

Corso di laurea in Ingegneria civile strutturale e geotecnica

# Tecnica delle costruzioni mod. A

01 - Probabilità

Aurelio Gheresi

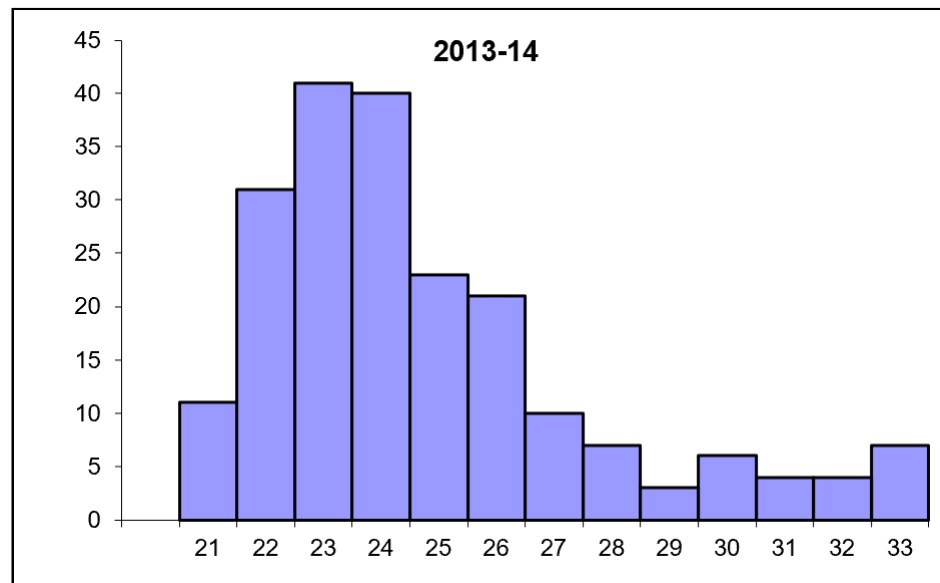
6/10/2020

# Come analizzare un insieme di dati?

- Quando si ha a disposizione un gran numero di dati è bene esaminarlo dal punto di vista probabilistico
  - Esempio 1: età degli studenti del corso di Tecnica delle costruzioni  
Nota: faccio riferimento al corso per Edile-architettura dell'anno 2013/14 che ha avuto oltre 200 studenti
  - Esempio 2: tensione di snervamento di barre in acciaio

# Come analizzare un insieme di dati?

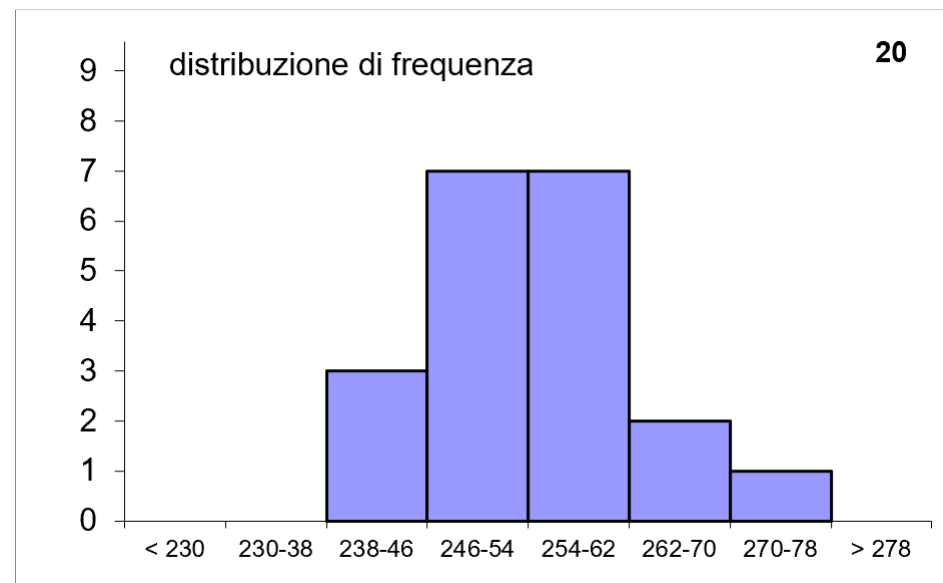
- Si possono analizzare i dati dividendoli in intervalli e vedendo quanto dati sono inclusi in ciascun intervallo
  - Per l'esempio 1, in base all'età, considerando quanti studenti hanno 21 anni, quanti 22 anni, ecc.
- I dati possono essere rappresentati in un istogramma



- Questo grafico viene detto "distribuzione di frequenza"

# Come analizzare un insieme di dati?

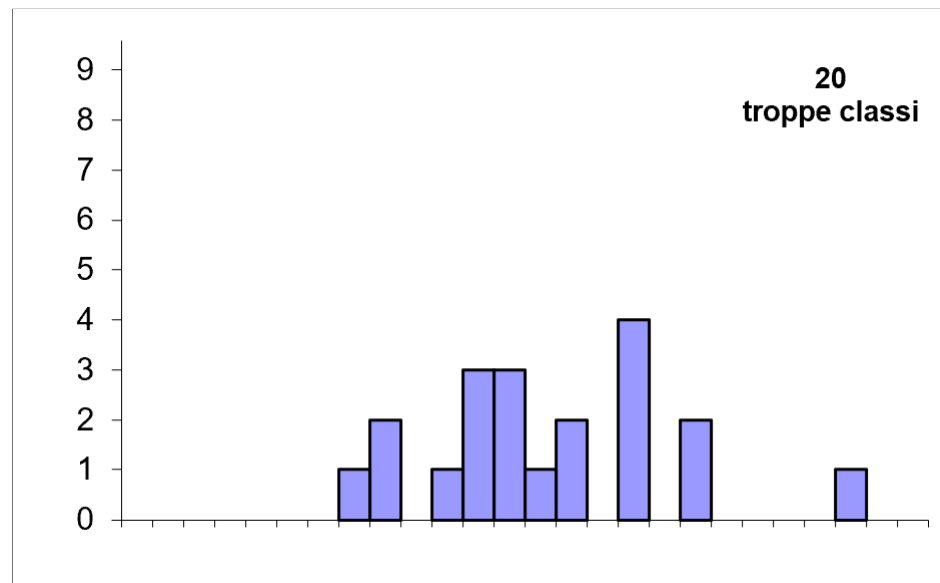
- Si possono analizzare i dati dividendoli in intervalli e vedendo quanto dati sono inclusi in ciascun intervallo
  - Per l'esempio 2, in base al valore della tensione di snervamento, considerando intervalli di 8 N/mm<sup>2</sup>
- I dati possono essere rappresentati in un istogramma



Con 20  
campioni  
(pochi)

