

Corso di aggiornamento  
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

**Modulo 1 - Sicurezza strutturale ed azioni**

**1. Problematiche generali**

Ordine degli ingegneri, Catania  
8, 10 ottobre 2008

Aurelio Ghersi

# Evoluzione della normativa e dei criteri di verifica della sicurezza

# Riferimenti normativi

Nuove normative:

D.M. 14/1/08    già applicabile, obbligatorio dal 4/9/09

Eurocodice 3, versione 2004    già applicabile

Norme precedenti - metodo delle tensioni ammissibili:

D.M. 14/2/92    applicabile (non sempre) fino al 4/9/09

Norme precedenti - metodo degli stati limite:

D.M. 9/1/96

(la sezione III della parte seconda è il NAD per EC3)

Eurocodice 3, versione 1992

D.M. 14/9/05    applicabili (non sempre) fino al 4/9/09

# Quali sono gli obiettivi della progettazione strutturale?

Una struttura deve essere progettata e costruita in modo che essa, durante la sua vita presupposta, con adeguato grado di affidabilità e tenendo conto del costo:

- sia in grado di sopportare tutte le azioni o influenze cui possa essere sottoposta durante la sua realizzazione e il suo esercizio
- rimanga adatta all'uso per il quale è prevista

# Valutazione della sicurezza

La norma parla di "adeguato grado di affidabilità".

Perché ?

Perché sia la resistenza del materiale che le azioni sulla struttura non sono definite con certezza, quindi dovrebbero essere analizzate in maniera probabilistica.

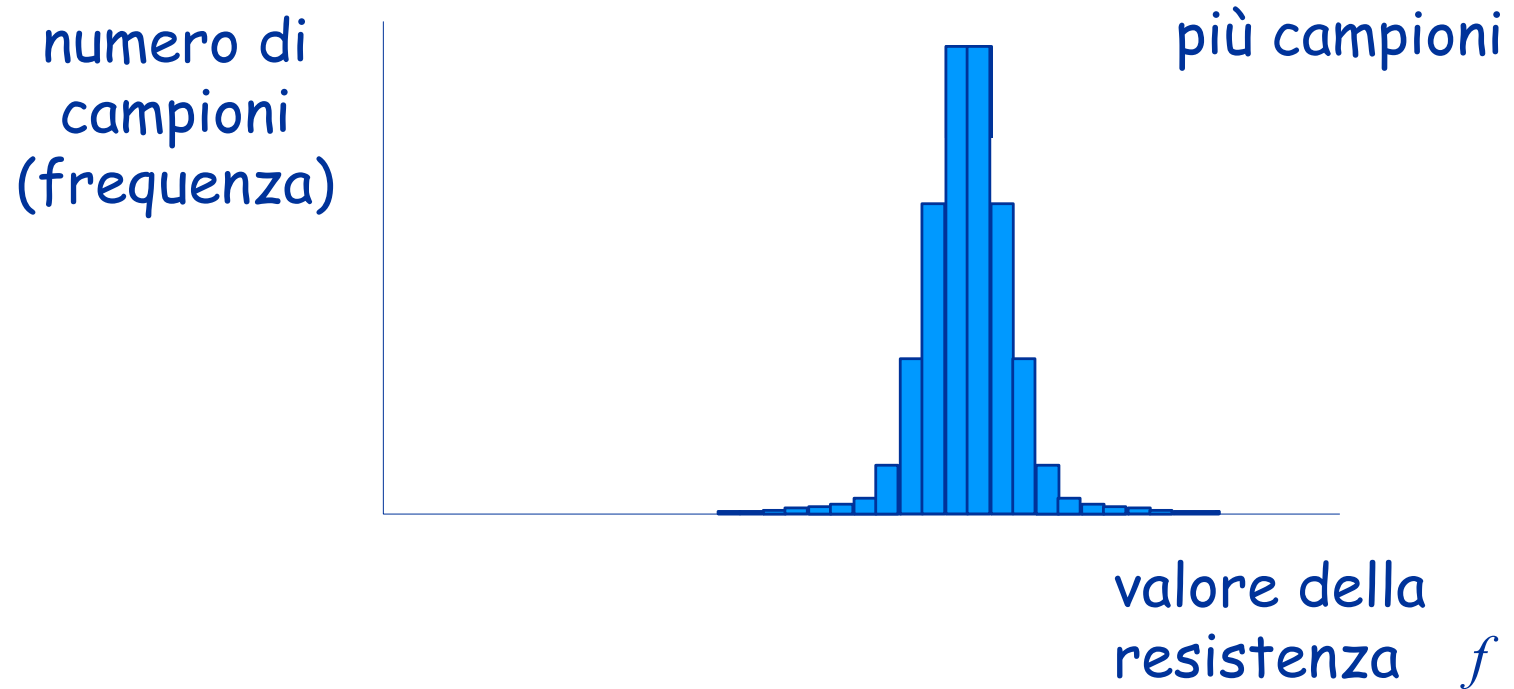
# Incertezza sulla resistenza

provino	$f_y$ [MPa]
1	387.9
2	407.8
3	419.4
4	435.1
5	448.7
6	450.8
7	462.4
...	...
49	511.2
...	...
99	570.6
100	578.5

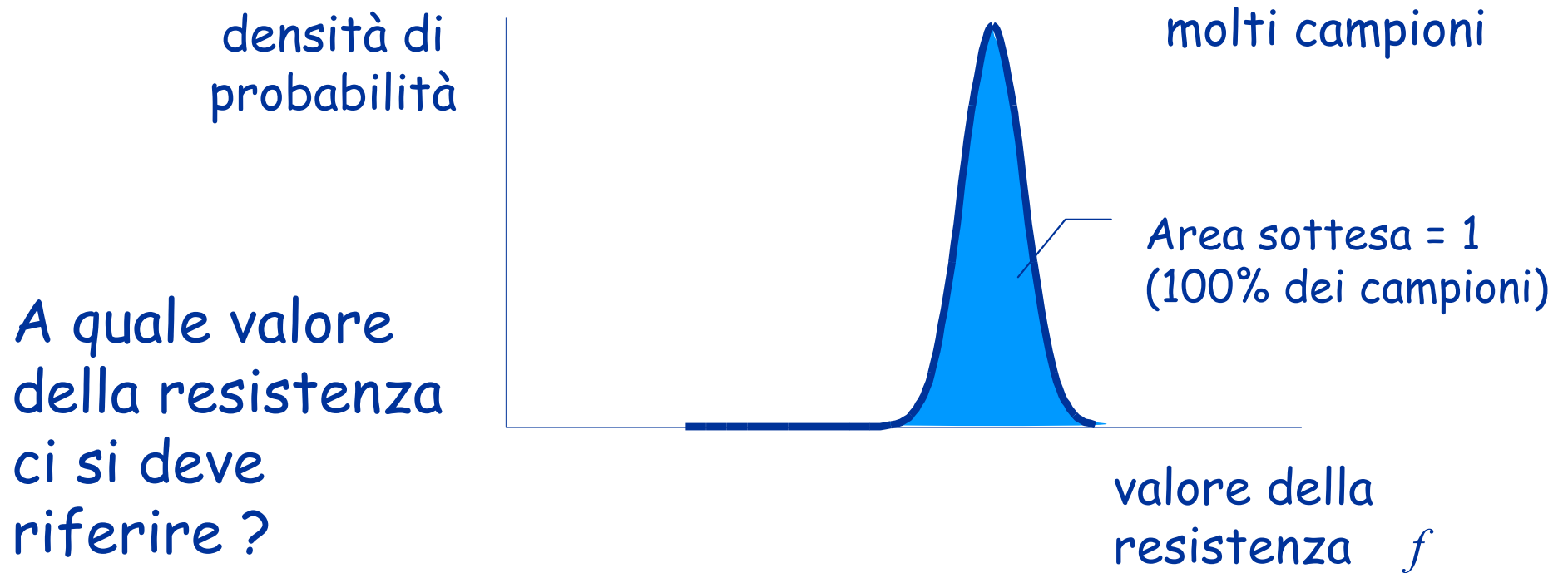
Portando a rottura  
100 provini si ottengono  
risultati fortemente diversi

