



*ing. angelo
biondi*



Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008

WWW.ANGELOBIONDI.COM

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Prescrizioni Prestazionali Generali

**Eurocodici approvati dal
Comitato Europeo di
Normazione in forma Euro
Norma (EN)**

Norme UNI EN

**Altri codici riconosciuti a
purché sia dimostrato che
garantiscono livelli di
sicurezza non inferiori a
quelli delle presenti Norme
tecniche.**

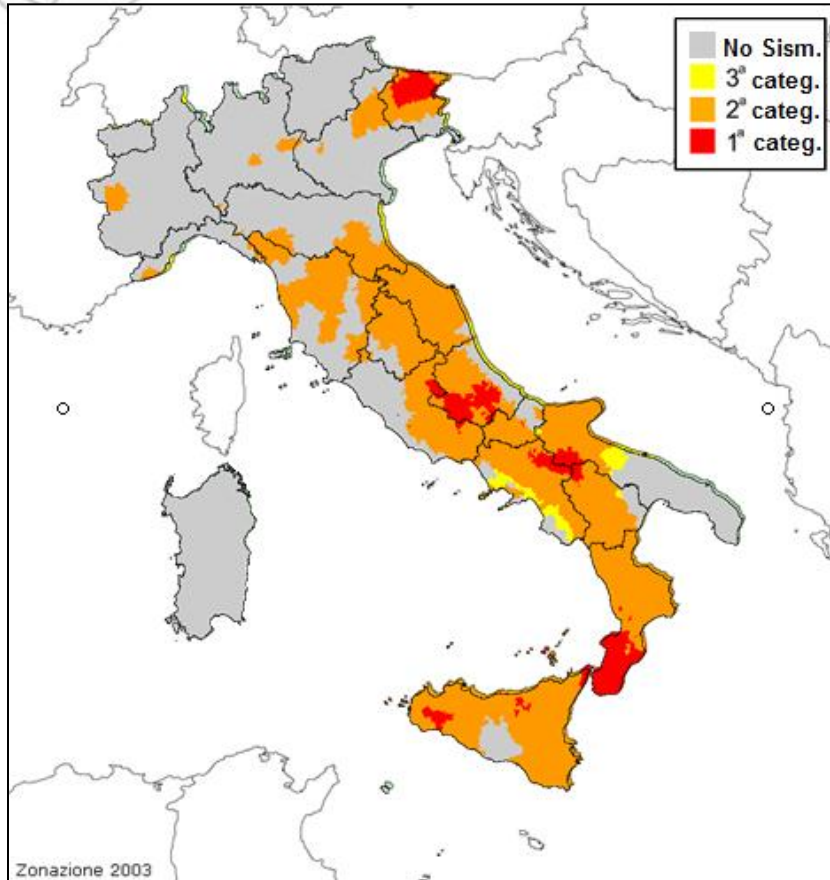
**Istruzioni del Consiglio
Superiore dei Lavori
Pubblici;**

**Linee Guida del Servizio
Tecnico Centrale del
Consiglio Superiore dei
Lavori Pubblici**

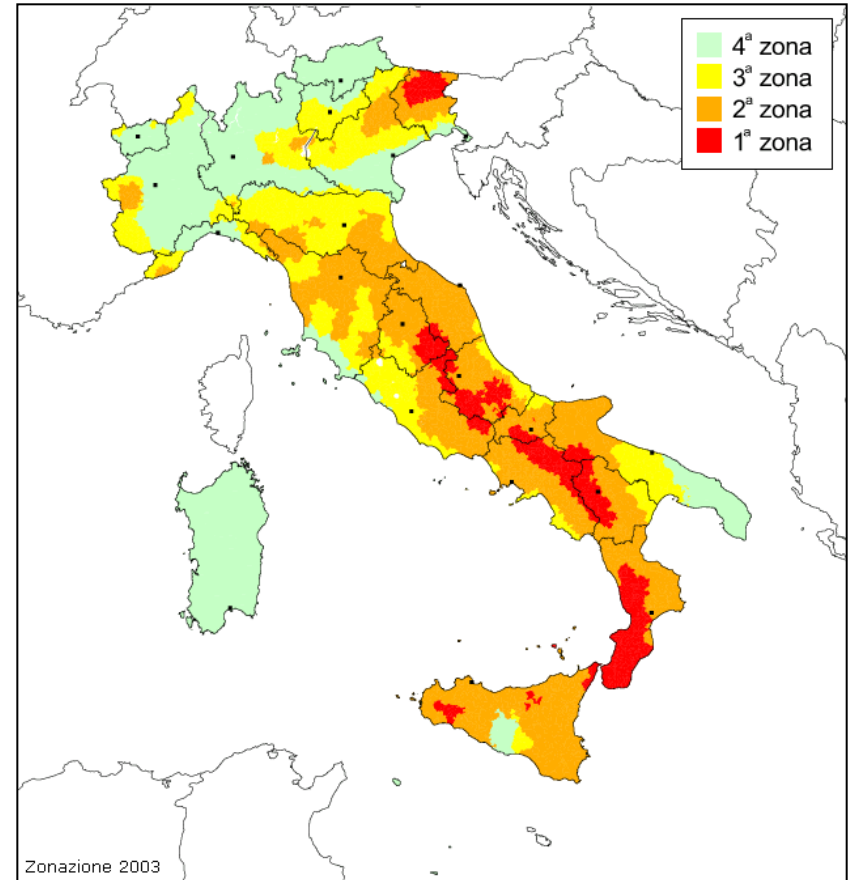
**Linee Guida per la
valutazione e riduzione
del rischio sismico del
patrimonio culturale e
successive modificazioni
del Ministero per i Beni e
le Attività Culturali, come
licenziate dal Consiglio
Superiore dei Lavori
Pubblici e ss. mm. ii.**

