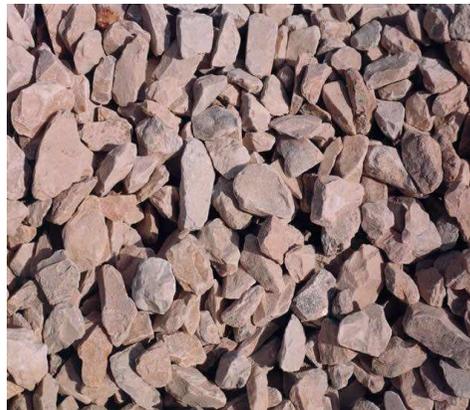




COSTRUZIONE DI STRADE

Terre, aggregati e miscele di aggregati



Nomenclatura per dimensioni granuli: Classificazione dei terreni UNI 10006

CIOTTOLO, PIETRA	> 71 mm
GHIAIA, BRECCIA, PIETRISCO	25 - 71 mm
GHIAIETTO, BRECCETTA, PIETRISCHETTO	10 - 25 mm
GHIAINO, BRECCIOLINO, GRANIGLIA	2 - 10 mm
SABBIA, SABBIA DI FRANTOIO	0.05 - 2 mm
LIMO, FILLER	0.005 - 0.05 mm
ARGILLA, FILLER	< 0.005 mm



Ma soprattutto la **CLASSIFICA DELLE TERRE** con l'Indice di Gruppo:

A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5,
A2-6, A2-7, A4, A5, A6, A7-5,
A7-6, A8

CNR UNI 10006 poi divenuta UNI 10006 nel 2002

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa						Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri	
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 < 35%						Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%						
Gruppo	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7		A8	
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥ 80										
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10 _{max}	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (IP>LL30)	> 10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone						Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media				media	elevata	Media	elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato		
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa					Scarsa o nulla					
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto innocenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

analisi
granulometrica

limiti di Atterberg



UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

SCOPO: la norma europea stabilisce un metodo per la determinazione della distribuzione granulometrica degli aggregati mediante setacciatura. Si applica agli aggregati di origine naturale od artificiale, inclusi gli aggregati leggeri, fino ad una dimensione nominale di 63 mm, esclusi i fillers.

PRINCIPIO: la prova consiste nel suddividere, per mezzo di una serie di setacci, un materiale in numerose classi granulometriche di dimensioni decrescenti. Le dimensioni delle maglie ed il numero dei setacci sono scelti in base alla natura del campione ed alla precisione richiesta. Il procedimento adottato è il lavaggio seguito da setacciatura a secco. Quando il lavaggio può alterare le proprietà fisiche di un aggregato leggero, deve essere utilizzata la via secca.



UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

PREPARAZIONE DEI CAMPIONI DI PROVA:

I campioni devono essere ridotti per ottenere il numero richiesto di porzioni di prova. La massa di ciascuna porzione di prova deve essere conforme al Prospetto 1 sottostante per aggregati di Massa Volumica compresa tra 2.00 Mg/m³ e 3.00 Mg/m³.

Dimensione massima dell'aggregato D (mm)	Massa della porzione di prova (minimo) (kg)
63	40
32	10
16	2.6
8	0.6
≤4	0.2

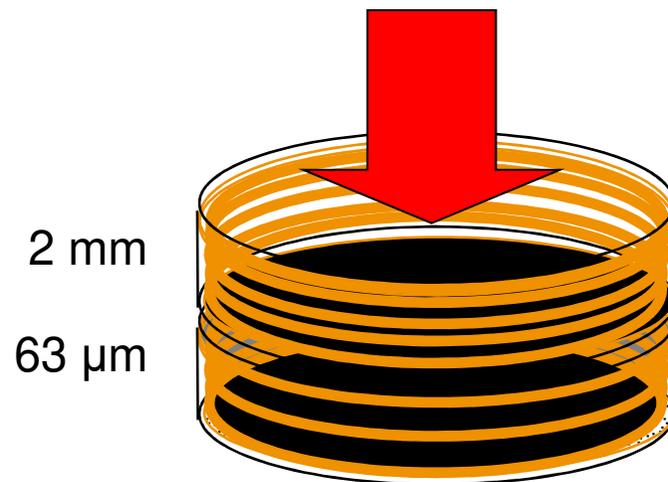
→ La massa della porzione di prova dipende dalla dimensione massima degli inerti

Essiccare la porzione di prova fino a massa costante e pesare M_1

UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

PROCEDIMENTO - LAVAGGIO:

- Porre la porzione di prova in un recipiente e aggiungere acqua fino a coprirlo. Agitare vigorosamente per separare.
- **Impilare** il setaccio da 63 μm e da 2 mm per **eliminare il materiale fine** di sospensione lavando la porzione. Proseguire fino a che le acque di lavaggio, passando attraverso il setaccio da 63 μm escano limpide.
- **Essicare** il residuo trattenuto al setaccio da 63 μm a $110\pm 5^\circ\text{C}$ fino a massa costante. Fare raffreddare, determinare la massa e registrarne il valore come M_2



$(M_1 - M_2)$ = massa essiccata dei fini rimossi con il lavaggio

UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

PROCEDIMENTO - SETACCIATURA:

- Versare il materiale lavato ed essiccato nella colonna dei setacci sovrapposti. La colonna comprende un certo numero di setacci sovrapposti e disposti da maggiore al minore in ordine **decrescente** di maglia oltre al coperchio e al fondello.

Agitare la colonna manualmente o

meccanicamente per un certo tempo, quindi

- rimuovere singolarmente ciascun setaccio dall'alto ed agitarlo assicurandosi che non vi siano perdite di materiale. Quello che eventualmente passa va posto nel setaccio successivo prima di proseguire.

Tutti i setacci hanno **fori quadrati**: se maggiori di 4 mm sono di lamiera, se minori di 4 mm sono di tela metallica. Dimensioni crescenti:
0.063, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 31.5, 63, 125 mm.





UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

PROCEDIMENTO - PESATURA:

- Determinare la massa del trattenuto al setaccio più alto e registrarlo come R_1 . Idem per tutti i setacci sottostanti registrando R_2 , R_3 , R_4 , etc. Pesare anche il materiale nel fondello e registrarlo come P (fini).

