



*ing. angelo
biondi*



Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 Gennaio 2018

www.angelobiondi.com



NORMATIVA SISMICA

- **D.M. 16 Gennaio 1996**
 - *Circolare Esplicativa del 10 Aprile 1997*

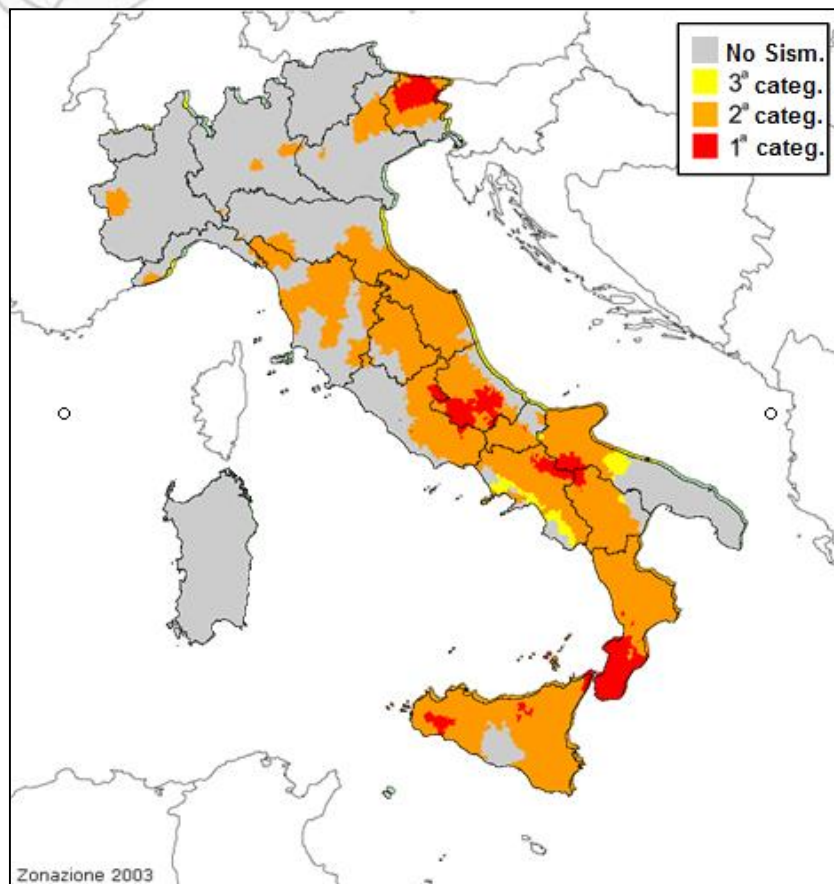
- **Ordinanza 3274 del 20 Marzo 2003**

- **D.M. 14 Settembre 2005**

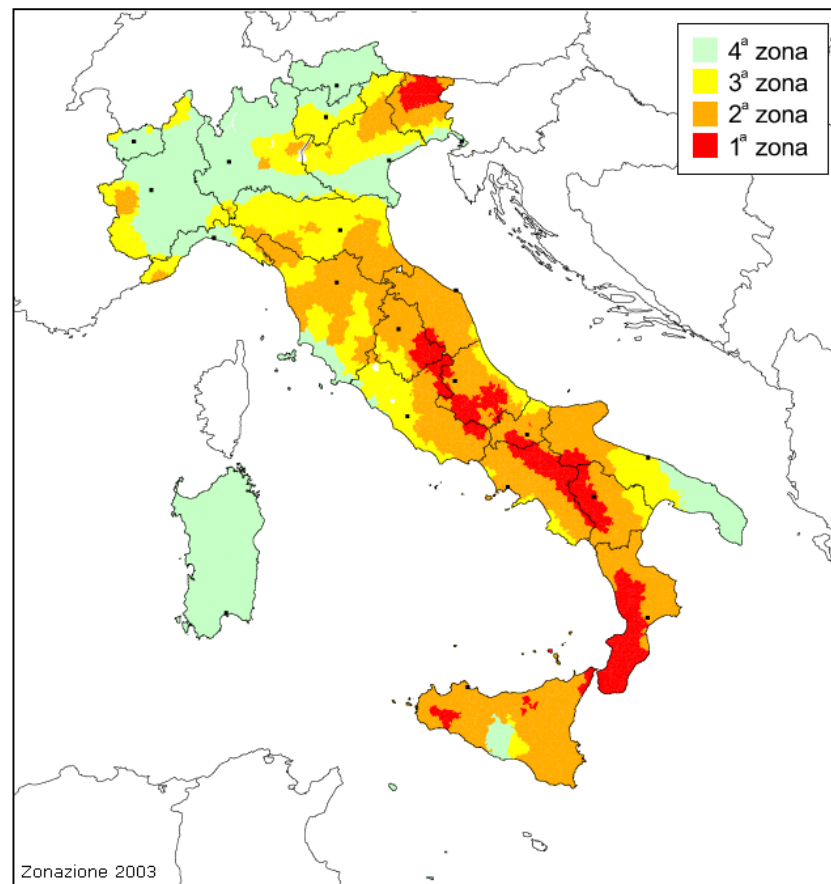
- **D.M. 14 Gennaio 2008**
 - *Circolare Esplicativa del 2 Febbraio 2009*

- **D.M. 17 Gennaio 2018**

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

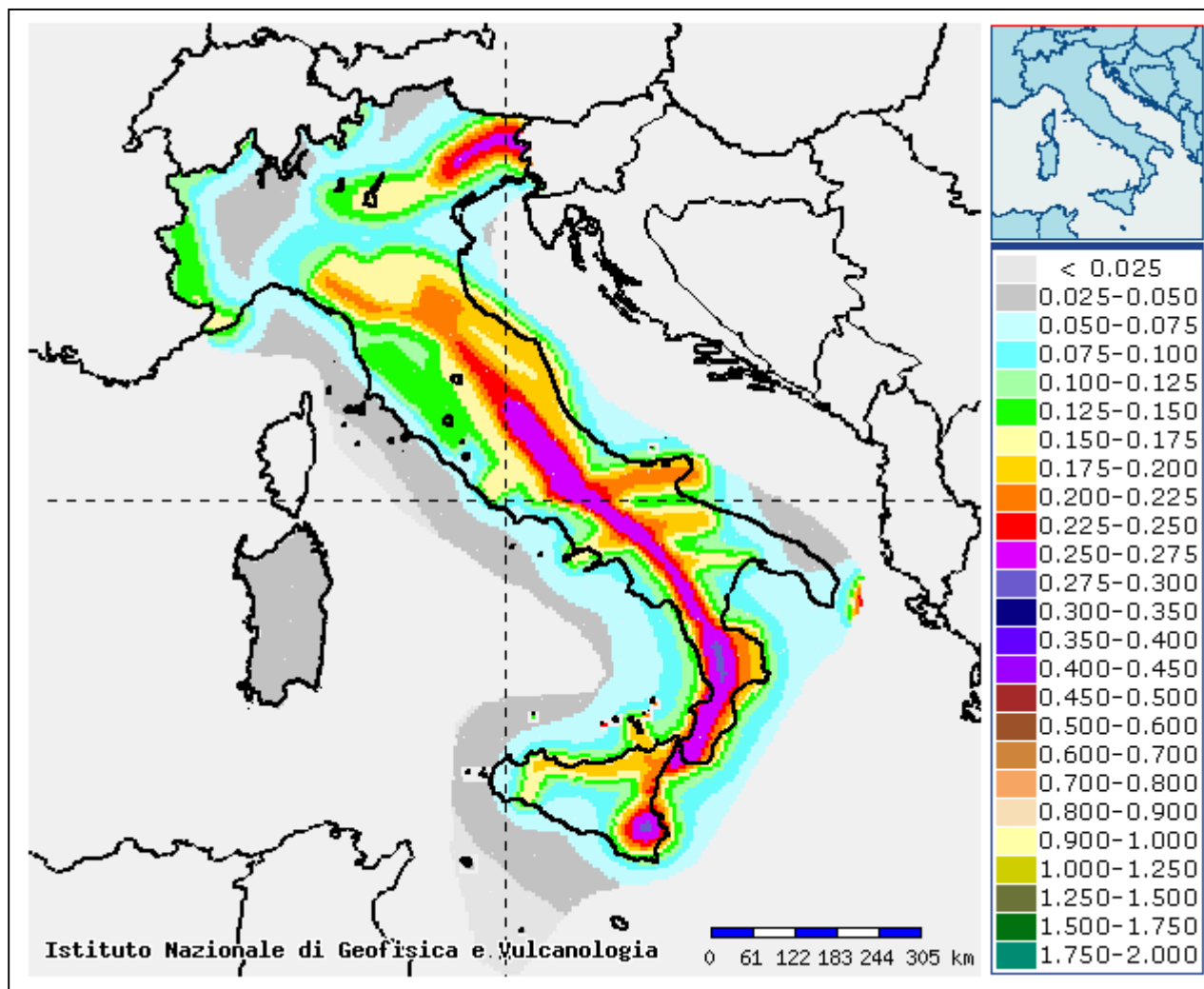


Mapa Sismica 1984



Mapa Sismica 2003

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI



Mappa Sismica 2008 – Reticolo di riferimento

2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (anni)
Costruzioni temporanee e provvisorie	10
Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate.

Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a P_N , la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a P_N e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga **per meno di 2 anni**.



CLASSI D'USO DELLE STRUTTURE

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.



VERIFICHE STRUTTURALI AGLI STATI LIMITE

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (Comportamento strutturale non dissipativo)

STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (S.L.O.) - A seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

STATO LIMITE DI DANNO (S.L.D.) - A seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, 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.

STATI LIMITE ULTIMI (Comportamento strutturale dissipativo)

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) - 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;

STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLLASSO (S.L.C.) - 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.



VERIFICHE STRUTTURALI AGLI STATI LIMITE

Strutture di Classe 1

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) – Verifica di Resistenza.

Strutture di Classe 2

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) – Verifica di Resistenza.

Strutture di Classe 3

STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (S.L.O.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti + Verifica di Resistenza.

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) – Verifica di Resistenza.

Strutture di Classe 4

STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (S.L.O.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti + Verifica di Resistenza.

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) – Verifica di Resistenza.

Strutture Isolate

STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (S.L.O.) – Controllo degli spostamenti.

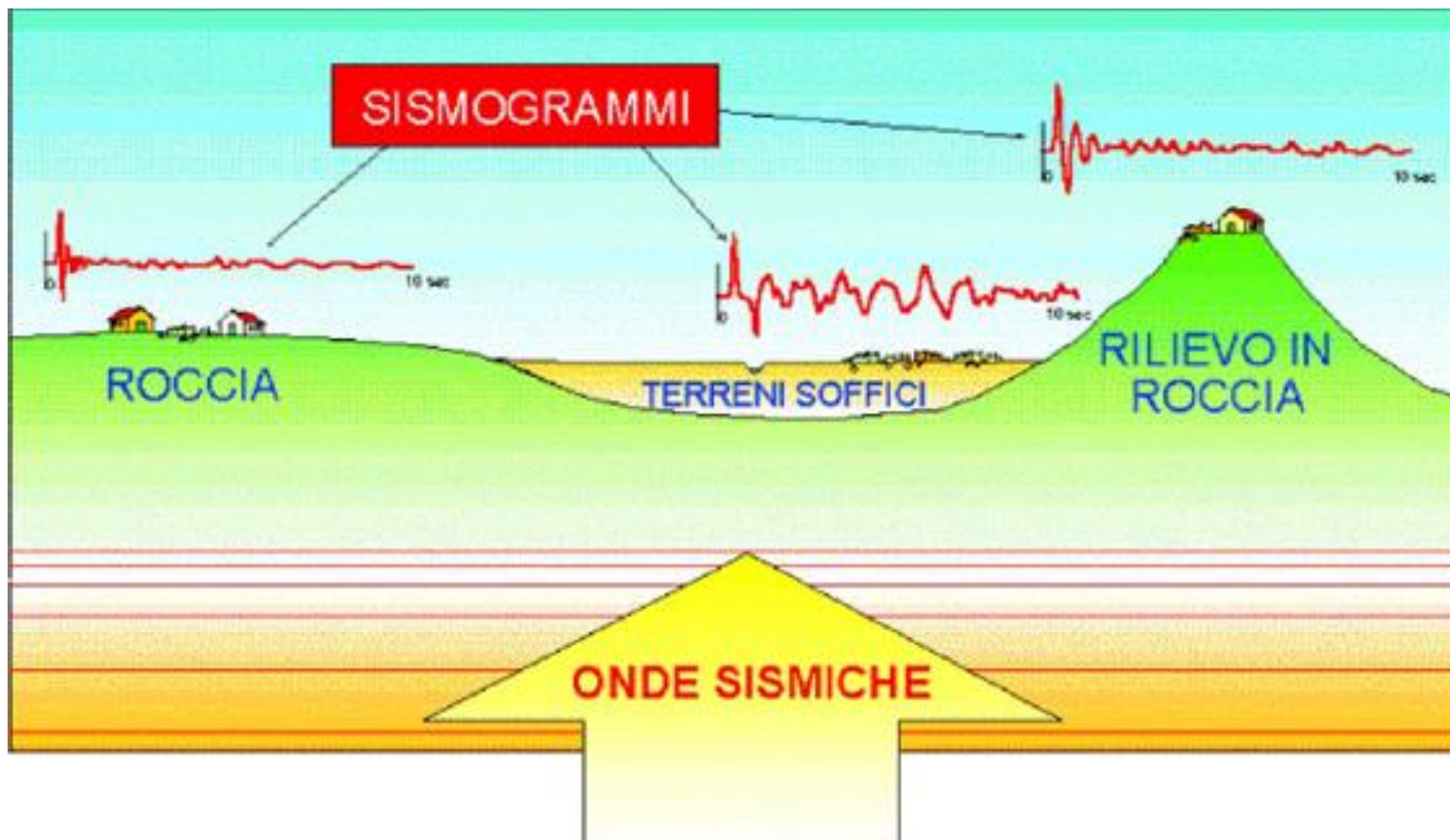
STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti.

STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti + Verifica di Resistenza.

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) – Verifica di Resistenza.

STATO LIMITE DI COLLASSO (S.L.C.) – Controllo degli spostamenti.

AMPLIFICAZIONE SISMICA



CATEGORIA DEL SUOLO

Categ. suolo	Tipo	N_{SPT}	c_u (kPa)	Velocità diffusione onde sismiche
A	Suoli omogenei molto rigidi			$V_{s30} > 800$ m/s
B	Sabbie molto addensate	$N_{SPT} > 50$	$c_u > 250$	$360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$
C	Sabbie mediamente addensate	$15 < N_{SPT} < 50$	$70 < c_u < 250$	$180 \text{ m/s} < V_{s30} < 360 \text{ m/s}$
D	Terreni granulari poco addensati	$N_{SPT} < 15$	$c_u < 70$	$V_{s30} < 180$ m/s
E	Terreni a strati superficiali alluvionali			V_{s30} come C o D nello strato superficiale (spessore tra 5 e 20 m) e come A nel substrato

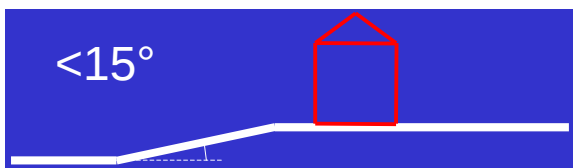
$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

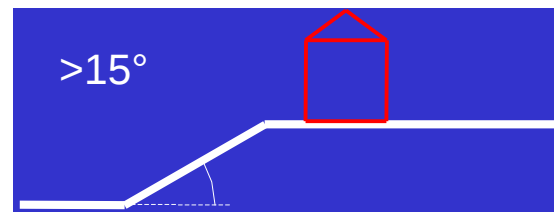
$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

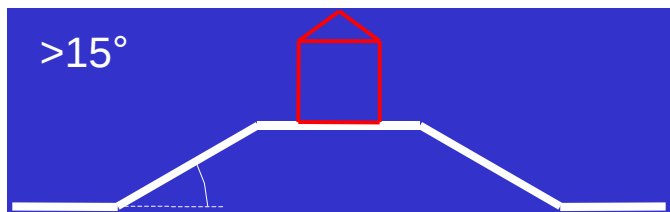
Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



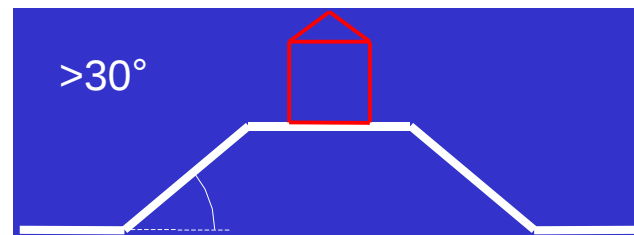
T1 ($S_T=1.0$)



T2 ($S_T=1.2$)



T3 ($S_T=1.2$)



T4 ($S_T=1.4$)

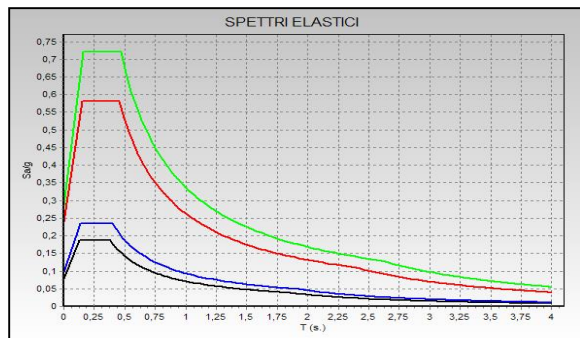
AZIONE SISMICA

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

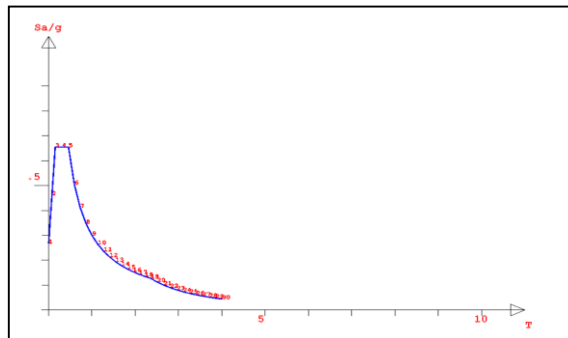
L'azione sismica può essere descritta tramite **accelerogrammi** o **spettro di risposta**.

In generale non si tiene conto della variabilità spaziale del moto sismico e si adotta per esso una rappresentazione di tipo “puntuale”, quale è quella che prevede l'utilizzo degli spettri di risposta e adotta un unico valore di accelerazione del suolo per tutti i punti di contatto con la struttura.

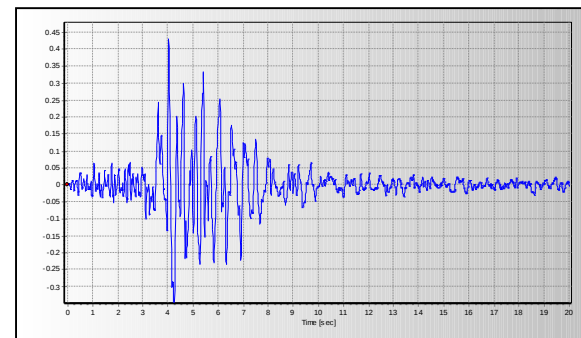
Quando l'estensione del sistema di fondazione non garantisce che l'intera costruzione sia soggetta ad una eccitazione sismica uniforme, è necessario considerare la variabilità spaziale del moto (ad es. impiego di accelerogrammi o di spettri di risposta diversi).



Spettro di risposta parametrico

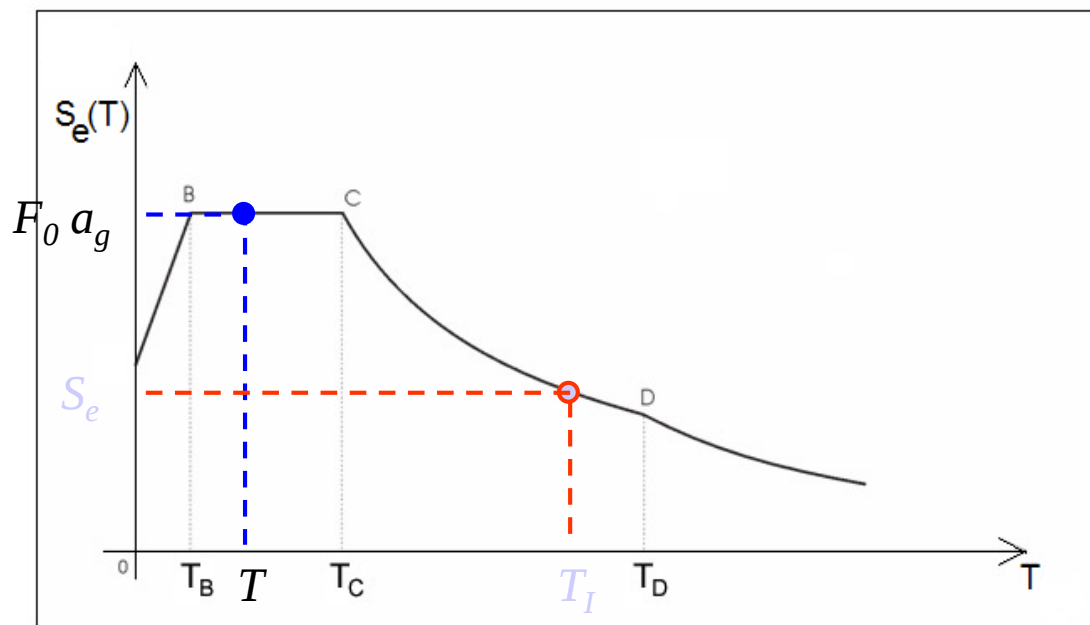


Spettro di risposta per punti



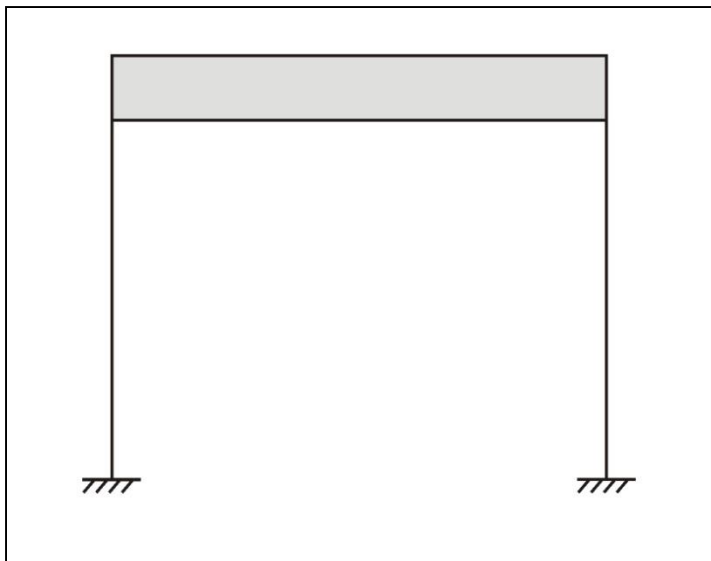
Accelerogramma

AZIONE SISMICA



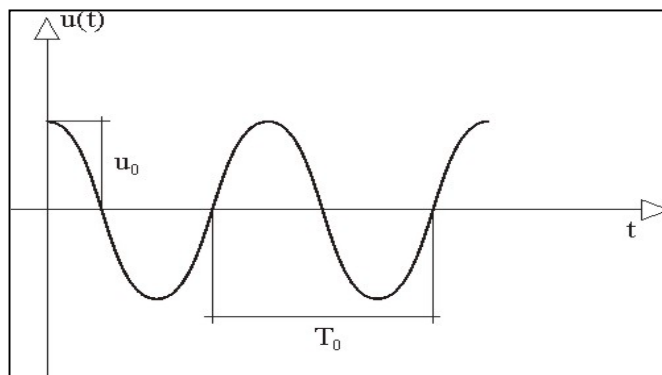
Valutazione dell'accelerazione sismica percepita a partire dal periodo della struttura.

