

Corso di aggiornamento

Progettazione strutturale sulla base delle
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

Verifica sismica di edifici esistenti in c.a.

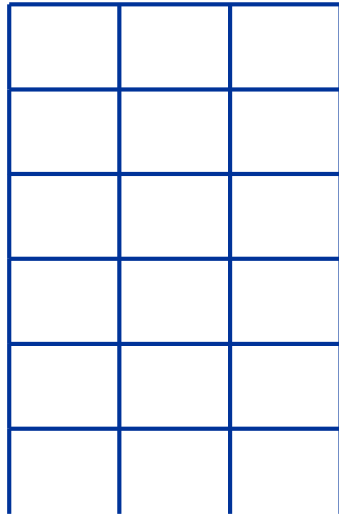
4 - Valutazione del comportamento e verifiche

Spoletto

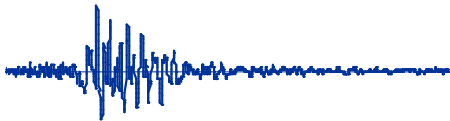
25-27 febbraio 2010

Aurelio Gheresi

Risposta dinamica elastica

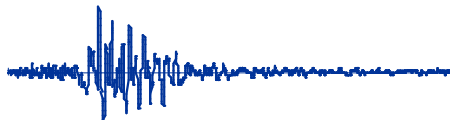
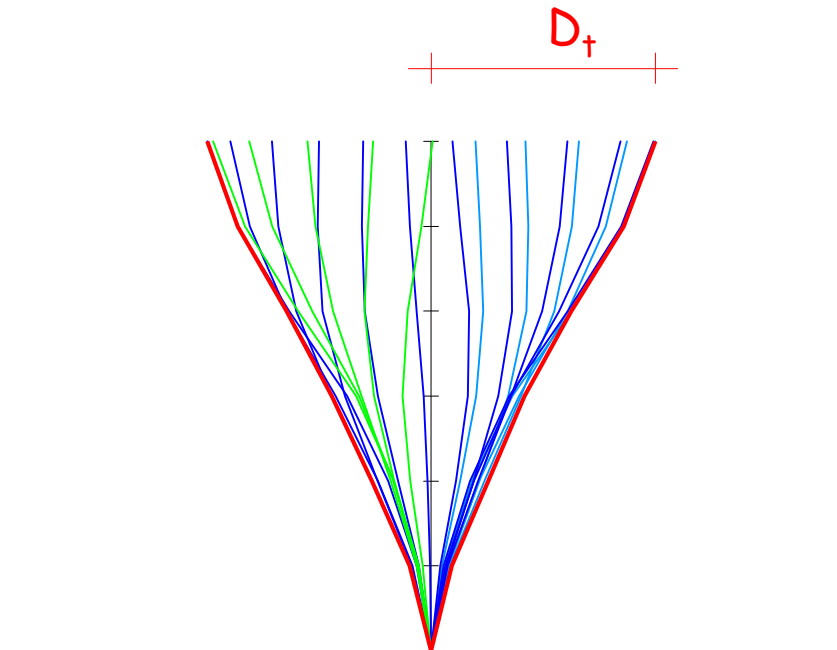
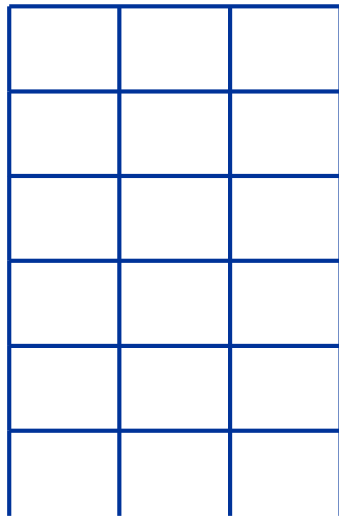


Modello della struttura:
elastico lineare



Integrazione delle equazioni
dinamiche del moto

Risposta dinamica elastica

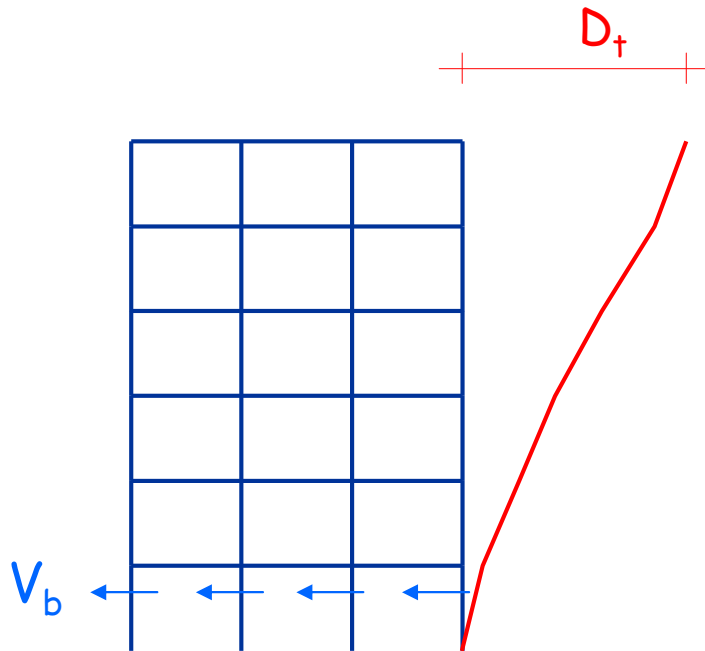


La struttura si deforma nel tempo

La forma della deformata varia nel tempo

L'analisi modale fornisce l'involuppo degli spostamenti

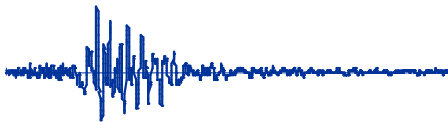
Risposta dinamica elastica



L'analisi modale fornisce i valori massimi di:

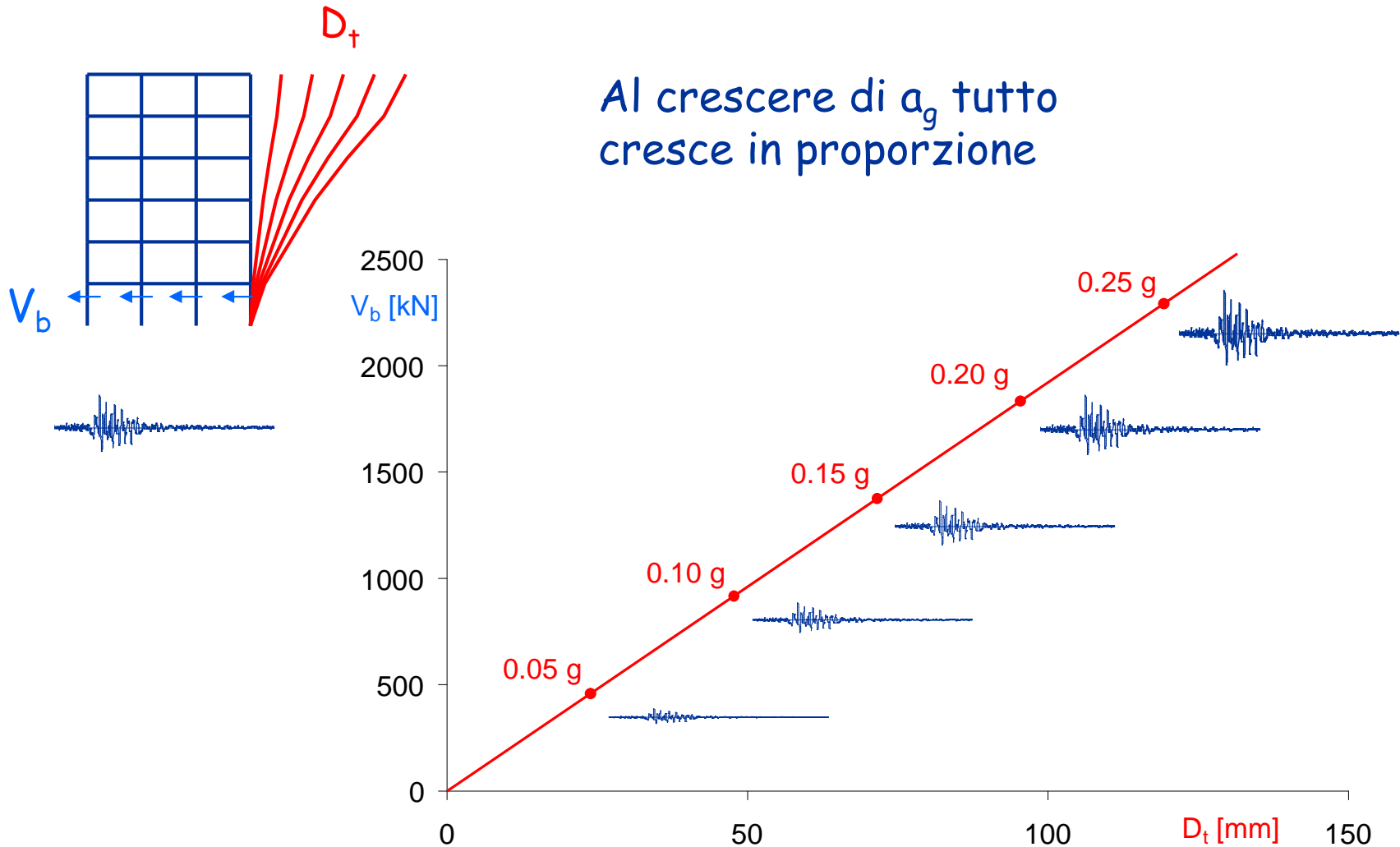
- Spostamenti
- Caratteristiche di sollecitazione

V_b taglio massimo al piede

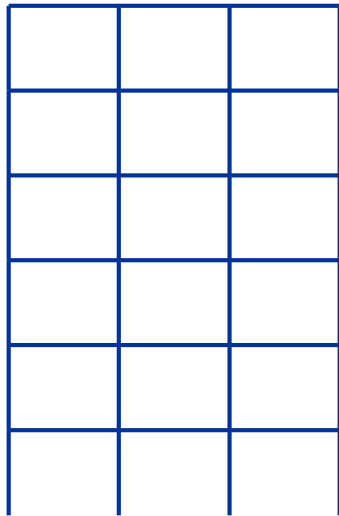


L'analisi modale fornisce l'involuppo degli spostamenti

Risposta dinamica elastica



Comportamento oltre il limite elastico



Modello per i materiali



Legame momento-curvatura
($M-\chi$) per la sezione
mediante modello a fibre



Modello di telaio con
cerniere plastiche

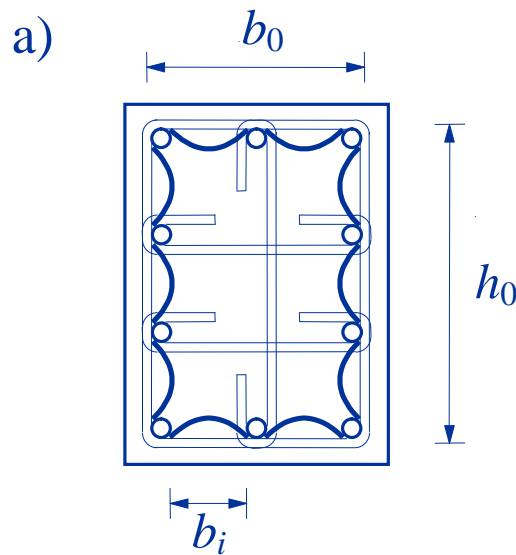


Modello di telaio
a fibre

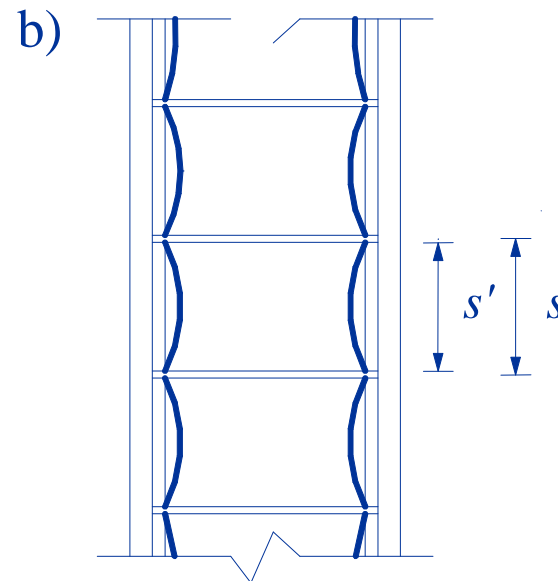
Modello per i materiali calcestruzzo

Problemi:

- Distinzione tra ricoprimento e nucleo confinato
- Efficacia del confinamento



$$\omega_{st} = \frac{\sum A_{st} l_{st}}{b_0 h_0 s} \frac{f_y}{f_c}$$

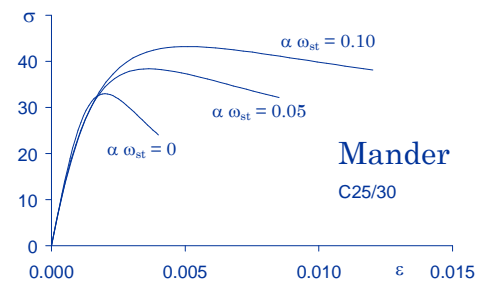
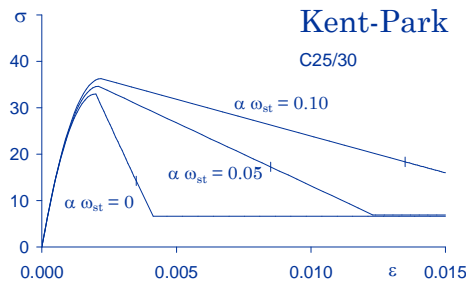
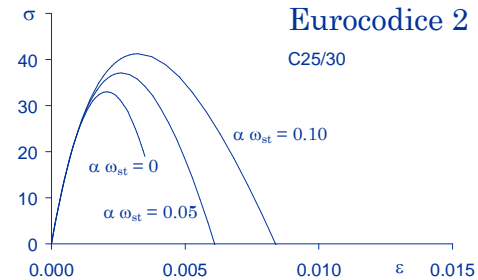
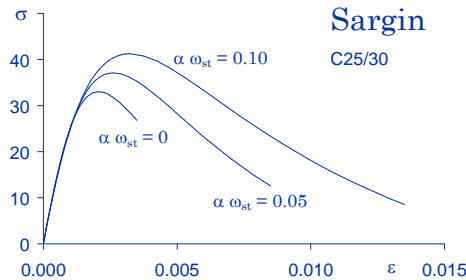


$$\sigma_{c,trasv} = 0.5 \alpha \omega_{st} f_c$$

Modello per i materiali calcestruzzo

Modelli:

- Esistono numerose proposte, molto diverse



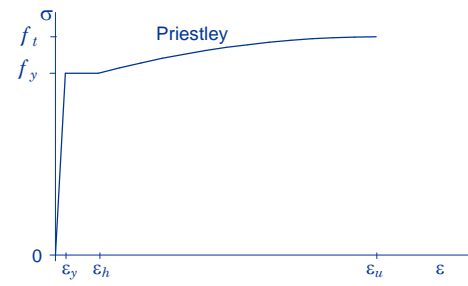
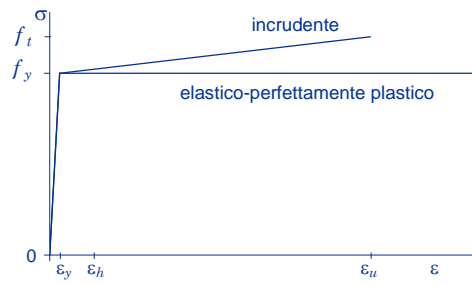
Si veda ad esempio:

A. Ghersi, Il cemento armato, Dario Flaccovio editore, 2010

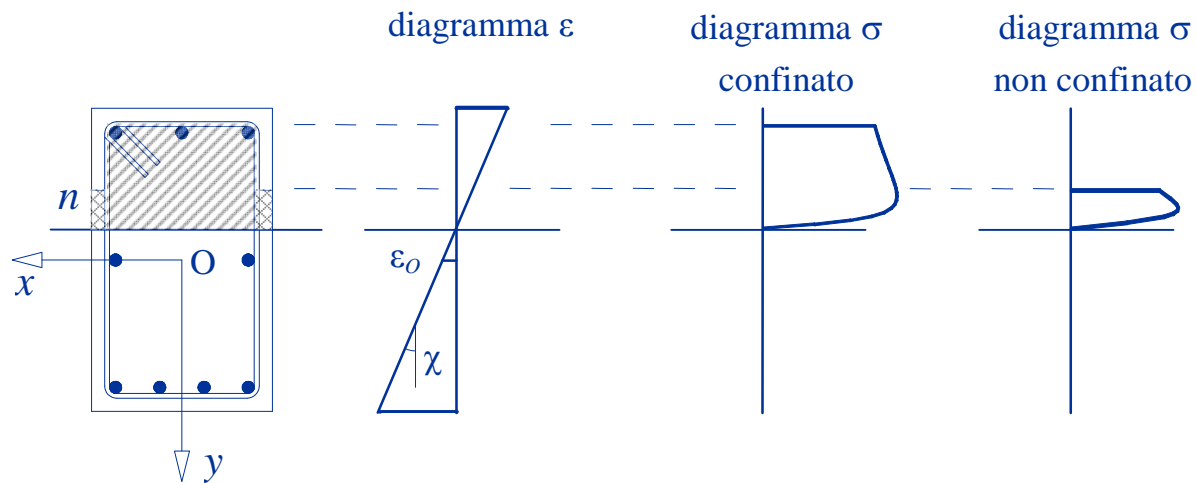
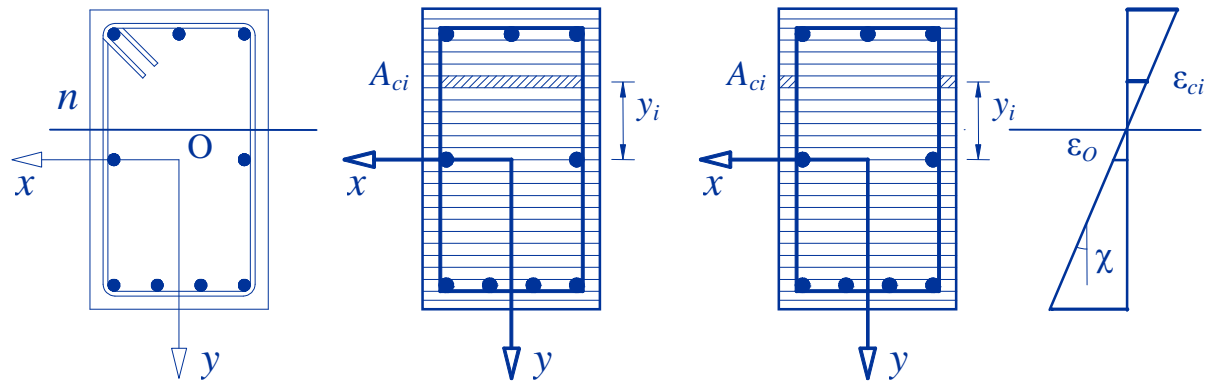
Modello per i materiali acciaio

Modelli:

