



Provincia autonoma di Trento



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Lezioni teoriche

Trento, 27 settembre 2024



Prof.ssa Ing. Simonetta Cola

Università degli Studi di Padova



Prof.ssa Ing. Lucia Simeoni

Università degli Studi di Trento

mattina

1. Principi della meccanica delle terre

2. Ruolo delle prove nella progettazione geotecnica

3. Principali prove di laboratorio per la caratterizzazione meccanica

4. Identificazione e classificazione

pomeriggio

5. Consolidazione e compressibilità monodimensionale

6. Resistenza al taglio nei terreni a grana grossa e a grana fine

A seguire, **Confronto sui temi trattati**

Identificazione e classificazione

Cosa intendiamo?

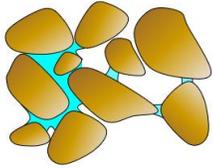


Identificazione = descrizione dell'aspetto e osservazione del comportamento della terra in prove semplici

Prove di classificazione = prove impiegate per definire le proprietà indice

Proprietà indice = proprietà sulla base delle quali si differenziano le terre

Classificazione = suddividere le terre in classi ampie all'interno delle quali si riscontra un comportamento sufficientemente uniforme



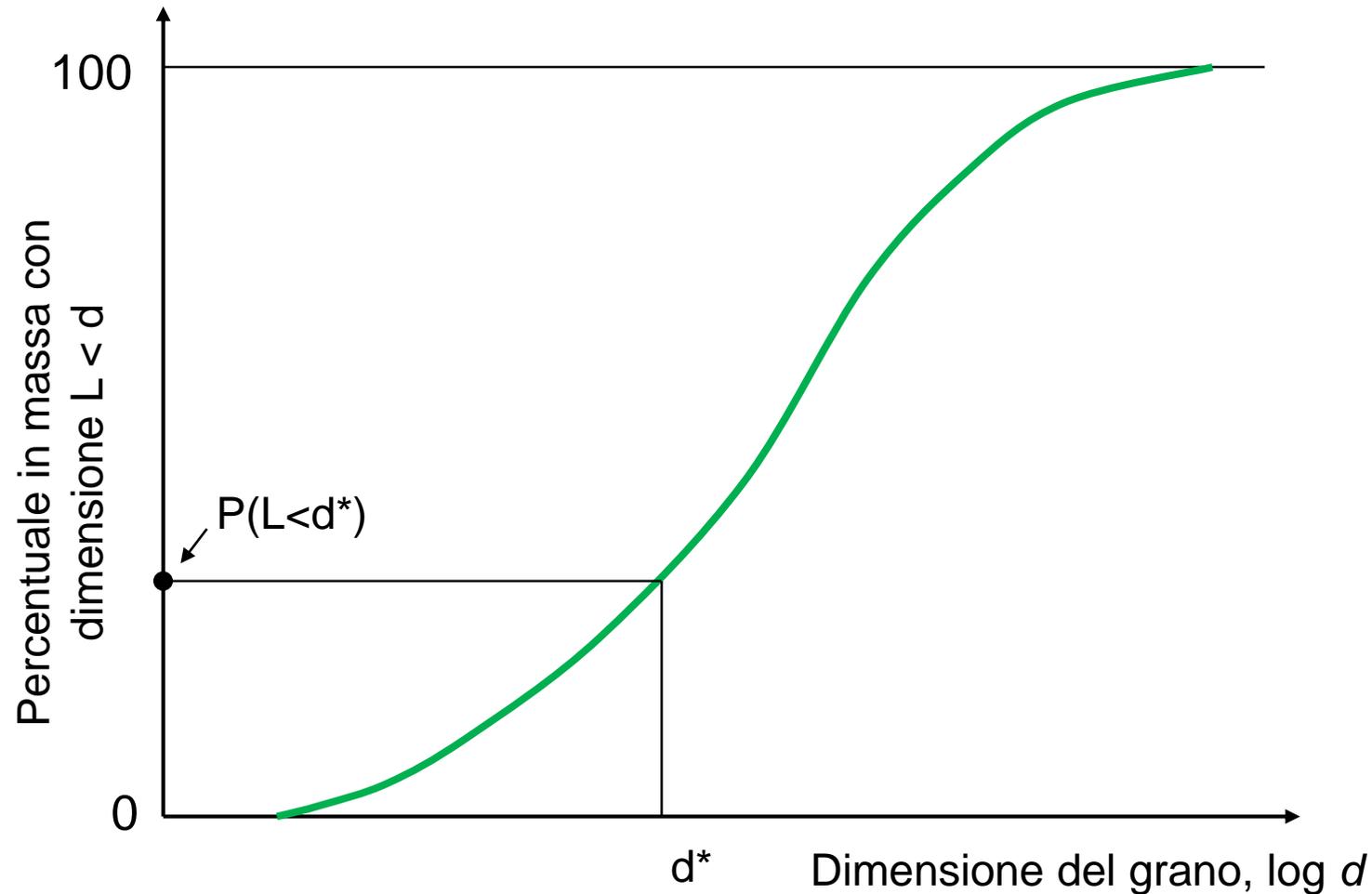
- **Singolo grano** (natura della fase solida, composizione mineralogica, capacità di scambio dei cationi, densità specifica del grano, dimensione del grano, forma del grano, gradi di arrotondamento, tessitura della superficie)
- **Insieme di grani** (composizione granulometrica)
- **Insieme di grani in presenza di fluido** (densità relativa, limiti di consistenza, attività)

