

PROPRIETA' INDICI

Determinazione del contenuto naturale d'acqua

Prova n°	a				
	1	2	3	4	5
Peso del terreno umido (g)	1784,00	1752,61			
Peso del terreno secco (g)	1433,00	1401,61			
Peso acqua (g)	351,00	351,00			
Contenuto d'acqua (%)	24,5	25,0			

Determinazione del peso di volume

Prova n°	b				
	1	2	3	4	5
Peso del terreno + acqua (g)	181,90				
Peso del terreno secco (g)	150,00				
Volume totale (cm <sup>3</sup> )	108,00				
Peso di volume totale (kN/m <sup>3</sup> )	16,52				
Peso di volume del terreno secco (kN/m <sup>3</sup> )	13,63				

Determinazione del peso specifico

Prova n°	1	2	3	4	5	6
Picnometro n°						
Peso del picnometro (g)						
Peso campione+picnometro (g)						
Peso campione+ picnometro +acqua (g)						
Peso Picnometro+acqua (g)						
Temperatura (°C)						
Fattore di correzione K	1	1				
Peso specifico						

Grandezze fisiche calcolate

Contenuto d'acqua (%)	24,8	
Peso specifico (-)	2,65	(valore assunto)
Indice dei vuoti (-)	0,91	
Porosità (%)	47,6	
Grado di saturazione (%)	72,3	
Peso di volume totale (kN/m <sup>3</sup> )	16,5	
Peso di volume del terreno secco (kN/m <sup>3</sup> )	13,6	
Peso di volume saturo (kN/m <sup>3</sup> )	18,3	

Il Responsabile



### LIMITI DI ATTERBERG

Campione:

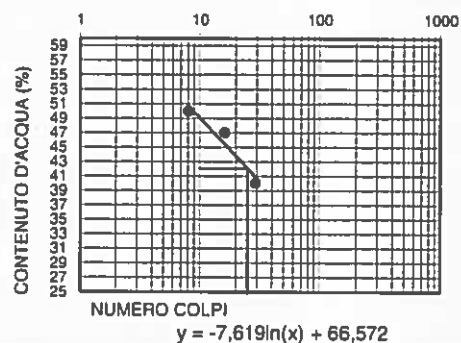
Preparazione:

Vagliatura (setaccio No.40):

Contenuto d'acqua naturale,  $W_N$  (%): 24,8

#### LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318-93, CNR-UNI 10014)

Prova numero:	1	2	3	4
Numero colpi:	8,0	16,0	29,0	
Numero colpi medio:	<b>8,0</b>	<b>16,0</b>	<b>29,0</b>	
Tara (g):	22,18	22,76	22,31	
Peso umido (g):	24,55	25,48	26,47	
Peso secco (g):	23,76	24,61	25,28	
Peso acqua (g):	0,79	0,87	1,19	
Peso terra secca (g):	1,58	1,85	2,97	
Contenuto d'acqua (%):	50,0	47,0	40,1	
Cont. d'acqua medio (%):	<b>50,0</b>	<b>47,0</b>	<b>40,1</b>	



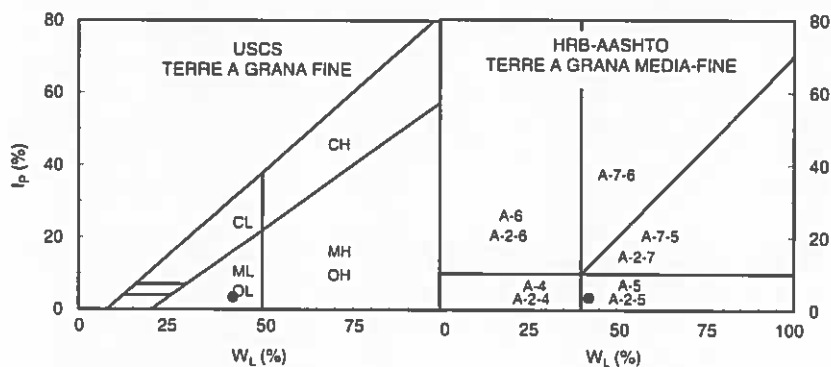
#### LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318-93, CNR-UNI 10014)

Tara (g):	22,40	22,24	22,14	22,82
Peso umido (g):	23,36	22,78	22,78	23,57
Peso secco (g):	23,09	22,62	22,60	23,38
Peso acqua (g):	0,27	0,16	0,18	0,19
Peso terra secca (g):	0,69	0,38	0,46	0,56
Contenuto d'acqua (%):	<b>39,1</b>	<b>42,1</b>	<b>39,1</b>	<b>33,9</b>

#### RISULTATI

Limite liquido, $W_L$ (%)	<b>42</b>
Limite plastico, $W_P$ (%)	<b>39</b>
Indice di plasticità, $I_P$ (%)	<b>3</b>
Indice di consistenza, $I_C$ (-)	<b>4,97</b>
Indice di liquidità, $I_L$ (-)	<b>-3,97</b>
Indice di attività, $A$ (-)	<b>3,16</b>

#### CLASSIFICAZIONE



USCS: **SM**  
 sabbia limosa

HRB-AASHTO: **A-1-b**  
 (CNR UNI 10006)