- Esistono alcune proposte, leggermente diverse

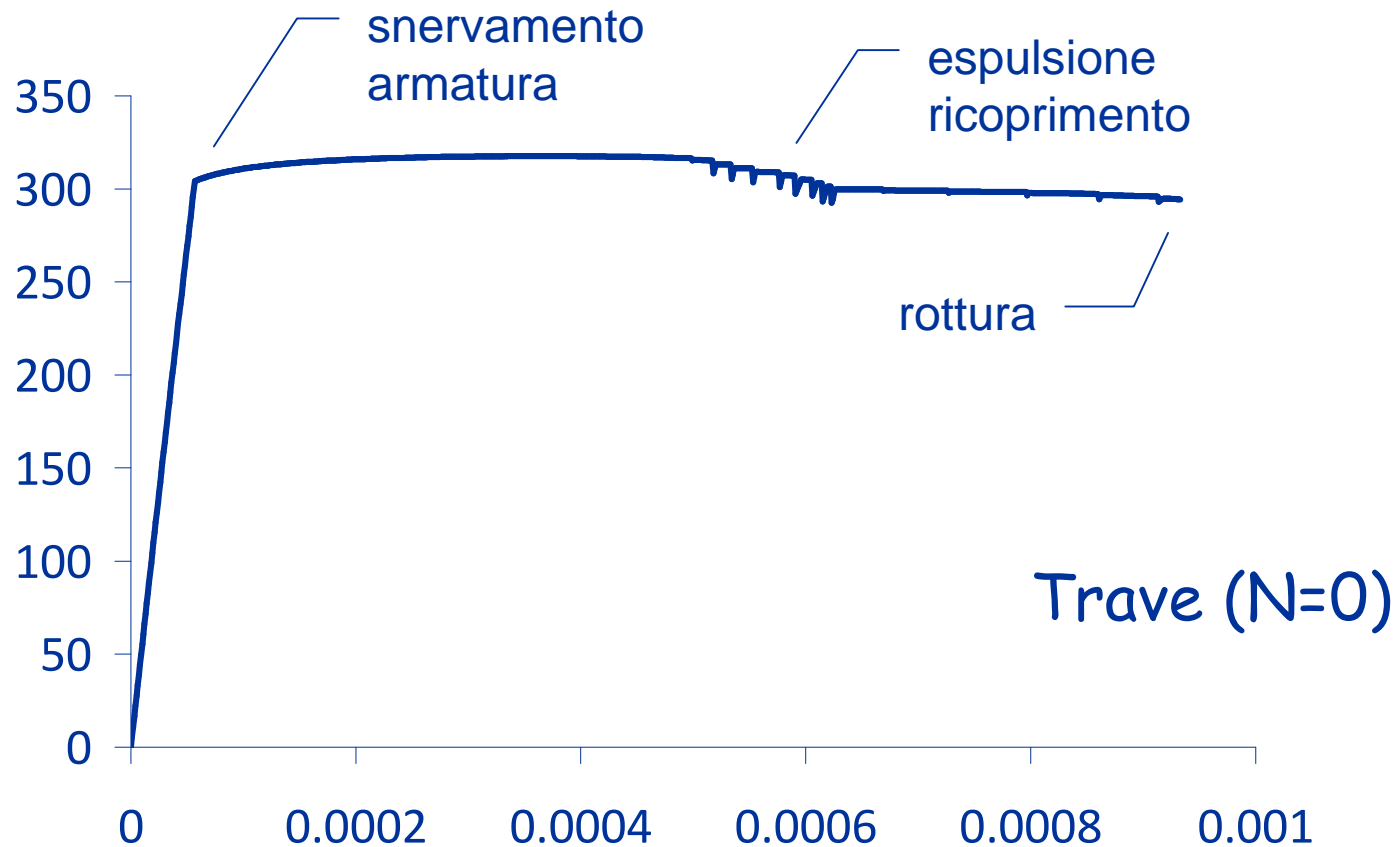


Legame momento-curvatura mediante modello a fibre



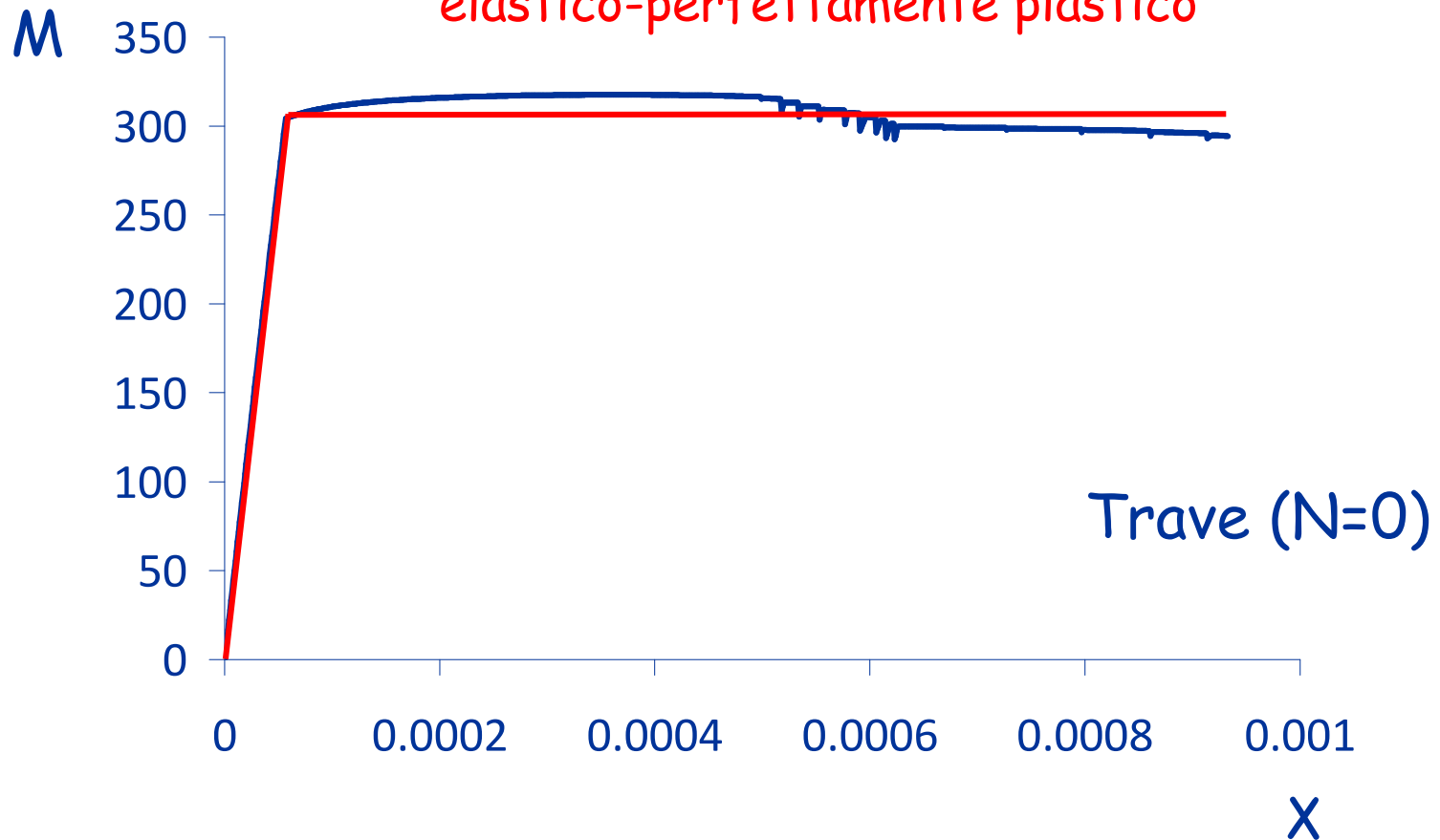
N, M

Legame momento-curvatura mediante modello a fibre

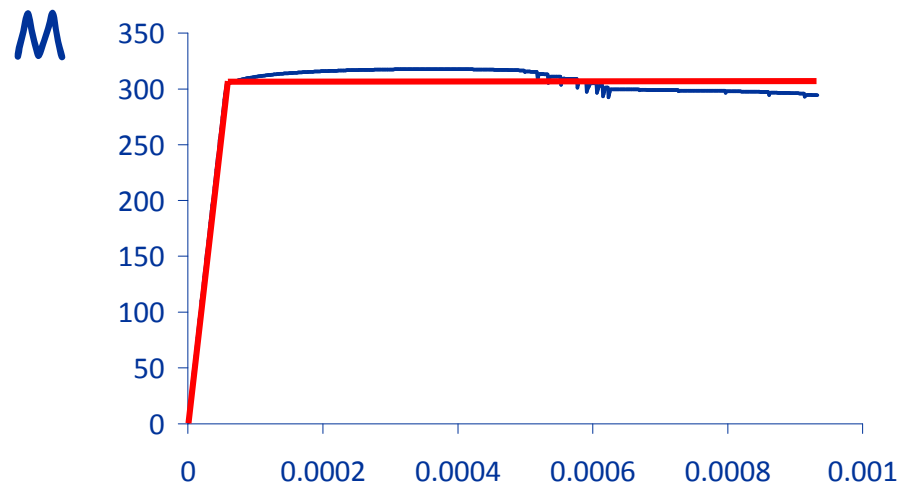
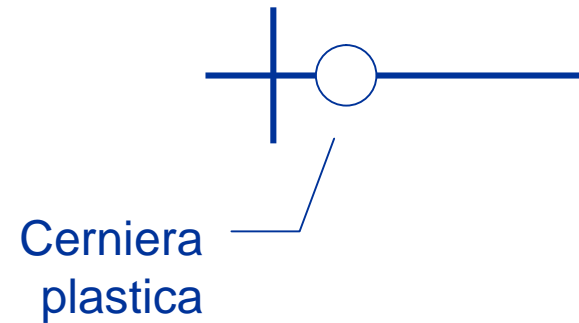
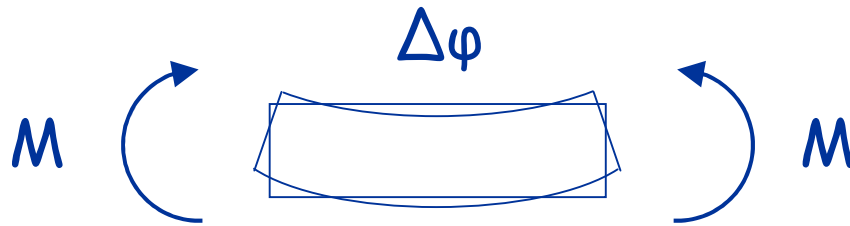


