

Web seminar

Quali modifiche per le Norme Tecniche per le Costruzioni?

19 dicembre 2013

Aurelio Gheresi

Organizzato da Dario Flaccovio Editore

Documentazione di riferimento

- Bozza del testo delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, presentata al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel luglio 2012
- Appunti sulle variazioni riscontrate
- Appendice al libro di A. Gherzi, P. Lenza, "Edifici antisismici in cemento armato", Dario Flaccovio Editore, Palermo, ristampa dicembre 2013

Questo materiale, insieme alla presentazione, può essere scaricato dal sito del prof. Gherzi e da quello dell'editore Dario Flaccovio

Come leggere la norma e le sue variazioni



Norma italiana e norma europea

Norme Nazionali che implementano gli Eurocodici

Le Norme Nazionali che implementano gli Eurocodici contengono il testo completo dell'Eurocodice (comprese tutte le appendici), così come pubblicato dal CEN, il quale può essere preceduto da una copertina Nazionale e da una premessa nazionale, e può essere seguito da una appendice nazionale (informativa).

L'appendice nazionale può contenere solo informazioni su quei parametri, noti come Parametri Determinati a livello nazionale, che in ogni Eurocodice sono lasciati aperti ad una scelta a livello nazionale, da impiegarsi nella progettazione degli edifici e delle opere di ingegneria civile da realizzarsi nella singola nazione, cioè:

- valori e/o classi per i quali nell'Eurocodice sono fornite alternative;
- valori da impiegare, per i quali nell'Eurocodice è fornito solo un simbolo;
- dati specifici della singola nazione (geografici, climatici, ecc.), per esempio, la mappa della neve;
- la procedura da impiegare quando nell'Eurocodice ne sono proposte diverse in alternativa.

Essa può anche contenere:

- decisioni riguardanti l'applicazione delle appendici informative;
- riferimenti ad informazioni complementari non contraddittorie che aiutino l'utente ad applicare l'Eurocodice.

Come leggere la norma e le sue variazioni



Distinzione tra

- Principi obiettivi da raggiungere
- Regole applicative consigli (autorevoli) su come operare per raggiungerli

Impostazione generale della norma europea

1.4 Distinction between Principles and Application Rules

- (1) Depending on the character of the individual clauses, distinction is made in EN 1990 between **Principles** and **Application Rules**.
- (2) The Principles comprise :
 - general statements and definitions for which there is no alternative, as well as ;
 - requirements and analytical models for which no alternative is permitted unless specifically stated.
- (3) The Principles are identified by the letter P following the paragraph number.
- (4) The Application Rules are generally recognised rules which comply with the Principles and satisfy their requirements.
- (5) **It is permissible to use alternative design rules** different from the Application Rules given in EN 1990 for works, provided that it is shown that the alternative rules accord with the relevant Principles and are at least equivalent with regard to the structural safety, serviceability and durability which would be expected when using the Eurocodes.

Aspetti trattati nel web seminar

- Modifiche generali (terminologia o altro)
- Azione sismica paragrafo 3.1
- Costruzioni di calcestruzzo paragrafo 4.1
- Progettazione per azioni sismiche capitolo 7
 - Criteri generali di progettazione e modellazione paragrafi 7.1-7.2
 - Metodi di analisi e criteri di verifica paragrafo 7.3
 - Costruzioni di calcestruzzo paragrafo 7.4

Modifiche generali

Terminologia o altro

Termini modificati

Fattore di struttura q

Si progetta con analisi lineare, usando forze ridotte di q

Questa riduzione tiene conto della capacità dissipativa della **struttura**, legata al suo **comportamento**

in sostanza, il coefficiente q

tiene conto del **comportamento** dissipativo della **struttura**

In inglese: behaviour factor (behaviour = comportamento)

Nuova traduzione: fattore di comportamento

Termini modificati

Criterio di gerarchia delle resistenze

Per avere un buon comportamento dissipativo (globale) si individuano gli elementi che devono dissipare e si fornisce agli altri elementi una **resistenza maggiore** di quella richiesta dal calcolo, in modo da mantenerli in campo elastico

ovvero, si progettano i secondi in funzione della **capacità resistente** dei primi

In inglese: capacity design method

Nuova traduzione: progetto in capacità

Termini modificati

Zone critiche

Per avere un buon comportamento dissipativo (locale) si devono rispettare specifiche indicazioni nelle zone in cui si concentra la dissipazione

Queste zone, in cui si concentra la capacità dissipativa, sono fondamentali ("critiche") per il buon comportamento della struttura