*A quale fare riferimento?*

# Incertezza sulla resistenza

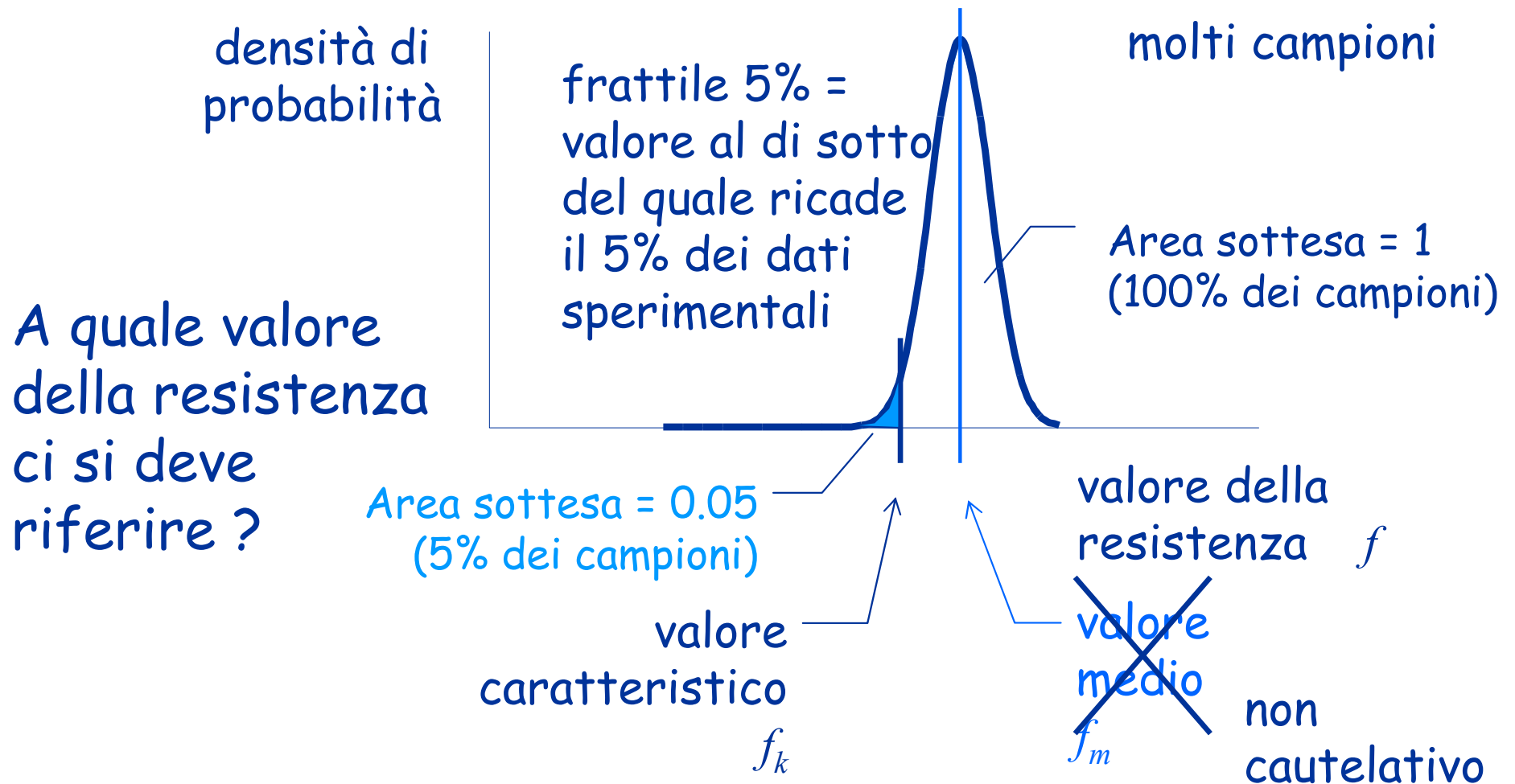


# Incertezza sulla resistenza

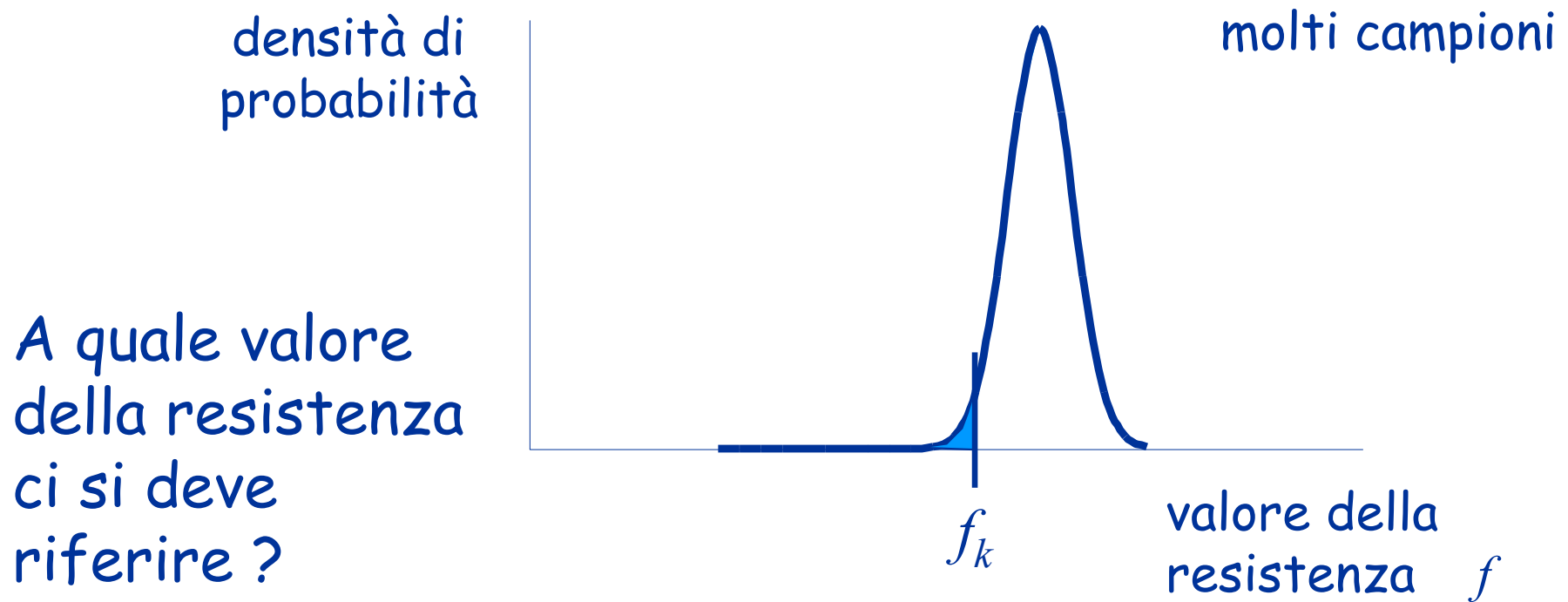




# Incertezza sulla resistenza



# Incertezza sulla resistenza



Il riferimento fondamentale è sempre il valore caratteristico

# Incertezza sulla resistenza

provino	$f_y$ [MPa]
1	387.9
2	407.8
3	419.4
4	435.1
5	448.7
6	450.8
7	462.4
...	...
49	511.2
...	...
99	570.6
100	578.5

Portando a rottura  
100 provini si ottengono  
risultati fortemente diversi

A quale fare riferimento?

450 MPa  $f_{yk}$

Valore caratteristico

frattile 5% = valore al di sotto  
del quale ricade il 5% dei dati  
sperimentali

# Incertezza sulle azioni

Valori nominali

peso di elementi di dimensioni  
e caratteristiche ben definite

Esempio: peso proprio della  
soletta di un solaio

Siamo sicuri che verranno realizzati  
esattamente come previsto?

# Incertezza sulle azioni

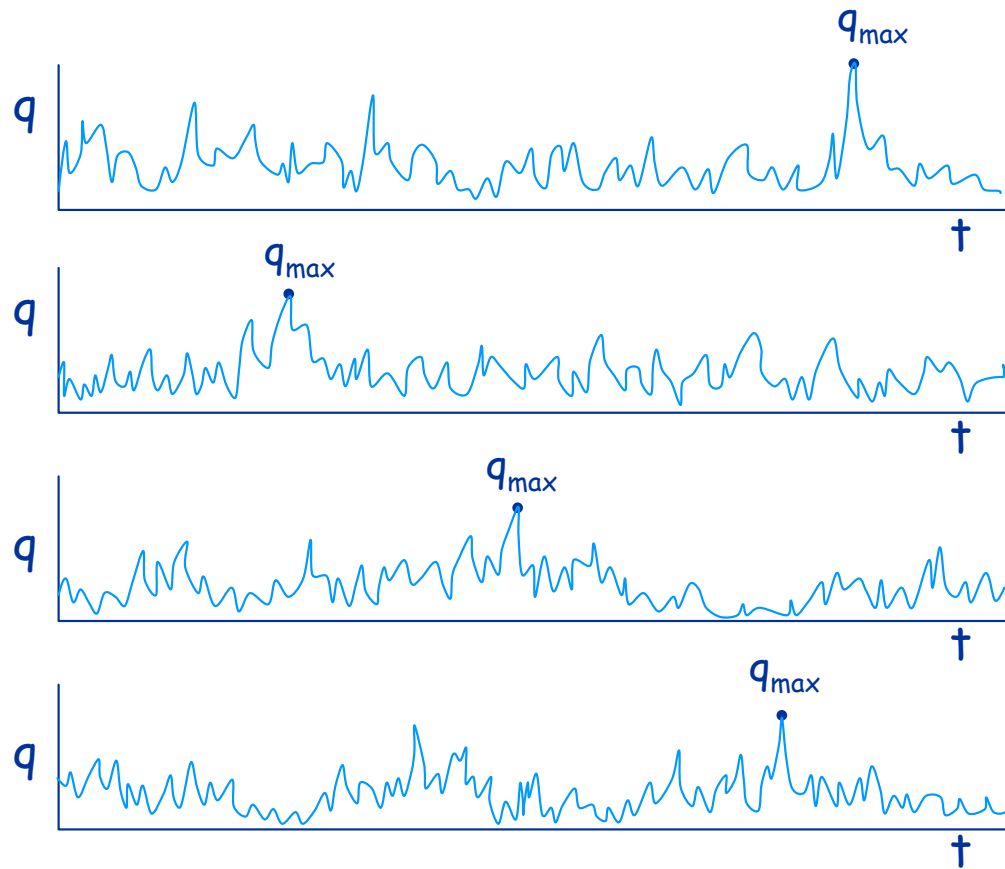
Valori "massimi"

Esempio: massimo carico  
variabile su un solaio (in base  
alla destinazione d'uso)

Siamo sicuri che non saranno mai superati?