Identificazione e classificazione

Curva granulometrica



= **Distribuzione cumulata della dimensione dei grani**



Identificazione e classificazione

Prova granulometrica



Esecuzione

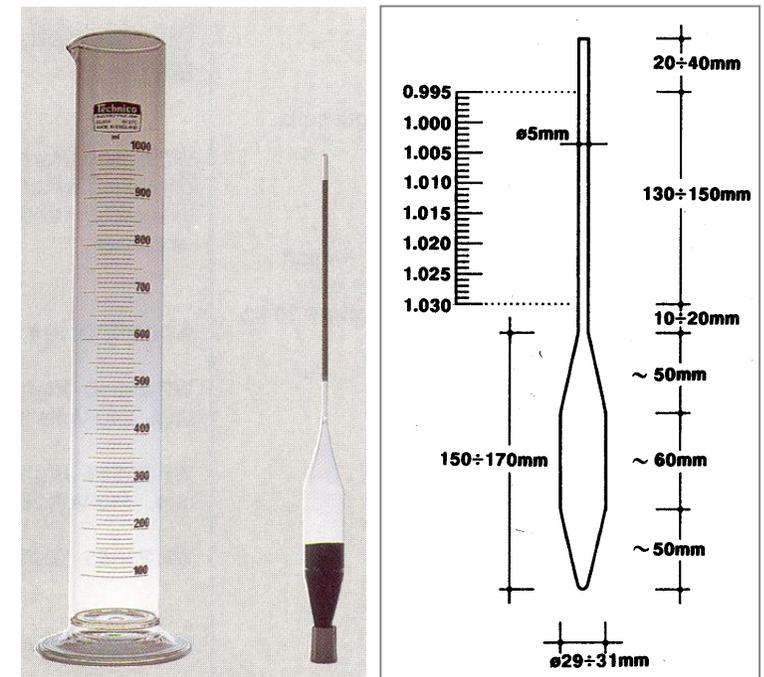
- Per vagliatura o setacciatura (via secca o via umida):
per $0,063 \text{ mm} < d < 125 \text{ mm}$ e se $P(d < 0,063 \text{ mm}) < 10\%$
- Per sedimentazione in acqua (densimetro o pipetta):
se $P(d < 0,063 \text{ mm}) > 10\%$

La prova si può eseguire anche su campioni disturbati, purché si conservi la composizione granulometrica originale

Risultati

- Tabella e curva granulometrica.

