Milano – 24 Ottobre 2017

HILTI – SEISMIC ACADEMY 2017

NORMATIVA SISMICA NAZIONALE

Paolo Riva

Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate
paolo.riva@unibg.it

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO

NORME TECNICHE DELLE COSTRUZIONI

VARIAZIONI NTC 2008 ⇨ NTC 2017(?)

GENERALITÀ

Le novità del Cap. 7 delle attuali **NTC** rispetto alla precedente versione sono più di carattere organizzativo che di carattere concettuale e verranno esaurientemente illustrate nei successivi paragrafi; tra le poche novità di carattere concettuale le principali sono:

- la scomparsa di qualunque riferimento alla zonazione sismica;
- la chiara distinzione tra progettazione in capacità (approccio concettuale con cui si persegue la duttilità) e gerarchia delle resistenze (strumento operativo impiegato per conseguirla);
- la sistematica adozione di tavole sinottiche di riepilogo dei diversi coefficienti, finalizzata a facilitare i confronti sistematici tra le diverse tipologie e i diversi stati limite.

AZIONE SISMICA (CAP. 3.2)

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

  P_{VR} = 81%

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

  P_{VR} = 63%

$$T_R = - V_R / \ln (1- P_{V_R}) = - C_U V_N / \ln (1- P_{V_R})$$

AZIONE SISMICA (CAP. 3.2)

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

  P_{VR} = 10%

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

  P_{VR} = 5%

$$T_R = - V_R / \ln (1- P_{V_R}) = - C_U V_N / \ln (1- P_{V_R})$$

GENERALITÀ (CAP. 7.0)

Le costruzioni caratterizzate, nei confronti dello SLV, da **$a_gS \leq 0{,}075g$** possono essere progettate e verificate come segue:

- si considera la combinazione di azioni definita nel § 2.5.3, applicando, in due direzioni ortogonali, il sistema di forze orizzontali definito dall'espressione [7.3.7] assumendo $F_h = 0{,}10W\lambda$ per tutte le tipologie strutturali, essendo λ definito al §7.3.3.2;
- si richiede la sola verifica nei confronti dello SLV;
- si utilizza in generale una "progettazione per comportamento strutturale non dissipativo"; qualora si scelga una "progettazione per comportamento strutturale dissipativo", si possono impiegare, in classe di duttilità CD"B", valori unitari per i coefficienti γ_{Rd} di cui alla Tab. 7.2.I;
- ad eccezione del caso di edifici fino a due piani, considerati al di sopra della fondazione o della struttura scatolare rigida, gli orizzontamenti devono rispettare i requisiti di rigidezza e resistenza di cui al § 7.2.2.

REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE (CAP. 7.1)

Scelta la tipologia strutturale e definite le caratteristiche generali della struttura, la prestazione associata a ciascuno Stato Limite può essere assicurata progettando gli elementi strutturali e non strutturali in modo da garantire loro che una o più delle grandezze proprie della capacità (rigidezza, resistenza, duttilità) siano adeguate alla corrispondente domanda.

Controllo del danno strutturale e non strutturale ⇨ attraverso la limitazione degli spostamenti di interpiano;

Stato Limite di Salvaguardia della Vita ⇨ confronto capacità/domanda in termini di resistenza;

Stato Limite di Prevenzione del Collasso ⇨ confronto capacità/domanda in termini di duttilità.

REGOLARITÀ

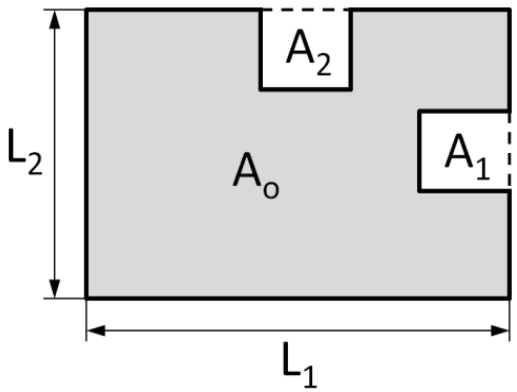
La regolarità strutturale è finalizzata a favorire, anche in campo inelastico, un comportamento della costruzione e delle sue membrature il più possibile uniforme e caratterizzato da percorsi chiari e diretti per la trasmissione delle azioni, così da evitare concentrazioni di sforzi.

In generale, **un edificio può dirsi regolare in pianta e in altezza quando il suo comportamento dinamico sia governato principalmente da modi di vibrare traslazionali** lungo le sue direzioni principali e quando tali modi siano caratterizzati da spostamenti crescenti, all'incirca linearmente, con l'altezza.

Anche quando una struttura è regolare in altezza, **se il suo comportamento dipende significativamente dai modi di vibrare superiori, si deve ricorrere a analisi dinamiche**.