# Incertezza sulle azioni

Variazione del carico  $q$  nel tempo



Possiamo far riferimento al valore massimo del carico durante tutta la vita

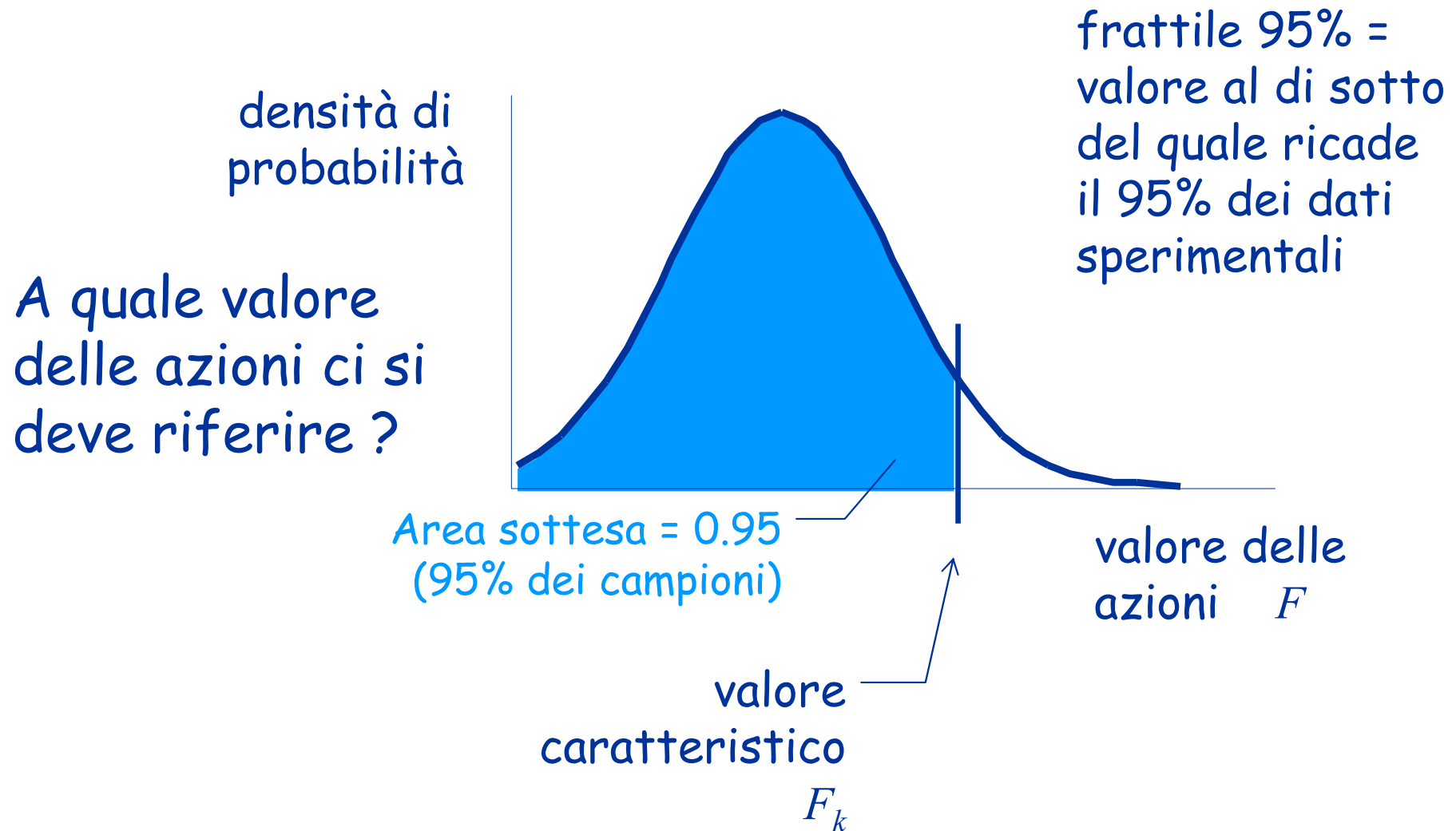
# Incertezza sulle azioni

solaio	q [kN/m <sup>2</sup> ]
1	0.44
2	0.59
...	...
49	1.12
...	...
94	1.92
95	1.97
96	2.08
97	2.29
98	2.45
99	2.71
100	3.06

Esaminando il sovraccarico massimo (durante tutta la vita) in 100 solai per abitazione si trovano valori fortemente diversi

*A quale fare riferimento?*

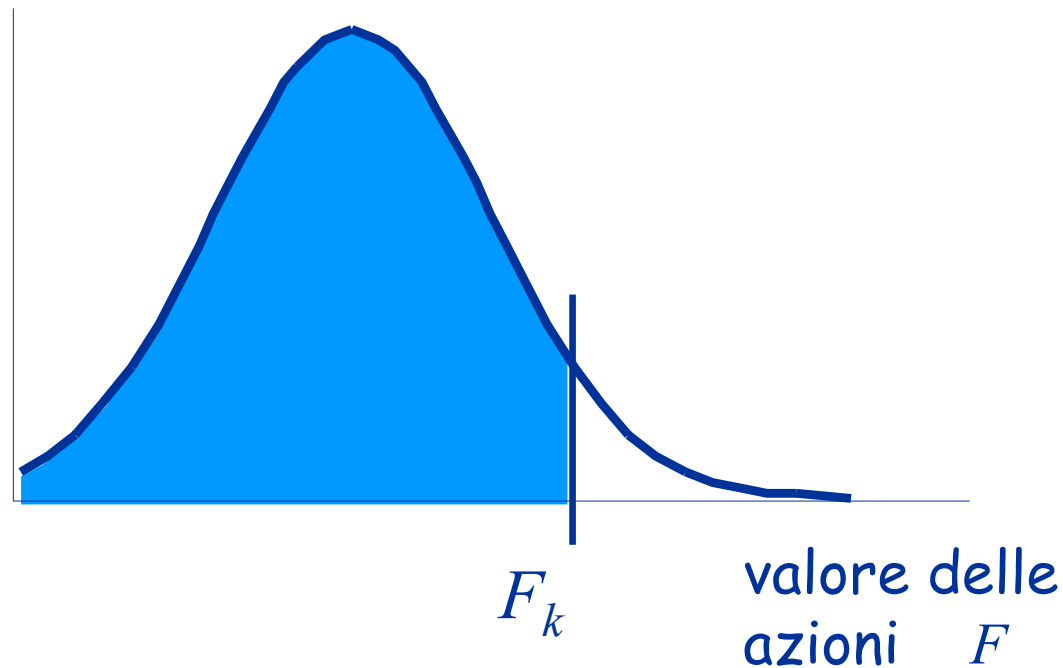
# Incertezza sulle azioni





# Incertezza sulle azioni

A quale valore  
delle azioni ci si  
deve riferire ?



Il riferimento fondamentale è  
sempre il valore caratteristico  
(anche quando non viene indicato esplicitamente)

# Incertezza sulle azioni

solaio	q [kN/m <sup>2</sup> ]
1	0.44
2	0.59
...	...
49	1.12
...	...
94	1.92
95	1.97
96	2.08
97	2.29
98	2.45
99	2.71
100	3.06

Esaminando il sovraccarico massimo (durante tutta la vita) in 100 solai per abitazione si trovano valori fortemente diversi

A quale fare riferimento?

2.0 kN/m<sup>2</sup>       $q_k$

Valore caratteristico

frattile 95% = valore al di sotto del quale ricade il 95% dei dati sperimentali

E' possibile fare il calcolo utilizzando i valori caratteristici della resistenza e delle azioni ?

Dipende dagli obiettivi:

- La struttura deve rimanere adatta all'uso per il quale è prevista

L'uso dei valori caratteristici può garantire una sufficiente sicurezza

# E' possibile fare il calcolo utilizzando i valori caratteristici della resistenza e delle azioni ?

Dipende dagli obiettivi:

- La struttura deve rimanere adatta all'uso per il quale è prevista
- La struttura deve essere in grado di sopportare tutte le azioni o influenze cui possa essere sottoposta durante la sua realizzazione e il suo esercizio

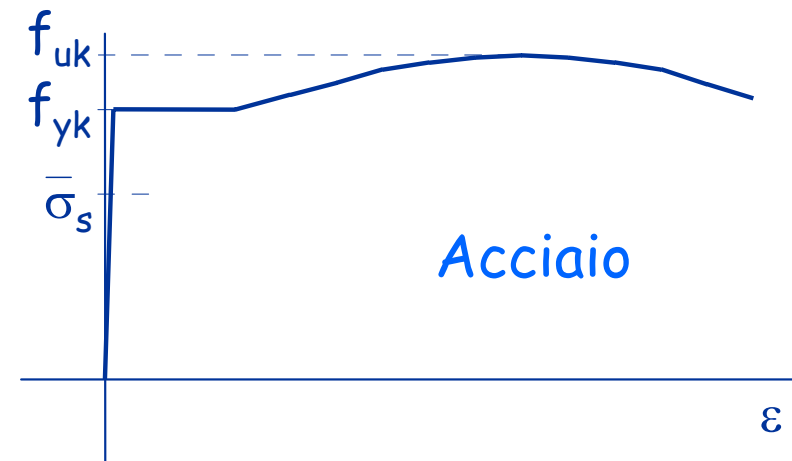
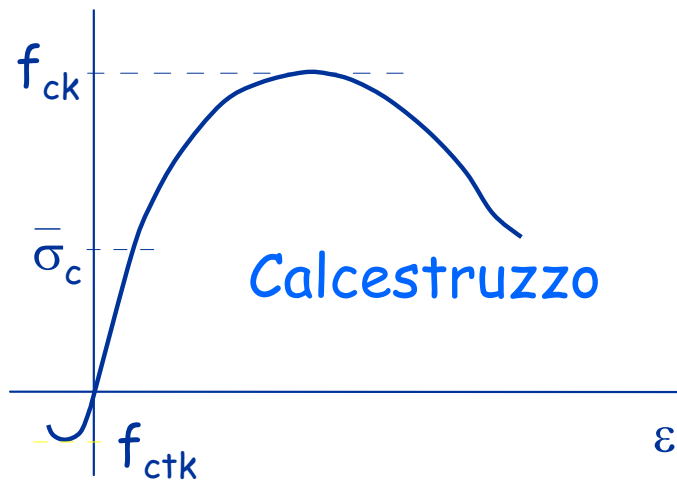
La possibilità di avere resistenza inferiore o azioni superiori porta ad un rischio di crollo non sufficientemente basso

E' necessario applicare  
coefficienti di sicurezza

In che modo ?

