

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

***Relazione per la prova finale
«Analisi granulometrica e
permeabilità di letti impaccati»***

Tutor universitario: Prof. Andrea C. Santomaso.

Laureanda: *Carazzai Elisabetta*

Padova, 18/07/2022

Le attività di tirocinio sono state svolte presso il laboratorio di solidi granulari, afferente al Dipartimento di Ingegneria Industriale.

APT Labo

Advanced Particle Technology Laboratory



- Eseguire misure di permeabilità e attraverso queste stimare le dimensioni particellari.
- Approfondire il tema della caratterizzazione dal punto di vista granulometrico: diverse tipologie di analisi danno dati sperimentali differenti.

Materiali analizzati:

Cellulosa microcristallina granulata (MCC)
Ballottini di vetro
Cloruro di sodio
Tetraacetilendiammina (TAED)

Tecniche principali:

Setacciatura
Misure di permeabilità
Analisi d'immagine
Analizzatore a diffrazione Malvern

La permeabilità rappresenta la capacità di un corpo di essere attraversato da un fluido. Ognuno dei materiali granulari presi in considerazione viene inserito in un letto cilindrico: la portata d'aria attraverso di esso subisce una caduta di pressione.



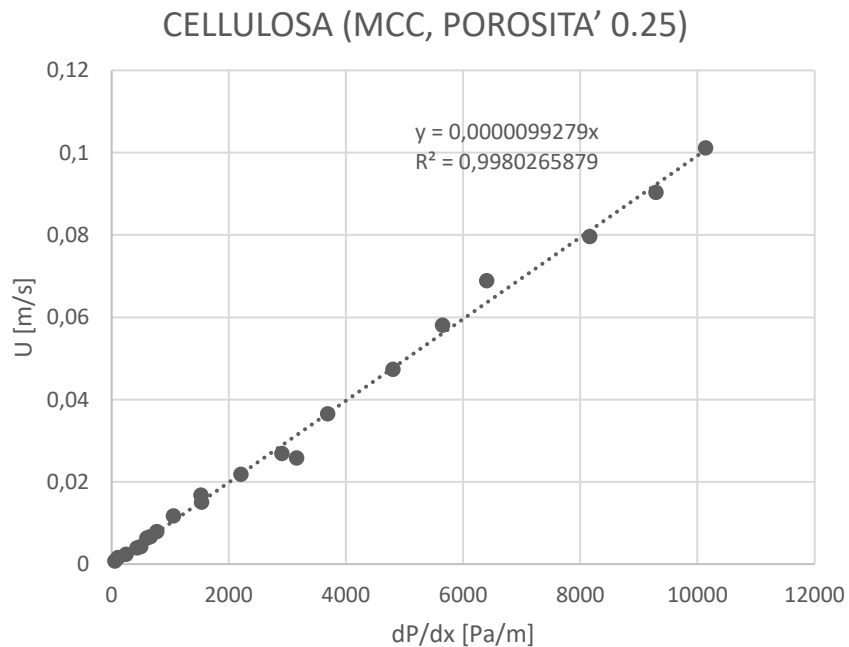
Permeametro

$$U = K \frac{dP}{dx} = \frac{k}{\mu} \frac{dP}{dx}$$

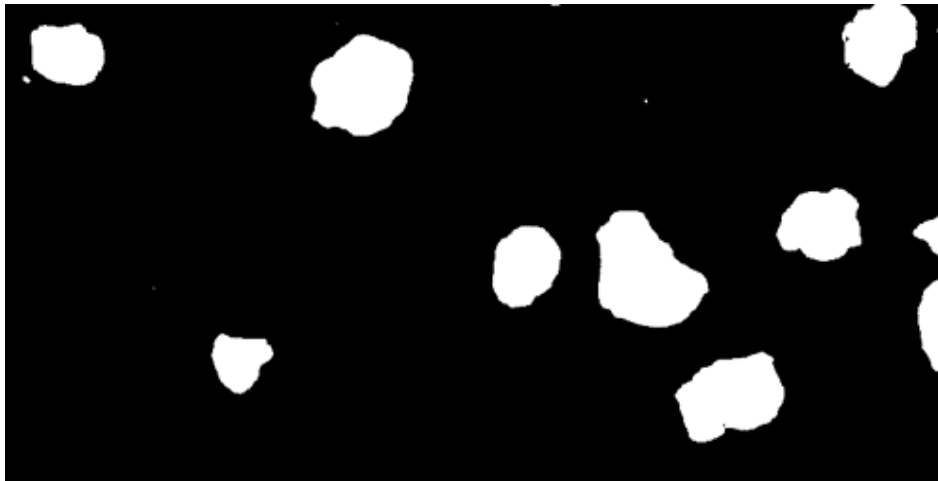
Legge di Darcy

$$\frac{dP}{dx} = \frac{150\mu U(1 - \varepsilon)^2}{d^2 \varepsilon^3}$$

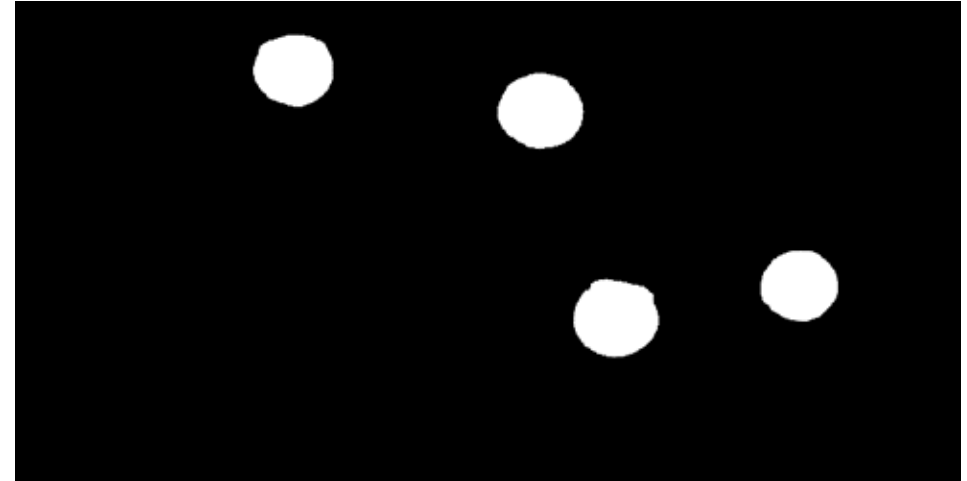
Tramite l'equazione di Carman-Kozeny è possibile determinare il diametro sferico equivalente.



Tecnica basata sull'analisi delle singole particelle attraverso una fotocamera e un software apposito. Tramite l'osservazione diretta è possibile caratterizzare sia le dimensioni che la morfologia.