Nel caso in cui in un edificio, immediatamente al di sopra della fondazione, sia presente un basamento, di uno o più piani, con caratteristiche tali da poter essere considerato alla stregua di una struttura scatolare rigida, per valutare la regolarità in altezza, si può far riferimento alla sola parte della struttura che si sviluppa al di sopra del basamento **(fondazione scatolare caratterizzata da comportamento non dissipativo)**

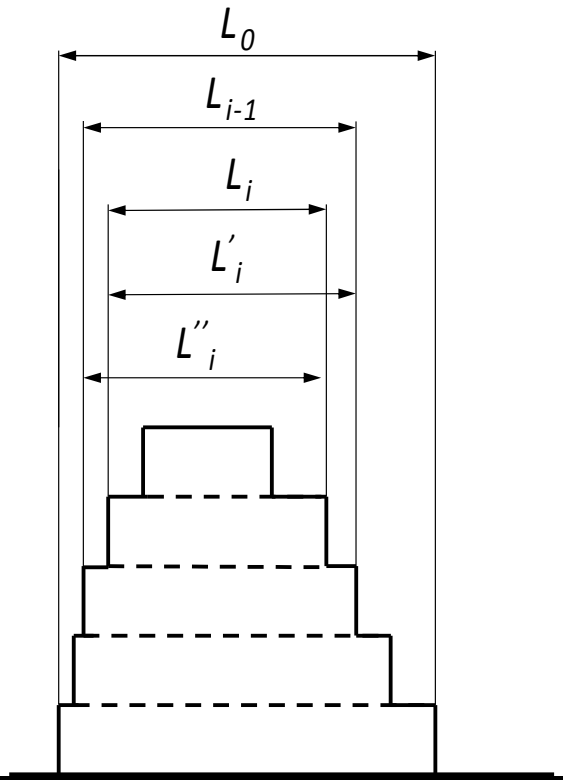
REGOLARITÀ



$$\frac{A_0+A_i}{A_0} \leq 0{,}05$$

$$L_1 \leq 4L_2$$

Figura C7.2.1 – *Condizioni di regolarità in pianta.*



$$\frac{L_{i-1} - L'_i}{L_{i-1}} \leq 0{,}10$$

$$\frac{L_{i-1} - L''_i}{L_{i-1}} \leq 0{,}10$$

$$\frac{L_0 - L_i}{L_0} \leq 0{,}30$$

Figura C7.2.2 – *Condizioni di regolarità in elevazione*

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE (CAP. 7.2.2)

Quanto maggiore è la pericolosità sismica del sito tanto più i criteri di progettazione nei confronti delle azioni sismiche devono essere considerati già nell'impostazione della progettazione strutturale.

La **costruzione** deve essere **dotata di sistemi resistenti disposti almeno secondo due direzioni distinte**, capaci di garantire un'adeguata resistenza e rigidezza nei confronti sia dei moti traslazionali, sia dei moti torsionali.

Tali moti torsionali tendono a sollecitare i diversi elementi strutturali in maniera non uniforme.

Sono da preferirsi configurazioni strutturali in cui i principali elementi resistenti all'azione sismica sono distribuiti nelle zone perimetrali, così da massimizzare la rigidezza torsionale della costruzione.

È necessario che gli orizzontamenti, ai fini della ripartizioni tra gli elementi verticali che li sostengono degli effetti delle componenti orizzontali dell'azione sismica, funzionino da diaframma rigido (**gli orizzontamenti devono essere dotati di rigidezza e resistenza tali da consentire la ridistribuzione delle forze orizzontali tra i diversi sistemi resistenti a sviluppo verticale**).

COMPORTAMENTO STRUTTURALE

a) comportamento non dissipativo

nella valutazione della domanda **tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico**; la domanda è calcolata senza tener conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico

b) comportamento dissipativo.

nella valutazione della domanda **un numero elevato di membrature e/o collegamenti evolvono in campo plastico**, mentre la restante parte della struttura rimane in campo elastico o sostanzialmente elastico;

la domanda è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce e della tipologia strutturale, **tenendo conto della capacità dissipativa legata alle non linearità di materiale**.

se la capacità dissipativa è presa in conto implicitamente attraverso il fattore di comportamento q si adotta un modello elastico;

se la capacità dissipativa è presa in conto esplicitamente, si adotta un'adeguata legge costitutiva.

PROGETTAZIONE IN CAPACITÀ E FATTORI DI SOVRARESISTENZA

Sia per la CD"A" **(Alta)** sia per la CD"B" (**Media**) ⇨ progettazione in capacità.

- distingue gli elementi e i meccanismi, sia locali sia globali, in duttili e fragili;

- mira ad evitare le rotture fragili locali e l'attivazione di meccanismi globali fragili o instabili;

- mira a localizzare le dissipazioni di energia per isteresi in zone degli elementi duttili a tal fine individuate e progettate, dette "dissipative" o "duttili", coerenti con lo schema strutturale adottato.

Tali fini possono ritenersi conseguiti progettando la capacità in resistenza allo SLV degli elementi/meccanismi fragili, locali e globali, in modo che sia maggiore di quella degli elementi/meccanismi duttili ad essi alternativi.