# Prima possibilità: applicare un coefficiente di sicurezza alla resistenza

## Diagrammi sperimentali



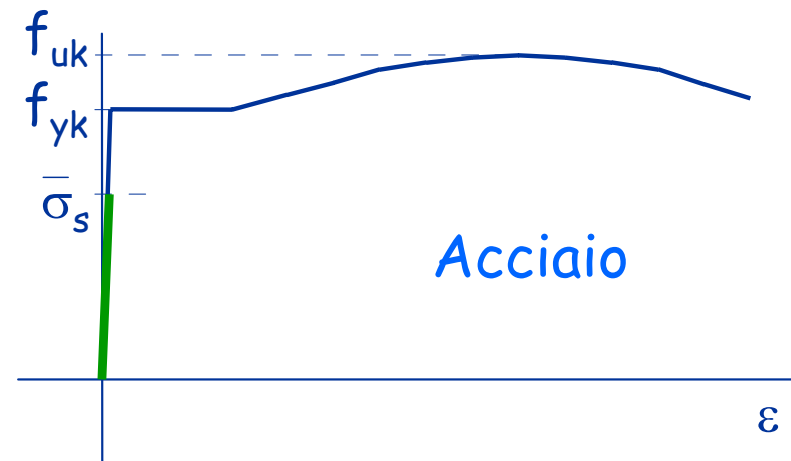
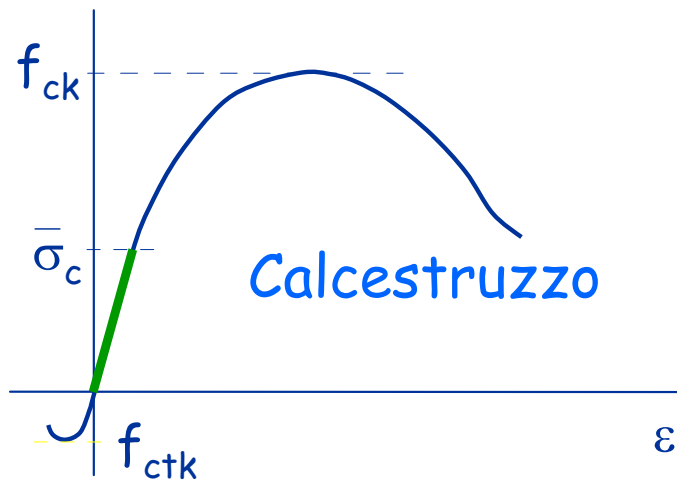
Si considerano "ammissibili" valori delle tensioni molto ridotti rispetto a quelli di rottura

$$\sigma_c \leq \bar{\sigma}_c = \frac{f_{ck}}{\gamma}$$

$$\sigma_s \leq \bar{\sigma}_s = \frac{f_{yk}}{\gamma}$$

# Prima possibilità: applicare un coefficiente di sicurezza alla resistenza

## Diagrammi di calcolo



Per valori delle tensioni inferiori a quelli ammissibili  
il legame tensioni-deformazioni è lineare

E' possibile quindi applicare tutte le formule della teoria di  
elasticità lineare, il principio di sovrapposizione degli effetti,  
ecc. ecc.

# Prima possibilità: applicare un coefficiente di sicurezza alla resistenza

## Metodo delle tensioni ammissibili

La verifica consiste nel calcolare la tensione massima (prodotta dalle azioni, prese col valore caratteristico)



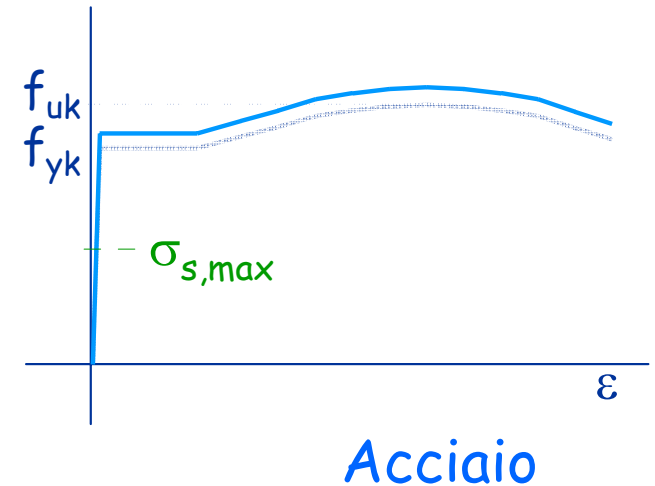
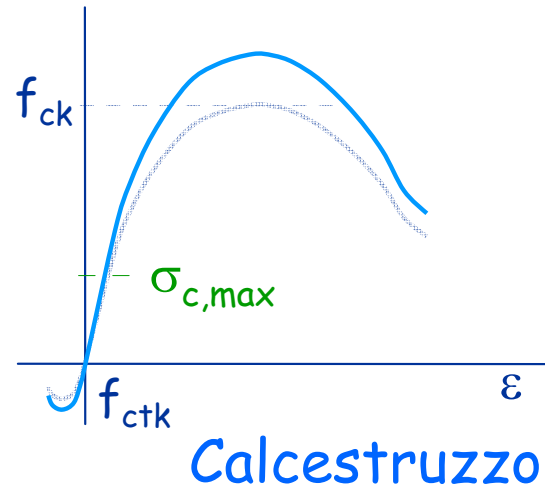
e controllare che sia inferiore a quella ammissibile

$$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$$

# Metodo delle tensioni ammissibili

## Considerazioni

Nel 95% dei casi  
la resistenza è  
maggiore del valore  
caratteristico ...



... e nel 95% dei casi  
il carico è più  
piccolo del valore  
caratteristico

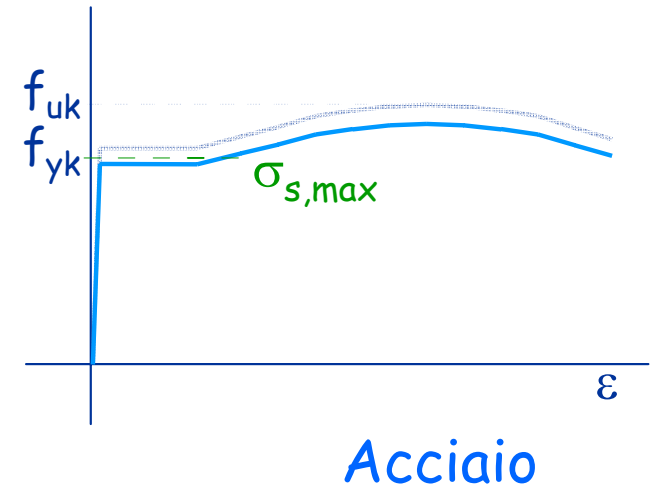
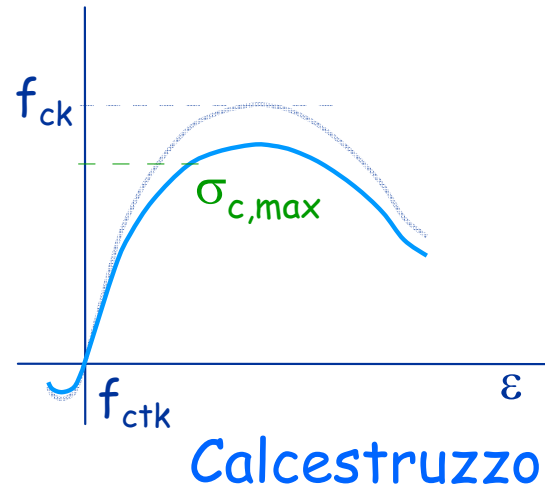
In questi casi il margine  
rispetto al collasso è  
maggiore di quanto previsto



# Metodo delle tensioni ammissibili

## Considerazioni

Ma c'è un 5% di casi in cui la resistenza è minore del valore caratteristico ...



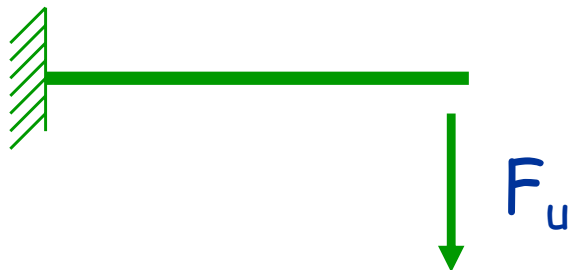
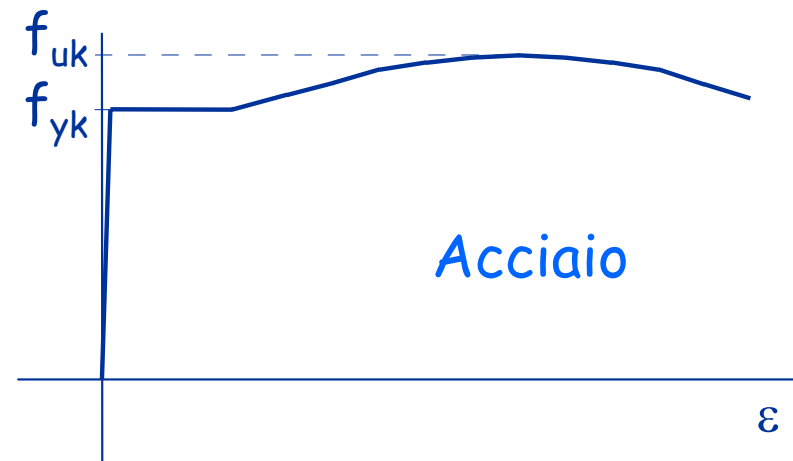
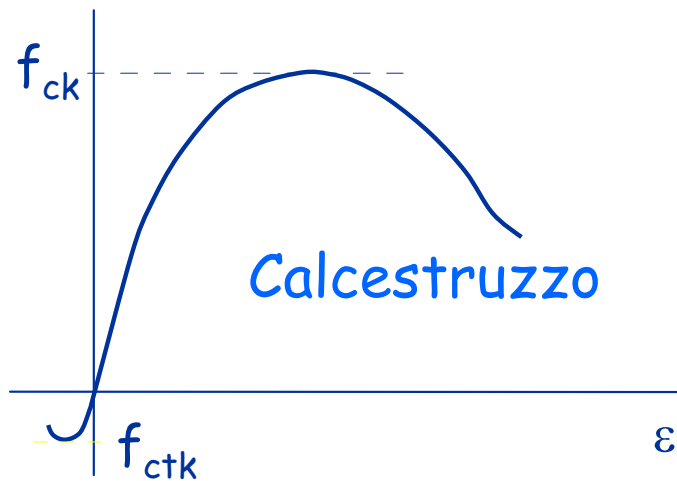
... o il carico è più grande del valore caratteristico

In questi casi lo stato tensionale e deformativo è molto maggiore e il margine rispetto al collasso è minore di quanto previsto

Qual è il reale rischio di crollo?