PERIODO DELLA STRUTTURA



$$T_0 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

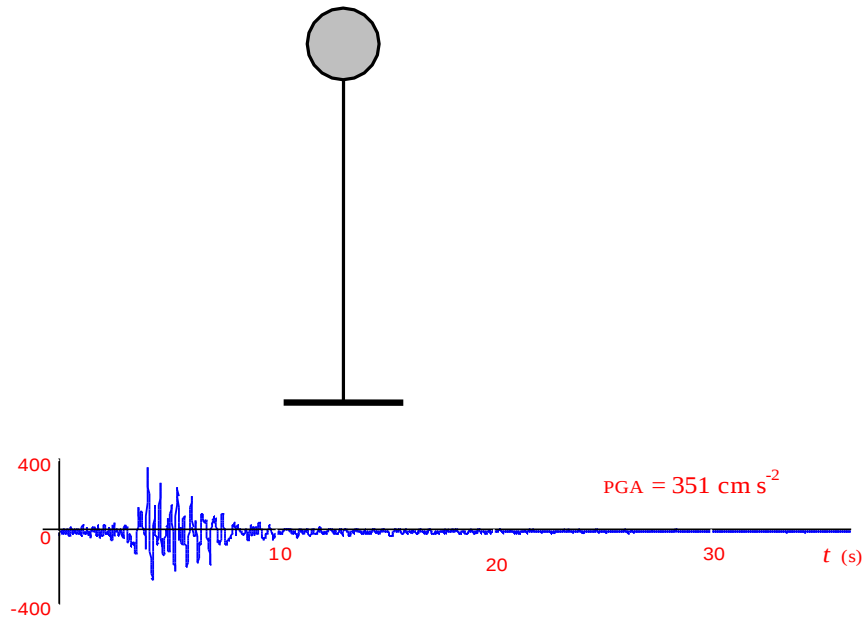
Se si impone alla testa del piedritto uno spostamento orizzontale u_0 (rispetto la posizione di riposo verticale) e successivamente lo si lascia libero, sul sistema si instaurerà un regime di oscillazioni libere caratterizzate da un andamento sinusoidale nel tempo con un periodo di oscillazione T_0 , questo è il tempo che intercorre per permettere al traverso di compiere un'oscillazione completa e ritornare nella posizione iniziale. Tale periodo, detto anche periodo proprio dell'oscillatore è legato alle due grandezze m e k (massa e rigidezza) dalla seguente relazione:



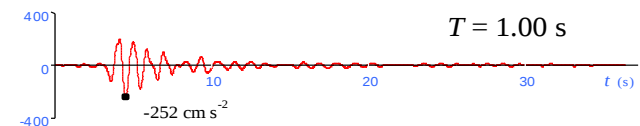
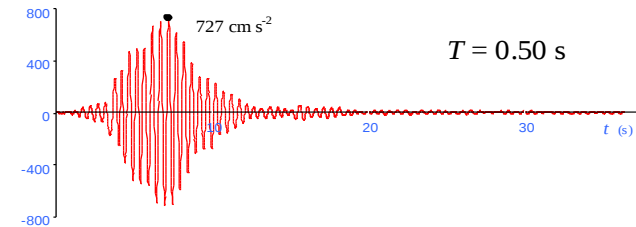
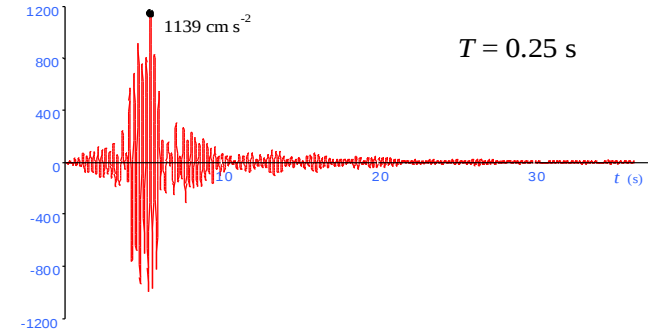


CATEGORIA DEL SUOLO

Oscillatori differenti reagiscono in modo diverso ad uno stesso terremoto



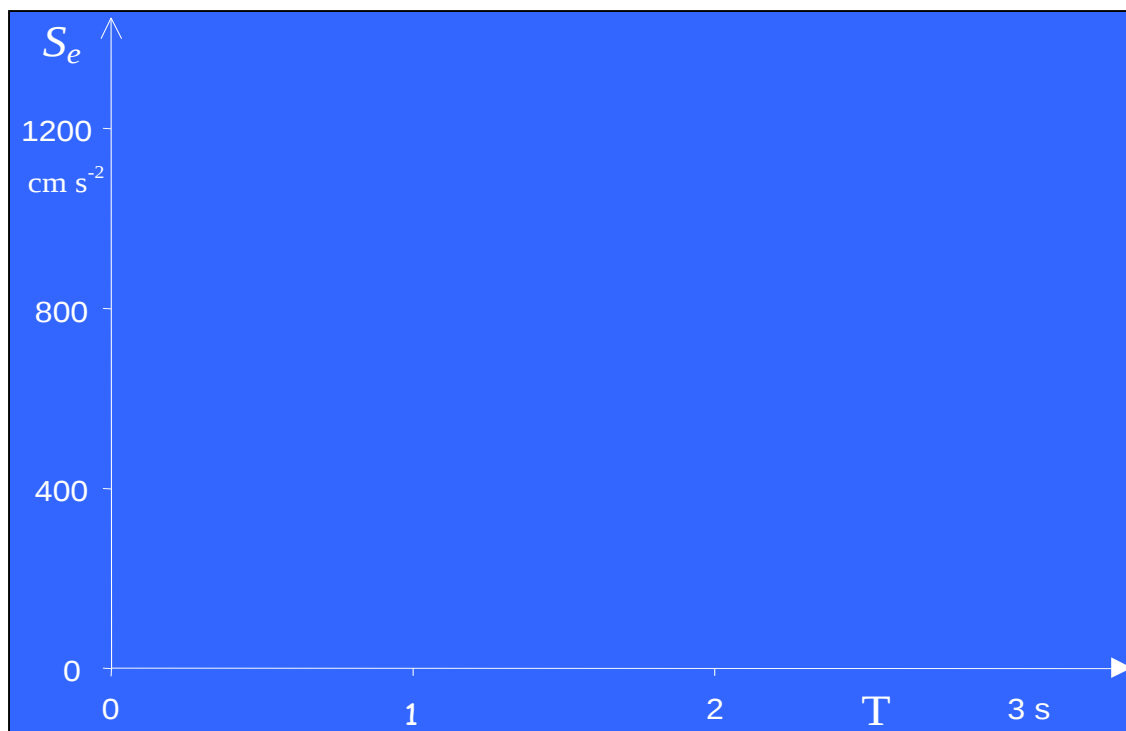
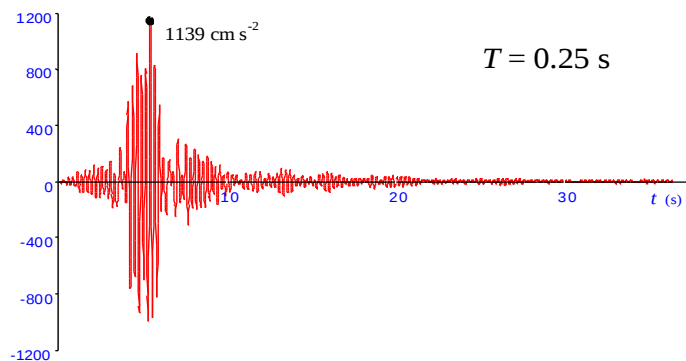
Tolmezzo, Friuli, 1976





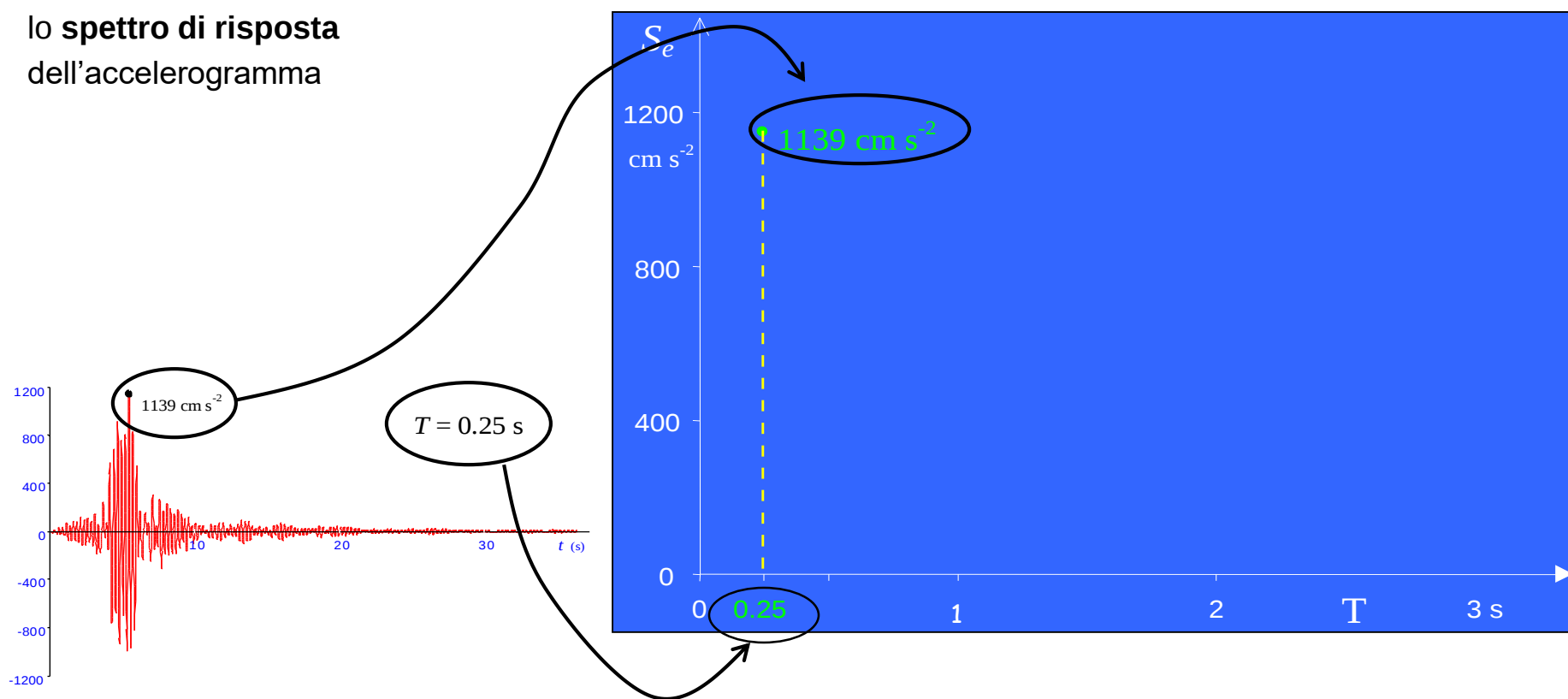
SPETTRI DI RISPOSTA

Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma



SPETTRI DI RISPOSTA

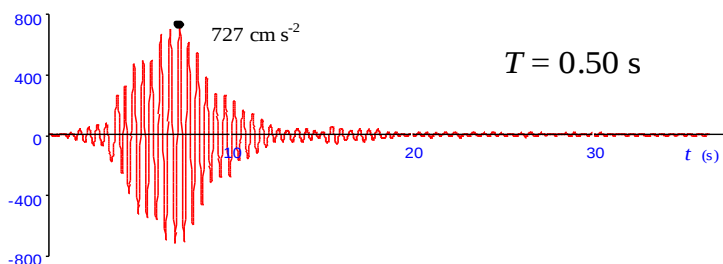
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

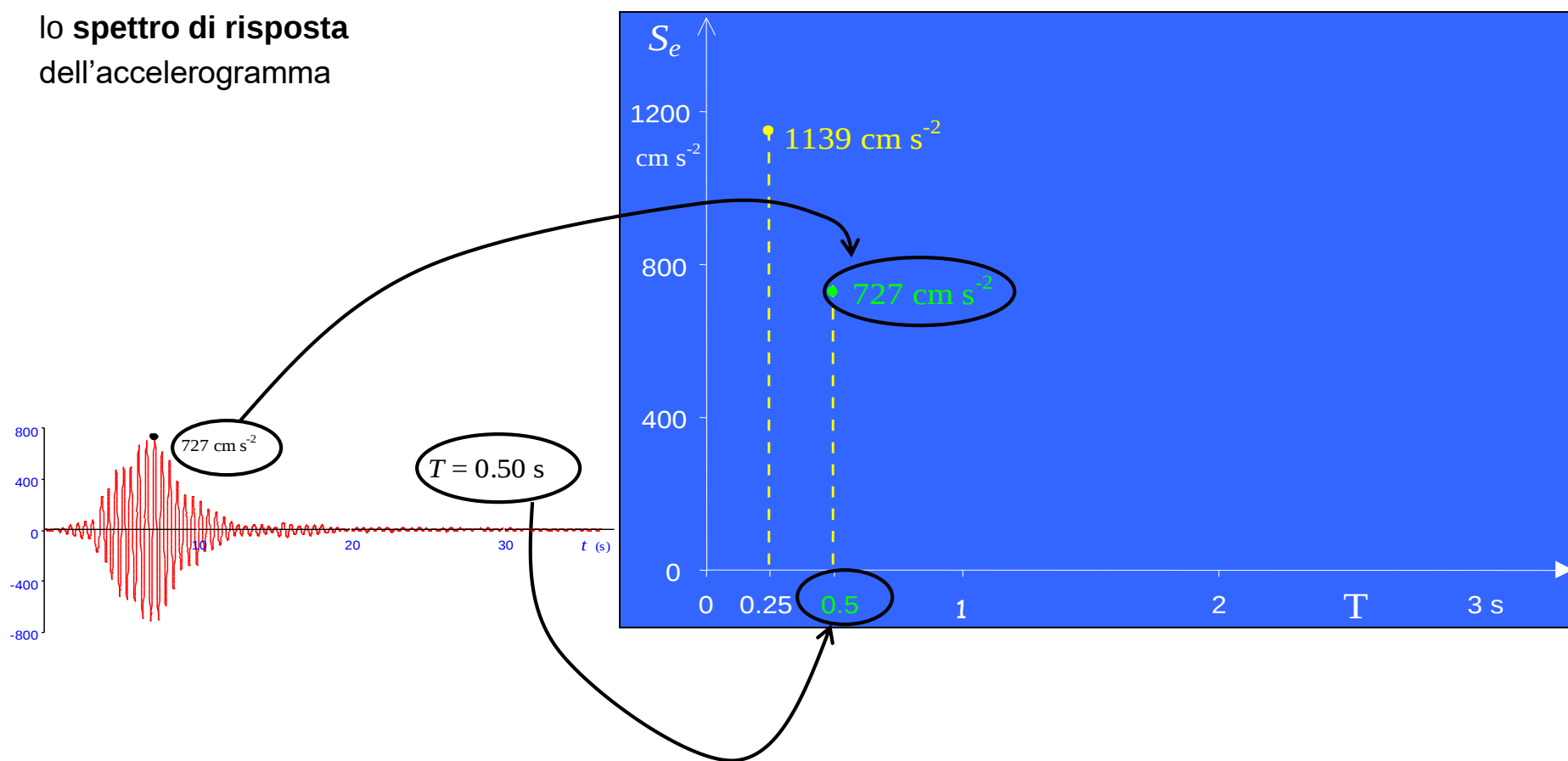
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

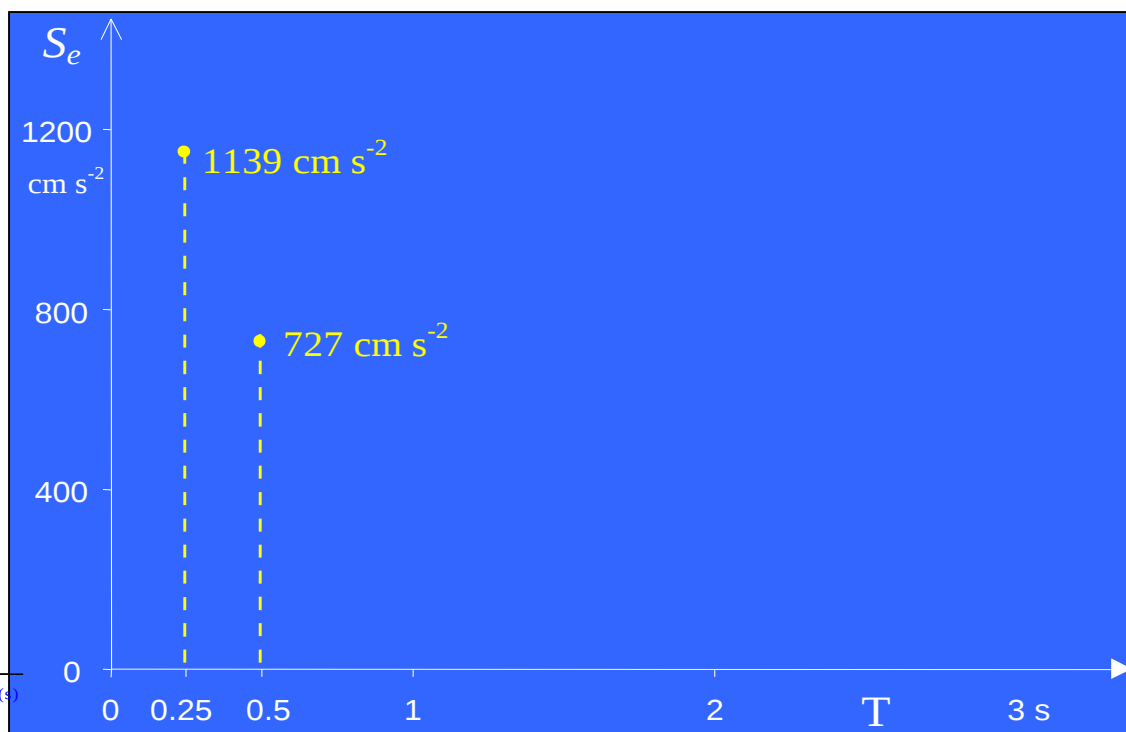
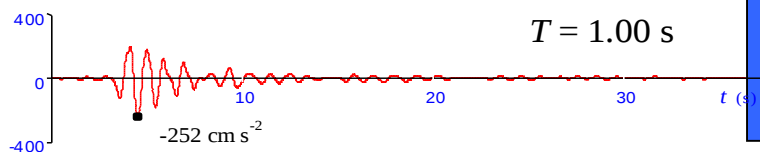
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





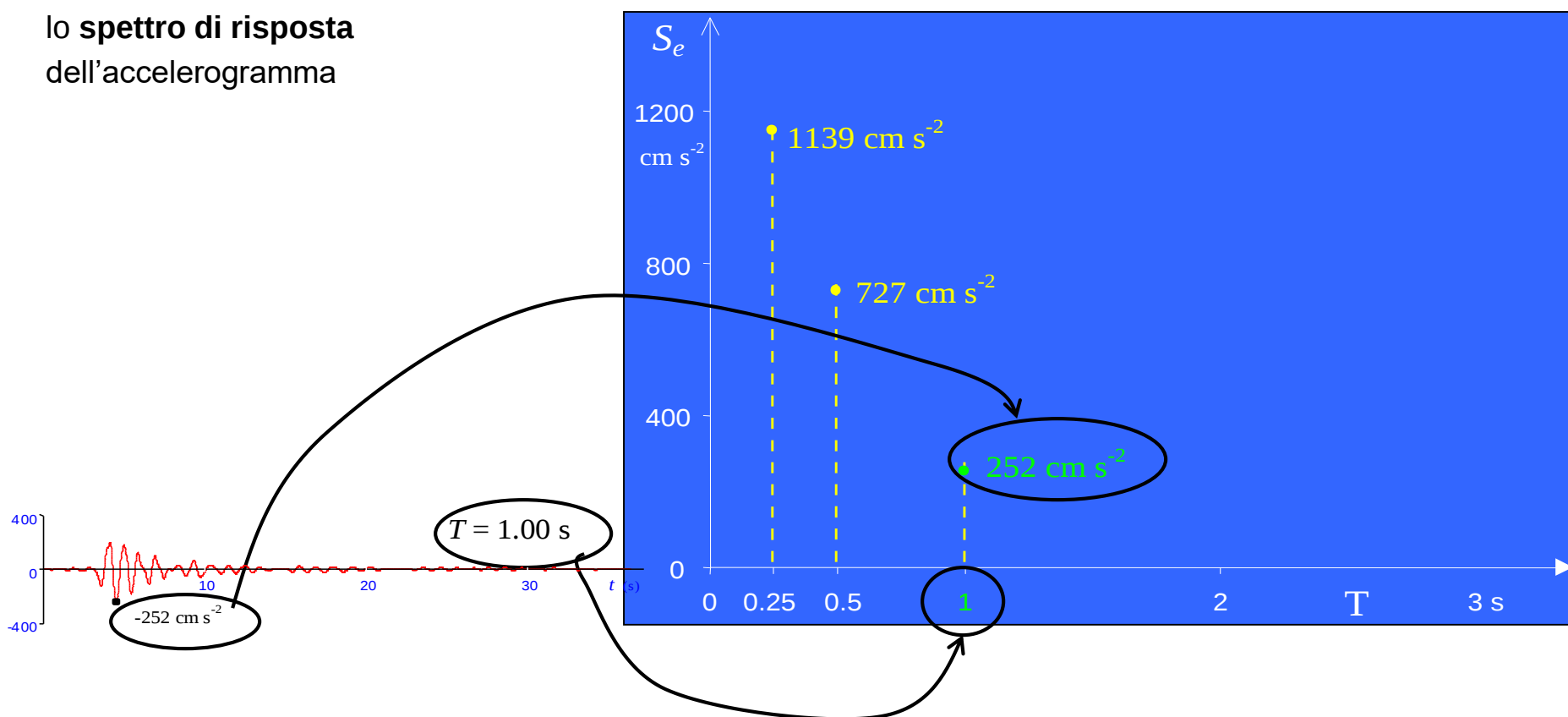
SPETTRI DI RISPOSTA

Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma



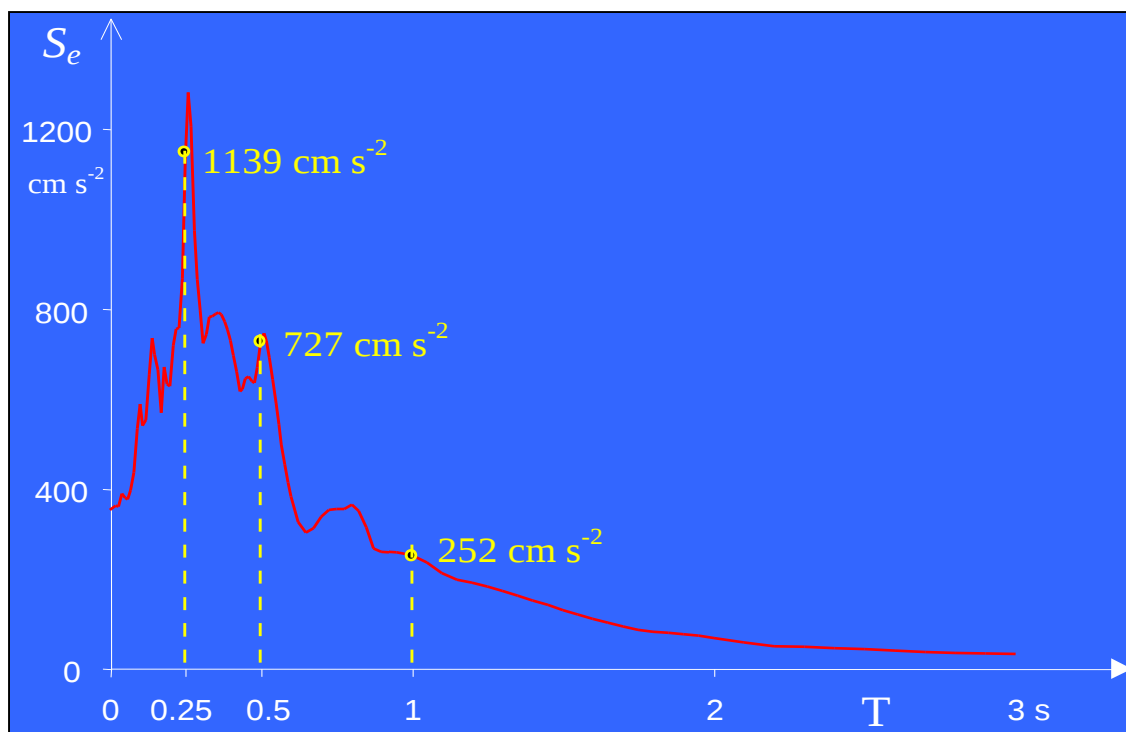
SPETTRI DI RISPOSTA

Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma



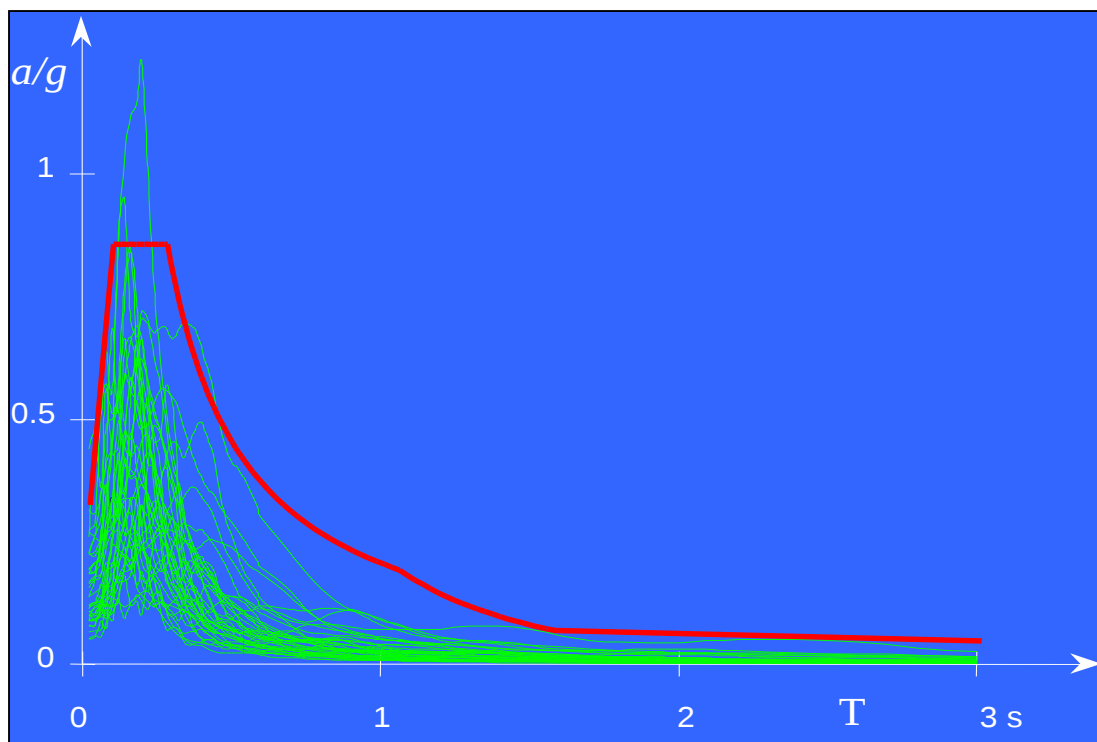
SPETTRI DI RISPOSTA

Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma



SPETTRI DI RISPOSTA

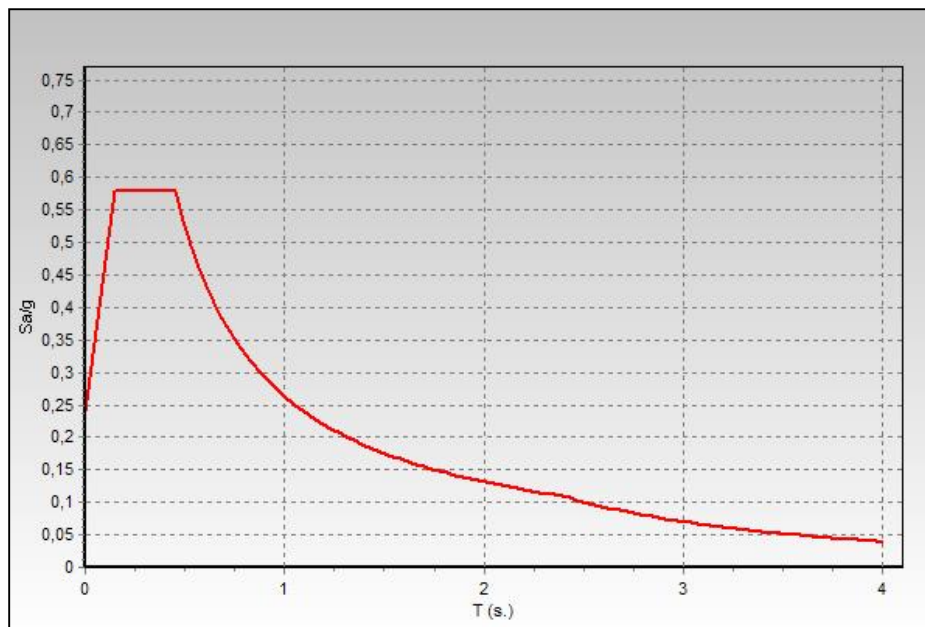
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma



Si può quindi definire una curva che involupa tutti gli spettri di risposta, o che viene superata solo occasionalmente



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI



Se – Accelerazione spettrale orizzontale

T – Periodo di vibrazione

$$0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_O} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot \textcircled{S} \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_O} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot \textcircled{S} \cdot \eta \cdot F_O$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot \textcircled{S} \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot \textcircled{S} \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0.55$$

ξ = Coefficiente di smorzamento viscoso espresso in percentuale (comunemente 5)



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_O} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0.55$$

ξ = Coefficiente di smorzamento viscoso espresso in percentuale (comunemente 5)

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad T_B = T_C / 3 \quad T_D = 4 \cdot \frac{a_g}{g} + 1.6$$

C_C = Coefficiente legato alla categoria del suolo



COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Categoria del suolo	Ss	Cc
A	1.0	1.0
B	$1.00 < 1.40 - 0.40 F_O a_g/g < 1.20$	$1.10 (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 < 1.70 - 0.60 F_O a_g/g < 1.50$	$1.05 (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 < 2.40 - 1.50 F_O a_g/g < 1.80$	$1.25 (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 < 2.00 - 1.10 F_O a_g/g < 1.60$	$1.15 (T_C^*)^{-0.40}$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera	S _T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0.55$$

ξ = Coefficiente di smorzamento viscoso espresso in percentuale (comunemente 5)

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad T_B = T_C / 3 \quad T_D = 4 \cdot \frac{a_g}{g} + 1.6$$