CALCOLO ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI:

Calcolare la massa del trattenuto su ciascun setaccio, espressa come percentuale della massa essiccata M_1 .

$$(R_i / M_1) \times 100$$

Calcolare la percentuale cumulativa rispetto alla massa essiccata di origine del passante attraverso ogni setaccio, fino a quello di 63 mm non compreso.

$$100 - \Sigma(R_i / M_1) \times 100$$

UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

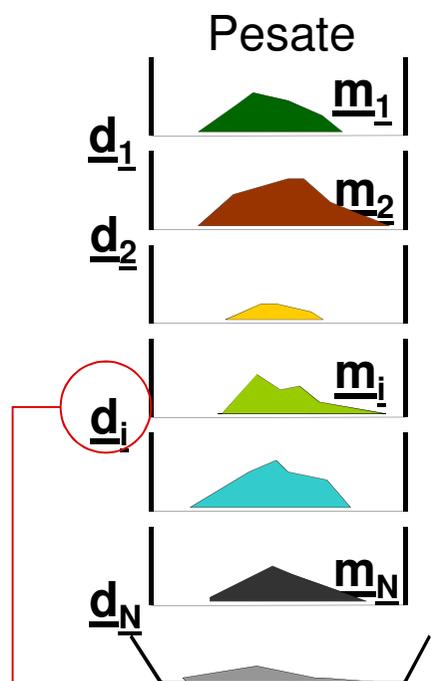
CALCOLO ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI:

AGI-UNI

d (mm)
100
75
60
40
25
15
10
5
2
1
0.425
0.18
0.075



Serie di setacci



Pesate

trattenuto al setaccio i:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^i m_j}{m_{tot}} \cdot 100$$

passante al setaccio

$$P_i = \frac{\sum_{j=i+1}^N m_j}{m_{tot}} \cdot 100 = 100 - T_i$$

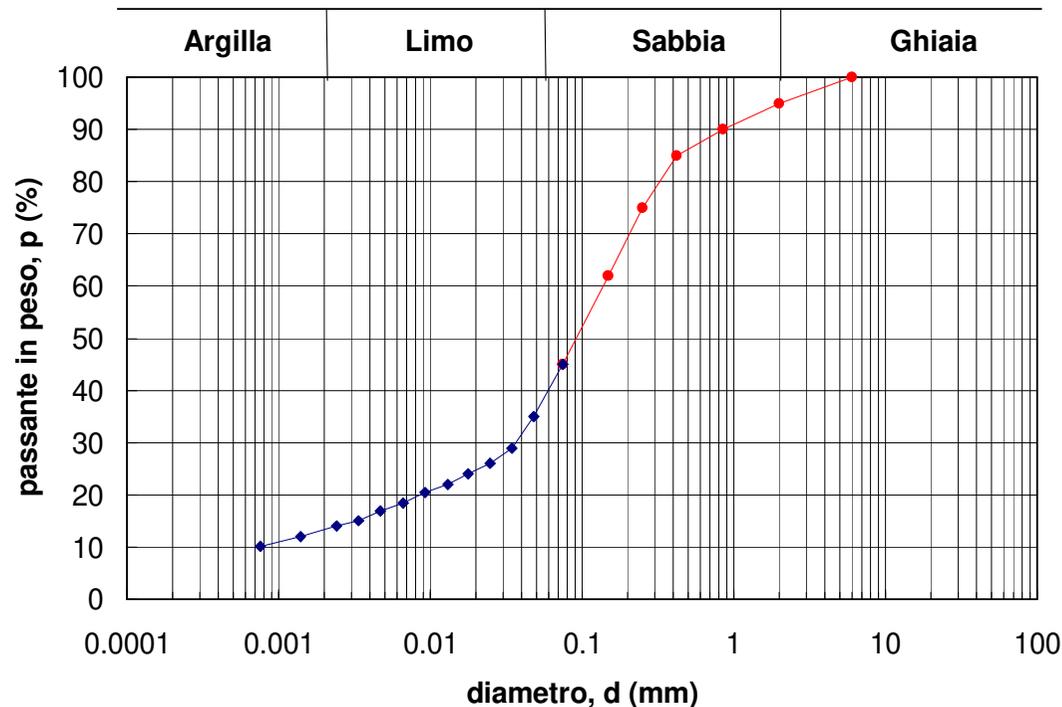
distribuzione statistica

Interpretazione

UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

CALCOLO ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI:

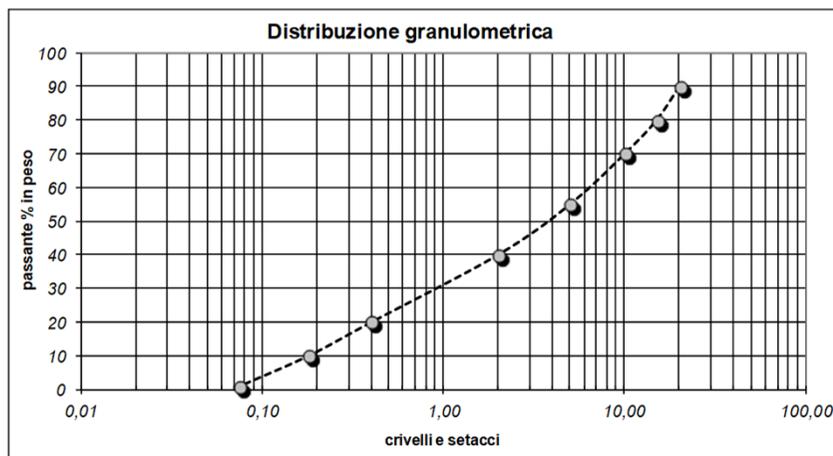
Graficando la percentuale cumulativa di passante per ciascun setaccio in funzione della dimensione della maglia del setaccio (*in scala logaritmica*) si ottiene la **CURVA GRANULOMETRICA** della porzione di prova.