## Seconda possibilità: applicare un coefficiente di sicurezza ai carichi

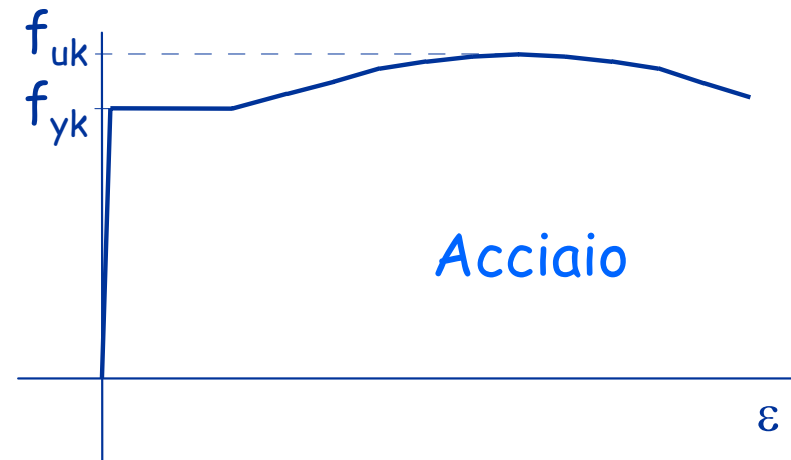
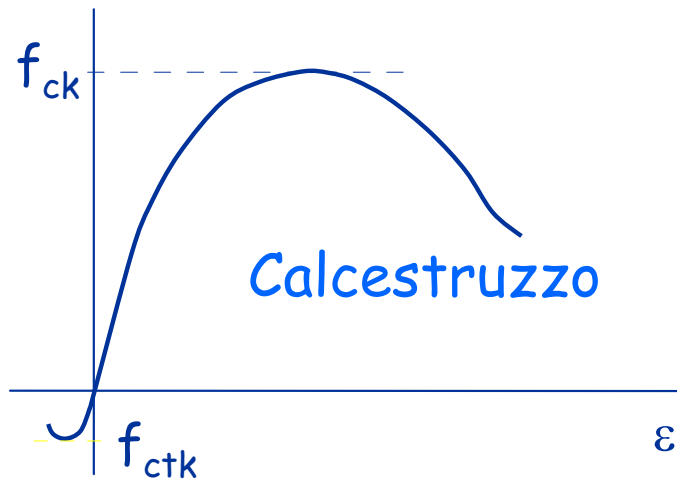
### Diagrammi sperimentali



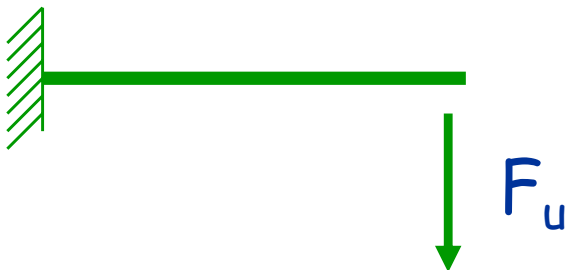
Usando i legami costitutivi sperimentali, si valuta il carico che porta a collasso la struttura

## Seconda possibilità: applicare un coefficiente di sicurezza ai carichi

### Calcolo a rottura



Si considera accettabile un carico ridotto rispetto a quello di collasso

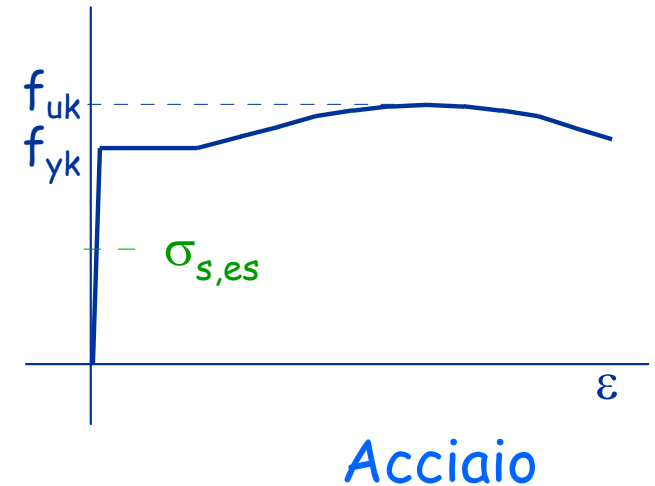
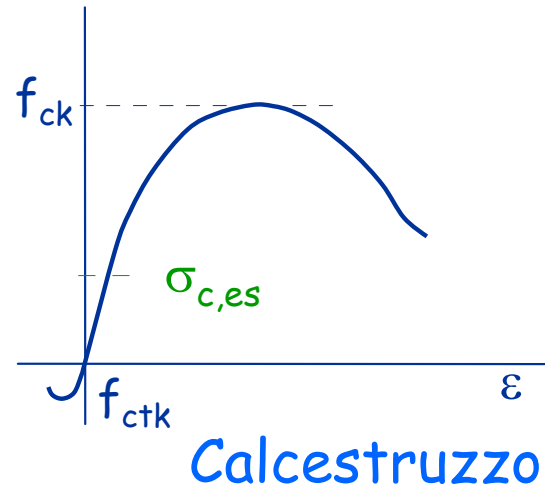


$$F_k \leq \frac{F_u}{\gamma} \quad \text{ovvero} \quad \gamma F_k \leq F_u$$

# Calcolo a rottura

## Considerazioni

Il carico di esercizio è molto minore del carico di collasso



Qual è lo stato tensionale e deformativo sotto i carichi di esercizio?

Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

Si parte da considerazioni probabilistiche

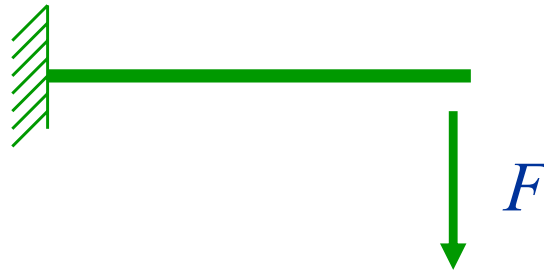
Si dimostra che per avere una bassa probabilità di collasso occorre fare riferimento a valori di carichi e resistenza corrispondenti a differenti probabilità di occorrenza

Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

Si parte da considerazioni probabilistiche

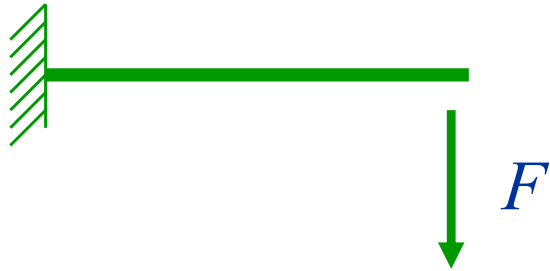
Come si può valutare la probabilità di avere un crollo ?

Esempio

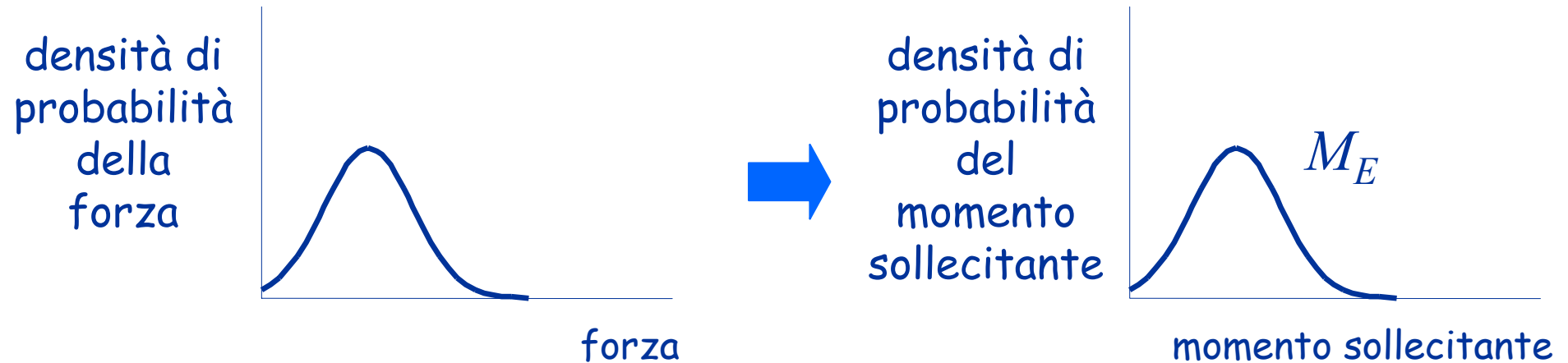


Per esprimere un giudizio dobbiamo confrontare il momento  $M_E$  che sollecita la sezione col momento  $M_R$  che essa può sopportare

# Probabilità di crollo



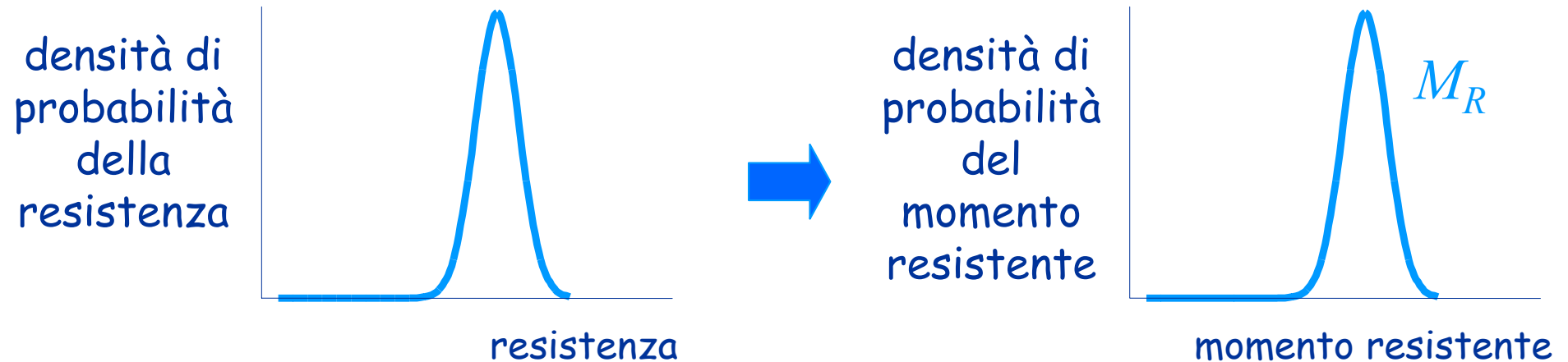
Il momento massimo  $M_E$  che sollecita la sezione dipende dal valore della forza