Per assicurare il rispetto di tale diseguaglianza, a livello sia locale sia globale, l'effettiva capacità in resistenza degli elementi/meccanismi duttili è incrementata mediante un opportuno coefficiente γ_{Rd}, detto "fattore di sovraresistenza"; a partire da tale capacità maggiorata si dimensiona la capacità degli elementi/meccanismi fragili indesiderati, alternativi ai duttili.

PROGETTAZIONE IN CAPACITÀ E FATTORI DI SOVRARESISTENZA

Tab. 7.2.I - *Fattori di sovraresistenza γ_{Rd} (fra parentesi quadre è indicato il numero dell'equazione corrispondente)*

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	γ_{Rd}	
			CD"A"	CD"B"
C.a. gettata in opera	Travi (§ 7.4.4.1.1)	Taglio	1,20	1,10
	Pilastri (§ 7.4.4.2.1)	Pressoflessione [7.4.4]	1,30	1,30
		Taglio [7.4.5]	1,30	1,10
	Nodi trave-pilastro (§ 7.4.4.3.1)	Taglio [7.4.6-7, 7.4.11-12]	1,20	1,10
	Pareti (§ 7.4.4.5.1)	Taglio [7.4.13-14]	1,20	-
C.a. prefabbricata a struttura intelaiata	Collegamenti di tipo a) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,20	1,10
	Collegamenti di tipo b) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,35	1,20
C.a. prefabbricata con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti incernierati	Collegamenti di tipo fisso (§ 7.4.5.2.1)	Taglio	1,35	1,20
Acciaio	Si impiega il fattore di sovraresistenza γ_{ov} definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.5.4.2)	Pressoflessione [7.5.10]	1,30	1,30
Composta acciaio-calcestruzzo	Si impiega il fattore di sovraresistenza γ_{ov} definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.6.6.2)	Pressoflessione [7.6.7]	1,30	1,30
Legno	Collegamenti		1,60	1,30
Muratura armata con progettazione in capacità	Pannelli murari (§ 7.8.1.7)	Taglio	1,50	
Ponti	Si impiegano i fattori di sovraresistenza definiti al § 7.9.5			

ELEMENTI SECONDARI

Gli elementi strutturali secondari devono essere in grado, nella configurazione deformata più sfavorevole, di mantenere la loro portanza nei confronti dei carichi verticali tenendo conto, quando necessario, delle non linearità geometriche.

Solo per gli elementi strutturali secondari che non subiscono plasticizzazioni sotto la combinazione di azioni SLU i particolari costruttivi sono quelli prescritti al Cap. 4; in caso contrario valgono le prescrizioni del Cap. 7.

ELEMENTI NON STRUTTURALI

Elementi con rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale (Es. Tamponamenti Pesanti)

Occorre introdurre nel modello strutturale globale, oltre alla massa degli elementi, che viene sempre considerata, anche la loro rigidezza descrivendone le condizioni di vincolo alla struttura. In tal caso la domanda sismica sugli elementi non strutturali è ottenuta direttamente dal modello di calcolo.

Elementi che influenzano la risposta strutturale solo attraverso la loro massa, ma sono ugualmente significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone (Es. Tamponamenti leggeri o comportamento fuori piano)

ottenuta la risposta in accelerazione della struttura a ciascun piano, la si può assimilare a una forzante esterna da applicare all'elemento non strutturale, così ricavando la domanda sismica su di esso

$$F_a = \left(S_a \cdot W_a\right)/q_a$$

ELEMENTI NON STRUTTURALI

L'accelerazione del piano j-esimo della struttura relativa al modo i-esimo è data dalla relazione:

$$S_{ij} = \varphi_{ij}\Gamma_i S_i(T_i) \qquad \text{[C7.2.1]}$$

dove:

- $S_i(T_i)$ è l'ordinata dello spettro relativa al modo i-esimo (normalizzata rispetto a g ed eventualmente ridotta attraverso il fattore di comportamento q della costruzione);
- Γ_i è il "fattore di partecipazione modale", definito dalla relazione:

$$\Gamma_i = \frac{\varphi_i^T M \tau}{\varphi_i^T M \varphi_i} \qquad \text{[C7.2.2]}$$

Il vettore τ è il vettore di trascinamento corrispondente alla direzione del sisma considerata; il vettore φ_i è la forma modale del modo i-esimo normalizzata al valore massimo; la matrice M è la matrice di massa del sistema reale.
L'accelerazione dell'elemento non strutturale al piano considerato, nella direzione considerata, per il modo i-esimo, è data, dunque, dall'equazione:

$$S_{a,ij} = S_{ij} \cdot R\left(\frac{T_a}{T_i}; \xi_a\right) \qquad \text{[C7.2.3]}$$

dove R, il fattore di amplificazione dell'elemento non strutturale, è funzione del coefficiente di smorzamento ξ_a dell'elemento e del rapporto tra il periodo dell'elemento T_a e il periodo del modo i-esimo della struttura T_i, e vale:

$$R = \left[\left(2\xi_a \frac{T_a}{T_i}\right)^2 + \left(1 - \left(\frac{T_a}{T_i}\right)^2\right)^2\right]^{-1/2} \qquad \text{[C7.2.4]}$$

ELEMENTI NON STRUTTURALI

La norma consente infine di ridurre la domanda sismica S_a su ciascun elemento non strutturale attraverso uno specifico fattore di comportamento q_a. In tabella [C7.2.I] sono riportati i valori di q_a utilizzabili per le tipologie ricorrenti di elementi non strutturali.