**Istruzioni e documenti
tecnici del Consiglio
Nazionale delle Ricerche
(C.N.R.)**

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

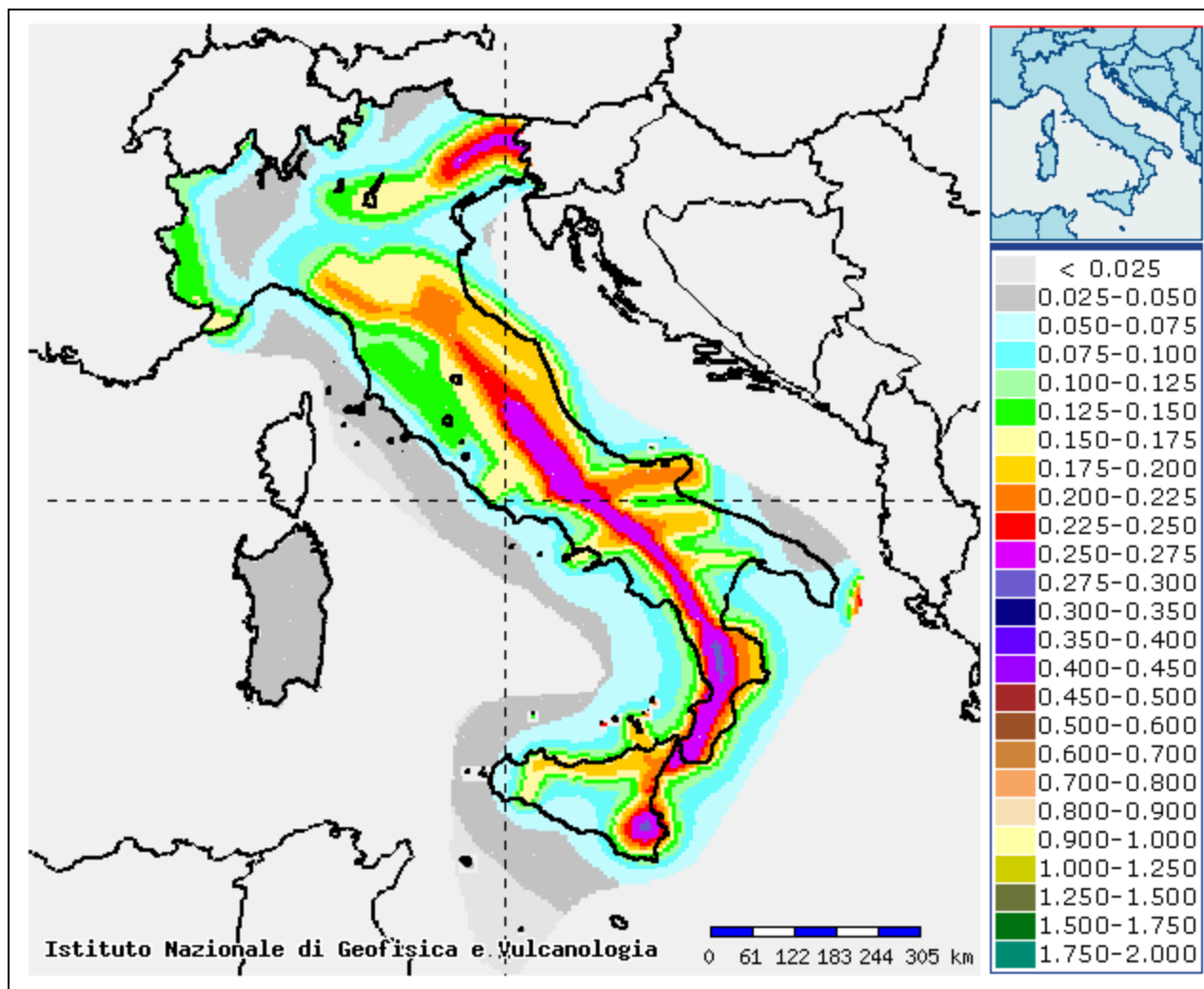


Mappa Sismica 1984



Mappa Sismica 2003

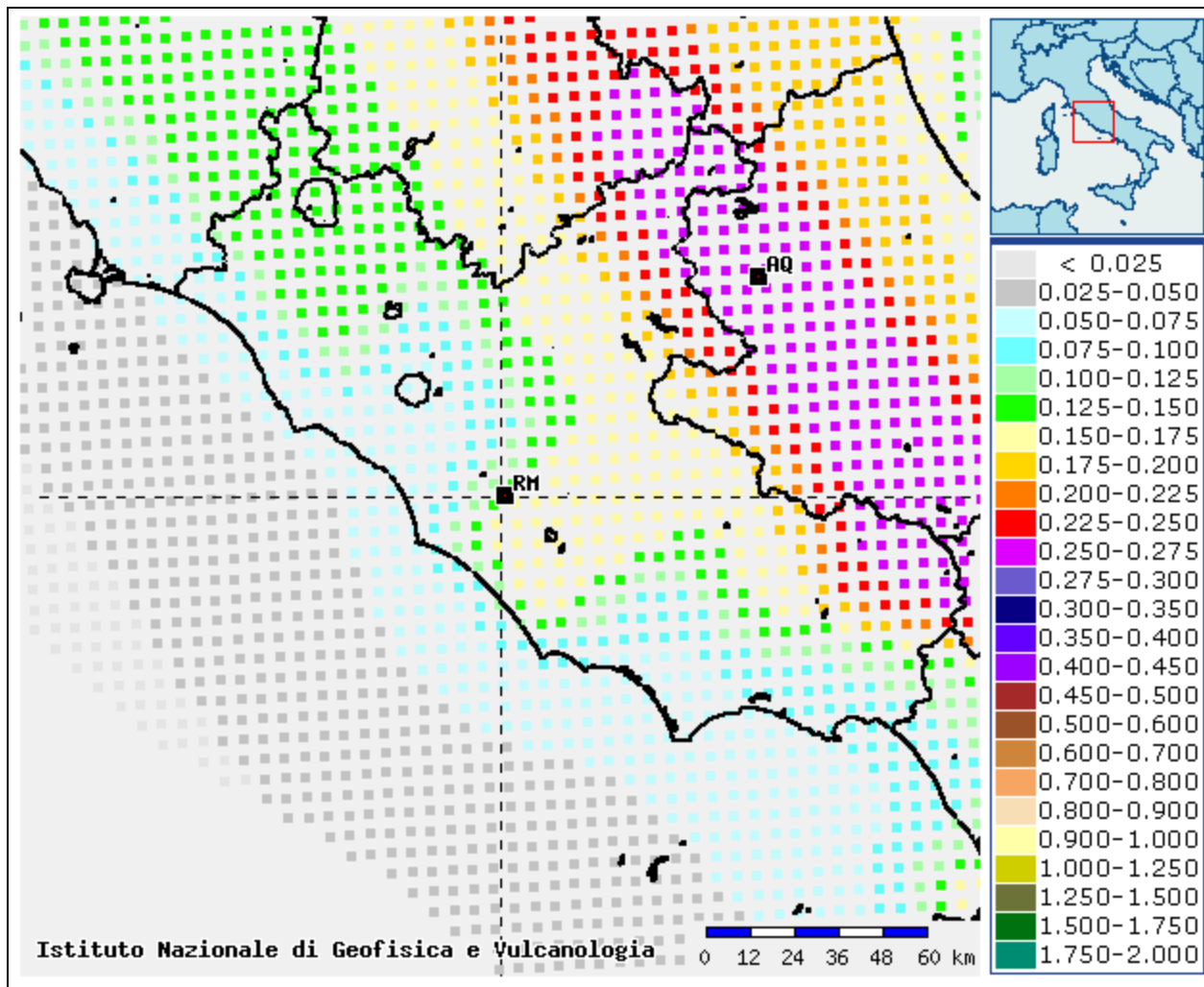
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI



Mapa Sismica 2008 – Reticolo di riferimento



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

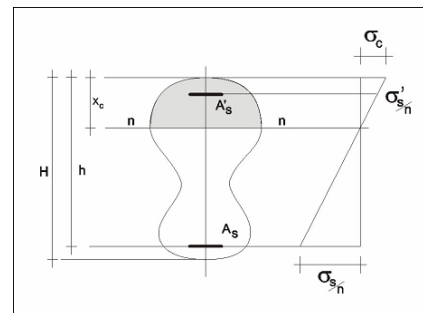


Mapa Sismica 2008 – Reticolo di riferimento

METODI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

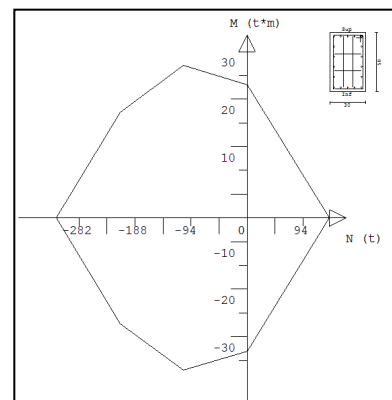
D.M. 9 gennaio '96

- Tensioni Ammissibili
- Stati Limite

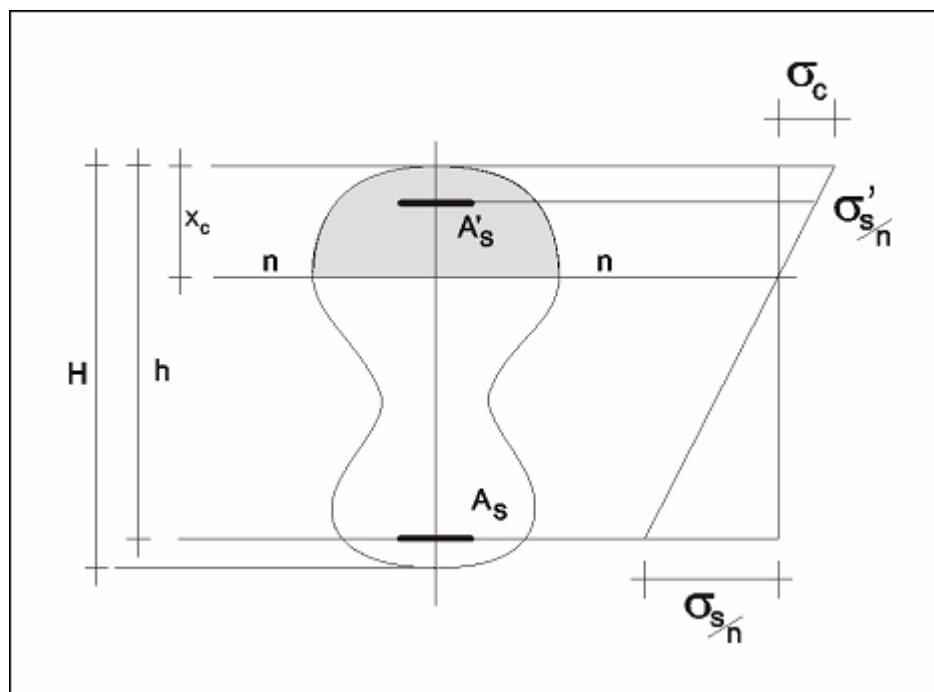


**Norme Tecniche per le
Costruzioni**

- Stati Limite



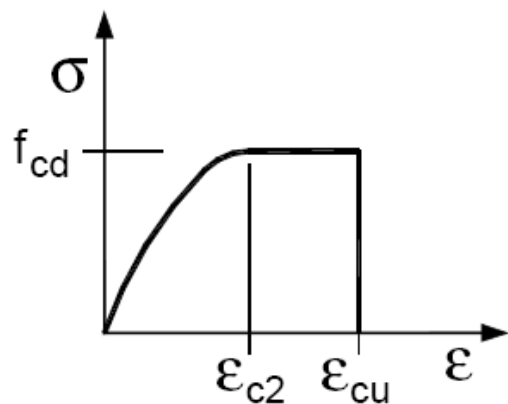
METODI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI



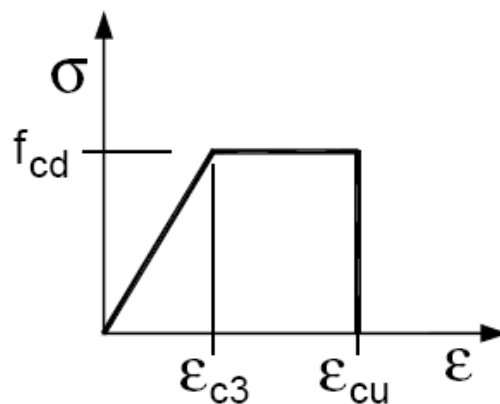
Metodo delle Tensioni Ammissibili

METODI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI TRUTTURALI

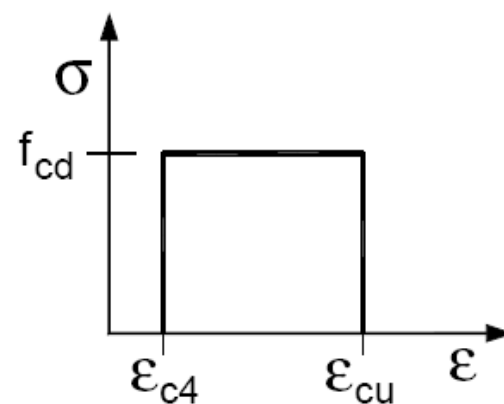
Legame costitutivo del calcestruzzo



Parabolarettangolo



triangolarettangolo



rettangolo (stress block)

$$\varepsilon_{c2} = 0.20\%$$

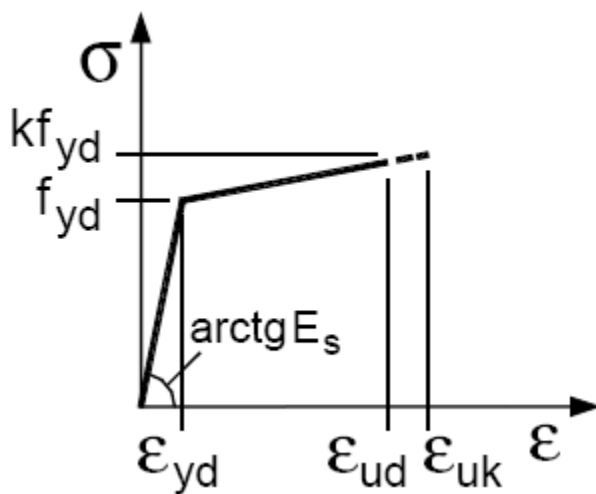
$$\varepsilon_{c3} = 0.175\%$$

$$\varepsilon_{c4} = 0.07\%$$

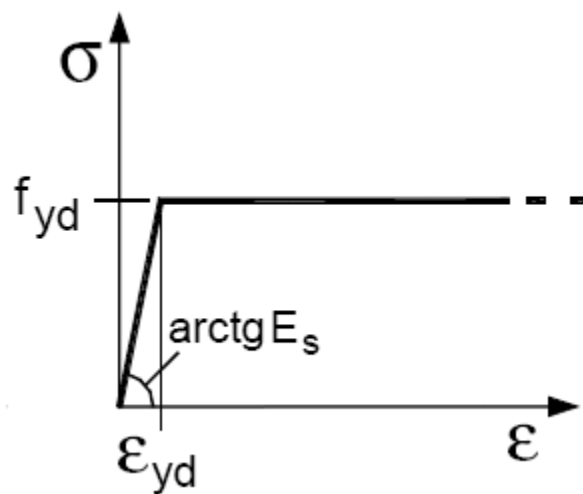
$$\varepsilon_{cu} = 0.35\%$$

METODI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Legame costitutivo dell'acciaio



Bilineare con incrudimento



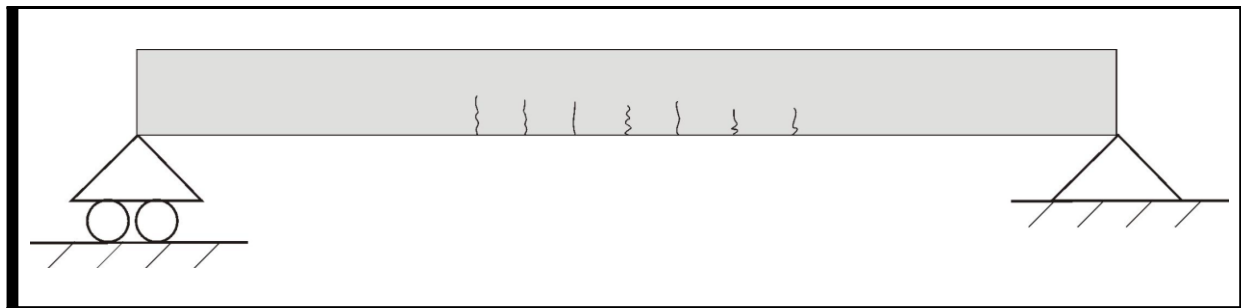
elastico perfettamente plastico

STATO LIMITE ULTIMO (S.L.U.)

