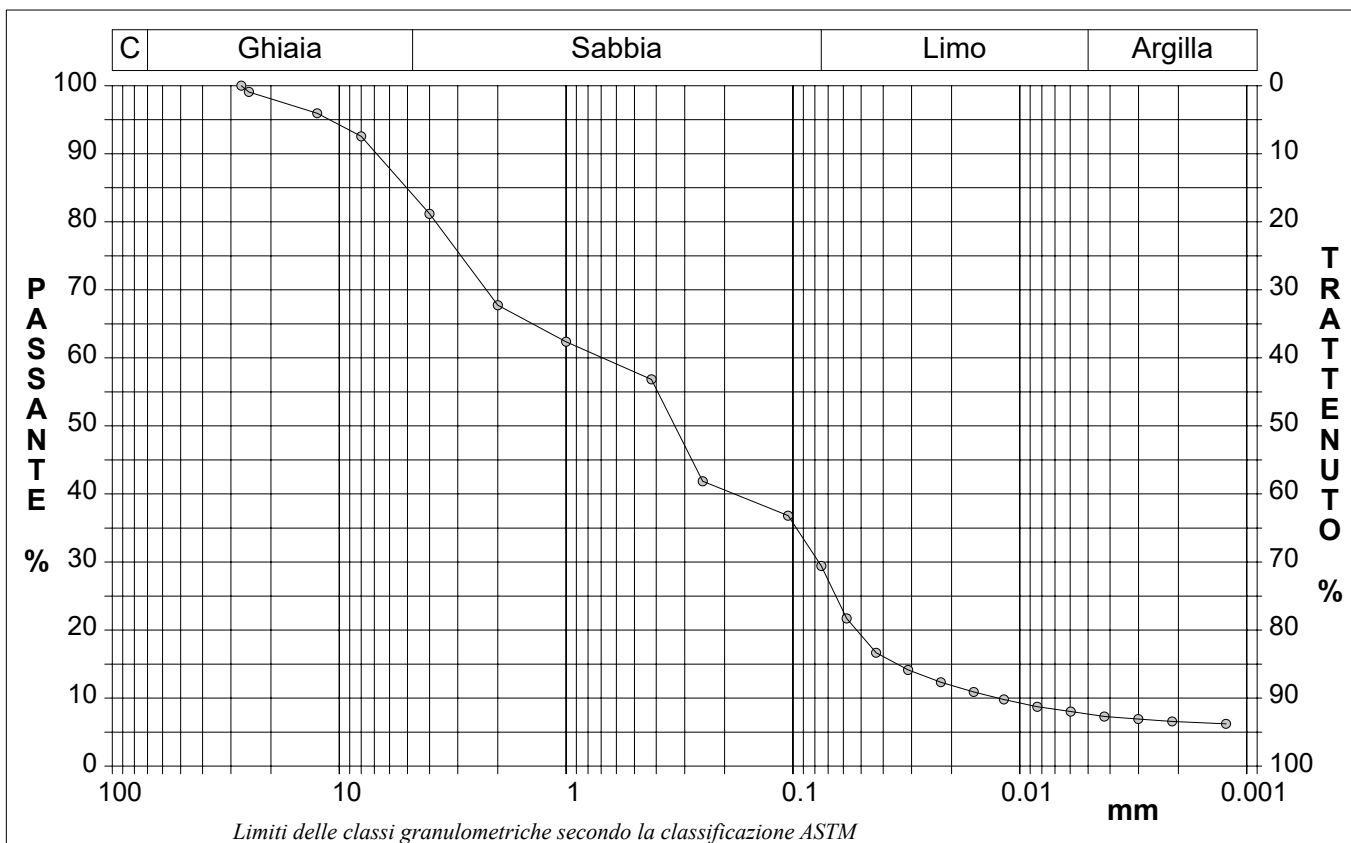
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11461	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	16,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	67,7 %	D10	0,01239 mm	
Sabbia	54,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	56,8 %	D30	0,07696 mm	
Limo	21,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	29,4 %	D50	0,33138 mm	
Argilla	7,6 %			D60	0,68931 mm	
Coefficiente di uniformità		55,66	Coefficiente di curvatura	0,69	D90	6,85053 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
27,0000	100,00	2,0000	67,73	0,0750	29,43	0,0160	10,90	0,0030	6,93
25,0000	99,08	1,0000	62,38	0,0580	21,70	0,0118	9,82	0,0021	6,57
12,5000	95,94	0,4200	56,83	0,0430	16,66	0,0084	8,73	0,0012	6,21
8,0000	92,55	0,2500	41,87	0,0311	14,14	0,0060	8,01		
4,0000	81,16	0,1050	36,82	0,0223	12,34	0,0042	7,29		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.		
SONDAGGIO:	OPN650 S1	CAMPIONE:	2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18,7	%
Peso di volume minimo	17,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,7	kN/m ³
Peso specifico	27,1	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,661	
Porosità	39,8	%
Grado di saturazione	78,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	7,5	%
Sabbia	51,0	%
Limo	28,2	%
Argilla	13,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	20,8	kPa
Angolo di attrito interno:	27,3	°

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11462	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 2 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 = 18,7 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11463	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,0 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,7 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11464	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 2 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) = **27,1 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: 29,6 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

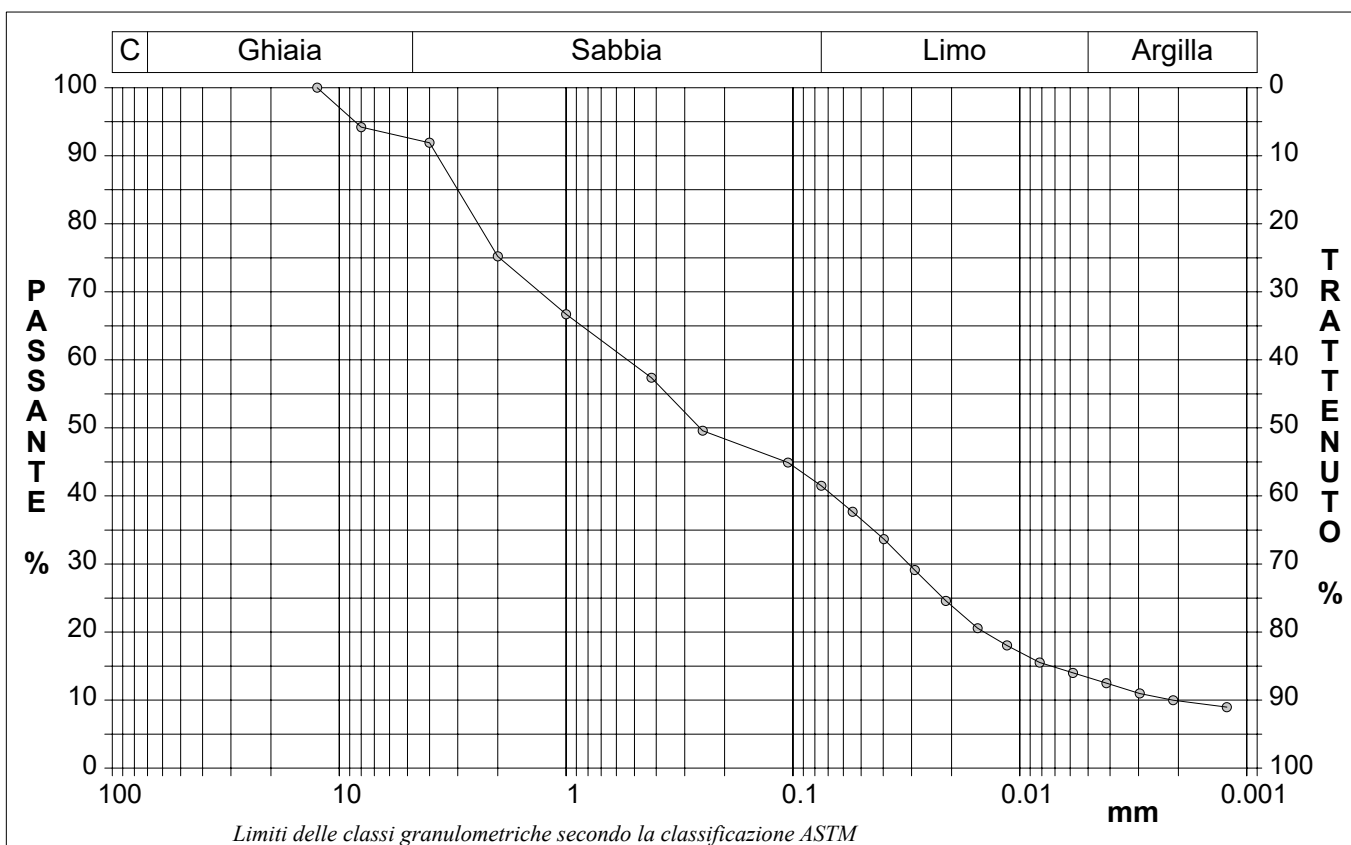
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11465	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	7,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	75,2 %	D10	0,00212 mm
Sabbia	51,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	57,4 %	D30	0,03086 mm
Limo	28,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	41,5 %	D50	0,25701 mm
Argilla	13,3 %			D60	0,53651 mm
				D90	3,69536 mm
Coefficiente di uniformità		253,00	Coefficiente di curvatura		0,84



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12,5000	100,00	0,4200	57,37	0,0398	33,66	0,0082	15,52	0,0012	8,97
8,0000	94,19	0,2500	49,59	0,0290	29,12	0,0058	14,01		
4,0000	91,91	0,1050	44,92	0,0212	24,59	0,0042	12,50		
2,0000	75,21	0,0750	41,49	0,0154	20,56	0,0030	10,99		
1,0000	66,70	0,0545	37,68	0,0114	18,04	0,0021	9,98		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11466	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 2	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):	72	124	175
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	5,00	6,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,30	0,34	0,43
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 20,8 kPa
 Angolo di attrito interno: 27,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,035 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

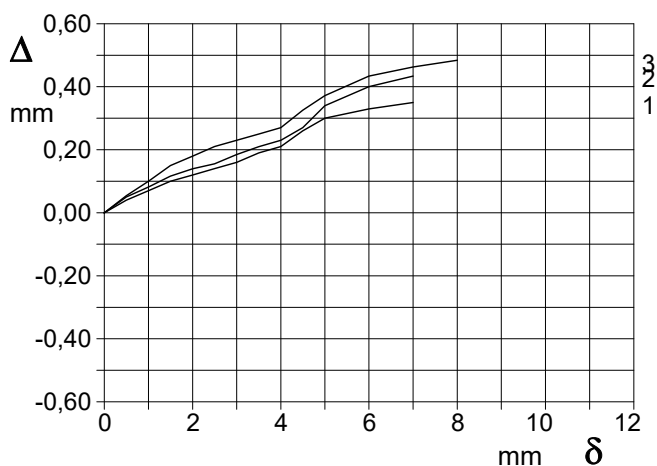
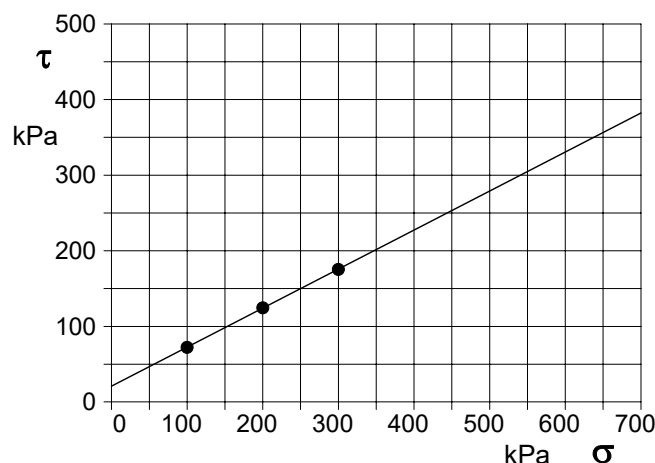


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

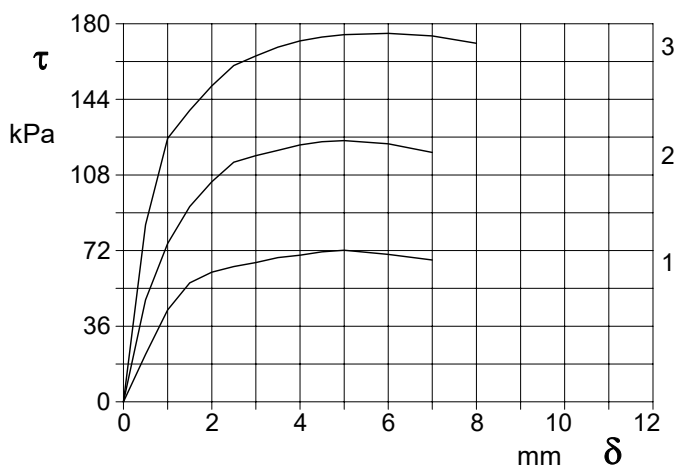


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11466	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 2	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)	1,919
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,030

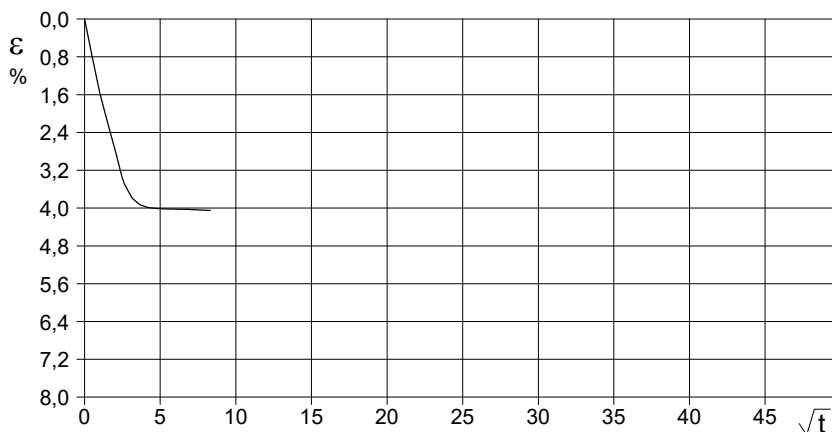


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,893
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	13,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,053

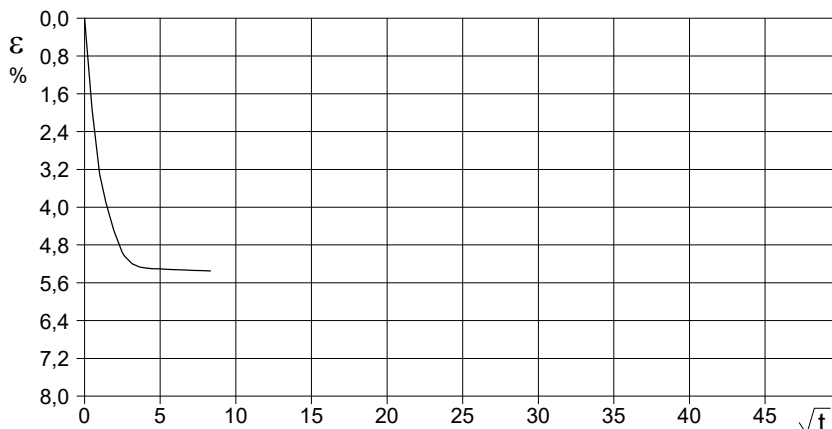
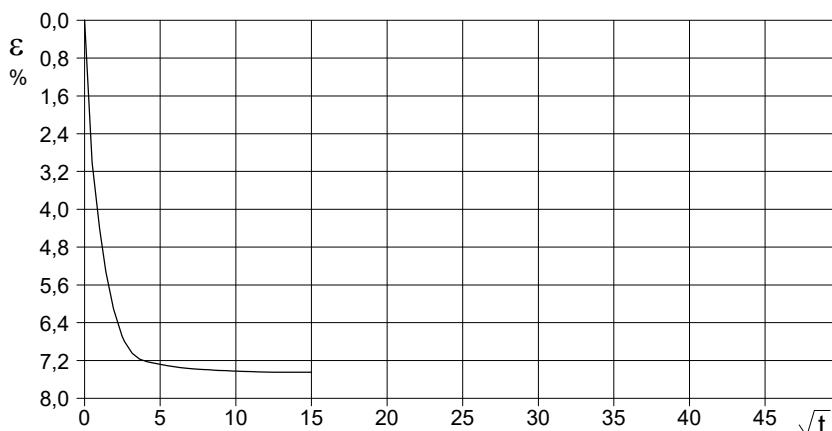


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,851
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	33,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,021



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17,9	%
Peso di volume	17,1	kN/m ³
Peso di volume secco	20,1	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,682	
Porosità	40,6	%
Grado di saturazione	71,9	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	12,0	%
Sabbia	68,0	%
Limo	13,7	%
Argilla	6,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	11,8	kPa
Angolo di attrito interno:	29,6	°

FOTOGRAFIA



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11467	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 3	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 = 17,9 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11468	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 01/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 3 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 = 17,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11469	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 3 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: 29,1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

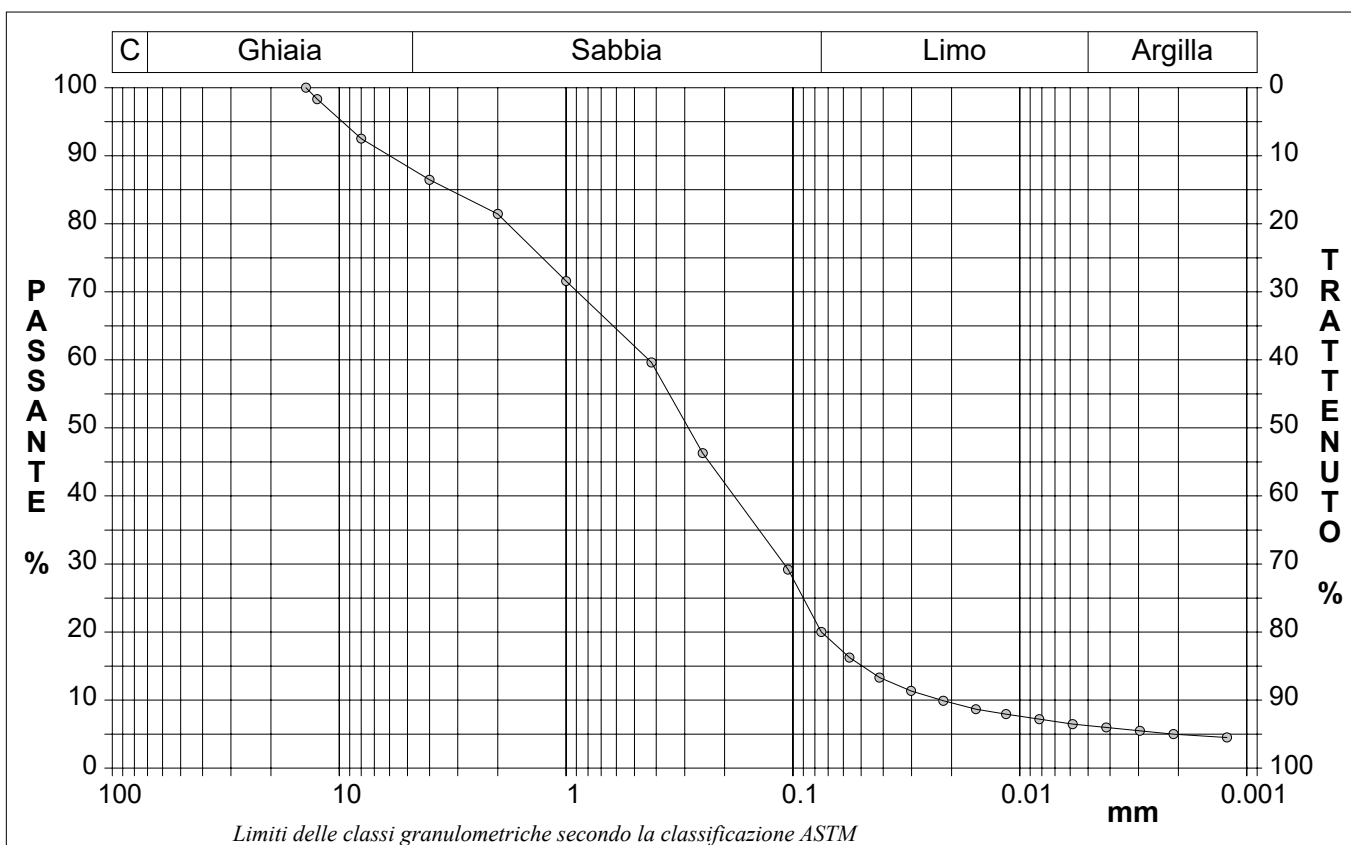
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11470	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.				
SONDAGGIO: OPN650 S1		CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	12,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	81,4 %	D10	0,02225 mm	
Sabbia	68,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	59,6 %	D30	0,10938 mm	
Limo	13,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	20,0 %	D50	0,28868 mm	
Argilla	6,3 %			D60	0,43174 mm	
Coefficiente di uniformità		19,40	Coefficiente di curvatura	1,25	D90	6,00093 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
14,0000	100,00	1,0000	71,59	0,0563	16,25	0,0115	7,94	0,0021	5,01
12,5000	98,32	0,4200	59,62	0,0416	13,32	0,0082	7,21	0,0012	4,52
8,0000	92,51	0,2500	46,31	0,0302	11,36	0,0059	6,48		
4,0000	86,47	0,1050	29,19	0,0217	9,90	0,0042	5,99		
2,0000	81,43	0,0750	20,02	0,0156	8,67	0,0030	5,50		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11471	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	30/08/22	Inizio analisi:	03/08/22
Apertura campione:	01/08/22	Fine analisi:	06/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

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):	69	125	183
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	4,50	5,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,09	0,18	0,29
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 11,8 kPa
 Angolo di attrito interno: 29,6 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,022 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