# Probabilità di crollo

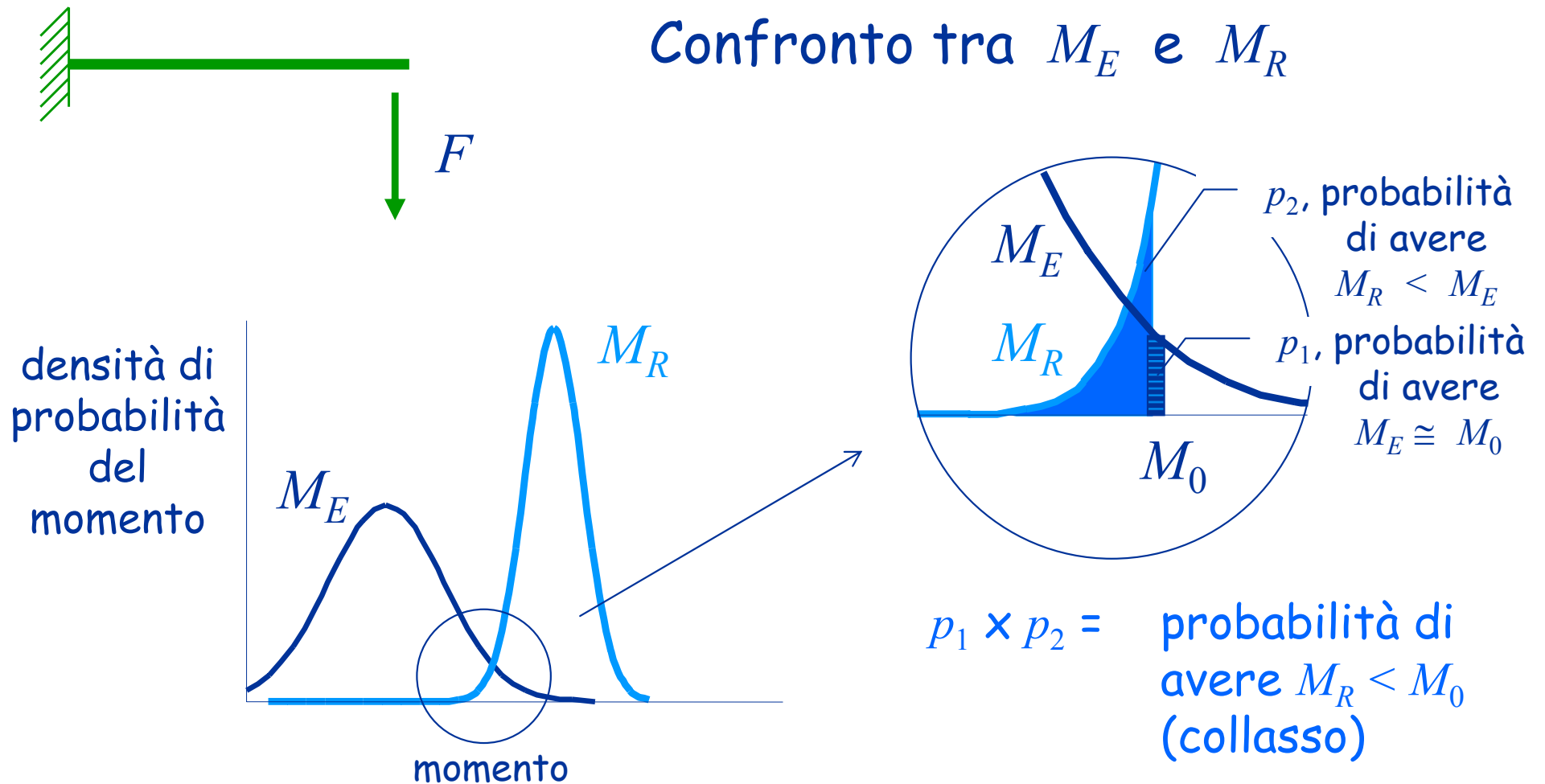


Il momento massimo  $M_R$  che la sezione può sopportare dipende dalla resistenza del materiale



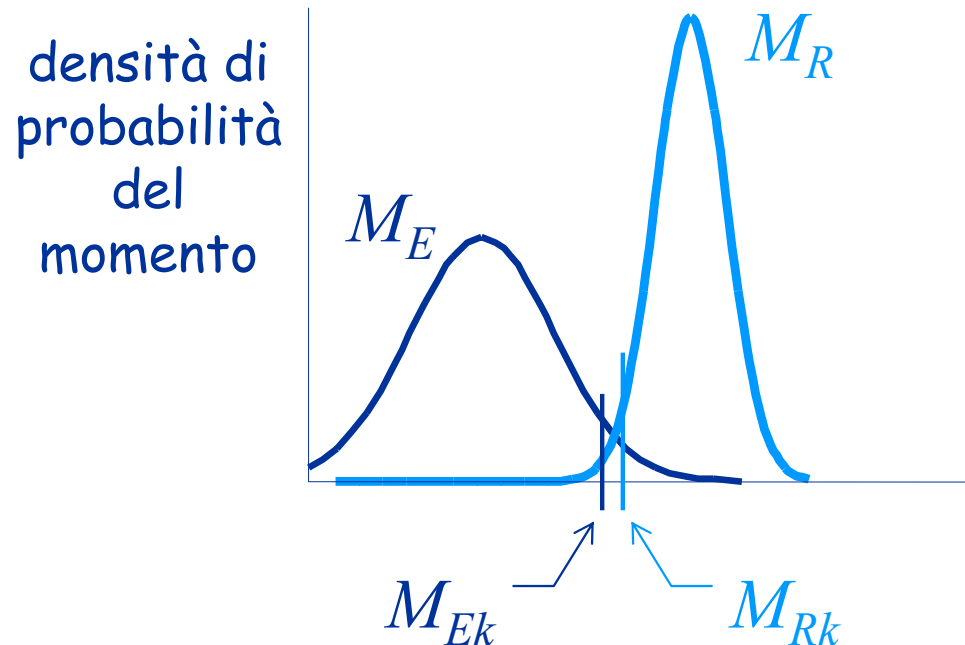


# Probabilità di crollo



Ripetendo per tutti i valori di  $M_0$  si trova la probabilità totale di collasso

Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

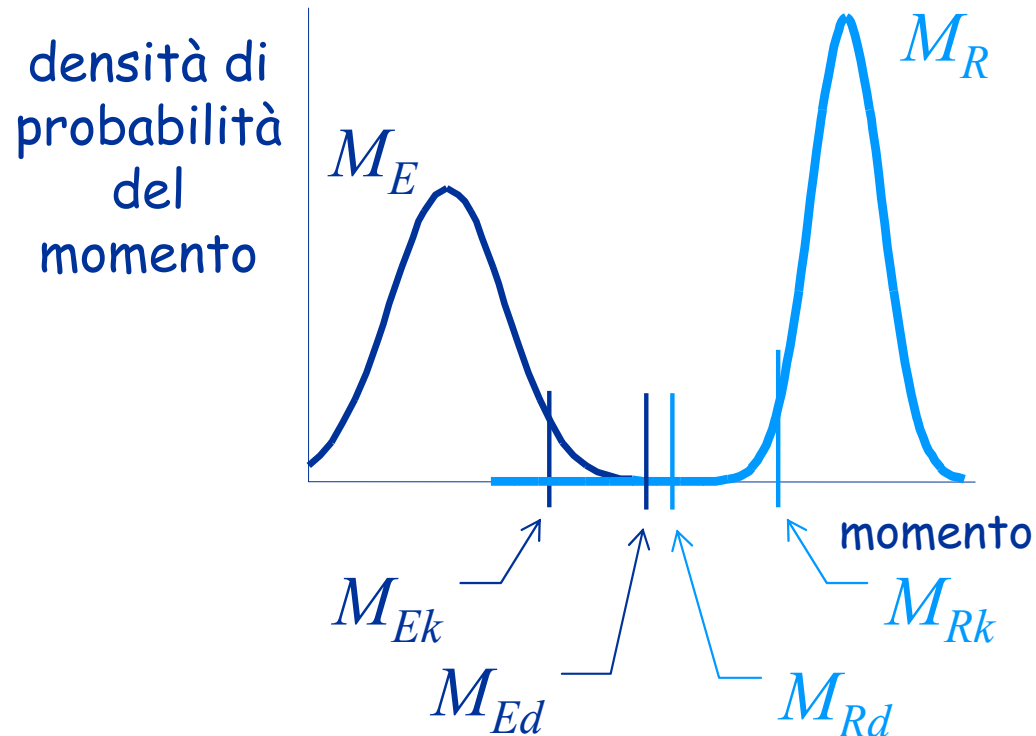


Effettuare i calcoli usando i valori caratteristici, cioè controllare che

$$M_{Ek} \leq M_{Rk}$$

non garantisce una probabilità di crollo sufficientemente bassa

## Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

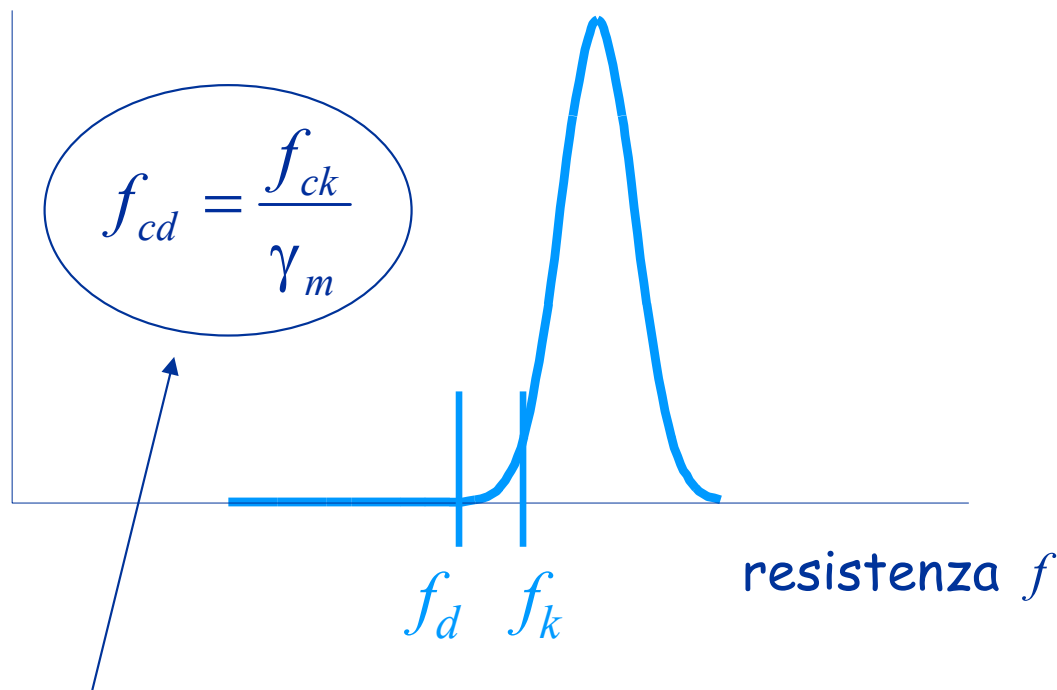


Per avere una bassa probabilità di crollo le due distribuzioni di probabilità devono essere ben distinte