Per assegnati d sono fornite le percentuali in massa di terreno con grani avente diametro (equivalente) inferiore a d .



Identificazione e classificazione

Quanto materiale per fare la prova?



La curva rappresenta una probabilità cumulata -> il campione deve essere statisticamente rappresentativo

Table 1 — Minimum mass required for sieving as a function of particle diameter D_{90}

Particle diameter D_{90} mm	Minimum mass required for sieving g
0,5	50
1,0	100
4,0	150
6,0	350
8,0	600
16,0	2500
22,4	5000
31,5	10000
45,0	20000
63,0	40000
75,0	56000

Table 3 — Dry mass of soil specimen for sedimentation test

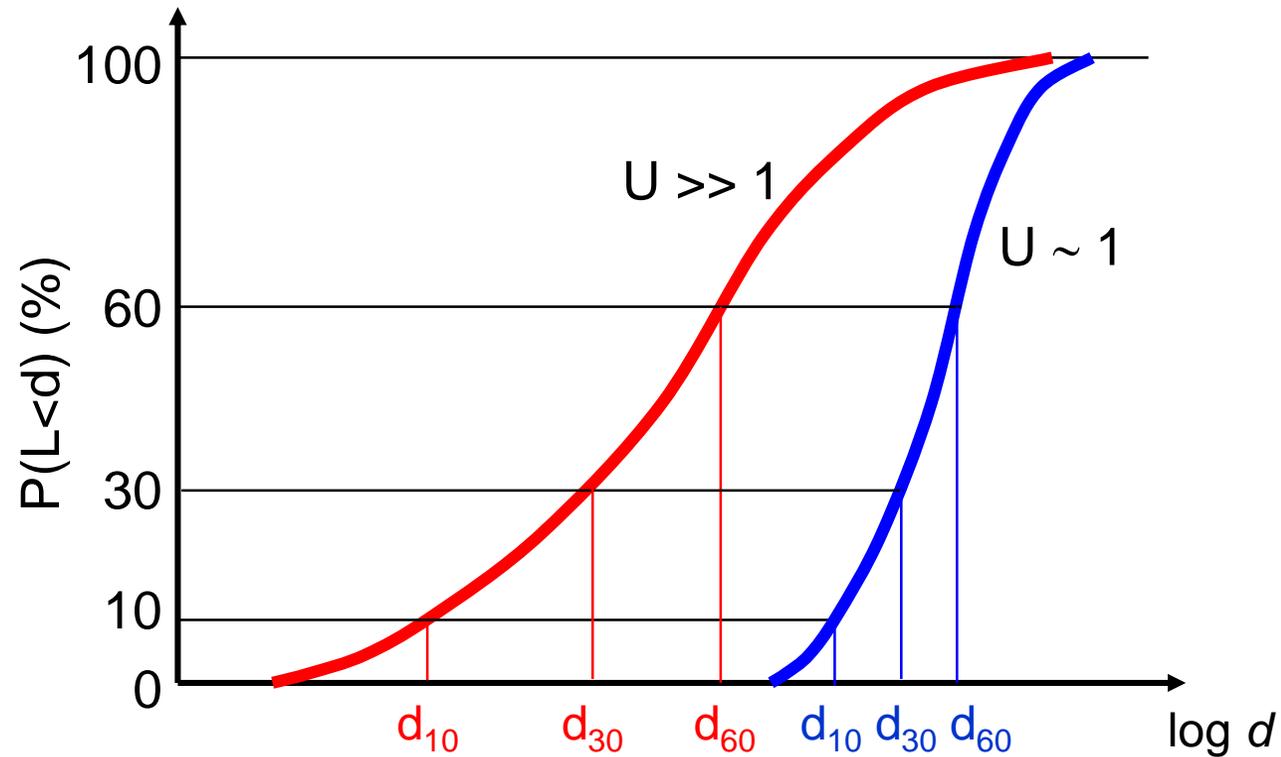
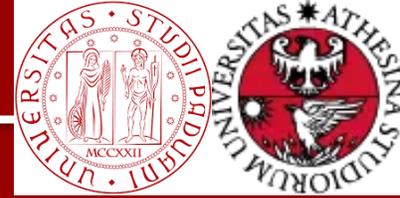
Soil type	Dry mass of soil g
Soil containing sand	up to 75
Cohesive soils, with little or no sand	30 to 50
Very plastic to plastic clays	10 to 30

(UNI EN 14688-1:2004)

1 m di carota di sondaggio sono circa 15 kg!