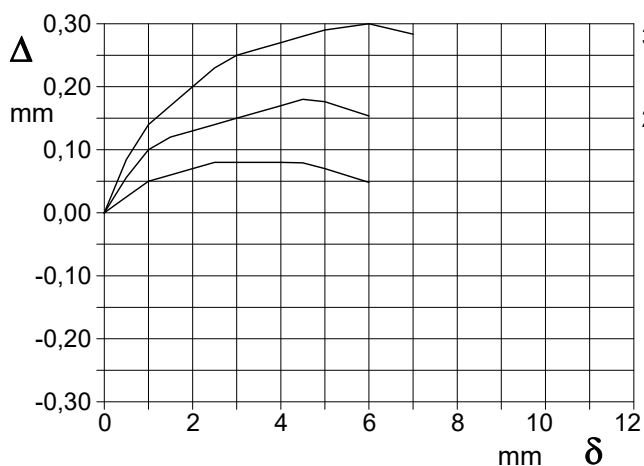
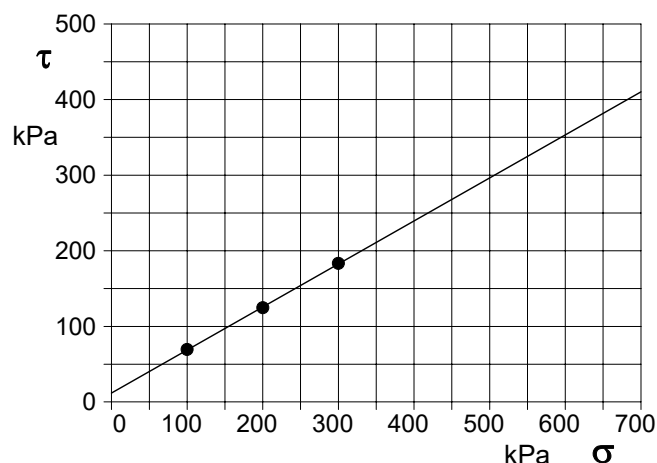


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

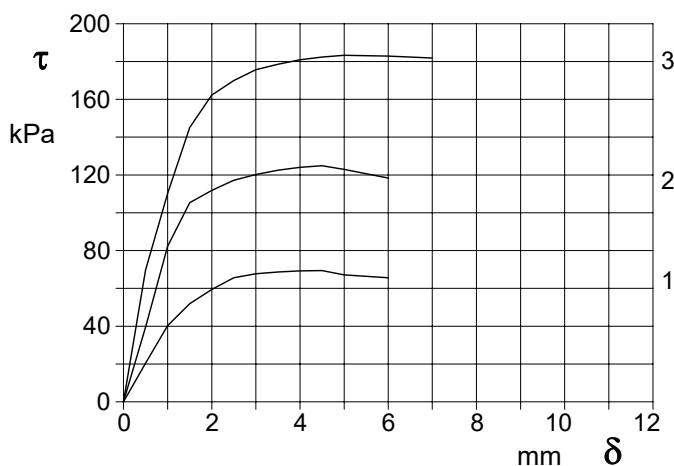


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11471 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22

DATA DI EMISSIONE: 30/08/22

Inizio analisi: 03/08/22

Apertura campione: 01/08/22

Fine analisi: 06/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

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)	1,954
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	24,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,029

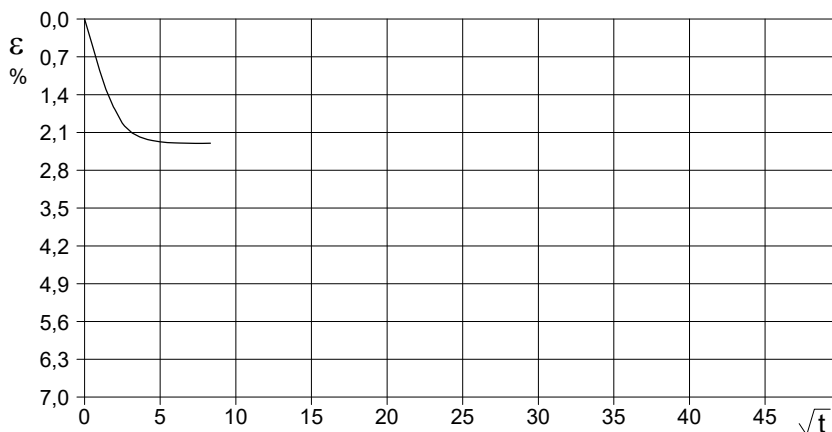


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,904
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	30,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,023

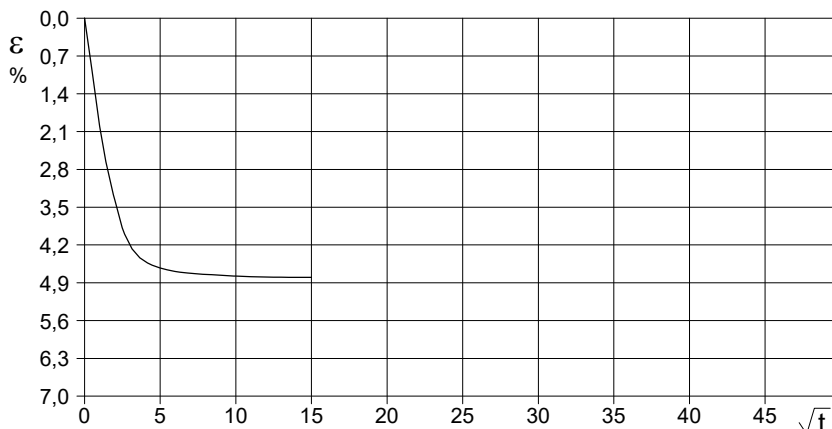
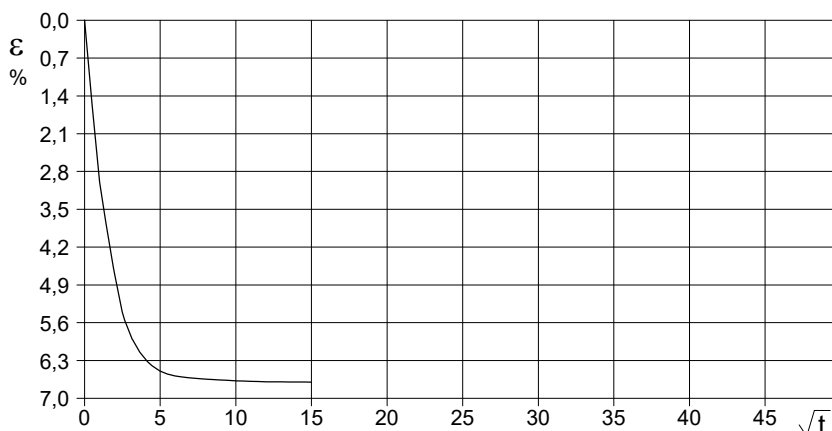


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,866
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	52,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,013



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,8	%
Peso di volume minimo	16,9	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,8	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,678	
Porosità	40,4	%
Grado di saturazione	83,9	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	15,0	%
Sabbia	70,3	%
Limo	9,4	%
Argilla	5,3	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	5,1	kPa
Angolo di attrito interno:	36,5	°

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11472	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	9,00 - 9,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,8 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11473	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,9 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,8 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11474	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

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: 27,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

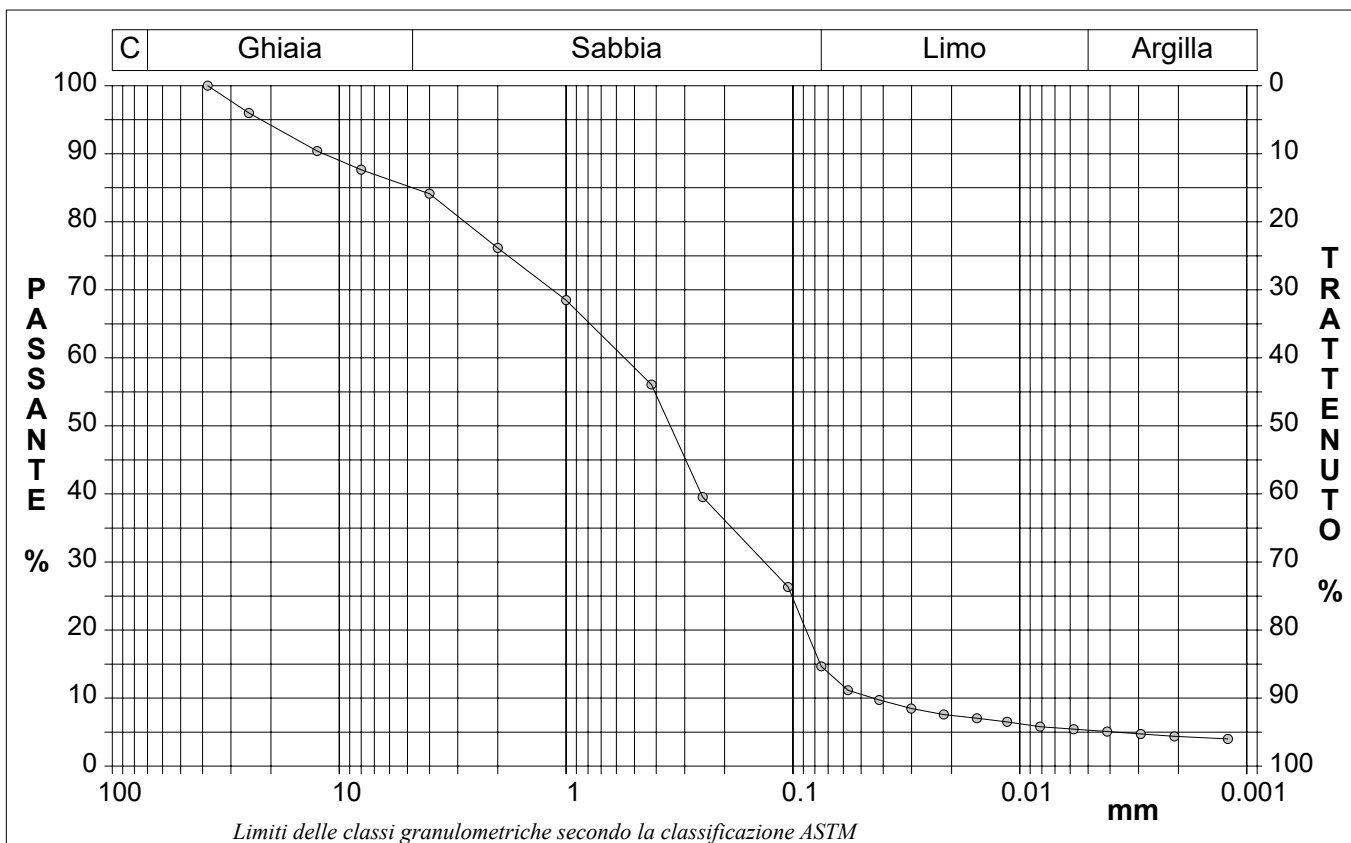
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11475	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	15,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	76,2 %	D10	0,04413 mm	
Sabbia	70,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	56,1 %	D30	0,13357 mm	
Limo	9,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	14,7 %	D50	0,34707 mm	
Argilla	5,3 %			D60	0,55231 mm	
Coefficiente di uniformità		12,52	Coefficiente di curvatura	0,73	D90	11,73125 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
38,0000	100,00	2,0000	76,16	0,0750	14,66	0,0154	7,05	0,0029	4,73
25,0000	95,99	1,0000	68,49	0,0572	11,17	0,0114	6,52	0,0021	4,37
12,5000	90,39	0,4200	56,08	0,0416	9,74	0,0081	5,80	0,0012	4,01
8,0000	87,65	0,2500	39,54	0,0301	8,48	0,0058	5,44		
4,0000	84,12	0,1050	26,34	0,0216	7,59	0,0041	5,09		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11476	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	31/08/22	Inizio analisi:	03/08/22
Apertura campione:	01/08/22	Fine analisi:	06/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	9,00 - 9,50

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):	73	159	221
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,00	6,00	6,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,24	0,33	0,45
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 5,1 kPa
 Angolo di attrito interno: 36,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,012 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

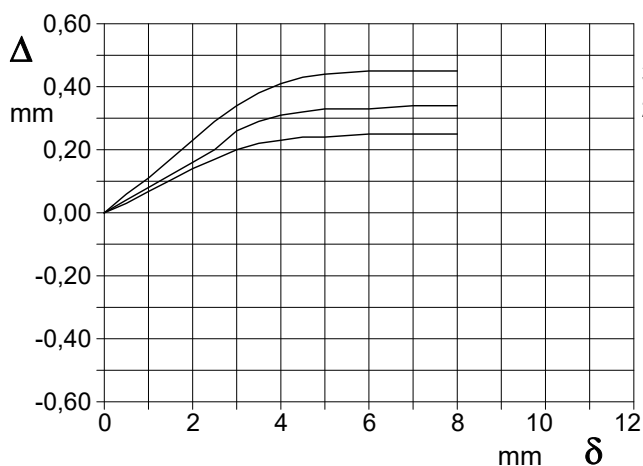
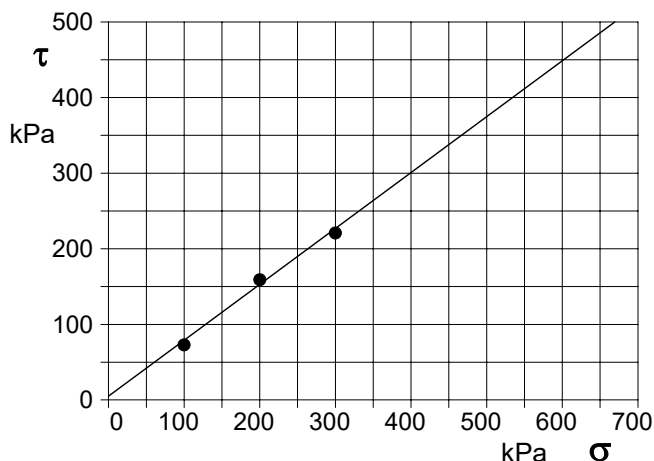


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

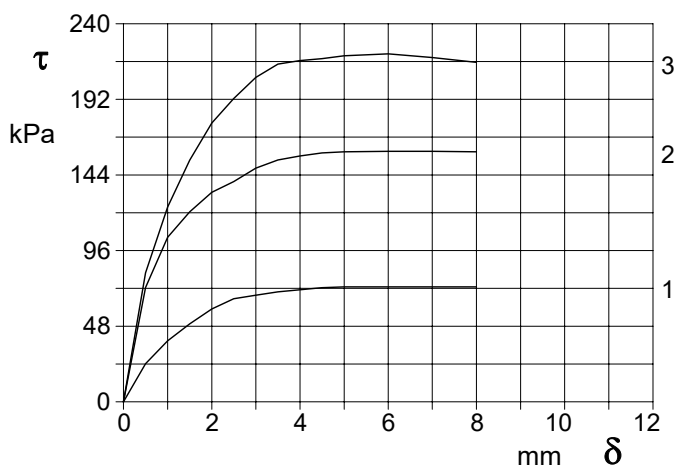


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11476	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 06/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m 9,00 - 9,50	

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)	1,920
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	50,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,014

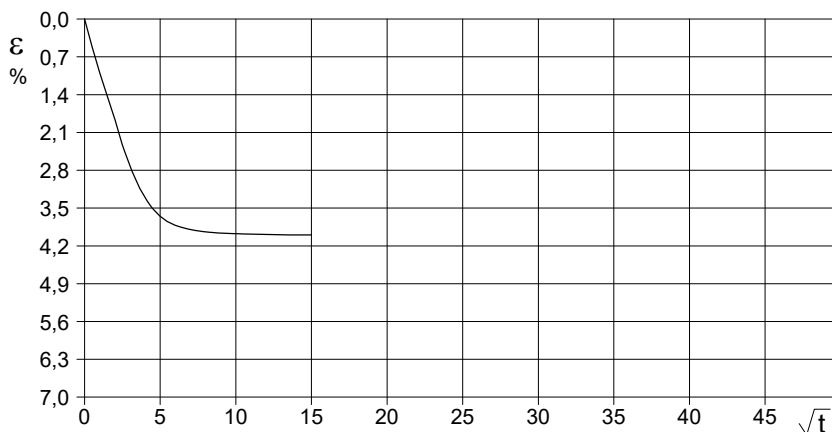


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,893
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	58,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,012

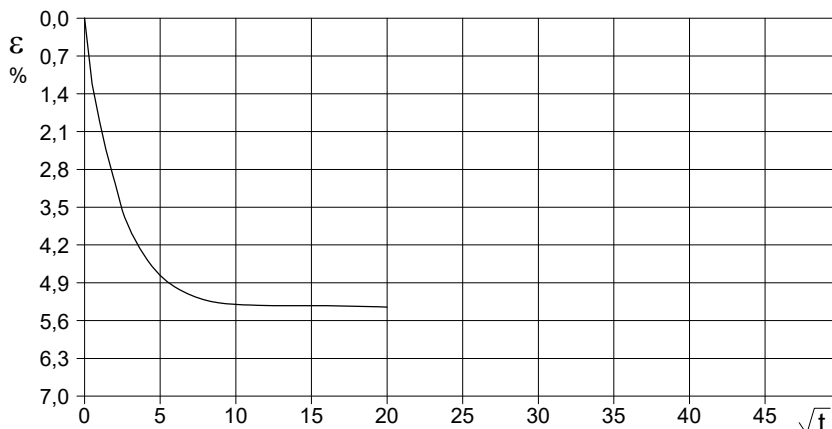
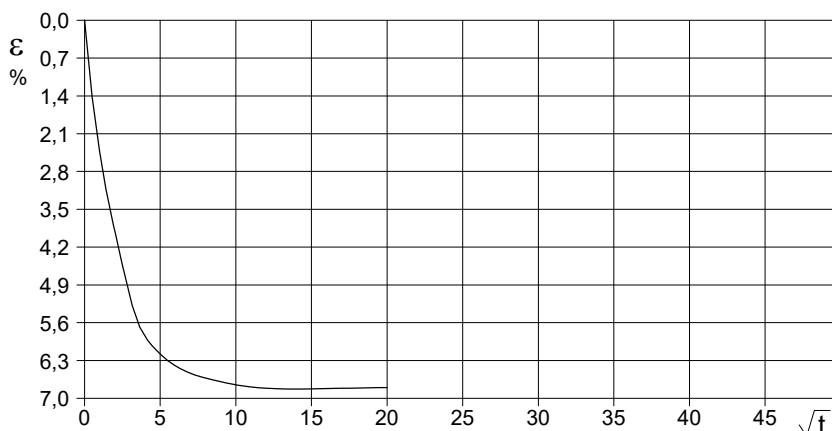


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,864
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	61,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,011



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,4	%
Peso di volume minimo	17,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,9	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,659	
Porosità	39,7	%
Grado di saturazione	84,5	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	39,2	%
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità		
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	SI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	23,2	%
Sabbia	49,3	%
Limo	17,2	%
Argilla	10,3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	2,040E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11477	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,4 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11478	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 01/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,0 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11479	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

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: 29,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11480	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	31/08/22	Inizio analisi:	03/08/22
Apertura campione:	01/08/22	Fine analisi:	04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

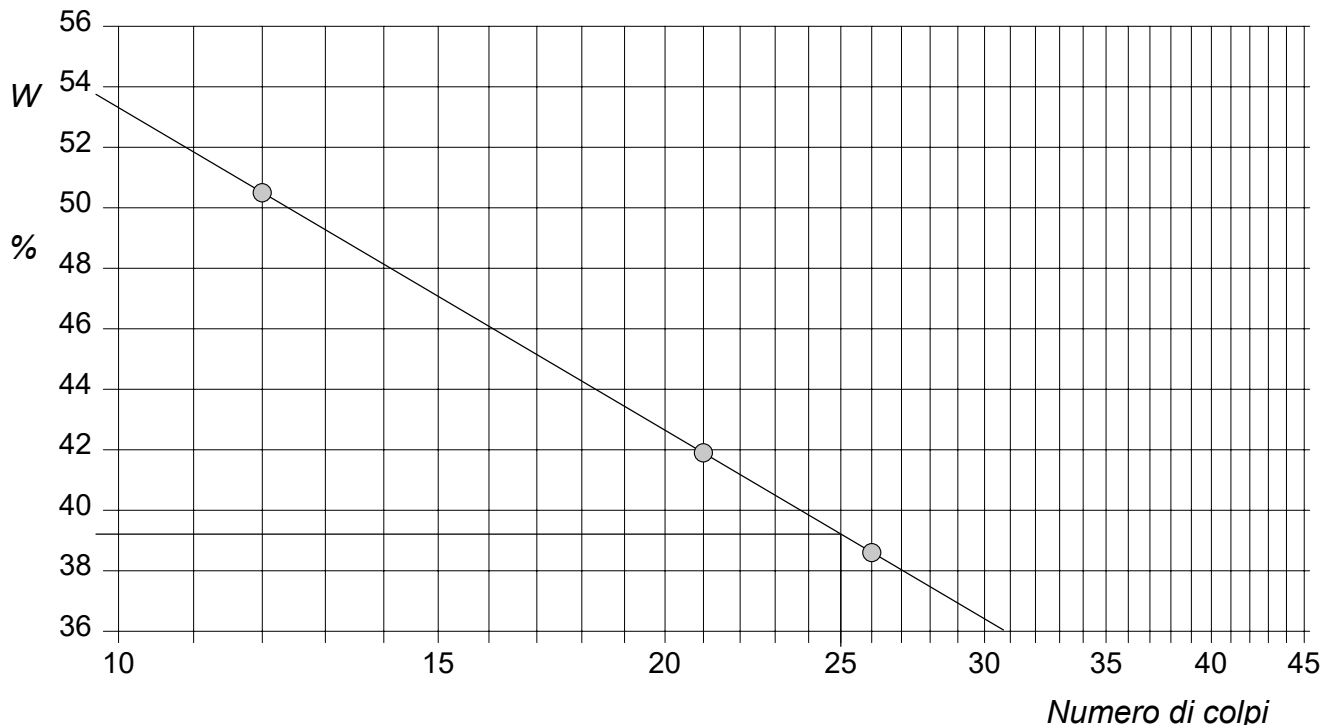
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	39,2 %
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	12	21	26			Umidità (%)		
Umidità (%)	50,5	41,9	38,6			Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Limite plastico non eseguibile.