Legame momento-curvatura mediante modello a fibre

È facile schematizzarlo come
elastico-perfettamente plastico



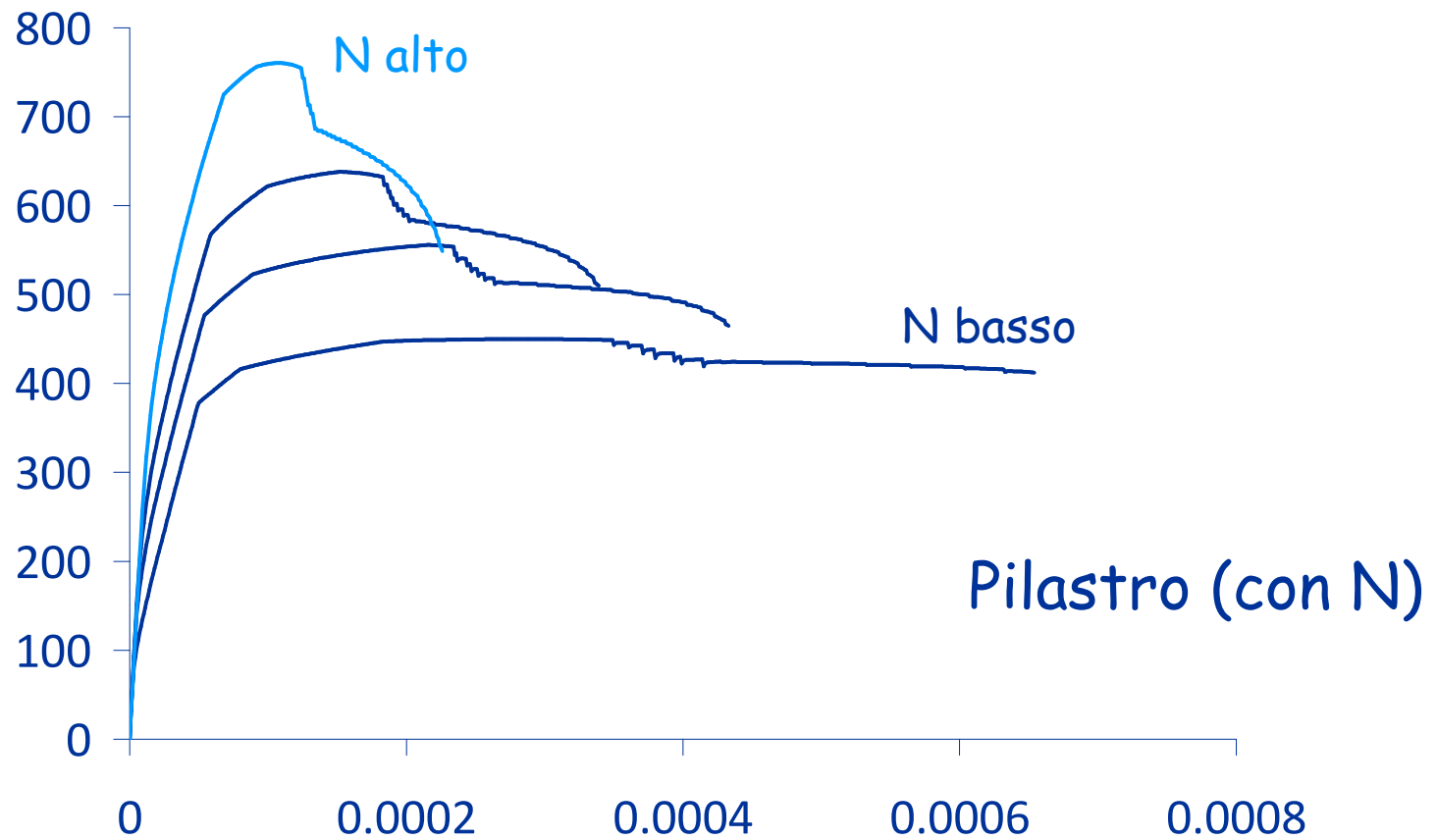
Cerniera plastica concio di trave



Trave ($N=0$)

$x \rightarrow \Delta\varphi$

Legame momento-curvatura mediante modello a fibre



Legame momento-curvatura mediante modello a fibre

Problemi (per i pilastri - telai piani)

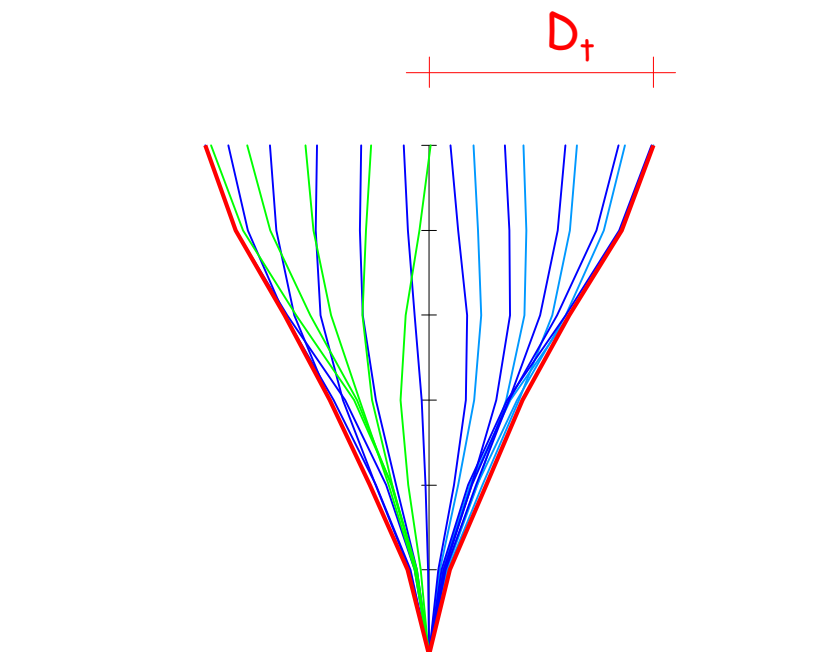
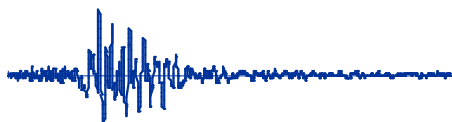
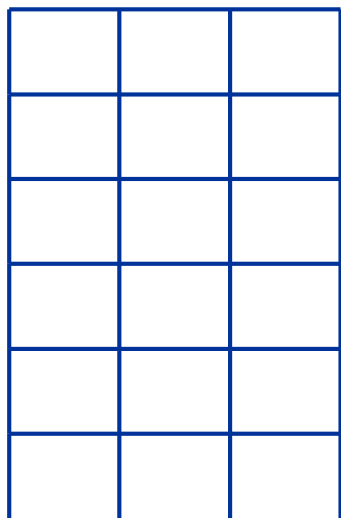
- Resistenza e duttilità variano con lo sforzo normale
- Se lo sforzo normale è alto:
 - È difficile schematizzare il legame con un a bilatera elastica-perfettamente plastica
 - C'è un ramo decrescente molto accentuato, con forte perdita di resistenza
 - La duttilità si riduce fortemente