# Come analizzare un insieme di dati?

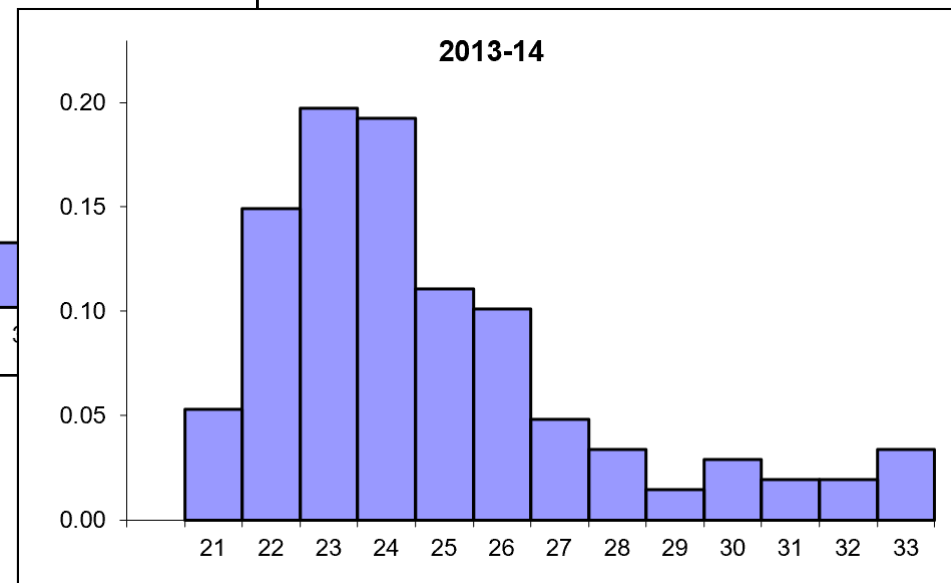
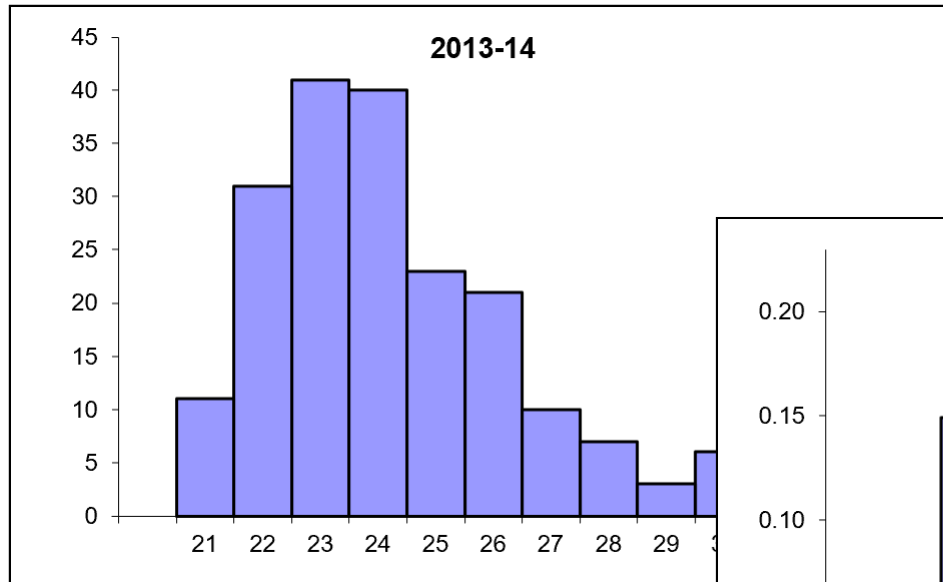
- Si possono analizzare i dati dividendoli in intervalli e vedendo quanto dati sono inclusi in ciascun intervallo
  - Per l'esempio 2, in base al valore della tensione di snervamento, considerando intervalli di 8 N/mm<sup>2</sup>
- I dati possono essere rappresentati in un istogramma



Nota:  
Se le classi  
sono troppo  
ristrette il  
grafico  
diventa poco  
significativo

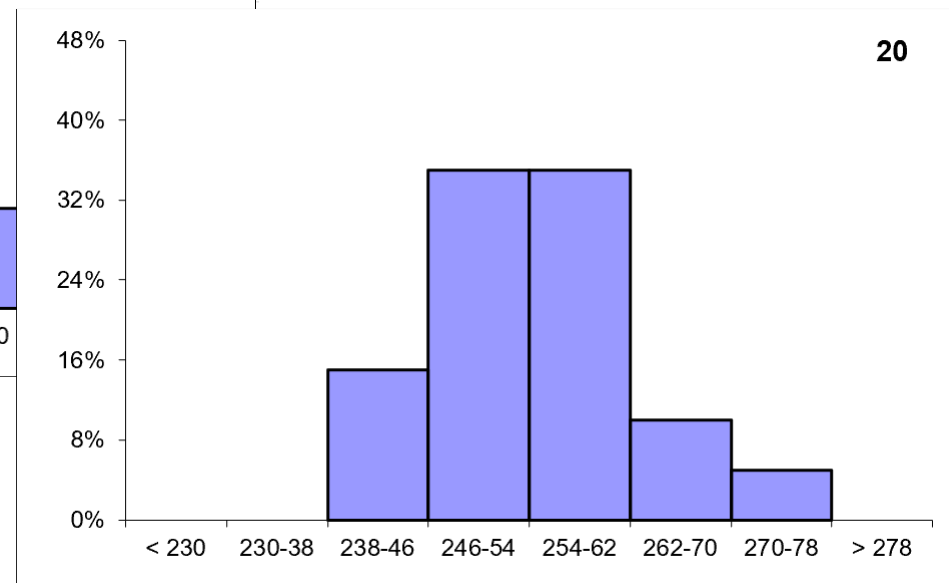
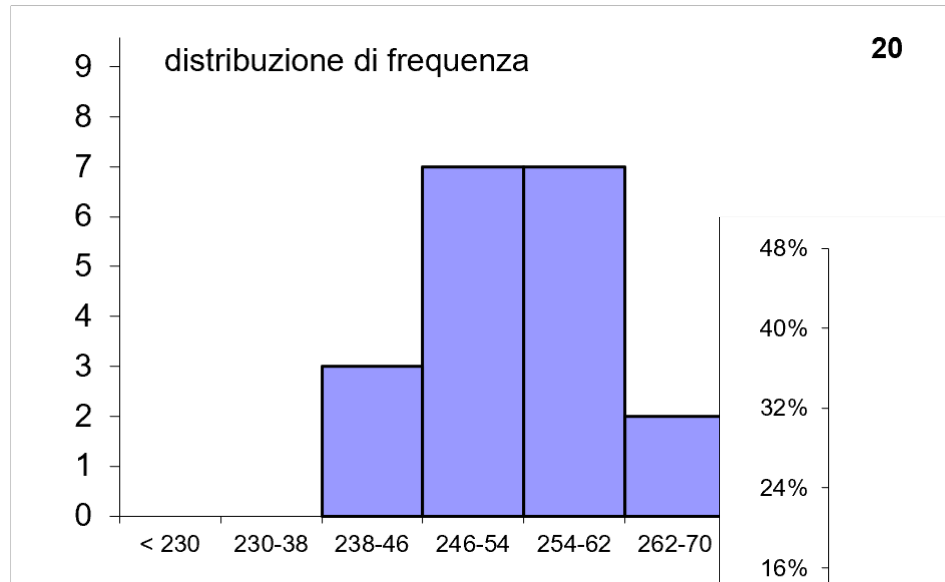
# Come analizzare un insieme di dati?