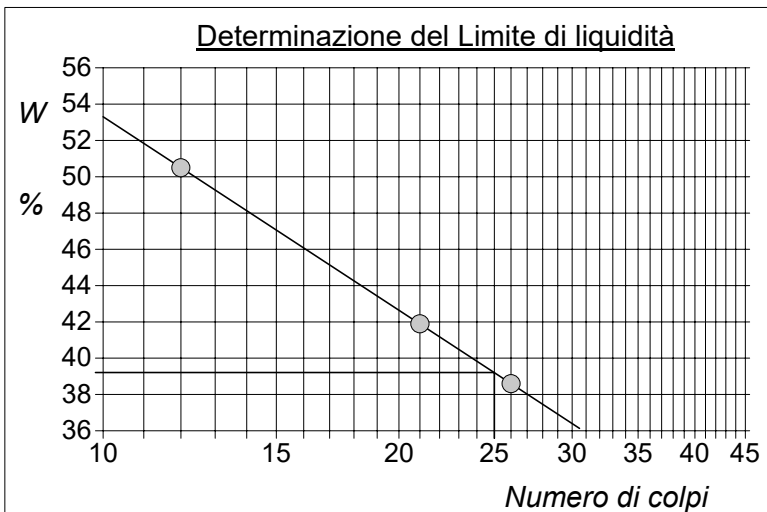
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11480	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 03/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 12,00 - 12,50	

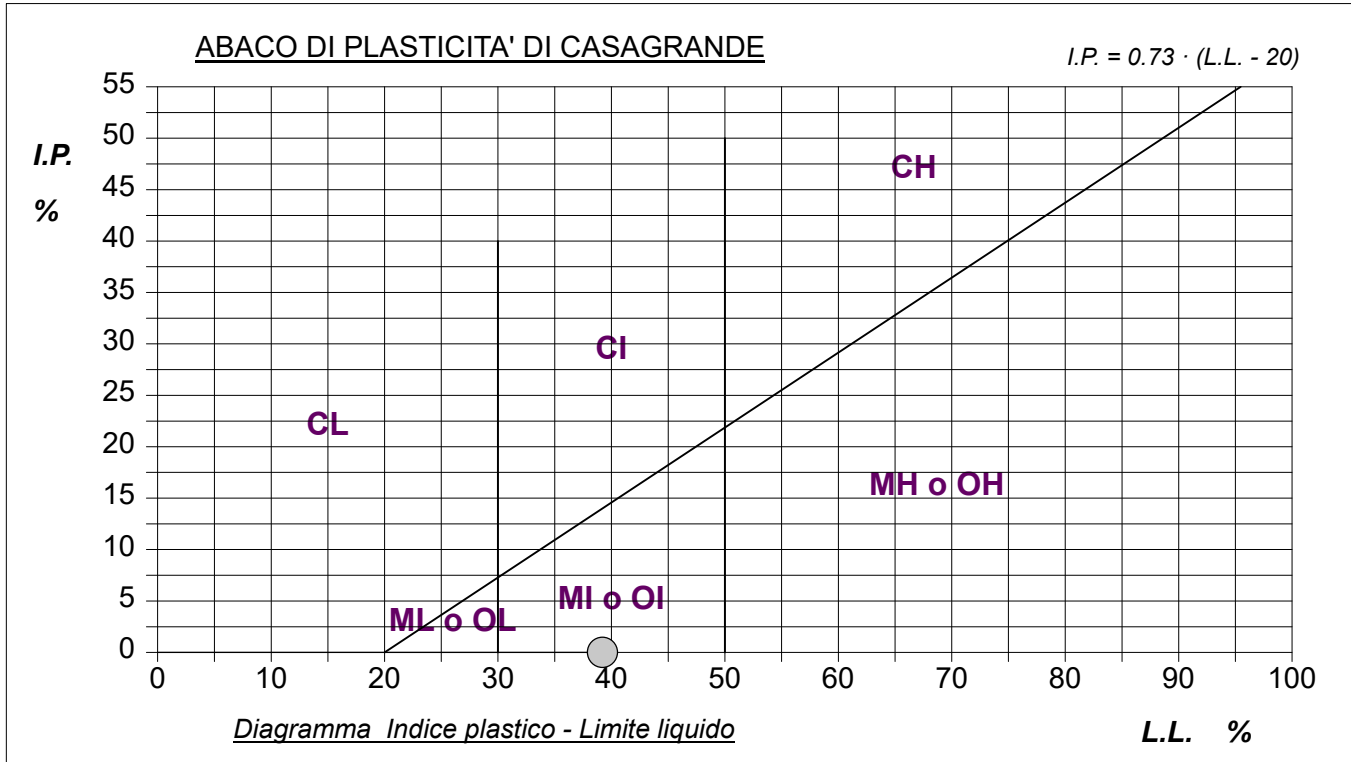
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	39,2	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



Limite plastico non eseguibile.

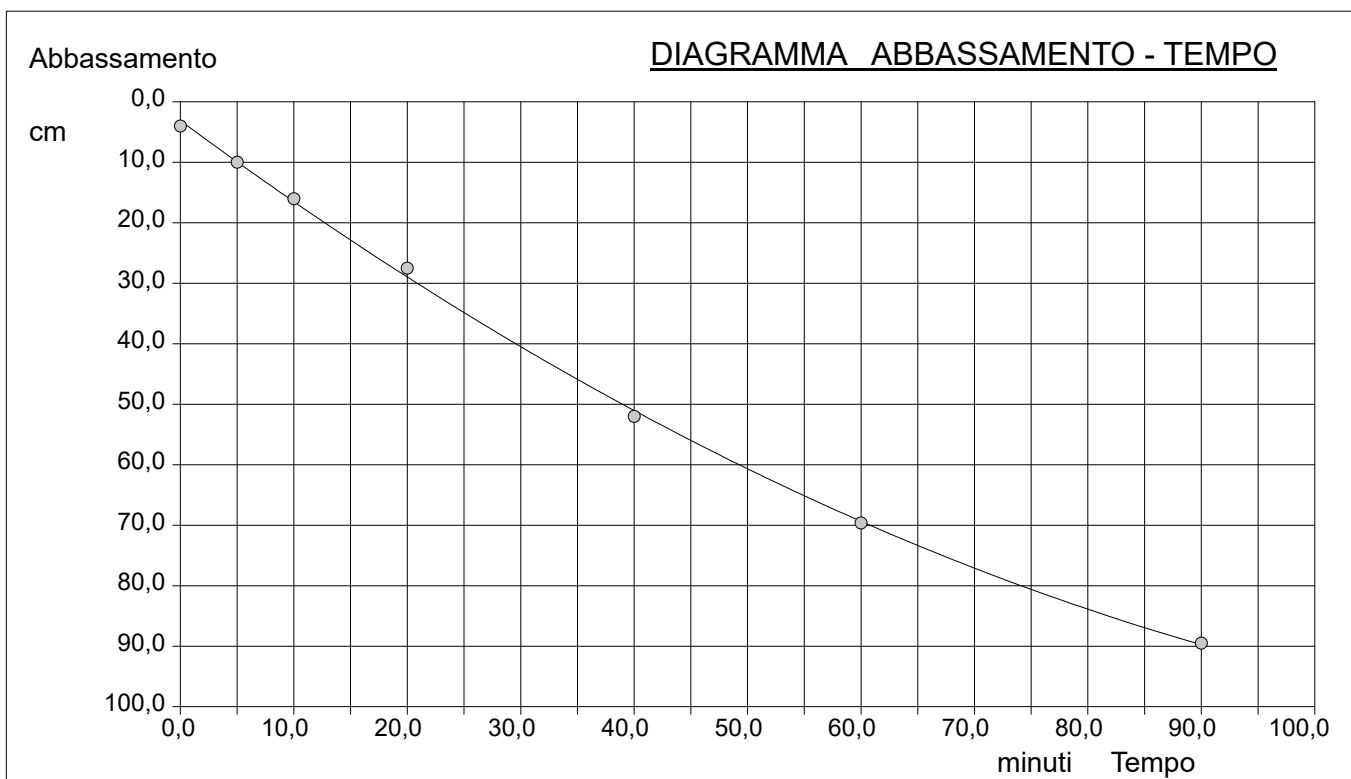
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11481	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 12,00 - 12,50	

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	6,0	6,0	1,57E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	12,0	6,0	1,64E-05
Sezione	45,36	cm²	20,0	23,5	11,5	1,70E-05
Volume	861,93	cm³	40,0	48,0	24,5	2,17E-05
Massa	1656,0	g	60,0	65,6	17,6	2,01E-05
Peso di volume	18,8	kN/m³	90,0	85,5	19,9	2,04E-05
Umidità	20,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	2,04E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

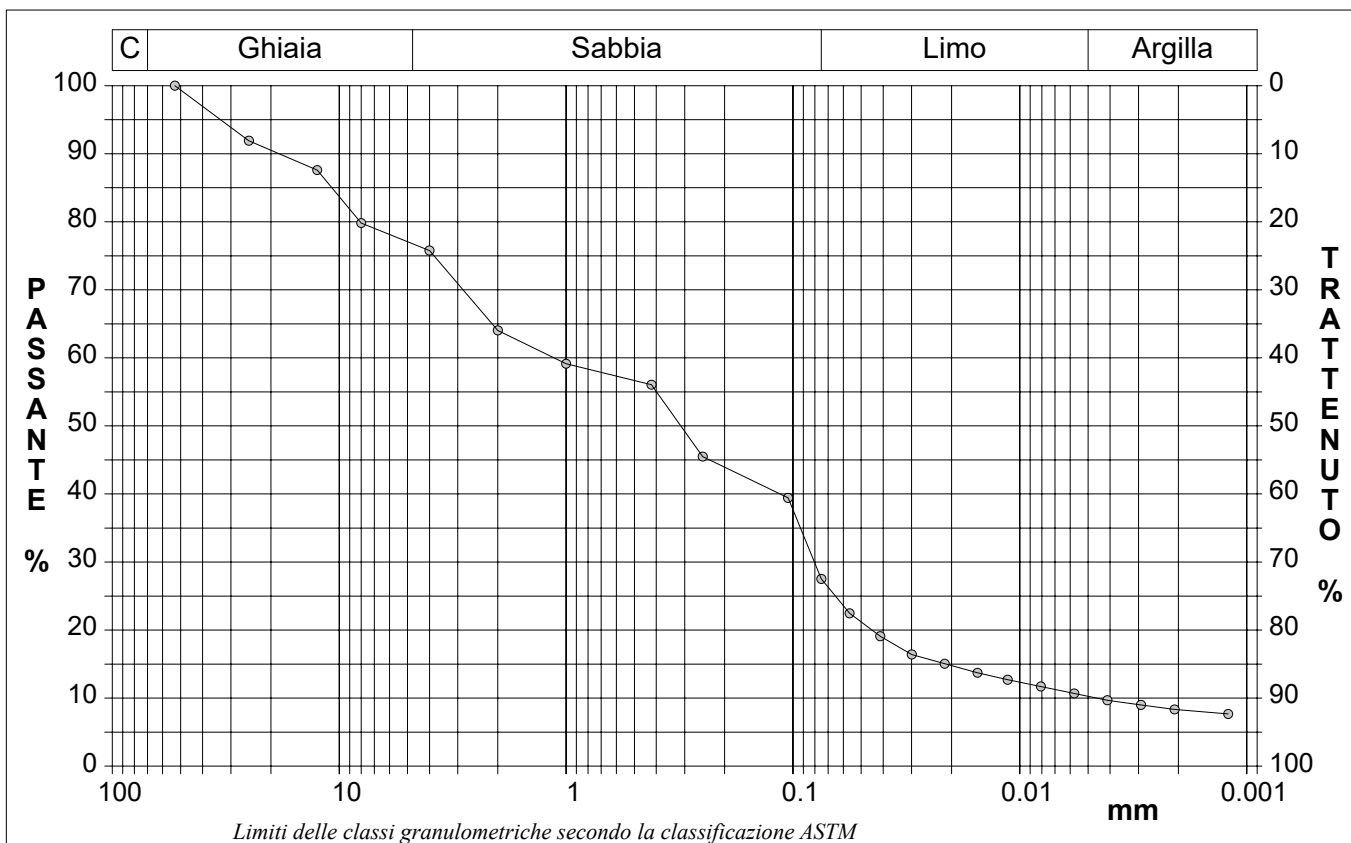
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11482	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 01/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 01/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	23,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	64,0 %	D10	0,00457 mm
Sabbia	49,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	56,1 %	D30	0,08042 mm
Limo	17,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	27,5 %	D50	0,31190 mm
Argilla	10,3 %			D60	1,12944 mm
Coefficiente di uniformità		247,02	Coefficiente di curvatura		1,25
				D90	18,41892 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
53,0000	100,00	2,0000	64,05	0,0750	27,53	0,0154	13,72	0,0029	9,01
25,0000	91,90	1,0000	59,14	0,0563	22,47	0,0113	12,71	0,0021	8,34
12,5000	87,59	0,4200	56,07	0,0412	19,10	0,0081	11,70	0,0012	7,66
8,0000	79,81	0,2500	45,49	0,0299	16,41	0,0058	10,69		
4,0000	75,78	0,1050	39,43	0,0214	15,06	0,0041	9,68		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 6

PROFONDITÀ: m 15,00 - 15,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,0	%
Peso di volume minimo	16,7	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,5	kN/m ³
Peso specifico	27,1	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,684	
Porosità	40,6	%
Grado di saturazione	76,6	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	46,7	%
Limite di plasticità	23,2	%
Indice di plasticità	23,5	%
Indice di consistenza	1,18	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro	9,2	%

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	22,3	%
Sabbia	52,7	%
Limo	15,4	%
Argilla	9,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	8,9	kPa
Angolo di attrito interno:	37,6	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia debolmente limoso-argillosa con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11483	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,0 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11484	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,7 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11485	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,1 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: 29,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11486	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	31/08/22	Inizio analisi:	04/08/22
Apertura campione:	02/08/22	Fine analisi:	05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50

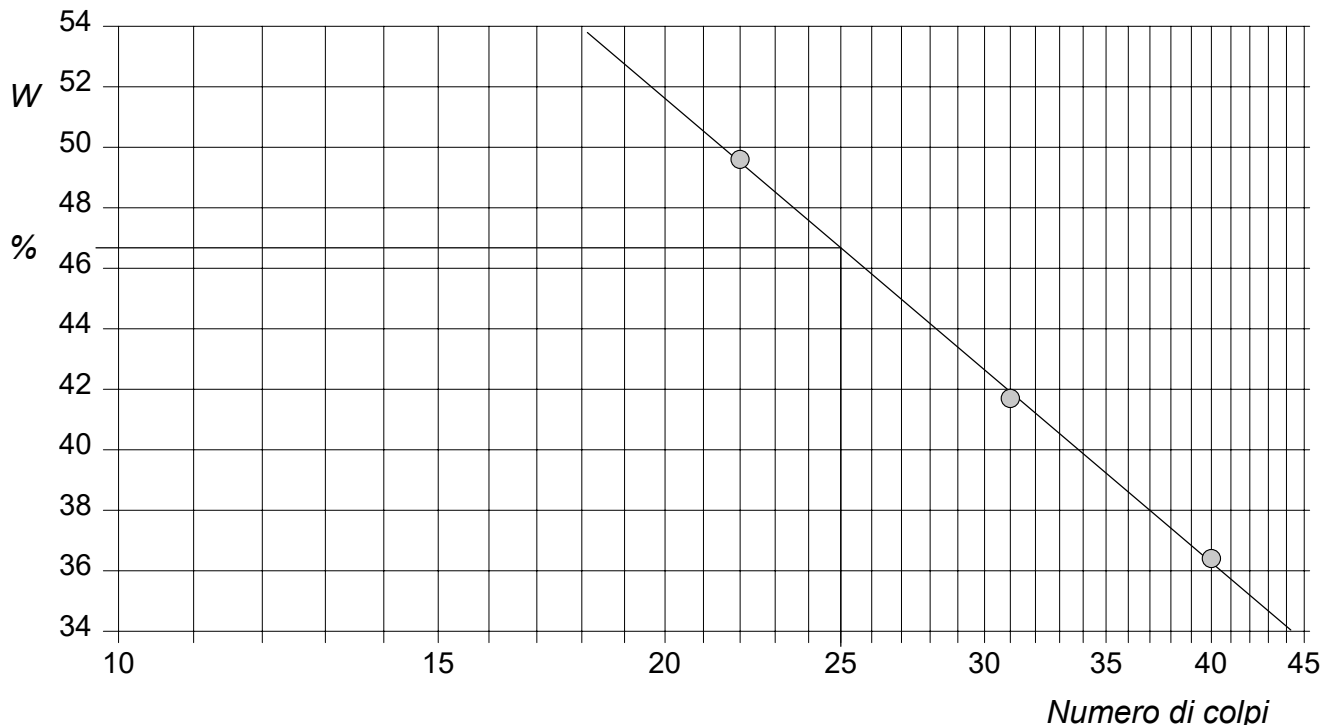
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	46,7 %
Limite di plasticità	23,2 %
Indice di plasticità	23,5 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	22	31	40			Umidità (%)	23,0	23,4
Umidità (%)	49,6	41,7	36,4			Umidità media	23,2	

Determinazione del Limite di liquidità



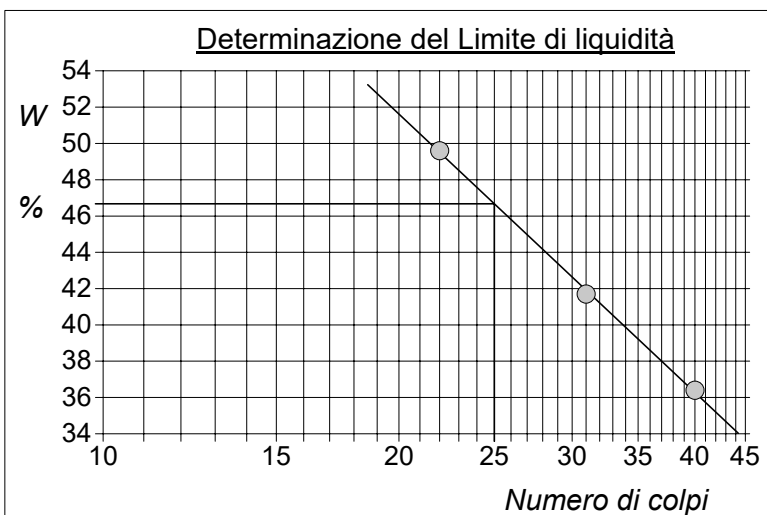
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11486	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50

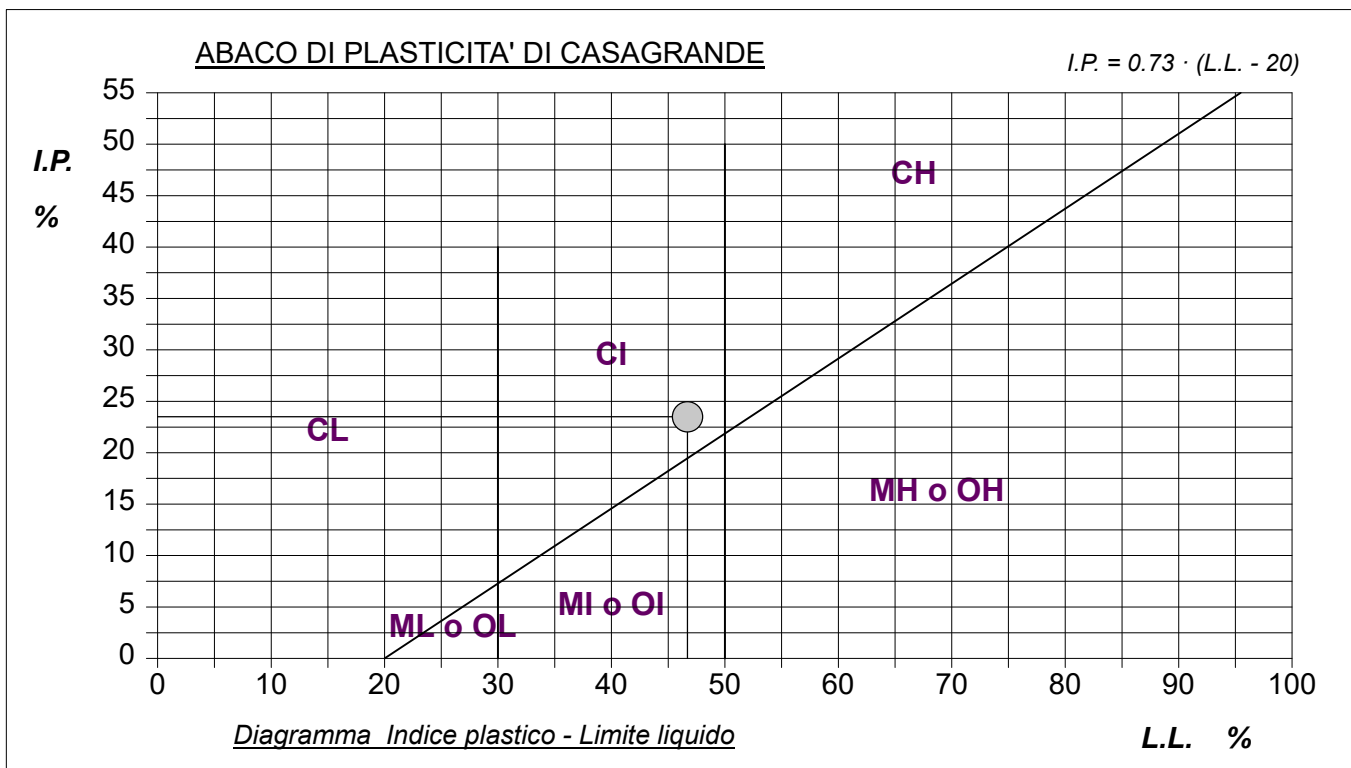
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	46,7	%
Limite di plasticità	23,2	%
Indice di plasticità	23,5	%
Indice di consistenza	1,18	
Passante al set. n° 40	NO	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11487	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 05/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 06/08/22
COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50
<u>LIMITE DI RITIRO</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04			