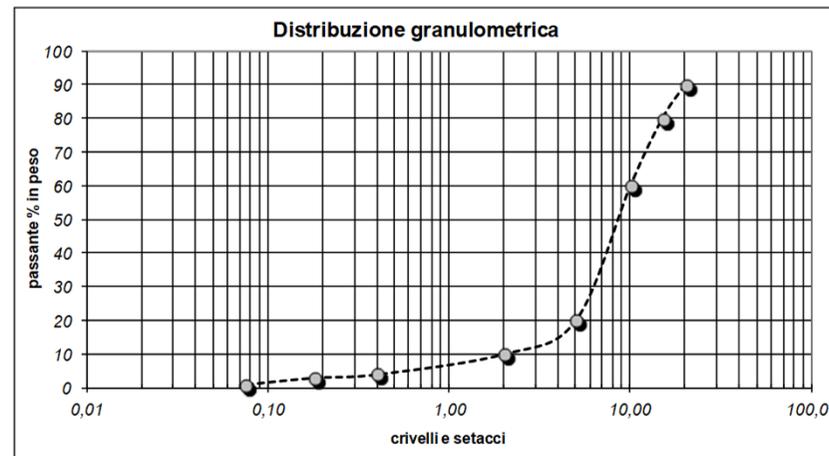
Ghiaia	$d > 2\text{mm}$
Sabbia	$2\text{mm} > d > 0.06\text{mm}$
Limo	$0.06\text{mm} > d > 0.002\text{mm}$
Argilla	$d < 0.002\text{mm}$

UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

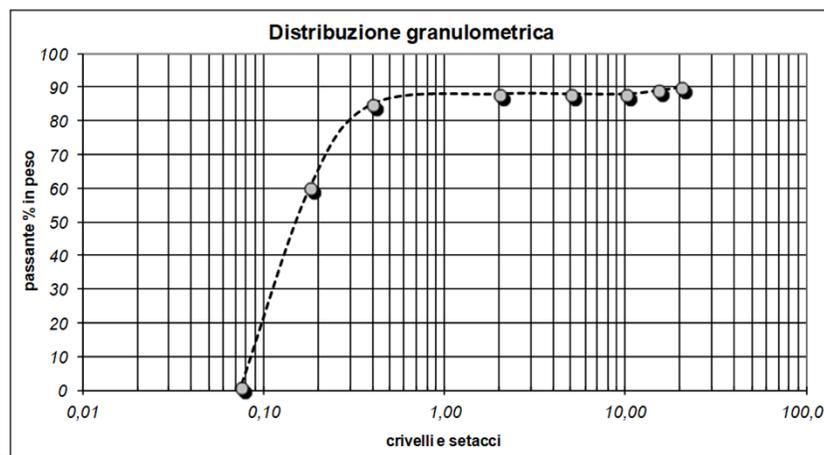
Calcolo ed espressione dei risultati:



Granulometria assortita



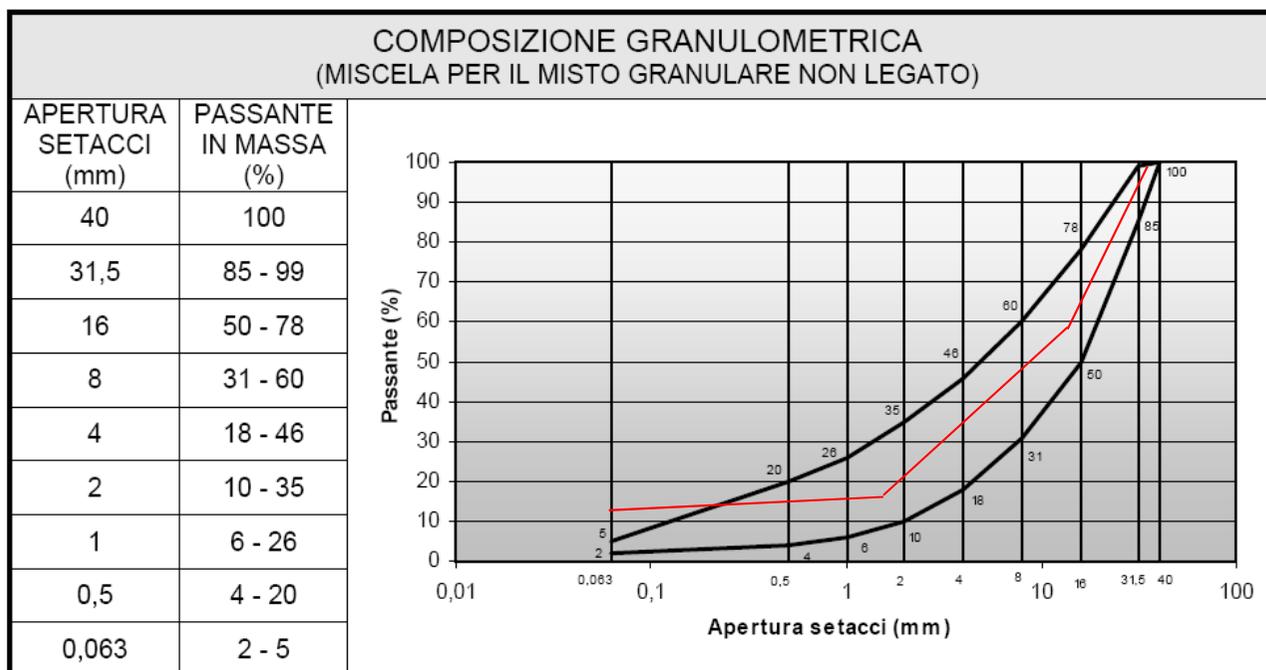
Granulometria con prevalenza di materiale grosso



Granulometria con prevalenza di materiale fino

UNI EN 933-1 e UNI EN 933-2: Analisi granulometrica per setacciatura

I capitolati per la generica miscela forniscono il relativo **fuso granulometrico**.