- I valori possono essere anche graficizzati indicando quanti elementi per intervallo, come percentuale del totale



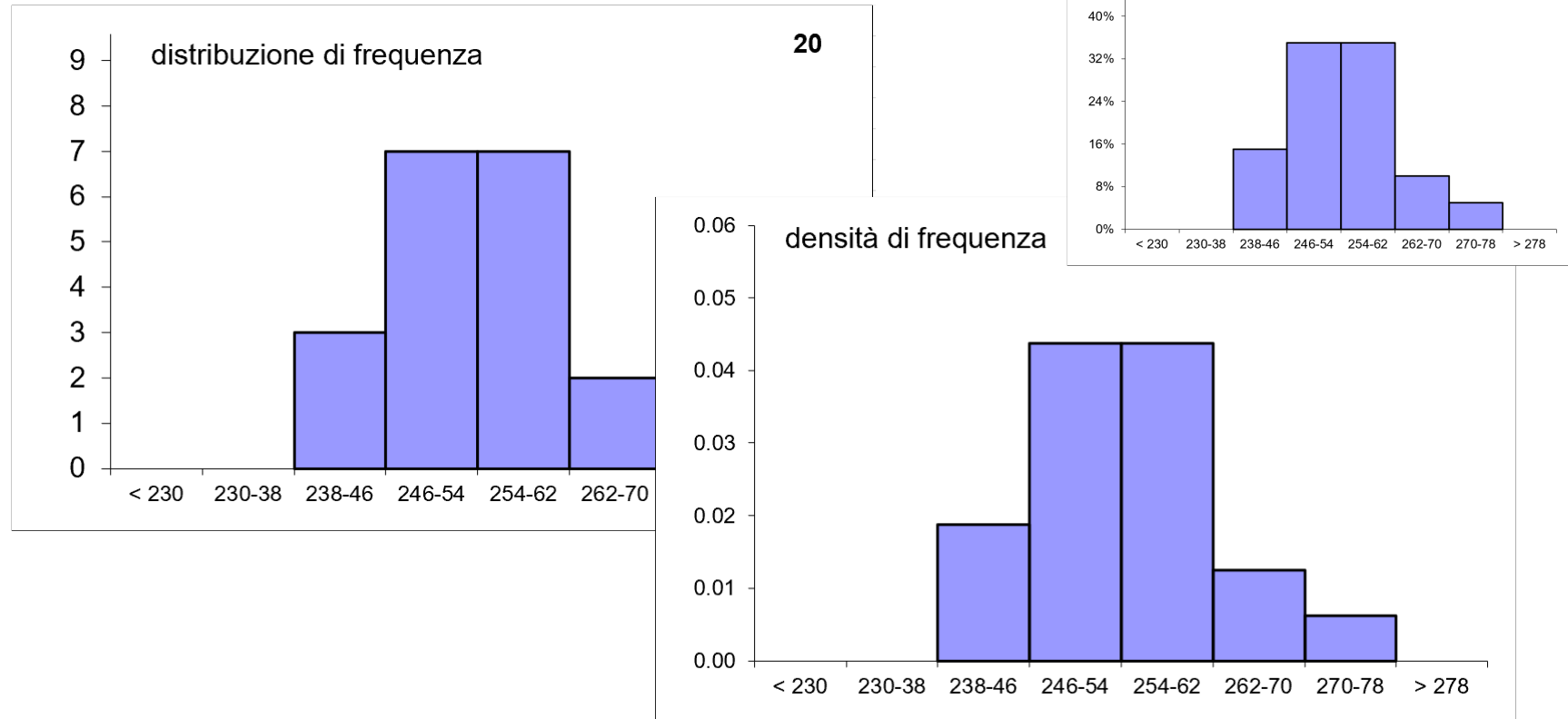
# Come analizzare un insieme di dati?

- I valori possono essere anche graficizzati indicando quanti elementi per intervallo, come percentuale del totale



# Come analizzare un insieme di dati?

- Meglio ancora, i valori possono essere anche graficizzati indicando la percentuale di campioni in un intervallo divisa per l'ampiezza dell'intervallo

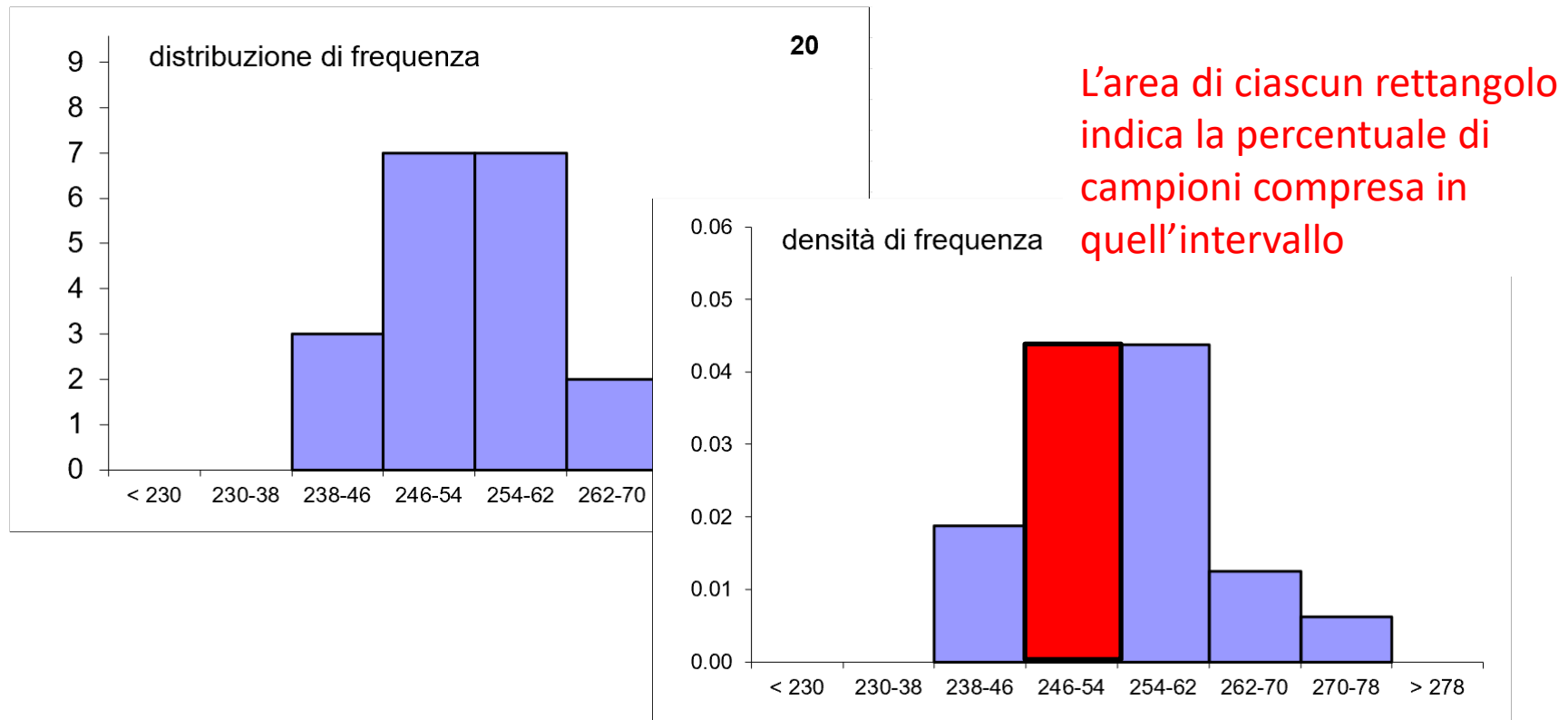


- Questo grafico viene detto "densità di frequenza"