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 65 %

Limite di ritiro = 9,2 %

Coefficiente di ritiro = 1,63

Ritiro di volume = 1,16

Ritiro lineare = 0,38

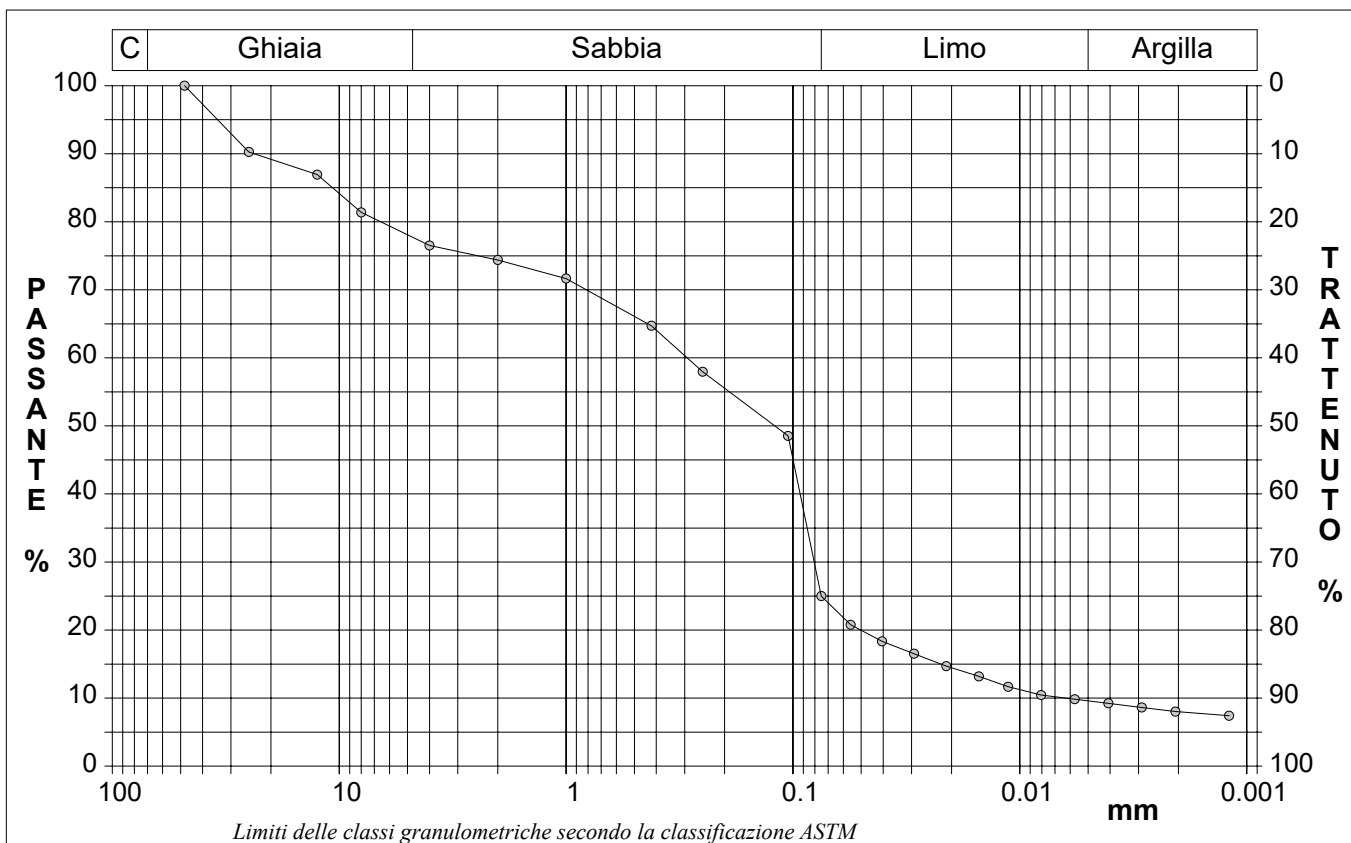
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11488	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	22,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	74,4 %	D10	0,00622 mm
Sabbia	52,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	64,7 %	D30	0,08056 mm
Limo	15,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	25,0 %	D50	0,12010 mm
Argilla	9,6 %			D60	0,29224 mm
Coefficiente di uniformità		46,96	Coefficiente di curvatura		3,57
				D90	23,65145 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
48,0000	100,00	2,0000	74,39	0,0750	25,00	0,0152	13,19	0,0029	8,64
25,0000	90,27	1,0000	71,65	0,0557	20,79	0,0112	11,67	0,0021	8,03
12,5000	86,92	0,4200	64,72	0,0405	18,36	0,0080	10,46	0,0012	7,42
8,0000	81,39	0,2500	57,97	0,0293	16,54	0,0057	9,85		
4,0000	76,52	0,1050	48,54	0,0211	14,71	0,0041	9,24		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11489	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	31/08/22	Inizio analisi:	04/08/22
Apertura campione:	02/08/22	Fine analisi:	08/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	81	168	235
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,00	5,00	8,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,45	0,43	0,32
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 8,9 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,6 °

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

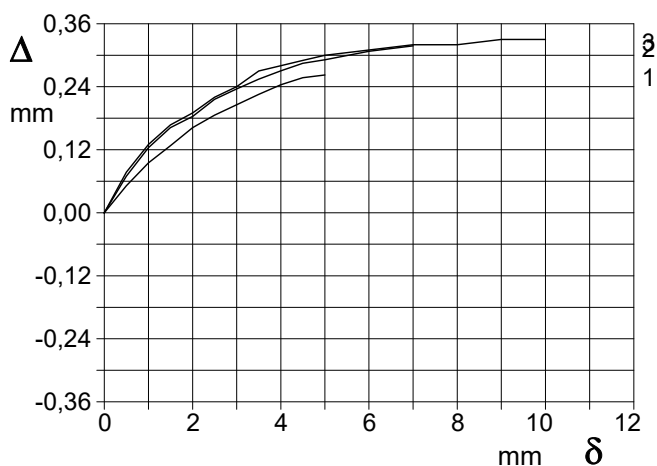
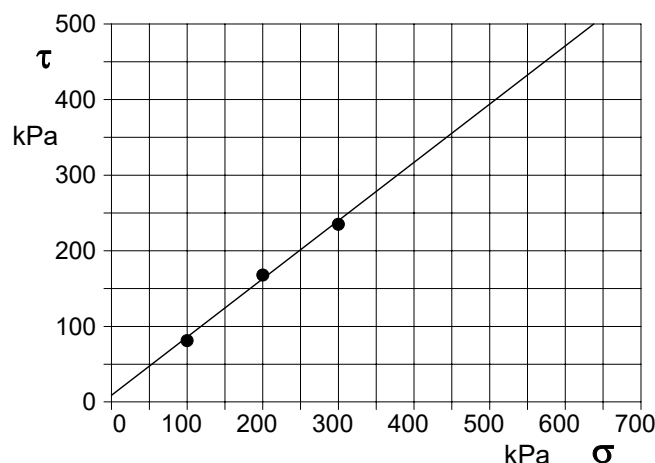


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

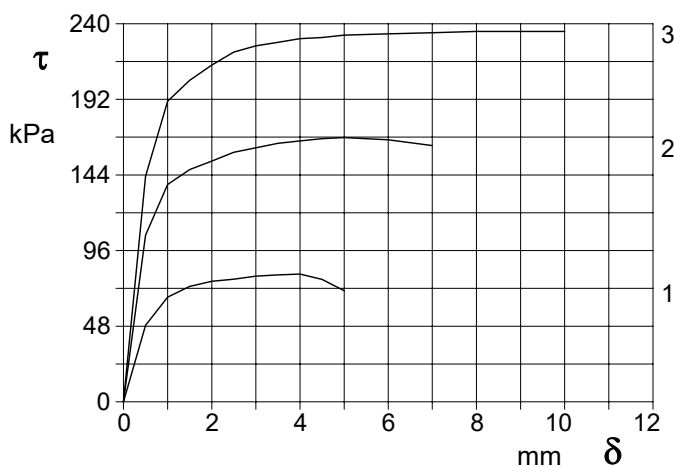


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11489	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 08/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	

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)	1,829
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	51,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,014

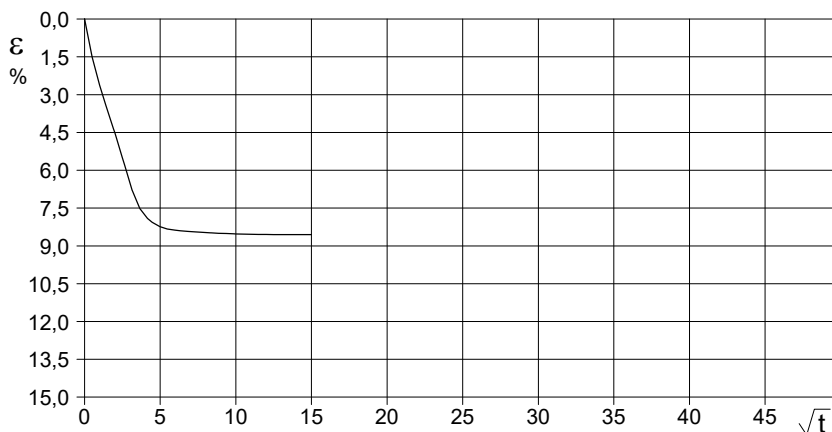


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,794
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	54,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,013

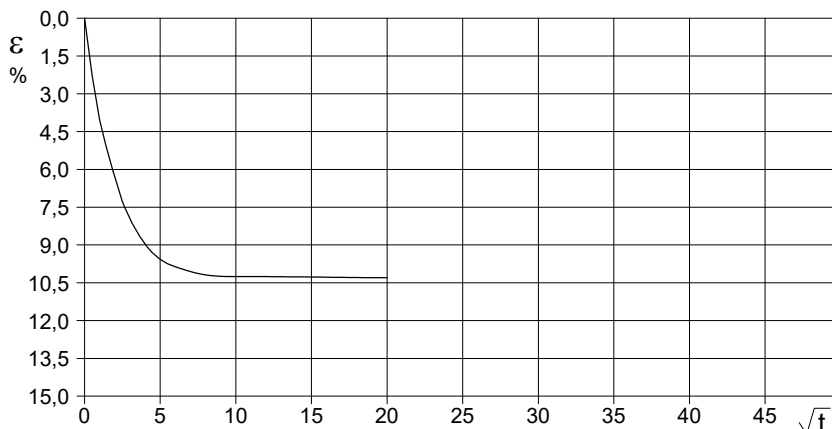
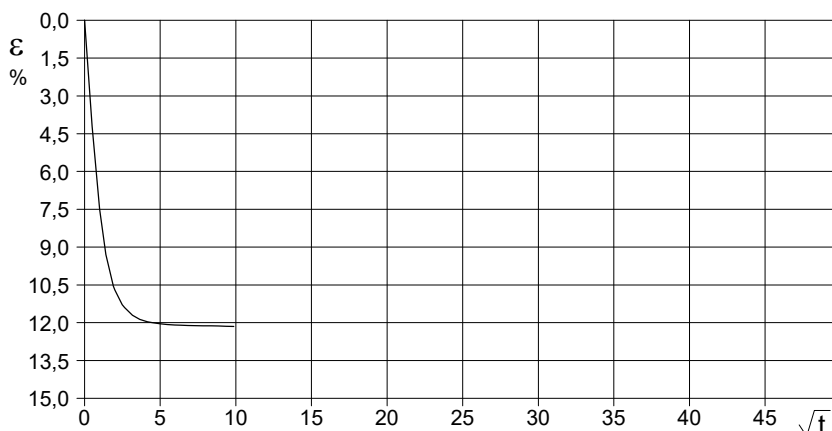


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,757
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	26,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,027



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN650 S1

CAMPIONE: 7

PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	23,6	%
Peso di volume minimo	16,3	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,3	kN/m ³
Peso specifico	27,1	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,783	
Porosità	43,9	%
Grado di saturazione	83,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	47,2	%
Limite di plasticità	28,3	%
Indice di plasticità	18,9	%
Indice di consistenza	1,25	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	8,1	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	16,6	%
Sabbia	69,4	%
Limo	11,3	%
Argilla	2,7	%

FOTOGRAFIA



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11490	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 03/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23,6 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11491	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,3 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,3 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11492	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **27,1 kN/m³**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = **27,1 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11493	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

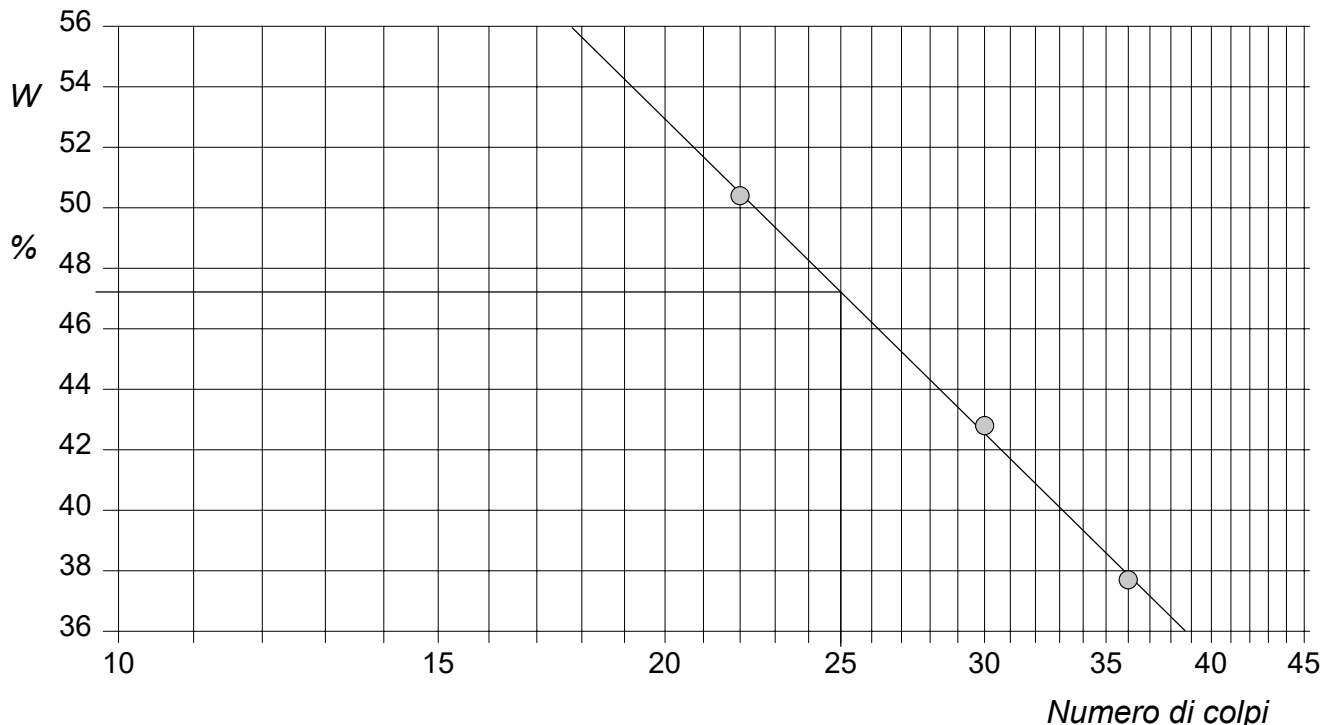
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	47,2 %	La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)
Limite di plasticità	28,3 %	
Indice di plasticità	18,9 %	

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	22	30	36			Umidità (%)	26,7	29,8
Umidità (%)	50,4	42,8	37,7			Umidità media	28,3	

Determinazione del Limite di liquidità



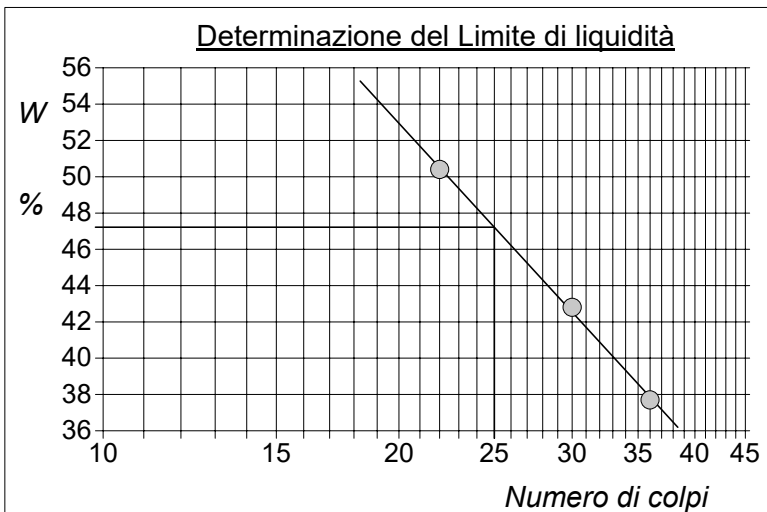
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11493	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 04/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 05/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

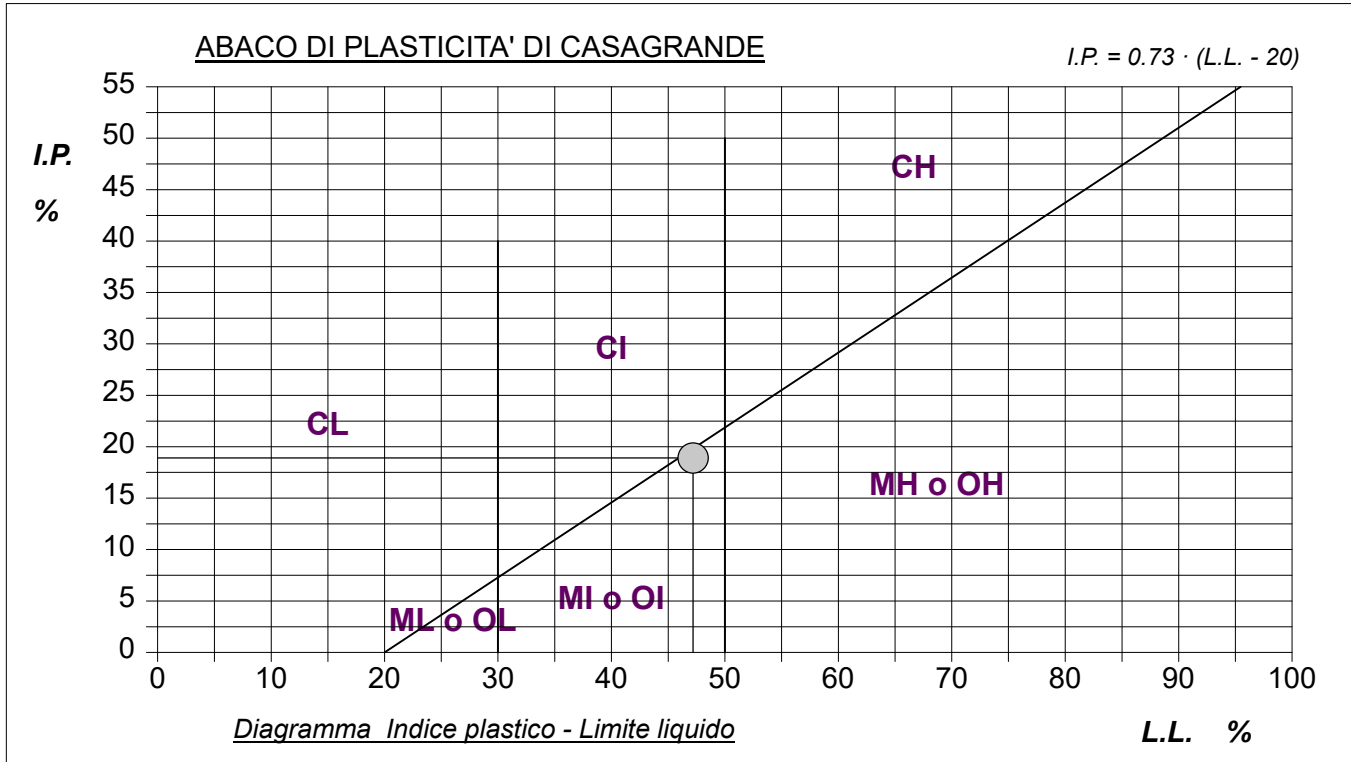
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	47,2	%
Limite di plasticità	28,3	%
Indice di plasticità	18,9	%
Indice di consistenza	1,25	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11494	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 05/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 06/08/22
COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN650 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m 18,00 - 18,50	
<u>LIMITE DI RITIRO</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04			

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 51 %

Limite di ritiro = 8,1 %

Coefficiente di ritiro = 1,57

Ritiro di volume = 0,61

Ritiro lineare = 0,20

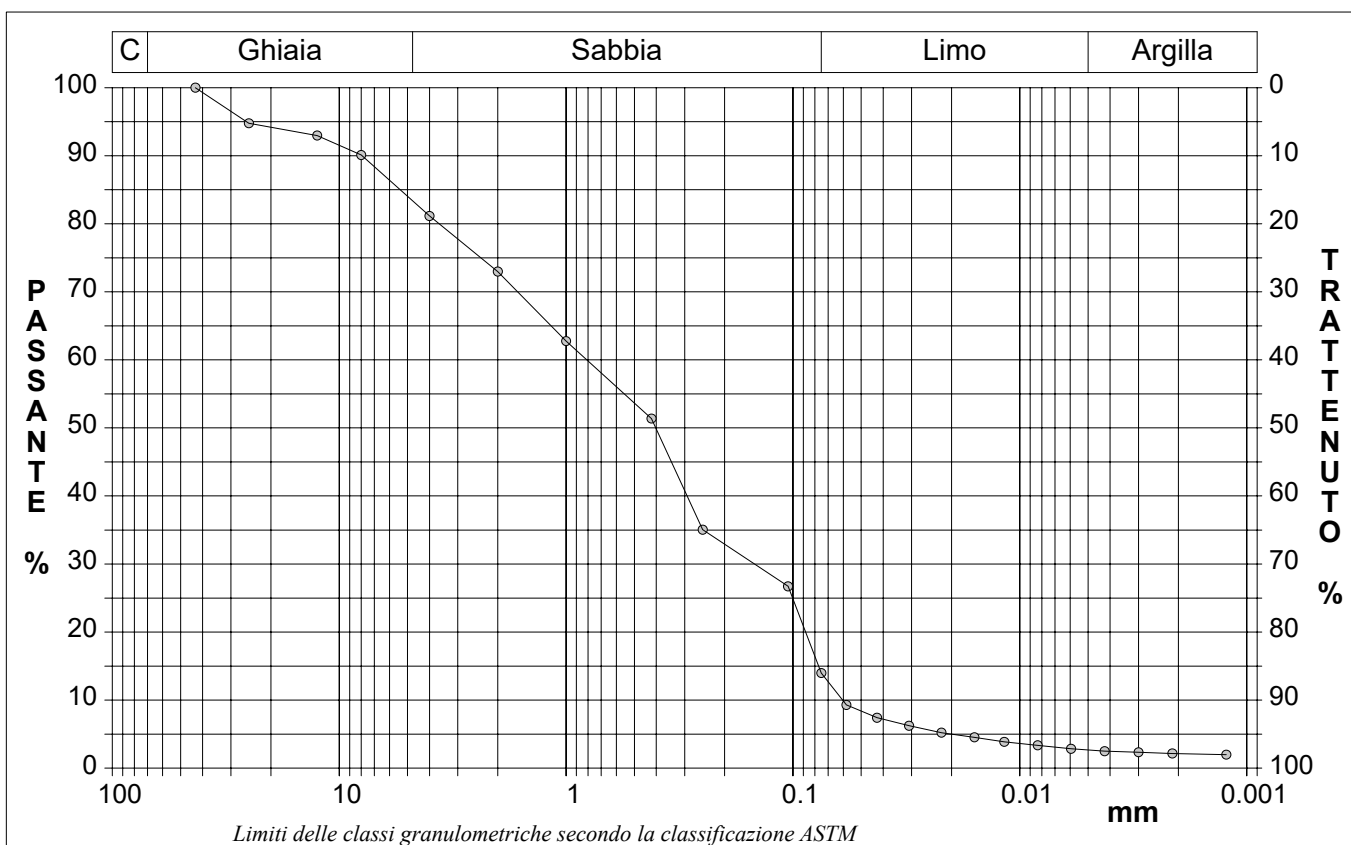
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11495	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 02/08/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN650 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	16,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	73,0 %	D10	0,06041 mm
Sabbia	69,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	51,4 %	D30	0,14768 mm
Limo	11,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	14,0 %	D50	0,40206 mm
Argilla	2,7 %			D60	0,81013 mm
Coefficiente di uniformità		13,41	Coefficiente di curvatura		0,45
				D90	7,93297 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
43,0000	100,00	2,0000	72,97	0,0750	13,98	0,0158	4,54	0,0030	2,34
25,0000	94,77	1,0000	62,77	0,0581	9,29	0,0117	3,86	0,0021	2,17
12,5000	92,96	0,4200	51,37	0,0426	7,42	0,0083	3,35	0,0012	2,00
8,0000	90,11	0,2500	35,06	0,0308	6,24	0,0059	2,85		
4,0000	81,15	0,1050	26,72	0,0222	5,22	0,0042	2,51		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,5	%
Peso di volume minimo	16,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,718	
Porosità	41,8	%
Grado di saturazione	77,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	47,7	%
Limite di plasticità	20,2	%
Indice di plasticità	27,5	%
Indice di consistenza	0,99	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	7,7	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	48,4	%
Sabbia	25,9	%
Limo	10,5	%
Argilla	15,2	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Ghiaia con sabbia argilloso-limosa.
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11419	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,5 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11420	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 09/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,1 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11421	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = **26,6 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: 28,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11422	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	29/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	12/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