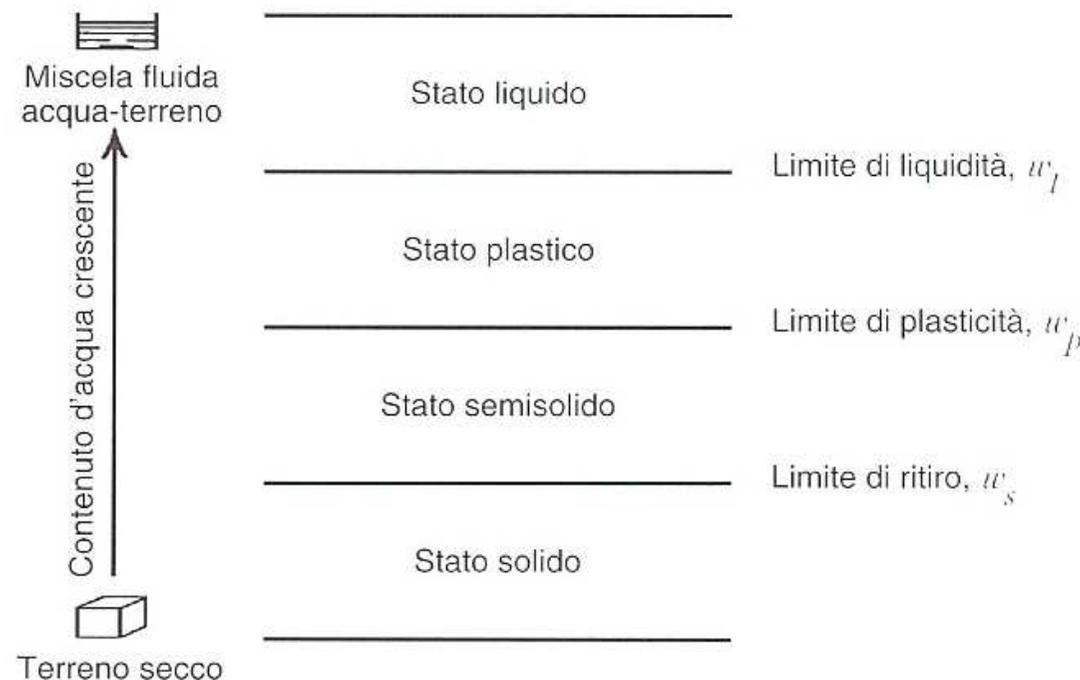


AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.
38100 Trento - Via Berlino, 10 - Tel. 0461/212611 - Fax 0461/234976

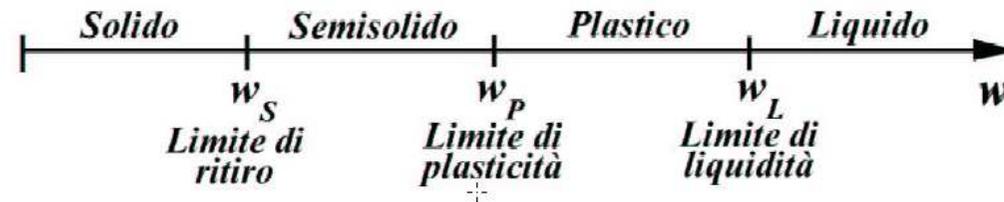
UNI CEN ISO/TS 17892-12: Limiti di Atterberg

OBIETTIVO:

Quantificare il grado di interazione solido-acqua (dipendente da granulometria e mineralogia) attraverso l'identificazione di stati fisici di riferimento (**limiti di Atterberg** o **di consistenza**) che esprimono transizioni di comportamento del terreno al variare del contenuto d'acqua



UNI CEN ISO/TS 17892-12: Limiti di Atterberg



limite liquido (W_L): contenuto di acqua in corrispondenza del quale un terreno passa dallo stato liquido allo stato plastico.

limite plastico (W_P): contenuto di acqua in corrispondenza del quale un terreno diventa troppo secco per essere plastico.

limite di ritiro (W_S): contenuto di acqua in corrispondenza del quale un terreno passa dallo stato semisolido (solido con ritiro) allo stato solido (solido senza ritiro).

indice plastico (IP): differenza tra il limite liquido e il limite plastico di un terreno

$$IP = W_L - W_P$$



CNR UNI 10006 poi divenuta UNI 10006 nel 2002

OGGI, TUTTAVIA, LA UNI 10006/02 E' STATA RITIRATA DALLA UNI ED IN SOSTITUZIONE SI DEBONO ADOTTARE LE TRE NORME:

TERRE e AGGREGATI

UNI EN 13242: *Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade*

UNI EN 13285: *Miscele non legate per la costruzione e la manutenzione di strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico – Specifiche (rif. Alla 13242)*

UNI EN ISO 14688-1: *Identificazione e classificazione dei terreni: identificazione e descrizione. Si applica ai materiali naturali in sito ed ai materiali similari realizzati in sito.*



Miscele non legate e legate con leganti idraulici: UNI EN 13286 – 2

Costipamento Proctor

Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio

DEFINIZIONE: la prova consiste nella determinazione della massima “**Massa volumica Apparente del secco**” anche detta “**Densità Secca**” di una terra, ottenuta mediante costipamento meccanico normalizzato realizzato assoggettando la porzione di prova disposta in strati a ripetuti colpi di pestello. L’umidità corrispondente viene detta “**umidità ottima**”.

La norma prevede due diversi metodi di costipamento detti **STANDARD** e **MODIFICATO** differenti tra loro in termini di energia di costipamento, ed ha introdotto un nuovo livello di energia, chiamato **EXTRA** caratterizzata da energia di costipamento molto elevata ed impiegata per materiali di grandi dimensioni.

UNI EN 13286 – 2: Costipamento Proctor

La tabella schematizza i due tipi di test.

TIPO DI TEST	CARATTERISTICHE DEL TEST	Unità di misura	Fustella	
			A	B
PROCTOR STANDARD	Massa del pestello	kg	2.5	2.5
	Diametro del pestello	mm	50	50
	Altezza di caduta	mm	305	305
	Numero di strati	-	3	3
	N° di colpi x strato	-	25	56
PROCTOR MODIFICATO	Massa del pestello	kg	4.5	4.5
	Diametro del pestello	mm	50	50
	Altezza di caduta	mm	457	457
	Numero di strati	-	5	5
	N° di colpi x strato	-	25	56

Fustella A: materiale di dimensione < 5 mm

Fustella B: materiale di dimensione > 5 mm (in parte o del tutto)



UNI EN 13286 – 2: Costipamento Proctor

PREPARAZIONE DEI CAMPIONI DI PROVA:

- Il campione deve essere **essiccato** all'aria od in stufa ad una temperatura non superiore ai 50°C. Occorre disgregare gli eventuali grumi di terra presenti con un martello in gomma.
- Vagliare il campione così ottenuto al setaccio **UNI 63 mm**. La prova va eseguita solo se il trattenuto non supera il 25% tot.
- Vagliare ulteriormente il passante al **31.5 mm** ed al **16** per definire la procedura da usare.