C_C = Coefficiente legato alla categoria del suolo

Rimangono da determinare

$$a_g \quad F_0 \quad T_C^*$$



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

	ID	LON	LAT	T _R =30			T _R =50			T _R =72			T _R =101			T _R =140			T _R =201			T _R =475			T _R =975			T _R =2475		
				a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C
	13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22	0.469	2.49	0.24	0.545	2.50	0.24	0.640	2.49	0.25	0.943	2.44	0.27	1.267	2.42	0.27	1.767	2.43	0.29
	13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22	0.469	2.49	0.24	0.543	2.50	0.24	0.636	2.50	0.25	0.935	2.44	0.27	1.254	2.42	0.28	1.751	2.44	0.29
	13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22	0.466	2.50	0.24	0.540	2.51	0.24	0.630	2.51	0.25	0.923	2.45	0.27	1.237	2.43	0.28	1.729	2.44	0.29
	13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22	0.462	2.51	0.24	0.535	2.51	0.24	0.621	2.52	0.25	0.909	2.46	0.27	1.217	2.44	0.28	1.703	2.44	0.29
	12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22	0.509	2.48	0.24	0.585	2.50	0.24	0.695	2.47	0.25	1.006	2.44	0.27	1.338	2.43	0.27	1.844	2.44	0.29
	13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22	0.511	2.48	0.24	0.586	2.50	0.25	0.695	2.47	0.25	1.005	2.45	0.27	1.336	2.43	0.27	1.841	2.44	0.29
	13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22	0.511	2.49	0.24	0.586	2.51	0.25	0.694	2.48	0.25	1.001	2.45	0.27	1.332	2.43	0.27	1.835	2.44	0.29
	13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22	0.510	2.49	0.24	0.584	2.51	0.25	0.691	2.48	0.25	0.996	2.45	0.27	1.325	2.44	0.28	1.828	2.44	0.29
	13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22	0.507	2.50	0.24	0.580	2.51	0.25	0.686	2.49	0.25	0.989	2.45	0.27	1.318	2.44	0.28	1.819	2.44	0.29
	14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22	0.502	2.50	0.24	0.576	2.52	0.24	0.679	2.49	0.25	0.981	2.45	0.27	1.307	2.44	0.28	1.807	2.44	0.29
	14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22	0.497	2.50	0.24	0.570	2.52	0.24	0.671	2.50	0.25	0.970	2.45	0.27	1.294	2.44	0.28	1.792	2.44	0.29
	12891	6.6803	45.192	0.306	2.43	0.20	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23	0.544	2.49	0.23	0.625	2.50	0.25	0.736	2.47	0.26	1.049	2.46	0.27	1.374	2.46	0.28	1.875	2.46	0.29
	10228	6.6826	45.794	0.283	2.42	0.20	0.364	2.46	0.22	0.430	2.46	0.24	0.505	2.44	0.25	0.577	2.48	0.26	0.679	2.48	0.26	0.992	2.43	0.27	1.335	2.38	0.28	1.924	2.30	0.30
	13113	6.686	45.143	0.309	2.43	0.20	0.391	2.51	0.21	0.470	2.47	0.23	0.546	2.49	0.23	0.627	2.50	0.25	0.737	2.48	0.26	1.048	2.46	0.27	1.373	2.46	0.28	1.873	2.46	0.29
	10450	6.6885	45.745	0.278	2.44	0.20	0.356	2.48	0.22	0.415	2.50	0.23	0.485	2.47	0.25	0.553	2.49	0.26	0.639	2.50	0.27	0.913	2.49	0.28	1.242	2.37	0.29	1.742	2.33	0.30
	13335	6.6915	45.093	0.310	2.43	0.20	0.392	2.51	0.21	0.470	2.48	0.23	0.546	2.50	0.23	0.626	2.51	0.25	0.736	2.48	0.26	1.046	2.46	0.27	1.370	2.46	0.28	1.870	2.46	0.29
	10672	6.6942	45.695	0.275	2.45	0.20	0.351	2.49	0.21	0.406	2.52	0.23	0.475	2.49	0.25	0.541	2.52	0.25	0.618	2.53	0.26	0.862	2.54	0.28	1.125	2.54	0.29	1.543	2.55	0.30
	13557	6.6973	45.043	0.311	2.44	0.20	0.392	2.52	0.21	0.469	2.48	0.23	0.545	2.50	0.23	0.624	2.51	0.25	0.733	2.48	0.26	1.042	2.46	0.27	1.366	2.46	0.28	1.866	2.46	0.29
	13779	6.7029	44.993	0.310	2.44	0.20	0.391	2.52	0.21	0.467	2.48	0.23	0.543	2.50	0.23	0.621	2.51	0.25	0.730	2.49	0.26	1.038	2.46	0.27	1.363	2.45	0.28	1.863	2.46	0.29
	14001	6.7086	44.943	0.309	2.44	0.20	0.389	2.52	0.21	0.464	2.49	0.23	0.540	2.50	0.24	0.616	2.52	0.25	0.726	2.49	0.26	1.033	2.46	0.27	1.358	2.45	0.28	1.860	2.46	0.29
	14223	6.7142	44.893	0.307	2.45	0.20	0.386	2.52	0.21	0.460	2.49	0.23	0.536	2.51	0.23	0.611	2.52	0.25	0.721	2.49	0.26	1.027	2.46	0.27	1.353	2.45	0.28	1.854	2.45	0.29
	9445	6.7198	44.843	0.305	2.45	0.20	0.383	2.53	0.21	0.456	2.50	0.22	0.531	2.51	0.24	0.605	2.52	0.25	0.715	2.49	0.26	1.021	2.46	0.27	1.347	2.45	0.28	1.848	2.45	0.29
	17885	6.7426	45.898	0.315	2.37	0.20	0.409	2.41	0.22	0.500	2.37	0.24	0.585	2.44	0.25	0.690	2.40	0.26	0.814	2.40	0.26	1.190	2.37	0.27	1.587	2.34	0.28	2.281	2.26	0.30
	12670	6.7452	45.246	0.323	2.44	0.20	0.412	2.49	0.22	0.496	2.46	0.23	0.573	2.49	0.24	0.664	2.48	0.25	0.773	2.48	0.26	1.092	2.46	0.27	1.414	2.47	0.28	1.910	2.48	0.29
	10007	6.7482	45.848	0.306	2.39	0.20	0.394	2.45	0.22	0.479	2.39	0.24	0.561	2.44	0.25	0.655	2.46	0.26	0.774	2.44	0.26	1.141	2.39	0.27	1.530	2.35	0.28	2.211	2.27	0.30
	12892	6.7508	45.196	0.328	2.44	0.20	0.419	2.48	0.21	0.503	2.46	0.23	0.580	2.49	0.24	0.672	2.48	0.25	0.781	2.48	0.26	1.102	2.47	0.27	1.423	2.48	0.28	1.918	2.48	0.29
	15777	6.7533	44.544	0.286	2.46	0.19	0.365	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22	0.509	2.49	0.24	0.584	2.50	0.25	0.694	2.47	0.26	1.011	2.43	0.28	1.356	2.41	0.29	1.893	2.42	0.30
	10229	6.754	45.798	0.299	2.41	0.20	0.383	2.47	0.22	0.459	2.43	0.24	0.537	2.44	0.25	0.617	2.49	0.26	0.744	2.44	0.26	1.078	2.41	0.27	1.454	2.35	0.28	2.104	2.27	0.30
	13114	6.7564	45.147	0.331	2.44	0.20	0.423	2.48	0.21	0.505	2.47	0.23	0.583	2.49	0.24	0.675	2.48	0.25	0.783	2.49	0.26	1.101	2.47	0.27	1.422	2.48	0.28	1.915	2.49	0.29
	15999	6.7588	44.495	0.281	2.45	0.19	0.360	2.51	0.21	0.423	2.52	0.22	0.501	2.49	0.24	0.577	2.50	0.25	0.684	2.47	0.26	0.998	2.43	0.28	1.346	2.40	0.29	1.881	2.43	0.30
	10451	6.7596	45.749	0.293	2.43	0.20	0.374	2.48	0.22	0.443	2.47	0.24	0.518	2.47	0.25	0.590	2.49	0.26	0.694	2.49	0.27	1.030	2.41	0.27	1.384	2.35	0.28	1.967	2.29	0.30
	13336	6.762	45.097	0.332	2.44	0.20	0.424	2.48	0.21	0.506	2.47	0.23	0.582	2.50	0.24	0.673	2.49	0.25	0.780	2.49	0.26	1.096	2.48	0.27	1.415	2.48	0.28	1.909	2.48	0.29
	16221	6.7643	44.445	0.271	2.48	0.18	0.351	2.50	0.21	0.411	2.52	0.22	0.488	2.47	0.24	0.562	2.49	0.24	0.660	2.48	0.26	0.955	2.44	0.28	1.278	2.43	0.29	1.801	2.46	0.31
	10673	6.7653	45.699	0.290	2.43	0.20	0.369	2.50	0.22	0.434	2.49	0.24	0.506	2.49	0.24	0.576	2.51	0.26	0.672	2.50	0.27	0.953	2.52	0.27	1.258	2.51	0.28	1.739	2.52	0.29
	13558	6.7677	45.047	0.333	2.45	0.20	0.423	2.49	0.21	0.504	2.48	0.23	0.580	2.50	0.24	0.669	2.50	0.25	0.776	2.50	0.26	1.089	2.48	0.27	1.408	2.48	0.28	1.902	2.48	0.29
	16443	6.7698	44.395	0.261	2.50	0.18	0.339	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22	0.464	2.51	0.24	0.536	2.52	0.24	0.620	2.53	0.26	0.895	2.50	0.28	1.195	2.50	0.29	1.711	2.49	0.31
	10895	6.771	45.649																											



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$		
			a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22
13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22
12891	6.6803	45.192	0.306	2.43	0.20	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23
10228	6.6826	45.794	0.283	2.42	0.20	0.364	2.46	0.22	0.430	2.46	0.24
13113	6.686	45.143	0.309	2.43	0.20	0.391	2.51	0.21	0.470	2.47	0.23
10450	6.6885	45.745	0.278	2.44	0.20	0.356	2.48	0.22	0.415	2.50	0.23
13335	6.6915	45.093	0.310	2.43	0.20	0.392	2.51	0.21	0.470	2.48	0.23
10672	6.6942	45.695	0.275	2.45	0.20	0.351	2.49	0.21	0.406	2.52	0.23
13557	6.6973	45.043	0.311	2.44	0.20	0.392	2.52	0.21	0.469	2.48	0.23
13779	6.7029	44.993	0.310	2.44	0.20	0.391	2.52	0.21	0.467	2.48	0.23

T_R – Periodo di ritorno del sisma, compreso fra 30 e 2475 anni.

a_g – Accelerazione orizzontale max del terreno (espressa in g/10).

F_o – Valore max del fattore di amplificazione dello spettro (adimensionale).

T_C^* – Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro (espresso in secondi).



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (anni)
Opere provvisorie, opere provvisionali e strutture in fase costruttiva	≤ 10
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

$$V_R = V_N \times C_U$$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Stato Limite		PVR - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio	S.L.O.	81%
	S.L.D.	63%
Stati Limite Ultimi	S.L.V.	10%
	S.L.C.	5%



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

ID	LON	LAT	T _R =30			T _R =50			T _R =72		
			a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22
13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22
12891	6.6803	45.192	0.306	2.43	0.20	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23
10228	6.6826	45.794	0.283	2.42	0.20	0.364	2.46	0.22	0.430	2.46	0.24
13113	6.686	45.143	0.309	2.43	0.20	0.391	2.51	0.21	0.470	2.47	0.23
10450	6.6885	45.745	0.278	2.44	0.20	0.356	2.48	0.22	0.415	2.50	0.23
13335	6.6915	45.093	0.310	2.43	0.20	0.392	2.51	0.21	0.470	2.48	0.23
10672	6.6942	45.695	0.275	2.45	0.20	0.351	2.49	0.21	0.406	2.52	0.23
13557	6.6973	45.043	0.311	2.44	0.20	0.392	2.52	0.21	0.469	2.48	0.23
13779	6.7029	44.993	0.310	2.44	0.20	0.391	2.52	0.21	0.467	2.48	0.23

$$p(a_g, F_o, T_C^*)$$



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$		
			a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22
13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22
12891	6.6803	45.192	0.306	2.43	0.20	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23
10228	6.6826	45.794	0.283	2.42	0.20	0.364	2.46	0.22	0.430	2.46	0.24

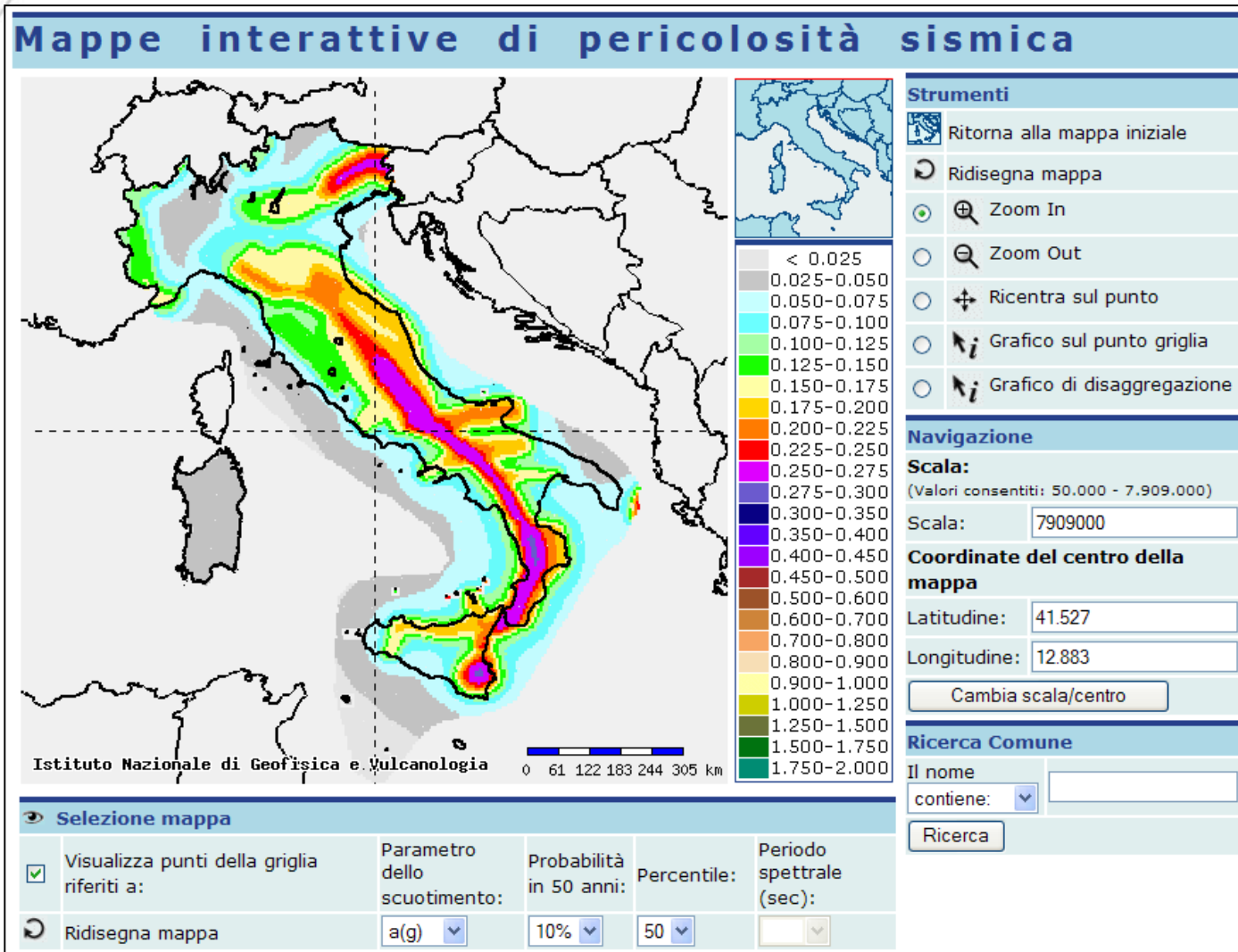
$$p(a_g, F_o, T_C^*)$$

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

p – Valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato.

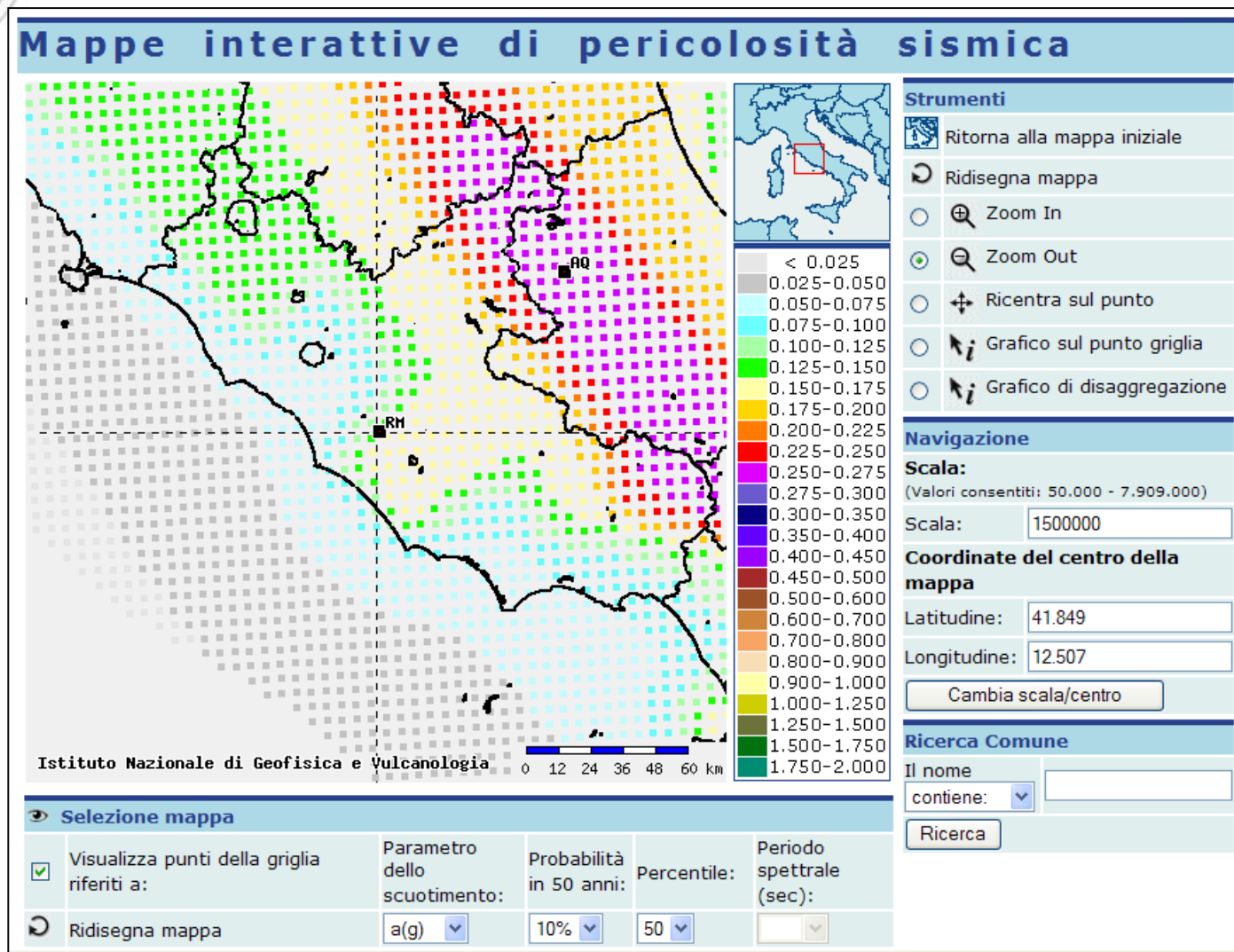
T_{R1} , T_{R2} – Periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

MAPPA SISMICA INTERATTIVA INGV



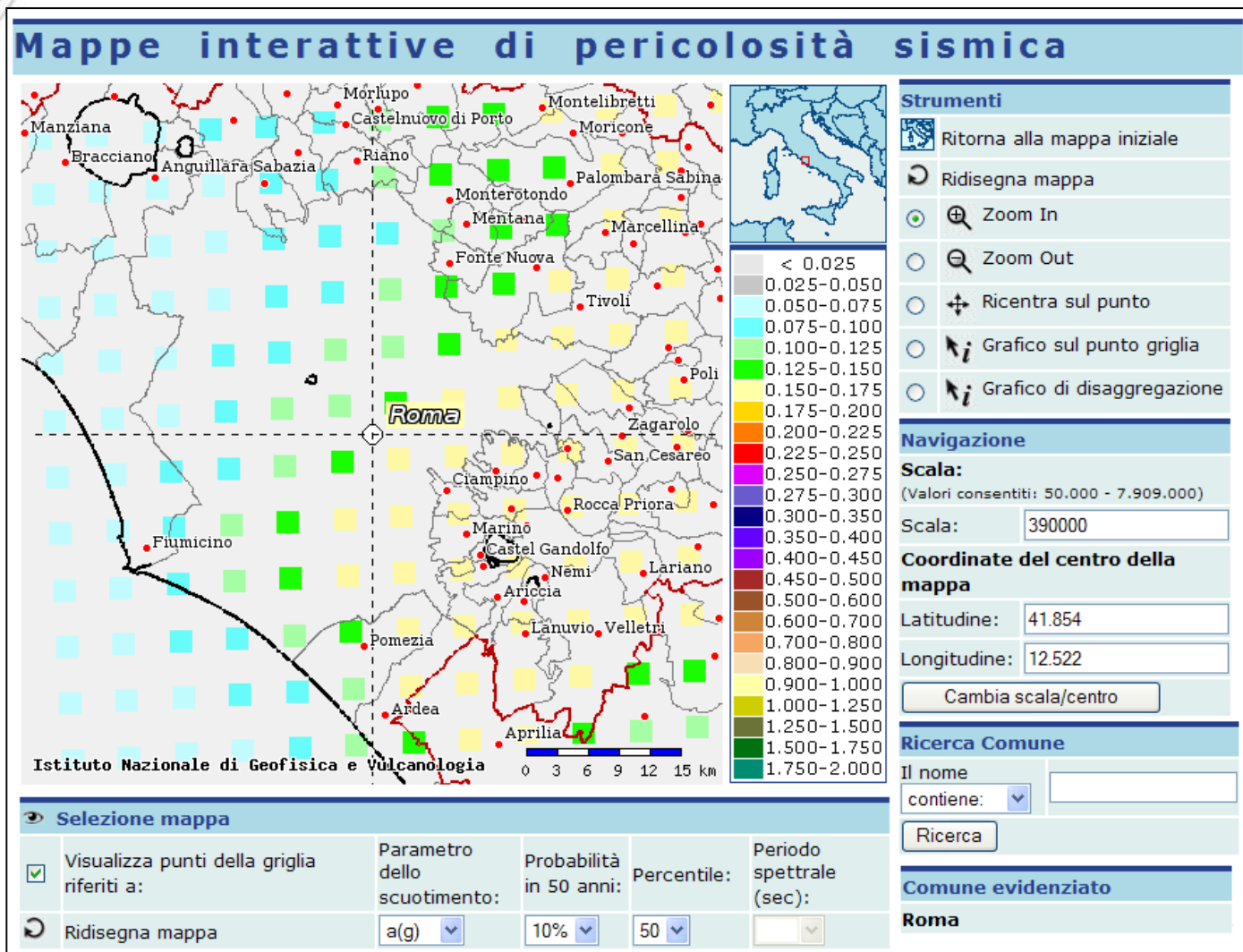
Reticolo di riferimento (distanza nodi 10 km)

MAPPA SISMICA INTERATTIVA INGV



Reticolo di riferimento (distanza nodi 10 km)

MAPPA SISMICA INTERATTIVA INGV



Reticolo di riferimento (distanza nodi 10 km)



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$		
			a_g	F_o	T_c^*	a_g	F_o	T_c^*	a_g	F_o	T_c^*
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22
13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22
12891	6.6803	45.192	0.386	2.43	0.23	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23
10228	6.6826	45.794	0.283	2.42	0.20	0.364	2.46	0.22	0.430	2.46	0.24

$$p(a_g, F_o, T_c^*)$$

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

p – Valore del parametro di interesse nel punto in esame.

p_i – Valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto del reticolo di riferimento.

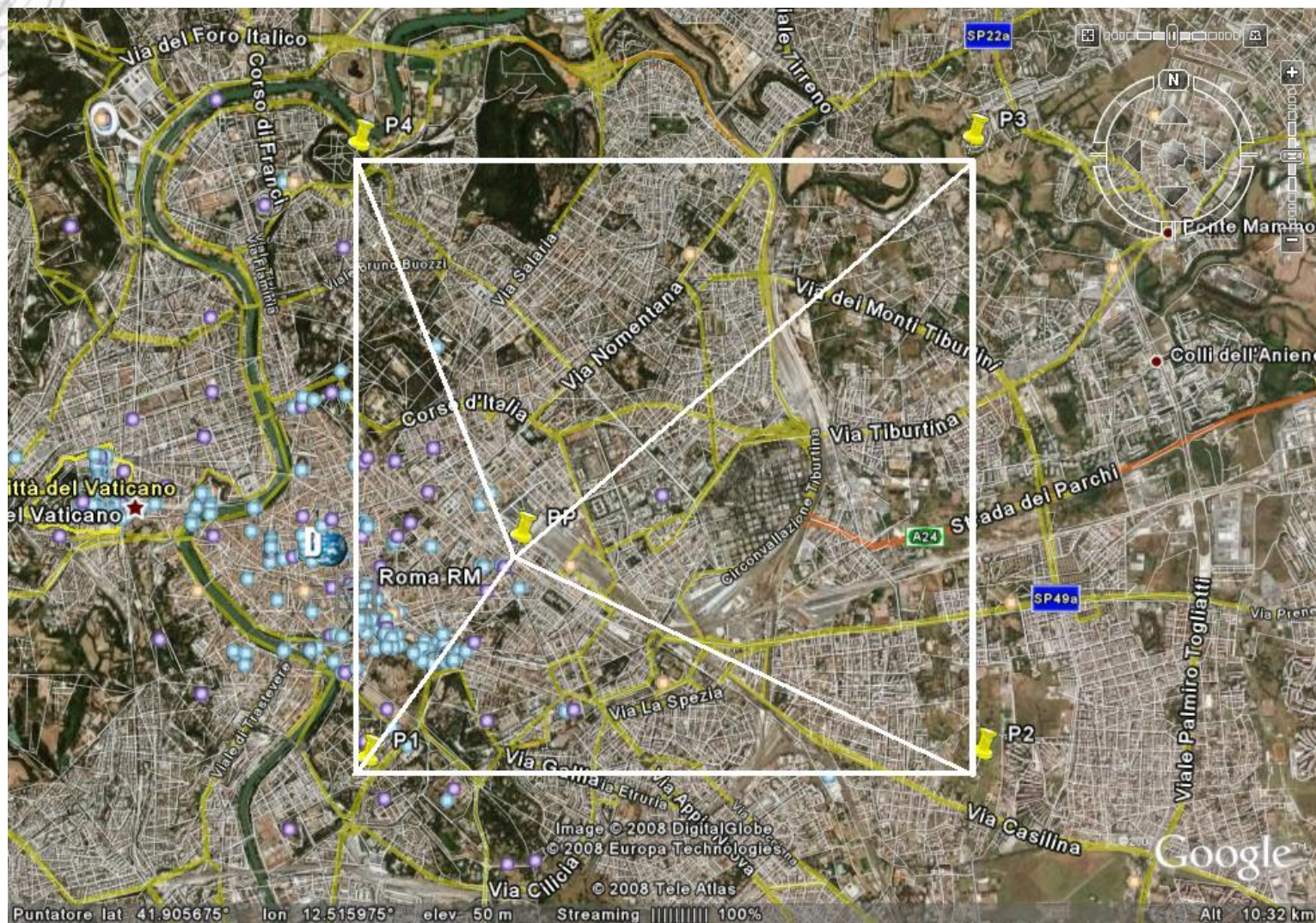
d_i – Distanza del punto in esame dall'i-esimo punto del reticolo.