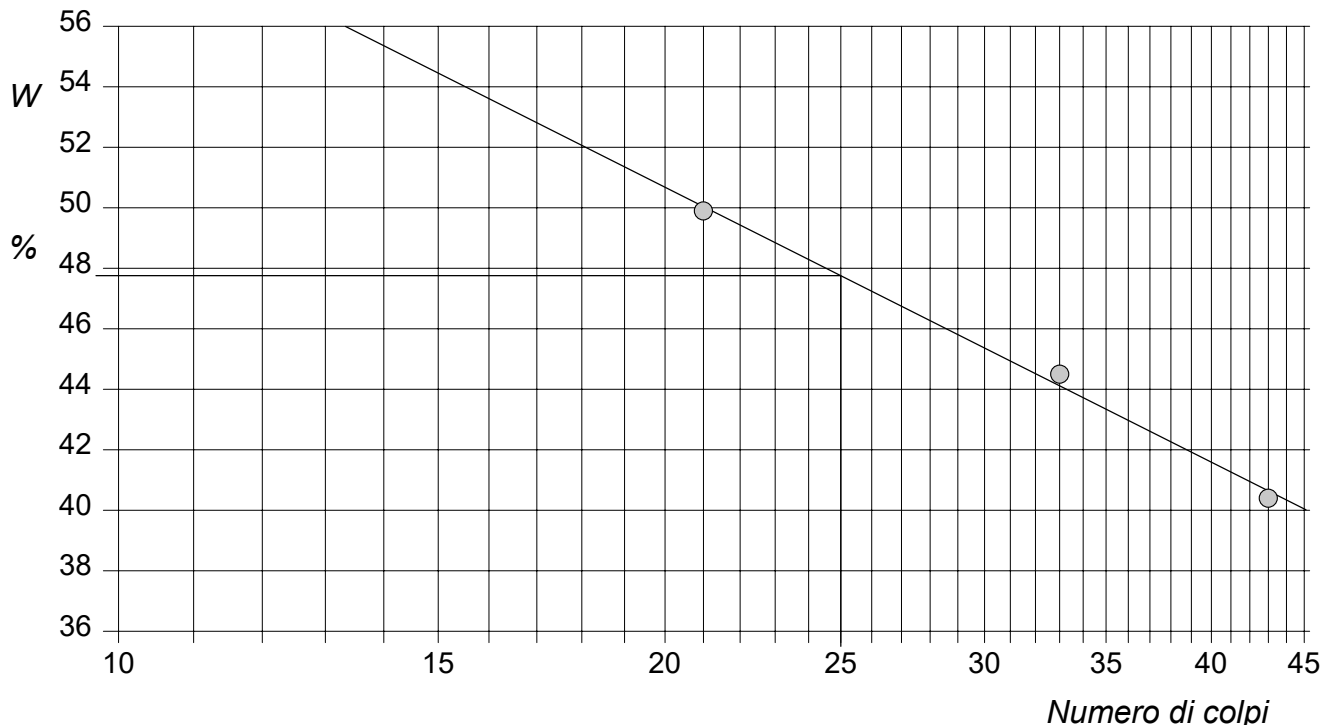
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	47,7 %
Limite di plasticità	20,2 %
Indice di plasticità	27,5 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	21	33	43			Umidità (%)	21,6	18,8
Umidità (%)	49,9	44,5	40,4			Umidità media	20,2	

Determinazione del Limite di liquidità



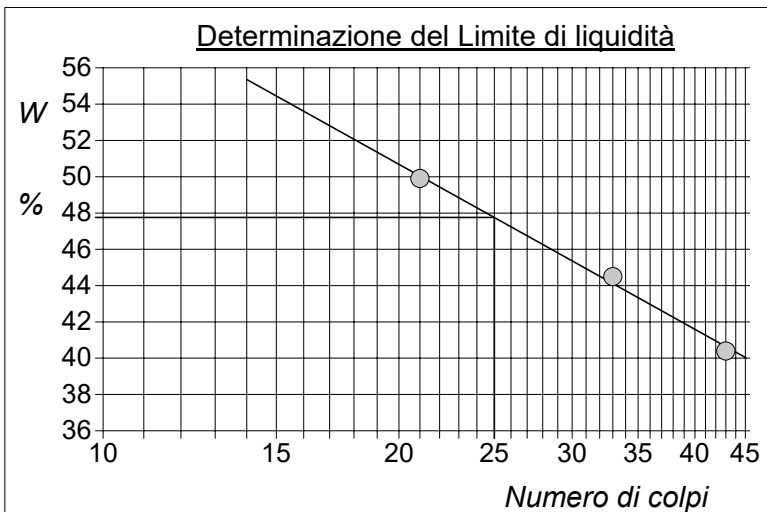
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11422	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 12/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

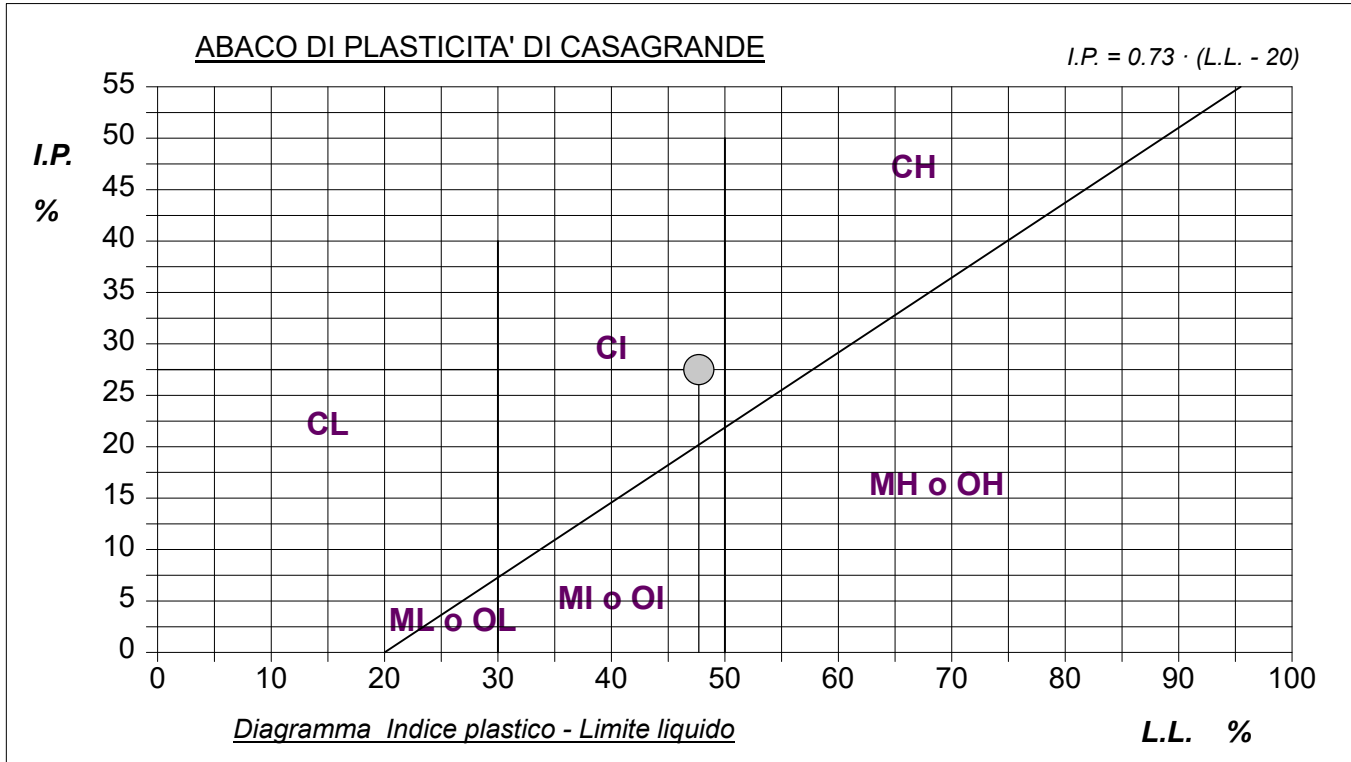
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	47,7	%
Limite di plasticità	20,2	%
Indice di plasticità	27,5	%
Indice di consistenza	0,99	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11423	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 12/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 15/08/22
COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00	
<u>LIMITE DI RITIRO</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04			

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 37 %

Limite di ritiro = 7,7 %

Coefficiente di ritiro = 1,70

Ritiro di volume = 1,27

Ritiro lineare = 0,42

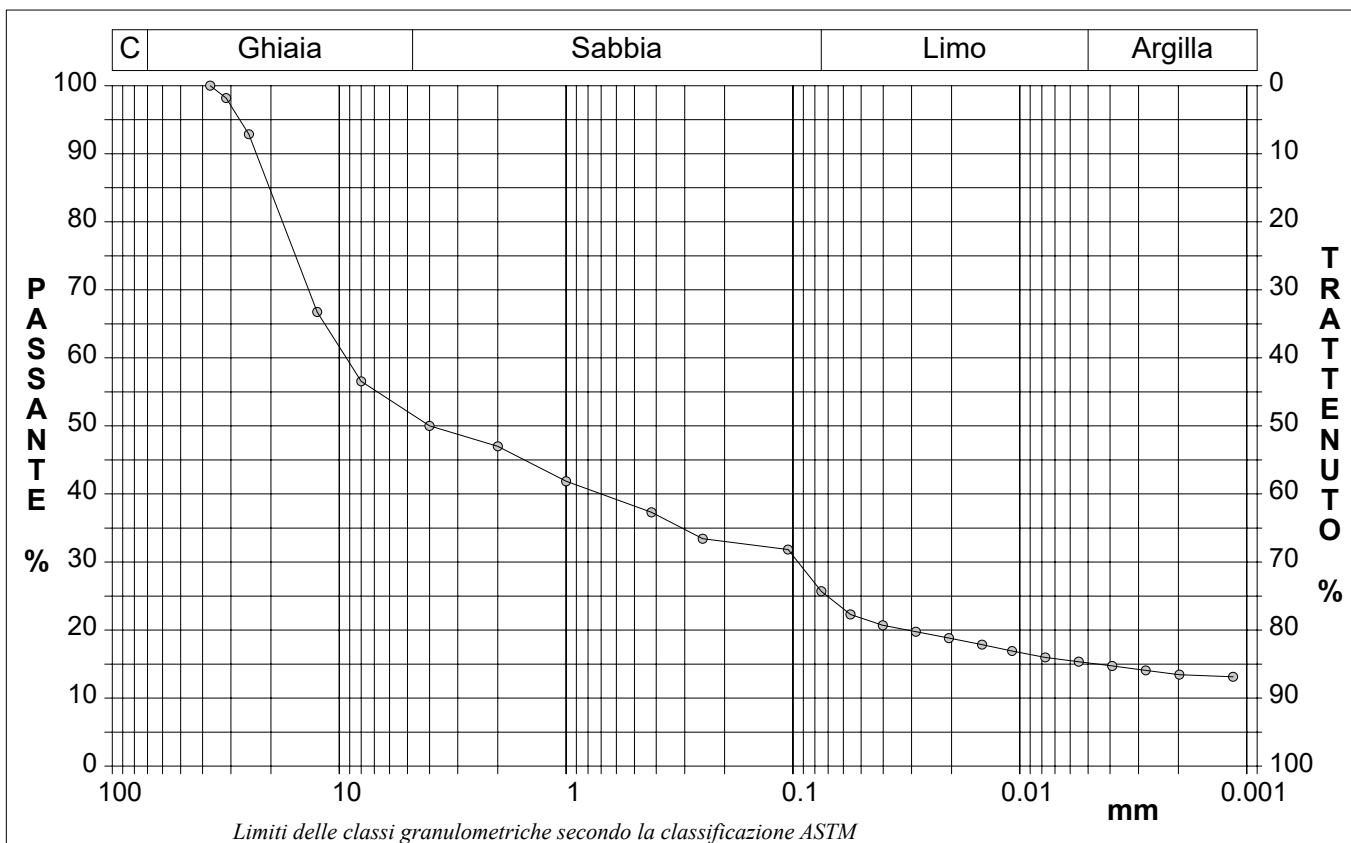
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11424	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.				
SONDAGGIO: OPN652 S1		CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	48,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	47,0 %	D10	---	mm
Sabbia	25,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	37,3 %	D30	0,09492	mm
Limo	10,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	25,7 %	D50	4,00000	mm
Argilla	15,2 %			D60	9,30341	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	23,16725 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
37,0000	100,00	4,0000	50,00	0,1050	31,84	0,0205	18,82	0,0039	14,72
31,5000	98,18	2,0000	47,01	0,0750	25,70	0,0147	17,87	0,0028	14,09
25,0000	92,87	1,0000	41,87	0,0558	22,28	0,0108	16,92	0,0020	13,46
12,5000	66,75	0,4200	37,31	0,0402	20,71	0,0077	15,98	0,0011	13,14
8,0000	56,55	0,2500	33,42	0,0287	19,76	0,0055	15,35		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15,9	%
Peso di volume minimo	16,2	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,3	kN/m ³

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

ANALISI GRANULOMETRICA

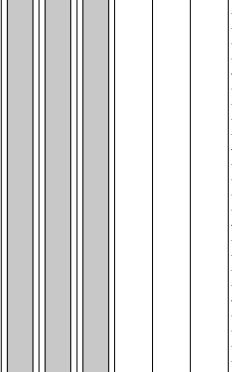
Ghiaia	61,4	%
Sabbia	35,9	%
Limo-Argilla	2,7	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	7,2	kPa
Angolo di attrito interno:	37,2	°

FOTOGRAFIA



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11425	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 2	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 = 15,9 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11426	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 09/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,2 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,3 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

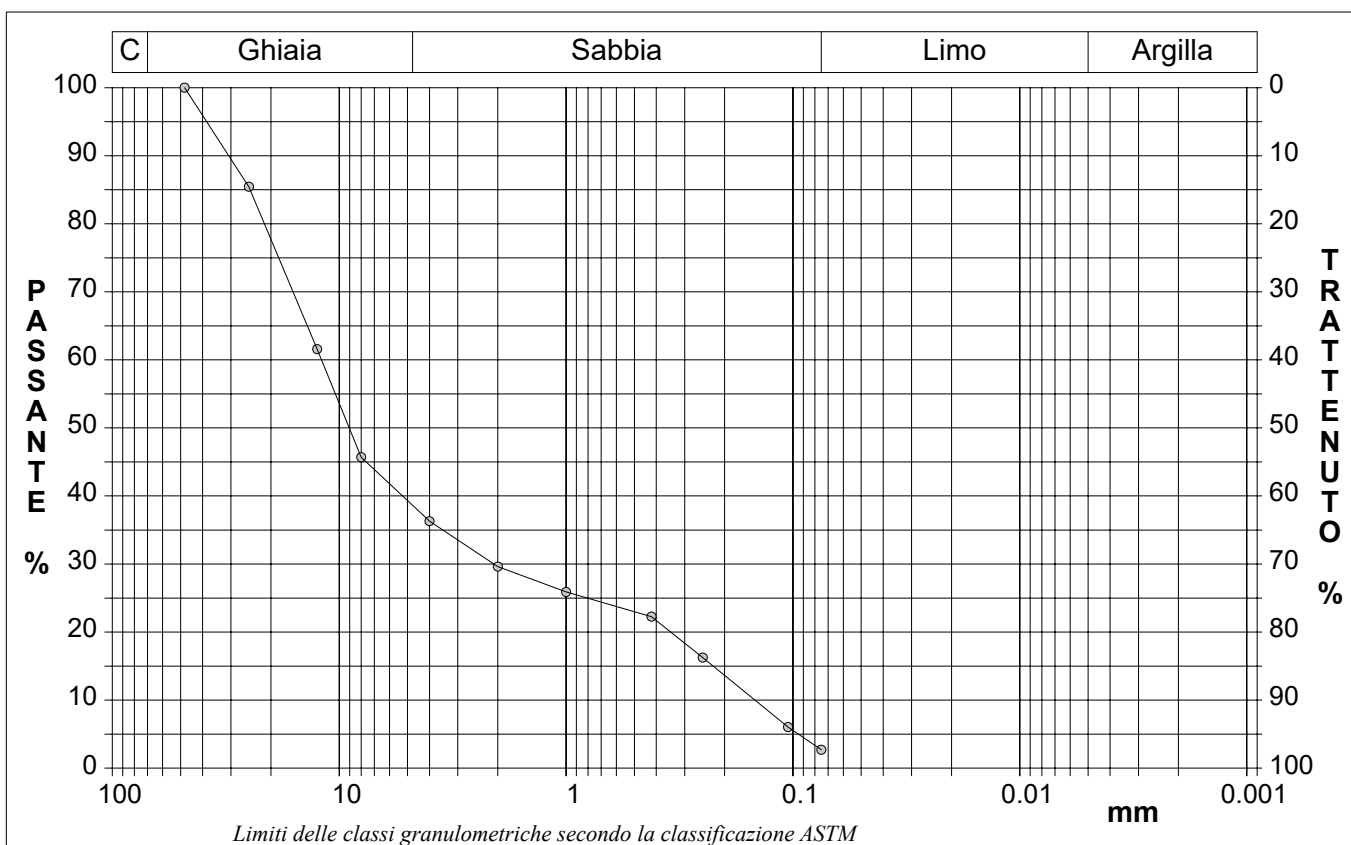
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11427	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	61,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	29,6 %	D10	0,14686 mm
Sabbia	35,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	22,3 %	D30	2,07991 mm
Limo-Argilla	2,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	2,7 %	D50	9,02987 mm
				D60	11,96092 mm
				D90	30,67533 mm
Coefficiente di uniformità		81,45	Coefficiente di curvatura	2,46	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
48,0000	100,00	2,0000	29,62	0,0750	2,71				
25,0000	85,43	1,0000	25,90						
12,5000	61,57	0,4200	22,27						
8,0000	45,69	0,2500	16,26						
4,0000	36,30	0,1050	6,05						

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11428	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	29/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 2	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):	89	153	241
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	7,00	6,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,53	0,66	0,69
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 7,2 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,019 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

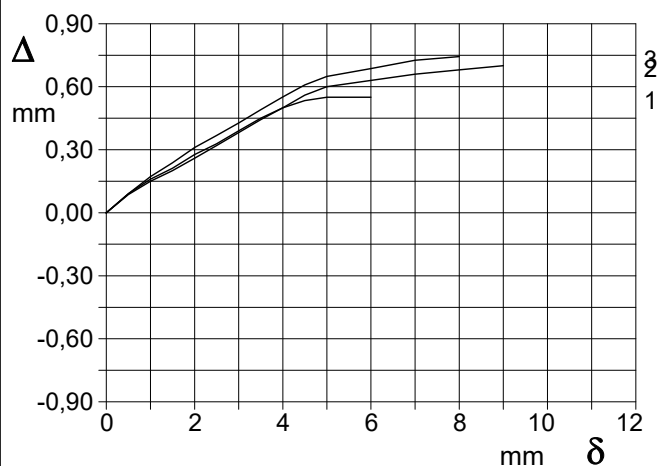
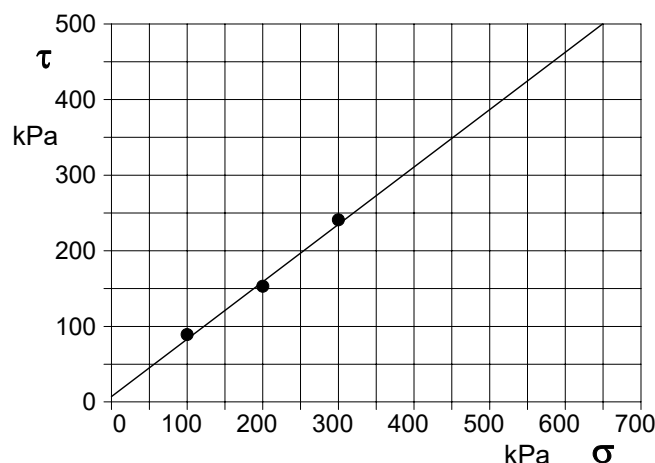