Tabella C7.2.I - *Valori di q_a per elementi non strutturali*

Elemento non strutturale	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti Insegne e pannelli pubblicitari Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	1,0
Pareti interne ed esterne Tramezzatura e facciate Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggianti sul pavimento Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	2,0

ELEMENTI NON STRUTTURALI

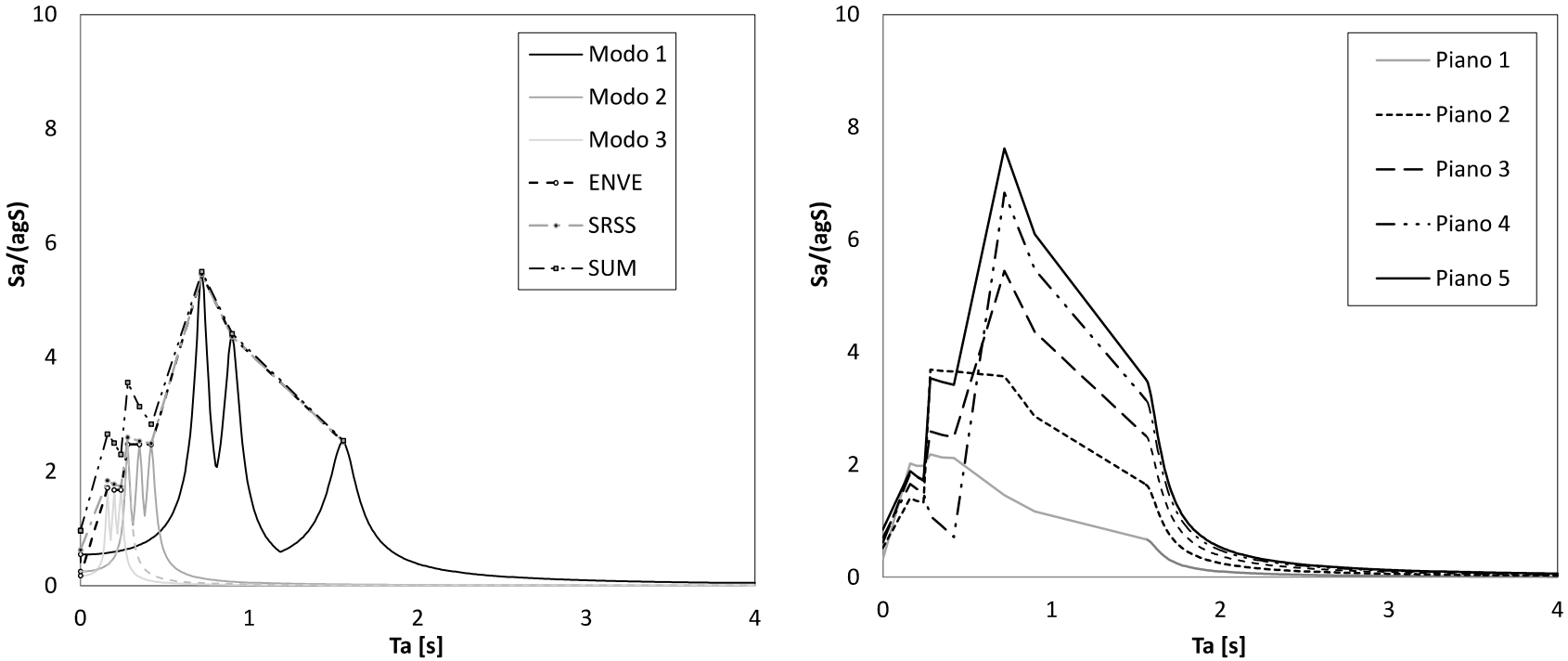


Fig. C7.2.3 – *Esempio di calcolo degli spettri di risposta di piano per gli elementi non strutturali di un edificio di 5 piani (T_1 = 0,9 sec; q = 2; q_a = 1). a) Spettri relativi al 3° piano; b) spettri relativi ai diversi piani dell'edificio.*

ELEMENTI NON STRUTTURALI

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha \cdot S \cdot (1 + z/H) \cdot \left[\dfrac{a_p}{1 + (a_p - 1)\left(1 - T_a / a \cdot T_1\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a < a \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot (1 + z/H) \cdot a_p & \text{per } a \cdot T_1 < T_a < b \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot (1 + z/H) \cdot \left[\dfrac{a_p}{1 + (a_p - 1)\left(1 - T_a / b \cdot T_1\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a \geq b \cdot T_1 \end{cases} \quad \text{[C7.2.5]}$$

dove:

α è il rapporto tra accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame (vedi § 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1;

T_a è il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T_1 è il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;

z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (vedi § 3.2.2);

H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

a, b, a_p sono parametri definiti in accordo con il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione (vedi Figura C.7.2.4 e Tabella C.7.2.II).