# Come analizzare un insieme di dati?

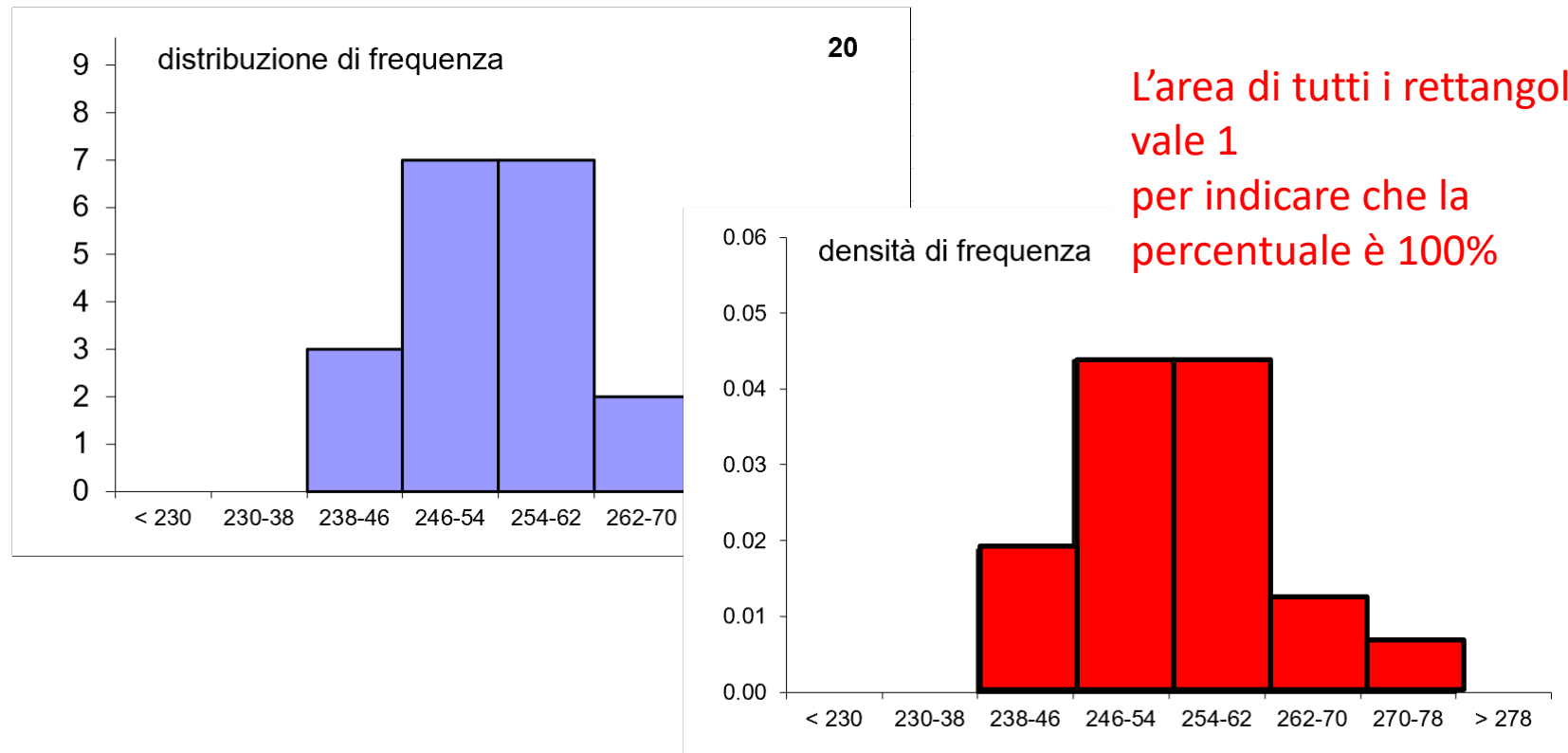
- Meglio ancora, i valori possono essere anche graficizzati indicando la percentuale di campioni in un intervallo divisa per l'ampiezza dell'intervallo



- Questo grafico viene detto "densità di frequenza"

# Come analizzare un insieme di dati?

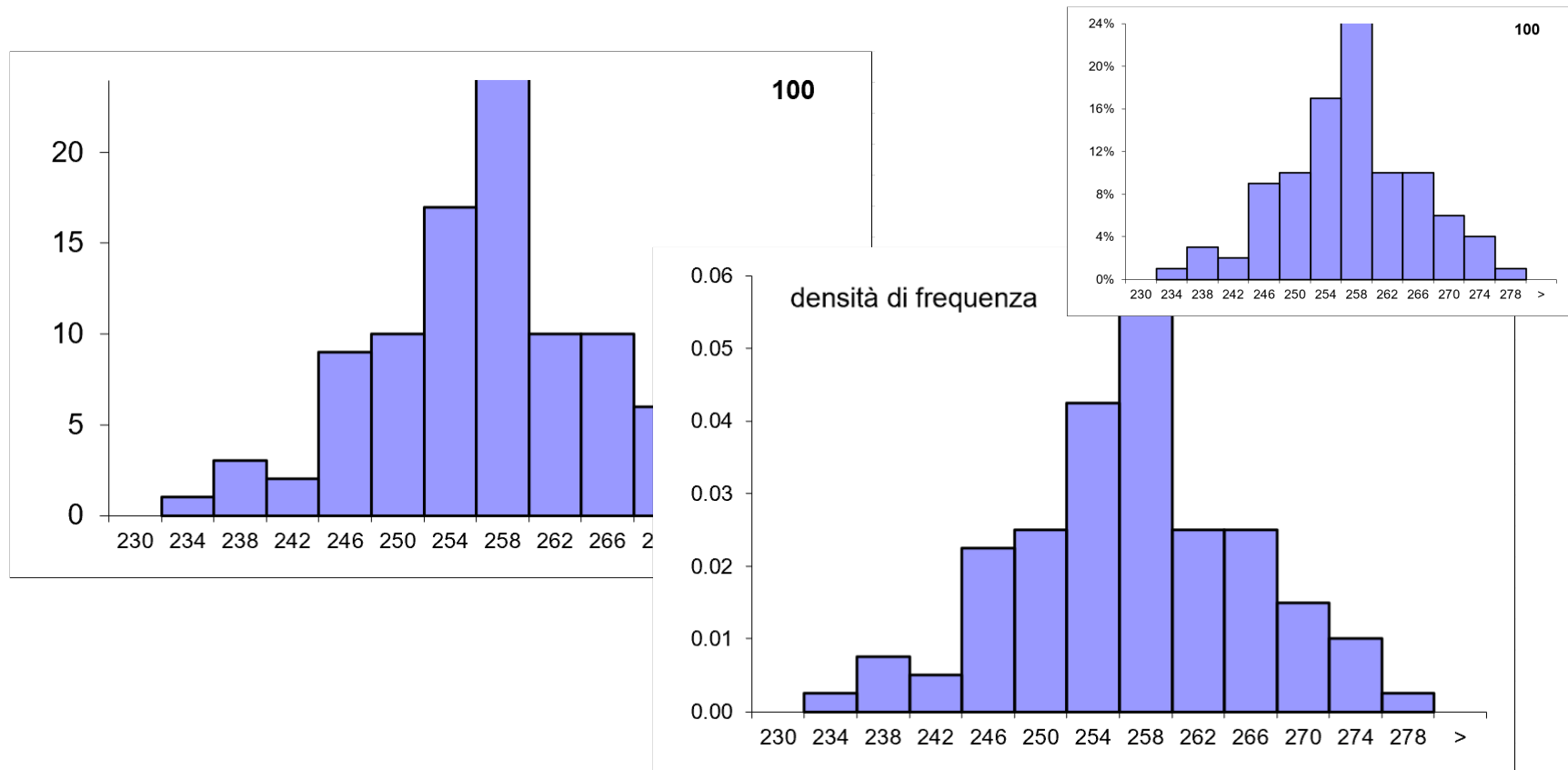
- Meglio ancora, i valori possono essere anche graficizzati indicando la percentuale di campioni in un intervallo divisa per l'ampiezza dell'intervallo



- Questo grafico viene detto "densità di frequenza"