In inglese: dissipative zones

Nuova traduzione:

zone dissipative

Termini modificati

Classe di duttilità della struttura

Strutture diverse possono avere un differente comportamento dissipativo (globale)

Classe di duttilità della struttura

Eurocodice

5.2.1 Capacità di dissipare energia e classi di duttilità

- (1)P La progettazione di edifici di calcestruzzo in zona sismica deve garantire un'adequata capacità di dissipazione dell'energia da parte della struttura senza una significativa riduzione della sua resistenza globale nei confronti delle azioni orizzontali e verticali.
- (2)P In alternativa, gli edifici di calcestruzzo possono essere progettati per bassa capacità di dissipazione e per **bassa duttilità**, applicando soltanto le regole della EN 1992-1-1:2004 per la situazione sismica di progetto
- (3)P Gli edifici di calcestruzzo in zona sismica, diversi da quelli a cui si applica **(2)P** del presente sottopunto, devono essere progettati per fornire una capacità di dissipazione di energia e un comportamento duttile globale.
- (4)P Gli edifici di calcestruzzo progettati in accordo con **(3)P** del presente sottopunto sono classificati nelle due classi di duttilità **DCM (duttilità media)** e **DCH (duttilità alta)**, in funzione della loro capacità di dissipazione di tipo isteretico.

Termini modificati

Classe di duttilità della struttura

Strutture diverse possono avere un differente comportamento dissipativo (globale)

L'Eurocodice 8 individua le classi di duttilità

- H classe di duttilità alta
- M classe di duttilità media
- L classe di duttilità bassa

~~Le NTC08 indicano~~

- ~~A classe di duttilità alta~~
- ~~B classe di duttilità bassa (ma corrisponde a M)~~

~~non parlano chiaramente di strutture meno dissipative~~

Termini modificati

Classe di duttilità della struttura

Strutture diverse possono avere un differente comportamento dissipativo (globale)

L'Eurocodice 8 individua le classi di duttilità

- H classe di duttilità alta
- M classe di duttilità media
- L classe di duttilità bassa

Nuova classificazione:

- A classe di duttilità alta
- B classe di duttilità media
- strutture non dissipative (equivalente a L)

Altre indicazioni modificate

Zona 4

L'OPCM 3274 classificava il territorio individuando 4 zone con diversa intensità sismica

Con "zona 4" si indicavano le zone con bassissima sismicità

Le NTC 08 hanno abolito questa classificazione
(ma era rimasto in alcuni punti il riferimento alla zona 4)

Nuove indicazioni:

al posto di "zona 4" si indica "zona con $a_g \leq 0.075 g$ "

Tabelle spostate

- Varie tabelle sono state spostate e/o accorpate

Ad esempio:

- Valori di q_0 nel punto 7.3.1 (per tutti i materiali)
- Valori per la combinazione dell'azione sismica con gli altri carichi nel punto 2.53