ELEMENTI NON STRUTTURALI

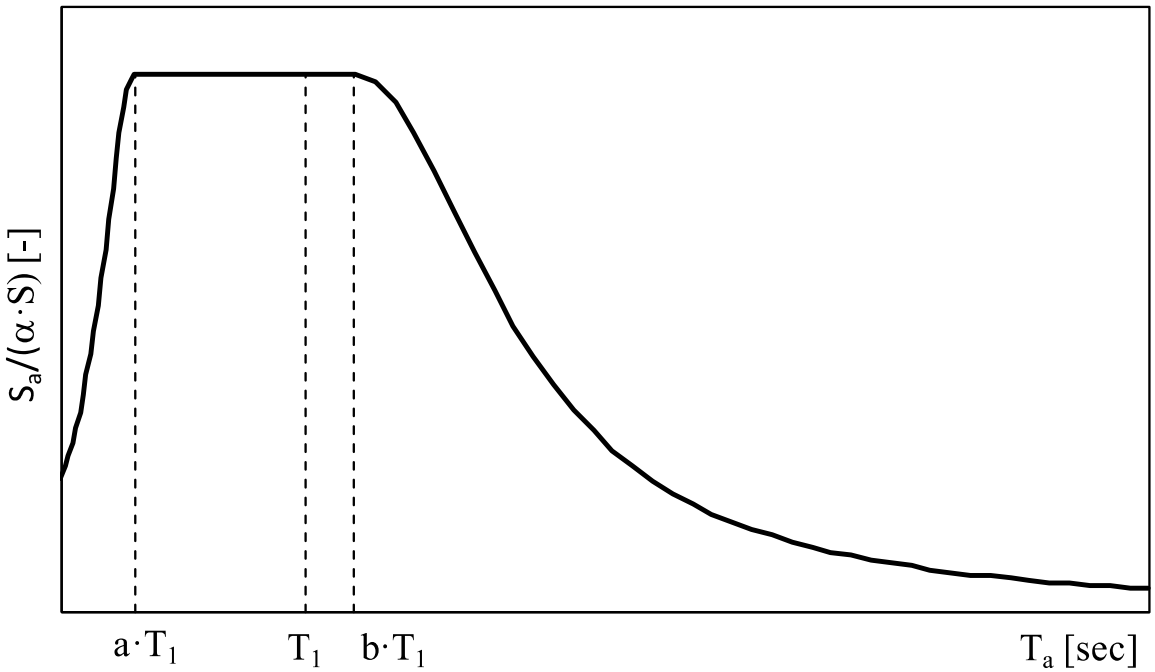


Figura. C7.2.4 – *Spettri di risposta di piano per gli elementi non strutturali*

Tabella C7.2.II- *Parametri a, b, a_p in accordo con il periodo di vibrazione della costruzione T_1.*

	a	b	a_p
$T_1 < 0,5$ s	0.8	1,4	5,0
0,5 s $< T_1 <$ 1,0 s	0.3	1,2	4,0
$T_1 > 1,0$ s	0.3	1,0	2,5