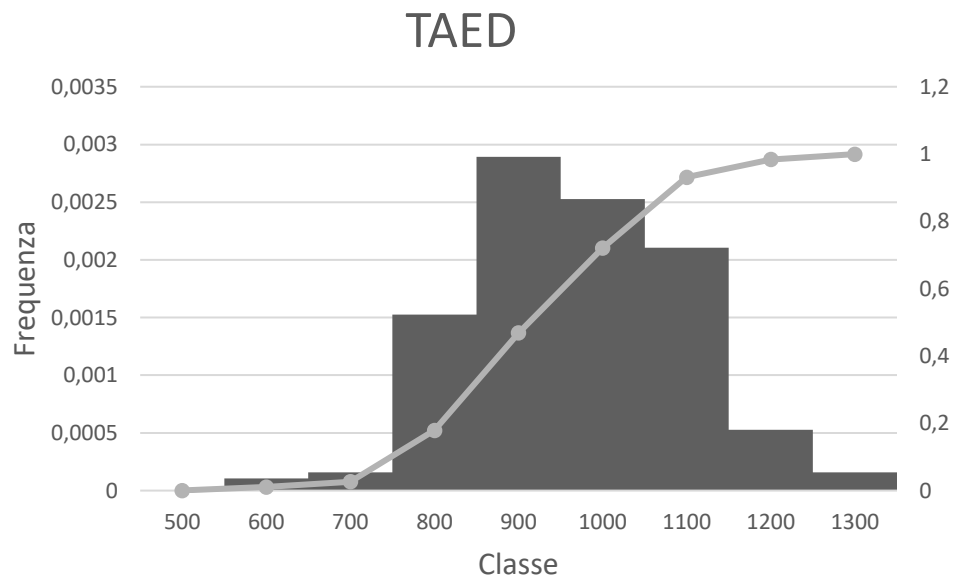


TAED

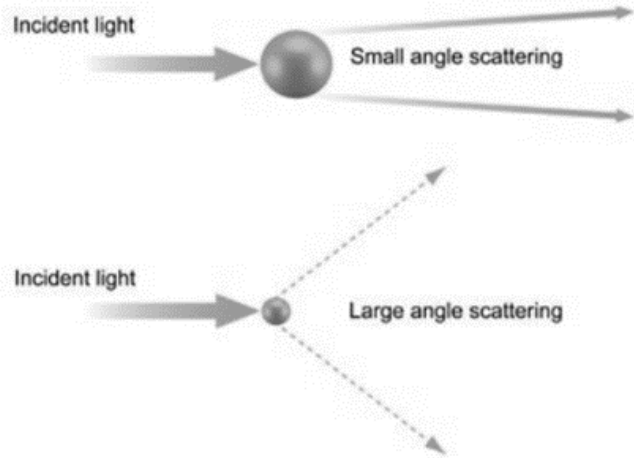


Ballottini di vetro

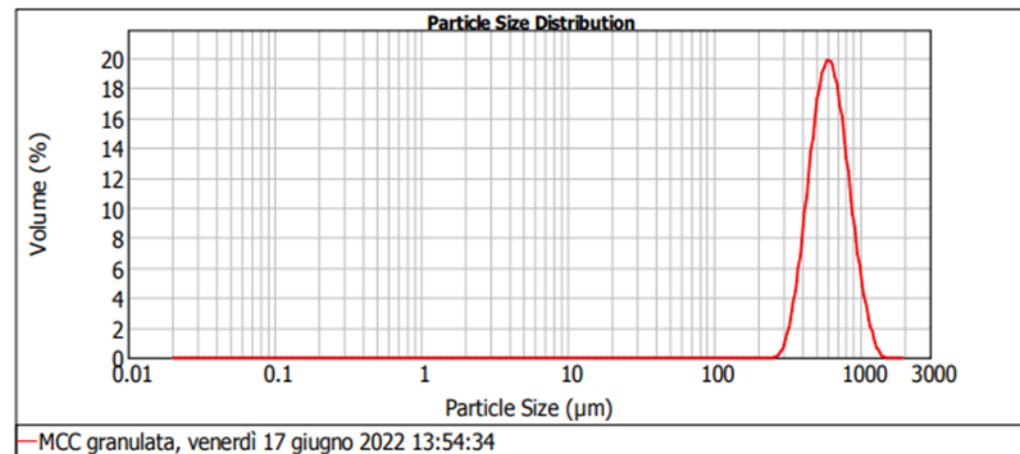
Dai diagrammi delle frequenze è possibile calcolare il diametro di Sauter per ogni materiale.