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22
13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22
12891	6.6803	45.192	0.386	2.43	0.21	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23
10228	6.6826	45.794	0.283	2.42	0.20	0.364	2.46	0.22	0.430	2.46	0.24

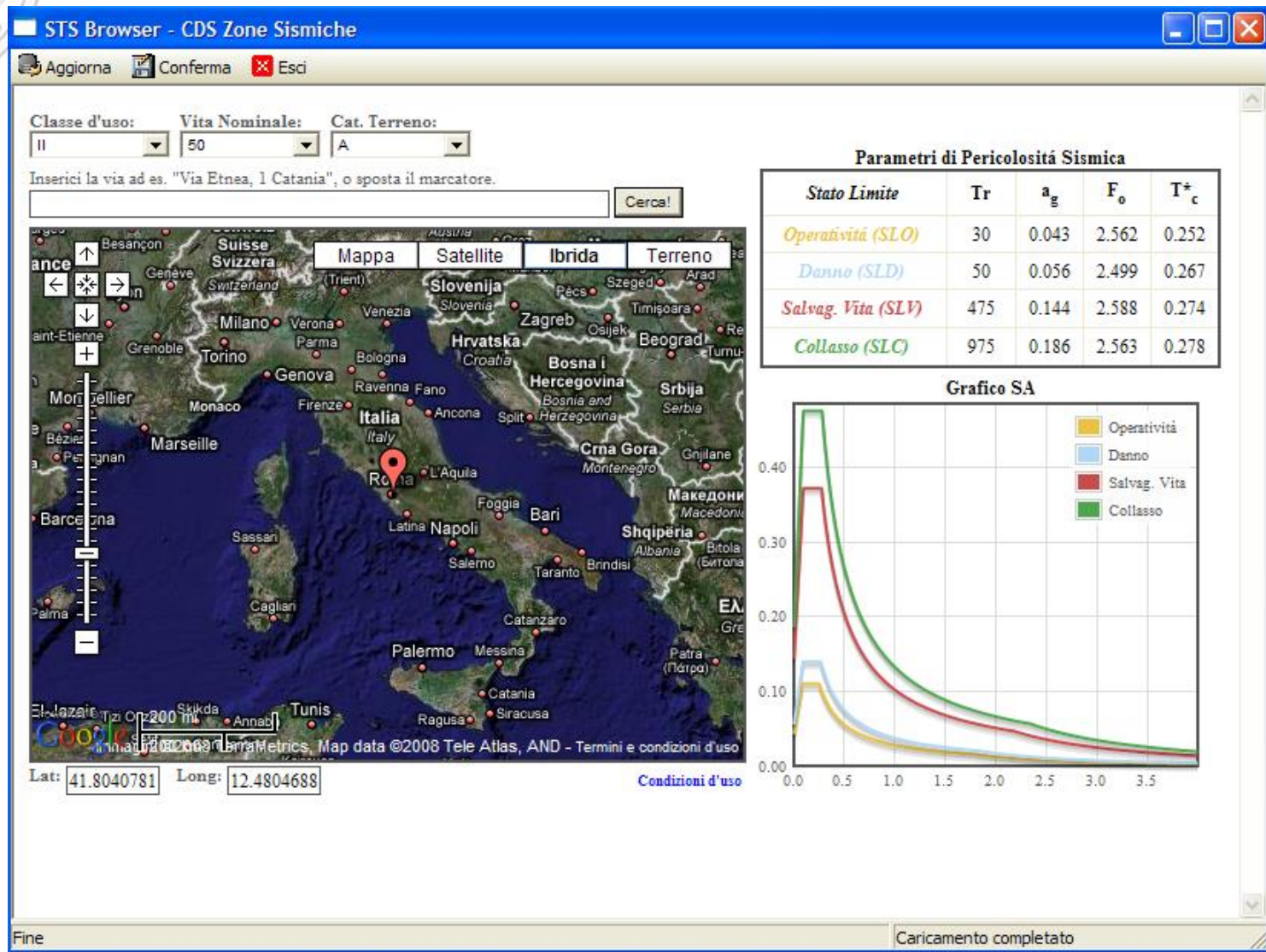
MAPPA SISMICA INTERATTIVA INGV



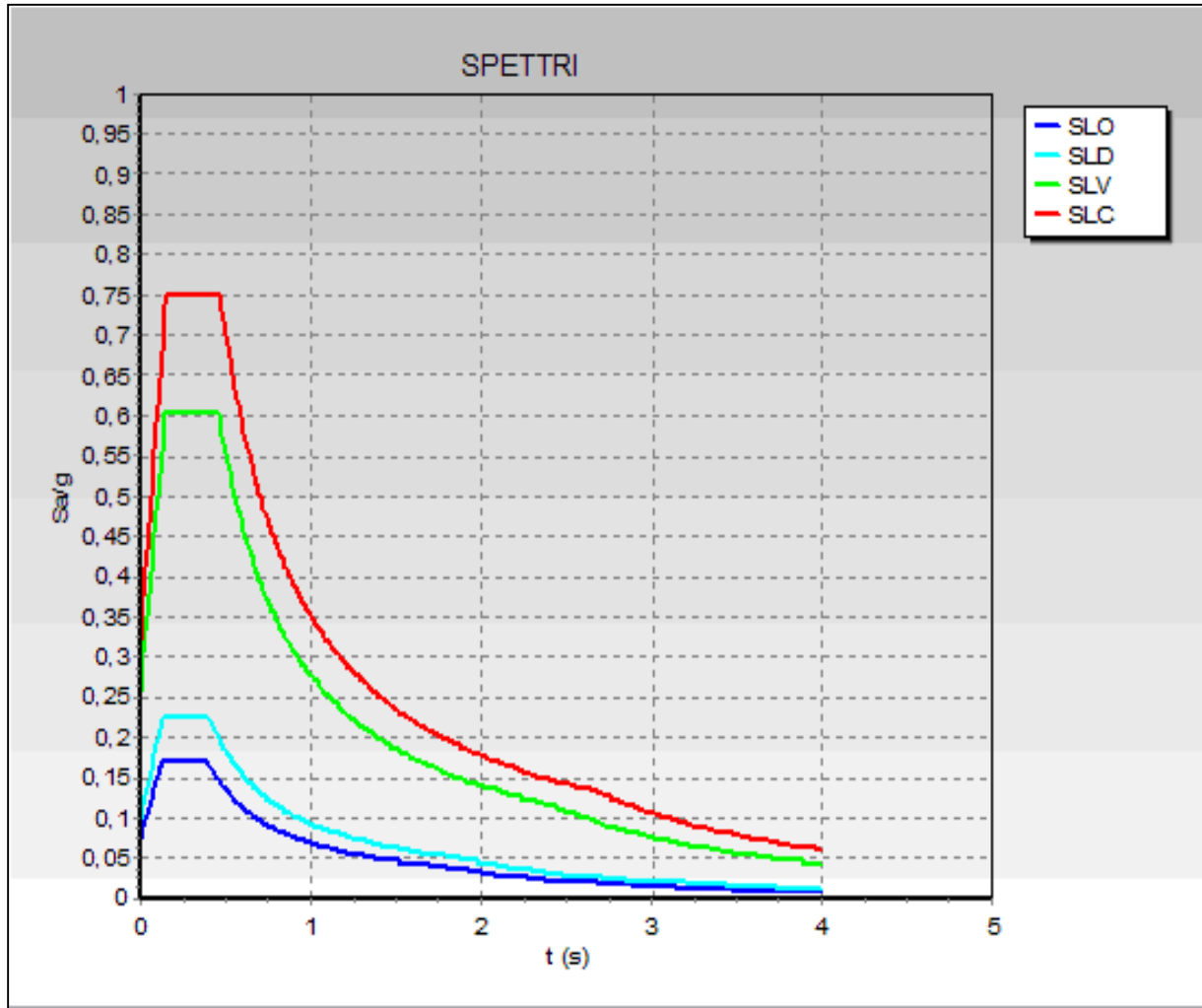
Reticolo di riferimento (distanza nodi 10 km)



PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA



SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER AZIONI ORIZZONTALI

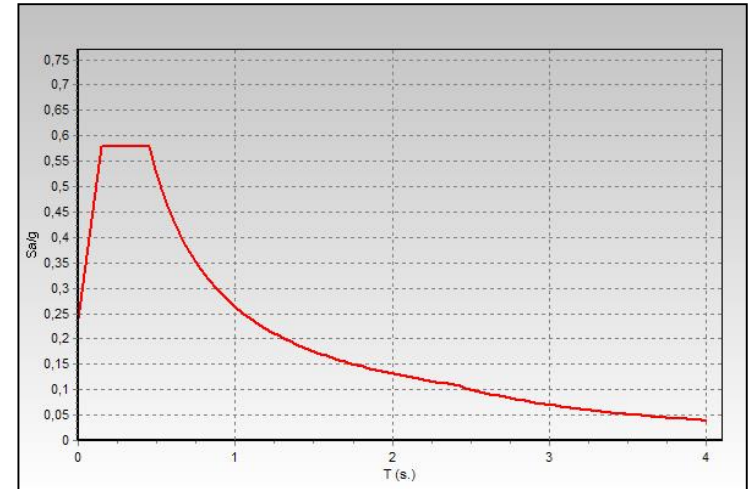


SISMA VERTICALE

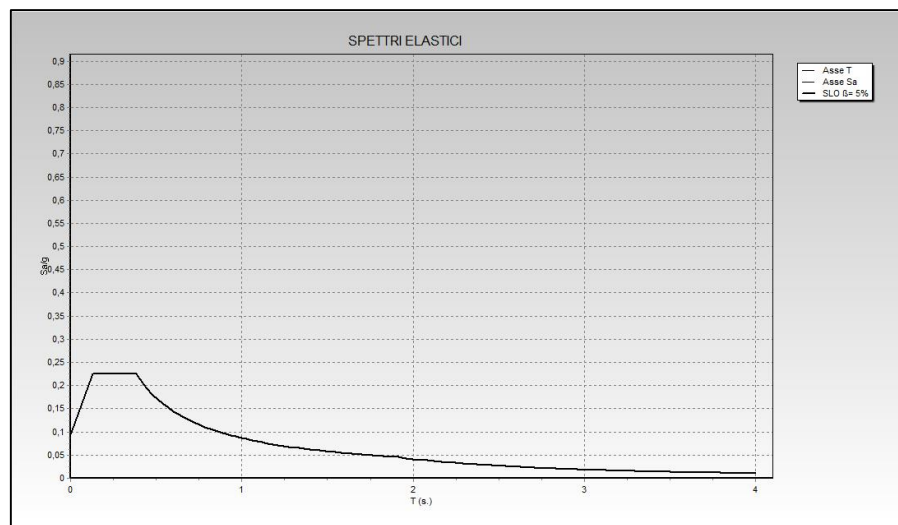
3.2.3.1 DESCRIZIONE DEL MOTO SISMICO IN SUPERFICIE E SUL PIANO DI FONDAZIONE

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una **verticale** contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Salvo quanto specificato nel § 7.11 per le opere e i sistemi geotecnici, la componente verticale verrà considerata ove espressamente specificato (Capitolo 7) e purché il sito nel quale sorge la costruzione sia caratterizzato da un'accelerazione al suolo, così come definita nel seguente §3.2.3.2, **pari ad $a_g \geq 0,15g$** .

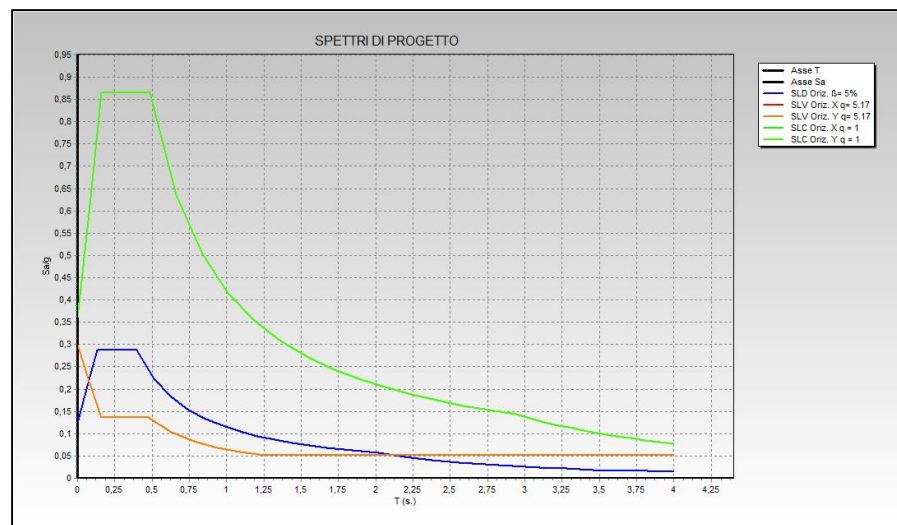
- presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m
- presenza di elementi precompressi (eccetto solai con luce < 8m)
- presenza di elementi a mensola (con luce > 4m)
- presenza di strutture di tipo spingente
- presenza di pilastri in falso
- edifici con piani sospesi
- ponti
- edifici isolati (con rapporto tra la rigidezza verticale del sistema di isolamento K_v e la rigidezza equivalente orizzontale K_{esi} inferiore a 800)



SPETTRI DI RISPOSTA

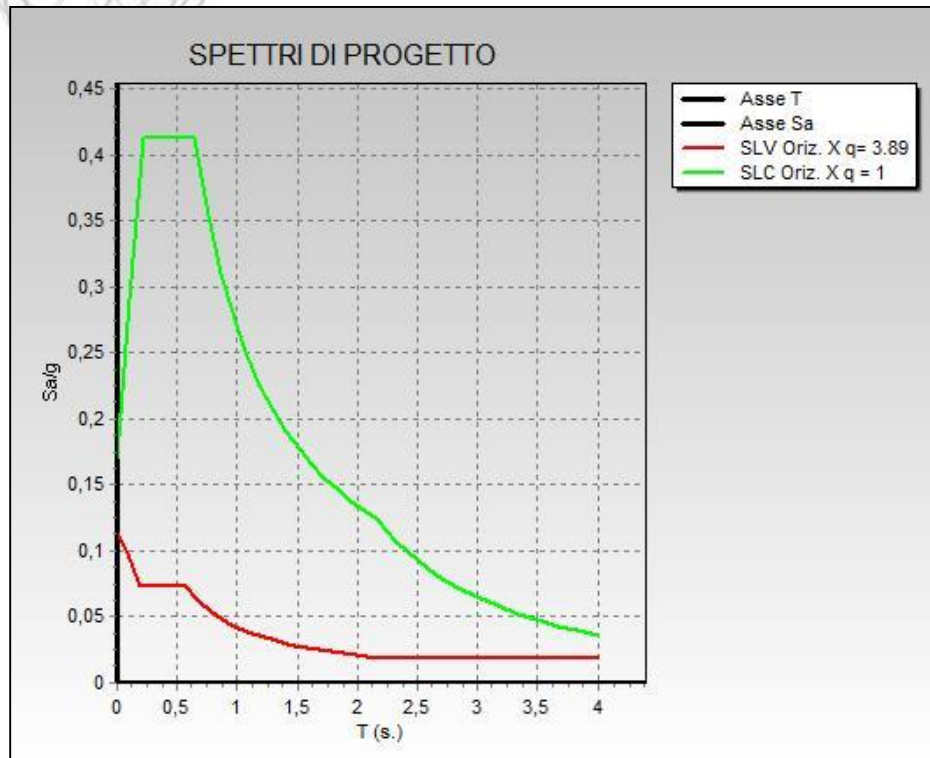


Spettro Elastico - S.L.O.



Spettro di Progetto – S.L.D., S.L.V. e S.L.C.

SPETTRO DI PROGETTO PER LA VERIFICA AGLI S.L.U.



Rispetto alle formule relative allo spettro elastico, si sostituisce η con $1/q$

$$0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_O \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{q}{F_O} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_O$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

FATTORE DI COMPORTAMENTO

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	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

7.3.1 ANALISI LINEARE O NON LINEARE

Analisi lineare

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare la domanda sismica nel caso di comportamento strutturale sia non dissipativo sia dissipativo (§ 7.2.2). In entrambi i casi, la domanda sismica è calcolata, quale che sia la modellazione utilizzata per l'azione sismica, riferendosi allo spettro di progetto (§ 3.2.3.4 e § 3.2.3.5) ottenuto, per ogni stato limite, assumendo per il fattore di comportamento q , i limiti riportati nella tabella 7.3.I con i valori dei fattori di base q_0 riportati in Tab. 7.3.II.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo (§ 7.2.2), il valore del fattore di comportamento q , da utilizzare per lo stato limite considerato e nella direzione considerata per l'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e tiene conto, convenzionalmente, delle capacità dissipative del materiale. Le strutture possono essere classificate come appartenenti ad una tipologia in una direzione orizzontale e ad un'altra tipologia nella direzione orizzontale ortogonale alla precedente, utilizzando per ciascuna direzione il fattore di comportamento corrispondente.

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

$$q_{lim} = q_0 \times K_R$$

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.

FATTORE DI COMPORTAMENTO

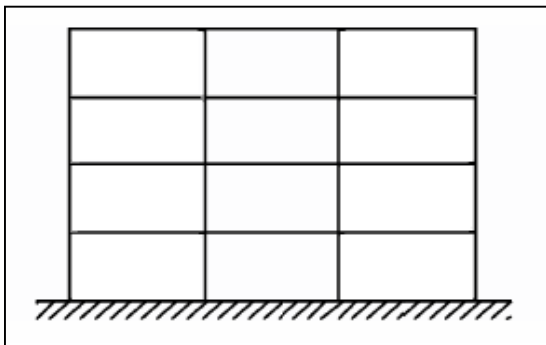
$$q = q_0 \times K_R$$

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

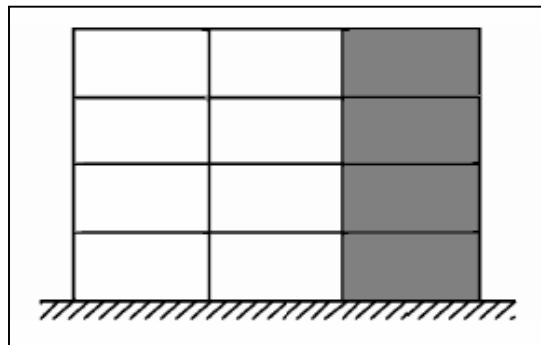
Tipologia strutturale	q_0	
	CD''A''	CD''B''
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	$4,5 \alpha_w / \alpha_1$	$3,0 \alpha_w / \alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	$4,0 \alpha_w / \alpha_1$	3,0
Strutture deformabili 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	$4,0 \alpha_w / \alpha_1$	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	$5,0 \alpha_w / \alpha_1$	4,0
Strutture con controventi eccentrici		
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4,0	4,0
Strutture con controventi concentrici a V	2,5	2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	$2,0 \alpha_w / \alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	$4,0 \alpha_w / \alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0



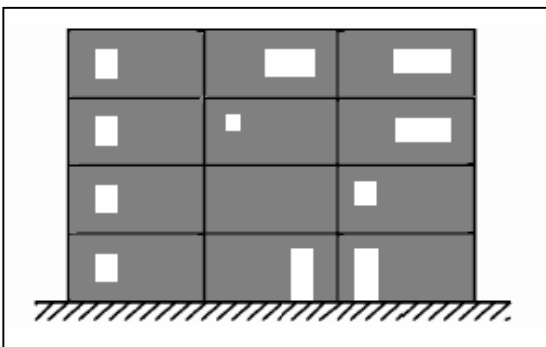
TIPOLOGIE STRUTTURALI SISMO-RESISTENTI PER EDIFICI IN C.A.



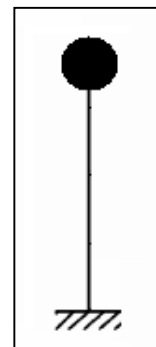
Strutture a telaio



Strutture miste telaio-pareti

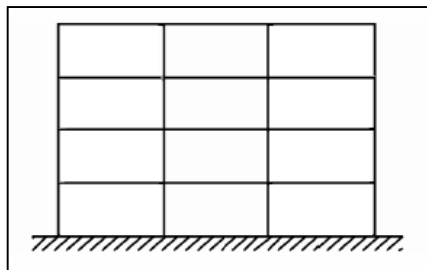


Strutture a pareti

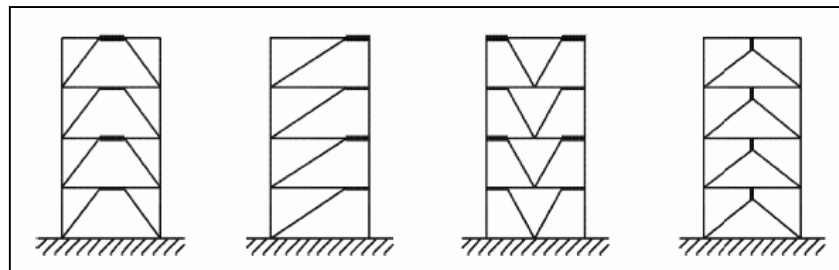


Strutture a pendolo inverso

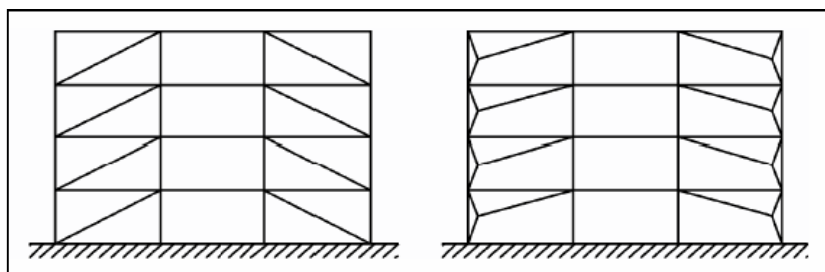
TIPOLOGIE STRUTTURALI SISMO-RESISTENTI PER EDIFICI IN ACCIAIO



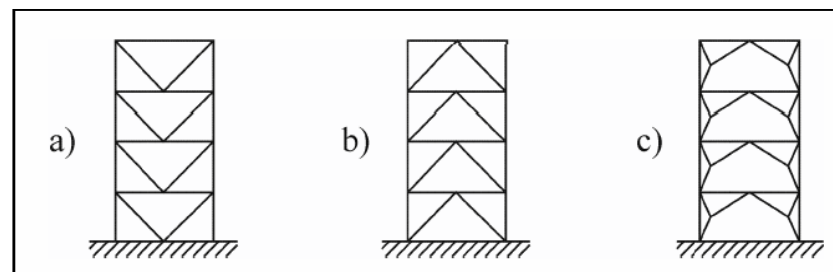
Strutture intelaiate



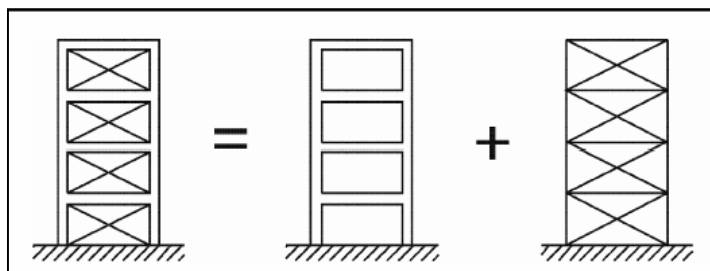
Strutture con controventi eccentrici



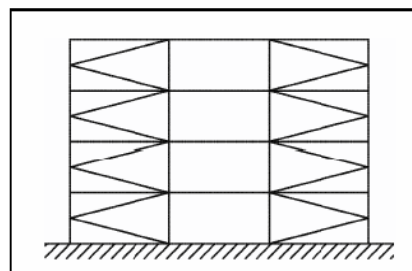
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva



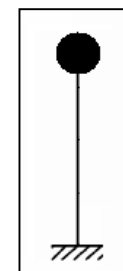
Strutture con controventi concentrici a V



Strutture intelaiate con controventi concentrici



Strutture con controventi concentrici a K



Strutture a pendolo inverso

FATTORE DI COMPORTAMENTO

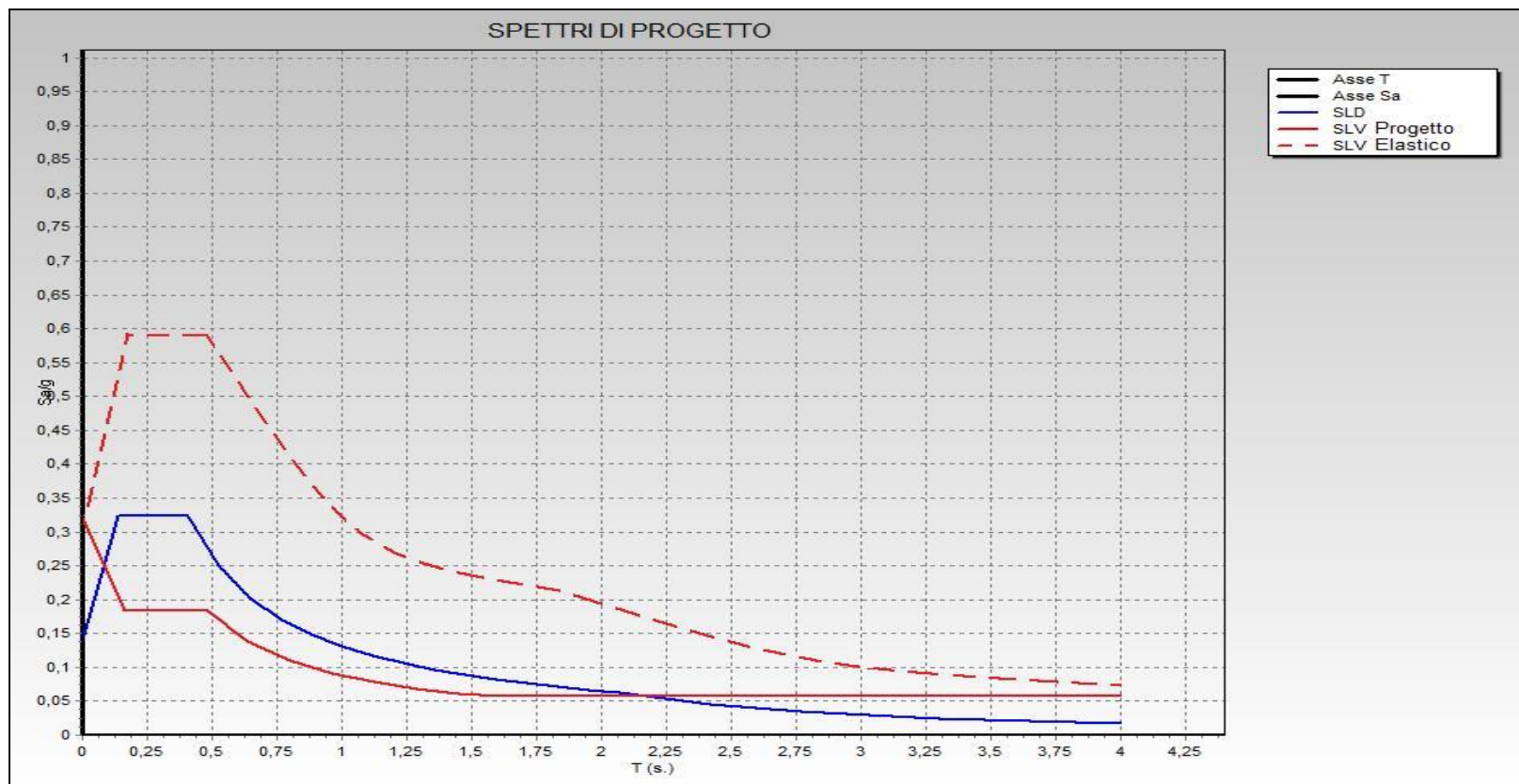
Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

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		2,5
Strutture cosiddette miste, con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti		
Strutture isostatiche in genere, compresi portali isostatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, e altre tipologie strutturali		1,5
Costruzioni di muratura (§ 7.8.1.3)		
Costruzioni di muratura ordinaria	1,75 α_w/α_1	
Costruzioni di muratura armata	2,5 α_w/α_1	
Costruzioni di muratura armata con progettazione in capacità	3,0 α_w/α_1	
Costruzioni di muratura confinata	2,0 α_w/α_1	
Costruzioni di muratura confinata con progettazione in capacità	3,0 α_w/α_1	
Ponti (§ 7.9.2.1)		
Pile in calcestruzzo armato		
Pile verticali inflesse	3,5 λ	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,1 λ	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

FATTORE DI COMPORTAMENTO

[...]