ELEMENTI NON STRUTTURALI

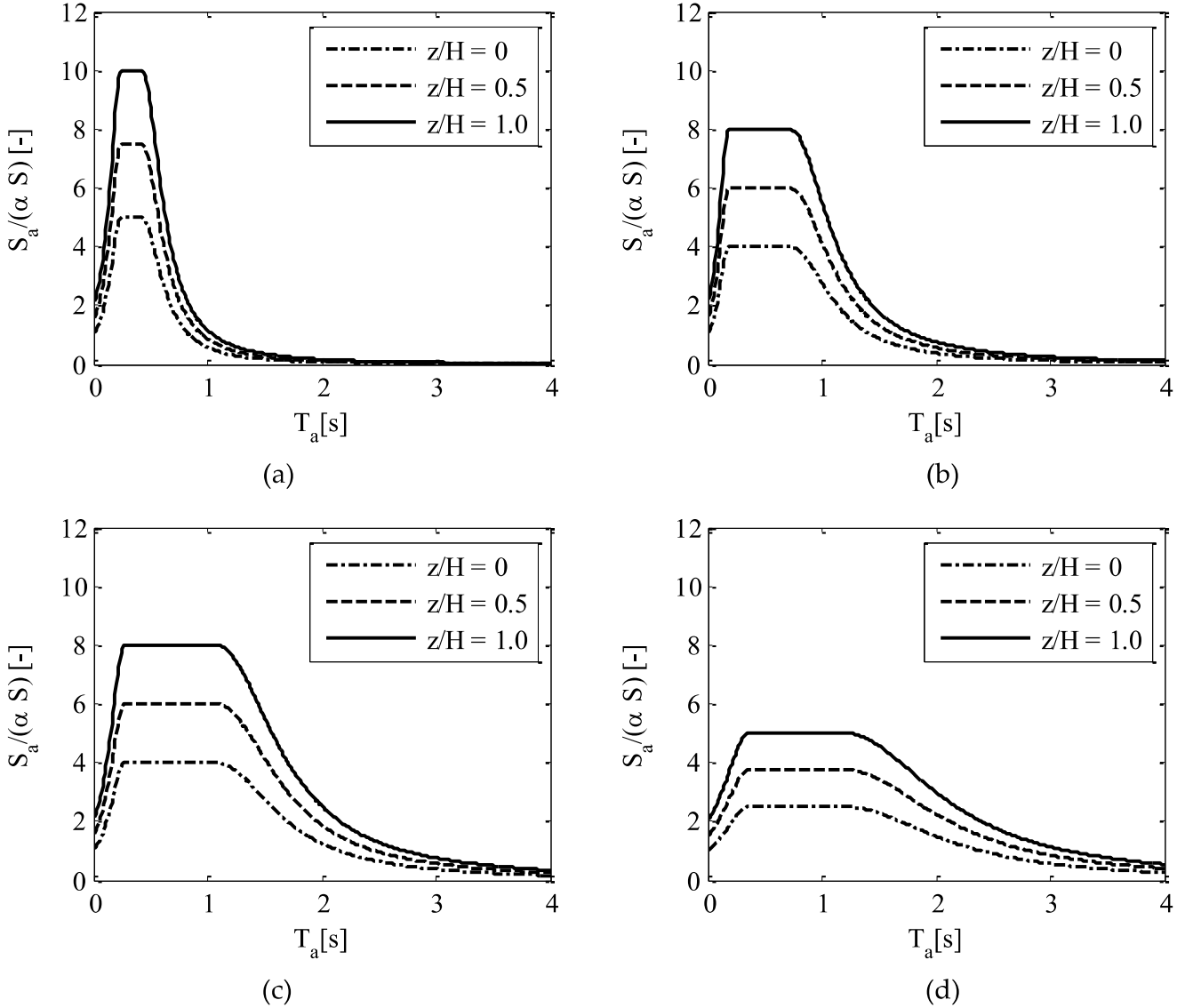


Figura C7.2.5 - *Accelerazione massima, normalizzata rispetto ad αS, per i seguenti valori di T_1: (a) T_1 = 0,3 s, (b) T_1 = 0,6 s, (c) T_1 = 0,9 s, (d) T_1 = 1,2 s..*

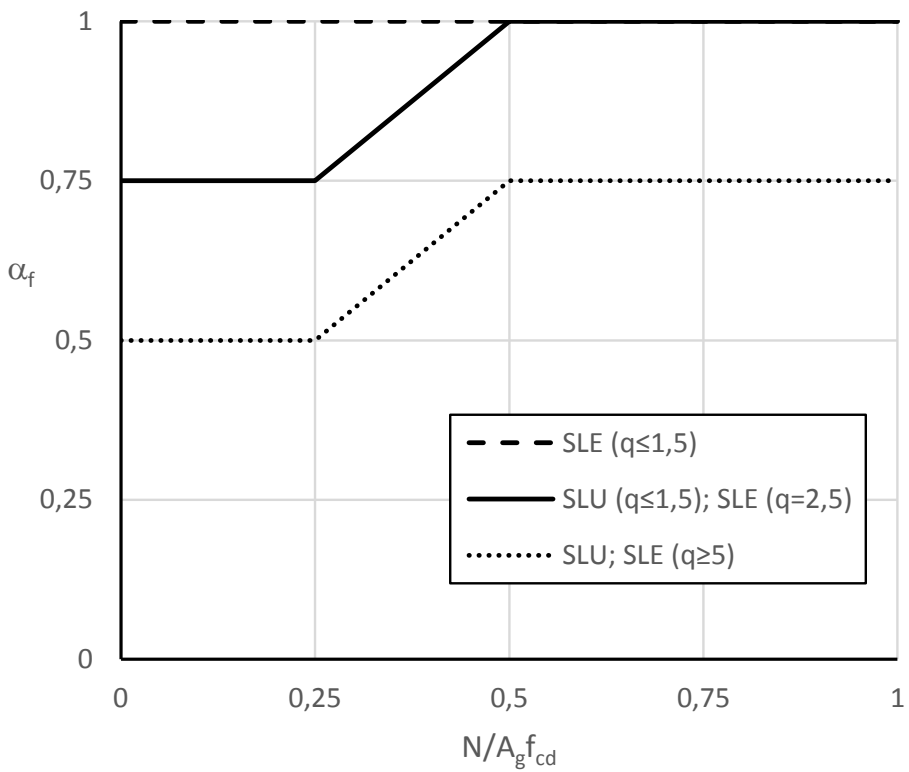
MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