- verifiche di resistenza

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (S.L.E.)

- verifiche di deformabilità
- verifiche di vibrazione
- verifiche di fessurazione
- verifiche delle tensioni di esercizio
- verifiche a fatica per quanto riguarda eventuali danni che possano compromettere la durabilità





METODI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

(D.M. 14/01/08)

Capitolo 2.7 - VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI

Relativamente ai metodi di calcolo, è d'obbligo il metodo agli stati limite.

Per **le costruzioni di tipo 1** ($VN \leq 10$ anni) e **tipo 2** ($50 \text{ anni} \leq VN < 100$ anni) e **Classe d'uso I e II**, limitatamente a siti ricadenti in **Zona 4**, è ammesso il metodo di verifica alle tensioni ammissibili. Per tali verifiche si deve fare riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87, per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici.

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S , quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla **Circ. LL. PP. 10.04.97**, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.



VITA NOMINALE DELLE STRUTTURE

La **VITA NOMINALE** di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere deve essere precisata nei documenti di progetto.

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

Nelle previsioni progettuali dunque, se le condizioni ambientali e d'uso sono rimaste nei limiti previsti, non prima della fine di detto periodo saranno necessari **interventi di manutenzione straordinaria** per ripristinare le capacità di durata della costruzione.

Di fatto, la grande maggioranza delle costruzioni ha avuto ed ha, anche attraverso successivi interventi di ripristino manutentivo, una durata effettiva molto maggiore della vita nominale quantificata nelle NTC.

Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative V_N previste in progetto siano **inferiori a 2 anni**.



CLASSI D'USO DELLE STRUTTURE

(Classificazione D.M. '08)

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 **(Verifiche D.M. '08)**

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.

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

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

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

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

CATEGORIA DEL SUOLO

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categoria del suolo	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.



IL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE



Espansione laterale (lateral spread)



IL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE



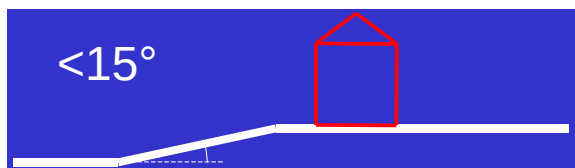
Perdita di portanza (loss of bearing strength)

IL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

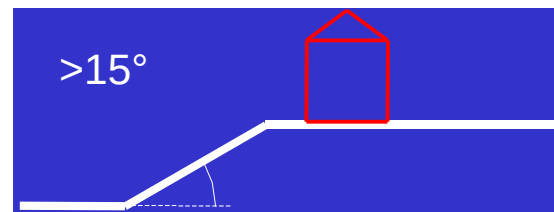


CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

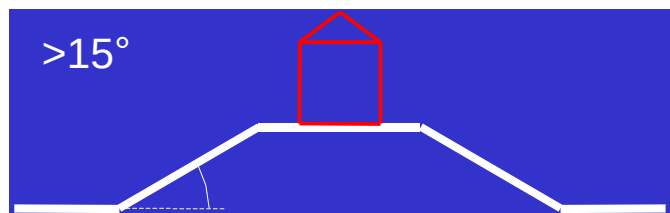
Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ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



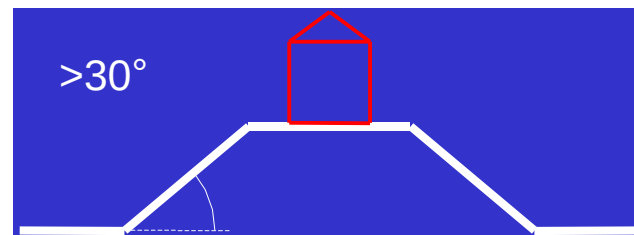
T1 ($S_T=1.0$)



T2 ($S_T=1.2$)

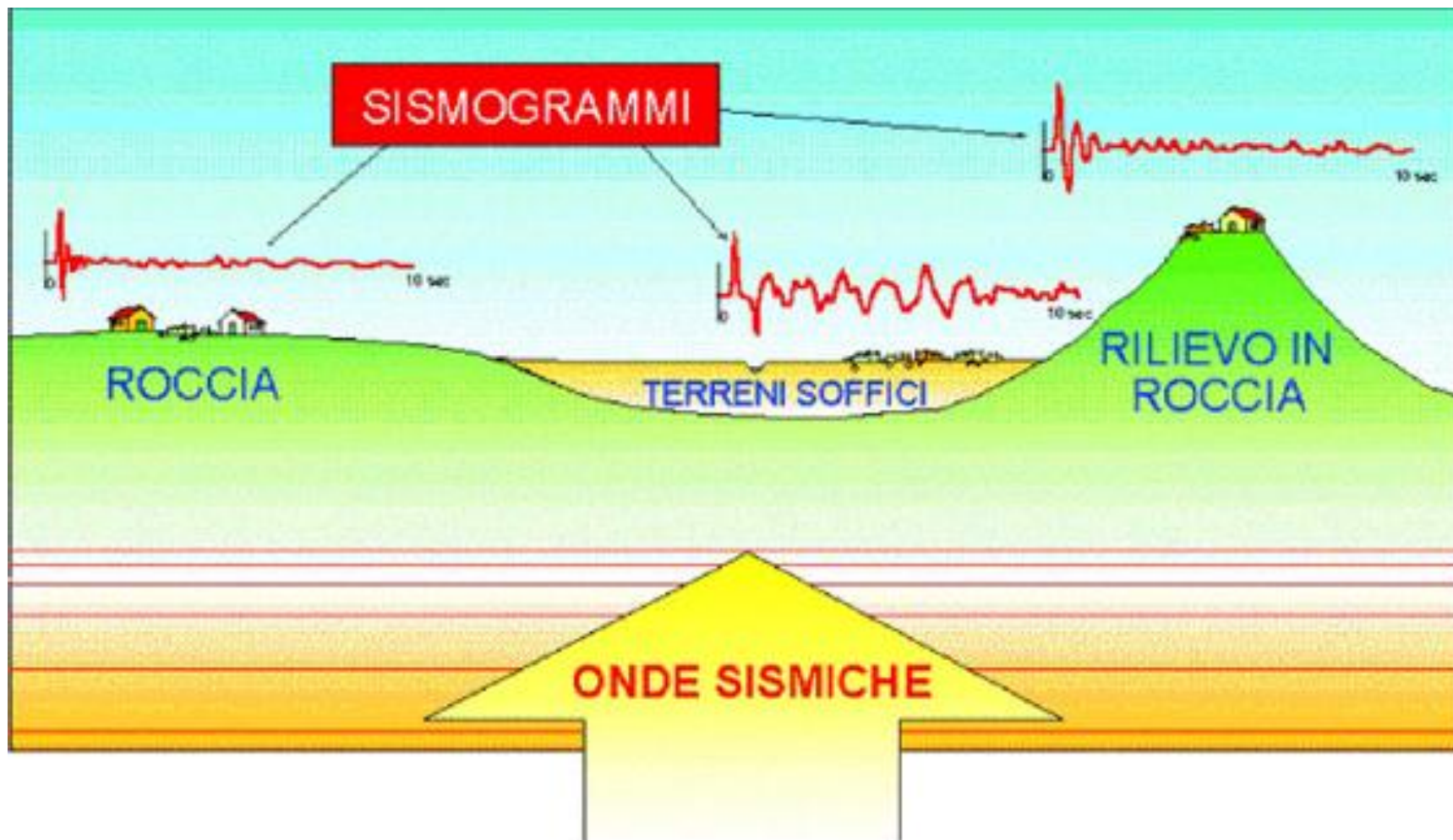


T3 ($S_T=1.2$)



T4 ($S_T=1.4$)

AMPLIFICAZIONE SISMICA





INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le **indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera** e/o di intervento e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti mediante specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

È responsabilità del progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica.

Le indagini e le prove devono essere eseguite e certificate dai laboratori appartenenti all'elenco depositato presso il **Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture**.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.



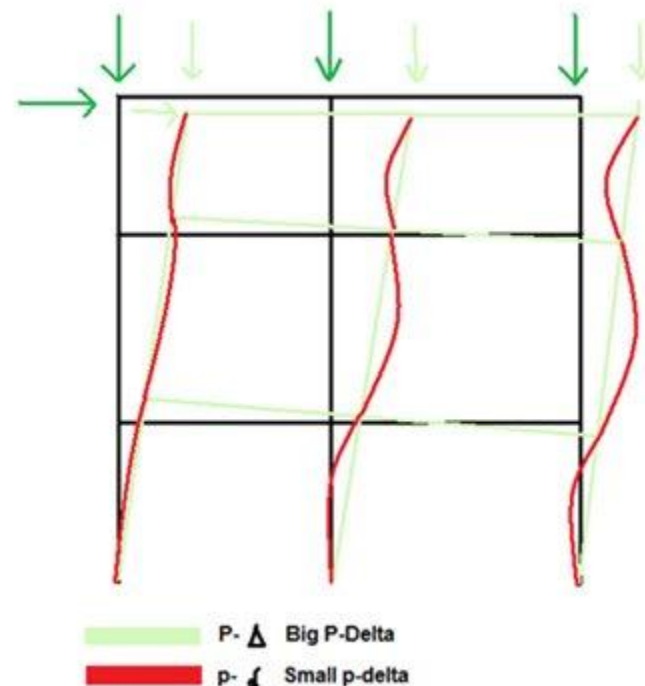
$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1$$

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;

