

Corso di aggiornamento
Progettazione strutturale sulla base delle
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

Progetto e verifica di edifici antisismici in c.a.

4 - Spettri di progetto

Spoletto
10-12 dicembre 2009
Aurelio Ghersi

Risposta sismica

Schemi a un grado di libertà
in campo plastico

È possibile progettare le strutture
in modo che rimangano in campo elastico?

L'accelerazione massima del suolo, per terremoti
con elevato periodo di ritorno, è molto forte (0.35 g
in zone ad alta sismicità)

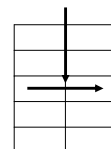
Per strutture con periodo medio-bassi si ha una
notevole amplificazione dell'accelerazione, rispetto
a quella del suolo (circa 2.5 volte)

Le azioni inerziali (forze orizzontali indotte dal
sisma) possono essere comparabili con le azioni
verticali

È possibile progettare le strutture
in modo che rimangano in campo elastico?

Azioni orizzontali comparabili
con le azioni verticali

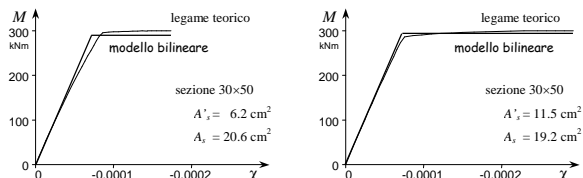
Le sollecitazioni provocate
dalle azioni orizzontali sono
molto forti



Non è economicamente conveniente progettare la
struttura in modo che rimanga in campo elastico

Comportamento oltre il limite elastico

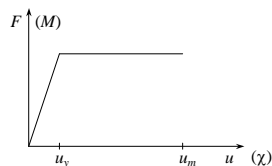
Occorre tener conto del comportamento non lineare
delle singole sezioni



Il comportamento reale viene in genere
rappresentato con un modello più semplice, bilineare
(elastico-perfettamente plastico)

Comportamento oltre il limite elastico

Legame elastico-perfettamente plastico

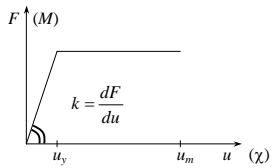


È caratterizzato da tre
parametri fondamentali:

- Rigidezza
- Resistenza
- Duttilità

Comportamento oltre il limite elastico

Legame elastico-perfettamente plastico



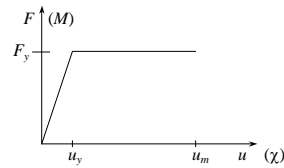
È caratterizzato da tre parametri fondamentali:

- Rigidezza
- Resistenza
- Duttilità

Rigidezza = inclinazione del diagramma

Comportamento oltre il limite elastico

Legame elastico-perfettamente plastico



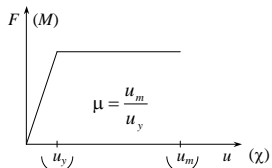
È caratterizzato da tre parametri fondamentali:

- Rigidezza
- Resistenza
- Duttilità

Resistenza = soglia di plasticizzazione

Comportamento oltre il limite elastico

Legame elastico-perfettamente plastico



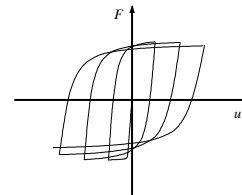
È caratterizzato da tre parametri fondamentali:

- Rigidezza
- Resistenza
- Duttilità

Duttilità = capacità di deformarsi plasticamente

Comportamento oltre il limite elastico

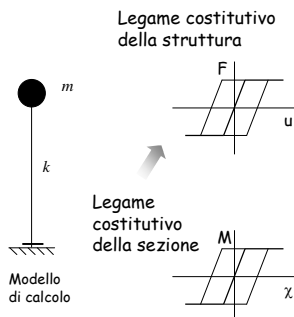
Per una valutazione della risposta sismica, occorre anche tener conto del comportamento ciclico, con i possibili degni di rigidezza e resistenza