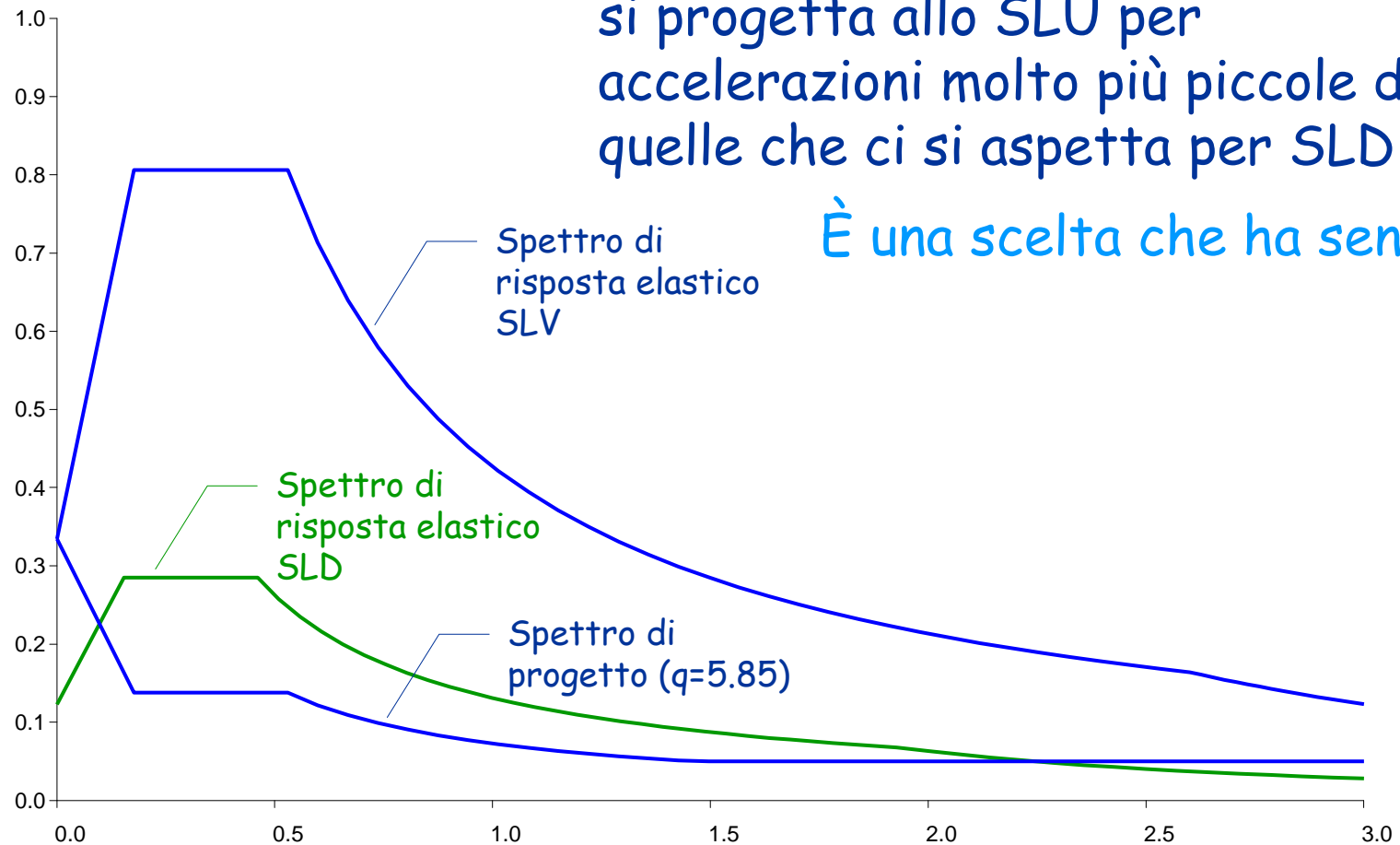
Azione sismica

Categorie di sottosuolo

- Scompare il riferimento diretto alla prova penetrometrica ed alla coesione non drenata (ma si continua a dire che la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio è "fortemente raccomandata")
- Leggermente variata la definizione di suolo E (profondità del substrato non superiore a 30 m)
- Eliminato il riferimento ai suoli S1 e S2