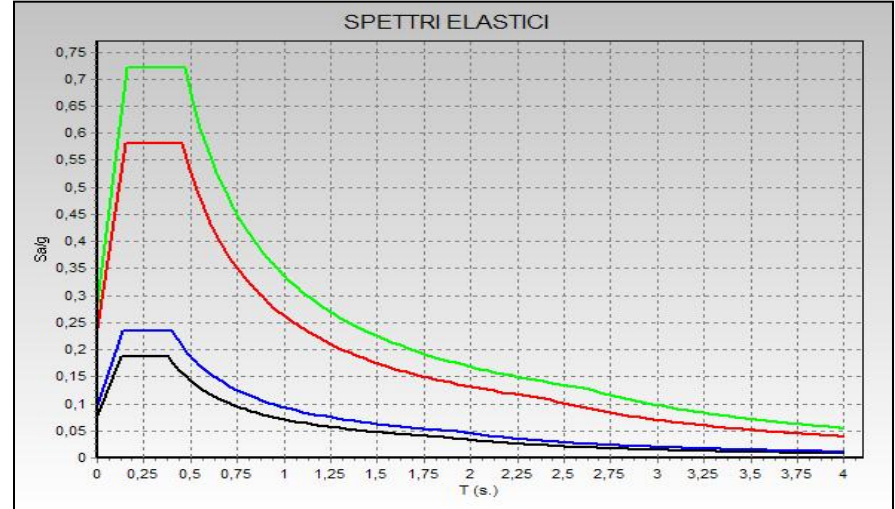
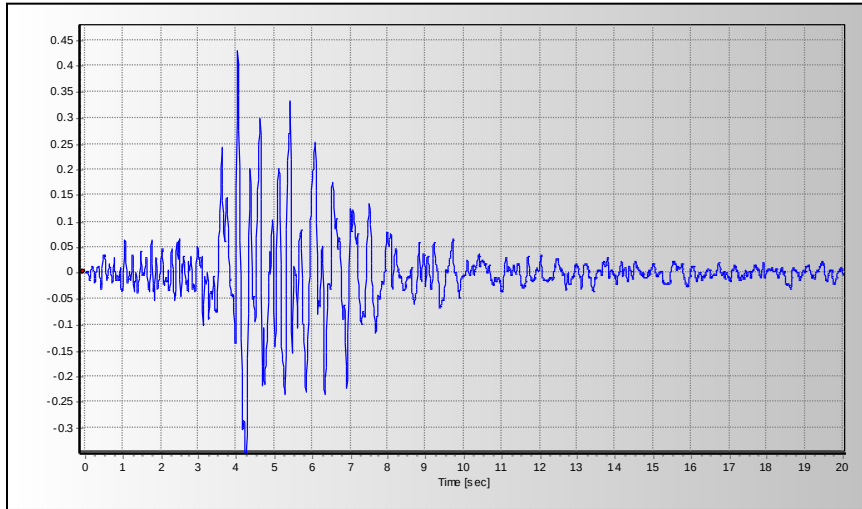
V - Forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame;

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



AZIONE SISMICA

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

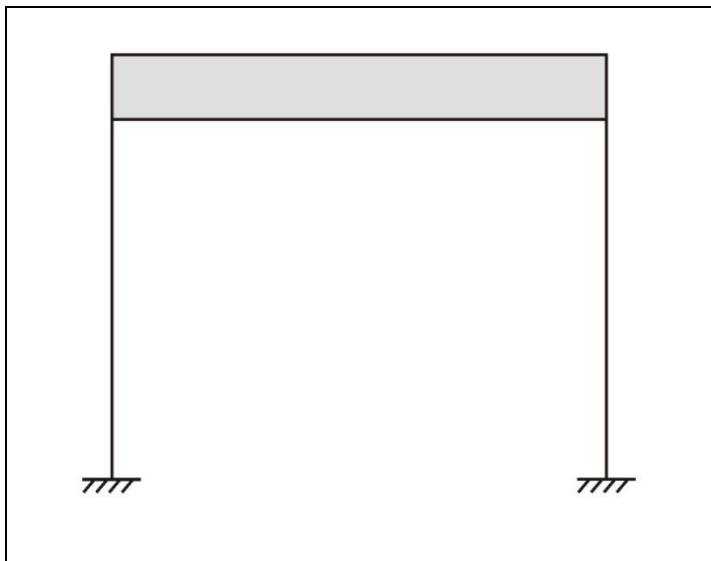


Gli spettri potranno essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro dovrà essere definito da appositi studi ovvero l'azione sismica andrà descritta mediante **accelerogrammi**. In eguale modo si opererà in presenza di **sottosuoli di categoria S1 o S2**.

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.

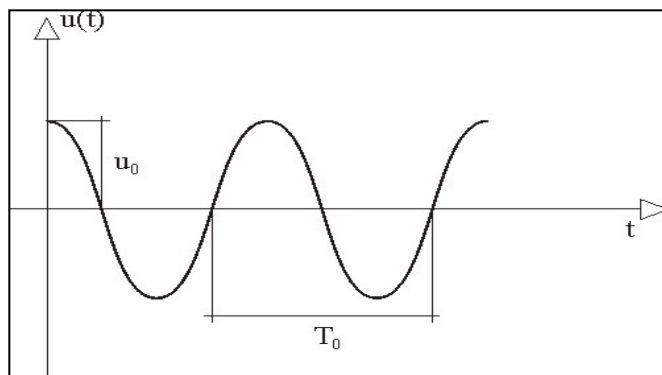
Quando l'estensione del sistema di fondazione non garantisce che l'intera costruzione sia soggetta ad una eccitazione sismica uniforme, è necessario considerare la variabilità spaziale del moto (ad es. impiego di accelerogrammi o di spettri di risposta diversi).

PERIODO DELLA STRUTTURA



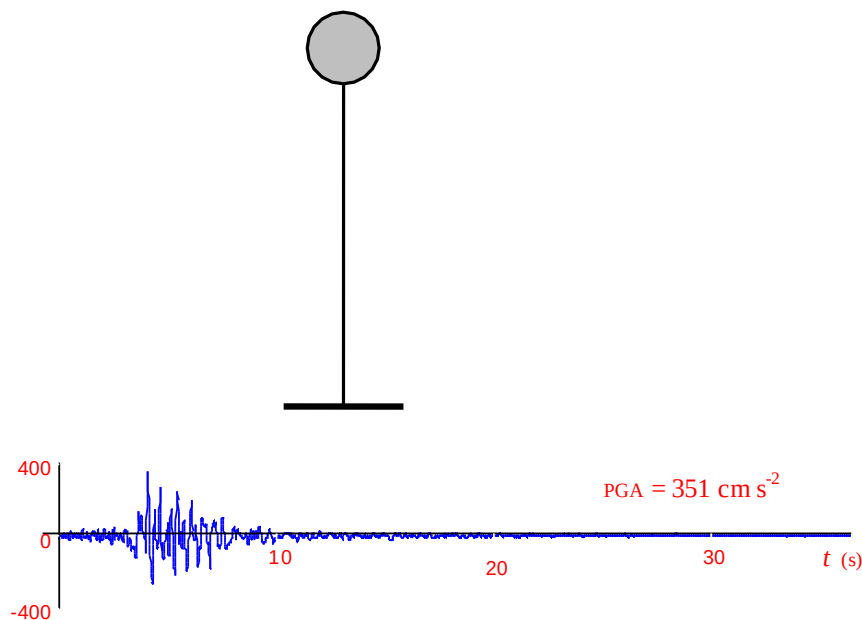
$$T_0 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

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:

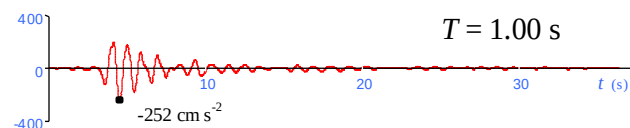
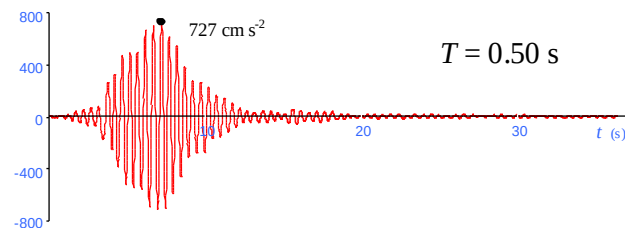
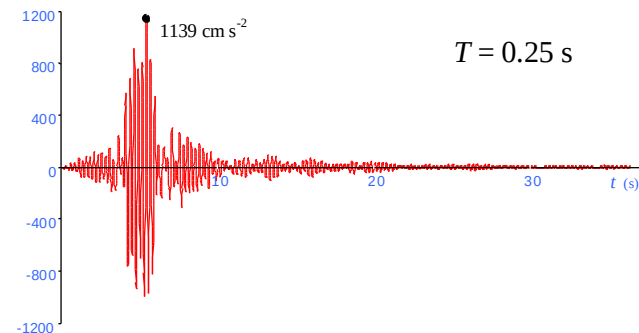


CATEGORIA DEL SUOLO

Oscillatori differenti reagiscono in modo diverso ad uno stesso terremoto



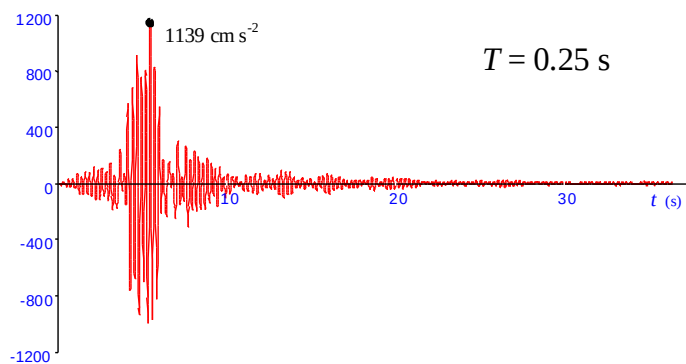
Tolmezzo, Friuli, 1976





SPETTRI DI RISPOSTA

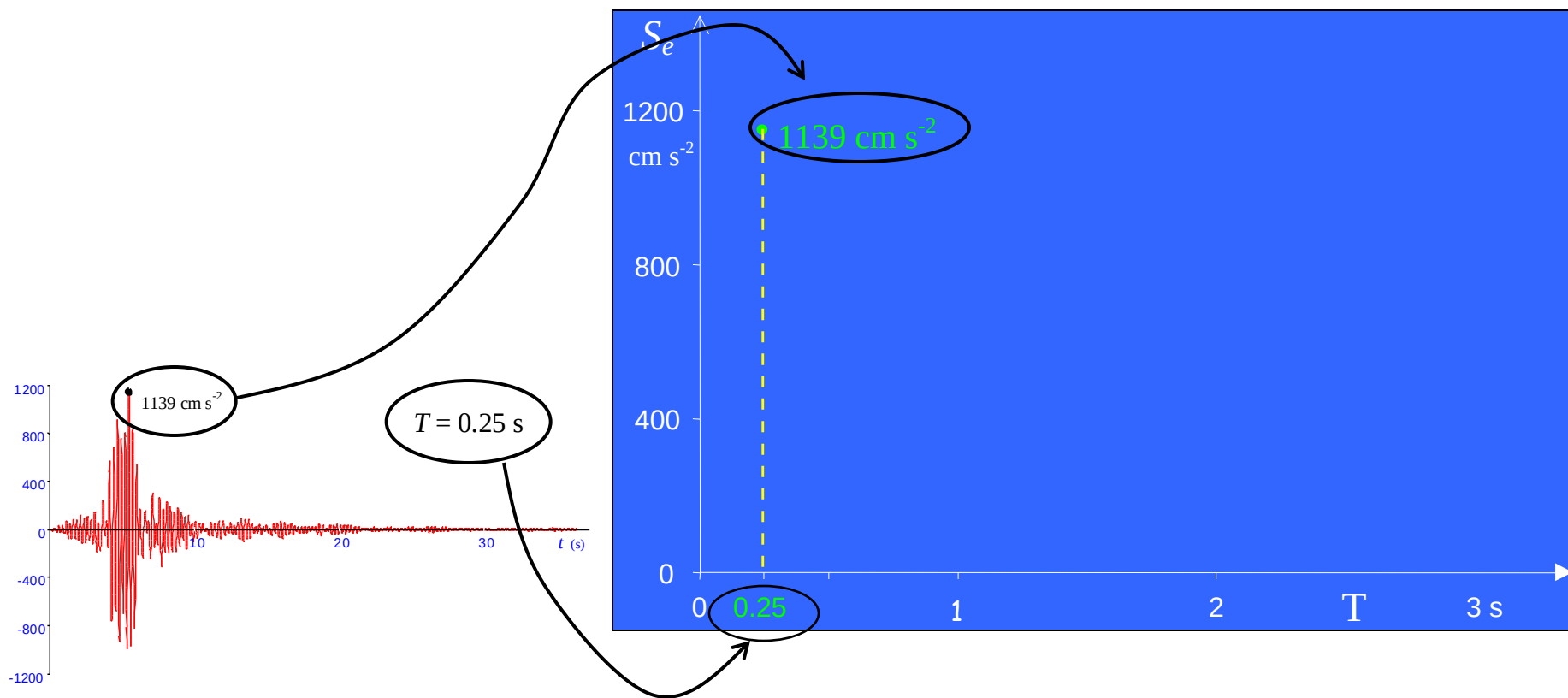
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