Ciò può essere ottenuto facendo riferimento a valori di carichi e resistenza corrispondenti a differenti probabilità di occorrenza

Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

## Resistenza



Al posto del valore caratteristico  $f_k$  (frattile 5%)

si usa come valore di calcolo  $f_d$  un frattile più basso (0.5%)

Convenzionalmente, si passa dal valore caratteristico al valore di calcolo applicando un opportuno coefficiente di sicurezza

## Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

provino	$f_y$ [MPa]
1	387.9
2	407.8
3	419.4
4	435.1
5	448.7
6	450.8
7	462.4
...	...
49	511.2
...	...
99	570.6
100	578.5

$f_{yd}$

Si usa come valore di calcolo un frattile più basso (0.5%)

450 MPa  $f_{yk}$

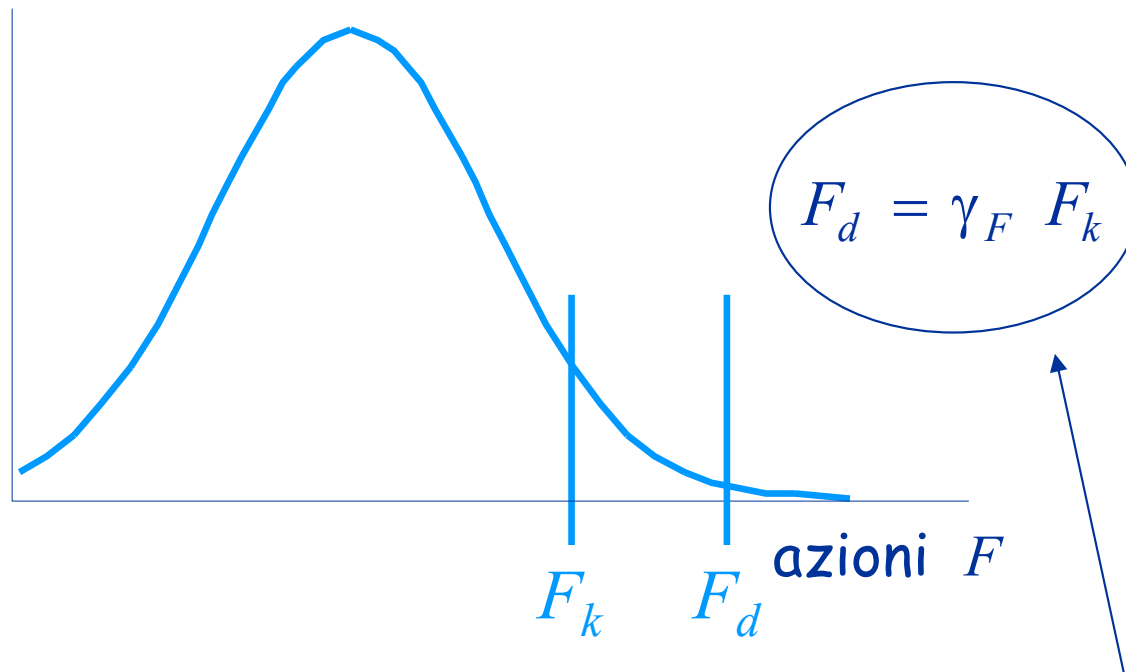
frattile 5%

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Si passa dal valore caratteristico al valore di calcolo applicando un opportuno coefficiente di sicurezza

Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

## Azioni



Al posto del valore caratteristico  $F_k$  (frattile 95%)

si usa come valore di calcolo  $F_d$  un frattile più alto (99.5%)

Convenzionalmente, si passa dal valore caratteristico al valore di calcolo applicando un opportuno coefficiente di sicurezza

## Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

solaio	q [kN/m <sup>2</sup> ]
1	0.44
2	0.59
...	...
49	1.12
...	...
94	1.92
95	1.97
96	2.08
97	2.29
98	2.45
99	2.71
100	3.06

Si passa dal valore caratteristico al valore di calcolo applicando un opportuno coefficiente di sicurezza



$q_d = \gamma_q q_k$

2.0 kN/m<sup>2</sup>

$q_k$

frattile 95%

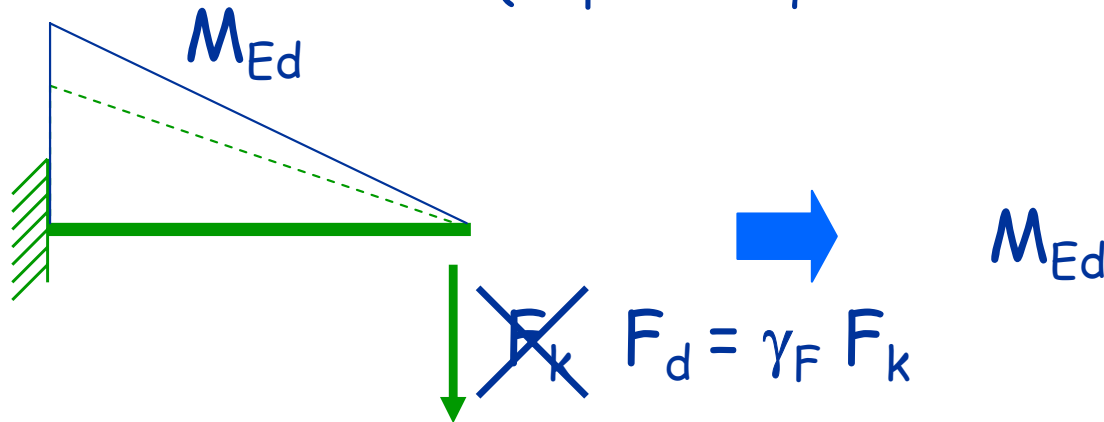
$q_d$

Si usa come valore di calcolo un frattile più alto (99.5%)

Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

## Verifica allo stato limite ultimo

La verifica consiste nel calcolare le caratteristiche di sollecitazione, prodotta da azioni maggiorate (rispetto a quelle caratteristiche)



e controllare che siano inferiore a quelle resistenti, determinate con una resistenza ridotta (rispetto a quella ultima)

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} (f_d = f_k / \gamma_F)$$



Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

Ver

La verifica di sollecitazioni



Rispetto alle tensioni ammissibili:

I carichi verticali  
sono incrementati  
dal 30% al 50%

Le resistenze  
sono incrementate  
dal 30% al 50%

Non si può dire a priori  
cosa sia più gravoso

e controllare che siano inferiori a quelle resistenti,  
determinate con una resistenza ridotta (rispetto a quella ultima)

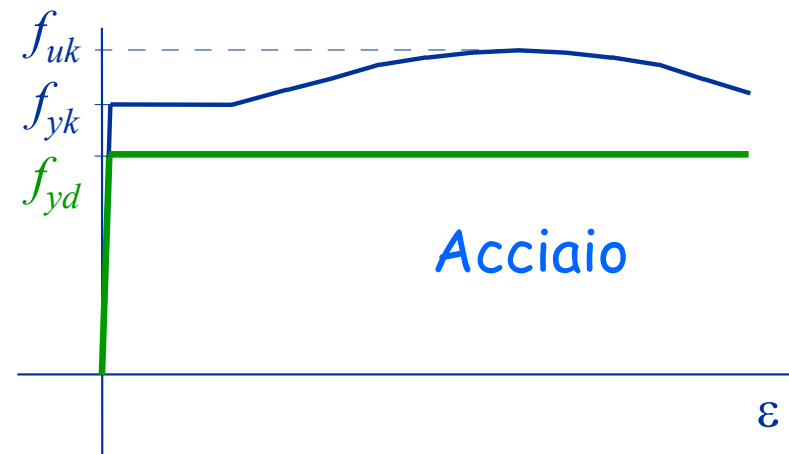
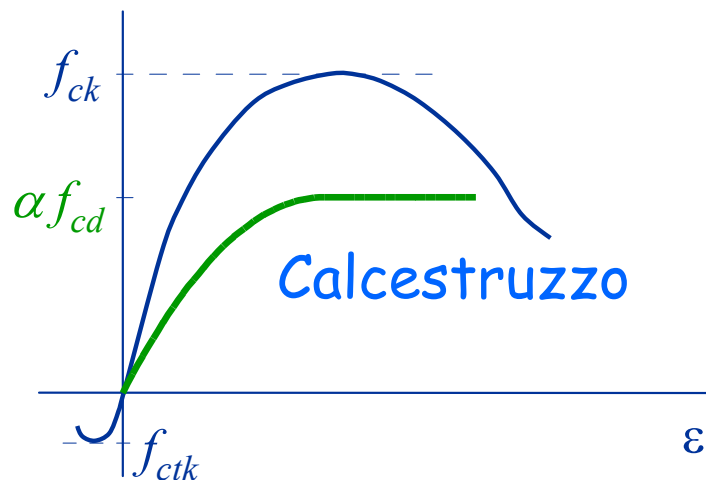
$$M_{Ed} \leq M_{Rd} (f_d = f_k / \gamma_F)$$