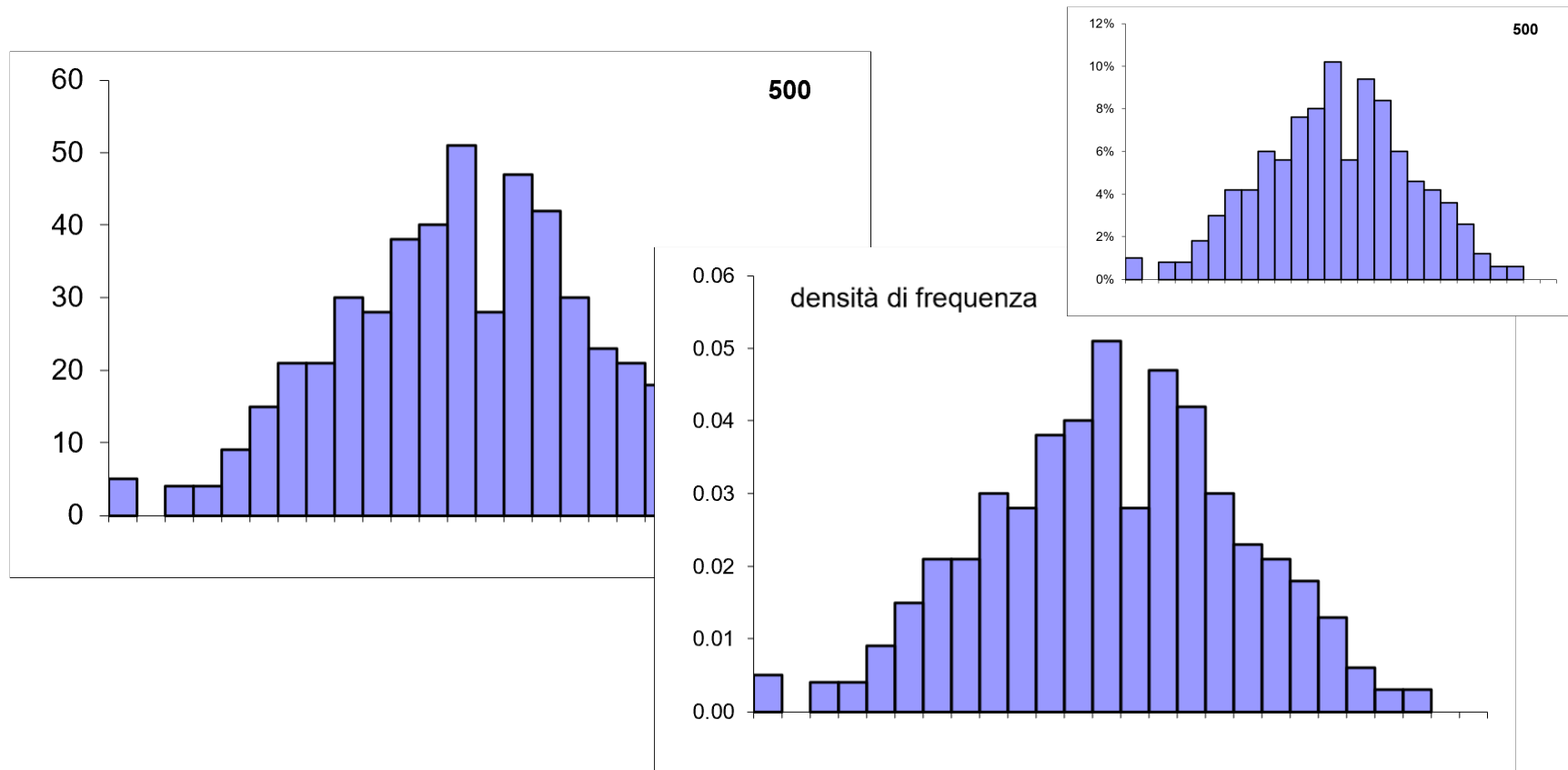
# Come analizzare un insieme di dati?

- Aumentando il numero di campioni si può ridurre l'ampiezza dell'intervallo



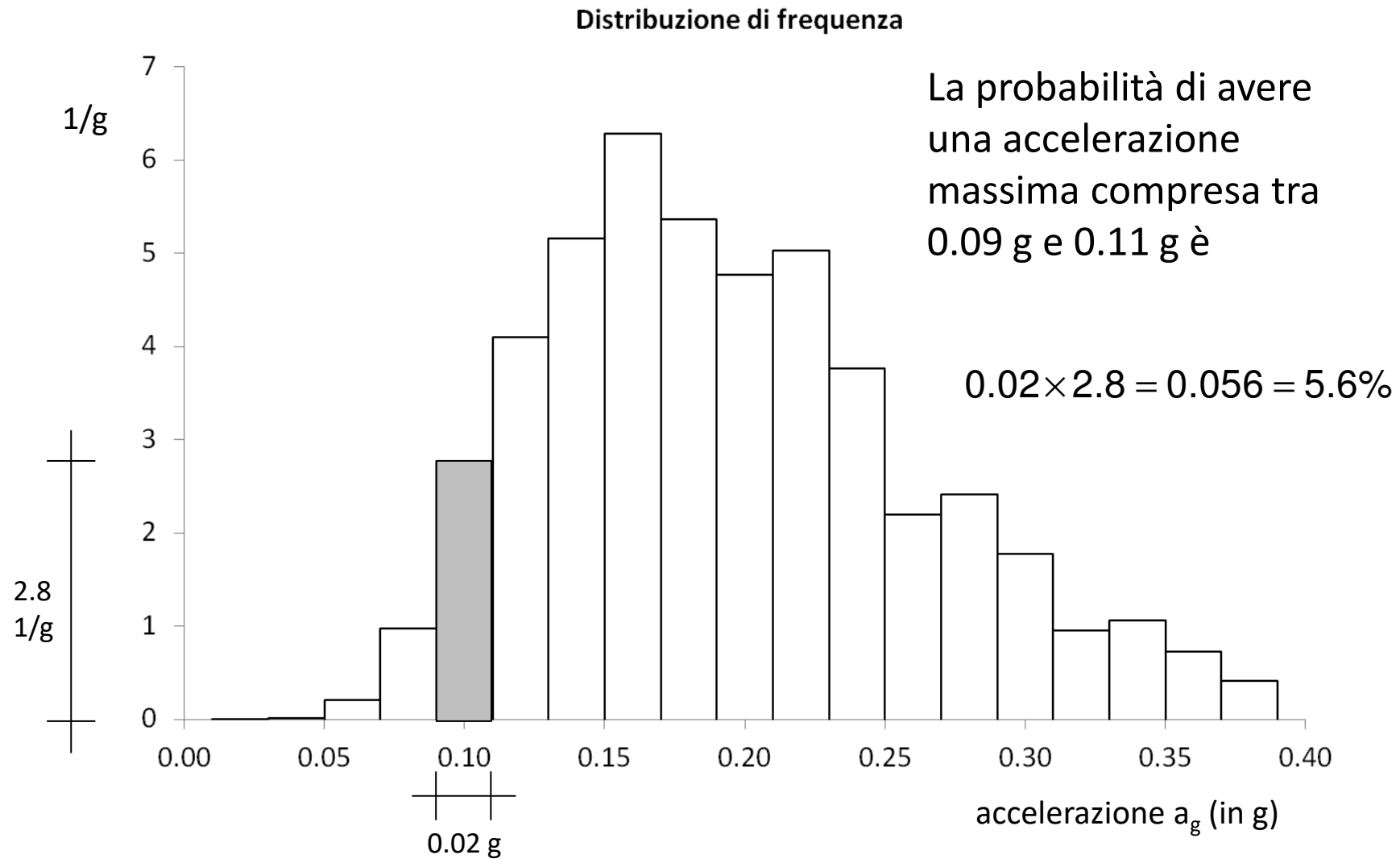
# Come analizzare un insieme di dati?