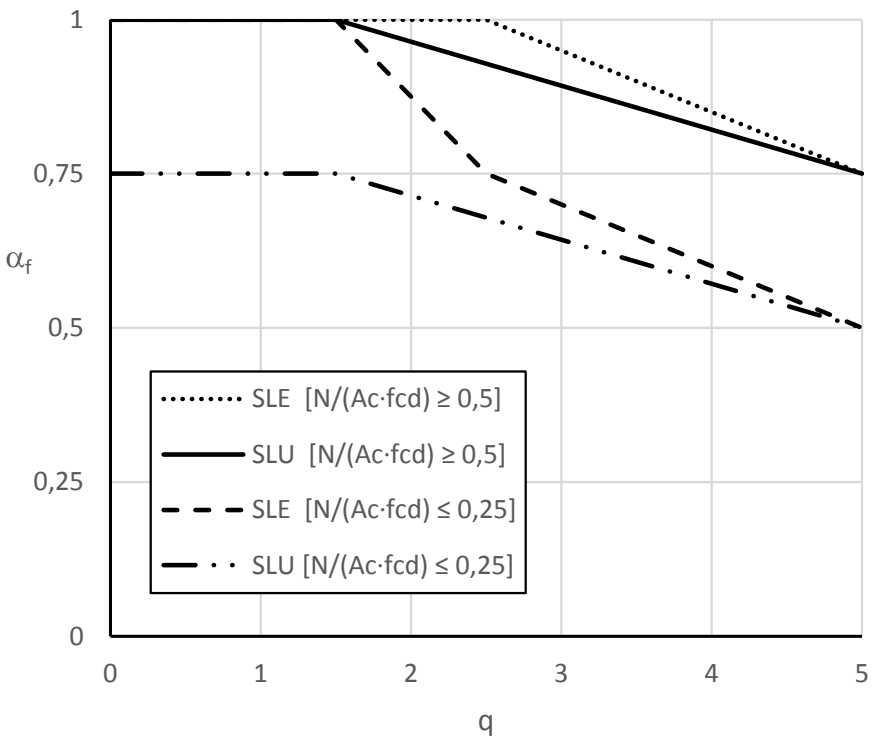
Gli **orizzontamenti** devono essere dotati di **opportuna rigidezza e resistenza nel piano** e essere collegati in maniera efficace alle membrature verticali che li sostengono, affinché possano assolvere la funzione di diaframma rigido ai fini della ripartizione delle forze orizzontali tra le membrature verticali stesse.

Particolare attenzione va posta quando abbiano forma molto allungata o comunque non compatta; in quest'ultimo caso, occorre valutare se le aperture presenti, specie se localizzate in prossimità dei principali elementi resistenti verticali, non riducano significativamente la rigidezza.

Gli **orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano se, modellandone la deformabilità nel piano, le variazioni degli spostamenti di tutti i punti appartenenti al piano in esame non differiscono tra loro per più del 10%.**

Ai fini di una corretta valutazione della risposta strutturale, **la norma richiede che**, nel rappresentare la rigidezza flessionale e a taglio dei singoli elementi di muratura, calcestruzzo, acciaio-calcestruzzo, **si tenga conto della fessurazione**. La norma impone che, in assenza di analisi specifiche, la rigidezza degli elementi fessurati **non sia assunta minore del 50% delle corrispondenti rigidezze non fessurate**. Tale **limite non è ovviamente un limite inderogabile, ma, nel caso di deroga, le diverse assunzioni devono essere opportunamente giustificate**.





Dipendenza di α_f dal carico assiale N e dal fattore di comportamento qo

METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA (CAP 7.3)

Tab. 7.3.I – *Limiti su* q *e modalità di modellazione dell'azione sismica*

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	**Non Dissipativo**	**Dinamica**	**Statica**
SLE	**SLO**	q = 1.0 § 3.2.3.4	q = 1.0 § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	q ≤ 1,5 § 3.2.3.5	q ≤ 1,5 § 3.2.3.5		
SLU	**SLV**	q ≥ 1,5 § 3.2.3.5	q ≤ 1,5 § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento q_{ND}, ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (Tab. 7.3.II) secondo l'espressione:

$$1 \le q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \le 1{,}5 \qquad [7.3.2]$$

METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA (CAP 7.3)

Il limite superiore q_{lim} del fattore di comportamento relativo allo *SLV* è calcolato tramite la seguente espressione:

$$q_{lim} = q_0 \cdot K_R \qquad [7.3.1]$$

dove:

q_0 è il valore base del fattore di comportamento allo *SLV*, i cui massimi valori sono riportati in tabella 7.3.II in dipendenza della Classe di Duttilità, della tipologia strutturale, del coefficiente λ di cui al § 7.9.2.1 e del rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la plasticizzazione in un numero di zone dissipative tale da rendere la struttura un meccanismo e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione; la scelta di q_0 deve essere esplicitamente giustificata;