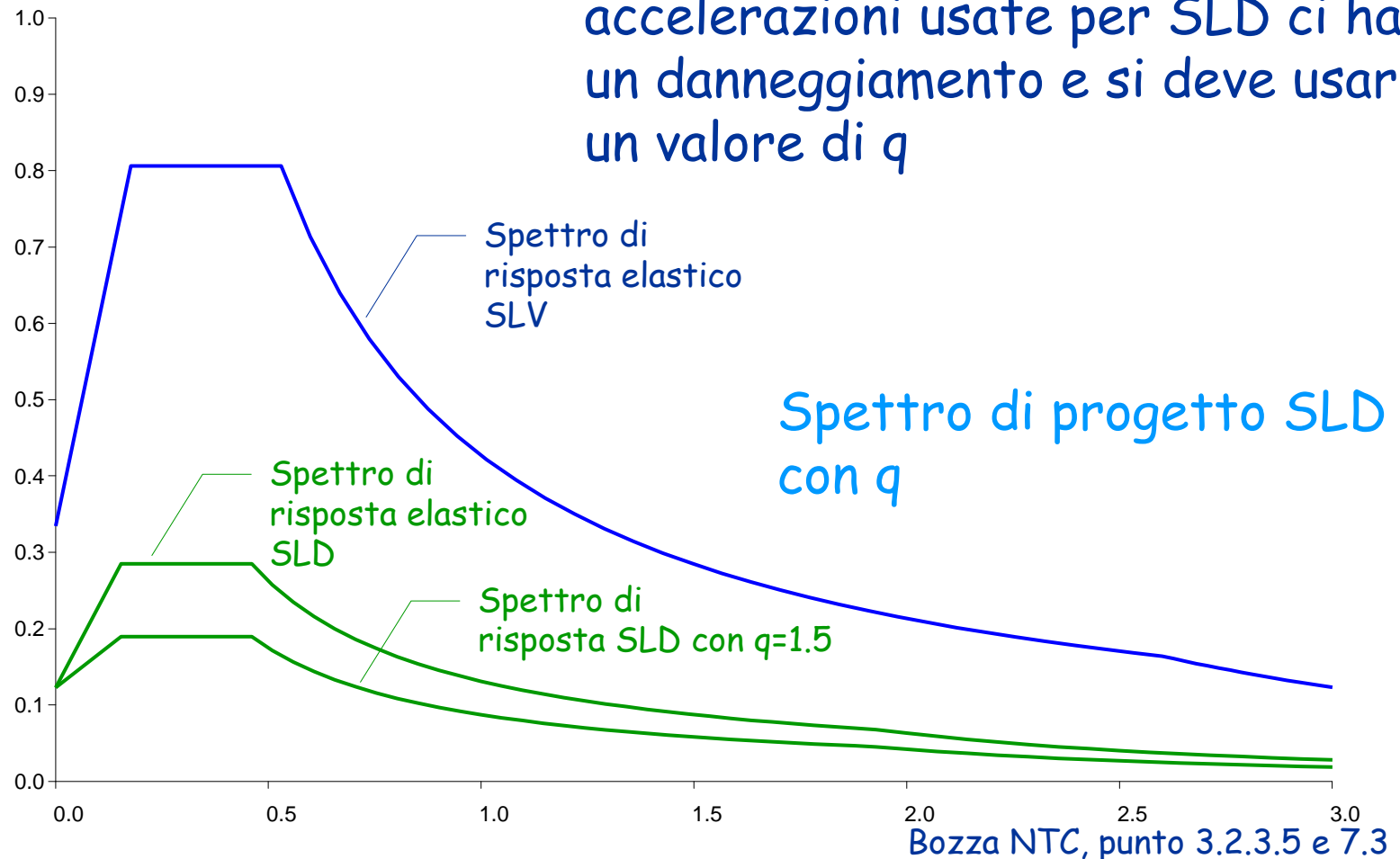
Il fattore q per stato limite di danno SLD

- Una osservazione: Se si usa un valore di q alto, si progetta allo SLU per accelerazioni molto più piccole di quelle che ci si aspetta per SLD
- È una scelta che ha senso?



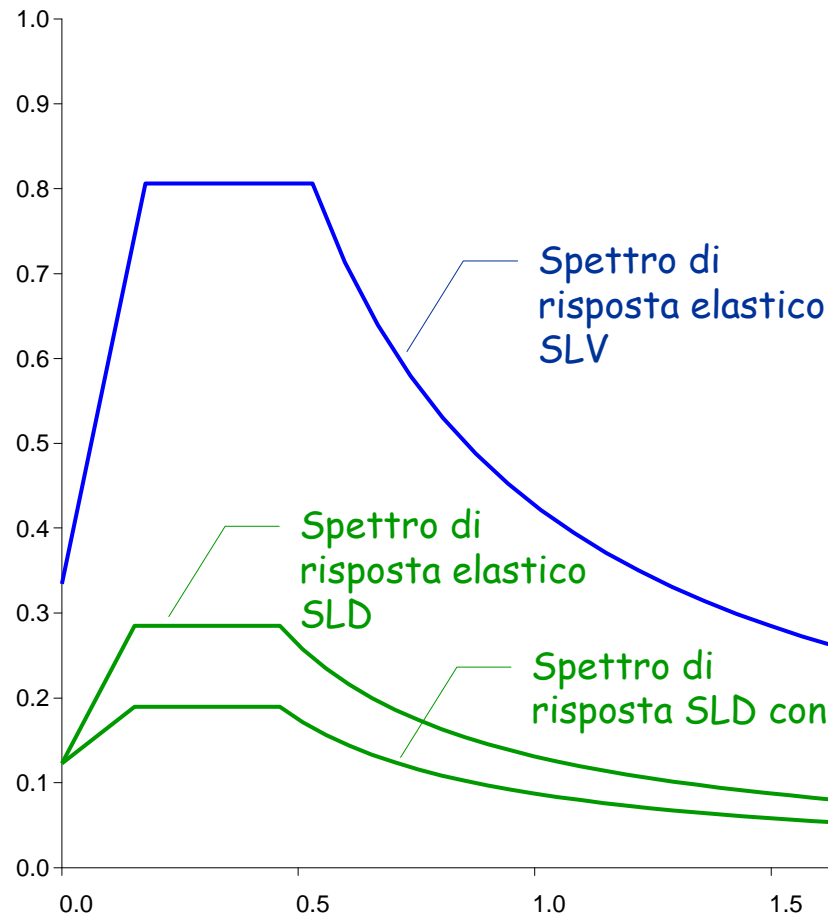
Il fattore q per stato limite di danno SLD