SETACCIO APERT. (mm)	% PASS.	
No. 4	4,75	68,80
No. 10	2	61,33
No. 40	0,425	47,20
No. 200	0,075	14,93
% Argilla		1,1
Coeff. di Uniformità, U		63,9
Coeff. di Curvatura, Cc		0,5
$W_{L50}/W_L$		-

Il Responsabile



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (Metodo per via umida ASTM D 422 - 63 e D 421 - 85)

Peso iniziale campione secco (g): 375,00

Setaccio	Peso	Peso	Trattenuto	Passante
ASTM	$\phi$ (mm)	(g)	(%)	(%)
3 1/2"	90	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	64	0,00	0,00	100,00
1 1/6"	30	0,00	0,00	100,00
5/8"	16	0,00	0,00	100,00
5/16"	8	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	117,00	31,20	68,80
No. 10	2,000	28,00	7,47	61,33
No. 20	0,850	29,00	7,73	53,60
No. 40	0,425	24,00	6,40	47,20
No. 60	0,250	20,00	5,33	41,87
No. 140	0,106	74,00	19,73	22,13
No. 200	0,075	27,00	7,20	14,93

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (Metodo del densimetro)

Modello densimetro: ASTM 151 H N. 205

Taratura densimetro: b: -0,323 a: 11,96

Correzione al menisco: 0,5

Correzione temperatura,  $C_T$ : -L1: 0,312 -K1: -4,60

Correzione dispersivo,  $C_D$ : -5,14

Correzione densità,  $C_w$ : 1,64

Prova su passante setaccio No.: 200

Peso di volume parte solida,  $\gamma_s$  (g/cm<sup>3</sup>): 2,65

Peso iniziale totale, P (g): 41

Contenuto d'acqua iniziale, w (%):

Peso secco iniziale,  $P_s$  (g): 41,0

t	r	T	R'	$C_T$	$\eta_L$	$H_R$	D	%<D	%<D Tot.
(min)	(-)	(°C)	(-)	(-)	(gs/cm <sup>2</sup> )	(cm)	(mm)	(%)	(%)
0.5	1,0240	18,0	24,5	1,015	1,08E-05	4,046	0,040	86,234	12,88
1	1,0210	18,0	21,5	1,015	1,08E-05	5,016	0,031	74,483	11,12
2	1,0170	18,0	17,5	1,015	1,08E-05	6,308	0,025	58,814	8,78
4	1,0130	18,0	13,5	1,015	1,08E-05	7,600	0,019	43,145	6,44
8	1,0100	18,0	10,5	1,015	1,08E-05	8,569	0,014	31,393	4,69
15	1,0090	18,0	9,5	1,015	1,08E-05	8,892	0,011	27,476	4,10
30	1,0080	19,0	8,5	1,327	1,05E-05	9,215	0,008	24,781	3,70
60	1,0070	19,0	7,5	1,327	1,05E-05	9,538	0,006	20,864	3,12
120	1,0050	19,0	5,5	1,327	1,05E-05	10,184	0,004	13,029	1,95
240	1,0040	20,0	4,5	1,639	1,02E-05	10,507	0,003	10,334	1,54
480	1,0030	21,0	3,5	1,951	9,99E-06	10,830	0,002	7,639	1,14
1440	1,0020	18,0	2,5	1,015	1,08E-05	11,153	0,001	0,055	0,01



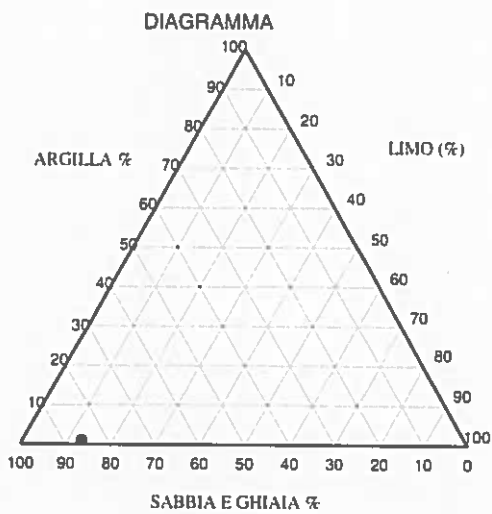
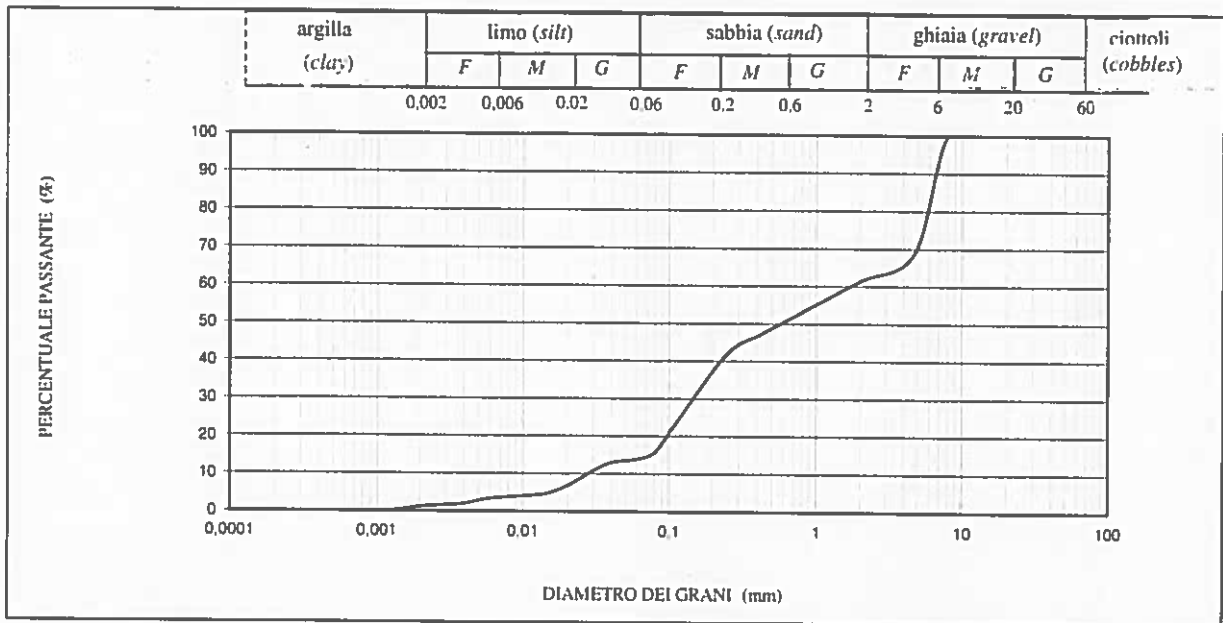
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DST  
DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA

Laboratorio di Geologia Tecnica e Geomeccanica

Largo Enrico fermi, 2 Tel: +39 055 2757778

Fax: +39 055 2757788

CURVA GRANULOMETRICA



SINTESI RISULTATI

Ciottoli (%)	0,0
Ghiaia (%)	38,7
Sabbia (%)	47,3
Limo (%)	13,0
Argilla (%)	1,1
$D_{10}$ (mm)	0,0282
$D_{30}$ (mm)	0,1634
$D_{60}$ (mm)	1,8017

Coefficiente di Uniformità,  $U$ : 63,9  
 Coefficiente di Curvatura,  $C_c$ : 0,5

CLASSIFICAZIONE

Nomenclatura AGI (1977): sabbia con ghiaia debolmente limosa

Classificazione USCS: SM

wl (%) 42

wp (%) 39

Il Responsabile



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DST  
DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA

Laboratorio di Geologia Tecnica e Geomeccanica

Largo Enrico fermi, 2 Tel: +39 055 2757778

Fax: +39 055 2757788

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080-90)**

**Caratteristiche fisiche del campione:**

ANALISI GRANULOMETRICA		
SETACCIO	APERT. (mm)	% PASS.
No. 4	4,75	68,80
No. 10	2	61,33
No. 40	0,425	47,20
No. 200	0,075	14,93
% fraz. argillosa		1,1
Coeff. di Uniformità, U		63,9
Coeff. di Curvatura, Cc		0,5

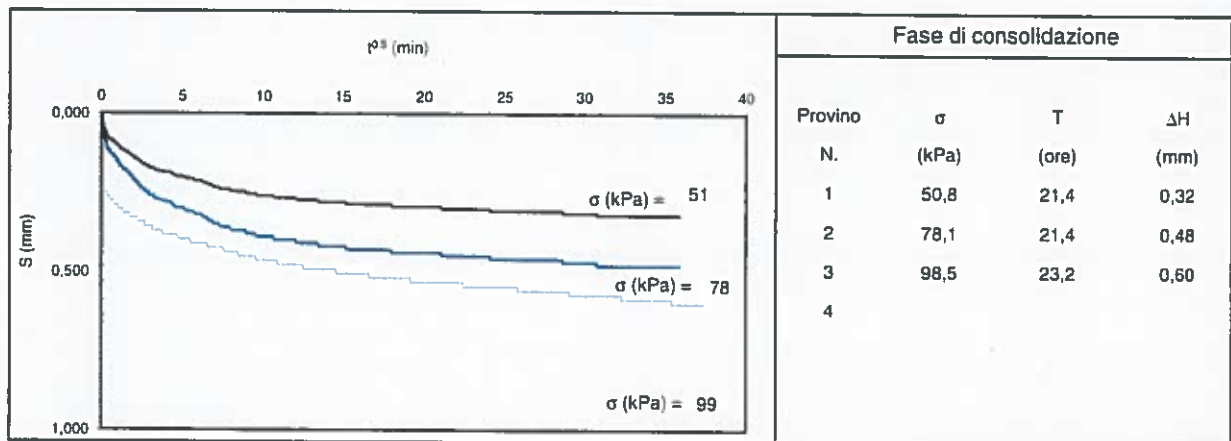
LIMITI DI ATTERBERG	
Limite liquido, $W_L$ (%)	42,0
Limite plastico, $W_p$ (%)	39,0
Indice di plasticità, $I_p$ (%)	3,0
Indice di consistenza, $I_c$ (-)	4,97
Indice di liquidità, $I_L$ (-)	-3,97
Indice di attività, $A$ (-)	3,16