- Aumentando il numero di campioni si può ridurre l'ampiezza dell'intervallo



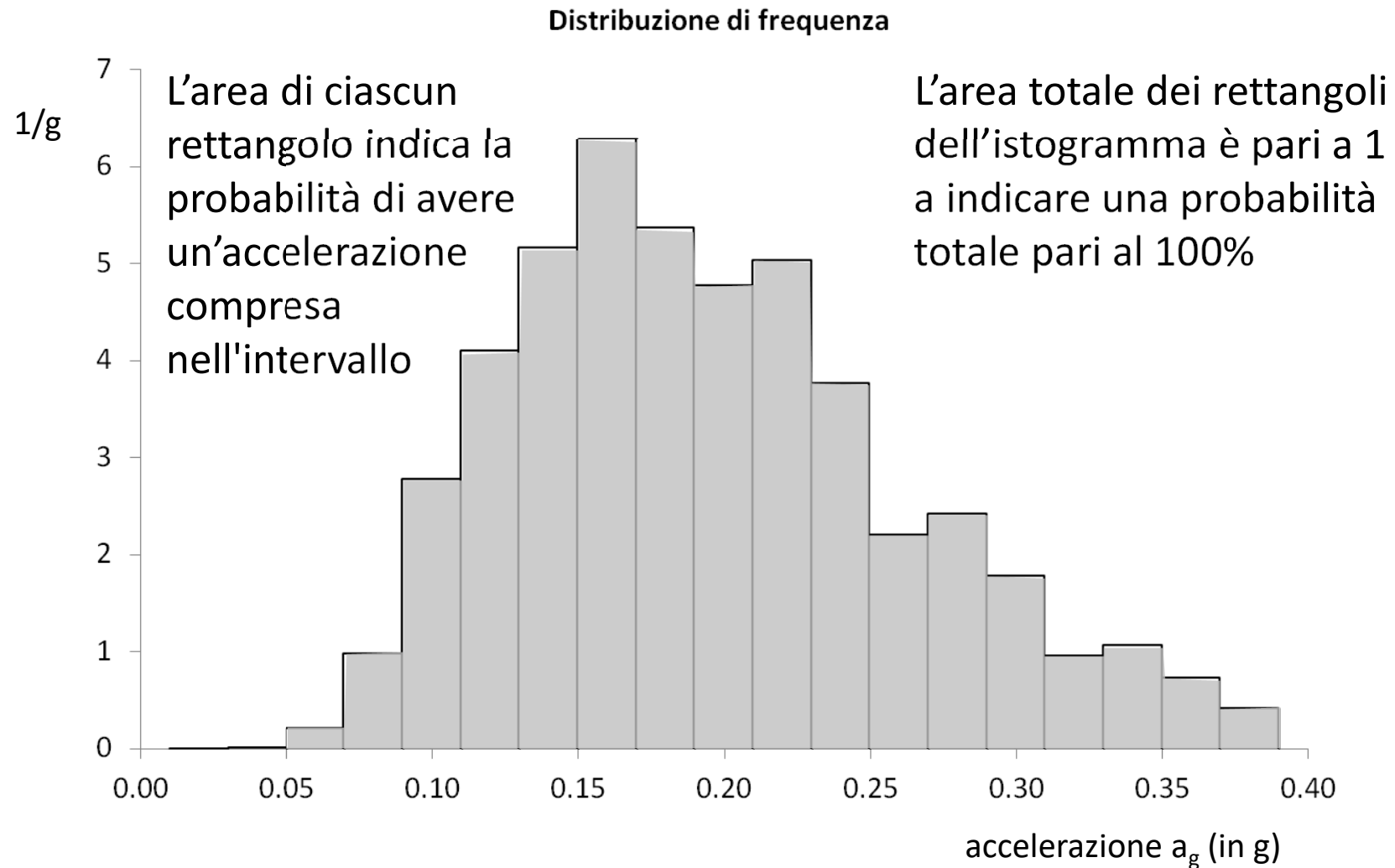
# Altro esempio

## accelerazione sismica in un sito



# Altro esempio

## accelerazione sismica in un sito

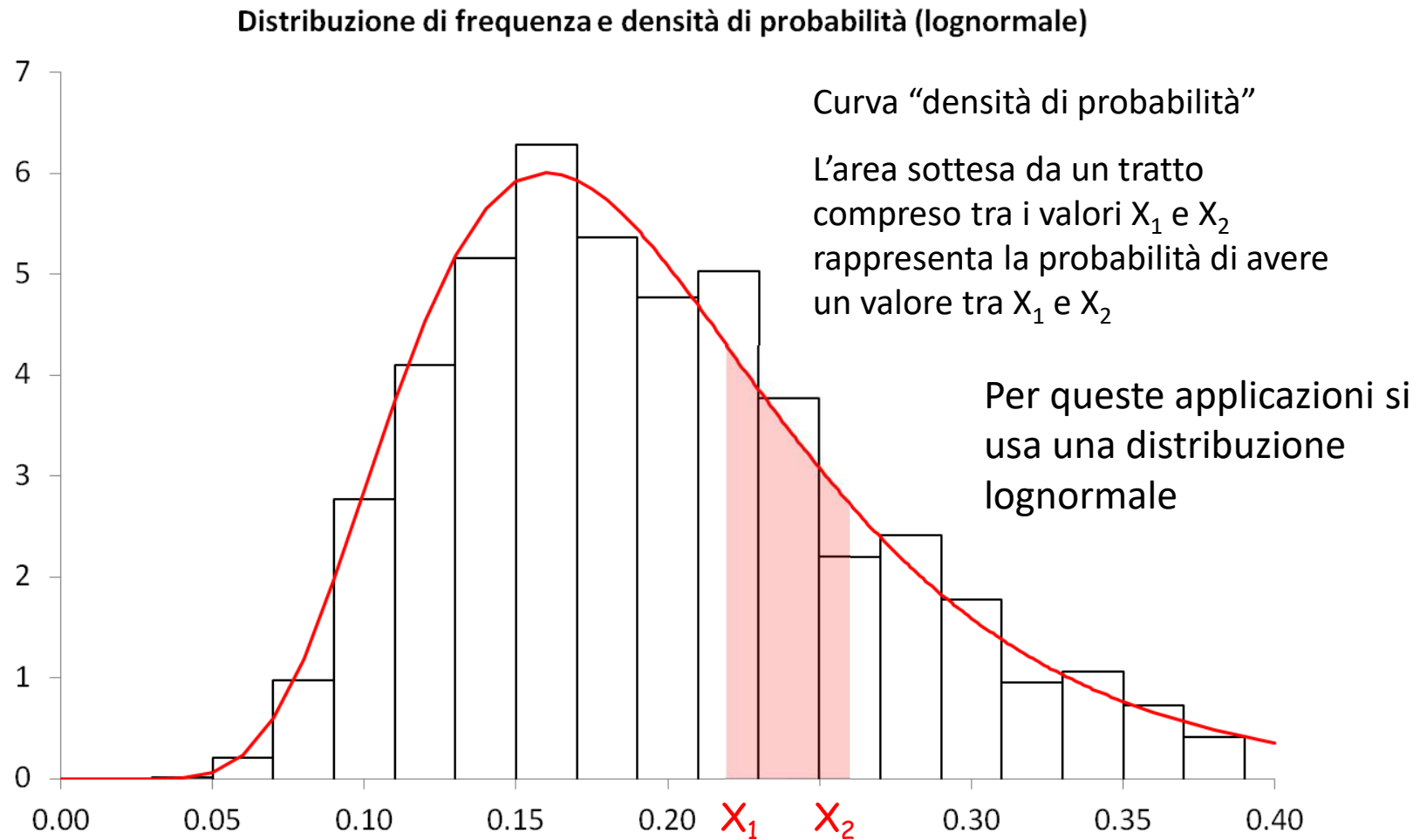


# Quale sarà l'accelerazione massima in un sito, in un assegnato intervallo di tempo?

- Quando il numero di valori aumenta si può ridurre l'ampiezza degli intervalli, fino ad avere una curva continua (**densità di probabilità**)
- In genere si approssima la curva di densità di probabilità con una curva di equazione nota
  - Distribuzione normale o Gaussiana
  - Distribuzione lognormale