Probabilmente già per le accelerazioni usate per SLD ci ha un danneggiamento e si deve usare un valore di q



Il fattore q per stato limite di danno SLD

- Indicazioni operative: $q_{SLD} \leq 1.5$



Tab. 7.3.I – Valori di q

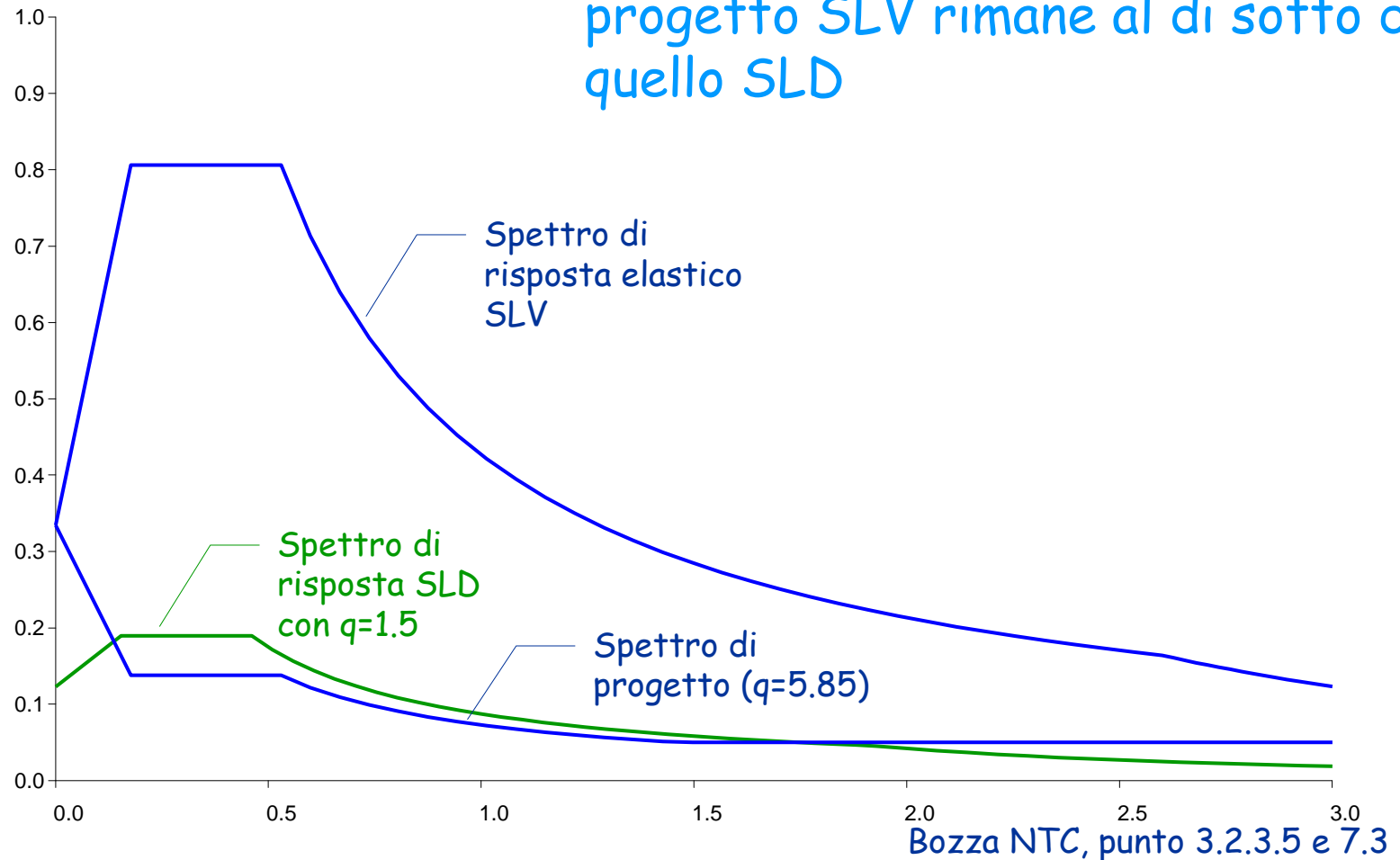
STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)	
		Dissipativo	Non Dissipativo
SLE	SLO	(*)	(*)
	SLD	$q \leq 1,5$ (**)	$q \leq 1,5$ (**)