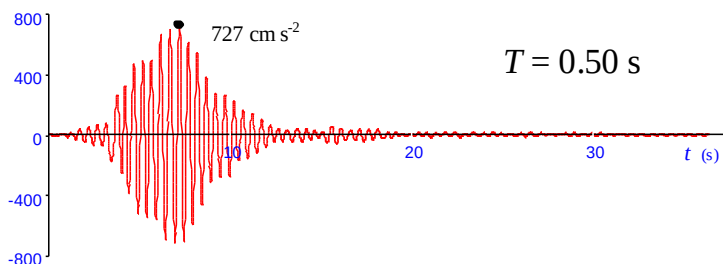
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

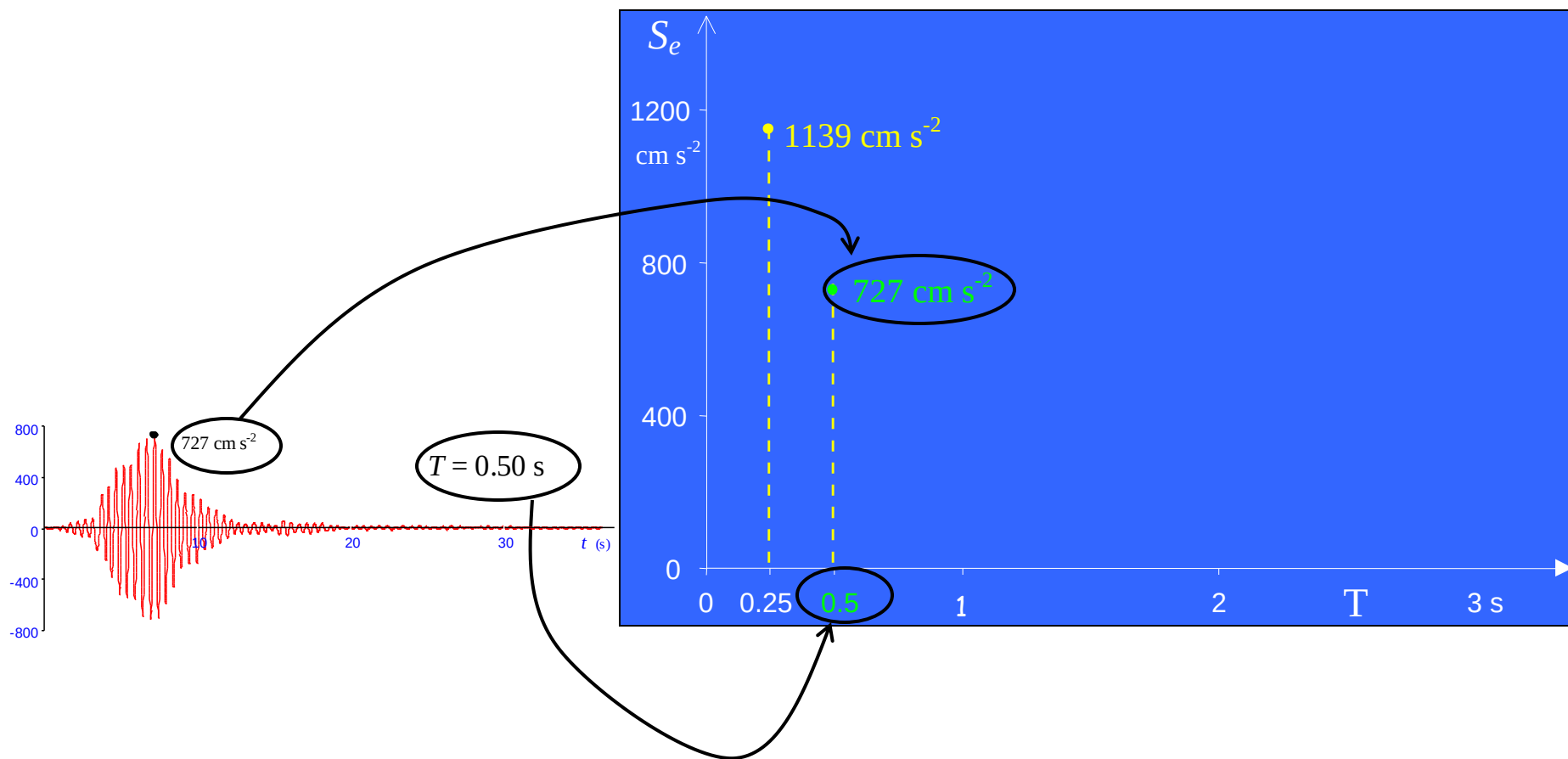
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

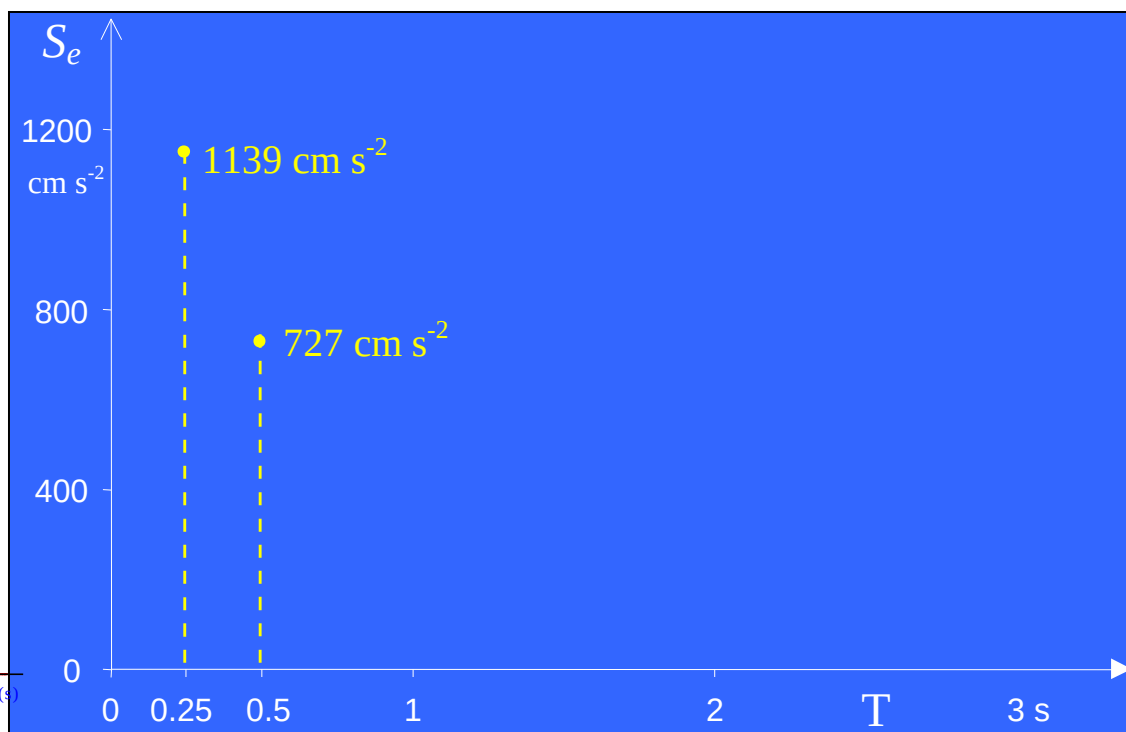
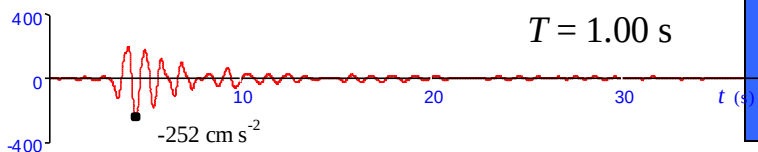
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

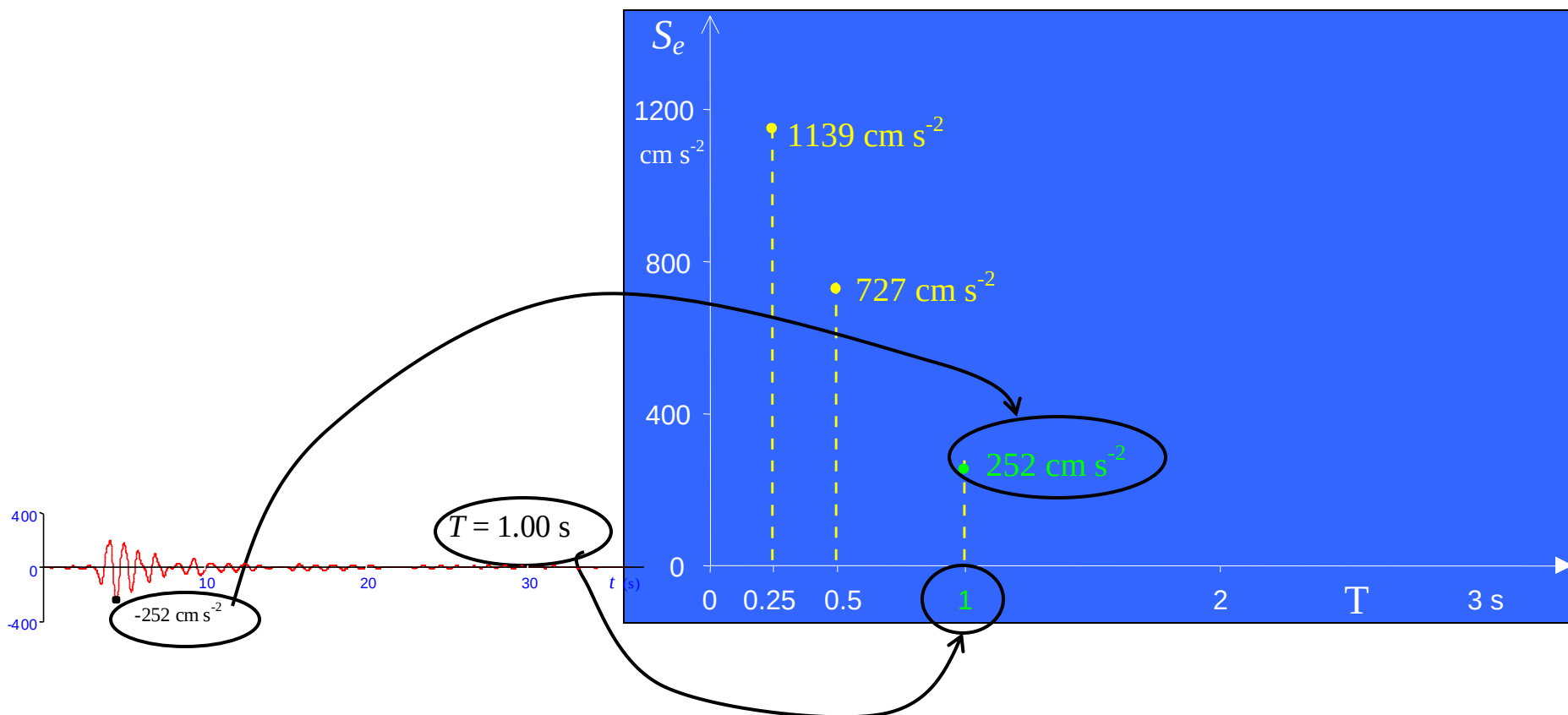
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