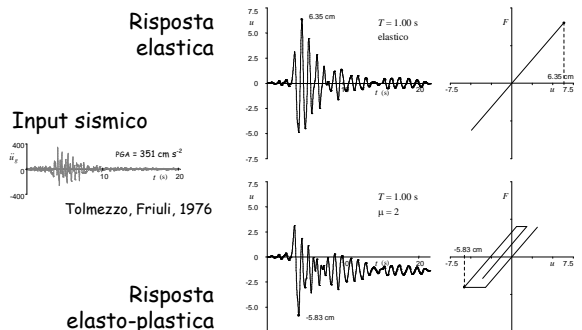
Risposta sismica di un oscillatore semplice elasto-plastico



Foto



Risposta sismica di un oscillatore semplice elasto-plastico

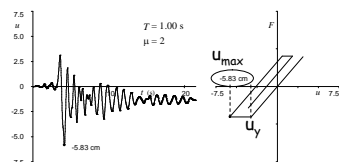


Richiesta di duttilità

Il rapporto tra lo spostamento massimo u_{max} ottenuto come risposta al sisma e lo spostamento u_y di plasticizzazione è la duttilità necessaria al sistema per non collassare (richiesta di duttilità)

In genere, abbassando la resistenza aumenta la richiesta di duttilità

Risposta elasto-plastica

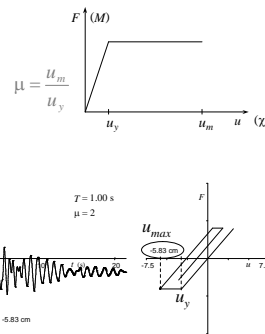


Progettazione di strutture elasto-plastiche

È possibile progettare la struttura con una forza ridotta, accettando la sua plasticizzazione, purché la duttilità disponibile sia maggiore di quella richiesta

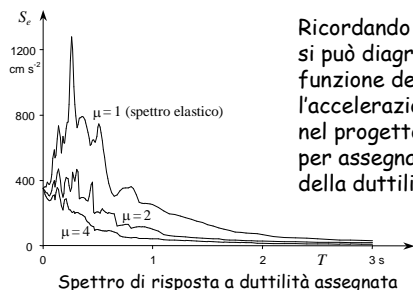
sia maggiore di quella richiesta

Risposta elasto-plastica



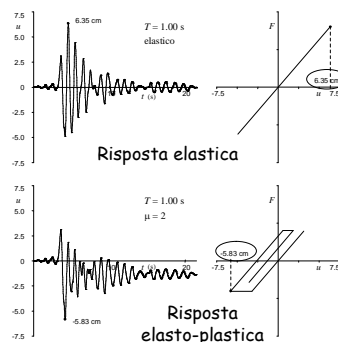
Progettazione di strutture elasto-plastiche

La resistenza può essere ridotta tanto da far coincidere la duttilità disponibile con quella richiesta

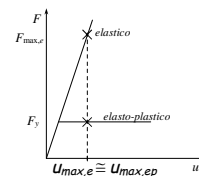


Ricordando che $F = m a$, si può diagrammare in funzione del periodo l'accelerazione da usare nel progetto, per assegnati valori della duttilità μ

Progettazione di strutture elasto-plastiche



Le analisi numeriche mostrano che lo spostamento di schemi elastici ed elasto-plastici è più o meno lo stesso

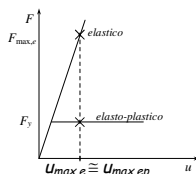


Progettazione di strutture elasto-plastiche

La forza di progetto può essere ottenuta dividendo la forza necessaria per mantenere la struttura in campo elastico per la duttilità

$$F_d = F_y = \frac{F_{max,e}}{\mu}$$

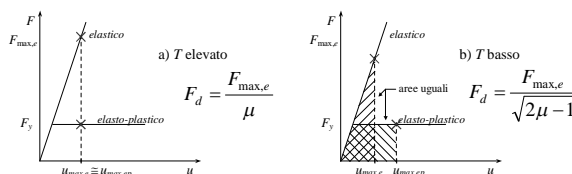
Le analisi numeriche mostrano che lo spostamento di schemi elastici ed elasto-plastici è più o meno lo stesso



Progettazione di strutture elasto-plastiche

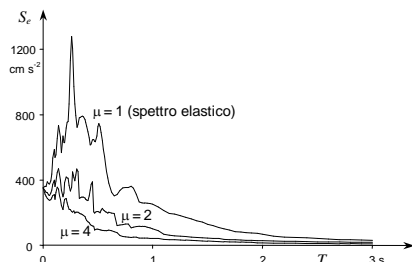
Il principio di uguaglianza di spostamenti vale solo per strutture con periodo medio-alto