Identificazione e classificazione

Coefficienti di uniformità e curvatura



Coefficiente di uniformità \Rightarrow $U = d_{60} / d_{10}$

Coefficiente di curvatura \Rightarrow $C = d_{30}^2 / (d_{60} * d_{10})$

Identificazione e classificazione

Esempio di classificazione: argine + sottosuolo Salorno

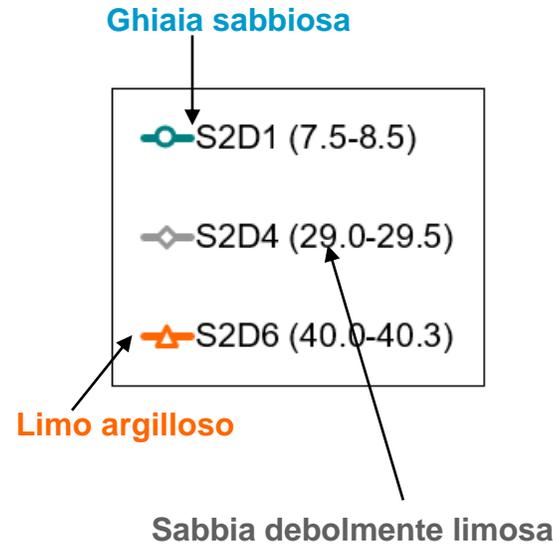
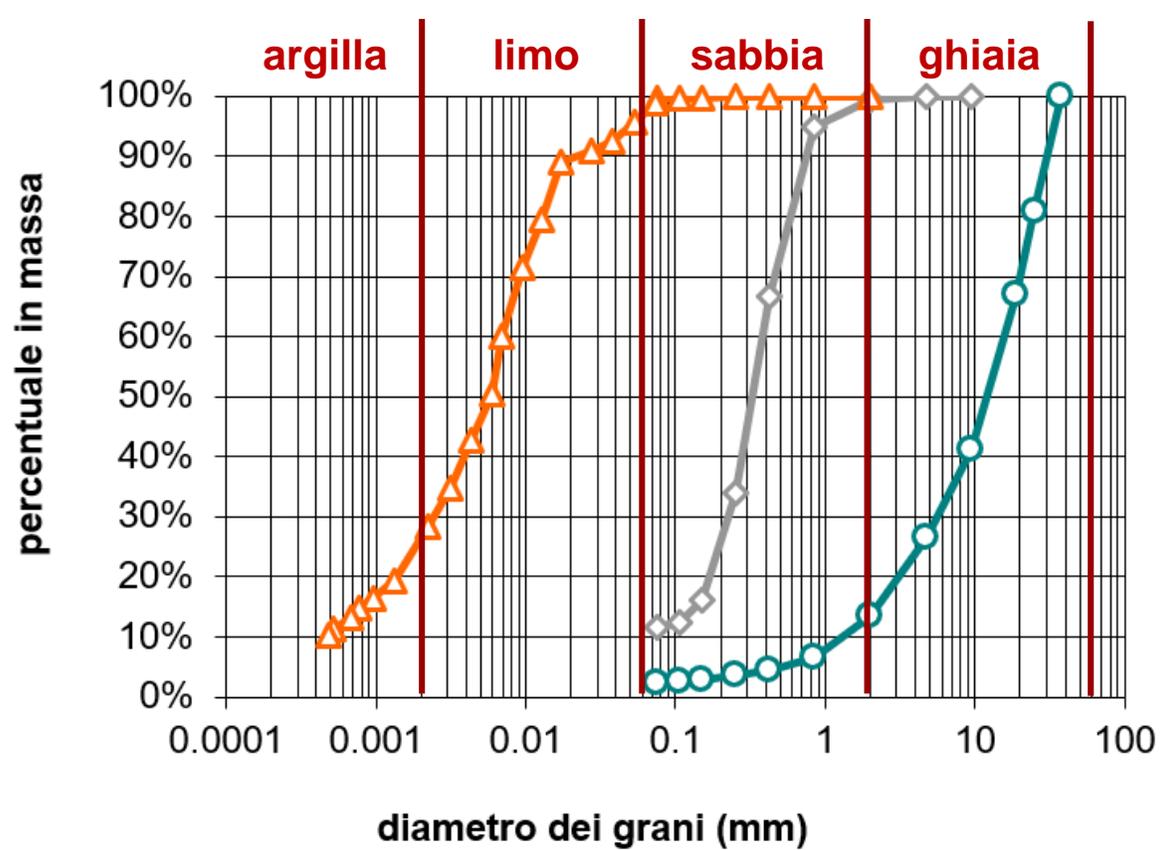
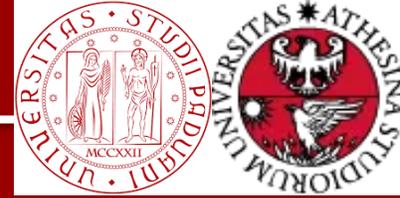