Bibliografia: Alfredo H-S. Ang, Wilson H. Tang, Probability concepts in Engineering Planning and Design, John Wiley & Sons

# Quale sarà l'accelerazione massima in un sito, in un assegnato intervallo di tempo?





# Distribuzione normale o Gaussiana

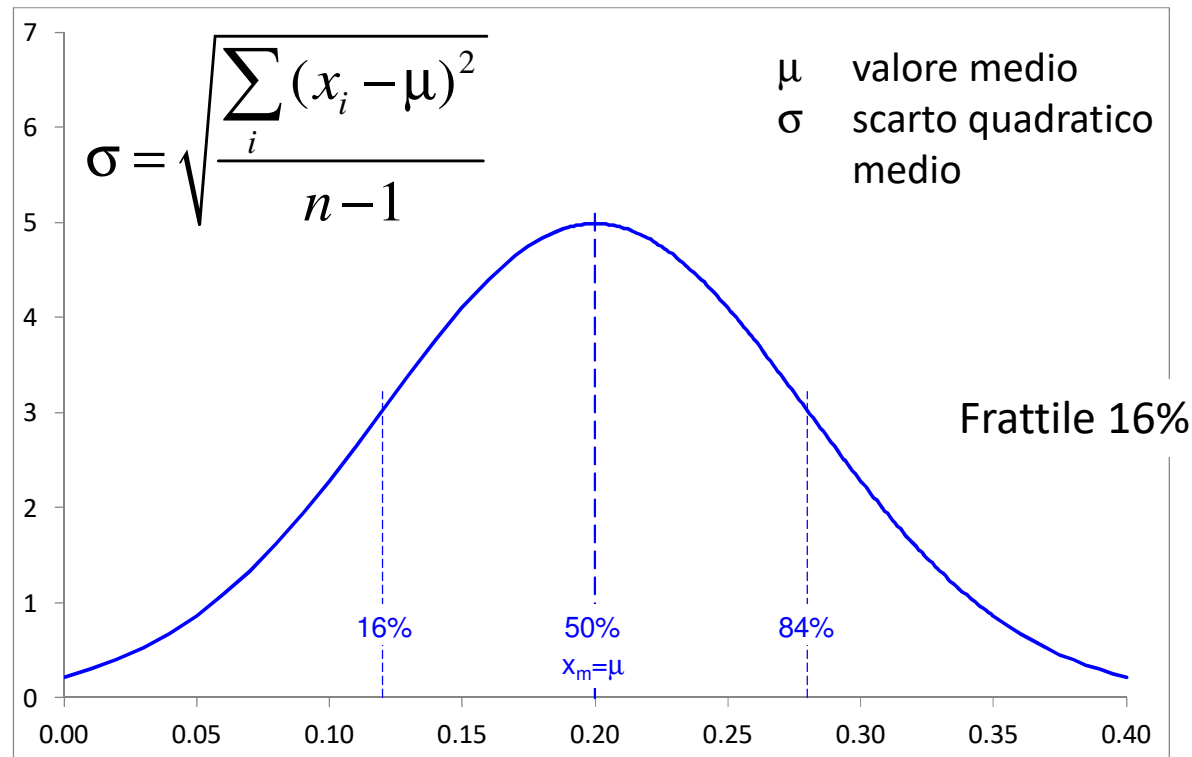
- Definita con l'equazione

$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

$$\mu = \frac{\sum_i x_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \mu)^2}{n-1}}$$

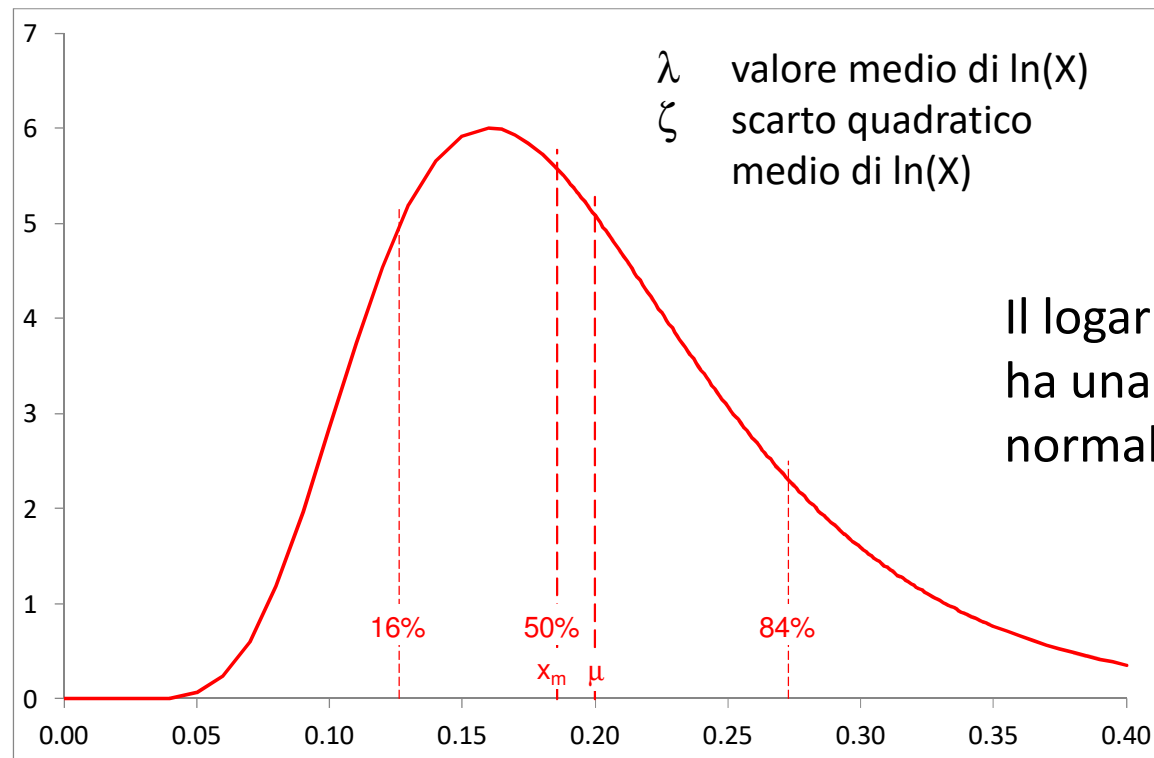
$\mu$  valore medio  
 $\sigma$  scarto quadratico medio