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni ***regolari in pianta***, qualora non si proceda a un'analisi non lineare finalizzata alla sua valutazione, per il rapporto α_u/α_1, possono essere adottati i valori indicati nei paragrafi successivi per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni ***non regolari in pianta***, si possono adottare valori di α_u/α_1 pari alla media tra 1,0 e i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Qualora nella costruzione siano presenti pareti di calcestruzzo armato, per prevenirne il collasso fragile, i valori di q_0 devono essere ridotti mediante il fattore k_w, con:

$$k_w = \begin{cases} 1{,}00 & \text{per strutture a telaio e miste equivalenti a telai} \\ 0{,}5 \le (1+\alpha_0)/3 \le 1 & \text{per strutture a pareti, miste equivalenti a pareti, torsionalmente deformabili} \end{cases}$$

dove α_0 è il valore assunto in prevalenza dal rapporto tra altezza totale (dalle fondazioni o dalla struttura scatolare rigida di base di cui al § 7.2.1, fino alla sommità) e lunghezza delle pareti; nel caso in cui gli α_0 delle pareti non differiscano significativamente tra di loro, il valore di α_0 per l'insieme delle pareti può essere calcolato assumendo, come altezza, la somma delle altezze delle singole pareti, come lunghezza, la somma delle lunghezze.

METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA (CAP 7.3)

Tab. 7.3.II – *Valori massimi del valore di base* q_0 *del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD*

	q_0	
Tipologia strutturale	CD"A"	CD"B"
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	$4{,}5\ \alpha_u/\alpha_1$	$3{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	$4{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)		
Strutture a pannelli	$4{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate Strutture con controventi eccentrici	$5{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva Strutture con controventi concentrici a V	4,0 2,5	4,0 2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	$2{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	$4{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0

METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA (CAP 7.3)

Tab. 7.3.II – *Valori massimi del valore di base* q_0 *del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD*

	q_0	
Tipologia strutturale	CD"A"	CD"B"
Costruzioni di legno (§ 7.7.3)		
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati	3,0	2,0
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti Strutture cosiddette miste, ovvero con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti		2,5
Strutture isostatiche in genere, compresi portali isostatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, e altre tipologie strutturali		1,5

METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA (CAP 7.3)

Tab. 7.3.II – *Valori massimi del valore di base* q_0 *del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD*

	q_0	
Tipologia strutturale	CD"A"	CD"B"
Costruzioni di muratura (§ 7.8.1.3)		
Costruzioni di muratura ordinaria	$1{,}75\ \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura armata	$2{,}5\ \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura armata con progettazione in capacità	$3{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura confinata	$2{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura confinata con progettazione in capacità	$3{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$	
Ponti (§ 7.9.2.1)		
Pile in calcestruzzo armato		
Pile verticali inflesse	$3{,}5\ \lambda$	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	$2{,}1\ \lambda$	1,2
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	3,5	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,0	1,2
Pile con controventi concentrici	2,5	1,5
Pile con controventi eccentrici	3,5	-
Spalle		
In genere	1,5	1,5
Se si muovono col terreno	1,0	1,0

RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Verifiche degli elementi strutturali primari (ST)

- comportamento strutturale non dissipativo, in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;

- comportamento strutturale dissipativo, in termini di rigidezza (RIG), di resistenza (RES) e di duttilità (DUT) (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità.

Verifiche degli elementi non strutturali (NS) e degli impianti (IM) si effettuano in termini di funzionamento (FUN) e stabilità (STA), secondo la Classe d'Uso (CU).

Tab. 7.3.III – *Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti*

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

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Tabella C7.3.I - Stati Limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti: descrizione delle prestazioni e corrispondenti verifiche

STATI LIMITE		Descrizione della prestazione		ST			NS	IM		Classe d'uso		
				RIG	RES	DUT (SPO)	STA	FUN	STA	I	II	III IV
SLE	SLO	NS ST	Limitazione del danno degli elementi non strutturali, o delle pareti per le costruzioni di muratura	§ 7.3.6.1								x
		IM	Funzionamento degli impianti					§ 7.3.6.3				x
	SLD	ST	Controllo del danno degli elementi strutturali		§ 7.3.1(*)							x
		NS ST	Controllo del danno degli elementi non strutturali, o delle pareti per le costruzioni di muratura	§ 7.3.6.1						x	x	
SLU	SLV	ST	Livello di danno degli elementi strutturali coerente con il fattore di comportamento adottato, assenza di rotture fragili e meccanismi locali/globali instabili		§ 7.3.6.1					x	x	x
		NS	Assenza di crolli degli elementi non strutturali pericolosi per l'incolumità, pur in presenza di danni diffusi				§ 7.3.6.3				x	x
		IM	Capacità ultima degli impianti e dei collegamenti						§ 7.3.6.3		x	x
	SLC	ST	Margine di sicurezza sufficiente per azioni verticali ed esiguo per azioni orizzontali			§ 7.3.6.1 (DUT)					x	x
		ST	Capacità di spostamento dei dispositivi nelle costruzioni con isolamento sismico			§ 7.10.6.2.2 (SPO)					x	x

…grazie per l’attenzione!