Il campione si suddivide nel numero di porzioni di prova occorrenti e si procede all'umidificazione del secco aumentando progressivamente la $w\%$ di ciascun provino del 2% circa.



UNI EN 13286 – 2: Costipamento Proctor

ESECUZIONE DELLA PROVA AASHO STANDARD:

- Il materiale inumidito viene posto nello stampo in **3 strati di uguale spessore**, ciascuno dei quali viene costipato mediante pestello. Il numero di colpi per strato sarà di **25 o 56 a seconda della fustella impiegata**.

I colpi di pestello debbono essere ben ripartiti sulla superficie dello strato in modo da ottenere un costipamento il più uniforme possibile con l'avvertenza che, al termine, il materiale sporga nel **collare** per non oltre 1 cm.



- Rimuovere il collare e livellare con coltello la superficie.
- **Determinare la massa M_w del provino umido** sottraendo la massa dello stampo alla massa totale.
- Rimuovere il provino dallo stampo e **determinare l'umidità (w%) nella porzione centrale**.

UNI EN 13286 – 2: Costipamento Proctor

ESECUZIONE DELLA PROVA AASHO MODIFICATA:

Le modalità, analoghe quelle STANDARD, prevedono : **5 strati**, massa pestello di **4,5 kg**, **h = 457 mm**.

Resta quindi inalterato il numero dei colpi per strato (**25 o 56**) a seconda dello stampo adottato.

ELABORAZIONE DEI RISULTATI:

Tutte le misure e le pesate vanno riportate in un apposito modulo.

La massa volumica del secco γ_{secco} di ogni provino espressa in kg/dm³ si ricava da:

$$\gamma_{\text{secco}} = \frac{Mw}{V(1 + w/100)}$$

Massa provino umido

←
→

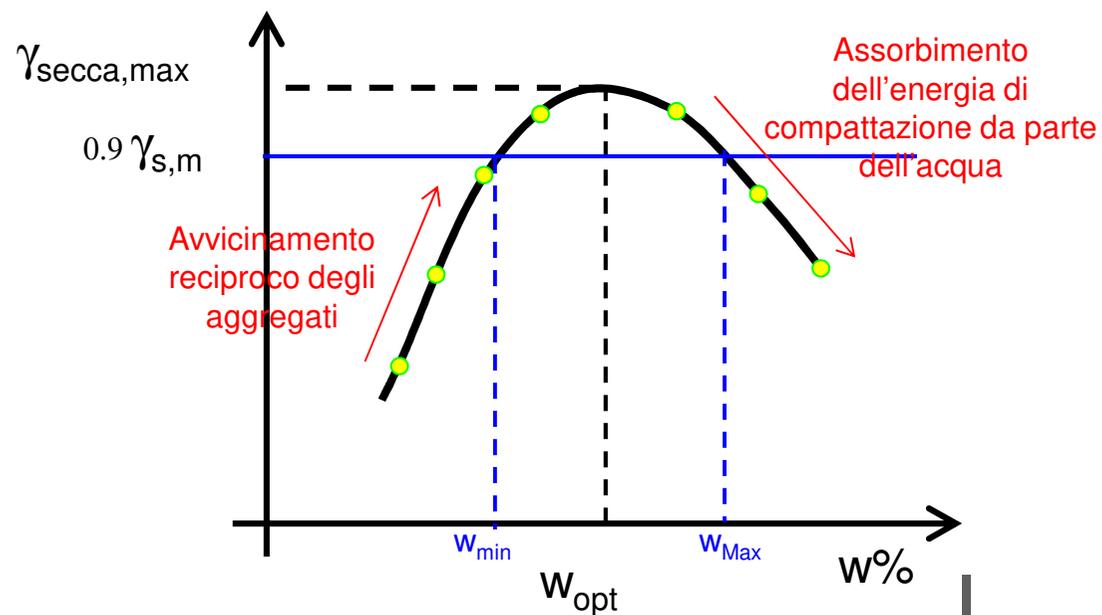
Volume stampo in dm³ Umidità (w) espressa in %

UNI EN 13286 – 2: Costipamento Proctor

ELABORAZIONE DEI RISULTATI:

Si costruisce poi per punti il diagramma della **massa volumica secca (γ_{secco})** in **funzione di $w\%$** .

Tale diagramma è ottenuto per punti ed ha un massimo la cui ordinata individua la massima massa volumica secca e l'ascissa l'umidità ottimale w_{opt}



UNI EN 13286 – 47: Indice CBR

Metodo di prova per l'Indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento

ESPRIME LA PORTANZA DI UNA MISCELA, SUBITO DOPO LA COMPATTAZIONE O DOPO MATURAZIONE

INDICE CBR: è il rapporto, in %, fra la forza (kN) necessaria a far penetrare (velocità cost. di **1.27 mm/min**) un pistone (diametro **50 mm**) in un provino di terra, compattato in una fustella metallica di diametro **150 mm** e alta circa **175 mm**, e una determinata forza di riferimento (13.2 kN per 2.5 mm e 20 kN per 5 mm).

Per un dato terreno, esso varia in funzione delle sue condizioni di **DENSITÀ**, di **UMIDITÀ** e di **MATURAZIONE**. La prova si esegue su materiale passante al setaccio da 22,4 mm.



UNI EN 13286 – 47: Indice CBR

I provini sono preparati in laboratorio secondo vari metodi di compattazione prescritti dalle norme (es. AASHO MOD.) alla w_{opt} .

Possono essere sottoposti a imbibizione in acqua prima della prova: in tal caso si otterrà il **CBR dopo imbibizione** (POST-SAT).

Il CBR può essere determinato anche in sito o su provini indisturbati, prelevati in sito.