Qualora la domanda in resistenza allo SLV risulti inferiore a quella allo SLD, si può scegliere di progettare la capacità in 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**.



Spettro di risposta elastico (S.L.D.) e spettro di progetto (S.L.V.)



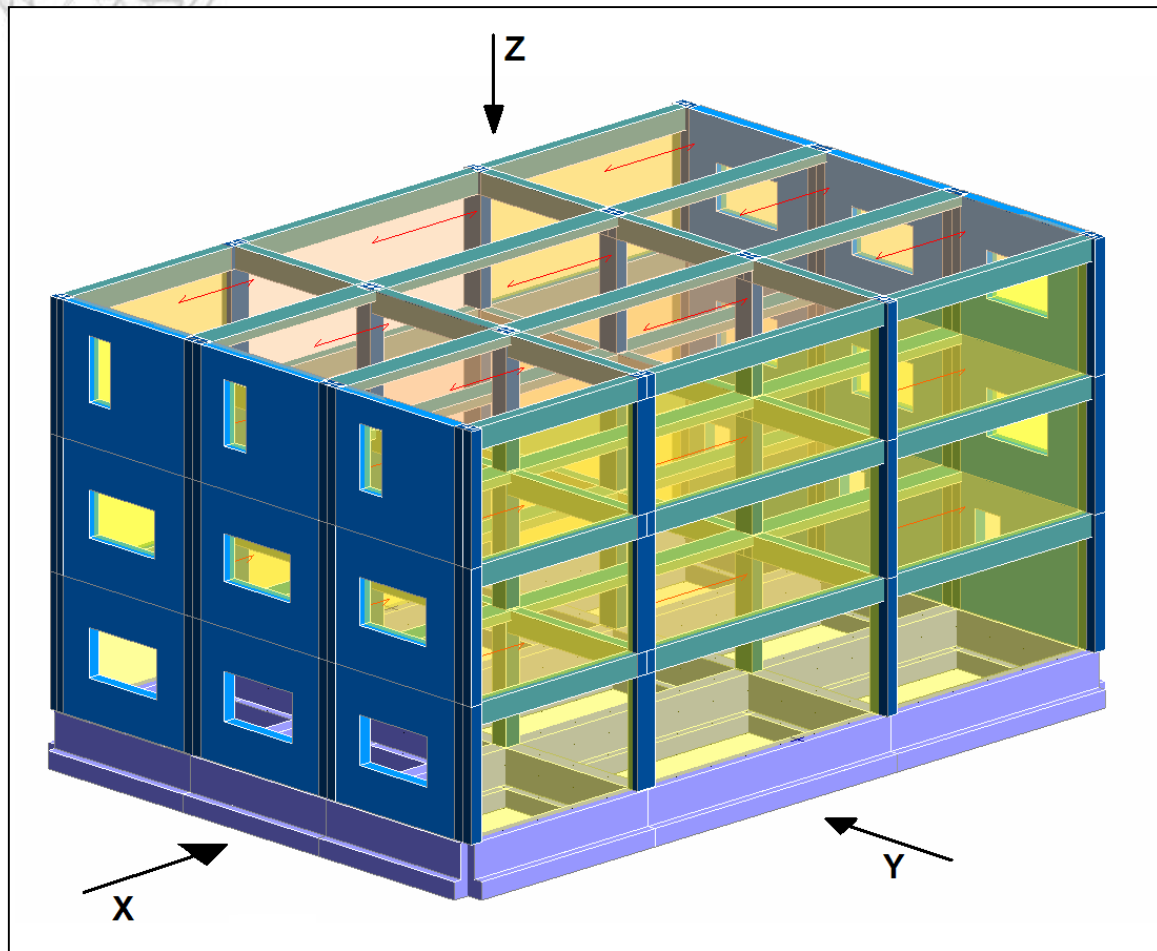
FATTORE DI COMPORTAMENTO

[...]

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:

$$1 < q_{ND} = 2/3 q_{CD'B'} < 1,5$$

FATTORE DI STRUTTURA

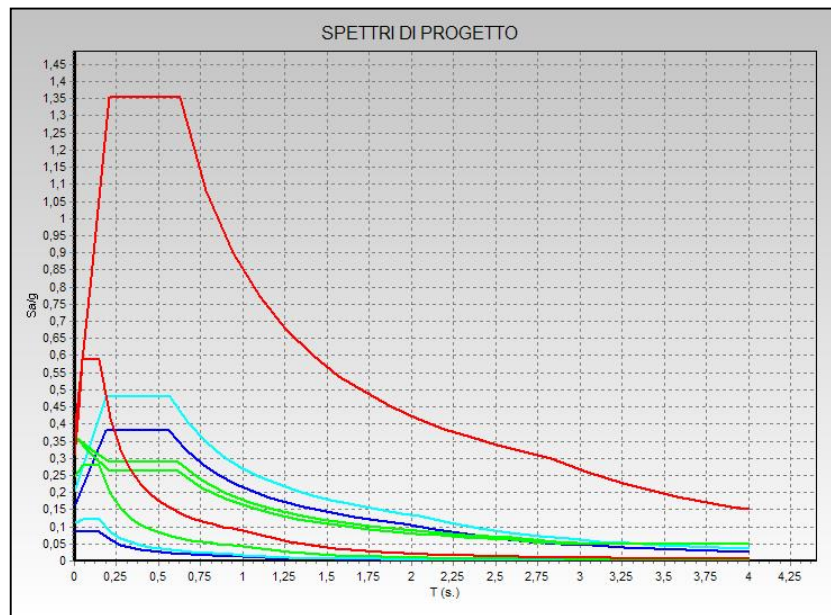


q_x – Fattore di struttura in direzione X

q_y – Fattore di struttura in direzione Y

q_z – Fattore di struttura in direzione Z = 1,5
(per sisma verticale)

SPETTRI DI RISPOSTA



- 1 - Spettro elastico per la verifica allo **S.L.O.**
- 2 - Spettro elastico per la verifica allo **S.L.D.**
- 3 - Spettro di progetto per la verifica allo **S.L.V.** per azioni orizzontali in direzione X
- 4 - Spettro di progetto per la verifica allo **S.L.V.** per azioni orizzontali in direzione Y
- 5 - Spettro di progetto per la verifica allo **S.L.C.** per azioni orizzontali in direzione X
- 6 - Spettro di progetto per la verifica allo **S.L.C.** per azioni orizzontali in direzione Y
- 7 - Spettro di progetto per la verifica allo **S.L.V.** per azioni verticali
- 8 - Spettro di progetto per la verifica allo **S.L.C.** per azioni verticali

Regolarità in pianta

la configurazione in pianta è compatta ossia la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento

il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4

ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione



Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto α_u/α_1 , per esso possono essere adottati i valori indicati 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 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Tipologia Edificio	α_u/α_1
Edifici a un piano	1.1
Edifici a telaio multipiano ad una campata	1.2
Edifici a telaio multipiano a più campate	1.3
Edifici con controventi eccentrici a più piani	1.2
Edifici con strutture a mensola o a pendolo inverso	1.0



REGOLARITA' DELLE STRUTTURE

7.2.2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI - Regolarità

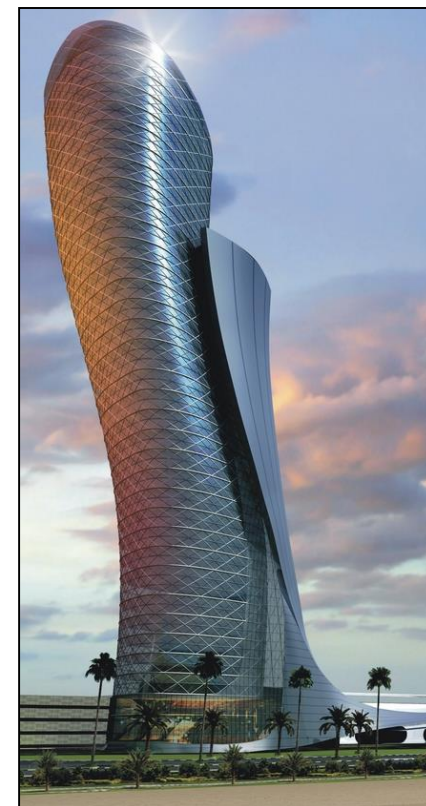
Regolarità in altezza

tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio

massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base

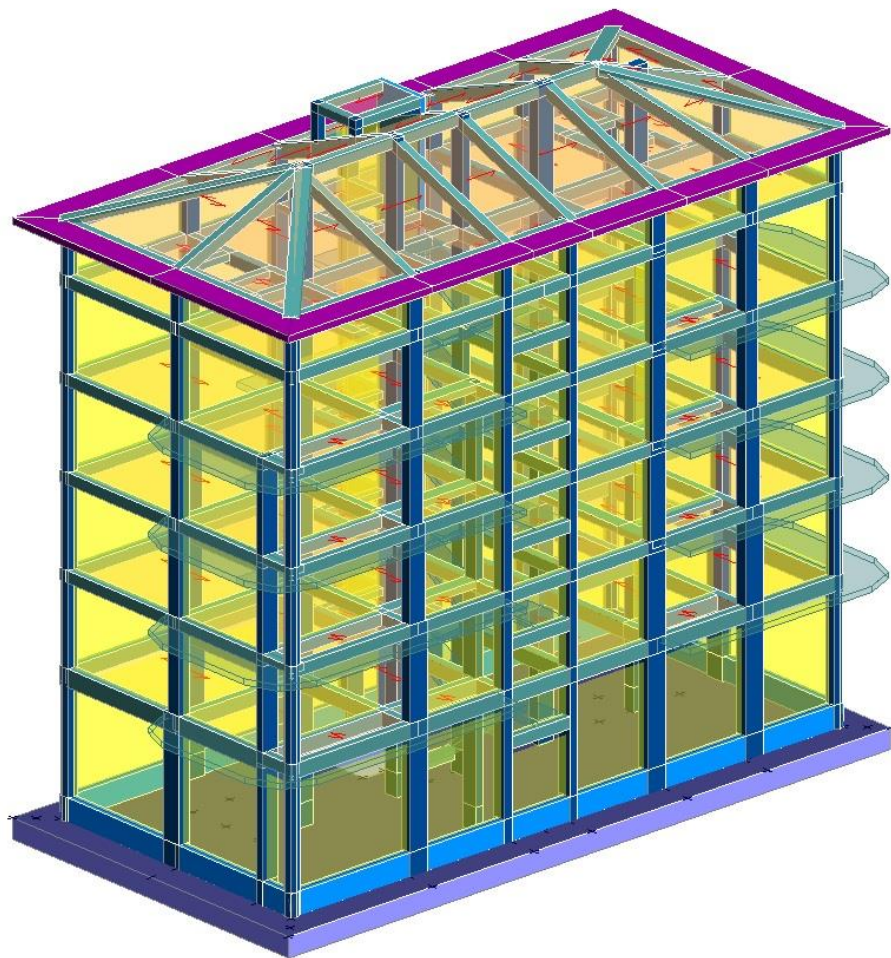
nelle strutture intelaiate, il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti diversi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti

eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento

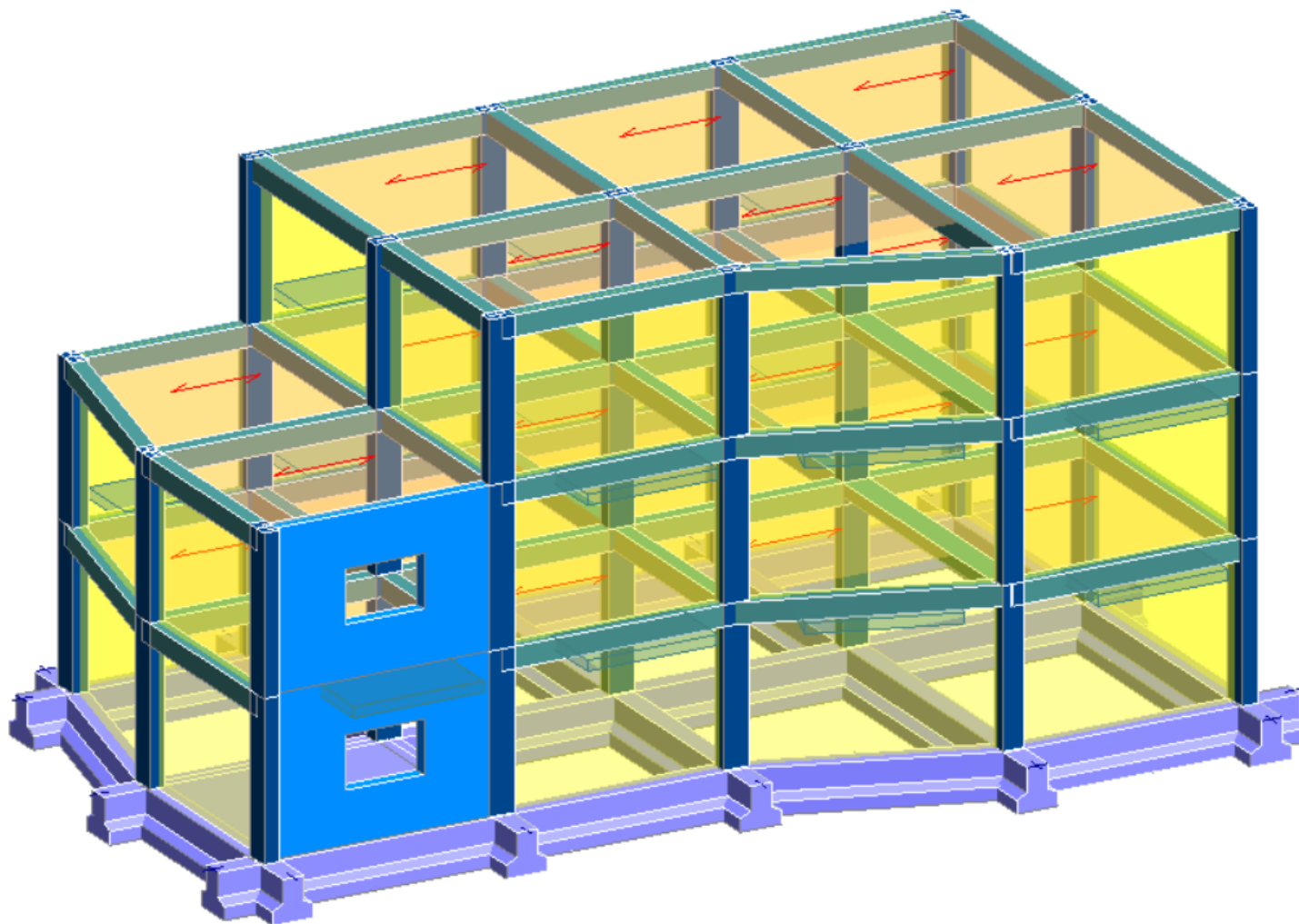


K_R	Tipologia Strutturale
1.0	Edifici Regolari in Altezza
0.8	Edifici Non Regolari in Altezza

REGOLARITA' DELLE STRUTTURE

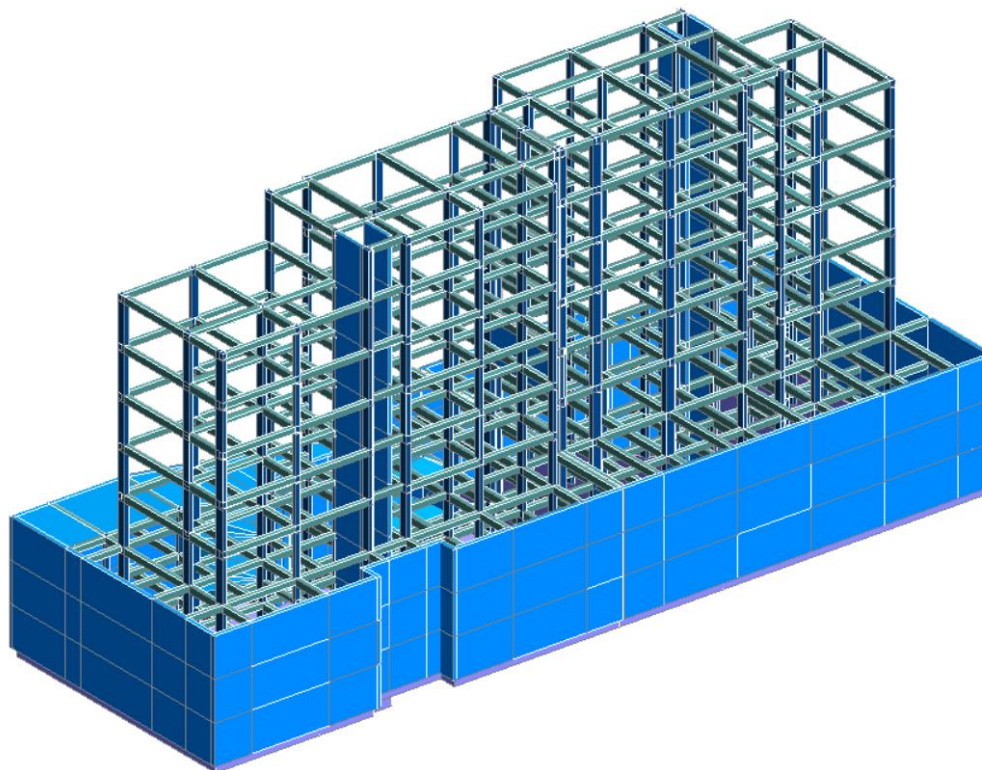


REGOLARITA' DELLE STRUTTURE



7.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI - Regolarità

Qualora, immediatamente al di sopra della fondazione, sia presente una **struttura scatolare rigida**, purché progettata **con comportamento non dissipativo**, i **controlli sulla regolarità in altezza** possono essere **riferiti alla sola struttura soprastante** la scatolare, a condizione che quest'ultima abbia rigidezza rispetto alle azioni orizzontali significativamente maggiore di quella della struttura ad essa soprastante. Tale condizione si può ritenere soddisfatta se gli spostamenti della struttura soprastante la scatolare, valutati su un modello con incastri al piede, e gli spostamenti della struttura soprastante, valutati tenendo conto anche della deformabilità della struttura scatolare, sono sostanzialmente coincidenti



EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

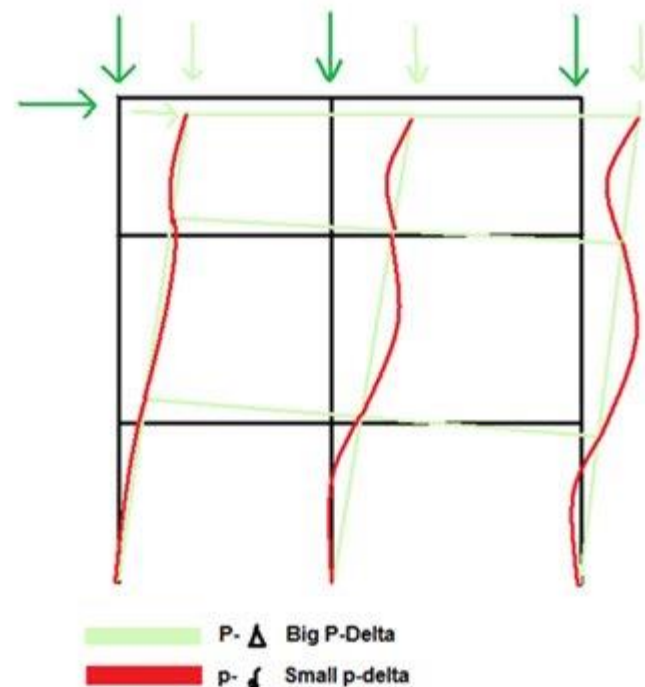
$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1$$

P - Carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame;

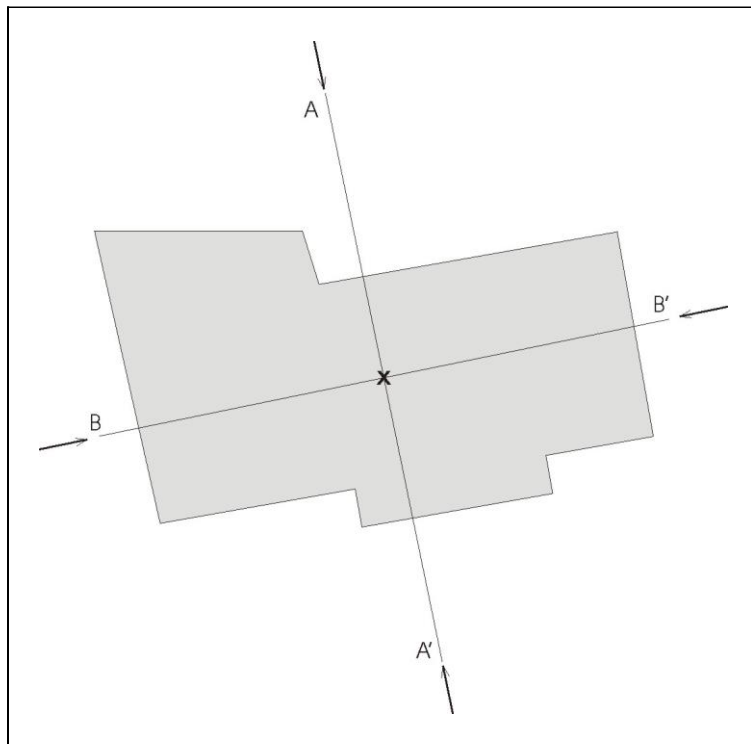
dr - Spostamento orizzontale medio d'interpiano, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante;

V - Forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame;

h - Distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.



COMBINAZIONI SISMICHE

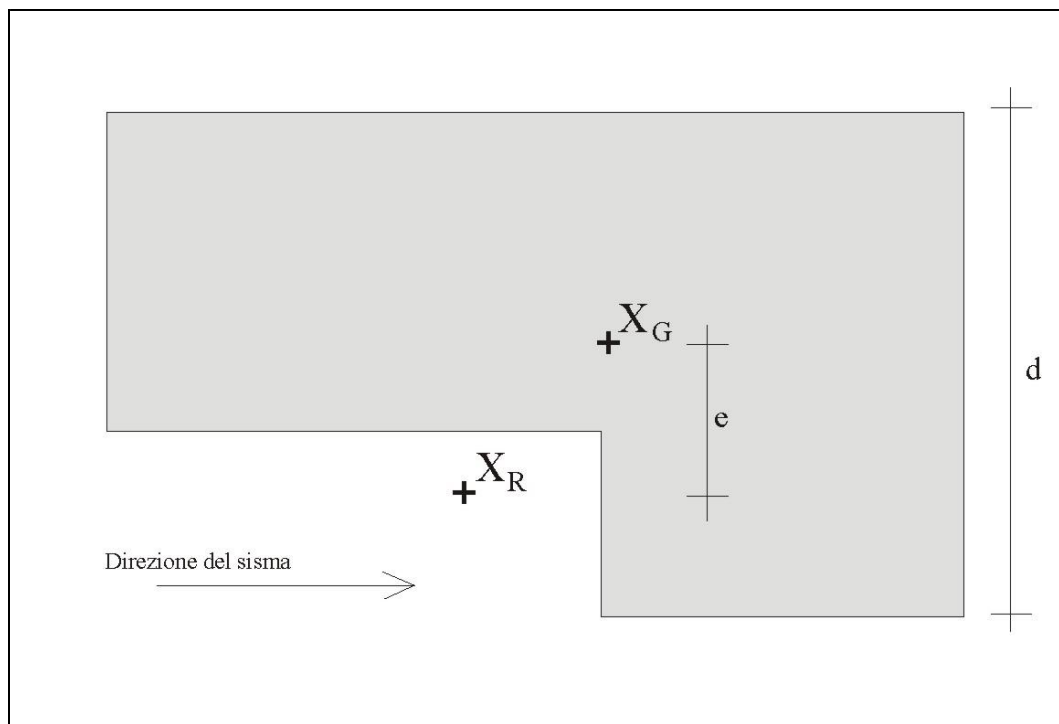


$$E'_x = \pm E_x \pm 0.30 \cdot E_y \pm 0.30 \cdot E_z$$



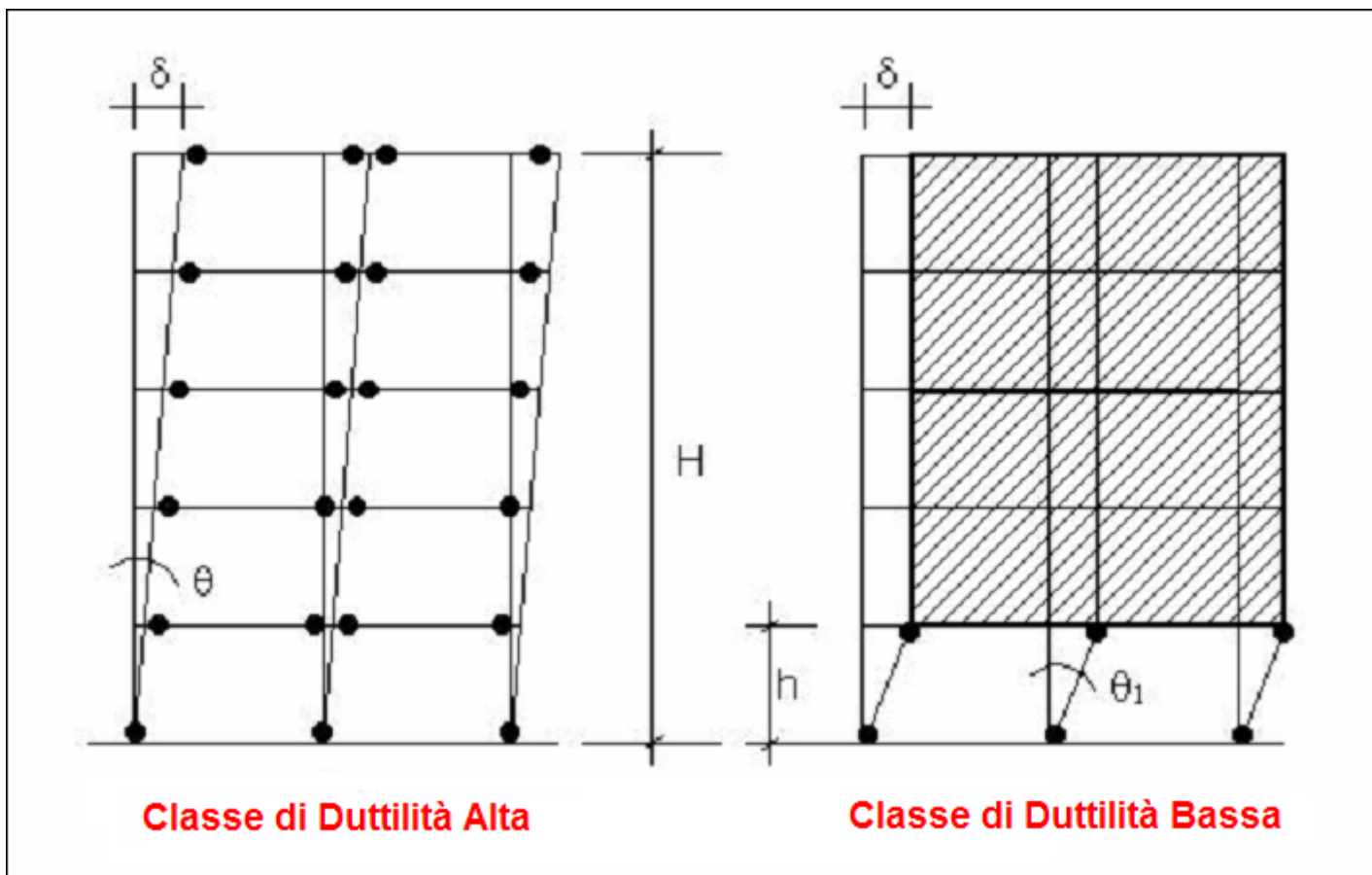
CORREZIONE TORSIONALE

Metodo dell'incremento dell'eccentricità (5% di “ d ”)