Legame momento-curvatura mediante modello a fibre

Problemi (per i pilastri - telai spaziali)

- Occorre tener conto della interazione tra N , M_x ed M_y
- La modellazione è difficile ed i risultati potrebbero non essere attendibili

Risposta dinamica inelastica



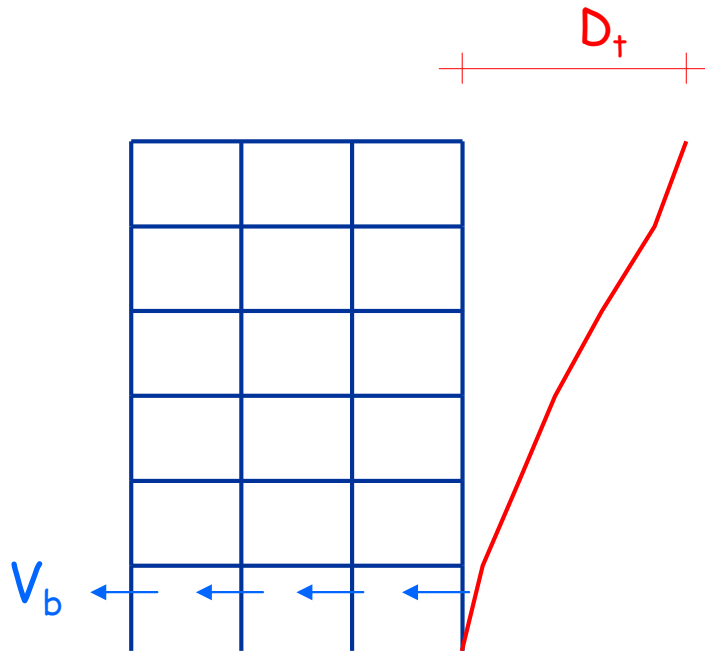
La struttura si deforma nel tempo

La forma della deformata varia nel tempo

Compaiono e scompaiono cerniere

L'analisi dinamica non lineare fornisce
l'involuppo degli spostamenti

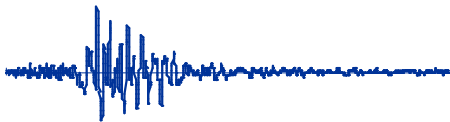
Risposta dinamica inelastica



L'analisi dinamica non lineare fornisce i valori massimi di:

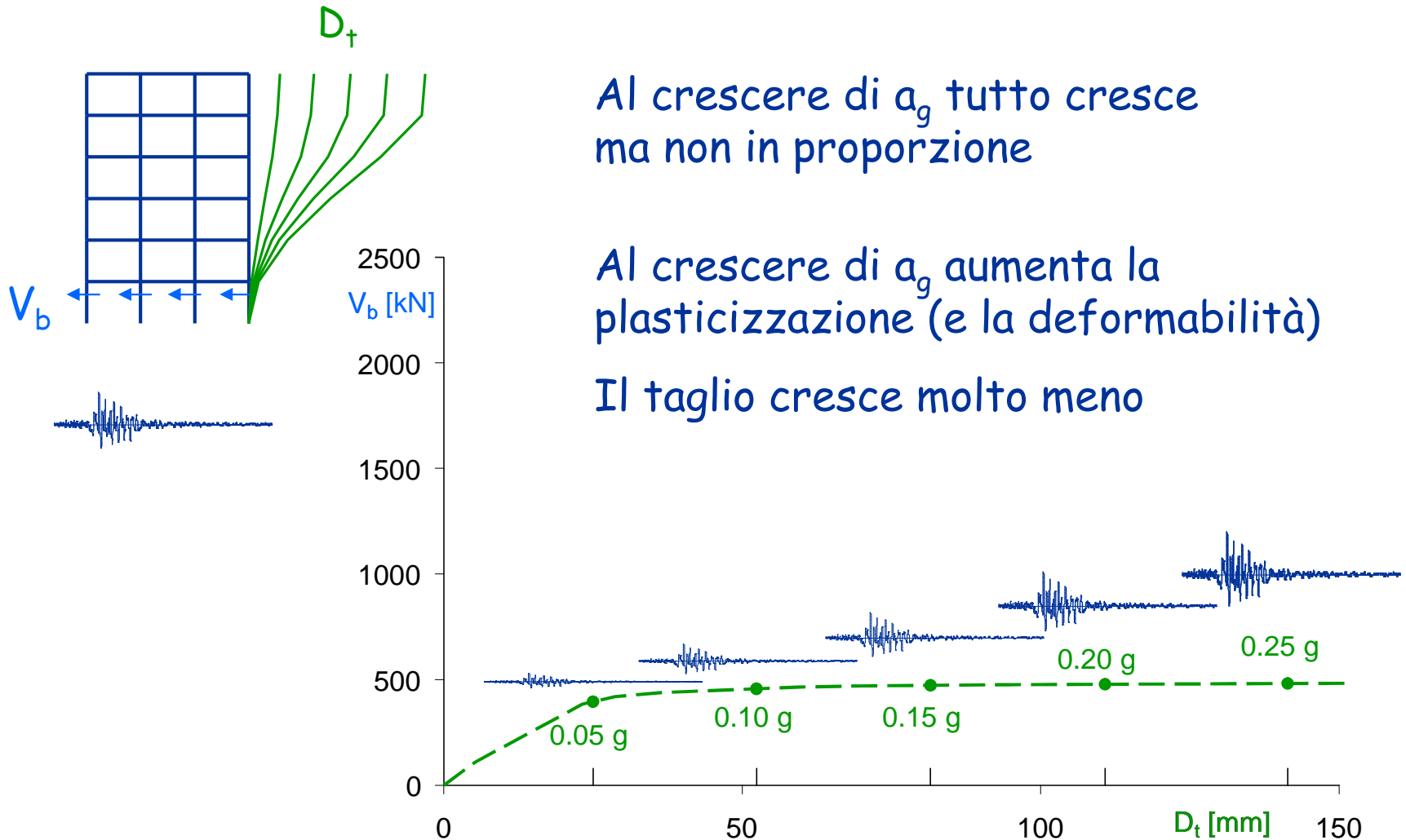
- Spostamenti
- Caratteristiche di sollecitazione
- Rotazioni plastiche