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

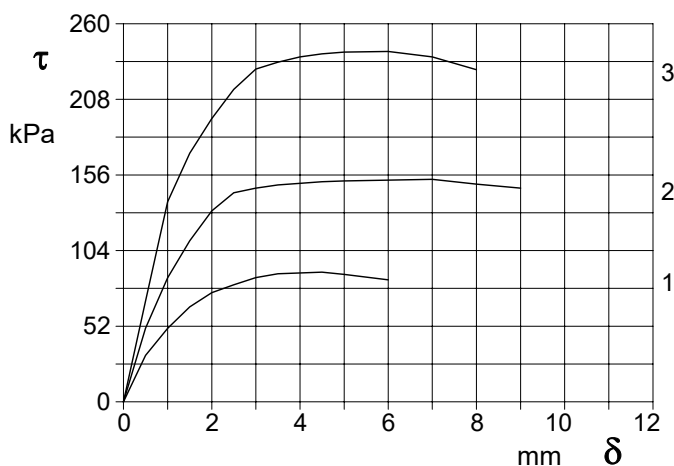


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11428	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 2	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)	1,950
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	29,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024

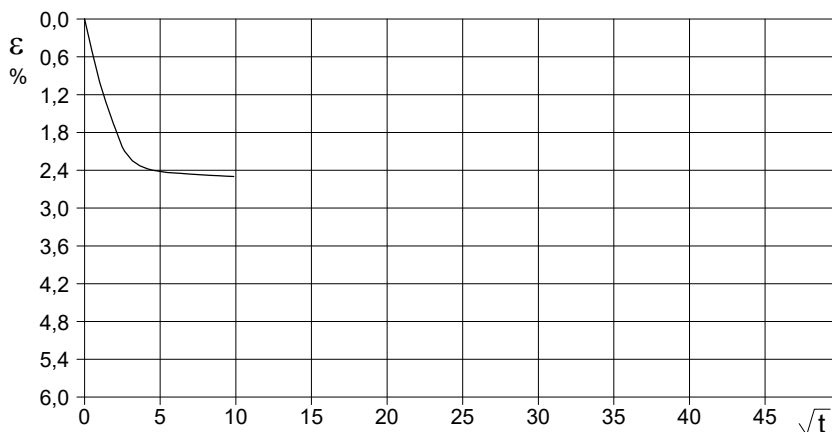


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,912
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	57,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,012

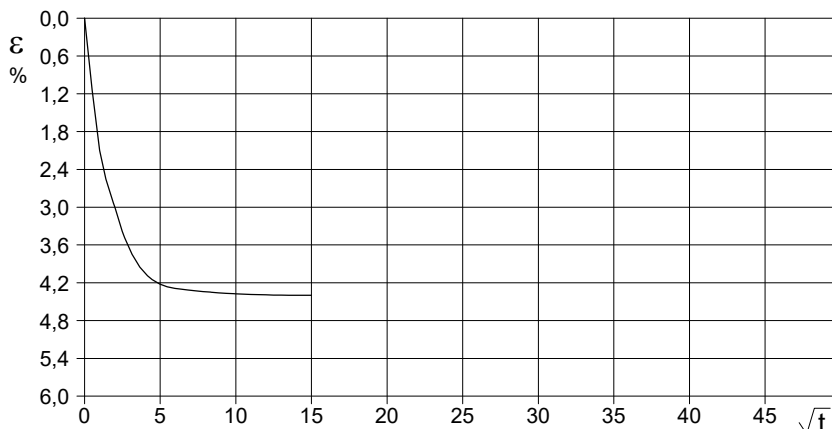
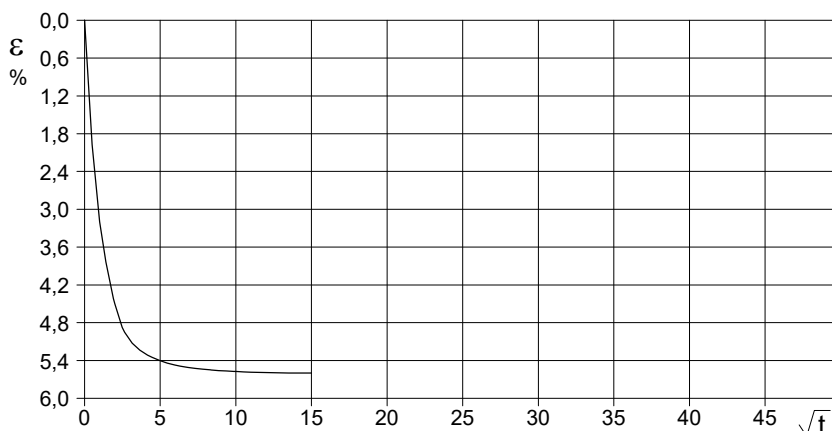


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,888
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	35,3
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,020



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,6	%
Peso di volume minimo	16,6	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,8	kN/m ³

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	70,2	%
Sabbia	28,9	%
Limo-Argilla	0,9	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	2,0	kPa
Angolo di attrito interno:	37,8	°

FOTOGRAFIA



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11429	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 3	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 = 13,6 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11430	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 15/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 3 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 = 16,6 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,8 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11431	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

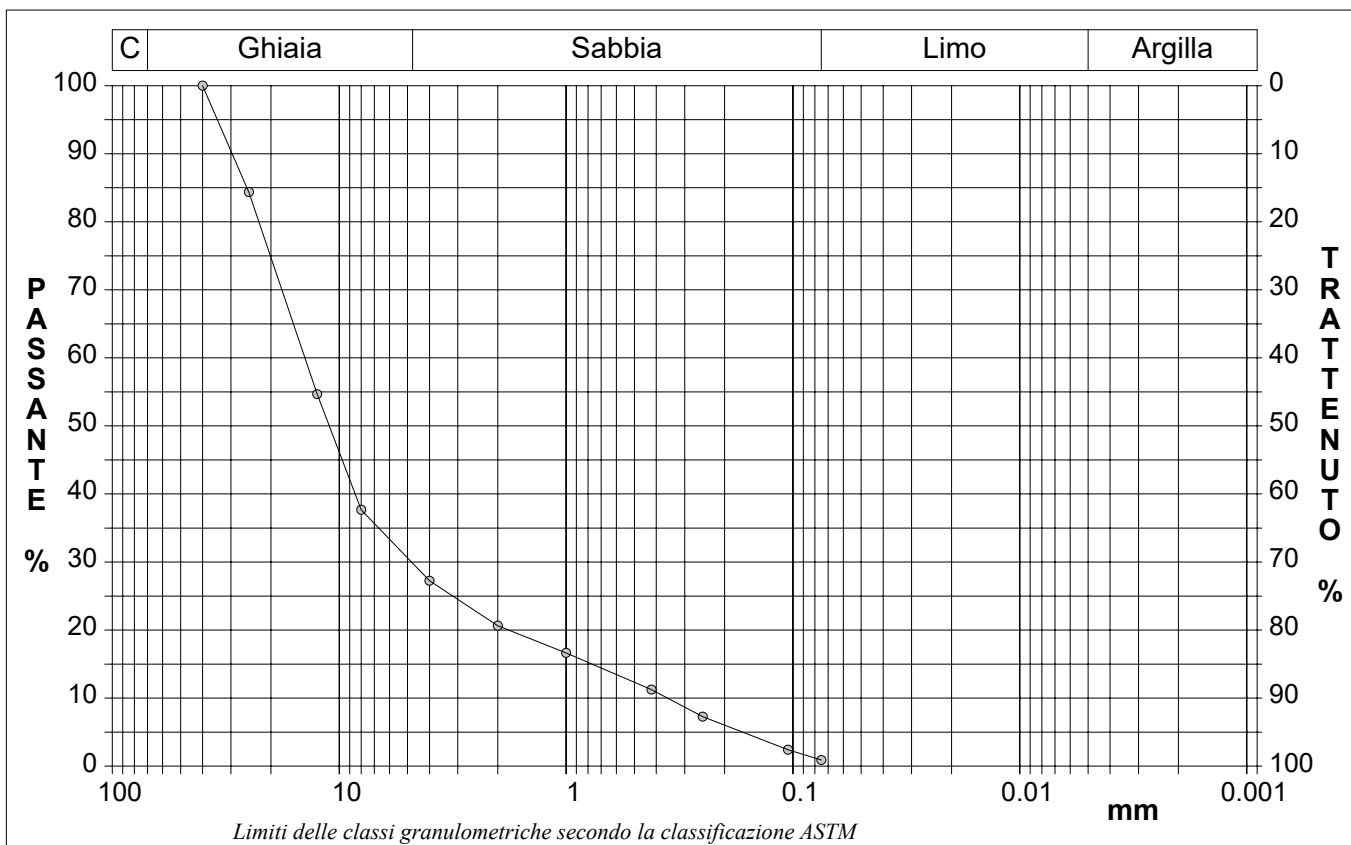
DATA DI EMISSIONE:	29/08/22	Inizio analisi:	09/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	70,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	20,6 %	D10	0,35631 mm
Sabbia	28,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	11,3 %	D30	4,80408 mm
Limo-Argilla	0,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	0,9 %	D50	11,05657 mm
				D60	14,15557 mm
				D90	29,61567 mm
Coefficiente di uniformità		39,73	Coefficiente di curvatura	4,58	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
40,0000	100,00	2,0000	20,65	0,0750	0,90				
25,0000	84,36	1,0000	16,65						
12,5000	54,67	0,4200	11,27						
8,0000	37,68	0,2500	7,27						
4,0000	27,24	0,1050	2,41						

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11432	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	29/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

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	157	235
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	4,00	4,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,66	0,36	0,41
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 2,0 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,8 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,045 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

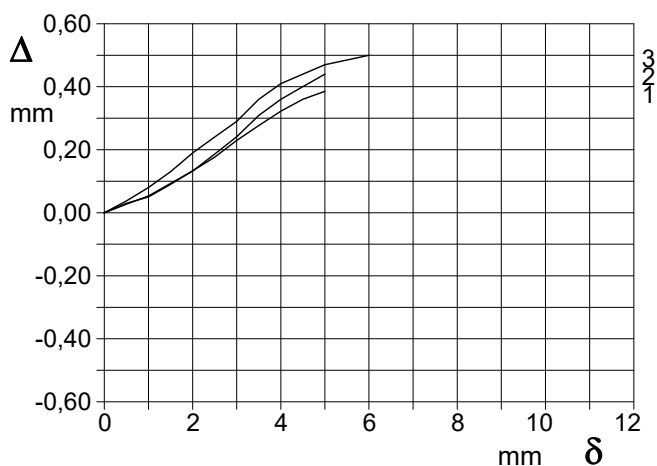
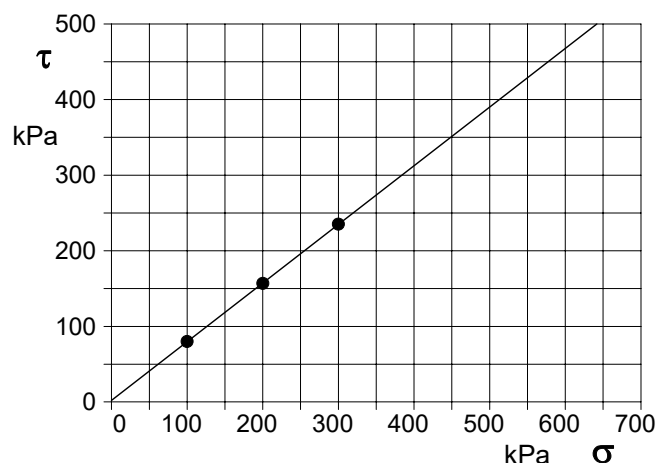


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

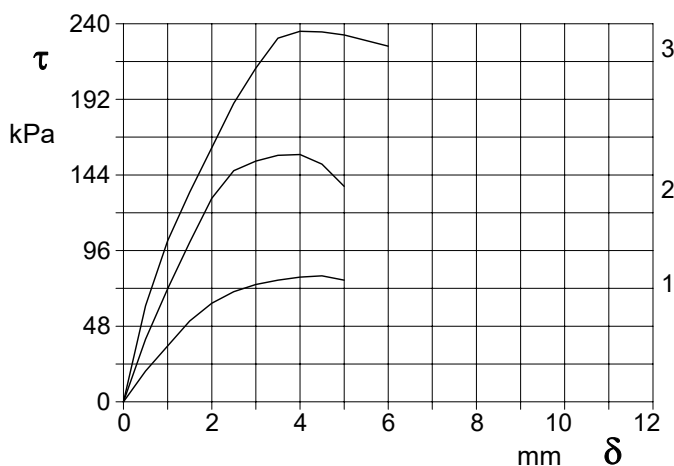


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11432	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 6,00 - 6,50	

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)	1,973
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,045

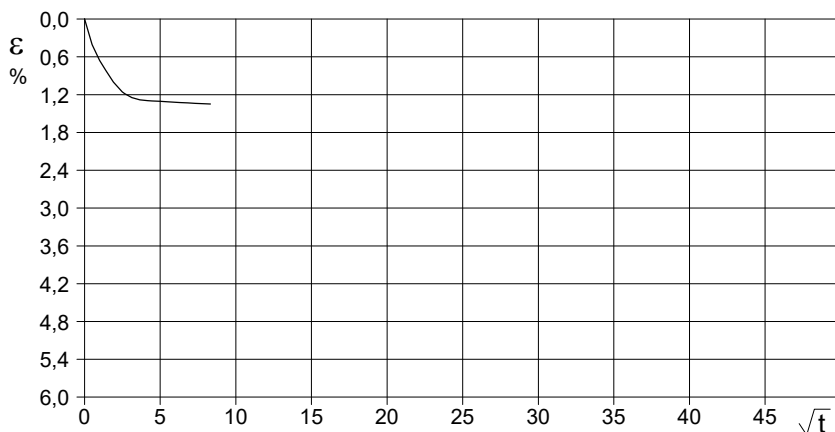


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,934
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,045

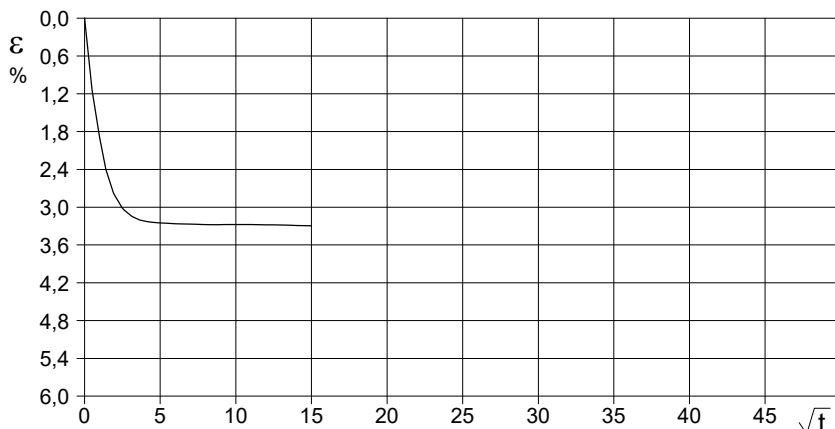
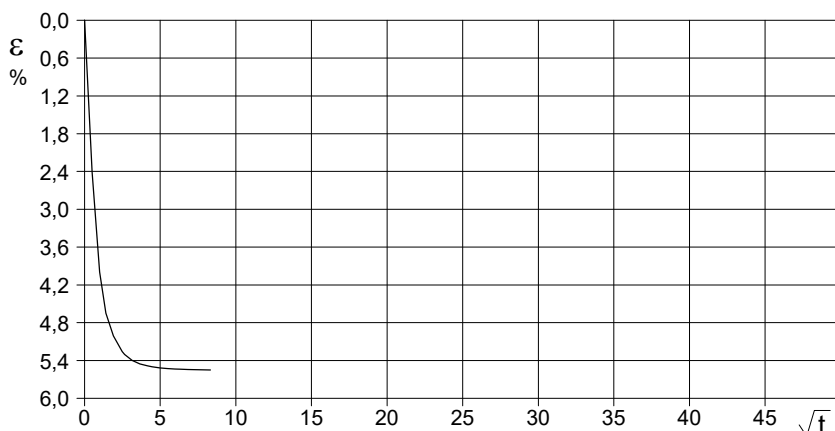


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,889
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,045



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17,2	%
Peso di volume minimo	17,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,9	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,618	
Porosità	38,2	%
Grado di saturazione	76,2	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	53,8	%
Sabbia	38,9	%
Limo	5,4	%
Argilla	1,9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	1,117E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Ghiaia in matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11433	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 17,2 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11434	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,0 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11435	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

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: 29,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11436	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

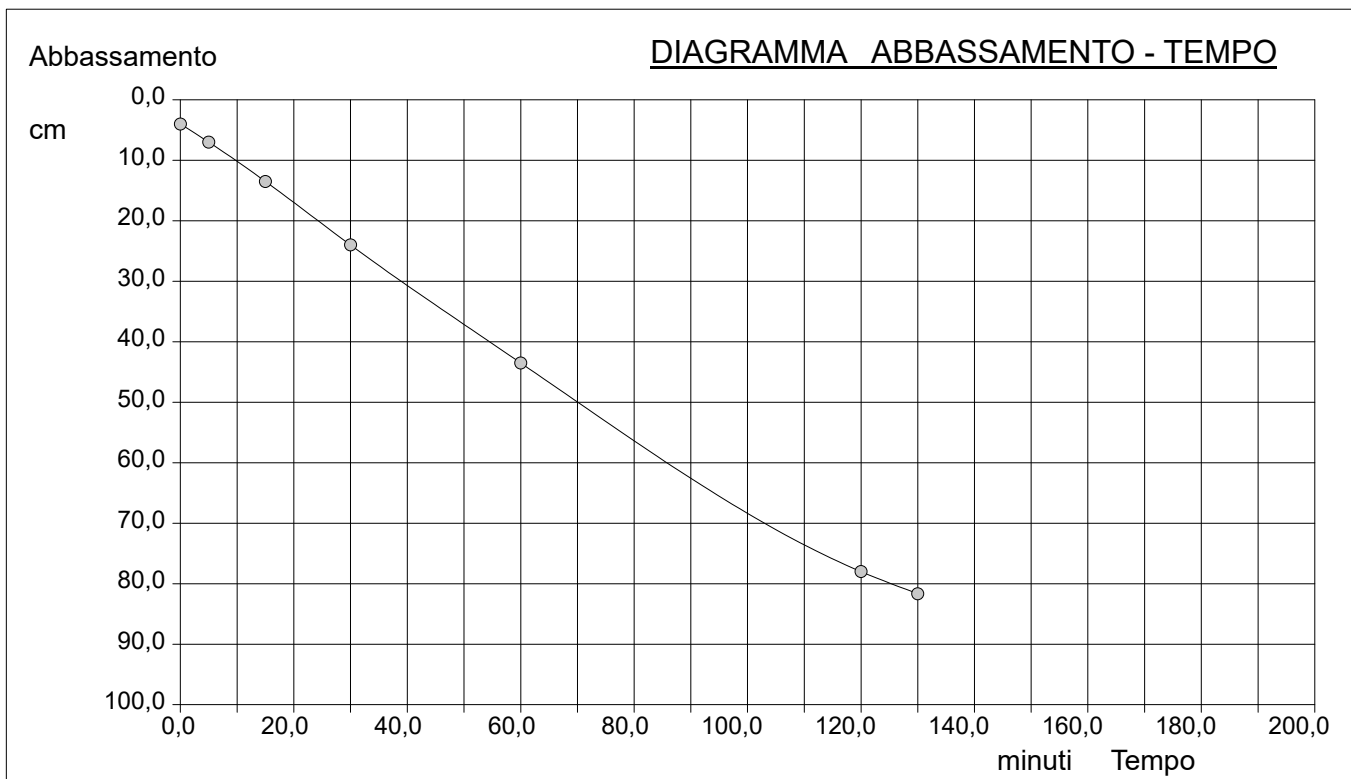
DATA DI EMISSIONE:	29/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	12/08/22

COMMITTENTE:	NORD_ING S.r.l.		
RIFERIMENTO:	F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.		
SONDAGGIO:	OPN652 S1	CAMPIONE:	4
		PROFONDITA': m	9,00 - 9,50

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	3,0	3,0	7,74E-06
Diametro	7,60	cm	15,0	9,5	6,5	8,71E-06
Sezione	45,36	cm²	30,0	20,0	10,5	1,01E-05
Volume	861,93	cm³	60,0	39,5	19,5	1,08E-05
Massa	1736,0	g	120	74,0	34,5	1,33E-05
Peso di volume	19,8	kN/m³	130	77,6	3,6	1,12E-05
Umidità	18,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	1,12E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