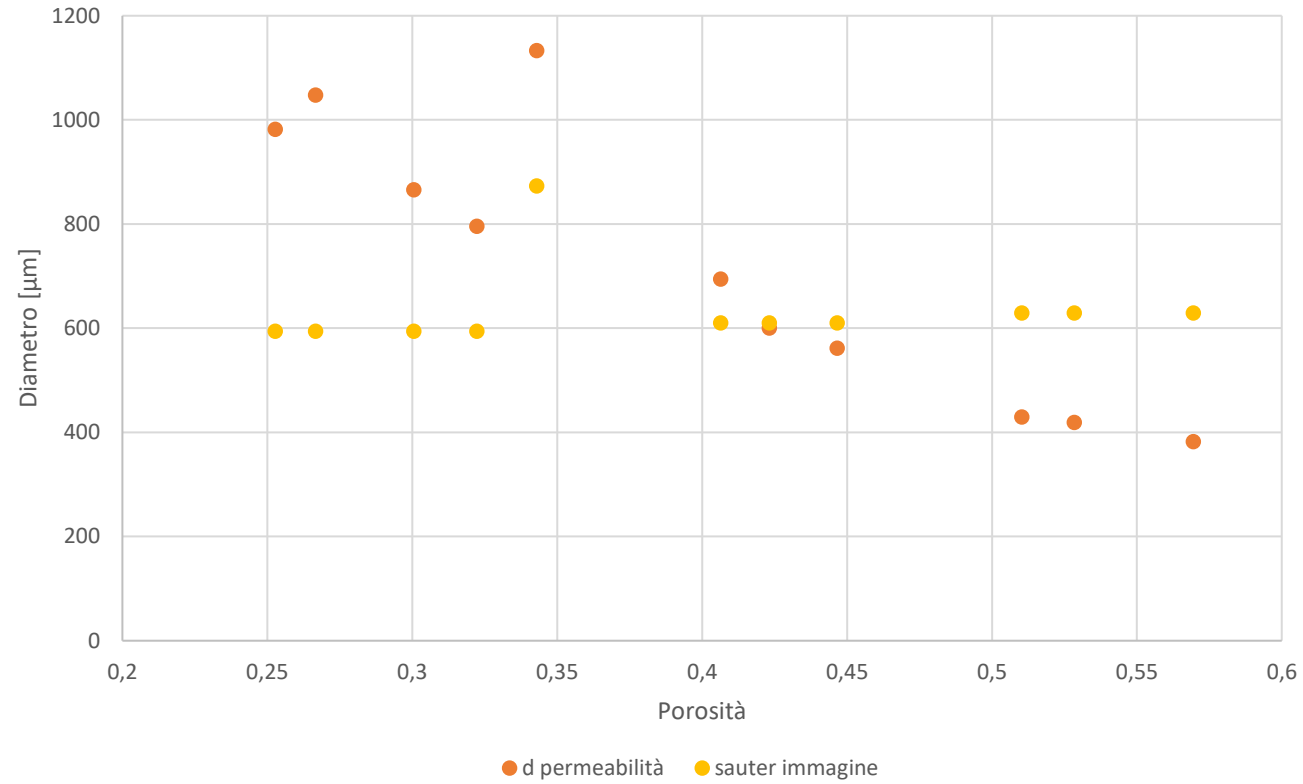
$$x_{32} = \Phi \frac{\sum x_v^3 f_i}{\sum x_v^3 f_i} = \Phi^{1,5} \frac{\sum x_s^3 f_i}{\sum x_s^3 f_i} = \frac{\sum x_{sv}^3 f_i}{\sum x_{sv}^3 f_i}$$