V_b taglio massimo al piede

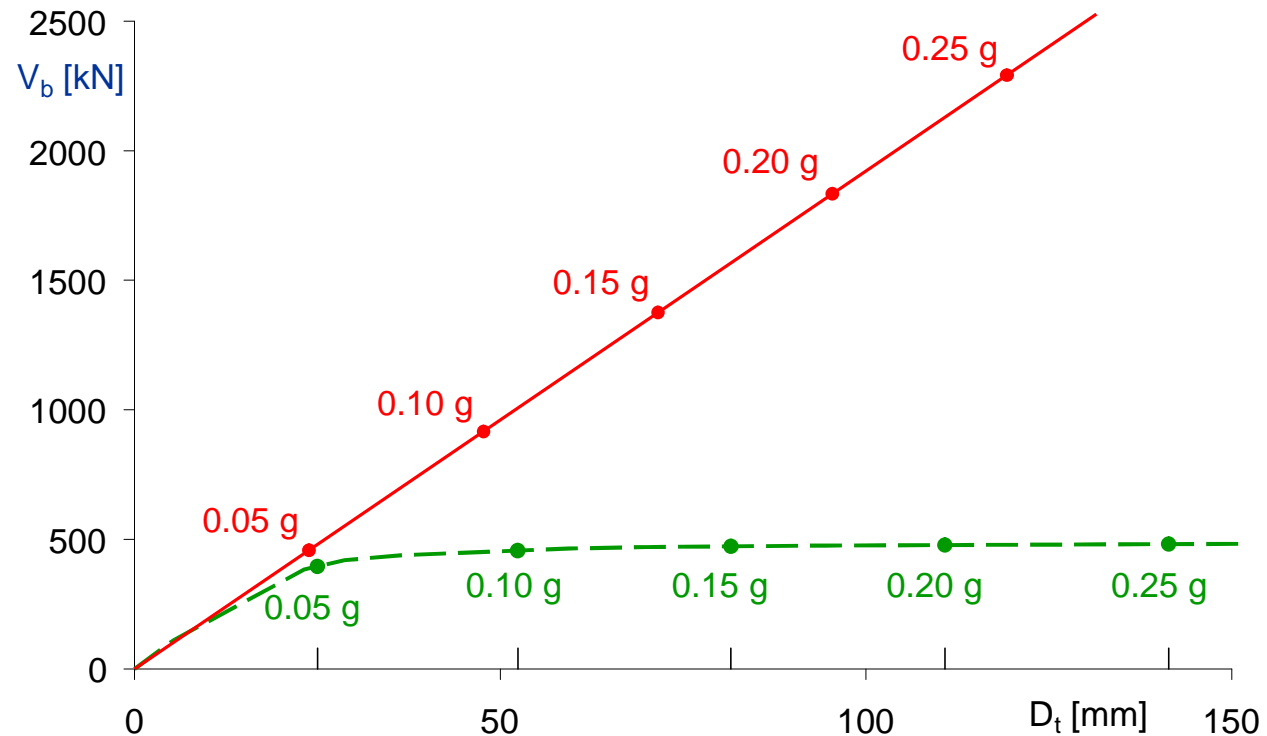
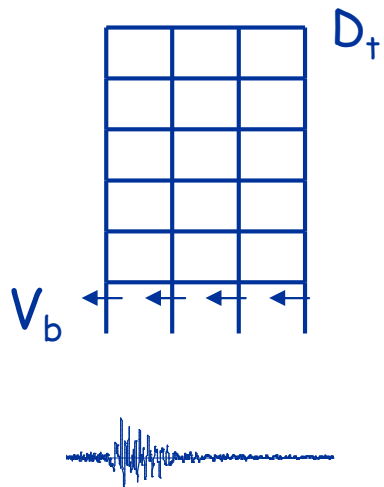


L'analisi dinamica non lineare fornisce l'involuppo degli spostamenti

Risposta dinamica inelastica

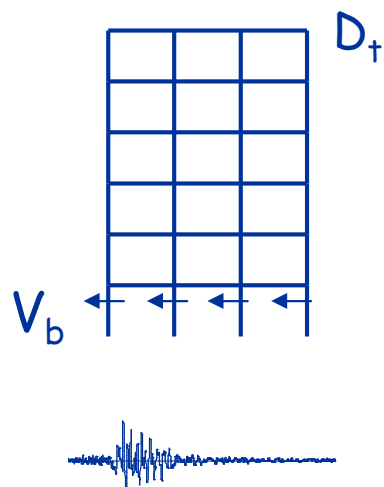


Confronto tra risposta dinamica elastica e inelastica

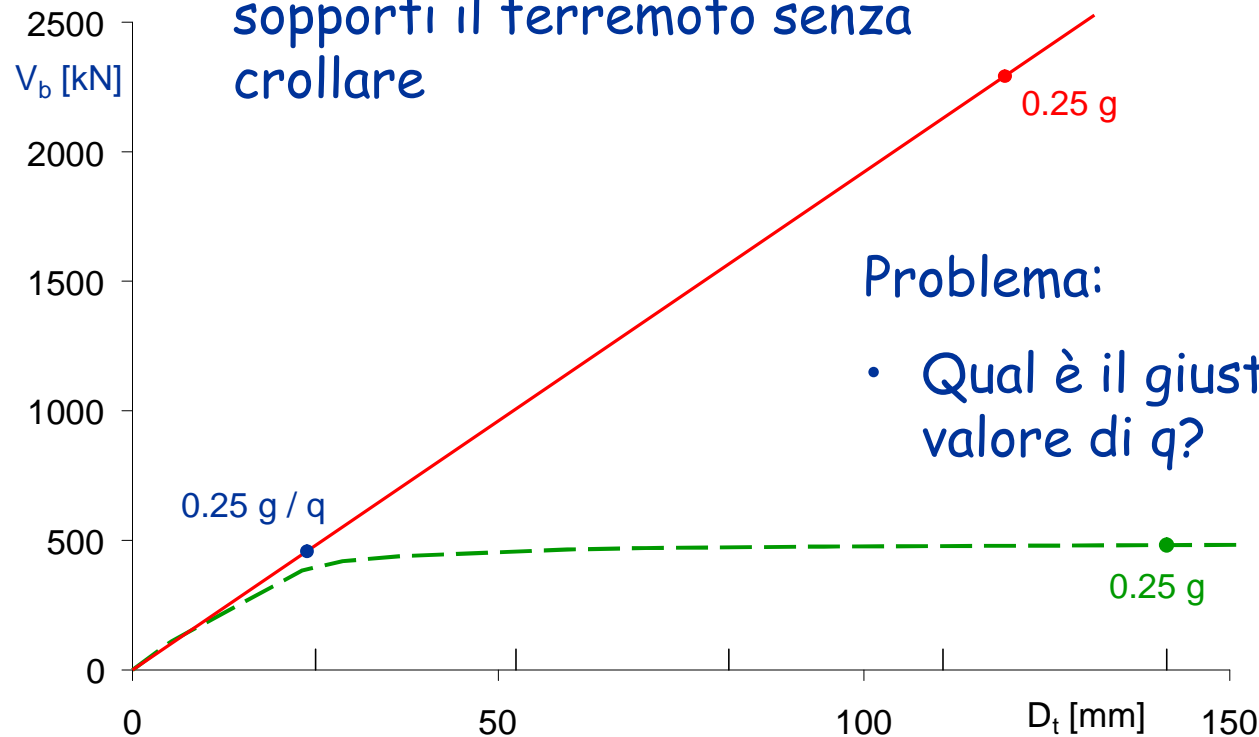


Alternative all'analisi dinamica inelastica

Analisi modale e riduzione con fattore di struttura q



Si ipotizza che, grazie alla duttilità, una struttura progettata con forze ridotte sopporti il terremoto senza crollare