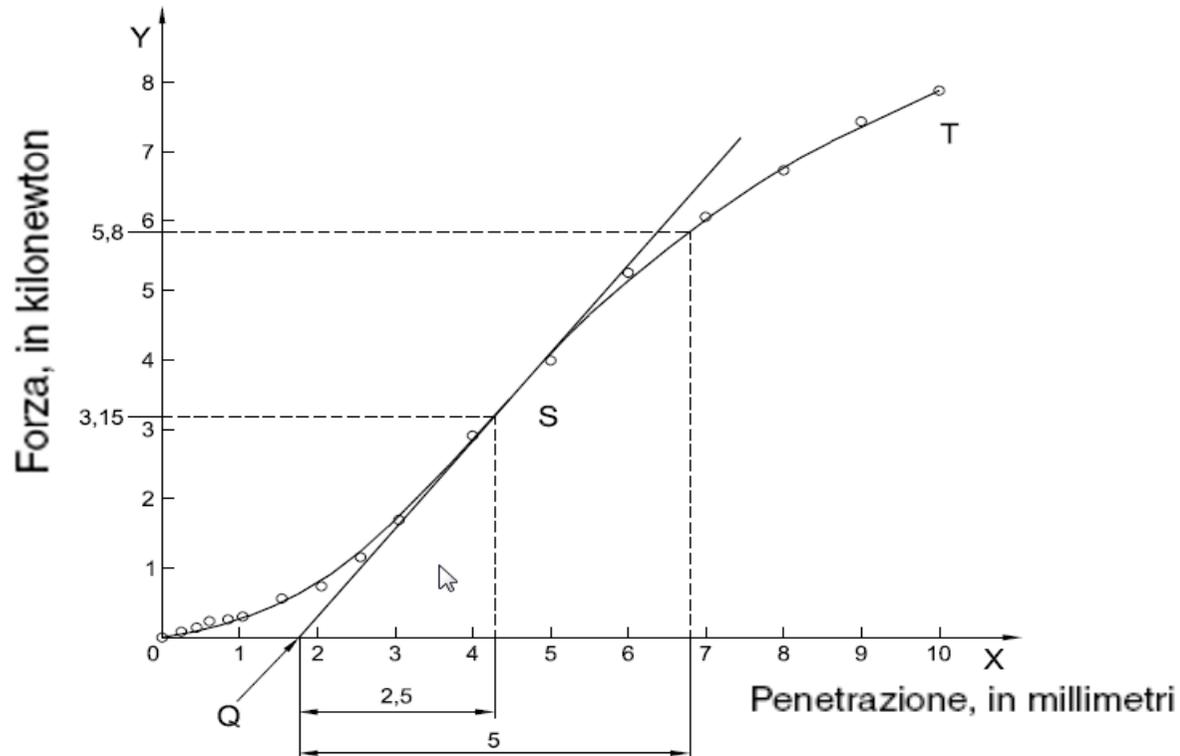
Si considerano i valori del carico corrispondenti all'affondamento di **2.5 mm**, e di **5 mm**, si dividono per il rispettivo carico di riferimento e si moltiplica per 100:

$$\frac{P_{2.5}}{13.2} \times 100 \qquad \frac{P_5}{20} \times 100$$

**L'INDICE CBR SARÀ IL *MAGGIORE* DEI
DUE VALORI!**

L'Indice CBR (CBR%) è utilizzato in molti metodi di dimensionamento delle pavimentazioni sia stradali che aeroportuali.

UNI EN 13286 – 47: Indice CBR



$$\frac{P_{2.5}}{P_5} \times 100$$

$$\frac{13.2}{20} \times 100$$

Penetrazione mm	Forze kN	Forze normalizzate kN	CBR %
2,5	3,15	13,2	23,8
5	5,8	20	29,1

UNI 13242: scopo e campo di applicazione

Aggregato: materiale granulare utilizzato nelle costruzioni può essere:

naturale: Aggregato di origine minerale, sottoposto solo a lavorazione meccanica.

artificiale: Aggregato di origine minerale derivante da un processo industriale che implica una modificazione termica o di altro tipo.

riciclato: Aggregato risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni.

REQUISITI

GEOMETRICI: dimensioni, granulometria, forma, % di frantumato nel grosso, equivalente in sabbia.

FISICI: massa volumica, assorbimento H₂O.

MECCANICI: Los Angeles, resistenza al gelo e disgelo.

CHIMICI: zolfo totale, altri componenti.

UNI EN 933-8: Equivalente in sabbia

Prova dell'Equivalente in Sabbia (ES)

SCOPO: determinazione di ES% della classe granulometrica **0/2 mm** negli aggregati fini e misti, anche naturali. Determinazione della percentuale di fino presente in una miscela.

PRINCIPIO:

- l'aggregato ed una piccola quantità di **soluzione flocculante** (Cloruro di Calcio, glicerina, formaldeide e acqua distillata) vengono versati in un cilindro graduato e quindi agitati per rimuovere il rivestimento argilloso dalle particelle di sabbia.
- La sabbia viene poi "irrigata" utilizzando ulteriore soluzione flocculante diluita (soluzione di lavaggio) che porti le particelle fini in sospensione.
- Dopo 20 minuti di sedimentazione, il valore dell'ES% viene calcolato come rapporto tra *altezza del **sedimento*** e *l'altezza complessiva del **materiale flocculato*** nel cilindro, espresso in %.





UNI EN 933-8: Equivalente in sabbia

PREPARAZIONE DEI CAMPIONI DI PROVA:

I campioni devono essere ridotti per ottenere il numero richiesto: **2** di porzioni di prova. La prova deve essere eseguita sulla classe 0/2 mm con $w < 2\%$ e $t = 23^{\circ}\text{C}$ circa.

La porzione di prova **non deve essere essiccata in forno**.

La massa di ciascuno dei due campioni di prova deve essere pari a circa 100 (g)

PROCEDIMENTO:

- **Riempimento dei cilindri graduati:**
 - immettere a sifone la soluzione di lavaggio entro ciascun cilindro graduato fino a raggiungere il cerchio di riferimento inferiore a 10 cm dal fondo.
 - versare il campione di prova verticalmente.
 - eliminare eventuali bolle d'aria e facilitare l'inumidimento battendo sul fondo del cilindro.
 - lasciare riposare 10 minuti.