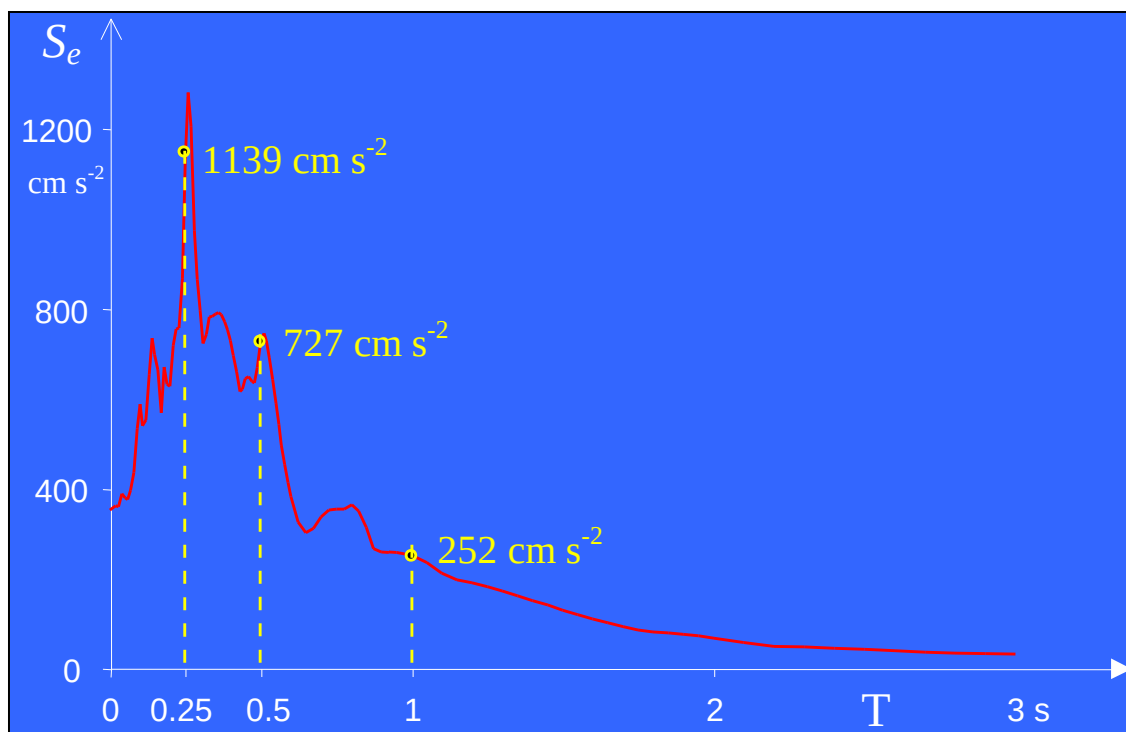
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





SPETTRI DI RISPOSTA

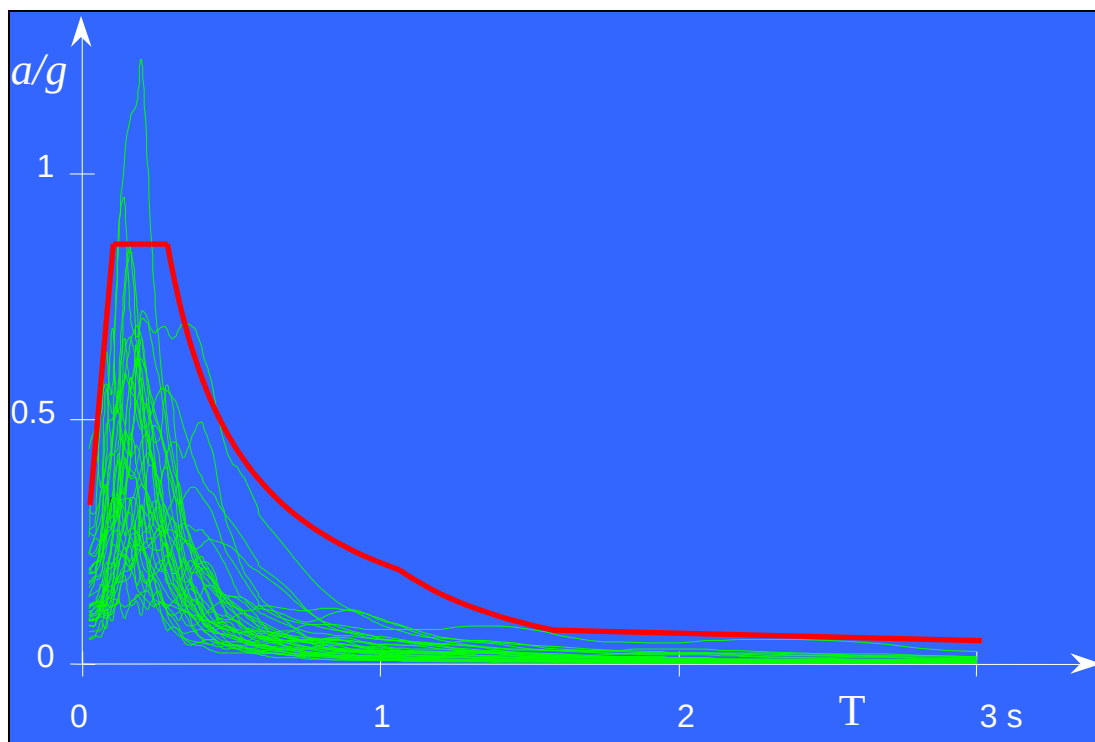
Si può diagrammare il valore della massima accelerazione ottenendo lo **spettro di risposta** dell'accelerogramma





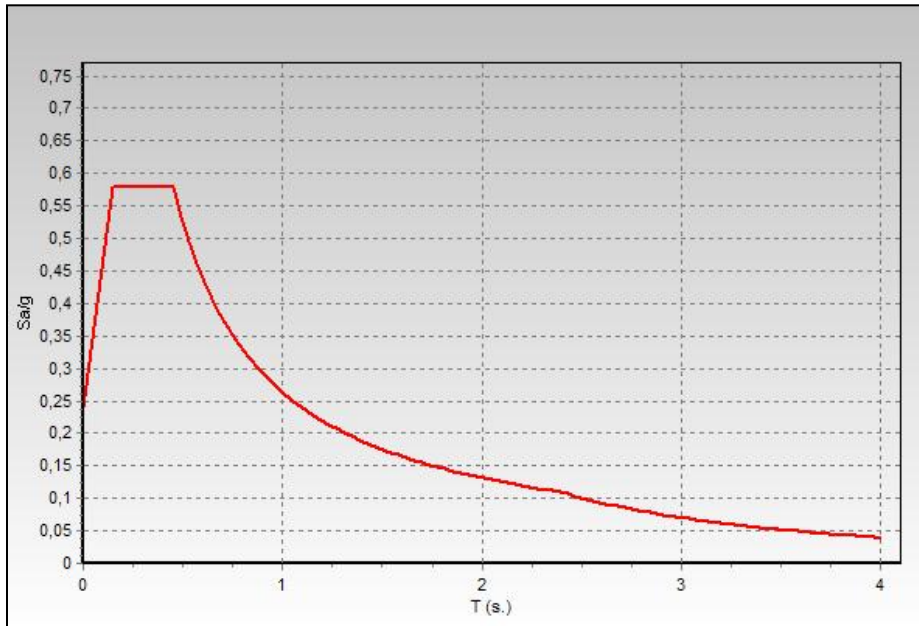
SPETTRI DI RISPOSTA

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

$$0 \leq T < T_B$$

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

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica

$$T_B \leq T < T_C$$

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

$$T_C \leq T < T_D$$

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

$$T_D \leq T$$

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

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$0 \leq T < T_B$$

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

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica

$$T_B \leq T < T_C$$

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

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

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

$$T_C \leq T < T_D$$

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

$$T_D \leq T$$

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

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

$$0 \leq T < T_B$$

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

$$T_B \leq T < T_C$$

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

$$T_C \leq T < T_D$$

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

$$T_D \leq T$$

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

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

			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		
ID	LON	LAT	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
14445	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
9785	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	0.289	2.44	0.20	0.366	2.51	0.22	0.430	2.51	0.24	0.502																	