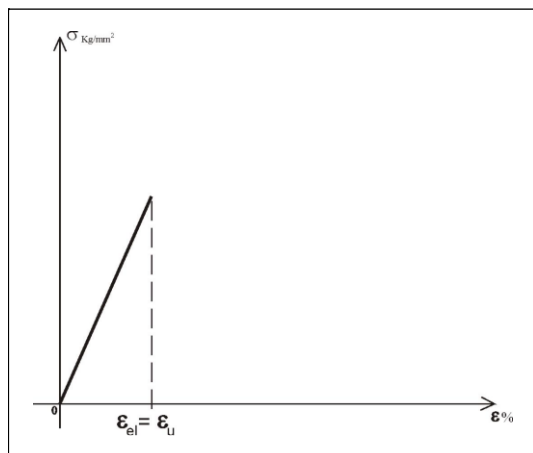


CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

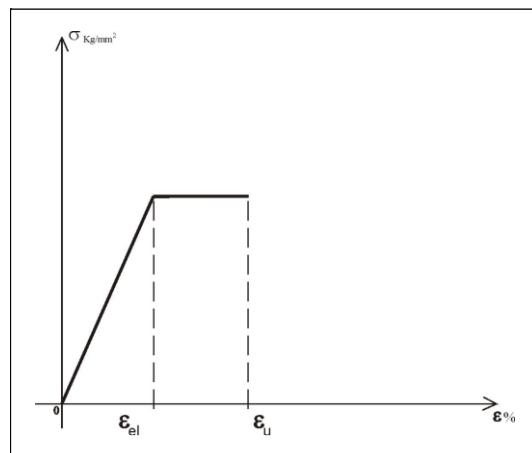
(D.M. 2005)



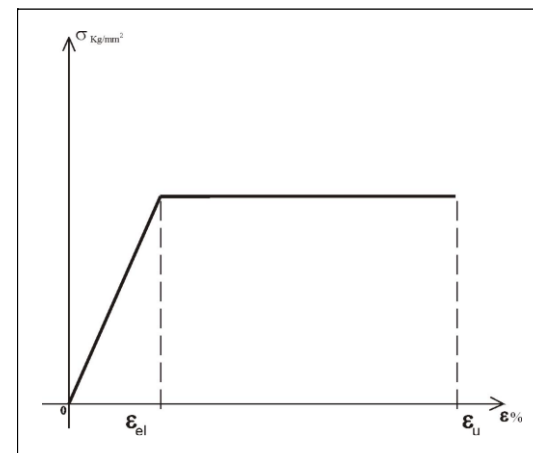
DUTTILITA'



Comportamento fragile



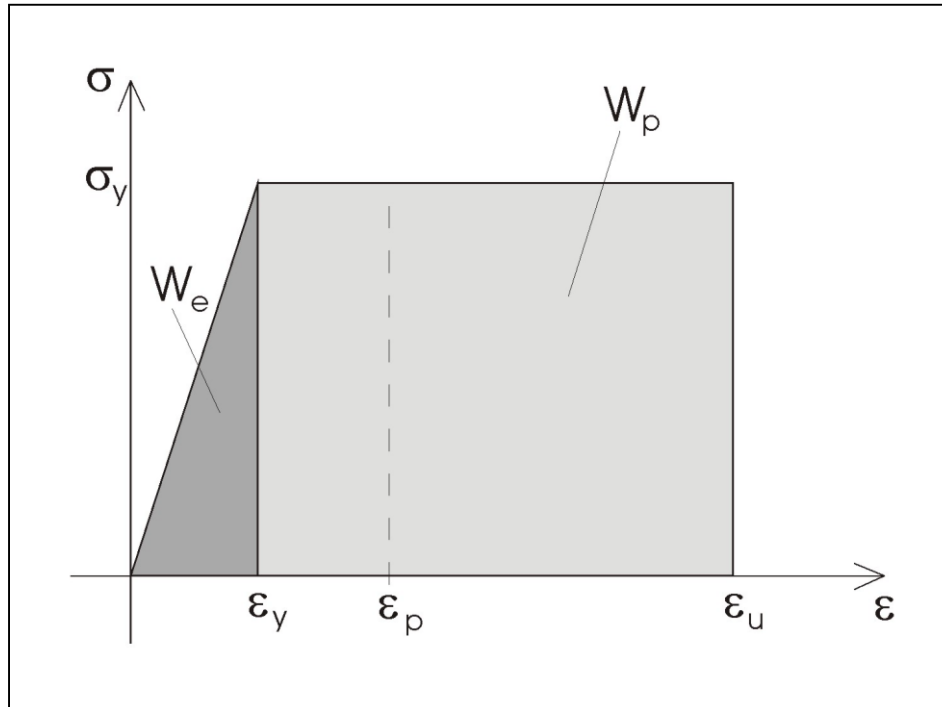
**Comportamento poco
duttile**



**Comportamento molto
duttile**

$$r = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_{el}}$$

DUTTILITA'



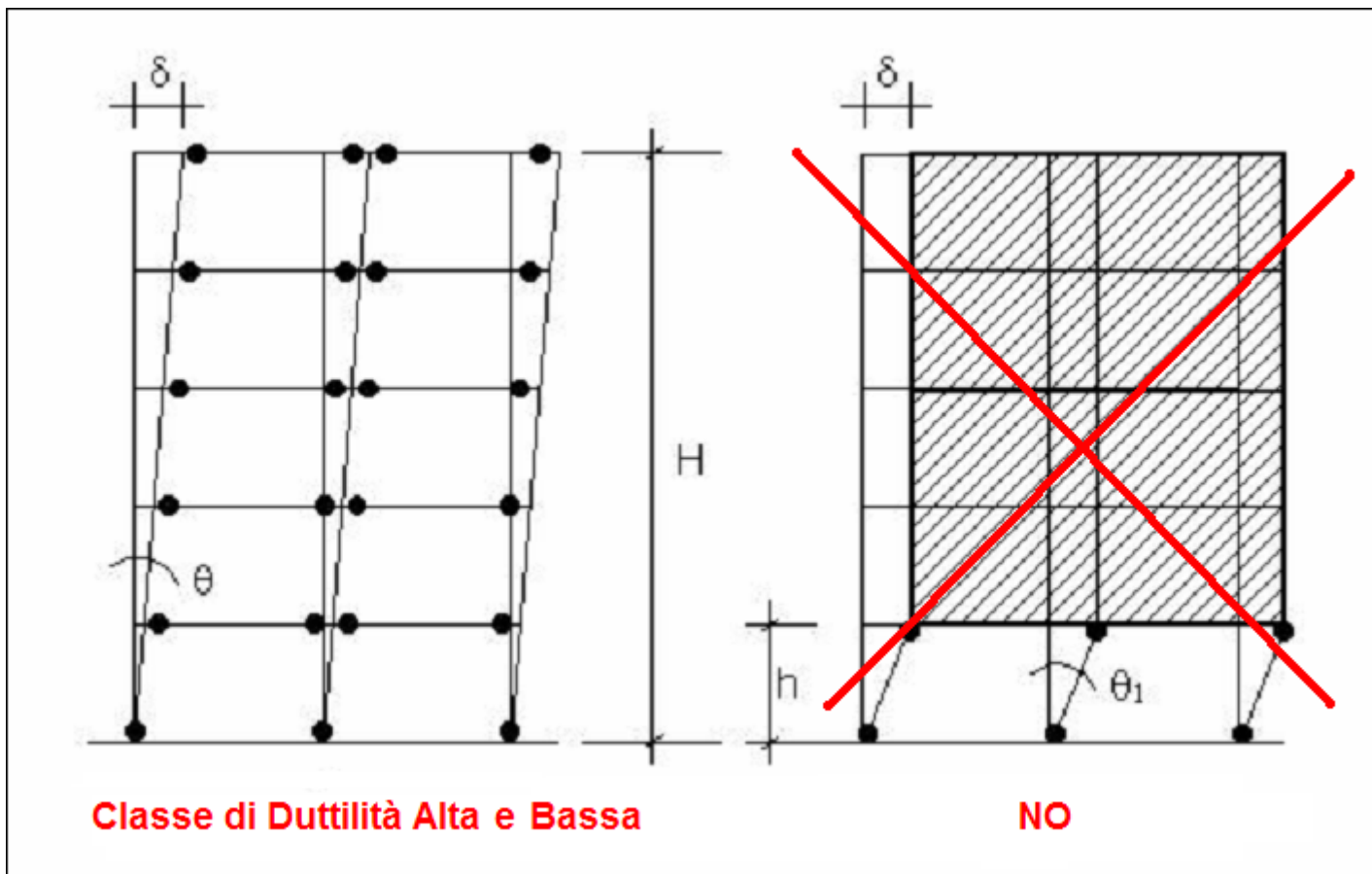
$$E = W_e + W_p$$

E = Energia fornita al corpo

W_e = Energia accumulata di tipo elastico-conservativa

W_p = Energia dissipata, ad esempio in calore, per i materiali elastoplastici

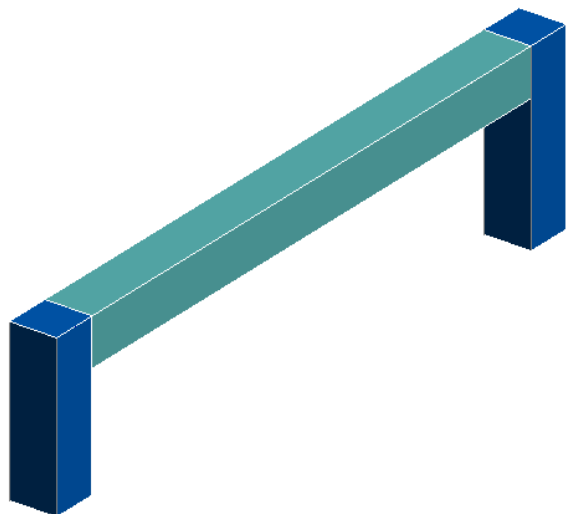
GERARCHIA DELLE RESISTENZE



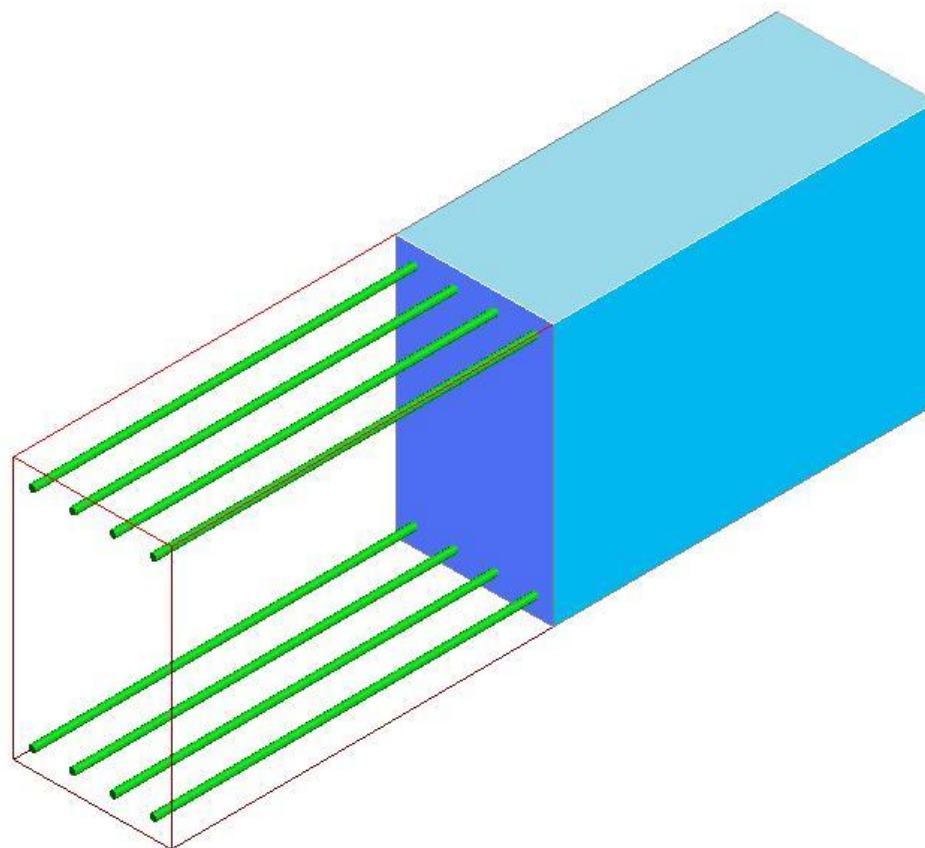


CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Verifica a flessione della trave



$$M_{Ed} < M_{Rd}$$

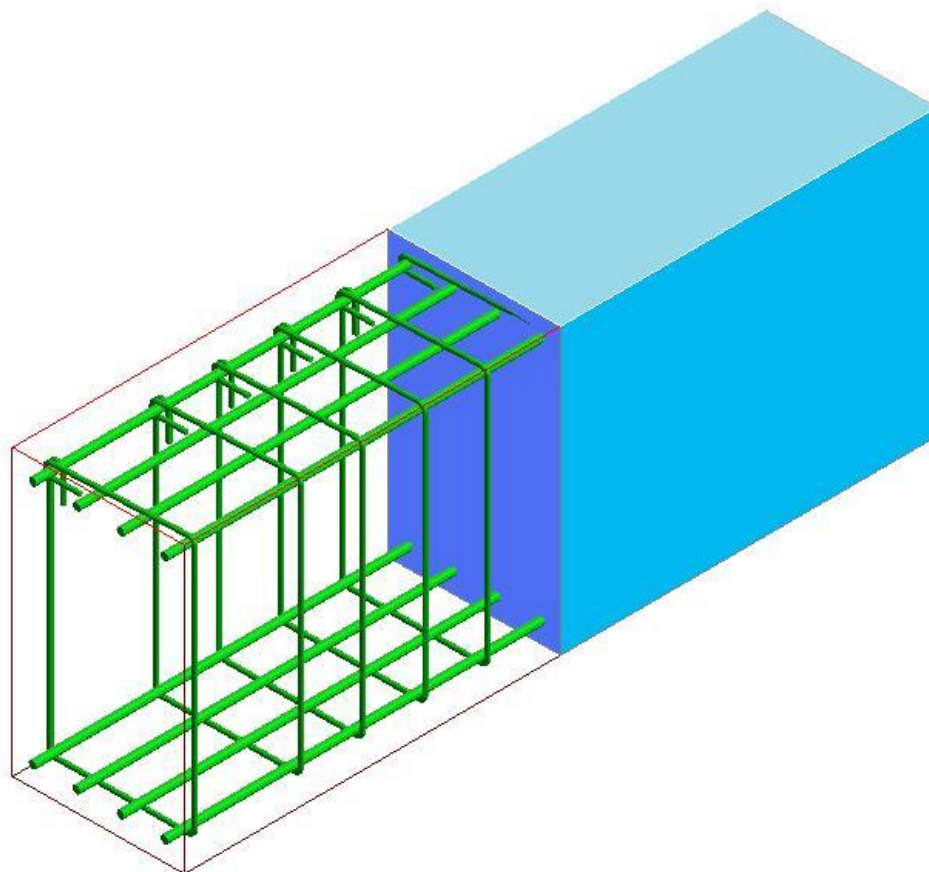
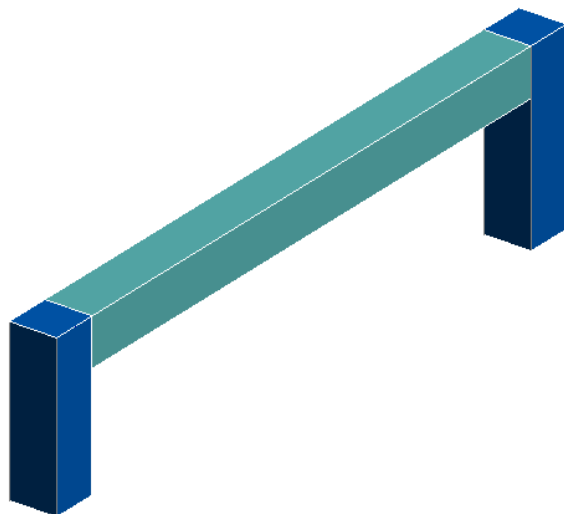


M_{Ed} = momento agente sulla sezione

M_{Rd} = momento resistente della sezione

CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Verifica a taglio della trave



$$V_{Ed} = V_g + \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{b,Rd}^1 + M_{b,Rd}^2}{l_t}$$

$\gamma_{Rd} = 1,20$ per strutture in CD "A"; $1,00$ per strutture in CD "B"

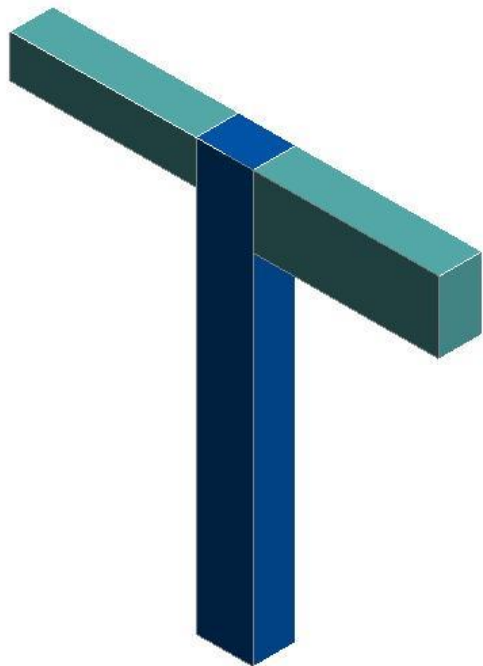
$M_{b,Rd}^1$ = momento resistente della sezione di estremità iniziale della trave

$M_{b,Rd}^2$ = momento resistente della sezione di estremità finale della trave

l_t = lunghezza della trave

CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Verifica a flessione del pilastro

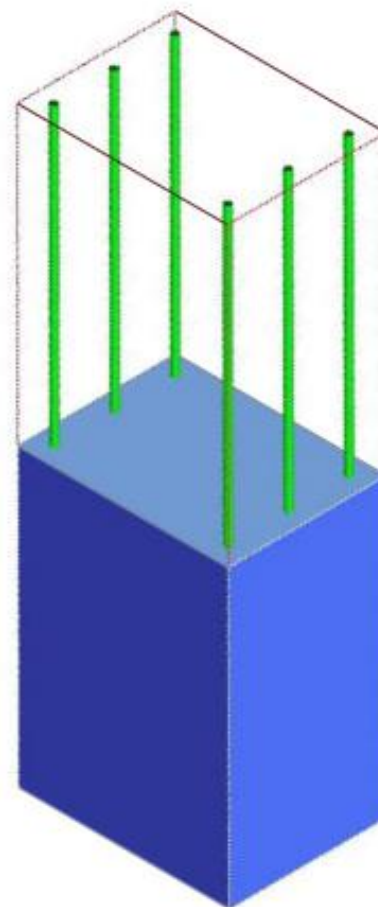


$$\sum M_{C,Rd} \geq \gamma_{Rd} \cdot \sum M_{b,Rd}$$

$\gamma_{Rd} = 1,30$ per strutture in CD "A"; $1,10$ per strutture in CD "B"

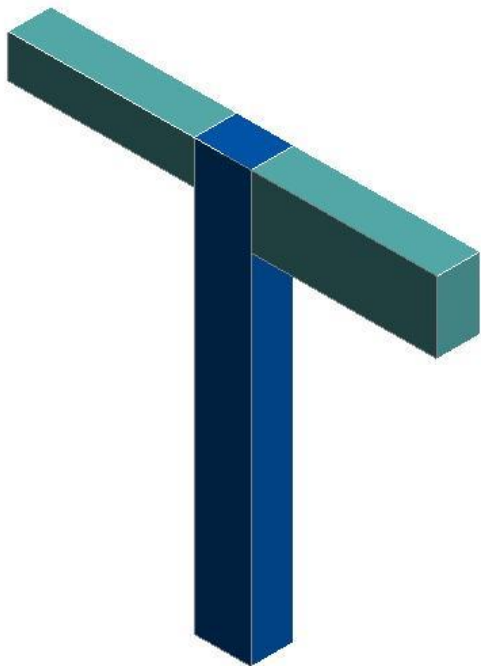
$M_{C,Rd}$ = momento resistente del generico pilastro convergente nel nodo, calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nelle combinazioni sismiche delle azioni

$M_{b,Rd}$ = momento resistente della generica trave convergente nel nodo



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Verifica a taglio del pilastro



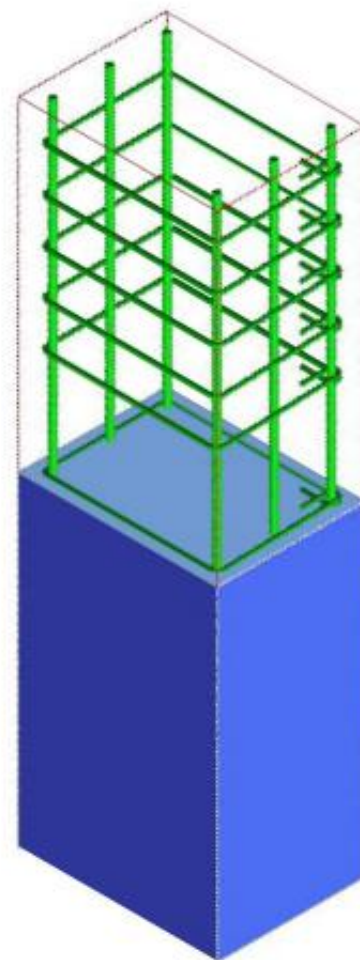
$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{C,Rd}^s + M_{C,Rd}^i}{l_p}$$

$\gamma_{Rd} = 1,30$ per strutture in CD "A"; $1,10$ per strutture in CD "B"

$M_{C,Rd}^s$ = momento resistente della sezione di estremità superiore del pilastro

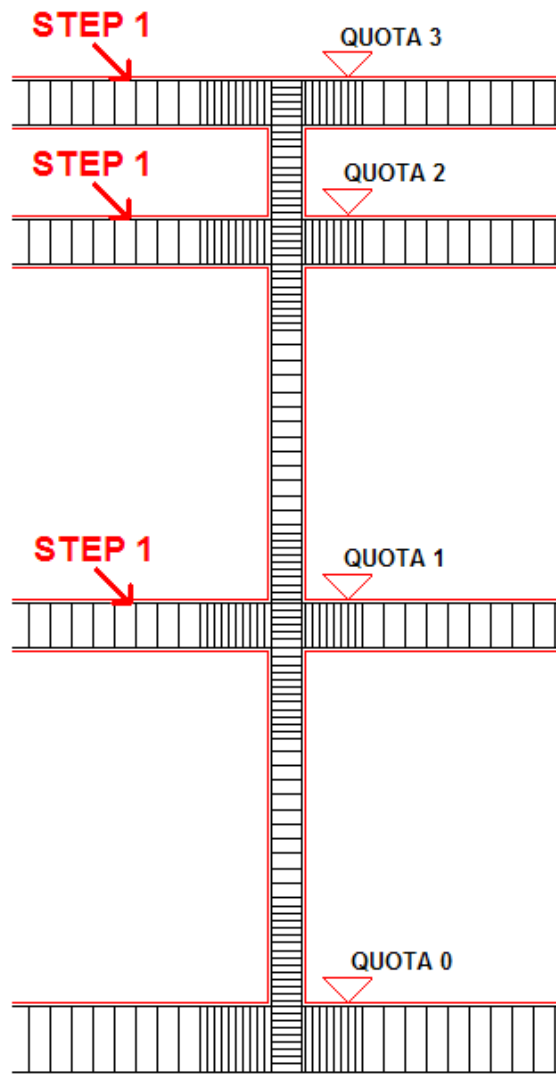
$M_{C,Rd}^i$ = momento resistente della sezione di estremità inferiore del pilastro