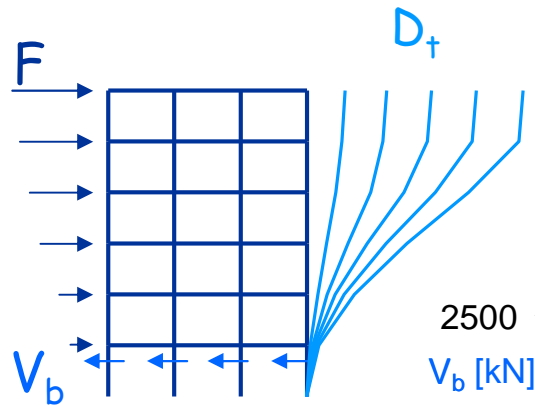


Problema:

- Qual è il giusto valore di q ?

Alternative all'analisi dinamica inelastica

Analisi statica non lineare



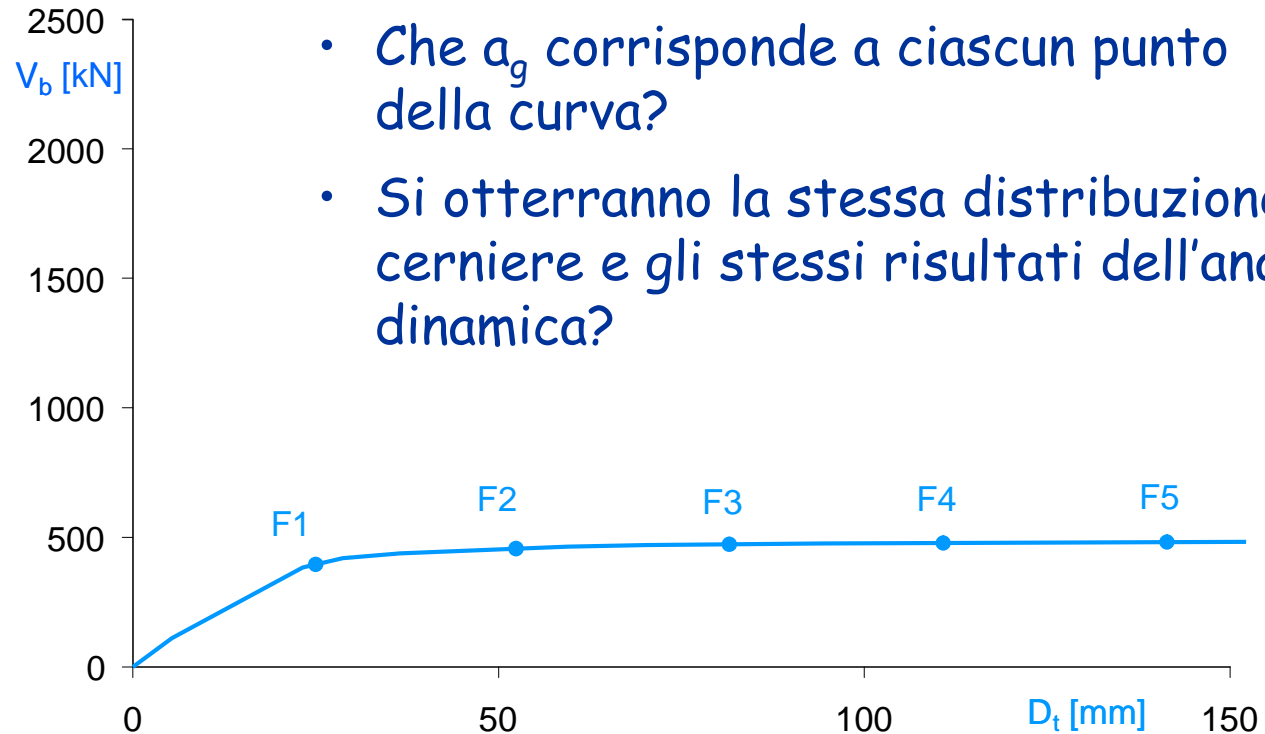
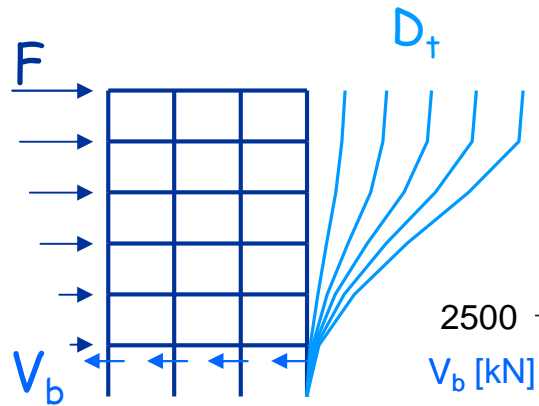
Si applica una distribuzione di F
e la si fa crescere

Al crescere di F si ha una
progressiva plasticizzazione
della struttura



Alternative all'analisi dinamica inelastica

Analisi statica non lineare



Problemi:

- Quale distribuzione di forze usare?
- Che a_g corrisponde a ciascun punto della curva?
- Si otterranno la stessa distribuzione di cerniere e gli stessi risultati dell'analisi dinamica?

Collasso di un edificio

- Rottura fragile:
rottura a taglio delle sezioni di pilastri e travi,
rotture a taglio dei nodi, scorrimento tra testa
pilastro e trave in corrispondenza alle riprese di
getto
- Rottura per esaurimento della duttilità:
estese plasticizzazioni agli estremi delle aste, fino
al raggiungimento della rotazione ultima di una
sezione

Rottura fragile

- Edifici antisismici di nuova progettazione:
la rottura fragile viene evitata con il criterio di gerarchia delle resistenze
(gerarchia taglio-flessione)
- Edifici esistenti:
il rischio di rottura fragile è forte
la rottura spesso avviene già per bassi valori di a_g

Si può verificare in termini di resistenza,
con analisi lineare, senza fattore di struttura (o con
valore molto basso)

Rottura per esaurimento della duttilità

- Edifici antisismici di nuova progettazione:
una richiesta eccessiva di duttilità viene evitata con
il criterio di gerarchia delle resistenze
(gerarchia pilastro-trave, per evitare meccanismi di
piano)
- Edifici esistenti:
potrebbero esserci meccanismi di piano che fanno
esaurire presto la duttilità

Si può verificare in termini di resistenza,
con analisi lineare, con basso fattore di struttura

Oppure in termini di deformazioni,
con analisi lineare o non lineare