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

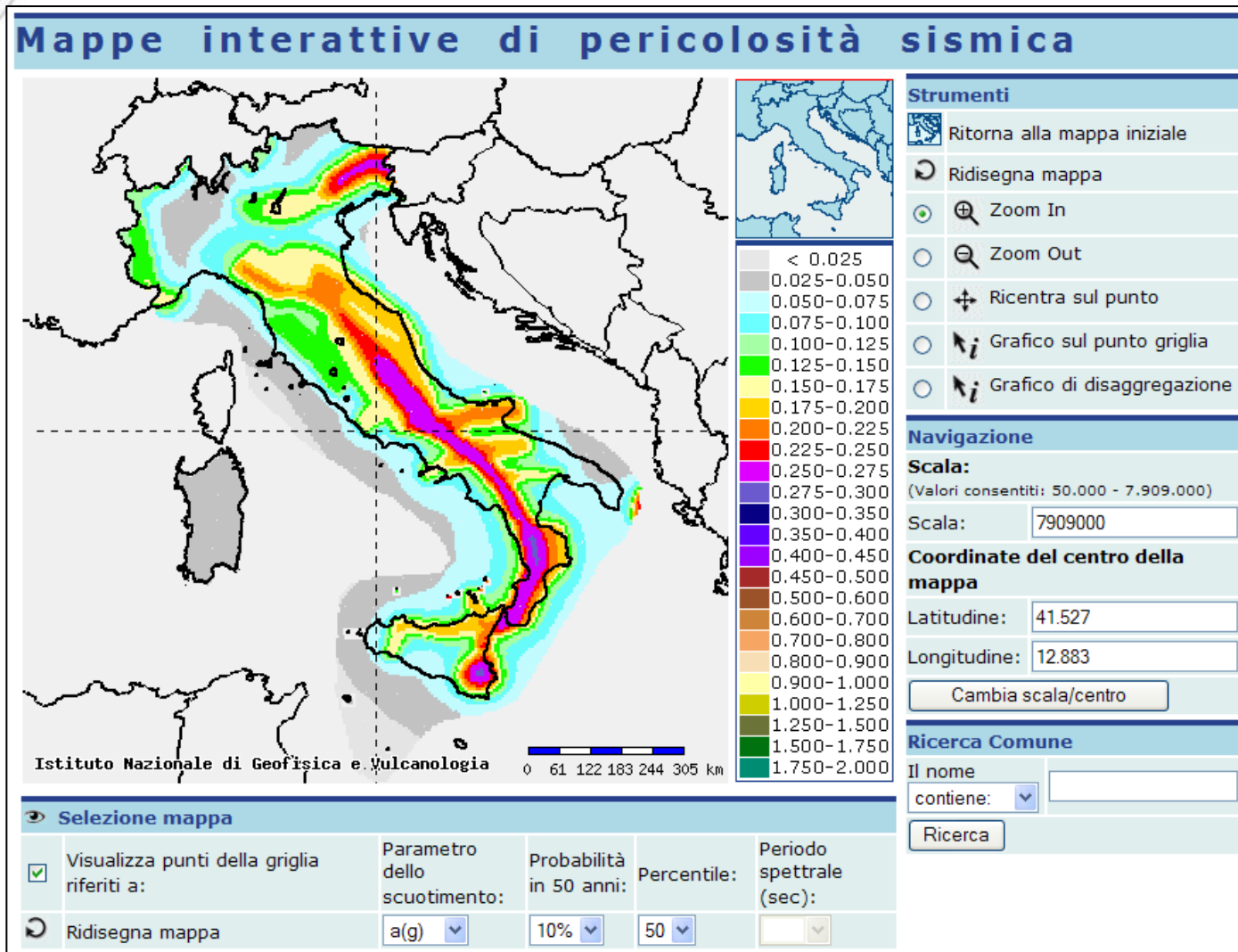
$$p(a_g, F_o, T_c^*)$$

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

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

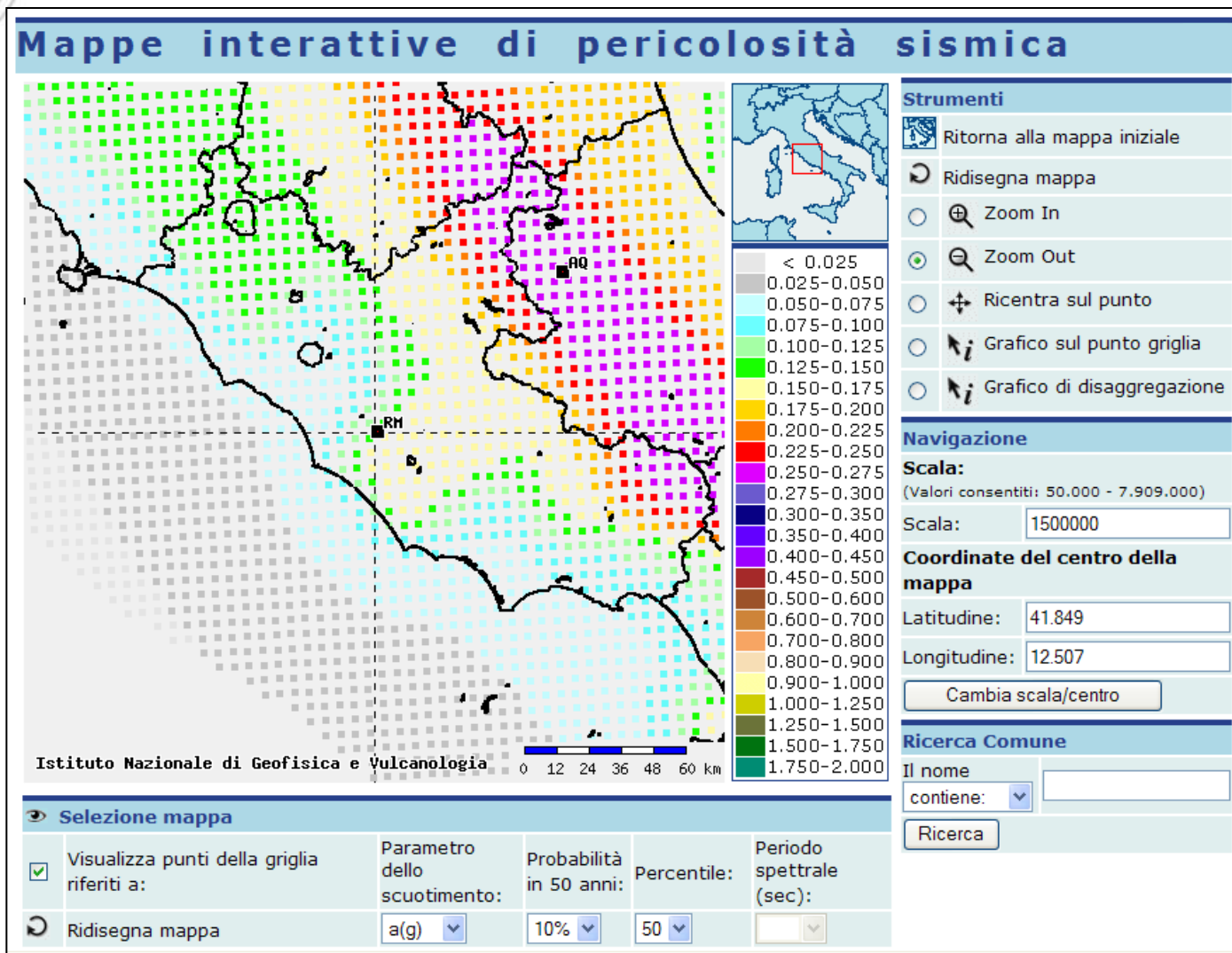
T_{R1} , T_{R2} – Periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

MAPPA SISMICA INTERATTIVA INGV



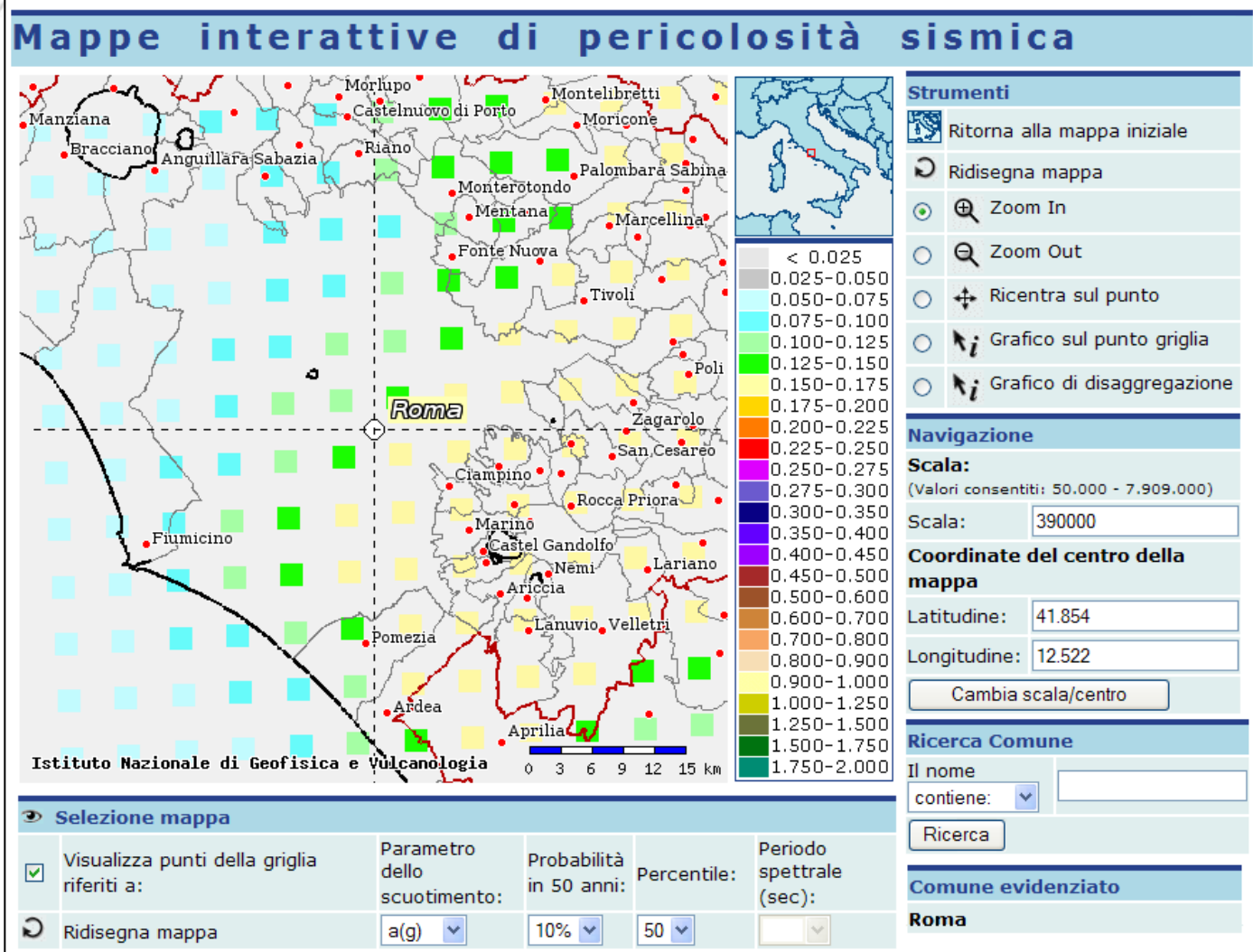
Reticolo di riferimento (distanza nodi 10 km)

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.