# Terza possibilità: applicare coefficienti di sicurezza sia alla resistenza che ai carichi

## Verifica allo stato limite ultimo

Le caratteristiche di sollecitazione che la sezione può sopportare devono essere valutate tenendo conto della non linearità del legame costitutivo

$M_{Rd}$



Le caratteristiche di sollecitazione prodotte dai carichi possono essere valutate con analisi non lineare, ma più comunemente si usa un'analisi lineare

$M_{Ed}$

# Riepilogo e confronto: tensioni ammissibili

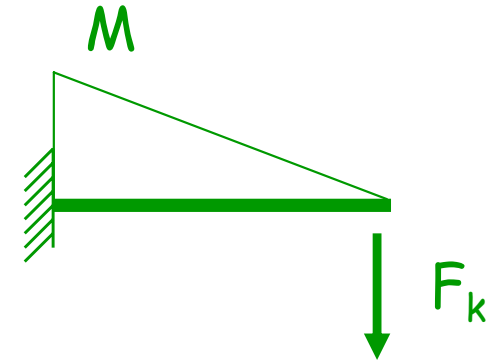
## 1 - Analisi dei carichi

si utilizzano i valori caratteristici

## 2 - Risoluzione (analisi strutturale)

si utilizza sempre un'analisi lineare;

si ottengono le caratteristiche di sollecitazione (es.  $M$ )



## 3 - Verifica della sezione

si determinano le tensioni massime

e le si confronta con quelle ammissibili

$$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma}$$

in alternativa, si determina la massima caratteristica di sollecitazione sopportabile (es  $M_{\max}$ ) - che corrisponde al raggiungimento della tensione ammissibile - e la si confronta con quella sollecitante

# Riepilogo e confronto: stato limite ultimo

## 1 - Analisi dei carichi

si utilizzano i valori di calcolo

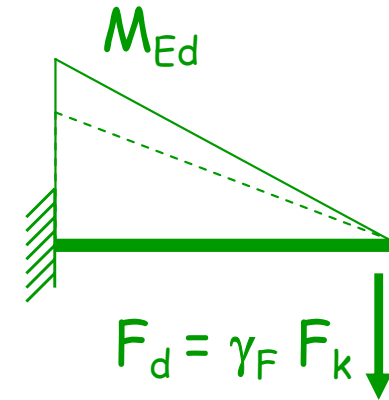
$1.3 \div 1.5 \times$  quelli caratteristici

## 2 - Risoluzione (analisi strutturale)

si utilizza normalmente un'analisi lineare; a volte, analisi non lineare  
si ottengono le caratteristiche di sollecitazione (es.  $M_{Ed}$ )

## 3 - Verifica della sezione

si determina la massima caratteristica di sollecitazione sopportabile (es.  $M_{Rd}$ ) - che corrisponde al raggiungimento della deformazione limite - e la si confronta con quella sollecitante



$$M_{Ed} \leq M_{Rd} (f_d = f_k / \gamma_F)$$

# Riepilogo e confronto: tensioni ammissibili - stato limite ultimo

T.A.

S.L.U.

Carichi

valori  
caratteristici

valori di calcolo  
(1.3÷1.5 maggiori)

Risoluzione

solo analisi  
lineare

di solito analisi lineare  
(car.soll. 1.3÷1.5 maggiori)

Verifica

controllo delle  
tensioni

---

valutazione di  
car.soll. massime

valutazione di  
car.soll. resistenti  
(maggiori - di quanto?)

## ... Tornando agli obiettivi

### Metodo degli stati limite

- Sopportare tutte le azioni . . .

cioè evitare il collasso . . .

Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

- Rimanere adatta all'uso . . .

ovvero limitare:

- deformazioni
- fessurazione (per c.a.)      ecc.

Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

# Stato Limite Ultimo

## 2.2.1 STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

I principali Stati Limite Ultimi, di cui al § 2.1, sono elencati nel seguito:

- a) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte; EQU
- b) spostamenti o deformazioni eccessive;
- c) raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d) raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme; STR
- e) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni; GEO
- f) rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- g) rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- h) instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

Altri stati limite ultimi sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite Ultimi sono quelli precisati nel § 3.2.1.

# Stato Limite di Esercizio

## **2.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)**

I principali Stati Limite di Esercizio, di cui al § 2.1, sono elencati nel seguito:

- a)* danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- b)* spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c)* spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d)* vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e)* danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- f)* corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite di Esercizio sono quelli precisati nel § 3.2.1.



# La "formula" della progettazione $R_3D_2$ : tre R e due D

- R      Resistenza: capacità di sopportare i carichi previsti
- D      Duttilità: capacità di andare in campo plastico senza collasso immediato
- R      Rigidezza: bassa deformazione sotto i carichi
- D      Durabilità: capacità di mantenere le caratteristiche nel tempo
- R

# Durabilità

- La struttura deve essere progettata così che il **degrado** nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme
- Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali
- La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva

# La "formula" della progettazione $R_3D_2$ : tre R e due D

- R      Resistenza: capacità di sopportare i carichi previsti
- D      Duttilità: capacità di andare in campo plastico senza collasso immediato
- R      Rigidezza: bassa deformazione sotto i carichi
- D      Durabilità: capacità di mantenere le caratteristiche nel tempo
- R      Robustezza: bassa sensibilità a modeste variazioni di carico o schema

# La "formula" della progettazione una quarta R?

- R Resistenza: capacità di sopportare i carichi previsti
- D Duttilità: capacità di andare in campo plastico senza collasso immediato
- R Rigidezza: bassa deformazione sotto i carichi
- D Durabilità: capacità di mantenere le caratteristiche nel tempo
- R Robustezza: bassa sensibilità a modeste variazioni di carico o schema
- R Risparmio: limitazione dei costi, nel rispetto degli obiettivi

# Le costruzioni

## Classificazione generale

# Vita nominale $V_N$

- **Vita nominale:**  
numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita nominale $V_N$
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$ anni
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$ anni
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$ anni

# Classe d'uso

- Classe d'uso:  
è legata alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche

TIPI DI COSTRUZIONE	Classe d'uso
Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	I
Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali	II
Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi	III
Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità	IV

# Vita nominale e classe d'uso

A cosa servono?

Esclusivamente per individuare il periodo di riferimento  $V_R$  per l'azione sismica

$$V_R = V_N \times C_U \geq 35 \text{ anni}$$

Il coefficiente d'uso  $C_U$  dipende dalla classe d'uso

Classe d'uso	I	II	III	IV
$C_U$	0.7	1.0	1.5	2.0



# Periodo di riferimento $V_R$ per l'azione sismica

<div>Vita nominale</div> <div>Classe d'uso</div>	I	II	III	IV
10	35	35	35	35
50	35	50	75	100
100	70	100	150	200

Esempio: edificio per abitazione

Opera ordinaria

Normale affollamento

# Le azioni sulle costruzioni

## Indicazioni generali

# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
- Secondo la risposta strutturale
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo

# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
  - Dirette:  
forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili
  - Indirette:  
spostamenti impressi, variazioni di temperatura e di umidità, ritiro, precompressione, cedimenti di vincolo
  - Degrado:  
endogeno - alterazione naturale  
esogeno - alterazione dovuta ad agenti esterni
- Secondo la risposta strutturale
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo

# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
- Secondo la risposta strutturale
  - Statiche:  
azioni che non provocano accelerazioni significative della struttura o di alcune sue parti
  - Pseudo-statiche:  
azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente
  - Dinamiche:  
azioni che causano significative accelerazioni della struttura o dei suoi componenti
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo

# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
- Secondo la risposta strutturale
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo
  - Permanenti:  $G$   
variazione nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti
  - Variabili:  $Q$   
azioni con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo
  - Eccezionali:  $A$   
azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura
  - Sismiche:  $E$   
azioni derivanti dai terremoti

# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
- Secondo la risposta strutturale
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo
  - Permanenti:  $G$ 
    - $G1$  - Peso proprio degli elementi strutturali
    - $G2$  - Peso proprio degli elementi non strutturali
    - importante distinzione tra "compiutamente definiti" e non
  - $P$  - Precompressione
  - e inoltre spostamenti impressi, ritiro, viscosità, ecc.
  - Variabili:  $Q$
  - Eccezionali:  $A$
  - Sismiche:  $E$

# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
- Secondo la risposta strutturale
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo
  - Permanenti:  $G$
  - Variabili:  $Q$ 

di lunga durata - agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura

di breve durata - agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura
  - Eccezionali:  $A$
  - Sismiche:  $E$



# Classificazione delle azioni

- In base al modo di esplicarsi
- Secondo la risposta strutturale
- Secondo la variazione della loro intensità nel tempo

- Permanenti:  $G$
- Variabili:  $Q$
- Eccezionali:  $A$

incendi

esplosioni

urti di veicoli

di solito queste azioni non vengono prese  
espressamente in conto nella progettazione

- Sismiche:  $E$

# Altri aspetti generali da trattare

- **Caratterizzazione delle azioni elementari** (punto 2.5.2)  
Valore di combinazione. Valore frequente, quasi permanente
- **Combinazione delle azioni** (punto 2.5.3)  
Combinazioni per SLU e per SLE
- **Coefficienti parziali di sicurezza** (punto 2.6)  
Valori dei coefficienti  $\gamma$

Saranno trattati più avanti,  
in questo modulo

# Tipi di azioni sulle costruzioni

## NTC08 cap. 3

- Par. 3.1 Carichi relativi ad opere civile e industriali  
Vedere anche Eurocodice 1, parte 1.1  Dopo
- Par. 3.2 Azione sismica  
Vedere anche Eurocodice 8, parte 1  Ora
- Par. 3.3 Azioni del vento  
Vedere anche Eurocodice 1, parte 1.4  Dopo
- Par. 3.4 Azioni della neve  
Vedere anche Eurocodice 1, parte 1.3
- Par. 3.5 Azioni della temperatura  
Vedere anche Eurocodice 1, parte 1.5
- Par. 3.6 Azioni eccezionali (incendio, esplosioni, urti)  
Incendio: EC1, parte 1.2 - Esplosioni, urti: EC1, parte 1.7