Per strutture con periodo basso si può pensare ad una uguaglianza in termini energetici



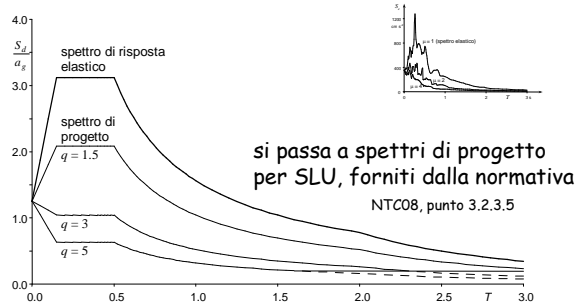
Spettri di progetto di normativa

Dagli spettri di risposta a duttilità assegnata



Spettri di progetto di normativa

Dagli spettri di risposta a duttilità assegnata

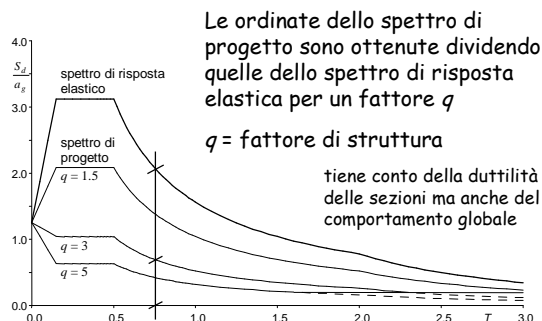


Progetto a duttilità assegnata

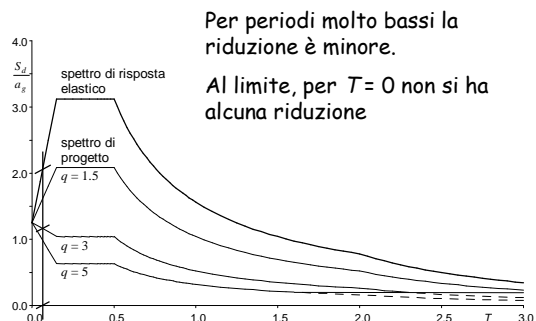
- Nota la duttilità, si può ricavare l'accelerazione (e quindi le forze) di progetto dagli spettri di risposta a duttilità assegnata.
- Risolvendo lo schema strutturale soggetto a queste forze (con analisi lineare) si verificano le sezioni.
- Se la struttura sopporta queste azioni ed ha la duttilità prevista, può sopportare (in campo inelastico) il terremoto.

Spettri di progetto per SLV NTC 08 (D.M. 14/1/2008)

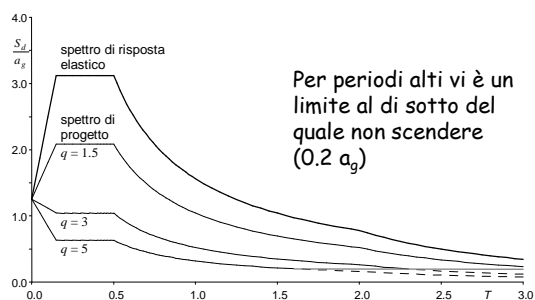
Spettri di progetto di normativa



Spettri di progetto di normativa

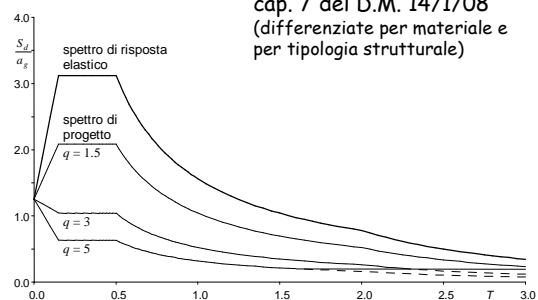


Spettri di progetto di normativa



Spettri di progetto di normativa accelerazioni orizzontali

Il valore del fattore di struttura q è definito nel cap. 7 del D.M. 14/1/08 (differenziate per materiale e per tipologia strutturale)



Spettri di progetto di normativa accelerazioni verticali