l_p = lunghezza del pilastro





CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

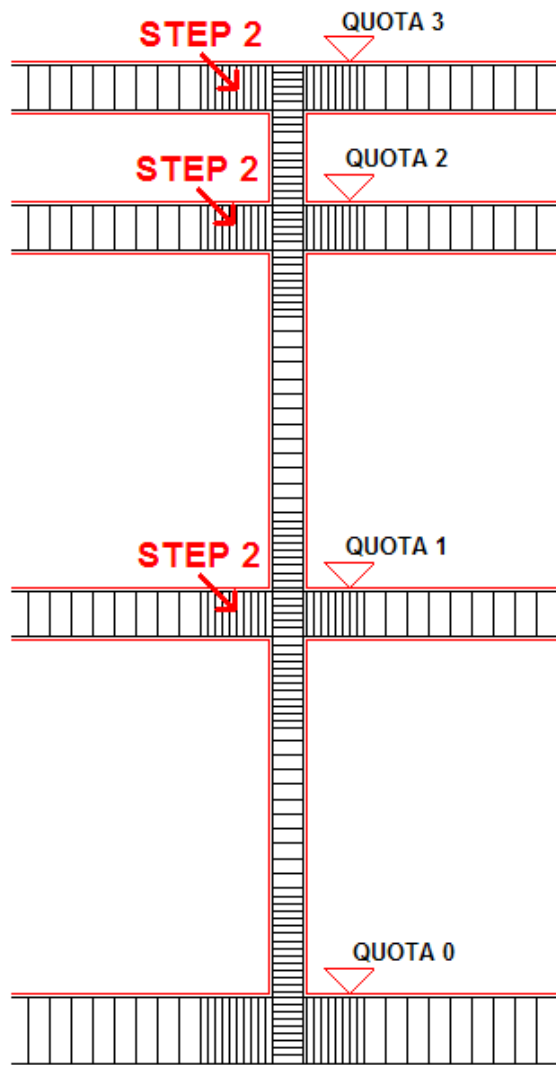


STEP 1

Calcolo dell'armatura longitudinale delle travi di elevazione



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

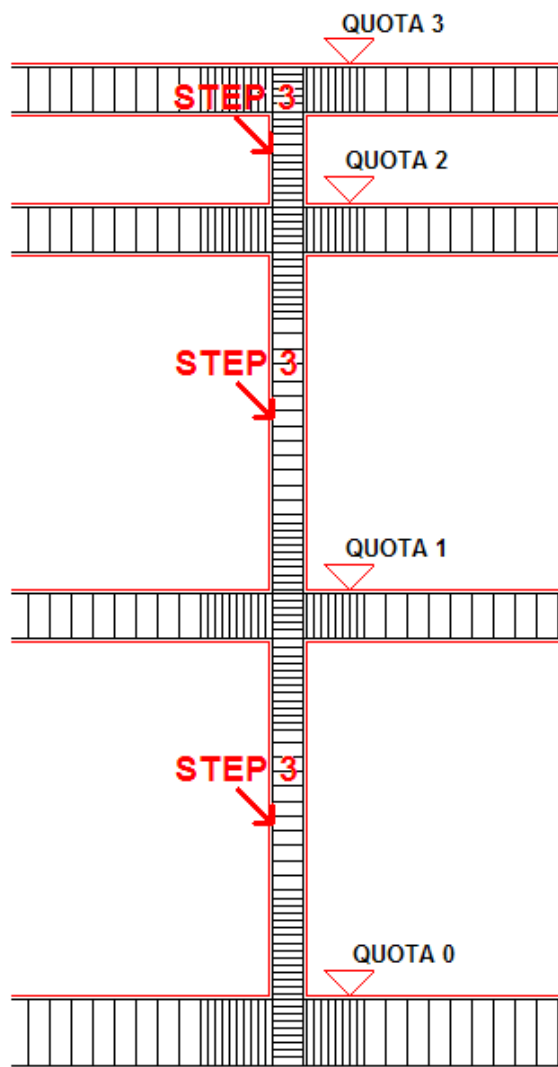


STEP 2

Calcolo dell'armatura a taglio delle travi di elevazione



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

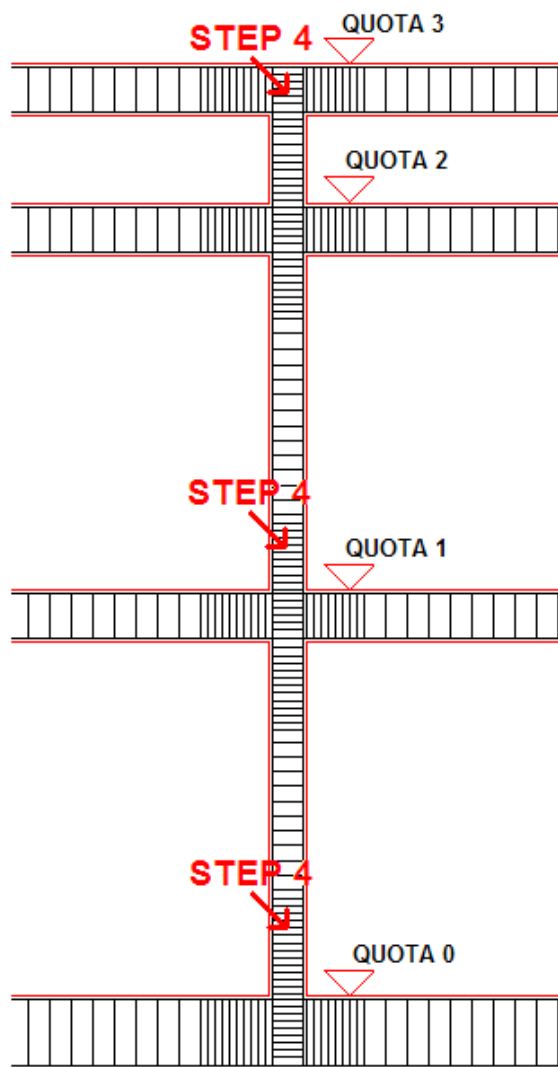


STEP 3

Calcolo dell'armatura longitudinale dei pilastri



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

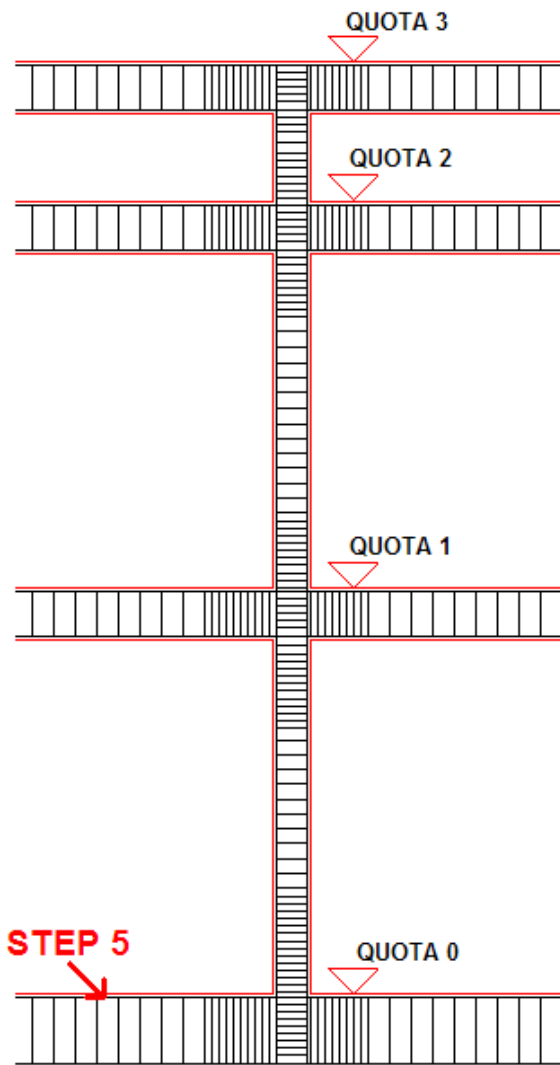


STEP 4

Calcolo dell'armatura a taglio dei pilastri



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

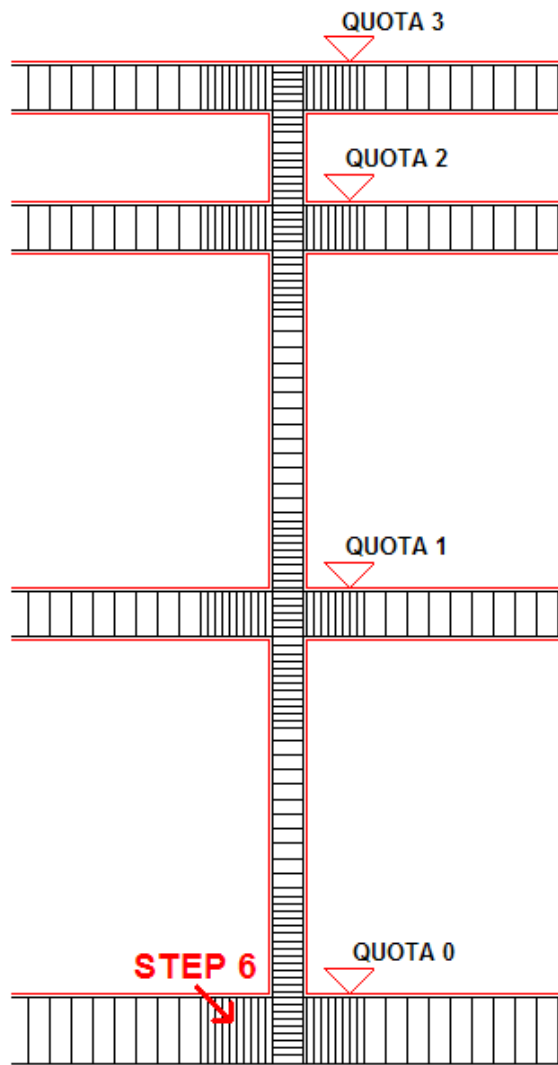


STEP 5

Calcolo dell'armatura longitudinale delle travi di fondazione



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 6

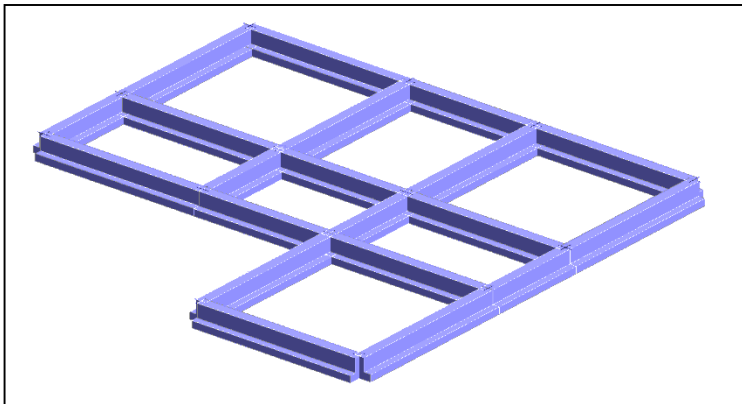
Calcolo dell'armatura a taglio delle travi di fondazione

7.2.5. REQUISITI STRUTTURALI DEGLI ELEMENTI DI FONDAZIONE

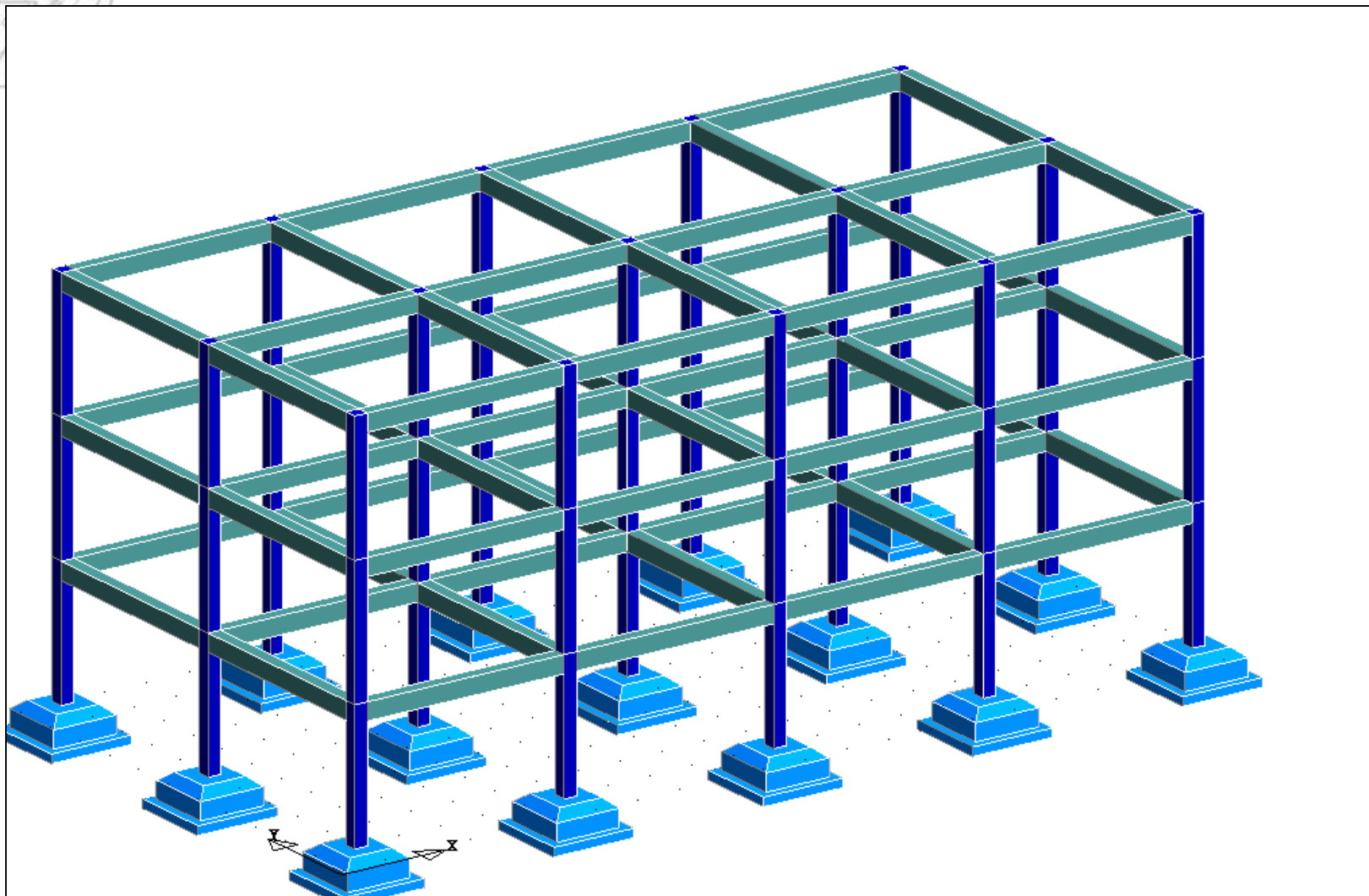
Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le pertinenti combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3.

Sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

- quella derivante dall'analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo (v. § 7.3);
- **quella derivante dalla capacità di resistenza a flessione degli elementi (calcolata per la forza assiale derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 2.5.3), congiuntamente al taglio determinato da considerazioni di equilibrio;**
- quella trasferita dagli elementi soprastanti nell'ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD“A” e 1,10 in CD“B”;

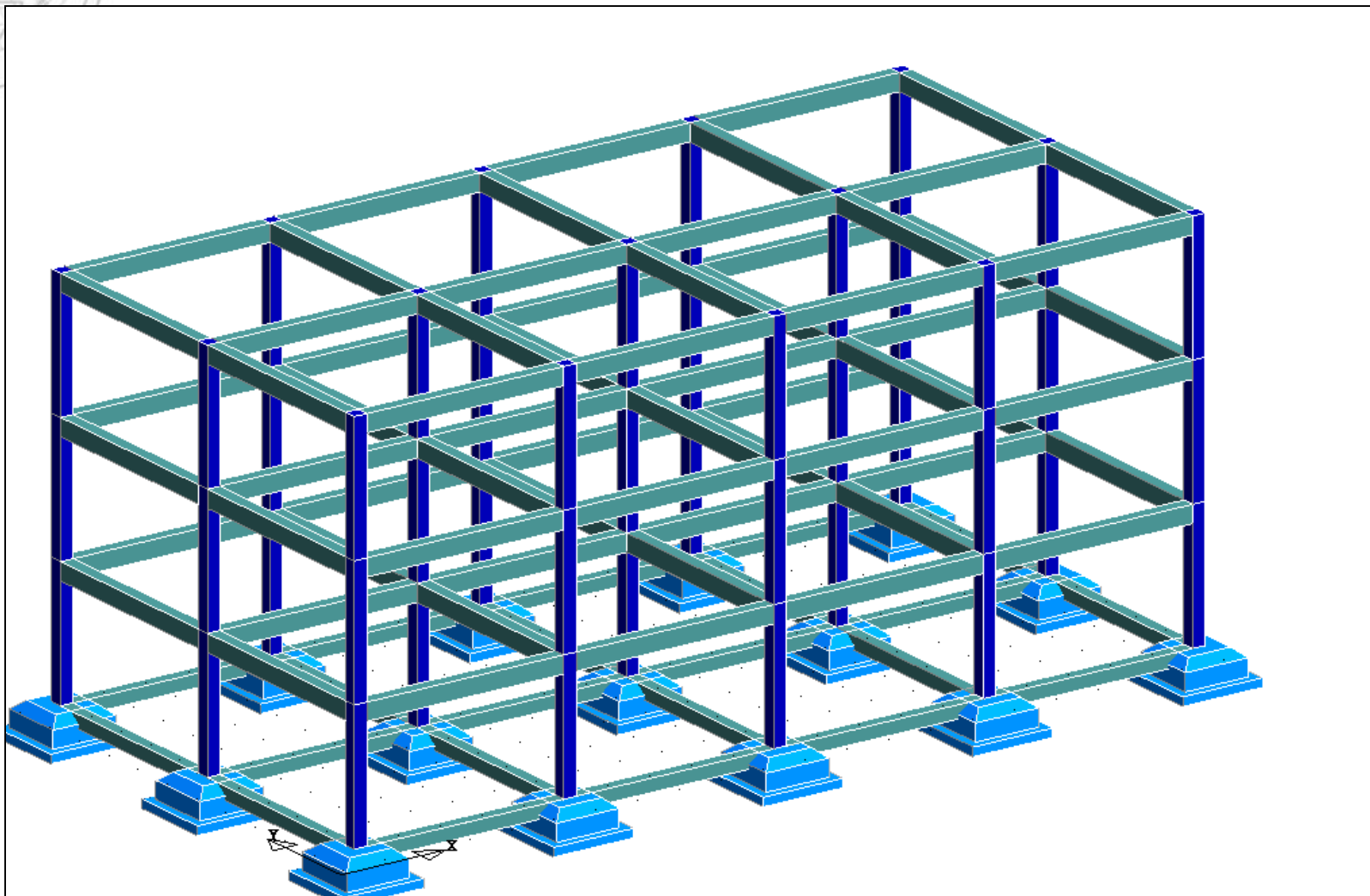


MODELLAZIONE STRUTTURALE



Schema SCONSIGLIATO

MODELLAZIONE STRUTTURALE



Schema CONSIGLIATO



MODELLAZIONE STRUTTURALE

Collegamenti orizzontali tra fondazioni

Si deve tenere conto della presenza di spostamenti relativi del terreno sul piano di fondazione, calcolati come specificato nel § 3.2.4.2 e applicati alla fondazione, e dei possibili effetti da essi indotti nella struttura sovrastante.

Tali spostamenti relativi possono essere trascurati se le strutture di fondazione sono collegate tra loro da un reticolo di travi, o da una piastra dimensionata in modo adeguato, in grado di assorbire le forze assiali conseguenti. In assenza di valutazioni più accurate, si possono prudenzialmente assumere le seguenti azioni assiali:

$\pm 0,2 \text{ Nsd a}_{\text{max}} / g$ per il profilo stratigrafico di tipo A

$\pm 0,3 \text{ Nsd a}_{\text{max}} / g$ per il profilo stratigrafico di tipo B

$\pm 0,4 \text{ Nsd a}_{\text{max}} / g$ per il profilo stratigrafico di tipo C

$\pm 0,6 \text{ Nsd a}_{\text{max}} / g$ per il profilo stratigrafico di tipo D

dove Nsd è il valore medio delle forze verticali agenti sugli elementi collegati, e a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

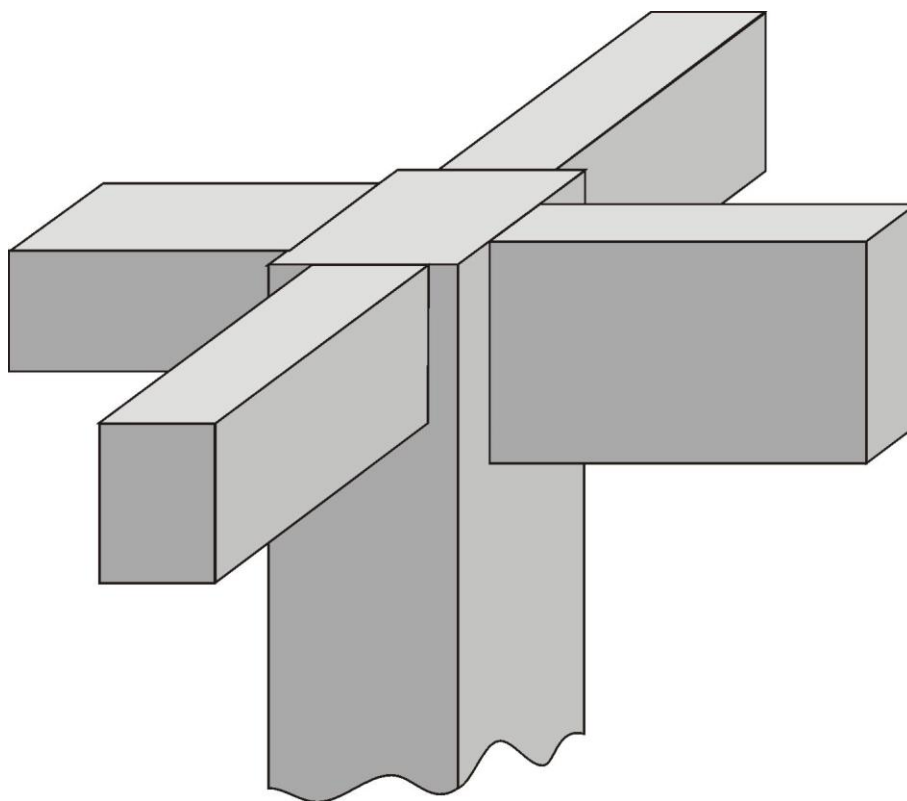
In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione: $a_{\text{max}} = a_g S$ in cui S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (SS) e dell'amplificazione topografica (ST), di cui al § 3.2.3.2, e a_g è l'accelerazione orizzontale massima per lo SLC su sito di riferimento rigido.

Ai fini dell'applicazione delle precedenti relazioni, il profilo stratigrafico di tipo E è assimilato a quello di tipo C se i terreni posti sul substrato di riferimento sono mediamente addensati (terreni a grana grossa) o mediamente consistenti (terreni a grana fina) e a quello di tipo D se i terreni posti su substrato di riferimento sono scarsamente addensati (terreni a grana grossa) o scarsamente consistenti (terreni a grana fine).

Travi o piastre di piano e travi porta pannello possono essere assimilate a elementi di collegamento solo se realizzate ad una distanza $\leq 1,00 \text{ m}$ dall'estradosso delle fondazioni dirette o del plinto di collegamento dei pali.



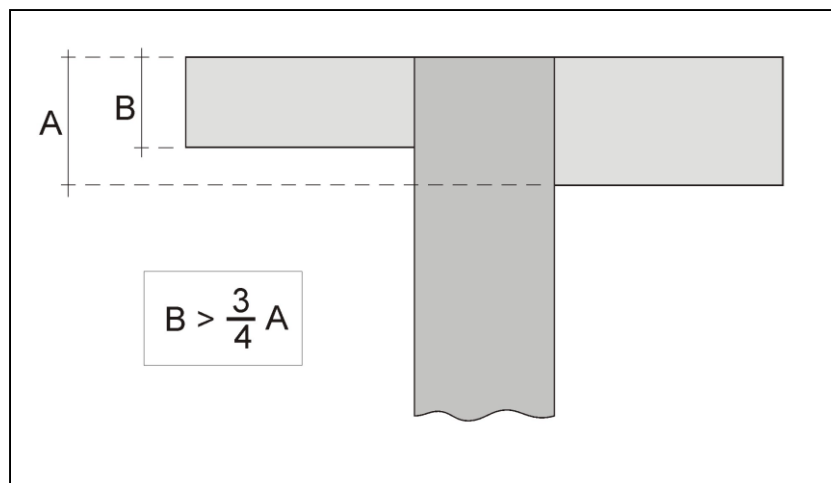
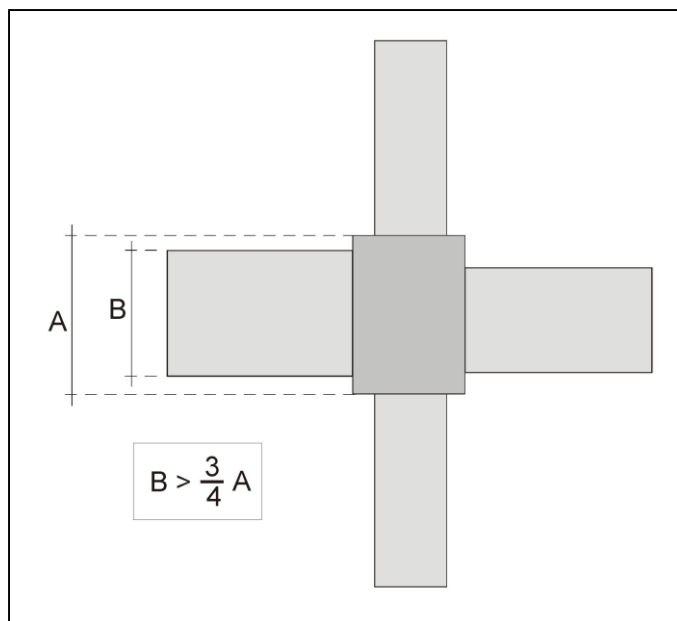
VERIFICHE DI RESISTENZA **(IL NODO TRAVE-PILASTRO)**



VERIFICHE DI RESISTENZA

(IL NODO TRAVE-PILASTRO CONFINATO O NON CONFINATO)

- su ognuna delle quattro facce verticali del pilastro si deve innestare una trave
- su ogni faccia la sezione della trave si sovrappone per almeno i 3/4 della larghezza del pilastro
- su entrambe le coppie di facce opposte del nodo le sezioni delle travi si ricoprono per almeno i 3/4 dell'altezza



VERIFICHE DI RESISTENZA

(IL NODO TRAVE-PILASTRO CONFINATO O NON CONFINATO)

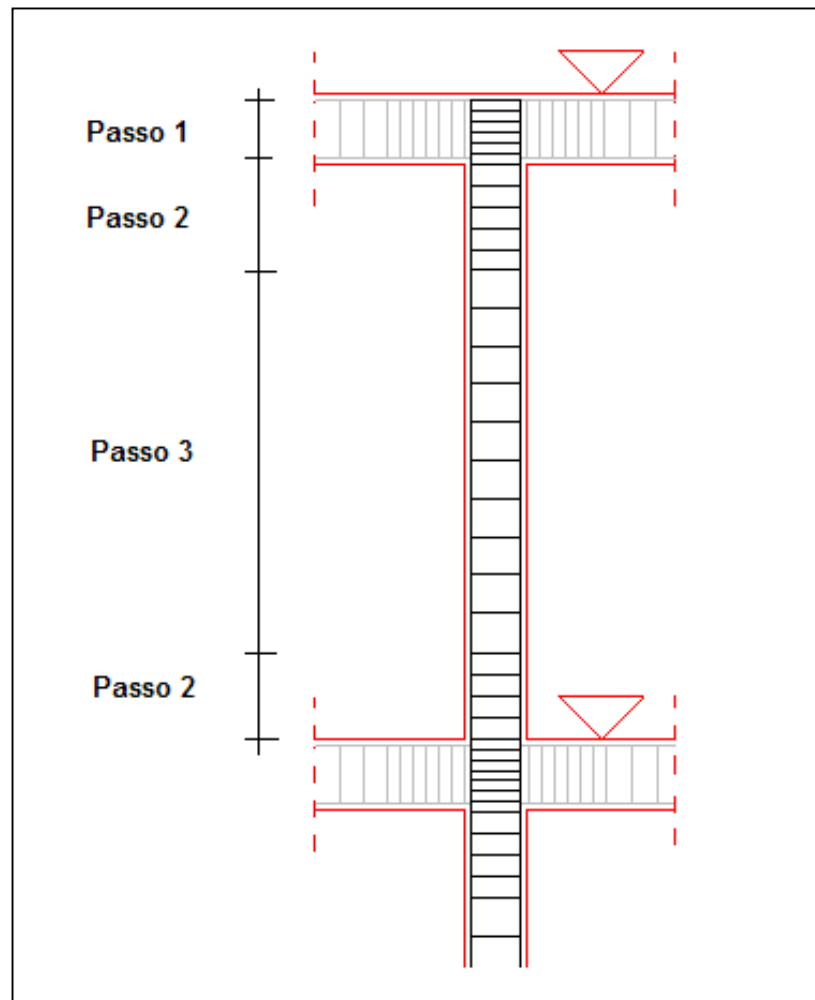
N.T.C. 2008 - 7.4.4.3. – Nodi trave-pilastro

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$$

A_{sh} = area totale sezione staffe

V_{jbd} = Taglio agente nel nucleo di cls del nodo

La verifica di resistenza del nodo deve essere effettuata per le sole strutture in CD"A".

