

Corso

# Dinamica delle strutture e progetto di costruzioni in zona sismica - mod. B

Catania

marzo-maggio 2018

08 - Scelta della classe di duttilità e del valore di  $q$

Aurelio Ghersi

# Classe di duttilità e valore di $q$

- La normativa richiede di scegliere se progettare la struttura come
  - Struttura non dissipativa
  - Struttura dissipativa con classe di duttilità alta (A)
  - Struttura dissipativa con classe di duttilità media (B)
- Realizzare la struttura come non dissipativa è possibile solo quando l'azione sismica è modesta
- Per strutture dissipative il valore massimo ammesso per il fattore di comportamento  $q$  dipende dalla classe di duttilità adottata

# Classe di duttilità e valore di $q$

- La scelta della classe di duttilità:
  - Condiziona in maniera abbastanza rilevante i dettagli costruttivi (in particolare, la quantità di staffe da disporre in travi, pilastri, nodi)
  - Condiziona in maniera modesta la gerarchia delle resistenze per taglio (travi, pilastri, nodi)
  - Condizionava nelle NTC08, ma ora non più, la gerarchia delle resistenze a flessione per i pilastri
- A parità del valore di  $q$ :
  - L'uso della classe di duttilità "B" può comportare modeste semplificazioni e riduzioni di costo

Con le NTC08 le differenze erano maggiori, ora sono molto ridotte

# Classe di duttilità e valore di $q$

- La normativa impone di usare classe di duttilità "B" per:
  - strutture a pareti estese debolmente armate
  - strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica realizzati con travi a spessore
- Per tutte le altre strutture occorre decidere se:
  - progettare la struttura per classe di duttilità "A" oppure "B"
  - utilizzare il valore di  $q$  massimo fornito per quella classe di duttilità oppure un valore più basso

# Classe di duttilità e valore di $q$

In generale:

- Con un fattore di struttura alto le azioni sismiche sono minori e quindi (a parità di  $T$ ) possibilità di usare sezioni minori e disporre meno armatura
- Con classe di duttilità "A" si hanno alcune penalizzazioni (in termini di costo) nei dettagli costruttivi e nella gerarchia delle resistenze

Per questo motivo:

- I pro e i contro potrebbero bilanciarsi, ma non è facile dirlo a priori

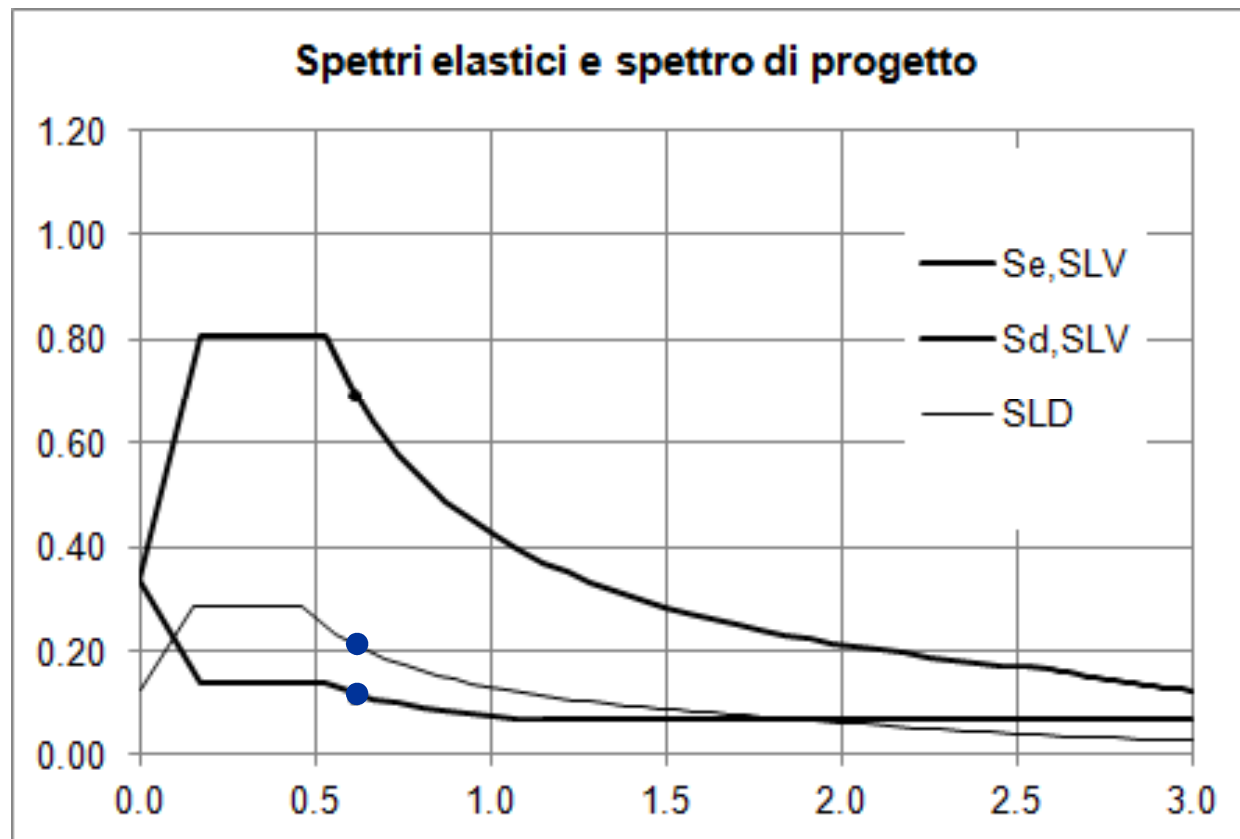
# Classe di duttilità e valore di $q$

La mia personale opinione è che:

- La differenza tra classe di duttilità "A" oppure "B" sia con NTC18 meno rilevante che con NTC08 e che sia preferibile adottare una classe di duttilità "A"
- La scelta del fattore di comportamento  $q$  deve rivolgersi al valore massimo consentito dalla classe di duttilità solo quando è strettamente necessario per motivi economici; in generale, meglio usare un valore più basso del massimo
- La scelta di un valore di  $q$  minore del massimo
  - Può limitare il danno strutturale per SLD
  - Può migliorare la classe di rischio sismico

# Danno strutturale in corrispondenza allo SLD

- Se si usano fattori di struttura alti, lo spettro di risposta elastico per SLD può avere ordinate maggiori rispetto allo spettro di progetto per SLV



# Danno strutturale

## in corrispondenza allo SLD

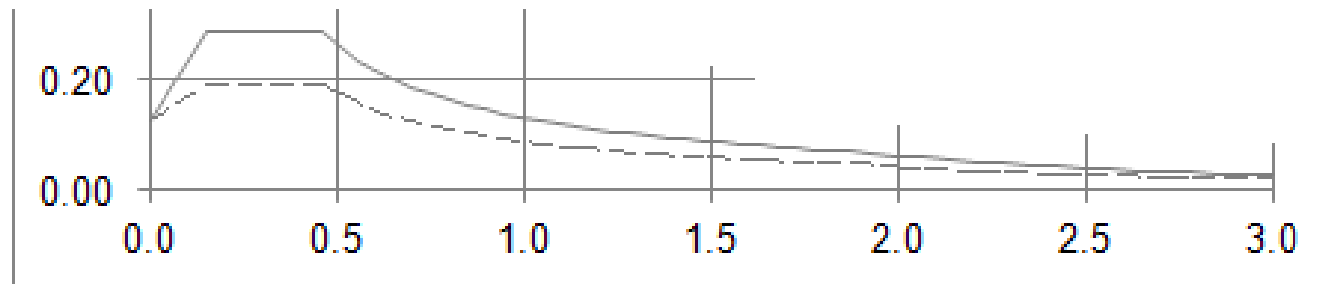
- Un danno strutturale modesto per SLD si può ritenere accettabile (un fattore  $q = 1.5$  non lo si nega a nessuno)
- Nelle NTC18 viene previsto un fattore di struttura anche per lo stato limite di danno SLD  
 $q \leq 1.5$