UNI EN 933-8: Equivalente in sabbia

PROCEDIMENTO:

- **Agitazione dei cilindri graduati:**
 - dopo i 10 minuti di riposo sigillare il cilindro con un tappo di gomma ed inserirlo nella macchina agitatrice.
 - agitare per 30 secondi e riporlo sul banco verticalmente.
 - ripetere il procedimento con il secondo cilindro.

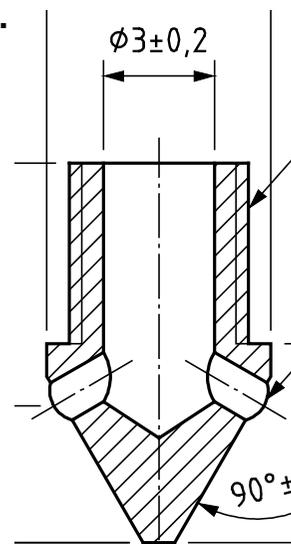


UNI EN 933-8: Equivalente in sabbia

PROCEDIMENTO:

● **Lavaggio:**

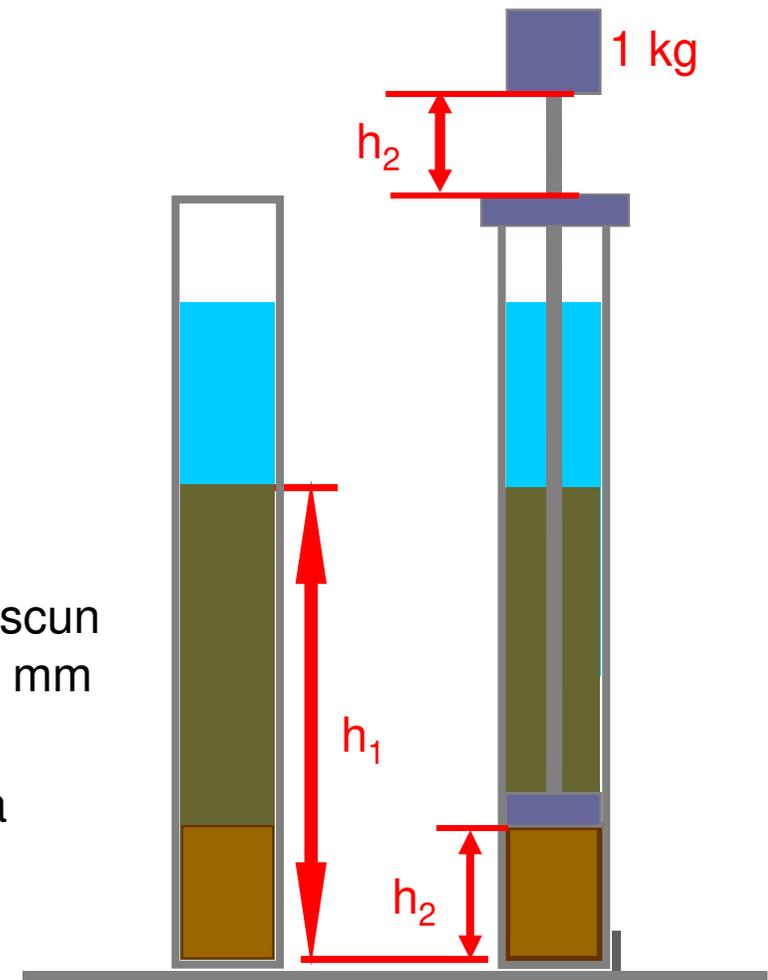
- Rimuovere il tappo di gomma dal cilindro.
- Inserire il tubo di lavaggio nel cilindro, risciacquandone prima le pareti e proseguire verso il fondo spingendo il tubo attraverso il sedimento fino a toccare il cilindro.
- Mantenere il cilindro verticalmente lasciando che la soluzione di lavaggio agiti il contenuto portando i componenti fini ed argillosi verso la superficie.
- Sollevare lentamente il tubo di lavaggio ruotando il cilindro lentamente.
- Quando il livello è prossimo alla tacca superiore sul cilindro a 38 cm dal fondo diminuire il flusso fino ad arrestarlo.
- Ripetere il procedimento di lavaggio con il secondo cilindro.



UNI EN 933-8: Equivalente in sabbia

● Misurazioni:

- lasciare riposare i cilindri per 20 minuti senza vibrazioni.
- misurare l'altezza h_1 del livello superiore del flocculato rispetto alla base del cilindro.
- inserire lo stantuffo nel cilindro fino a posare il piatto di testa sul sedimento.
- Determinare l'altezza del sedimento h_2 misurando la distanza tra la faccia inferiore del peso e il bordo del cilindro.
- Calcolare il rapporto $ES=(h_2/h_1)\times 100$ per ciascun cilindro. Se i due valori differiscono di oltre 4 mm la prova va ripetuta.
- Calcolare il valore dell'Equivalente in Sabbia come media dei due rapporti ottenuti arrotondandola all'intero più vicino.



UNI EN 933-8: Equivalente in sabbia

Più sarà elevato il valore di h_2 , maggiore sarà il contenuto di materiale sabbioso tra i fini.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni valori orientativi dell'E.S. per i differenti strati di una pavimentazione.

Strato di usura	E.S. $\geq 55\%$	
Strato di binder	E.S. $\geq 50\%$	
Strato di base	E.S. $\geq 40\%$	
Fondazione	E.S. $\geq 35\%$	Terra non plastica
	$25\% \leq \text{E.S.} < 35\%$	Terra debolmente plastica
	E.S. $< 25\%$	Terra molto plastica

UNI EN 1097-2: Prova Los Angeles

Metodo per la determinazione della resistenza alla frammentazione: PROVA LOS ANGELES

SCOPO: la norma europea specifica i procedimenti per la determinazione della resistenza alla frammentazione degli aggregati grossi. Vengono definiti due metodi:

- a) La prova Los Angeles (metodo di riferimento);
- b) La prova d'urto (metodo alternativo).

La norma si applica agli aggregati naturali od artificiali.

DEFINIZIONE: Coefficiente Los Angeles **LA:** % del campione di prova passante, a prova completata, attraverso un setaccio con aperture di **1.6 mm**.