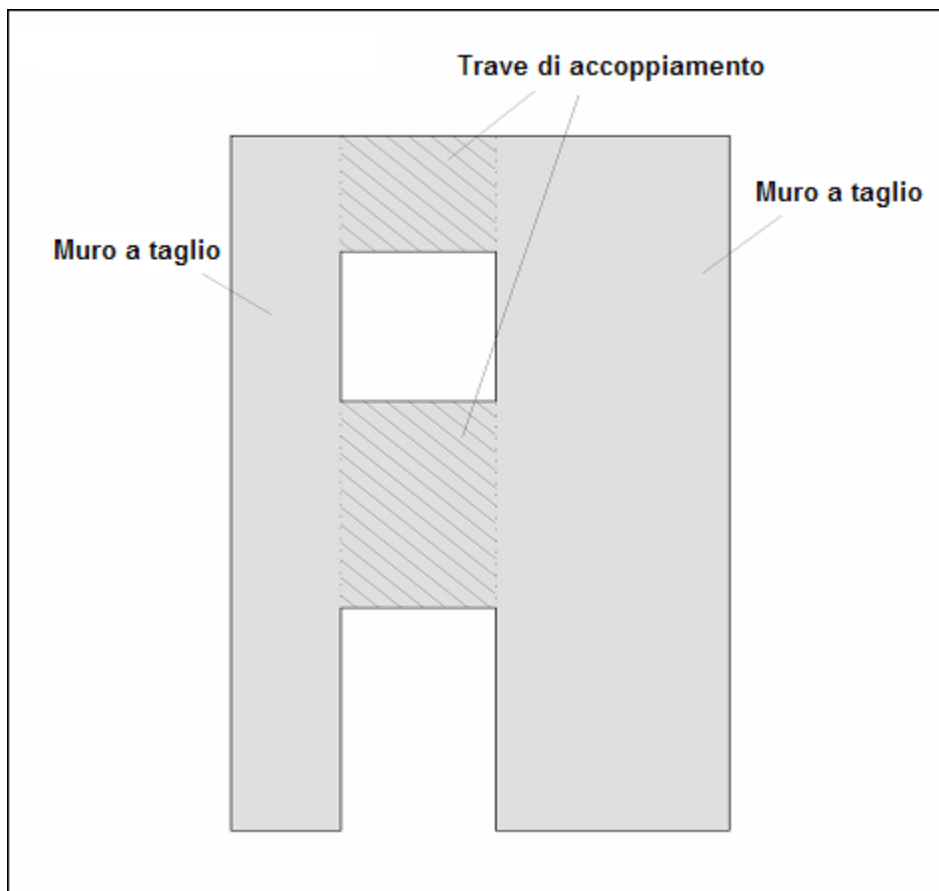


VERIFICHE DI RESISTENZA

(IL NODO TRAVE-PILASTRO CONFINATO O NON CONFINATO)

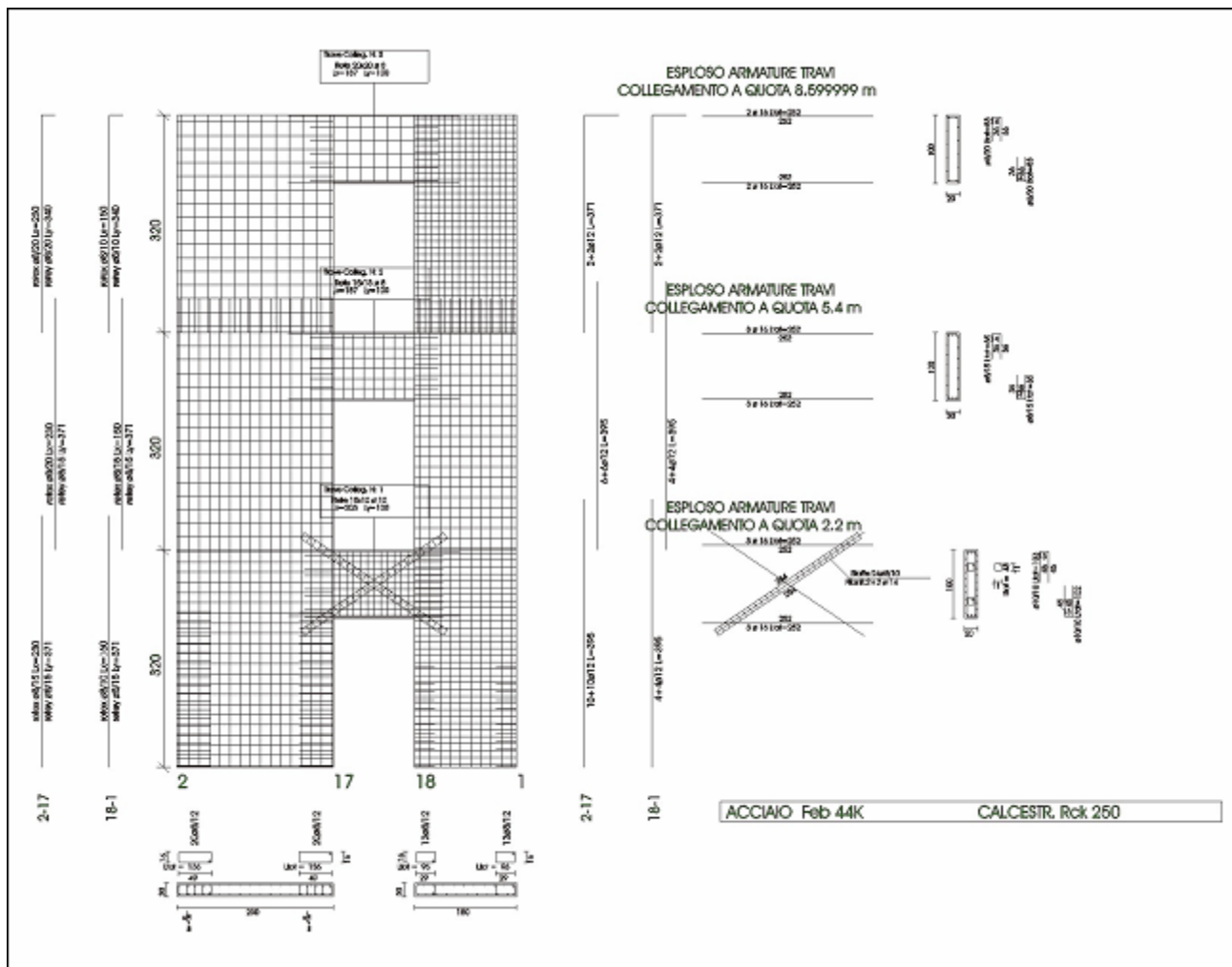


VERIFICHE DI RESISTENZA (LA TRAVE DI ACCOPPIAMENTO)

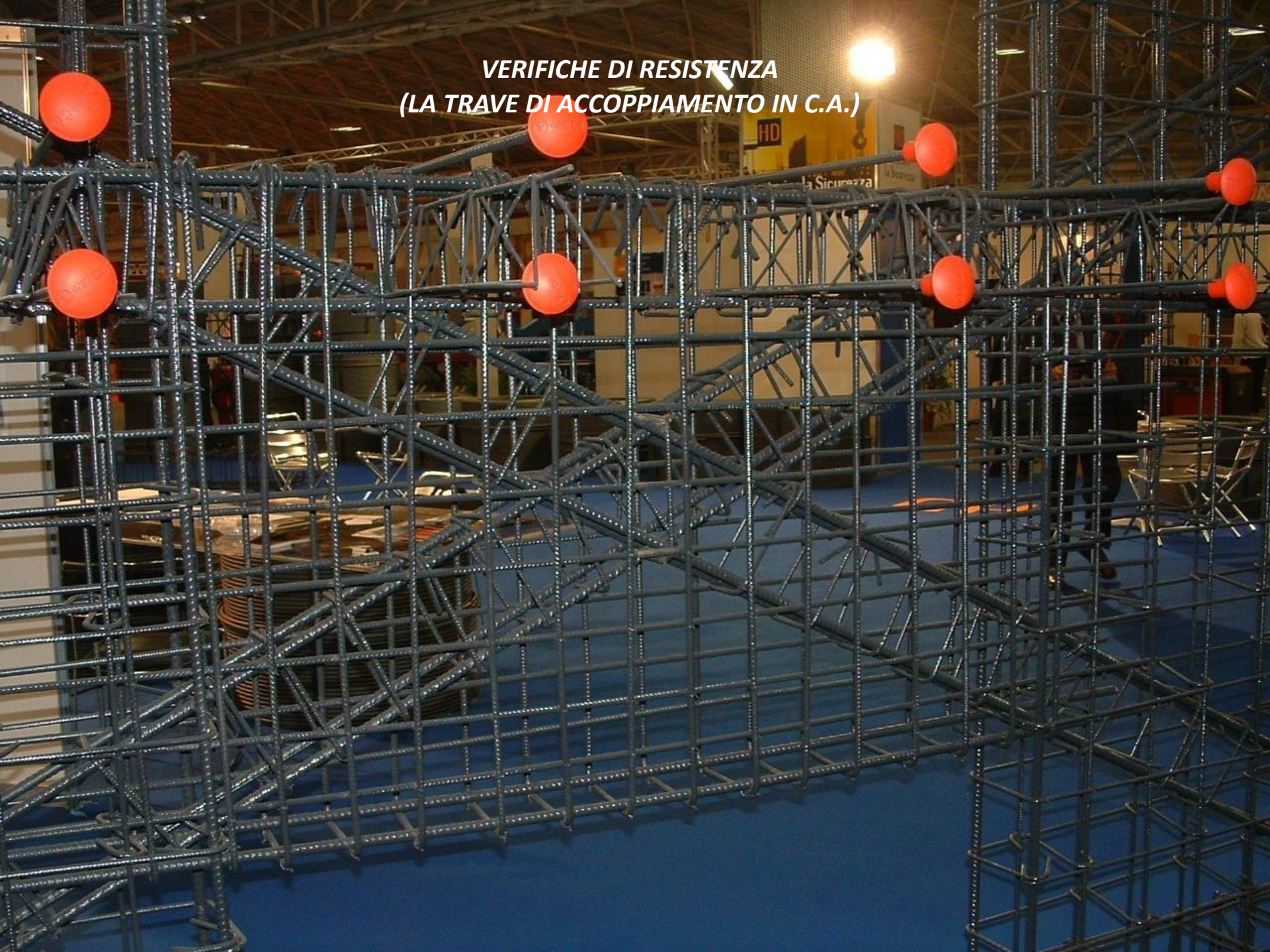


VERIFICHE DI RESISTENZA

(LA TRAVE DI ACCOPPIAMENTO IN C.A.)



**VERIFICHE DI RESISTENZA
(LA TRAVE DI ACCOPPIAMENTO IN C.A.)**



TAMPONATURE

N.T.C. 2008 - 7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI “SECONDARI” ED ELEMENTI NON STRUTTURALI

[...] Con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati. [...]



TAMPONATURE

Circolare Esplicativa - C7.3.6.3 Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti

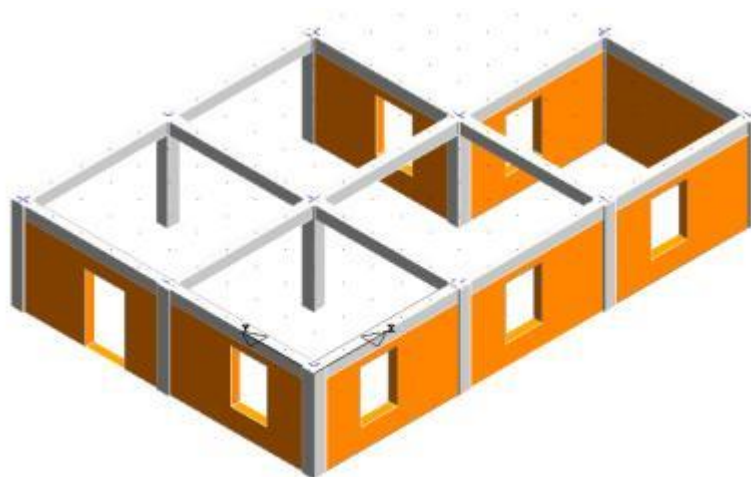
La prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di **leggere reti da intonaco** sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di **armatura orizzontale nei letti di malta**, a distanza non superiore a 500 mm.



TAMPONATURE

Con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.

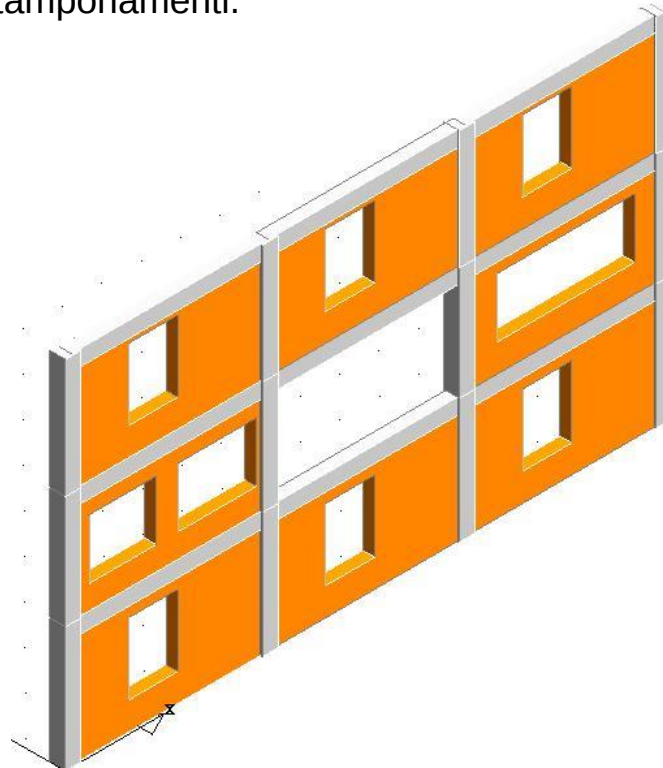
Qualora la distribuzione di tali elementi sia fortemente irregolare in pianta, gli effetti di tale irregolarità debbono essere valutati e tenuti in conto. Questo requisito si intende soddisfatto qualora si incrementi di un fattore 2 l'eccentricità accidentale di cui al § 7.2.6.



Raddoppio dell'eccentricità di piano

TAMPONATURE

Qualora la distribuzione di tali elementi sia fortemente irregolare in altezza deve essere considerata la possibilità di forti concentrazioni di danno ai livelli caratterizzati da significativa riduzione del numero di tali elementi rispetto ai livelli adiacenti. Questo requisito si intende soddisfatto incrementando di un fattore 1,4 le azioni di calcolo per gli elementi verticali (pilastri e pareti) dei livelli con riduzione dei tamponamenti.



Incremento del 40% delle azioni di calcolo sugli elementi verticali (pilastri e pareti) dei piani soffici.

PIANO SOFFICE



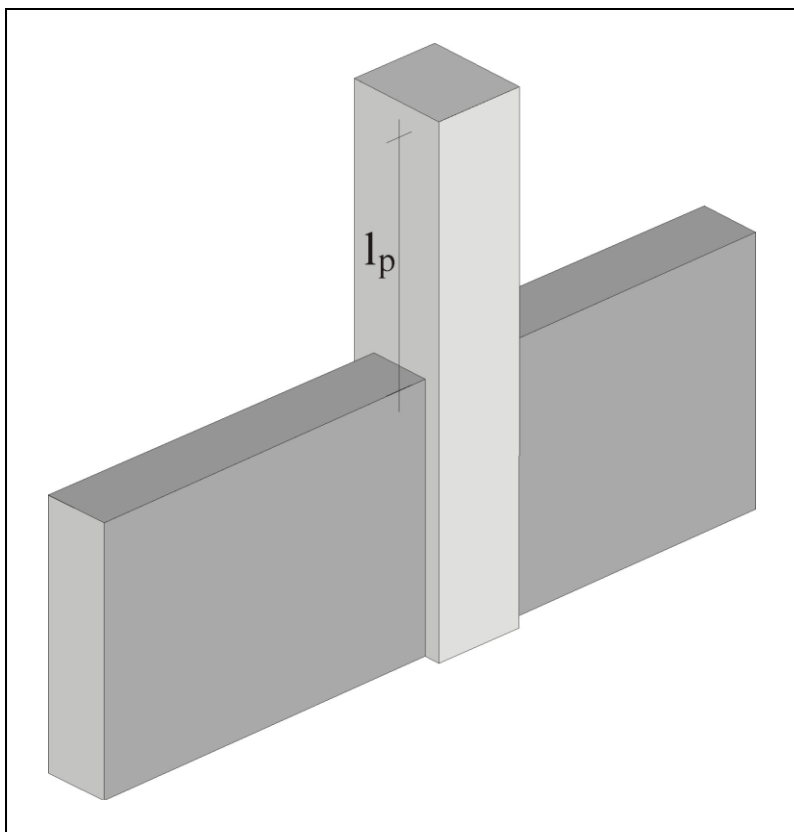
PIANO SOFFICE



PIANO SOFFICE



REQUISITI ADDIZIONALI PER EDIFICI CON TAMPONAMENTI IN MURATURA



Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, gli sforzi di taglio da considerare per la parte del pilastro priva di tamponamento dovranno essere calcolati utilizzando la relazione seguente:

$$V = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{Rp}^s + M_{Rp}^i}{l_p}$$

$$\gamma_{Rd} = 1,20$$

M_{Rp}^s = momento resistente nella sezione di estremità superiore

M_{Rp}^i = momento resistente nella sezione di estremità inferiore

l_p = altezza della parte di pilastro priva di tamponamento

REQUISITI ADDIZIONALI PER EDIFICI CON TAMPONAMENTI IN MURATURA

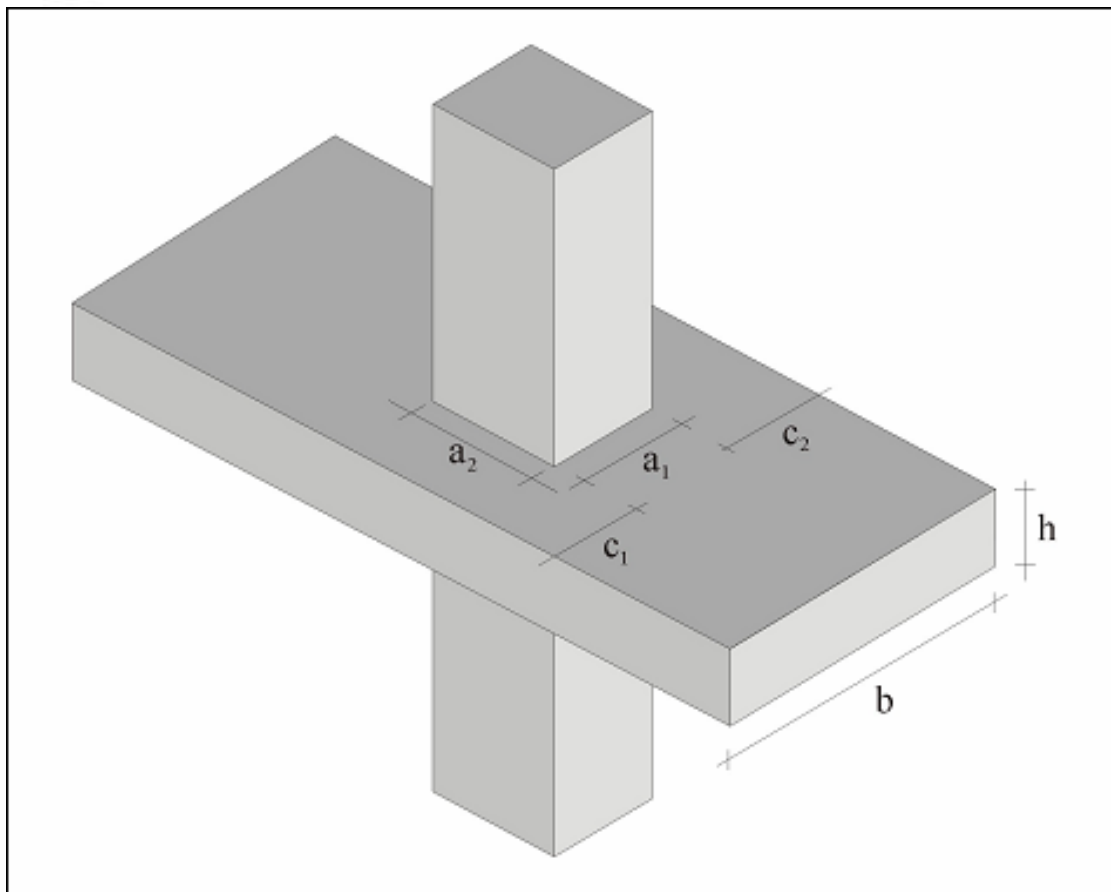


REQUISITI ADDIZIONALI PER EDIFICI CON TAMPONAMENTI IN MURATURA





PARTICOLARI COSTRUTTIVI - LIMITI GEOMETRICI (TRAVI)



$$b \geq 20cm$$

$$\frac{h}{b} \geq 0,25$$

$$b \leq a_1 + c_1 + c_2$$

Essendo:

$$c_1 \leq \frac{h}{2}$$

$$c_2 \leq \frac{h}{2}$$

E comunque:

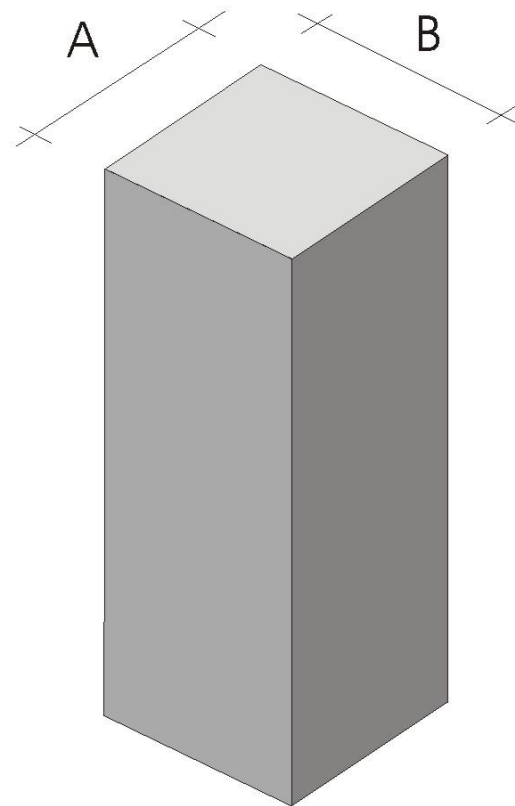
$$b \leq 2 \cdot a_1$$



PARTICOLARI COSTRUTTIVI - LIMITI GEOMETRICI (PILASTRI)

- La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 25 cm

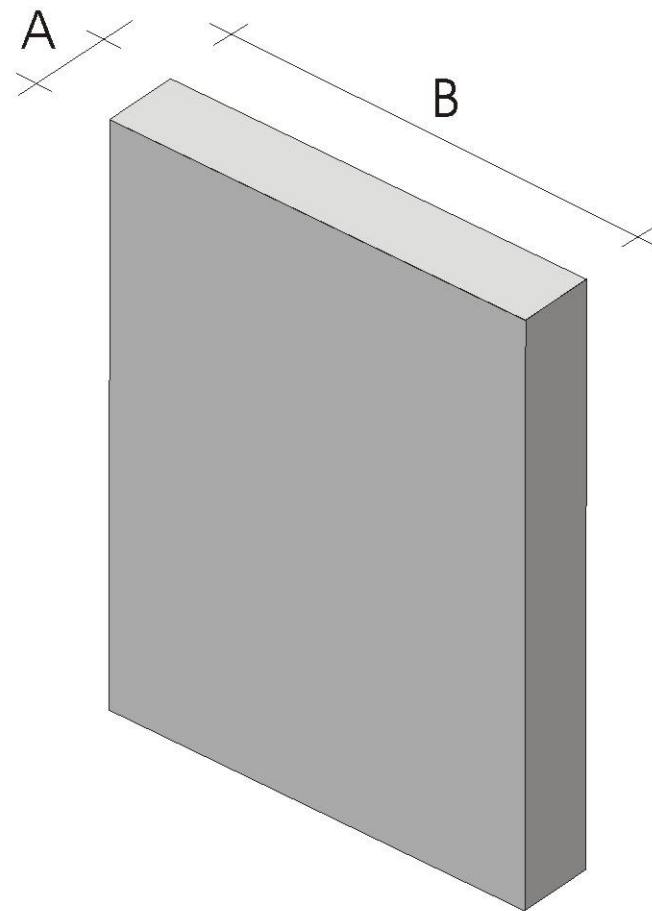
$$A \geq 25 \text{ cm}; B \geq 25 \text{ cm}$$





PARTICOLARI COSTRUTTIVI - LIMITI GEOMETRICI (PARETI)

- Lo spessore minimo della parete non deve essere inferiore al max fra 15 cm e $1/20$ della altezza libera di piano





PARTICOLARI COSTRUTTIVI - ARMATURE (TRAVI)

Armature longitudinali

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3.5}{f_{yk}}$$
$$A'_s \geq 0.50 A_s$$

ρ = rapporto geometrico di armatura $\left(\frac{A_s}{b \cdot h}; \frac{A'_s}{b \cdot h} \right)$

ρ_{comp} = rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

Armature trasversali

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD "A" e CD "B"
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CD "A" e CD "B"
- 24 volte il diametro delle armature trasversali



PARTICOLARI COSTRUTTIVI - ARMATURE (PILASTRI)

Armature longitudinali

$$1\% \leq \frac{A}{A_c} \leq 4\%$$

In ogni caso, per tutta la lunghezza dell'elemento, l'interasse tra le barre non deve mai superare i 25 cm.

Armature trasversali

Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o da legature; le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CD"A" e CD"B".



NORME PER LA REDAZIONE DEI PROGETTI ESECUTIVI

LA RELAZIONE DI CALCOLO

I progetti esecutivi riguardanti le strutture devono essere informati a caratteri di chiarezza espositiva e di completezza nei contenuti e devono inoltre definire compiutamente l'intervento da realizzare. Restano esclusi i piani operativi di cantiere ed i piani di approvvigionamento.

Il progetto deve comprendere i seguenti elaborati:

- Relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica;
- Relazione sui materiali;
- Elaborati grafici, particolari costruttivi;
- Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera;
- Relazione sui risultati sperimentali corrispondenti alle indagini specialistiche ritenute necessarie alla realizzazione dell'opera.

Particolare cura andrà posta nello sviluppare le relazioni di calcolo, con riferimento alle analisi svolte con l'ausilio del calcolo automatico, sia ai fini di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli, sia ai fini di consentire elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi dal redattore del documento.

Il progettista resta comunque responsabile dell'intera progettazione strutturale.

Nel caso di analisi e verifica svolte con l'ausilio di codici di calcolo, oltre a quanto sopra specificato, e in particolare oltre alla Relazione generale strutturale, si dovranno seguire le indicazioni fornite in § 10.2.



NORME PER LA REDAZIONE DEI PROGETTI ESECUTIVI

IMPIEGO DI SOFTWARE DI CALCOLO

Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. In particolare nella Relazione di calcolo si devono fornire le seguenti indicazioni:

- Tipo di analisi svolta (statica, dinamica, lineare, non lineare, ...)
- Origine e caratteristiche del codice di calcolo (titolo, autore, distributore, versione, licenza d'uso, ...)
- Affidabilità dei codici utilizzati (documentazione sulla metodologia di calcolo e sulla sua traduzione numerica)
- Validazione dei codici (i calcoli più importanti devono essere eseguiti nuovamente da soggetto diverso da quello originario mediante programmi di calcolo diversi da quelli usati originariamente)
- Modalità di presentazione dei risultati di calcolo (completezza dei risultati, presenza di grafici e diagrammi, ...)
- Informazioni generali sull'elaborazione (informazioni sull'elaboratore utilizzato, controlli svolti sui risultati, ...)
- Giudizio motivato di accettabilità dei risultati (valutazione dell'affidabilità dei risultati tramite calcoli semplificati, verifiche parziali, ...)

www.angelobiondi.com