Questa modifica si basa sulla considerazione che per terremoti corrispondenti ad un periodo di ritorno di 50 anni si riscontrano danni strutturali e non strutturali, anche se non troppo rilevanti. Si assume quindi che il danneggiamento strutturale possa corrispondere a  $q \leq 1.5$



# Danno strutturale in corrispondenza allo SLD

- Un danno strutturale modesto per SLD si può ritenere accettabile (un fattore  $q = 1.5$  non lo si nega a nessuno)
- Nelle NTC18 viene previsto un fattore di struttura anche per lo stato limite di danno SLD  
 $q \leq 1.5$



# Danno strutturale

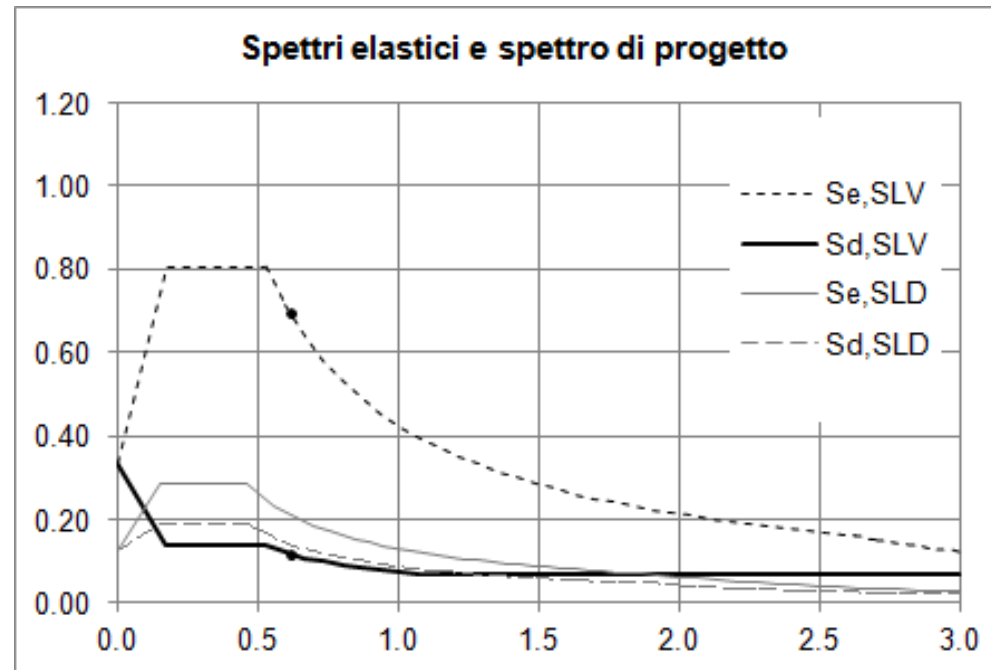
## in corrispondenza allo SLD

- Viene indicato di scegliere valori del fattore di comportamento  $q$  tali che sia  $S_{d(SLV)} \geq S_{d(SLD)}$

Qualora la domanda di resistenza allo SLV risulti inferiore a quella allo SLD, si può scegliere di progettare la capacità di resistenza sulla base della domanda allo SLD invece che allo SLV. In tal caso il fattore di comportamento allo SLV deve essere scelto in modo che le ordinate dello spettro di progetto per lo SLV siano non inferiori a quelle dello spettro di progetto per lo SLD

# Danno strutturale in corrispondenza allo SLD

- Viene suggerito (... si può ...) di scegliere valori del fattore di comportamento  $q$  tali che sia  $S_{d(SLV)} \geq S_{d(SLD)}$