ma anche: per strutture non dissipative usare i 2/3 del valore per CD "B" ≤ 1.5

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5 \quad [7.3.1b]$$

Il fattore q per stato limite di danno SLD

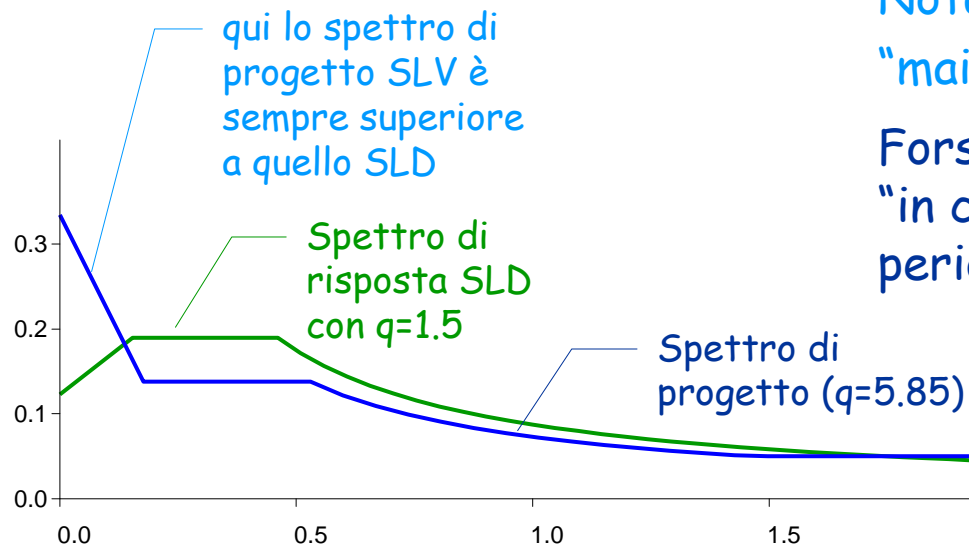
Però in alcuni casi lo spettro di
progetto SLV rimane al di sotto di
quello SLD



(Possibile) limitazione di q per stato limite SLV

- Punto 3.2.3.5:

Il fattore di comportamento per lo stato limite di salvaguardia della vita e per lo stato limite di danno devono essere scelti in modo che le ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita **non siano mai inferiori** a quelle dello spettro di progetto per lo stato limite di danno.



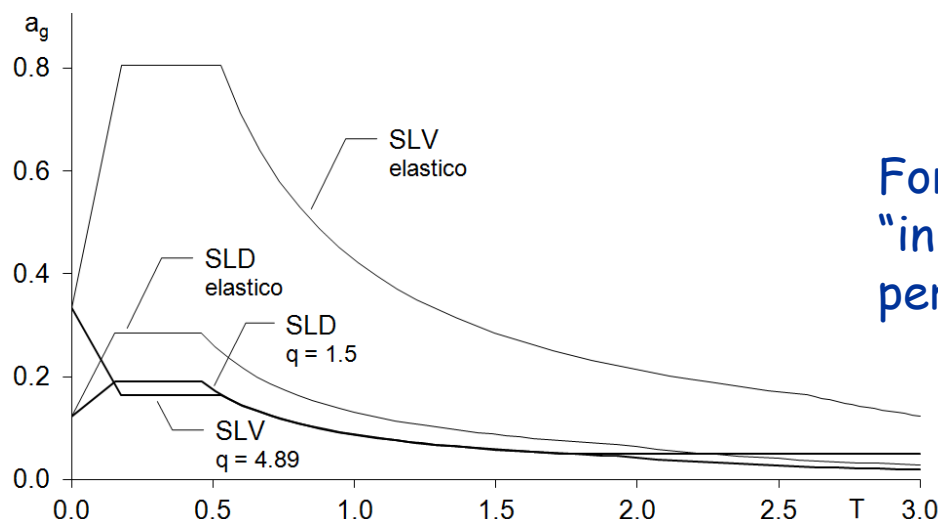
Nota:

"mai inferiore" non è possibile

Forse bisognerebbe dire
"in corrispondenza del
periodo fondamentale"

(Possibile) limitazione di q per stato limite SLV

- Punto 3.2.3.5:
Il fattore di comportamento per lo stato limite di salvaguardia della vita e per lo stato limite di danno devono essere scelti in modo che le ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita **non siano mai inferiori** a quelle dello spettro di progetto per lo stato limite di danno.