Distribuzione simmetrica rispetto al valore medio  $\mu$  = mediano  $x_m$

# Distribuzione lognormale

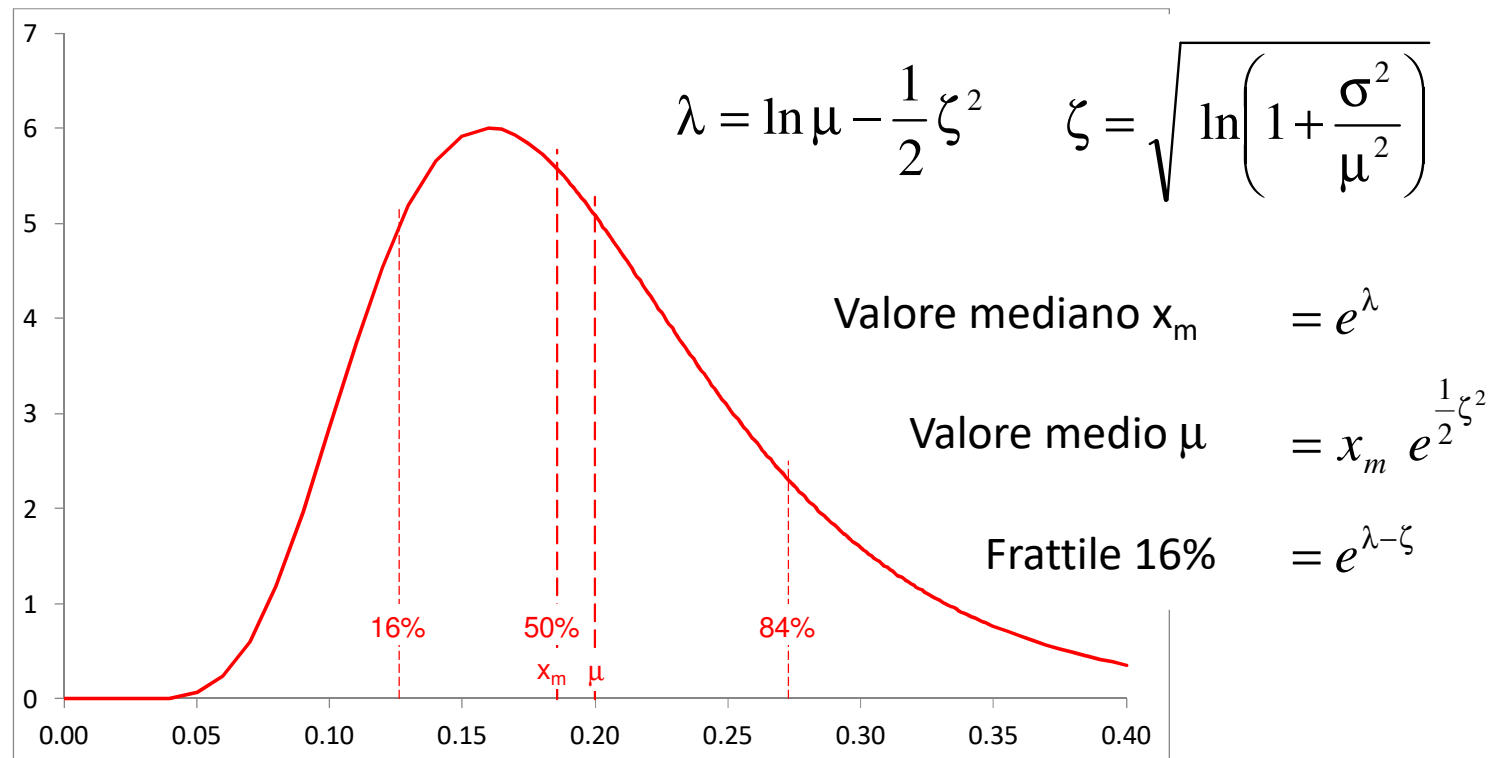
- Definita con l'equazione 
$$f_X(x) = \frac{1}{\zeta x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - \lambda}{\zeta} \right)^2}$$



Distribuzione non simmetrica; valore medio  $\mu \neq$  mediano  $x_m$

# Distribuzione lognormale

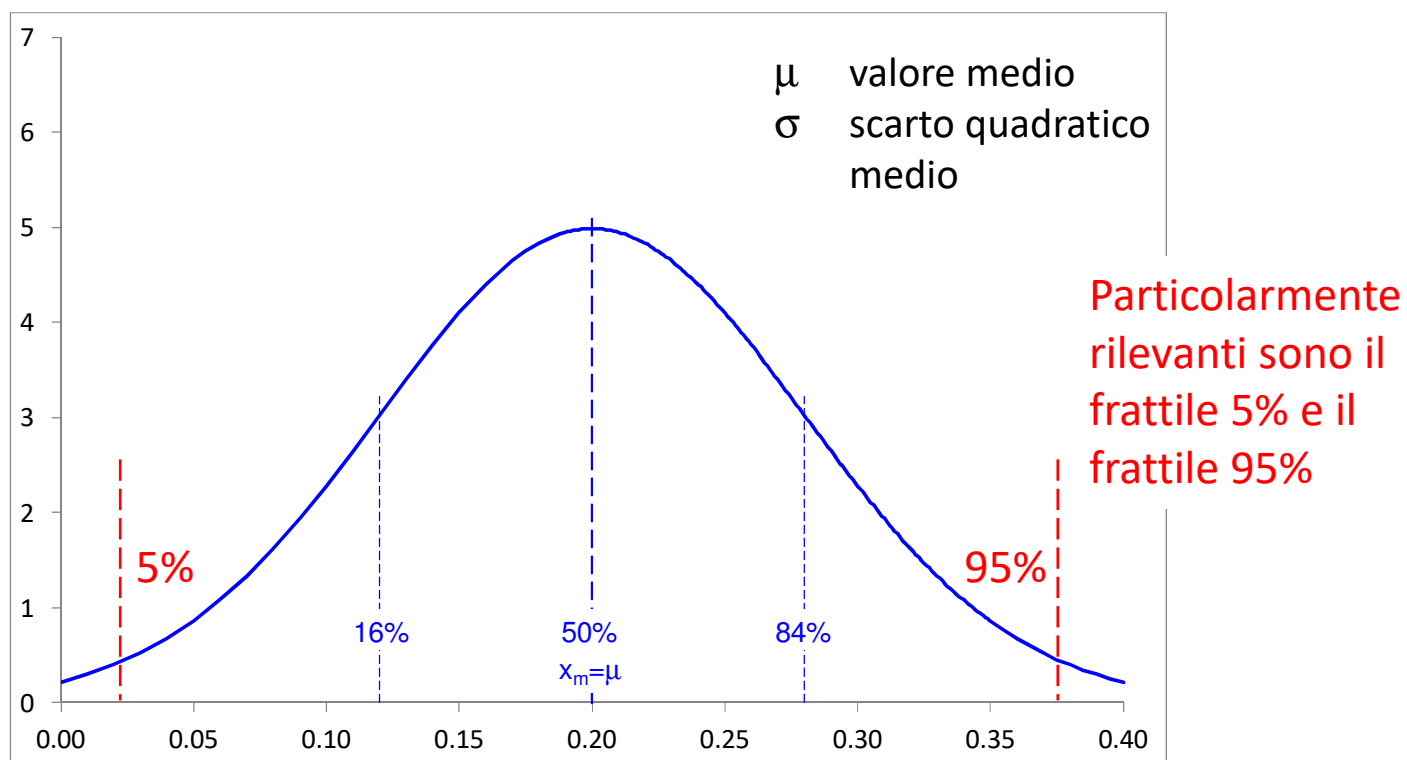
- Definita con l'equazione 
$$f_X(x) = \frac{1}{\zeta x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - \lambda}{\zeta} \right)^2}$$



Distribuzione non simmetrica; valore medio  $\mu \neq$  mediano  $x_m$

# Distribuzione normale o Gaussiana

- Definita con l'equazione 
$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



Distribuzione simmetrica rispetto al valore medio  $\mu$  = mediano  $x_m$

# Valori di riferimento

- Un valore sempre significativo è il valore medio
- In genere si fa però riferimento ai frattili 5% e 95%
  - Per le resistenze dei materiali si fa riferimento al frattile 5%, in modo da essere sicuri che solo nel 5% di casi si potrà avere una resistenza minore
  - Per i carichi si fa riferimento al frattile 95%, in modo da essere sicuri che solo nel 5% di casi si potrà avere un carico maggiore
- I valori corrispondenti a questi frattili sono denominati valori caratteristici e sono individuati dal pedice k