APPARECCHIATURA:

Setacci di prova con aperture come in PROSPETTO:

Test	Aperture size mm
Los Angeles	1,6; 10; 11,2 (or 12,5); 14

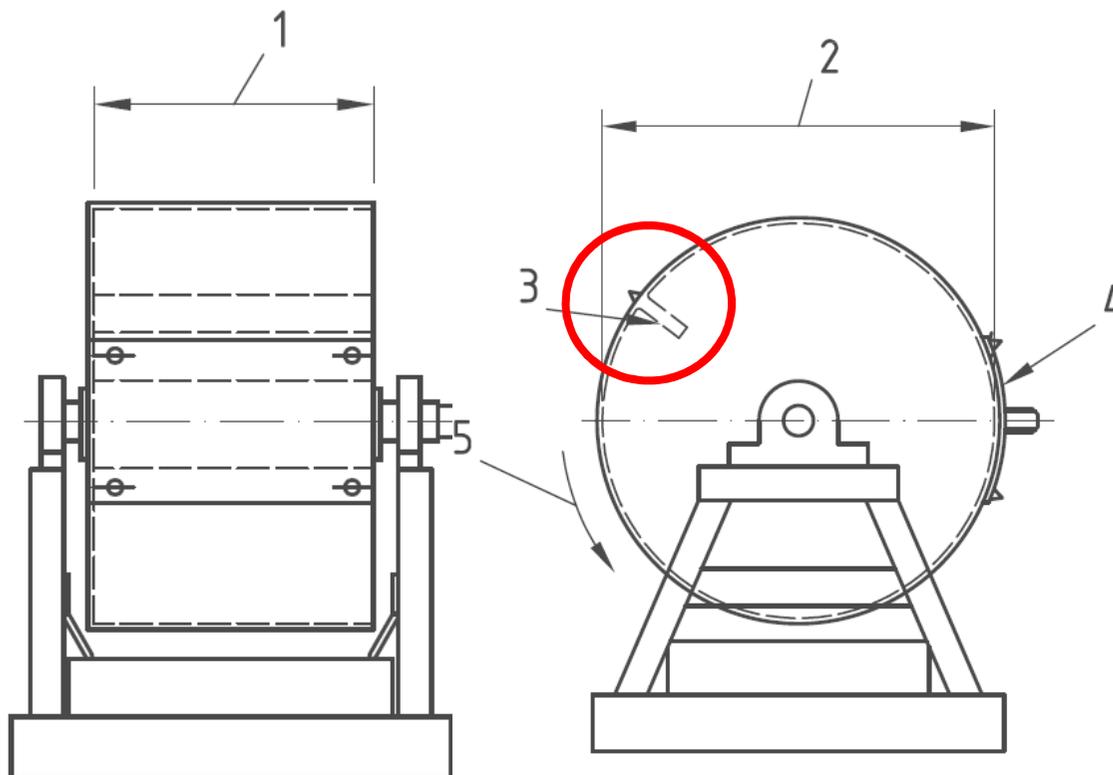
UNI EN 1097-2: Prova Los Angeles

APPARECCHIATURA:



A075-02

- 1 internal length (508 ± 5) mm
- 2 internal diameter (711 ± 5) mm
- 3 shelf
- 4 cover and opening
- 5 rotation



Cilindro cavo con apertura sigillabile e **mensola interna sporgente**.

Carica di sferette d'acciaio (11): di diametro 45/49 mm e massa 400/445 g per un peso complessivo di 4690/4860 g. Motore per una velocità di 31/33 giri/min.

UNI EN 1097-2: Prova Los Angeles

PREPARAZIONE DEI CAMPIONI DI PROVA:

- La massa del campione deve essere costituita da almeno **15 kg** di materiale con granulometria **10/14** mm (passanti al setaccio di 14 mm e trattenute al setaccio 10 mm). Inoltre, la classificazione del campione di prova deve essere conforme ad uno dei requisiti seguenti:
 - a) Percentuale passante al setaccio di 12.5 mm compresa tra il 60 ed il 70%, oppure:
 - b) Percentuale passante al setaccio da 11.2 mm compresa tra il 30 ed il 40%.
- Suddividere il campione nelle due classi granulometriche: 10/12.5(11.2) e 12.5(11.2)/14. Lavare le frazioni separatamente ed essiccarle in stufa a 110°C circa fino a massa costante.
- Lasciare raffreddare le frazioni a temperatura ambiente e **rimiscelele per ottenere un campione modificato di classe 10/14 mm conforme al requisito visto a) o b).**
- Ridurre il campione di laboratorio modificato in una porzione di prova conformemente alla EN 932-2. **La porzione di prova deve essere di 5.000g ± 5.**

UNI EN 1097-2: Prova Los Angeles

PROCEDIMENTO DI PROVA:

- Prima di introdurre il campione nella cilindro verificarne la pulizia. Introdurre quindi le sfere di prova e poi il campione. Chiudere il coperchio e far compiere al cilindro **500 giri** alla velocità di prova. Al termine:
- versare l'aggregato in un vassoio collocato sotto l'apertura facendo attenzione a non perdere materiale. Pulire l'interno del cilindro rimuovendo tutti i fini soprattutto in prossimità della mensola metallica. Idem per le sferette.
- Analizzare il materiale raccolto nel vassoio conformemente alla UNI EN 933-1 lavandolo e vagliandolo con un setaccio da **1.6 mm**. Essiccare la porzione trattenuta sul setaccio (**m**) alla temperatura di 110°C fino a massa costante.

CALCOLO ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI:

$$LA \% = \frac{5000 - m}{50}$$

Dove **5000** è la massa di prova iniziale,
m è la massa del trattenuto al setaccio 1.6 mm
in grammi

UNI EN 1097-2: Prova Los Angeles

SENSIBILITA' AL GELO:

La prova Los Angeles viene utilizzata anche per valutare la sensibilità al gelo degli aggregati lapidei.

Si sottopone la miscela a **20 cicli termici** con temperature variabili tra -20°C e 20°C .

La sensibilità al gelo dell'inerte (**G**) viene espressa dal rapporto:

$$G = \frac{LA_g - LA}{LA} \cdot 100$$

Dove:

- **LA_g** coefficiente Los Angeles del campione dopo i 20 cicli termici;
- **LA** coefficiente Los Angeles del campione prima dei cicli termici.