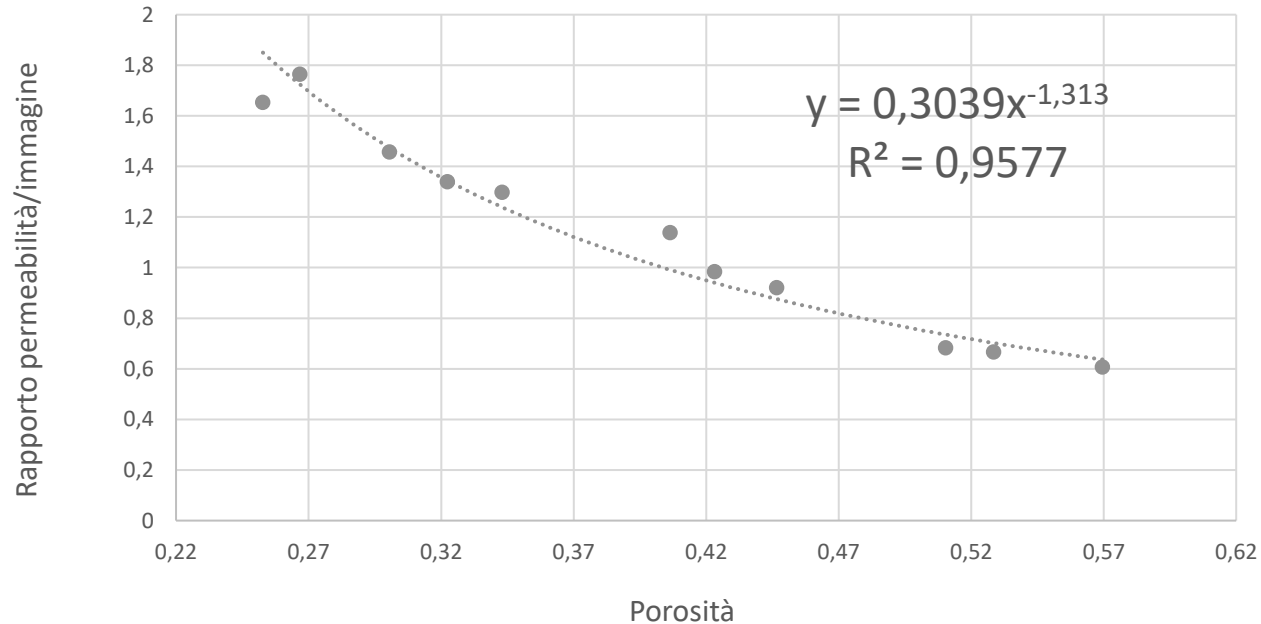
La variazione di intensità angolare fornisce un pattern di diffusione che viene analizzato attraverso la Teoria dello Scattering di Mie.



DATI SPERIMENTALI



RAPPORTO DIAMETRI



$$\frac{dP}{dx} = \frac{150\mu U(1 - \varepsilon)^2}{d^2 \varepsilon^3}$$

Si ipotizza che il fattore numerico non sia in realtà una costante

$$150 \longrightarrow 36K_0\tau$$

Dove τ è la tortuosità, la quale è funzione della porosità

$$\tau = \frac{1}{\varepsilon^n}$$

$$d_{Ai} = 3.29 \tau^{-2.9} d_{\Delta P}$$

L'analisi granulometrica (analisi d'immagine e analizzatore Malvern) è servita di fare alcune considerazioni sui risultati ottenuti da misure di permeabilità, dove le particelle sono analizzate nel loro insieme e sono coinvolte grandezze rilevanti come porosità e tortuosità.