Forse bisognerebbe dire
"in corrispondenza del
periodo fondamentale"

Si hanno comunque limitazioni per q

(Possibile) limitazione di q per stato limite SLV

- Punto 3.2.3.5:
Il fattore di comportamento per lo stato limite di salvaguardia della vita e per lo stato limite di danno devono essere scelti in modo che le ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita non siano mai inferiori a quelle dello spettro di progetto per lo stato limite di danno.
- Punto 7.3.1:
Per valori elevati del fattore di comportamento q , la domanda in resistenza allo SLV potrebbe risultare inferiore alla domanda in resistenza allo SLD. In questi casi, qualora si scelga di progettare la capacità in resistenza sulla base della domanda allo SLD, invece che allo SLV, va opportunamente rivalutato il fattore di comportamento q .

“Qualora” vuol dire che non è obbligatorio?

Costruzioni di calcestruzzo

Costruzioni di calcestruzzo

Piccole modifiche:

- Classificazione del calcestruzzo in base alla f_{ck} , anziché R_{ck} . Scompaiono classi C28/35 e C32/40, sostituite da C30/37
- Sono definiti anche legami tensione-deformazione che tengono conto del confinamento
- Per la verifica a pressoflessione deviata sono forniti valori dell'esponente α in parte coincidenti con quelli da me suggeriti

- per sezioni rettangolari:

N_{Ed}/N_{Rcd}	0,1	0,7	1,0
α	1,0	1,5	2,0

Secondo me andrebbe
bene 1.5 o anche 2

Progettazione per azioni sismiche

Criteri generali
di progettazione e modellazione

Edifici in zone a bassissima sismicità

ex zona 4, ora $a_g S \leq 0.075 g$

- Scomparso riferimento a tensioni ammissibili
- Si suggerisce progettazione "non dissipativa"; possibile anche progettazione "dissipativa" per classe di duttilità B, con coefficienti $\gamma_{Rd}=1$
- Si suggerisce analisi statica con $F_h = 0.10 W \lambda$ (prima era 0.07)

Regolarità della struttura

- Minime modifiche ai criteri di regolarità
Le indicazioni rimangono pessime e di scarsa utilità
- Chiarimento relativo al caso (frequente) di edifici con piano interrato che costituisce una scatola rigida
I controlli sulla regolarità in altezza possono essere riferiti alla sola struttura sovrastante la "scatola rigida"

Distanze tra costruzioni contigue

Niente di nuovo, tranne una piccola svista ...

- La distanza deve impedire il martellamento e quindi deve essere valutata a partire dagli spostamenti calcolati per SLV
- In assenza di calcoli specifici lo spostamento di un edificio può essere valutato come $\frac{z}{100} \frac{S a_g}{0.5 g}$

La svista:

- La distanza minima tra due edifici è quindi il doppio, ovvero $\frac{z}{100} \frac{S a_g}{g}$ errore: è $\frac{z}{100} \frac{S a_g}{0.25 g}$

Comportamento dissipativo e non dissipativo

Nella bozza:

- È indicato chiaramente che le strutture possono essere progettate per comportamento dissipativo o non dissipativo
- Nel comportamento strutturale non dissipativo, tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico
 - È previsto comunque l'uso di un fattore q_{ND} , compreso tra 1 e 1.5 (vedi punto 7.3.1)

Fondazioni

Le NTC 08 prescrivono di applicare in fondazione:

- la forza assiale dei pilastri, insieme al corrispondente momento resistente
- ma non più delle azioni trasferite dagli elementi sovrastanti amplificate di γ_{Rd}

La bozza prescrive di applicare in fondazione:

- la forza assiale dei pilastri insieme alla "capacità di flessione" (ovvero il corrispondente momento resistente) amplificata di γ_{Rd}
- non c'è più il limite superiore di prima

Questo può portare
a variazioni rilevanti

Fondazioni

Inoltre nella bozza:

- È scomparsa la frase "le fondazioni superficiali devono essere progettate per rimanere in campo elastico" che era ambigua
- Per i pali ora si parla di zone dissipative, mentre prima si diceva che "da evitare la formazione di cerniere plastiche nei pali di fondazione"

Modellazione della struttura

Nella bozza:

- Nella definizione dell'azione sismica sulla struttura, si possono considerare la deformabilità del complesso fondazione-terreno e la sua capacità dissipativa.
- Il rapporto tra il taglio (o lo sforzo assiale, per la direzione verticale) all'estradosso della fondazione, valutato con un modello a vincoli fissi, e il taglio (o lo sforzo assiale, per la direzione verticale) valutato con un modello comprensivo dell'interazione inerziale, non dovrà superare il minore tra 1.50 e il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s

Modellazione della struttura

Nella bozza:

- Nella definizione dell'azione sismica sulla struttura, si possono considerare la deformabilità del complesso fondamento e la dissipativa.
- Il rapporto tra la direzione verticale e la direzione orizzontale è valutato con lo sforzo assiale con un modello inerziale, non con un coefficiente

La deformabilità del suolo aumenta il periodo proprio e riduce le sollecitazioni della struttura

Vi sono studi che parlano di peggioramento del comportamento non lineare in presenza di suoli deformabili e che invitano quindi a non ridurre troppo le forze e le sollecitazioni di progetto

Progettazione per azioni sismiche

Metodi di analisi
e criteri di verifica

Fattore q

Analisi lineare, statica o modale

Nella bozza:

- È chiarito che si può classificare diversamente una struttura per le due direzioni e usare quindi un valore di q differente
- È indicato il valore di q da utilizzare in caso di comportamento non dissipativo

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD "B"} \leq 1.5$$

Uso dell'analisi statica

- È precisato che l'analisi statica può essere usata solo per le costruzioni "la cui risposta sismica, in ogni direzione principale, non dipenda significativamente dai modi di vibrare superiori"
- Questo principio supera le regole applicative del punto 7.3.3.2, che rimangono inalterate (e tra queste il riferimento alla regolarità in altezza è palesemente in contrasto con le indicazioni della comunità scientifica)
- Sono riportate altre formule per la previsione del periodo fondamentale (ma non quella di Rayleigh)

Analisi modale

con spettro di risposta

- Piccole modifiche:
si devono considerare un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore al 90%
(prima era 85%)

Effetto dell'eccentricità accidentale

- È ribadito che se ne può tener conto mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari al prodotto della forza agente al piano, determinata con analisi statica, moltiplicata per l'eccentricità accidentale

Valutazione degli spostamenti

- I ribadisce che gli spostamenti devono essere determinati amplificando i valori ottenuti dal calcolo in funzione del fattore di struttura

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$$

$$\begin{aligned} \mu_d &= q & \text{se } T_1 \geq T_C \\ \mu_d &= 1 + (q-1) \cdot \frac{T_C}{T_1} & \text{se } T_1 < T_C \end{aligned}$$

- Nota:
questa amplificazione deve essere fatta anche per SLD (anche se non è precisato)

Effetto delle diverse componenti dell'azione sismica

- È consentita l'espressione $\sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$
in aggiunta a $E_x \pm 0.3 E_y \pm 0.3 E_z$
- Può essere utile in presenza di singole caratteristiche di sollecitazioni (es. travi) perché evita di risolvere tante combinazioni di carico
- Non ha senso in presenza contemporanea di più caratteristiche di sollecitazione (pilastri)

Analisi statica non lineare

- Vengono eliminati i limiti prima previsti per l'uso dell'analisi statica non lineare (esempio: massa partecipante $\geq 75\%$)
- Viene aggiunta una ulteriore distribuzione al secondo gruppo (multimodale)

Criteri di verifica per gli stati limite

- Trattazione molto più organica

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG					
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT(**)			DUT(**)		

struttura (pointing to CU II ST)
 elementi non strutturali (pointing to CU II NS)
 impianti (pointing to CU III e IV)
 rigidezza (pointing to RIG)
 resistenza (pointing to RES)
 duttilità (pointing to DUT(**))
 stabilità (pointing to STA)
 funzionamento (pointing to FUN)

Costruzioni di calcestruzzo

(prescrizioni sismiche)

Modifiche per strutture in calcestruzzo

Variazioni minime:

- Possibilità di tener conto esplicitamente del confinamento (anche come incremento di resistenza)
- Limiti più restrittivi nella classificazione di strutture torsionalmente deformabili
- Trattazione più organica dei paragrafi relativi a trave e pilastri

Modifiche per strutture in calcestruzzo

Una variazione più rilevante:

- Verifica a taglio dei pilastri

Si usa
$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \frac{M_{i,d}^s + M_{i,d}^i}{l_p}$$

con
$$M_{i,d} = M_{c,Rd} \text{ MIN } \left(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}} \right)$$

Quindi non si riporta al taglio l'amplificazione fatta nel passare da travi a pilastri