Table 1 — Particle size fractions

Soil fractions	Sub-fractions	Symbols	Particle sizes mm
Very coarse soil	Large boulder	LBo	> 630
	Boulder	Bo	> 200 to 630
	Cobble	Co	> 63 to 200
Coarse soil	Gravel	Gr	> 2,0 to 63
	Coarse gravel	CGr	> 20 to 63
	Medium gravel	MGr	> 6,3 to 20
	Fine gravel	FGr	> 2,0 to 6,3
	Sand	Sa	> 0,063 to 2,0
	Coarse sand	CSa	> 0,63 to 2,0
Fine soil	Medium sand	MSa	> 0,2 to 0,63
	Fine sand	FSa	> 0,063 to 0,2
	Silt	Si	> 0,002 to 0,063
	Coarse silt	CSi	> 0,02 to 0,063
	Medium silt	MSi	> 0,006 3 to 0,02
	Fine silt	FSi	> 0,002 to 0,006 3
	Clay	Cl	$\leq 0,002$

Identificazione e classificazione

La classificazione «Unified Soil Classification System»



1° parte: Terre a grana grossa

Divisioni principali		Simbolo del gruppo	Denominazioni tipiche	Procedure di identificazione in sito	Criteria di classificazione in laboratorio		
1	2	3	4	5	6		
TERRE A GRANA GROSSA Frazione trattenuta al n. 200 ASTM > 50%	GHIAIE frazione trattenuta al n. 4 ≥ 50%	passante n. 200 < 5% assenza o presenza o modesta di fine	GW ghiaie pulite con granulometria ben assortita miscele di ghiaia e sabbia	curva granulometrica ben assortita e comprendente grani di dimensioni molto differenti	<ul style="list-style-type: none"> determinare le percentuali di ghiaia e sabbia della curva granulometrica in relazione alla percentuale di passante al n. 200 le terre granulari vengono classificate come segue: < 5% GW, GP, SW, SP > 12% GM, GC, SM, SC dai 5 al 12% necessari due simboli (es.: GW-GM SW-SM) 	$c_u = D_{60} / D_{10} > 4$ $c_c = D_{30}^2 / (D_{10} \cdot D_{60}) < 3$	
		passante n. 200 > 12% presenza di fine non trascurabile	GP ghiaie pulite con granulometria poco assortita miscele di ghiaia e sabbia	curva granulometrica poco assortita e ristretta a grani di dimensioni molto simili		non soddisfatte le relazioni sopraindicate per GW	
		SABBIE frazione passante al n. 4 > 50%	passante n. 200 < 5% assenza o presenza o modesta di fine	GM ghiaie limose miscele di ghiaia, sabbia e limo		la frazione fine è caratterizzata da una modesta plasticità	lim. di Atterberg sotto la retta «A» o $PI < 4$ sopra la retta «A» con $4 < PI < 7$ classificare la terra con doppio simbolo (es.: GM - GC)
			passante n. 200 > 12% presenza di fine non trascurabile	GC ghiaie argillose miscele di ghiaia, sabbia e argilla		la frazione fine presente è plastica	lim. di Atterberg sopra la retta «A» o $PI > 7$
	SABBIE frazione passante al n. 4 > 50%	passante n. 200 < 5% assenza o presenza o modesta di fine	SW sabbie pulite con granulometria ben assortita sabbie ghiaiose	curva granulometrica ben assortita e comprendente grani di dimensioni molto differenti		$c_u > 6$ $1 < c_c < 3$	