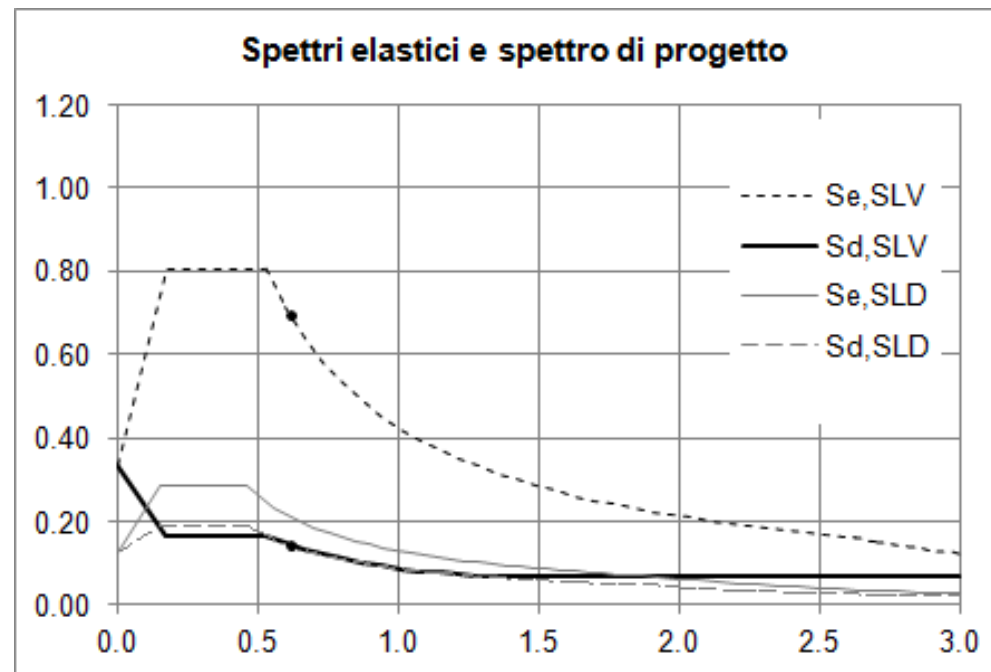


in questo caso  
con  $q = 5.85$  la  
condizione non è  
rispettata

# Danno strutturale in corrispondenza allo SLD

- Viene indicato di scegliere valori del fattore di comportamento  $q$  tali che sia  $S_{d(SLV)} \geq S_{d(SLD)}$

Suggerimento: evitare che lo spettro SLV sia di molto inferiore allo spettro SLD nei periodi di interesse per la struttura



in questo caso  
con  $q = 4.8$  la  
condizione  
è rispettata per  
 $T > 0.5$  s

# Classe di rischio sismico

- L'uso di un fattore di comportamento  $q$  minore del massimo consentito
  - Non influisce direttamente sul raggiungimento dello SLD, che incide molto sul PAM
  - Influisce sul raggiungimento dello SLV, che incide in misura minore sul PAM
  - Per un sostanziale miglioramento del PAM è importante conferire alla struttura una buona rigidezza
  - Una volta ottenuto questo, per migliorare ulteriormente il PAM occorre dare anche una maggior resistenza e quindi usare un valore di  $q$  più piccolo

# Scelta del valore del fattore di comportamento $q$

Per edifici di pochi piani o in caso di zona a bassa sismicità:

- Le sezioni degli elementi strutturali non sono particolarmente grandi e non variano in maniera significativa cambiando la scelta della classe di duttilità
- Il periodo proprio non varia in maniera significativa o comunque ricade nel tratto con accelerazione costante ( $T_B$ - $T_C$ )

Può essere effettivamente preferibile adottare un fattore di struttura  $q$  più basso (indipendentemente dalla scelta della classe di duttilità)

# Scelta del valore del fattore di comportamento $q$

Per edifici con più piani (che tendenzialmente hanno un periodo proprio maggiore di  $T_c$ ) e in caso di zona a più elevata sismicità:

- Usare un fattore di struttura basso porta ad aumentare le sezioni strutturali e quindi la rigidezza della struttura. La riduzione del periodo ed il corrispondente aumento dell'azione sismica può dar luogo ad un effetto a catena

In questi casi può essere indispensabile accettare una classe di duttilità "A" e non discostarsi molto dal valore più alto consentito per il fattore di struttura  $q$

# Scelta del valore del fattore di comportamento $q$

- Se non si riesce ad individuare subito la scelta migliore può essere utile iniziare la fase di dimensionamento provando a usare differenti valori del fattore di comportamento (maggiori e minori)
- Occorre però prendere una decisione subito dopo aver avuto le prime indicazioni affidabili su dimensioni delle sezioni degli elementi strutturali e periodo proprio della struttura