Nomenclatura AGI (1977)	Sabbia con ghiaia deb limosa
Classificazione USCS	SM

**Caratteristiche fisiche dei provini:**

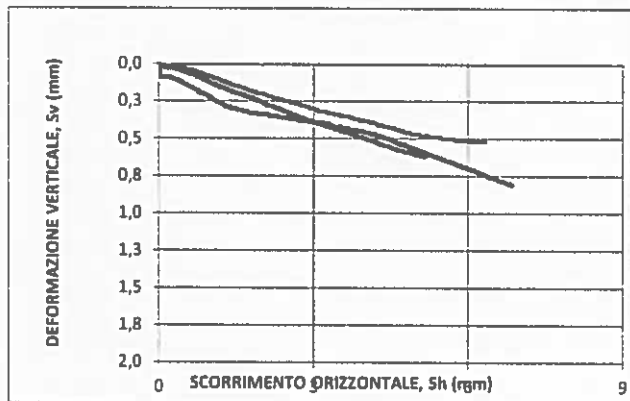
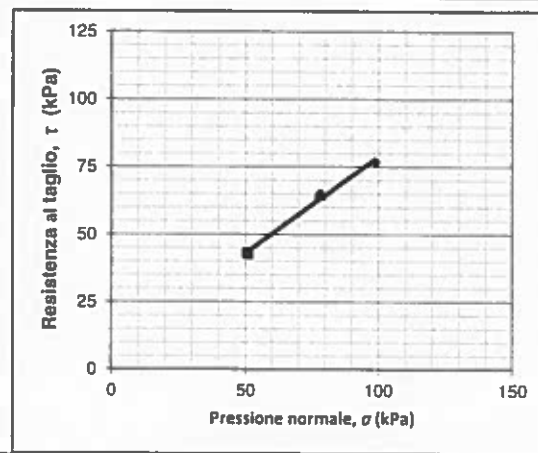
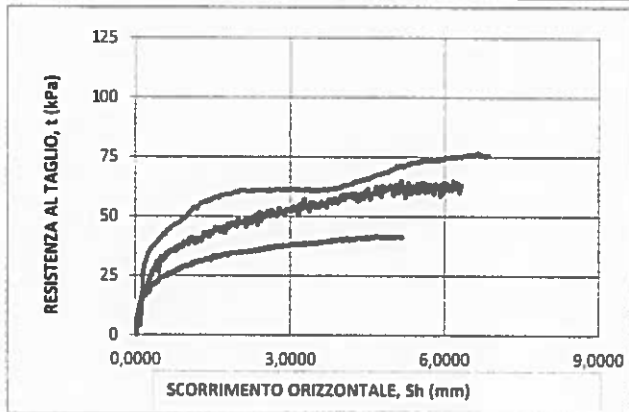
Tipo: **Disturbato**      Peso specifico,  $G_s$  (-): **2,65**  
 Preparazione: **Passante al setaccio 40 mescolato con il 30% di acqua**

	PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3		PROVINO 4	
	Iniziali	Dopo taglio	Iniziali	Dopo taglio	Iniziali	Dopo taglio	Iniziali	Dopo taglio
Area, $A$ ( $mm^2$ ):	3600		3623,23		3600		3600	
Altezza, $H$ (mm):	30,00	29,68	30,00	29,52	30,00	29,40		
Volume, $V$ ( $mm^3$ ):	108000	106848,0	108696,9	106957,7	108000	105845,4		
Peso secco, $P_d$ (g):	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00		
Peso totale, $P_{tot}$ (g):	181,90	201,90	194,70	211,47	182,89	195,14		
Peso di volume secco, $\gamma_d$ ( $kN/m^3$ ):	13,62	13,77	13,53	13,75	13,62	13,90		
Peso di volume, $\gamma$ ( $kN/m^3$ ):	16,52	18,53	17,57	19,39	16,61	18,08		
Grado di saturazione, $S$ (%):	66,0	100,00	85,8	100,00	64,0	91,7		
Contenuto d'acqua, $w$ (%):	21,3	34,6	29,80	41,0	21,9	30,1		
Indice dei vuoti, $e$ (-):	0,85	0,85	0,92	0,89	0,91	0,87		
Porosità, $n$ (%):	46,1	46,1	47,9	47,1	47,6	46,5		



Fase di taglio

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3	PROVINO 4
Peso di volume secco iniziale, $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> ):	13,77	13,75	13,90	
Indice dei vuoti iniziale, $e$ (-):	0,85	0,89	0,87	
Porosità iniziale, $n$ (%):	46,1	47,1	46,5	
Velocità di prova, $v$ (mm/min):	0,0034	0,0034	0,0034	
Pressione normale, $\sigma$ (kPa):	50,840	78,1	98,5	
Sforzo di taglio a rottura, $\tau_r$ (kPa):	42,960	64,89	76,79	
Scorrimento orizzontale a rottura, $S_{hr}$ (mm):	0,000	5,160	6,66	
Deformazione verticale a rottura, $S_{vr}$ (mm):	0,000	0,480	0,78	
Tempo a rottura, $t_r$ (min):	0	1350,0	1910,0	



PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO

Angolo di attrito interno,  $\phi'$  (°): 35,5  
 Coesione,  $c'$  (kPa): 7,4

Il Responsabile



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DST  
DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA

Laboratorio di Geologia Tecnica e Geomeccanica

Largo Enrico fermi, 2 Tel: +39 055 2757778

Fax: +39 055 2757788

**PROPRIETA' INDICI**

**Determinazione del contenuto naturale d'acqua**

Prova n°	1	2	3	4	5
Peso del terreno umido (g)	1686,00	1654,61			
Peso del terreno secco (g)	1355,00	1323,61			
Peso acqua (g)	331,00	331,00			
Contenuto d'acqua (%)	24,4	25,0			

**Determinazione del peso di volume**

Prova n°	1	2	3	4	5
Peso del terreno + acqua (g)	170,00				
Peso del terreno secco (g)	115,00				
Volume totale (cm <sup>3</sup> )	99,72				
Peso di volume totale (kN/m <sup>3</sup> )	16,72				
Peso di volume del terreno secco (kN/m <sup>3</sup> )	11,31				

**Determinazione del peso specifico**

Prova n°	1	2	3	4	5	6
Picnometro n°						
Peso del picnometro (g)						
Peso campione+picnometro (g)						
Peso campione+ picnometro +acqua (g)						
Peso Picnometro+acqua (g)						
Temperatura (°C)						
Fattore di correzione K	1	1				
Peso specifico						

**Grandezze fisiche calcolate**

Contenuto d'acqua (%)	24,7	
Peso specifico (-)	2,65	(valore assunto)
Indice dei vuoti (-)	1,30	
Porosità (%)	56,5	
Grado di saturazione (%)	50,5	
Peso di volume totale (kN/m <sup>3</sup> )	16,7	
Peso di volume del terreno secco (kN/m <sup>3</sup> )	11,3	
Peso di volume saturo (kN/m <sup>3</sup> )	16,9	

*Il Responsabile*



### LIMITI DI ATTERBERG

Campione:

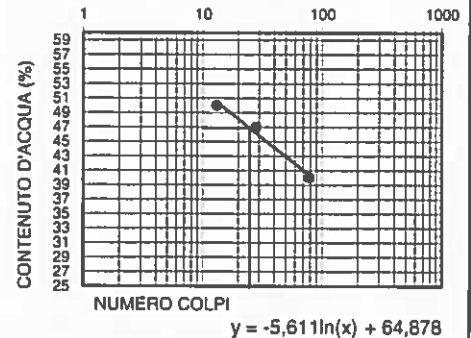
Preparazione:

Vagliatura (setaccio No.40):

Contenuto d'acqua naturale,  $W_N$  (%) 24,7

#### LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318-93, CNR-UNI 10014)

Prova numero:	1	2	3	4
Numero colpi:	13,0	28,0	78,0	
Numero colpi medio:	13,0	28,0	78,0	
Tara (g):	22,18	22,76	22,31	
Peso umido (g):	24,55	25,48	26,47	
Peso secco (g):	23,76	24,61	25,28	
Peso acqua (g):	0,79	0,87	1,19	
Peso terra secca (g):	1,58	1,85	2,97	
Contenuto d'acqua (%):	50,0	47,0	40,1	
Cont. d'acqua medio (%):	50,0	47,0	40,1	



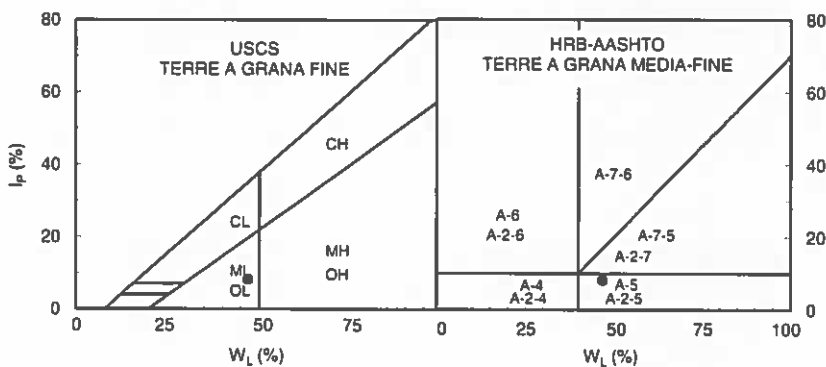
#### LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318-93, CNR-UNI 10014)

Tara (g):	22,40	22,24	22,14	22,82
Peso umido (g):	23,36	22,78	22,78	23,57
Peso secco (g):	23,09	22,62	22,60	23,38
Peso acqua (g):	0,27	0,16	0,18	0,19
Peso terra secca (g):	0,69	0,38	0,46	0,56
Contenuto d'acqua (%):	39,1	42,1	39,1	33,9

#### RISULTATI

Limite liquido, $W_L$ (%)	47
Limite plastico, $W_P$ (%)	39
Indice di plasticità, $I_P$ (%)	8
Indice di consistenza, $I_C$ (-)	2,68
Indice di liquidità, $I_L$ (-)	-1,68
Indice di attività, $A$ (-)	5,50

#### CLASSIFICAZIONE



USCS: SM  
sabbia limosa

HRB-AASHTO: A-1-b  
(CNR UNI 10006)