			SP sabbie pulite con granulometria poco assortita	curva granulometrica poco assortita e ristretta a grani di dimensioni molto simili		non soddisfatte le relazioni sopraindicate per SW	
		passante n. 200 > 12% presenza di fine non trascurabile	SM sabbie limose miscele di sabbia e limo	la frazione fine presente è caratterizzata da una plasticità modesta o nulla		lim. di Atterberg sotto la retta «A» o $PI < 4$ nella zona tratteggiata con $4 < PI < 7$ classificare la terra con doppio simbolo (es.: SM - SC)	
			SC sabbie argillose miscele di sabbia e argilla	la frazione fine presente è plastica		lim. di Atterberg sopra la retta «A» o $PI > 7$	

Setaccio n. 4 ASTM: d=4,76 mm
Setaccio n. 200 ASTM: d=0,075 mm

Si possono usare doppi simboli: GM-GC o SM-SC per PI tra 4-7%, SP-SM se P(#4) < 85% ma c'è anche P(#200) > 12% e PI < 4

Identificazione e classificazione

La classificazione «Unified Soil Classification System»



2° parte: Terre a grana fina

Divisioni principali		Simbolo del gruppo	Denominazioni tipiche	Procedure di identificazione in sito			Criteria di classificazione in laboratorio
1	2	3	4	5			6
TERRE A GRANA FINE Frazione passante al n. 200 ASTM > 50%	se $w_L < 50\%$ indice L	sotto la retta «A» e nella zona tratteggiata del diagramma di plasticità	OL	limi organici argille limose organiche di bassa plasticità	bassa-media	lenta	bassa
			ML	limi inorganici; sabbie molto fini; farina di roccia; sabbie fini limose o argillose; limi argillosi di bassa plasticità	nulla-bassa	rapida-lenta	nulla
		CL	argille inorganiche di medio-bassa plasticità; argille ghiaiose o sabbiose; argille limose; argille magre	media-alta	nulla molto lenta	media	
	se $w_L \geq 50\%$ indice H	sotto la retta «A» del diagramma di plasticità	OH	argille organiche di medio-alta plasticità limi organici	media-alta	nulla molto lenta	bassa-media
			MH	limi inorganici; sabbie fini o limi micacei o dilatometrici;	bassa-media	nulla-lenta	bassa-media
		CH	argille inorganiche di elevata plasticità; argille grasse	alta molto alta	nulla	alta	
TERRE ALTAMENTE ORGANICHE		P_t	torbe ed altre terre altamente organiche				

procedure di identificazione sul passante al n. 40

resistenza alla frantumazione	reazione allo scuotimento	consistenza in prossimità di w_p
bassa-media	lenta	bassa
nulla-bassa	rapida-lenta	nulla
media-alta	nulla molto lenta	media
media-alta	nulla molto lenta	bassa-media
bassa-media	nulla-lenta	bassa-media
alta molto alta	nulla	alta

CARTA DI PLASTICITÀ DI CASAGRANDE (per la classificazione delle terre a grana fina)