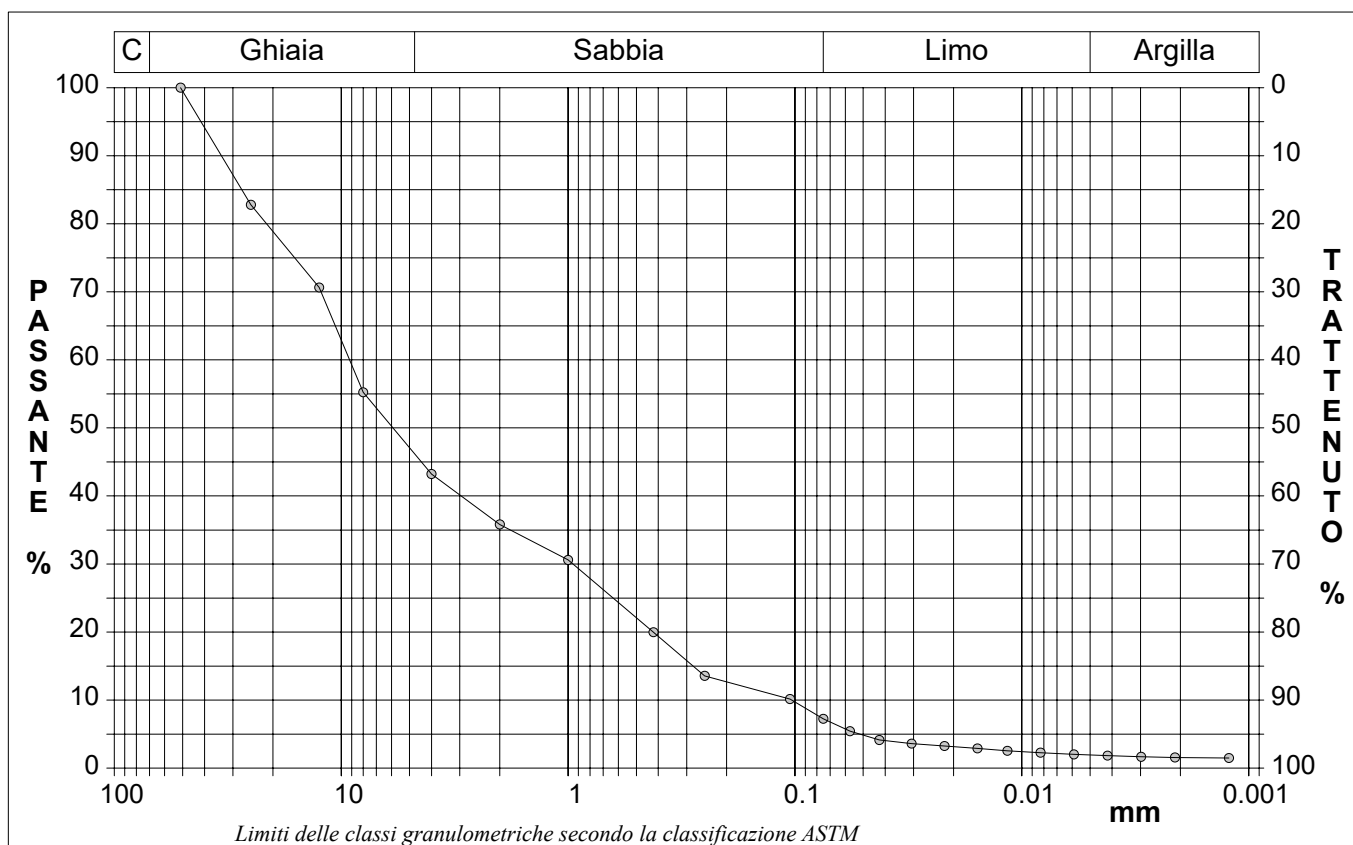
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11437	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.				
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.				
SONDAGGIO: OPN652 S1		CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	9,00 - 9,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	53,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	35,8 %	D10	0,10297 mm	
Sabbia	38,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	20,0 %	D30	0,95189 mm	
Limo	5,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	7,3 %	D50	5,91575 mm	
Argilla	1,9 %			D60	9,18376 mm	
Coefficiente di uniformità		89,19	Coefficiente di curvatura	0,96	D90	33,69433 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
51,0000	100,00	2,0000	35,82	0,0750	7,26	0,0157	2,91	0,0030	1,67
25,0000	82,80	1,0000	30,60	0,0572	5,45	0,0116	2,56	0,0021	1,58
12,5000	70,65	0,4200	19,97	0,0425	4,15	0,0083	2,29	0,0012	1,49
8,0000	55,23	0,2500	13,57	0,0306	3,62	0,0059	2,03		
4,0000	43,22	0,1050	10,17	0,0219	3,27	0,0042	1,85		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16,4	%
Peso di volume minimo	17,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,5	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,622	
Porosità	38,3	%
Grado di saturazione	72,2	%

ANALISI GRANULOMETRICA

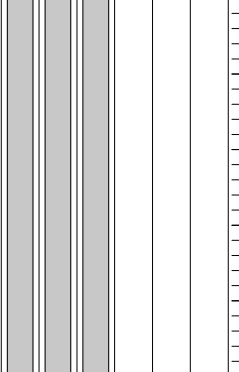
Ghiaia	34,2	%
Sabbia	57,1	%
Limo	5,9	%
Argilla	2,8	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	6,5	kPa
Angolo di attrito interno:	39,2	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
		0				Sabbia con ghiaia.
		10				
		20				
		30				
		40				
		50				
					50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11438	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16,4 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11439	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 09/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,5 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11440	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

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: 29,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

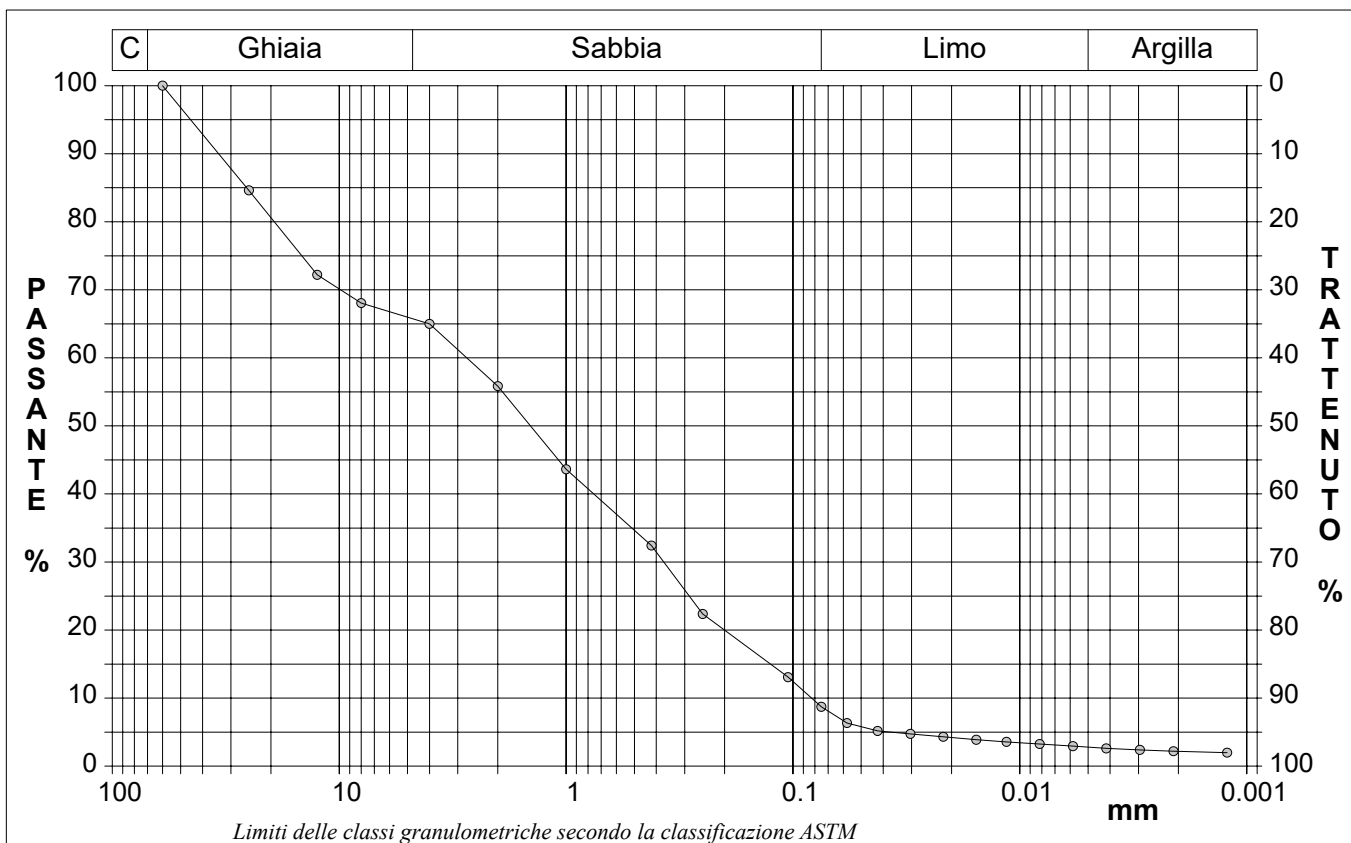
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11441	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	34,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	55,8 %	D10	0,08274 mm	
Sabbia	57,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	32,4 %	D30	0,37058 mm	
Limo	5,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	8,7 %	D50	1,43538 mm	
Argilla	2,8 %			D60	2,74004 mm	
Coefficiente di uniformità		33,12	Coefficiente di curvatura	0,61	D90	33,97374 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
60,0000	100,00	2,0000	55,85	0,0750	8,73	0,0156	3,90	0,0030	2,41
25,0000	84,61	1,0000	43,63	0,0577	6,35	0,0115	3,58	0,0021	2,19
12,5000	72,22	0,4200	32,43	0,0424	5,18	0,0082	3,26	0,0012	1,98
8,0000	68,06	0,2500	22,37	0,0303	4,75	0,0058	2,94		
4,0000	64,99	0,1050	13,09	0,0217	4,32	0,0042	2,62		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11442	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	29/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m	12,00 - 12,50

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):	95	162	258
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	8,00	4,50	7,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,38	0,22	0,28
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6,5 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,012 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

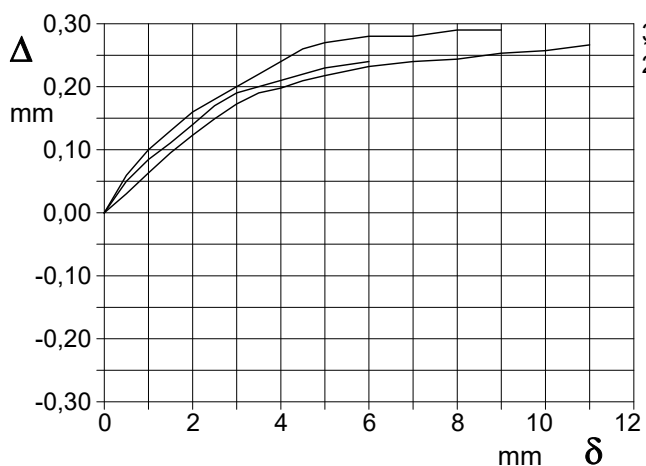
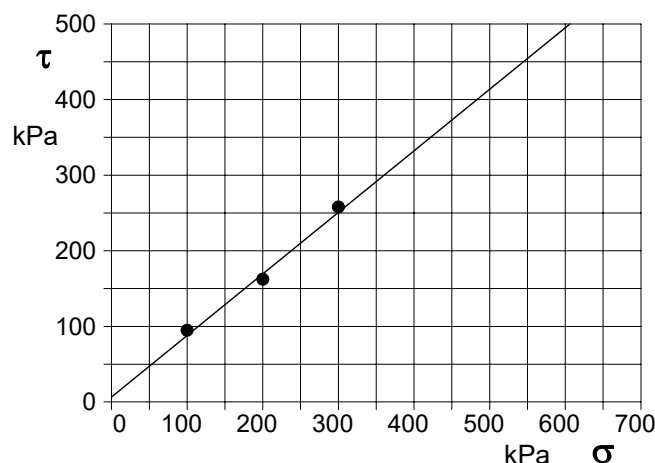


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

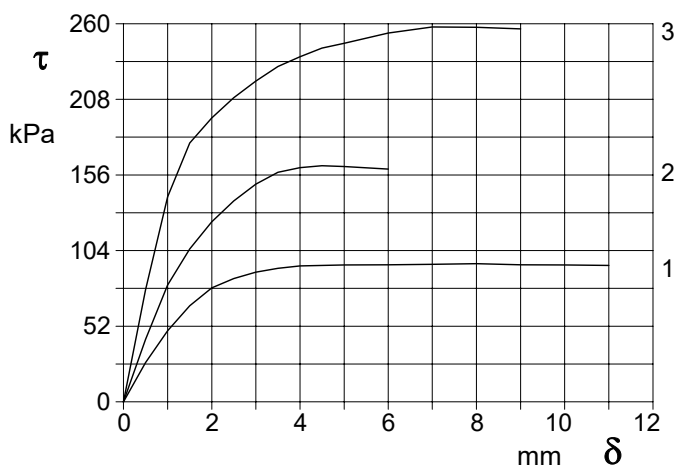


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11442	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 29/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 12,00 - 12,50	

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)	53,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,013

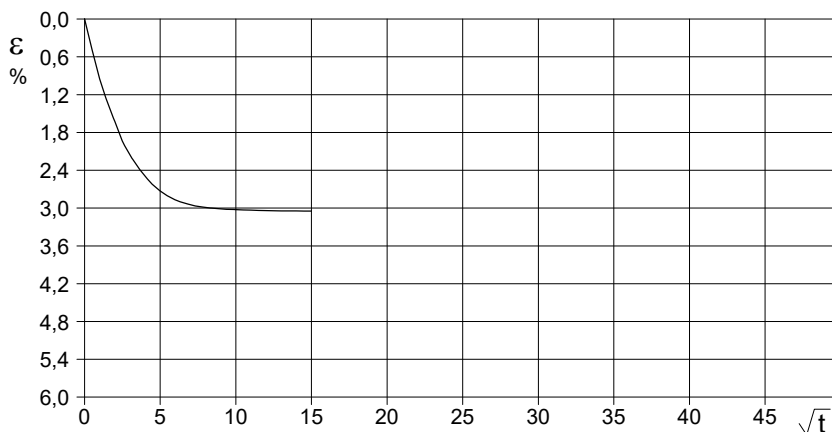


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,908
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	57,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,012

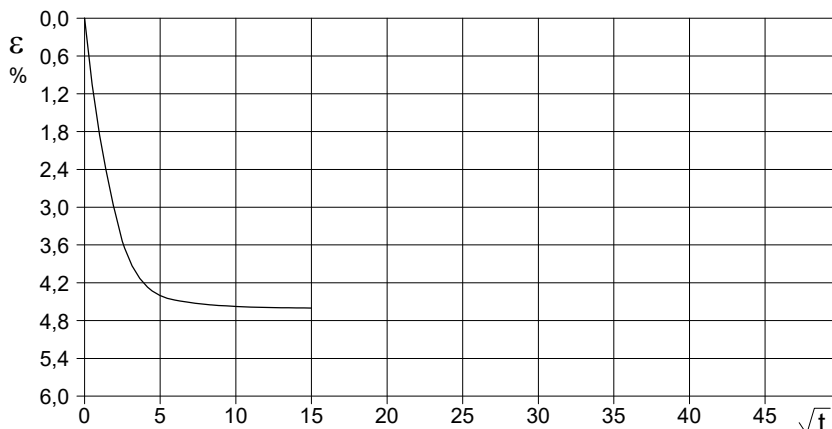
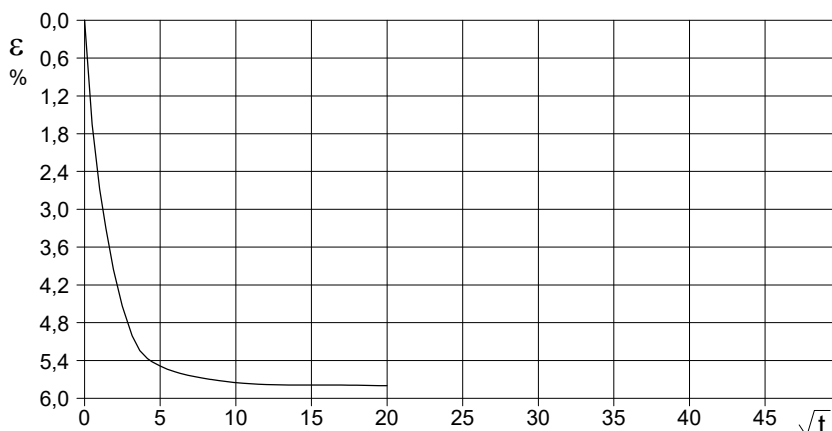


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,884
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	69,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,010



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: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 6

PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17,5	%
Peso di volume minimo	17,3	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,8	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,609	
Porosità	37,8	%
Grado di saturazione	78,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	55,0	%
Sabbia	30,9	%
Limo	10,0	%
Argilla	4,1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	6,721E-06	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Ghiaia in matrice sabbiosa debolmente limosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11443	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 17,5 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11444	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 09/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,3 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,8 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11445	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

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: 29,3 °C

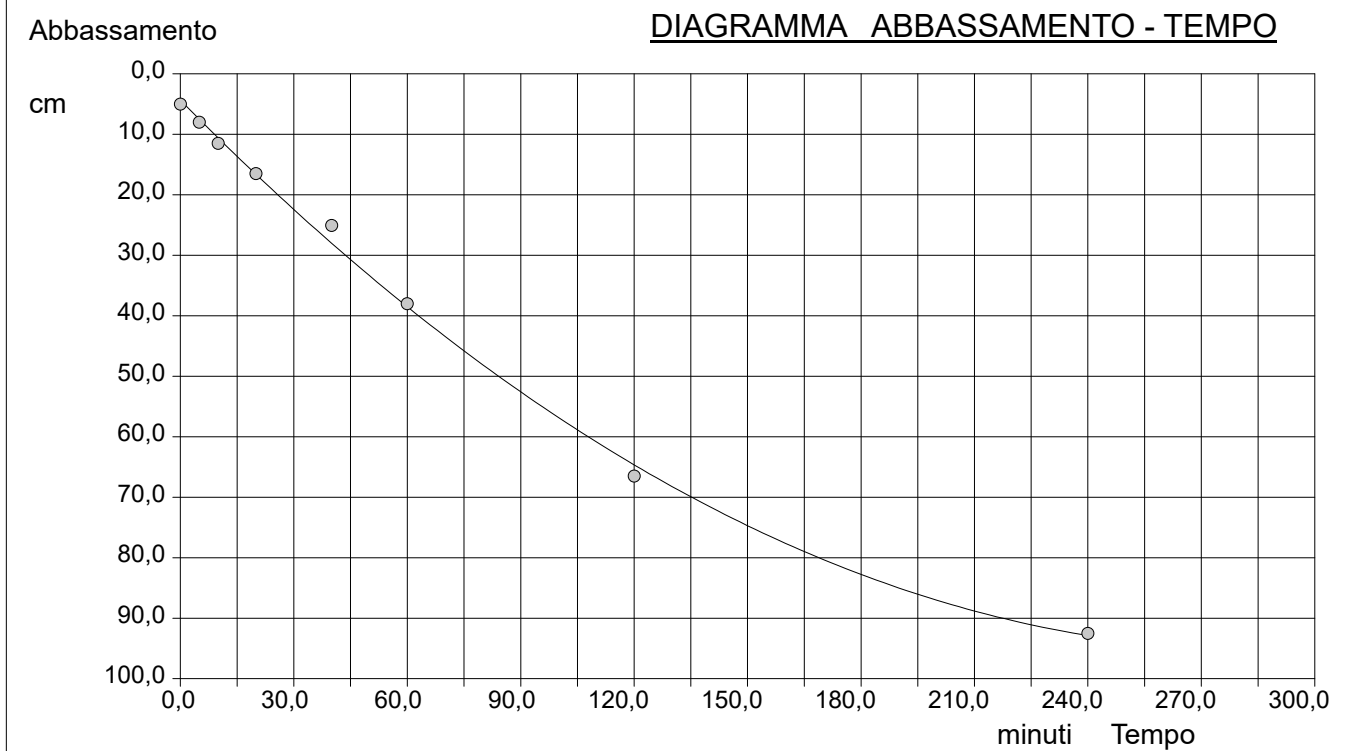
Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	3,0	3,0	7,80E-06
Diametro	7,60	cm	10,0	6,5	3,5	9,34E-06
Sezione	45,36	cm²	20,0	11,5	5,0	6,91E-06
Volume	861,93	cm³	40,0	20,1	8,6	6,29E-06
Massa	1686,0	g	60,0	33,0	12,9	1,05E-05
Peso di volume	19,2	kN/m³	120	61,5	28,5	9,73E-06
Umidità	18,0	%	240	87,5	26,0	6,72E-06
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	6,72E-06	cm/sec				



DIRETTORE TECNICO
dott. Enrico Fornasiero ingegnere-N°1712 Padova

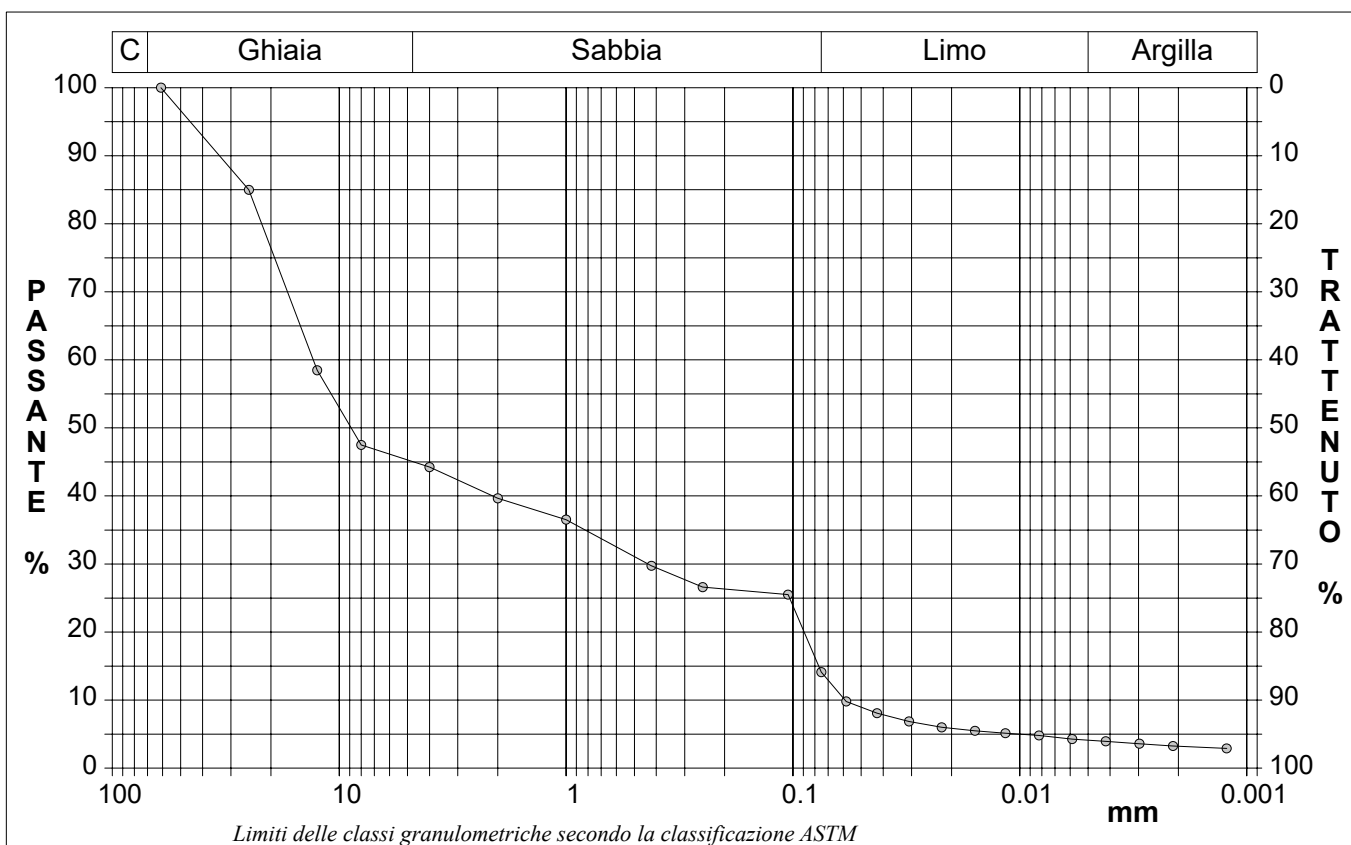
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11447	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	55,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	39,7 %	D10	0,05891 mm
Sabbia	30,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	29,7 %	D30	0,43376 mm
Limo	10,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	14,1 %	D50	8,86066 mm
Argilla	4,1 %			D60	13,01222 mm
Coefficiente di uniformità	220,88	Coefficiente di curvatura	0,25	D90	33,66151 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
61,0000	100,00	2,0000	39,65	0,0750	14,12	0,0158	5,50	0,0030	3,60
25,0000	85,00	1,0000	36,51	0,0583	9,81	0,0116	5,15	0,0021	3,25
12,5000	58,46	0,4200	29,75	0,0426	8,08	0,0082	4,81	0,0012	2,91
8,0000	47,49	0,2500	26,61	0,0308	6,88	0,0059	4,29		
4,0000	44,24	0,1050	25,50	0,0221	6,01	0,0042	3,94		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.