SETACCIO APERT. (mm)	% PASS.	
No. 4	4,75	65,43
No. 10	2	58,29
No. 40	0,425	44,86
No. 200	0,075	19,14
% Argilla		1,5
Coeff. di Uniformità, U		120,7
Coeff. di Curvatura, Cc		0,4
$W_{L50}/W_L$		-

Il Responsabile





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (Metodo per via umida ASTM D 422 - 63 e D 421 - 85)

Peso iniziale campione secco (g): 350,00

Setaccio	Peso	Peso	Trattenuto	Passante
ASTM	$\phi$ (mm)	(g)	(%)	(%)
3 1/2"	90	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	64	0,00	0,00	100,00
1 1/6"	30	0,00	0,00	100,00
5/8"	16	0,00	0,00	100,00
5/16"	8	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	121,00	34,57	65,43
No. 10	2,000	25,00	7,14	58,29
No. 20	0,850	26,00	7,43	50,86
No. 40	0,425	21,00	6,00	44,86
No. 60	0,250	17,00	4,86	40,00
No. 140	0,106	55,00	15,71	24,29
No. 200	0,075	18,00	5,14	19,14

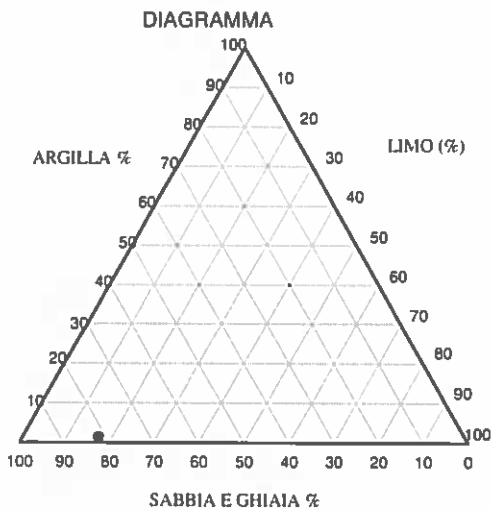
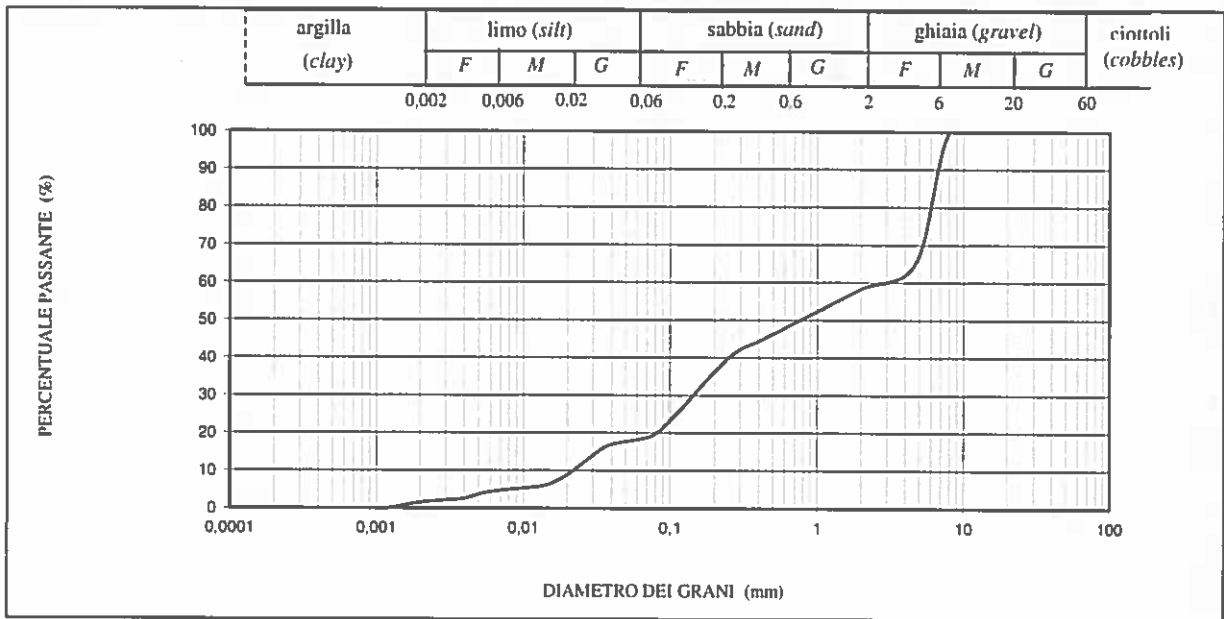
ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (Metodo del densimetro)

Modello densimetro: ASTM 151 H N. 205  
 Taratura densimetro: b: -0,323 a: 11,96  
 Correzione al menisco: 0,5  
 Correzione temperatura,  $C_T$ : -L1: 0,312 -K1: -4,60  
 Correzione dispersivo,  $C_D$ : -5,14  
 Correzione densità,  $C_w$ : 1,64  
 Prova su passante setaccio No.: 200  
 Peso di volume parte solida,  $\gamma_s$  (g/cm<sup>3</sup>): 2,65  
 Peso iniziale totale, P (g): 40  
 Contenuto d'acqua iniziale, w (%):  
 Peso secco iniziale,  $P_s$  (g): 40,0

t (min)	r (-)	T (°C)	R' (-)	$C_T$ (-)	$\eta_L$ (gs/cm <sup>2</sup> )	$H_R$ (cm)	D (mm)	%<D (%)	%<D Tot. (%)
0,5	1,0240	18,0	24,5	1,015	1,08E-05	4,046	0,040	88,390	16,92
1	1,0210	18,0	21,5	1,015	1,08E-05	5,016	0,031	76,345	14,61
2	1,0170	18,0	17,5	1,015	1,08E-05	6,308	0,025	60,284	11,54
4	1,0130	18,0	13,5	1,015	1,08E-05	7,600	0,019	44,223	8,47
8	1,0100	18,0	10,5	1,015	1,08E-05	8,569	0,014	32,178	6,16
15	1,0090	18,0	9,5	1,015	1,08E-05	8,892	0,011	28,163	5,39
30	1,0080	19,0	8,5	1,327	1,05E-05	9,215	0,008	25,401	4,86
60	1,0070	19,0	7,5	1,327	1,05E-05	9,538	0,006	21,385	4,09
120	1,0050	19,0	5,5	1,327	1,05E-05	10,184	0,004	13,355	2,56
240	1,0040	20,0	4,5	1,639	1,02E-05	10,507	0,003	10,593	2,03
480	1,0030	21,0	3,5	1,951	9,99E-06	10,830	0,002	7,830	1,50
1440	1,0020	18,0	2,5	1,015	1,08E-05	11,153	0,001	0,057	0,01



CURVA GRANULOMETRICA



SINTESI RISULTATI

Ciottoli (%)	0,0
Ghiaia (%)	41,7
Sabbia (%)	40,1
Limo (%)	16,7
Argilla (%)	1,5

D <sub>10</sub> (mm)	0,0220
D <sub>30</sub> (mm)	0,1584
D <sub>60</sub> (mm)	2,6600

Coefficiente di Uniformità, U: 120,7  
 Coefficiente di Curvatura, C<sub>c</sub>: 0,4

CLASSIFICAZIONE

Nomenclatura AGI (1977): ghiaia con sabbia limosa

Classificazione USCS: SM

wl (%) 47

wp (%) 39

Il Responsabile



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

DST  
DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA

Laboratorio di Geologia Tecnica e Geomeccanica

Largo Enrico fermi, 2 Tel: +39 055 2757778

Fax: +39 055 2757788

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080-90)

Caratteristiche fisiche del campione:

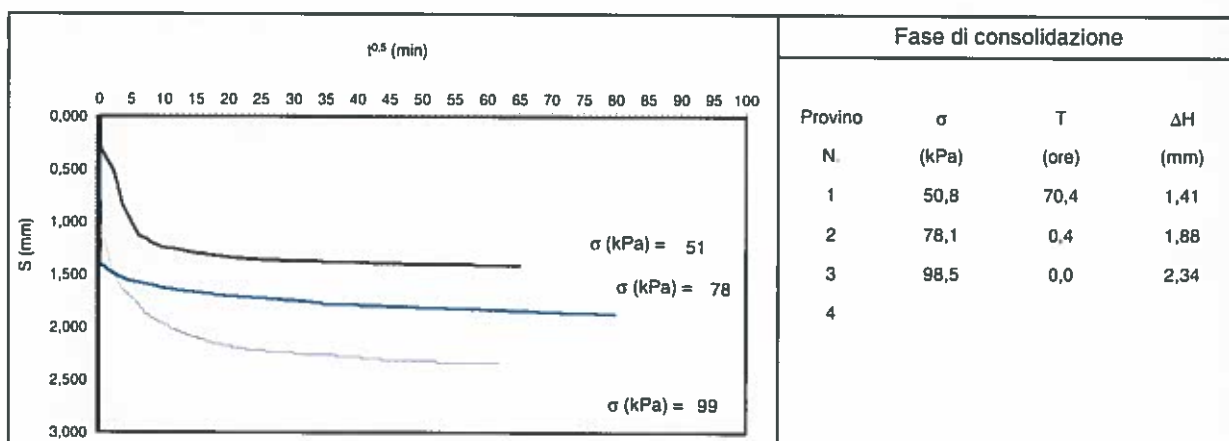
ANALISI GRANULOMETRICA		
SETACCIO	APERT. (mm)	% PASS.
No. 4	4,75	65,43
No. 10	2	58,29
No. 40	0,425	44,86
No. 200	0,075	19,14
% fraz. argillosa		1,5
Coef. di Uniformità, U		120,7
Coef. di Curvatura, Cc		0,4

LIMITI DI ATTERBERG	
Limite liquido, $W_L$ (%)	42,0
Limite plastico, $W_P$ (%)	39,0
Indice di plasticità, $I_p$ (%)	3,0
Indice di consistenza, $I_c$ (-)	4,97
Indice di liquidità, $I_L$ (-)	-3,97
Indice di attività, $A$ (-)	3,16
Nomenclatura AGI (1977) Ghiaia con sabbia limosa	
Classificazione USCS	SM -

Caratteristiche fisiche dei provini:

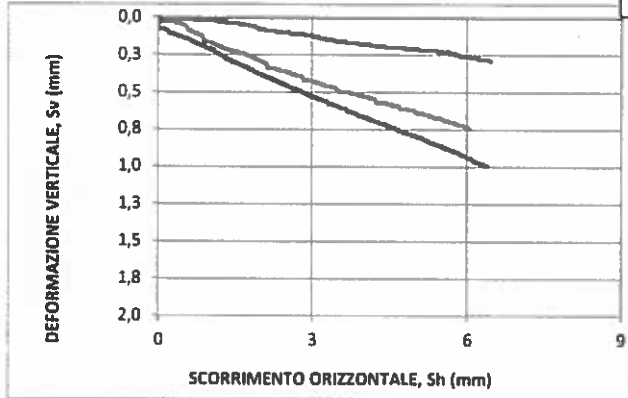
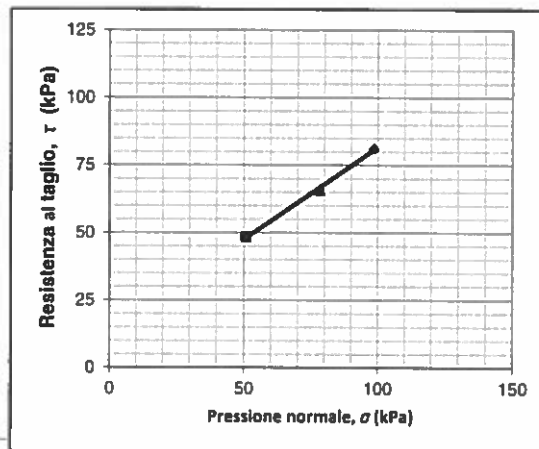
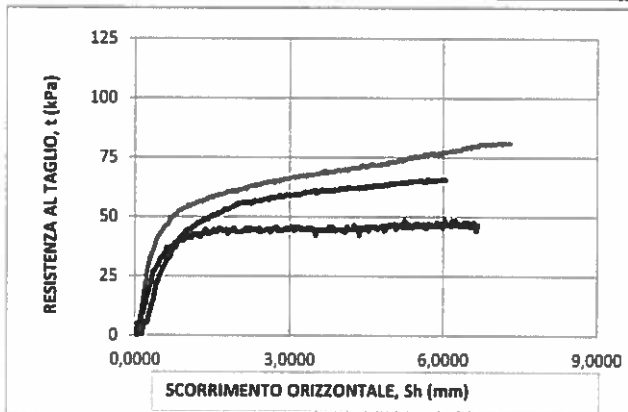
Tipo: **Disturbato** Peso specifico,  $G_s$  (-): 2,65  
 Preparazione: **Passante al setaccio 40 mescolato con il 30% di acqua**

	PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3		PROVINO 4	
	Iniziali	Dopo taglio	Iniziali	Dopo taglio	Iniziali	Dopo taglio	Iniziali	Dopo taglio
Area, $A$ ( $mm^2$ ):	3600		3623,23		3600		3600	
Altezza, $H$ (mm):	30,00	28,59	30,00	28,13	30,00	27,66		
Volume, $V$ ( $mm^3$ ):	108000	102924,0	108696,9	101903,3	108000	99576,0		
Peso secco, $P_d$ (g):	140,00	140,00	116,36	116,36	115,00	115,00		
Peso totale, $P_{tot}$ (g):	145,45	174,64	145,45	172,40	143,75	170,38		
Peso di volume secco, $\gamma_d$ ( $kN/m^3$ ):	12,71	13,34	10,50	11,20	10,44	11,33		
Peso di volume, $\gamma$ ( $kN/m^3$ ):	13,21	16,64	13,12	16,59	13,05	16,78		
Grado di saturazione, $S$ (%):	12,1	76,80	44,9	96,62	44,5	98,6		
Contenuto d'acqua, $w$ (%):	3,9	24,7	25,00	48,2	25,0	48,2		
Indice dei vuoti, $e$ (-):	0,85	0,85	1,48	1,32	1,49	1,29		
Porosità, $n$ (%):	46,1	46,1	59,6	56,9	59,8	56,4		



Fase di taglio

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3	PROVINO 4
Peso di volume secco iniziale, $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> ):	13,34	11,20	11,33	
Indice dei vuoti iniziale, $e$ (-):	0,85	1,32	1,29	
Porosità iniziale, $n$ (%):	46,1	56,9	56,4	
Velocità di prova, $v$ (mm/min):	0,0043	0,0043	0,0043	
Pressione normale, $\sigma$ (kPa):	50,840	78,1	98,5	
Sforzo di taglio a rottura, $\tau_r$ (kPa):	48,358	65,87	81,07	
Scorrimento orizzontale a rottura, $S_{hr}$ (mm):	5,240	5,706	7,18	
Deformazione verticale a rottura, $S_{vr}$ (mm):	0,220	0,700	1,08	
Tempo a rottura, $t_r$ (min):	1105	1330,0	1505,0	



PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO

Angolo di attrito interno,  $\phi$  (°): 34,3

Coesione,  $c$  (kPa): 13,3

Il Responsabile



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DST  
DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA

Laboratorio di Geologia Tecnica e Geomeccanica

Largo Enrico fermi, 2 Tel: +39 055 2757778

Fax: +39 055 2757788