SONDAGGIO: OPN652 S1

CAMPIONE: 7

PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	22,6	%
Peso di volume minimo	17,0	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,7	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,695	
Porosità	41,0	%
Grado di saturazione	88,9	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	48,2	%
Limite di plasticità	25,4	%
Indice di plasticità	22,8	%
Indice di consistenza	1,12	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	14,3	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	40,3	%
Sabbia	47,3	%
Limo	7,0	%
Argilla	5,4	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	7,2	kPa
Angolo di attrito interno:	37,9	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia e ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11448	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 10/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 22,6 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11449	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 09/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 17,0 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,7 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11450	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

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: 29,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11451	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	30/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	12/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

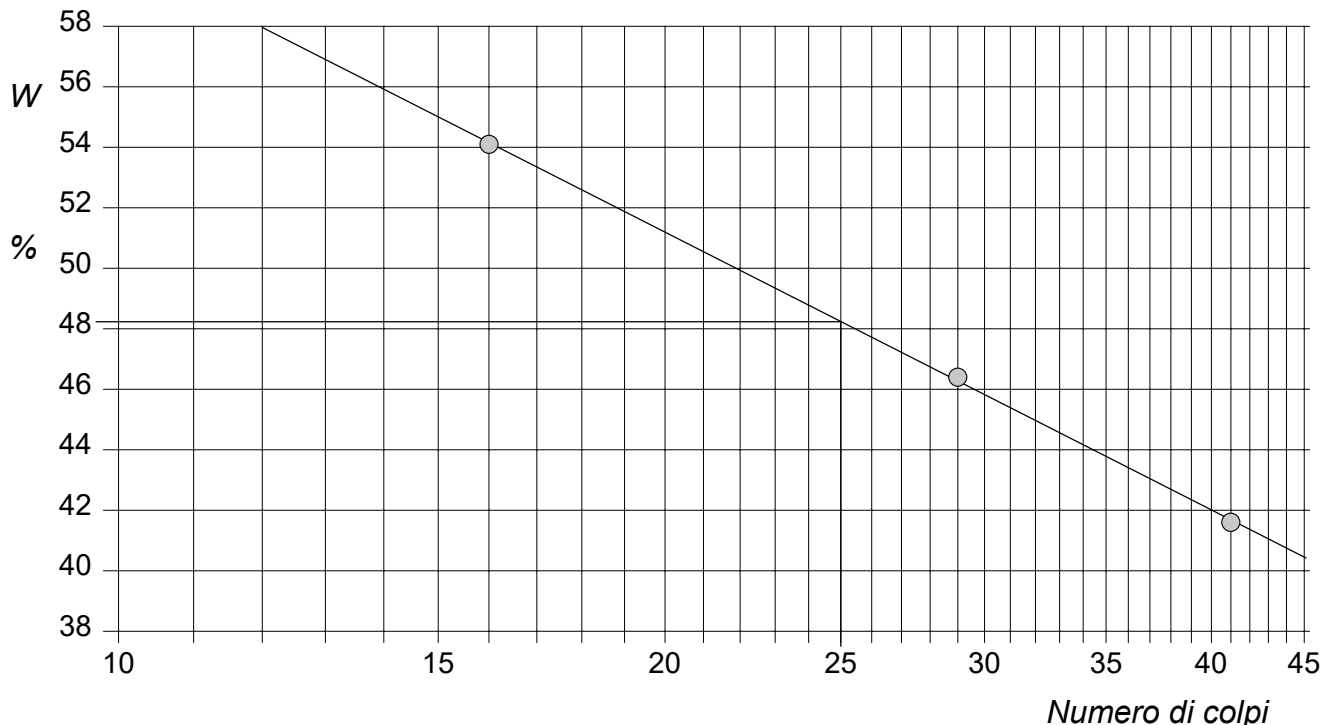
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	48,2 %
Limite di plasticità	25,4 %
Indice di plasticità	22,8 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	16	29	41			Umidità (%)	26,5	24,3
Umidità (%)	54,1	46,4	41,6			Umidità media	25,4	

Determinazione del Limite di liquidità



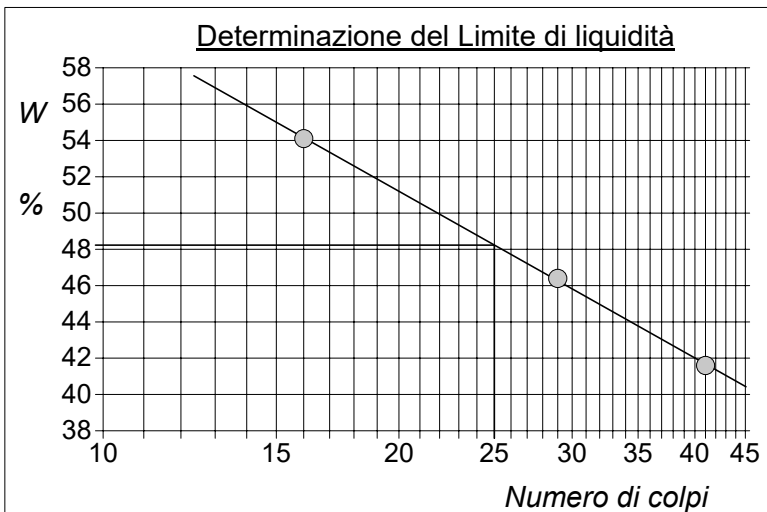
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11451	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 12/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

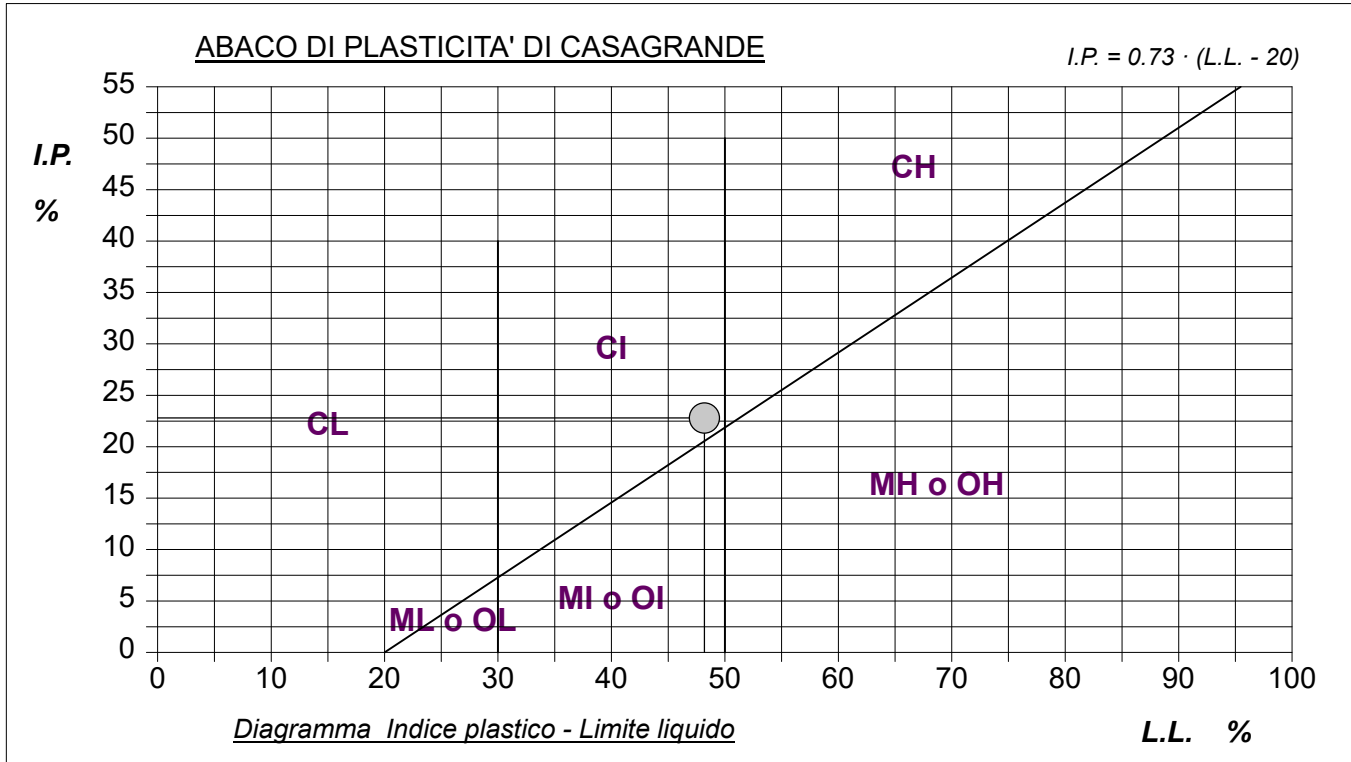
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	48,2	%
Limite di plasticità	25,4	%
Indice di plasticità	22,8	%
Indice di consistenza	1,12	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11452	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 12/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

LIMITE DI RITIRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 46 %

Limite di ritiro = 14,3 %

Coefficiente di ritiro = 2,08

Ritiro di volume = 14,25

Ritiro lineare = 4,01

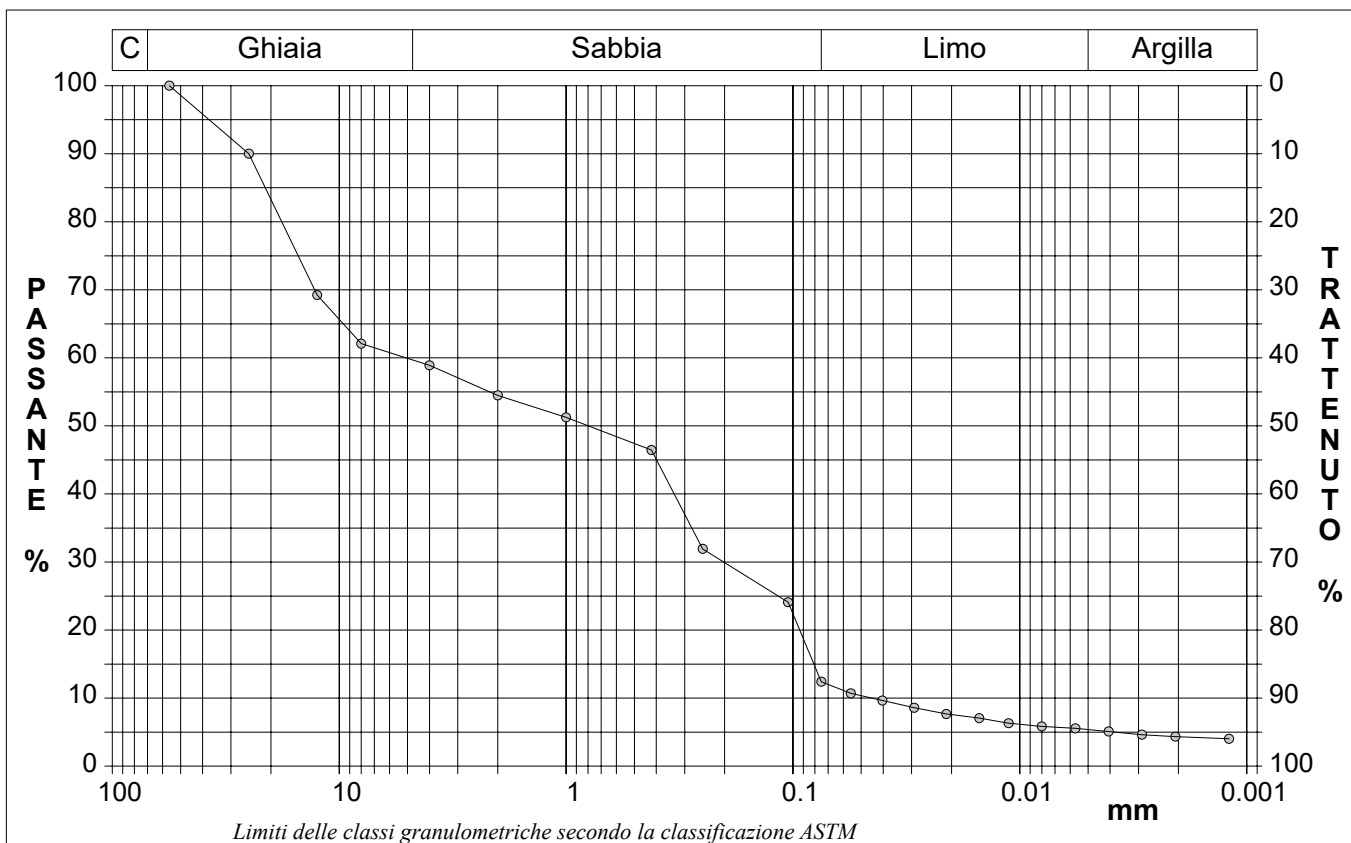
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11453	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 09/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 11/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.
SONDAGGIO: OPN652 S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	40,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	54,5 %	D10	0,04487 mm
Sabbia	47,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	46,5 %	D30	0,20181 mm
Limo	7,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	12,4 %	D50	0,79546 mm
Argilla	5,4 %			D60	5,07306 mm
Coefficiente di uniformità	113,06	Coefficiente di curvatura	0,18	D90	24,99053 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
56,0000	100,00	2,0000	54,48	0,0750	12,41	0,0151	7,07	0,0029	4,64
25,0000	90,01	1,0000	51,27	0,0556	10,71	0,0112	6,31	0,0021	4,34
12,5000	69,24	0,4200	46,46	0,0403	9,65	0,0080	5,85	0,0012	4,03
8,0000	62,09	0,2500	31,93	0,0292	8,58	0,0057	5,55		
4,0000	58,91	0,1050	24,10	0,0211	7,67	0,0041	5,10		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11454	Pagina 1/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22	

DATA DI EMISSIONE:	30/08/22	Inizio analisi:	11/08/22
Apertura campione:	09/08/22	Fine analisi:	13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

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):	90	158	246
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,00	4,50	4,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,15	0,29
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 7,2 kPa
 Angolo di attrito interno: 37,9 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,027 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

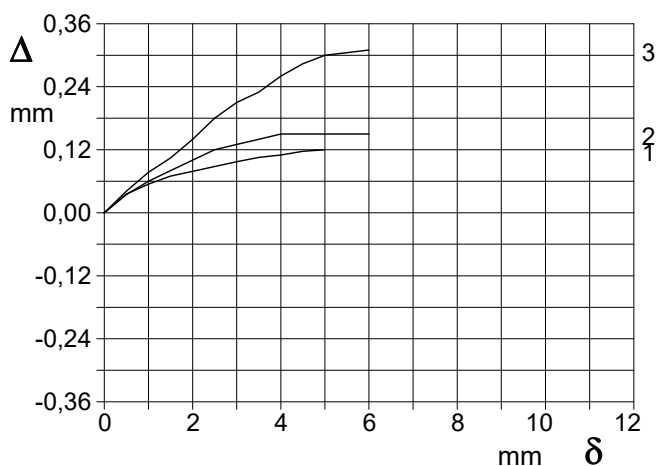
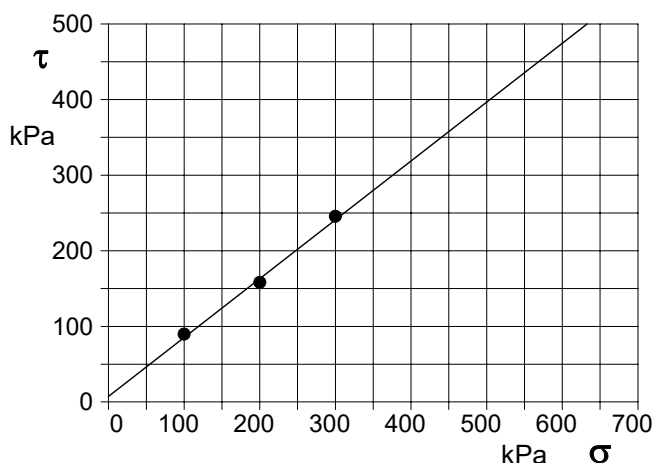


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

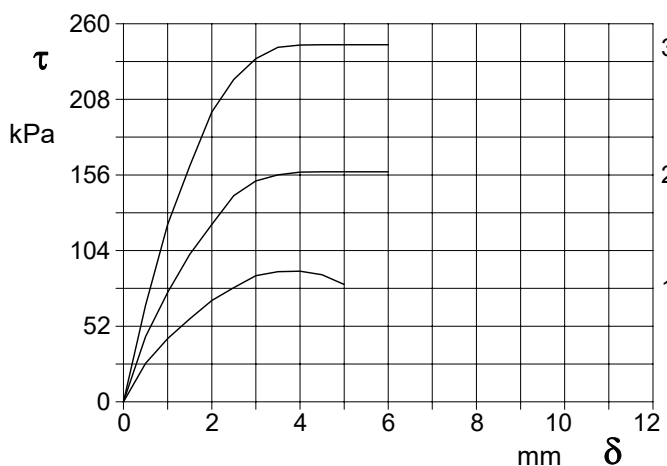


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11454	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 30/08/22	Inizio analisi: 11/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 34122042 del 22/07/22		Apertura campione: 09/08/22	Fine analisi: 13/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: F31 - Raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio.			
SONDAGGIO: OPN652 S1	CAMPIONE: 7	PROFONDITA': m 18,00 - 18,50	

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)	1,928
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	14,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,049

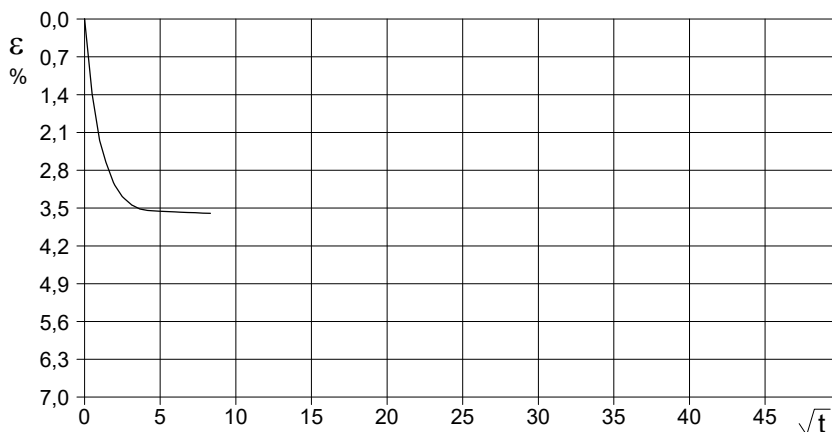


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,898
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	69,8
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,010

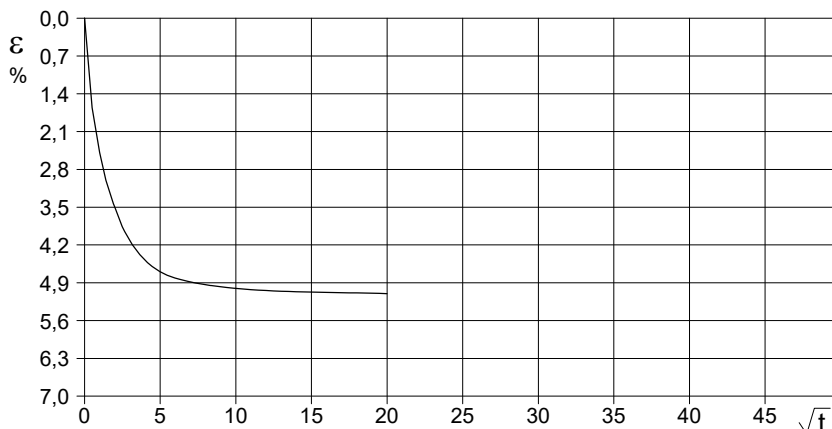
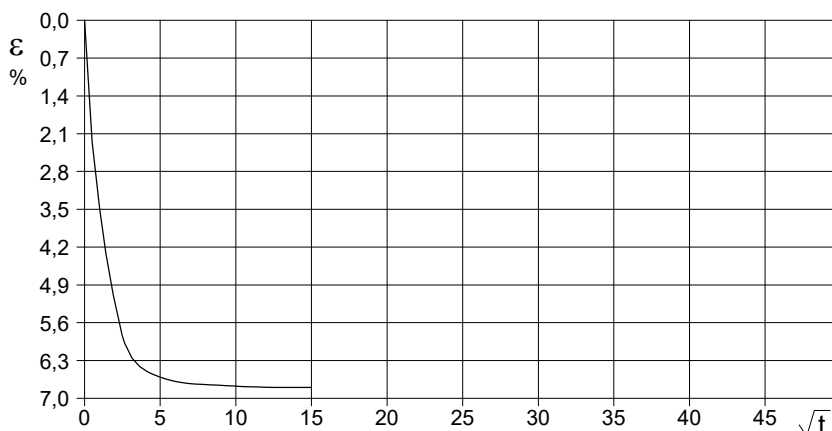


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,864
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	31,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,022



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