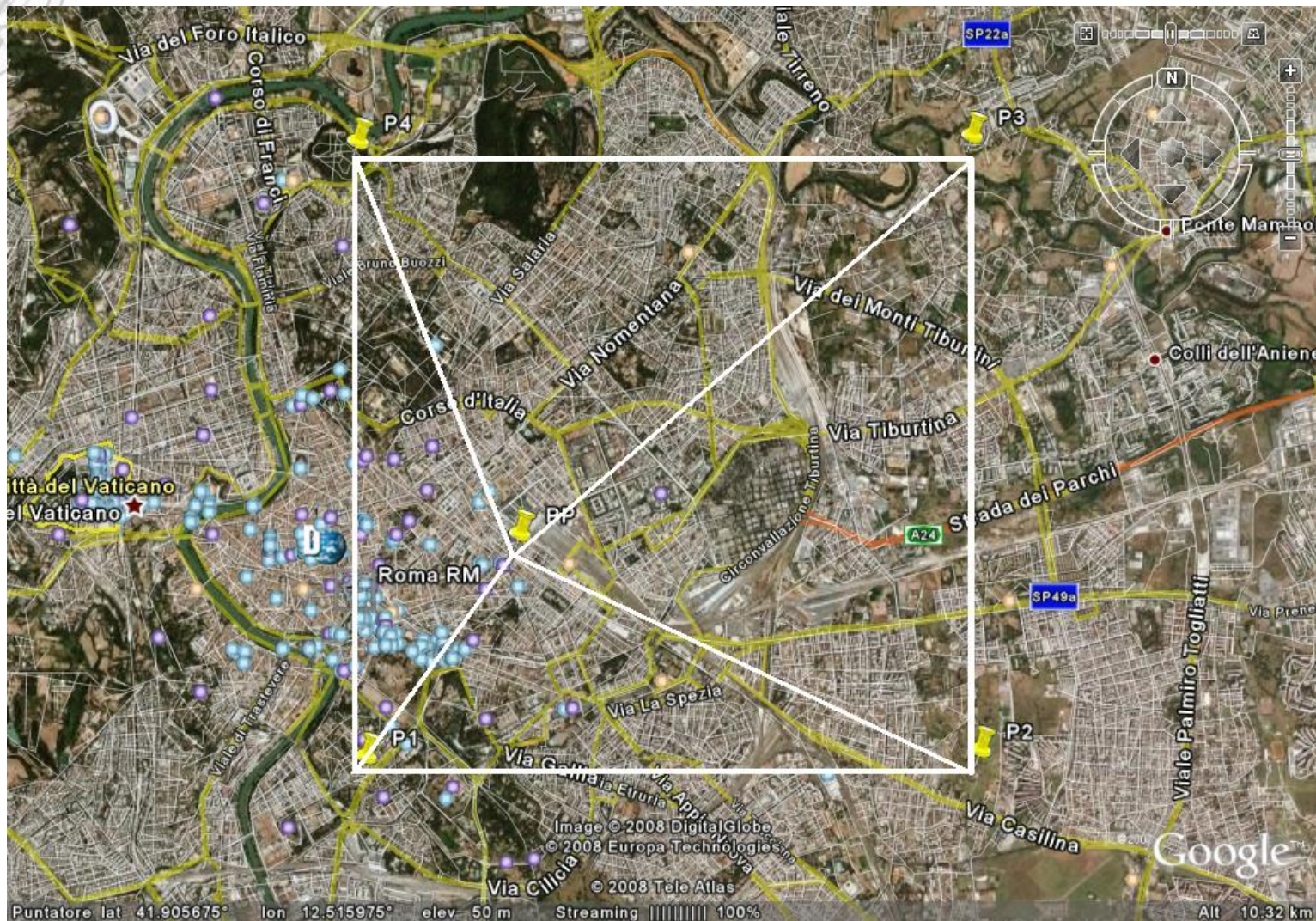
d_i – Distanza del punto in esame dall'i-esimo punto del reticolo.



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI ORIZZONTALI

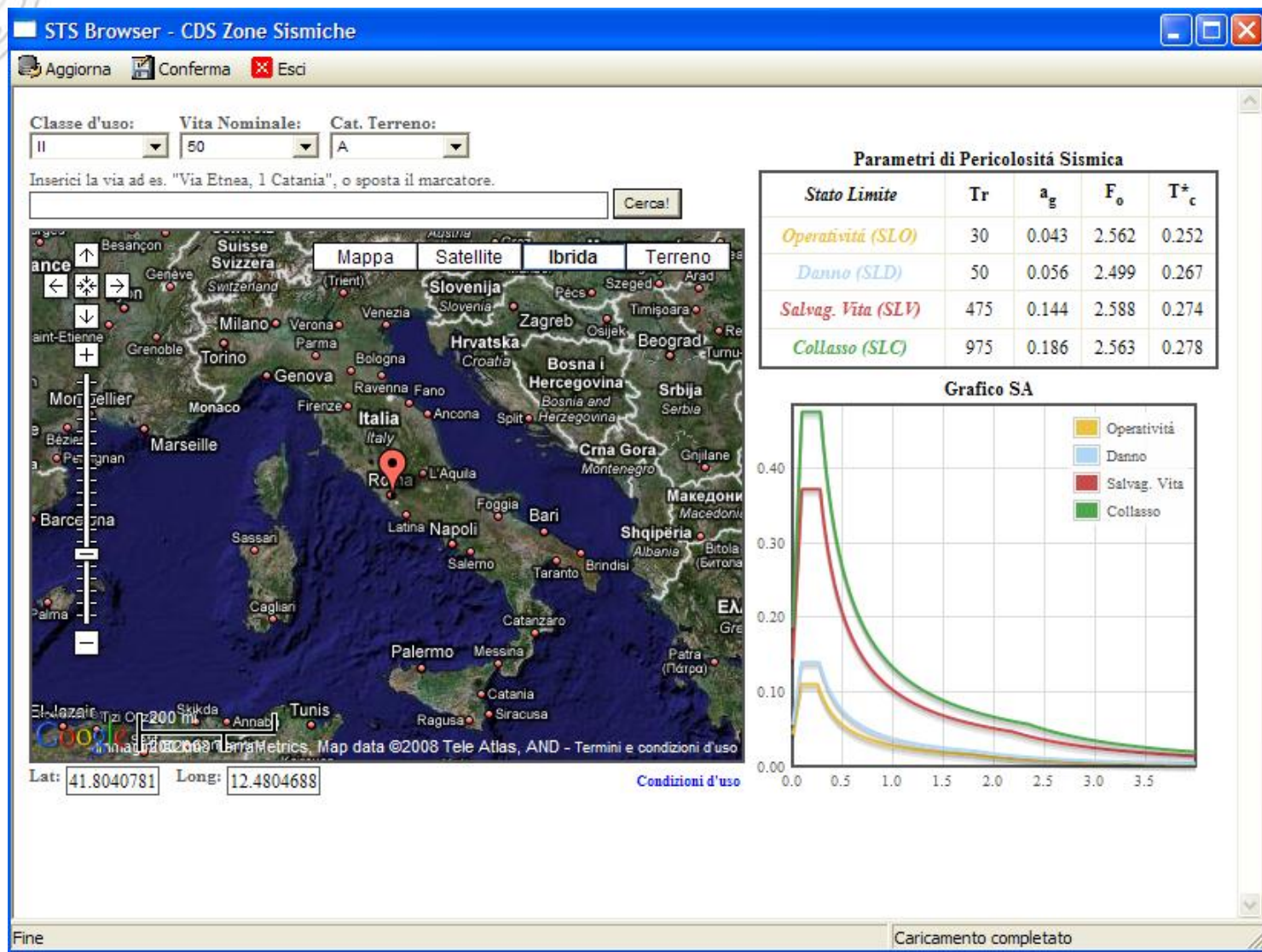
ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22
13777	6.5621	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	0.366	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

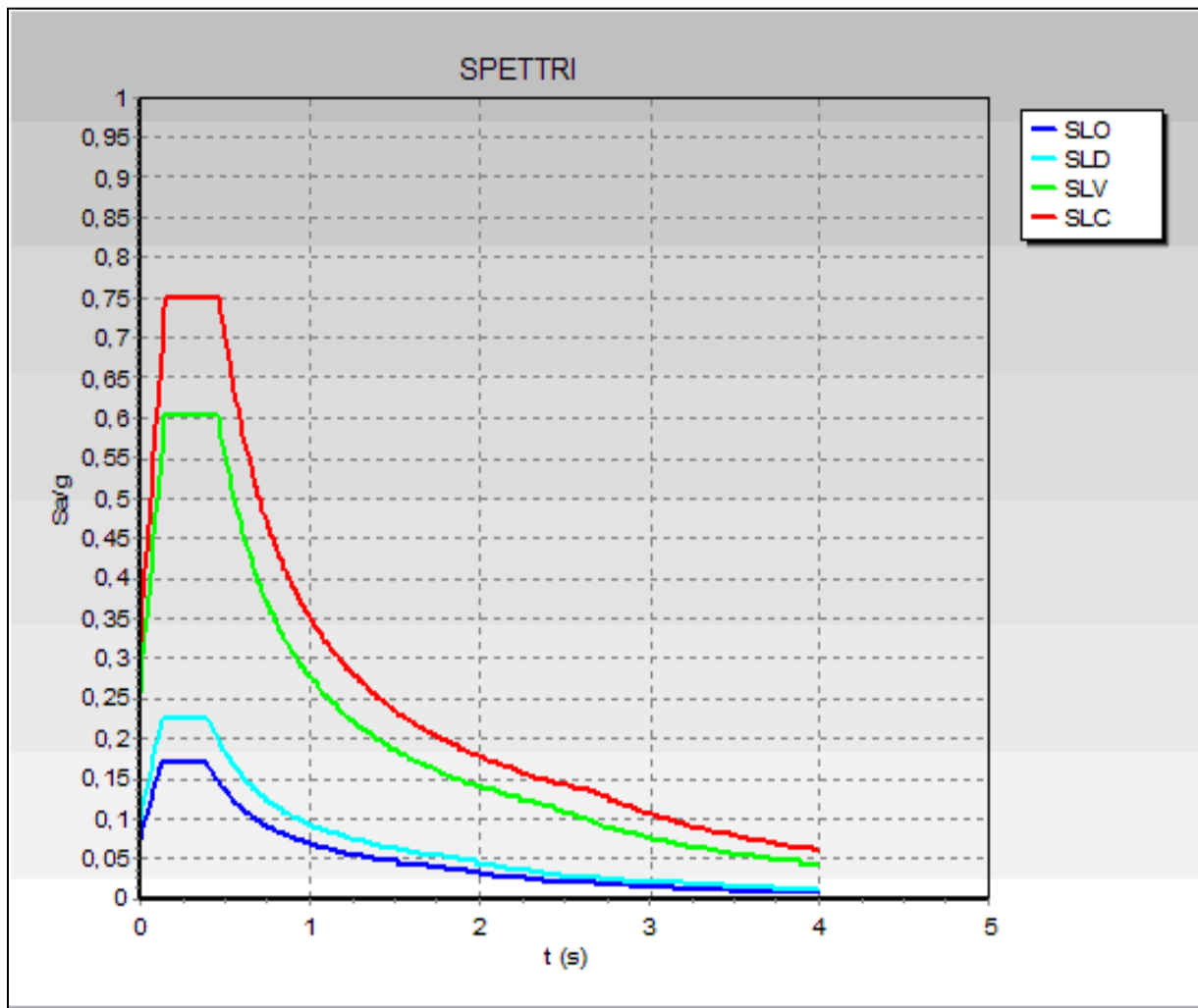


Reticolo di riferimento (distanza nodi 10 km)

PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA



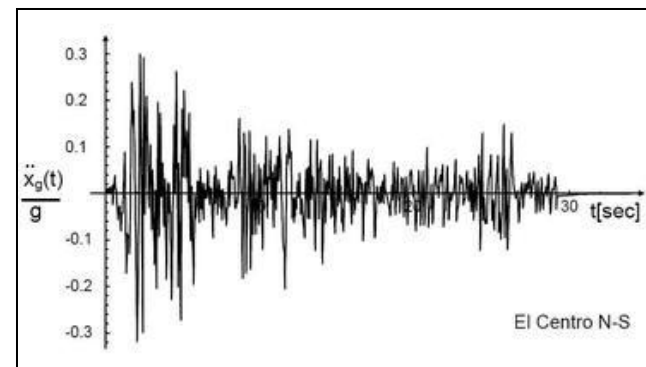
SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER AZIONI ORIZZONTALI



SISMA VERTICALE

N.T.C. 2008 – Cap. 7.2.1

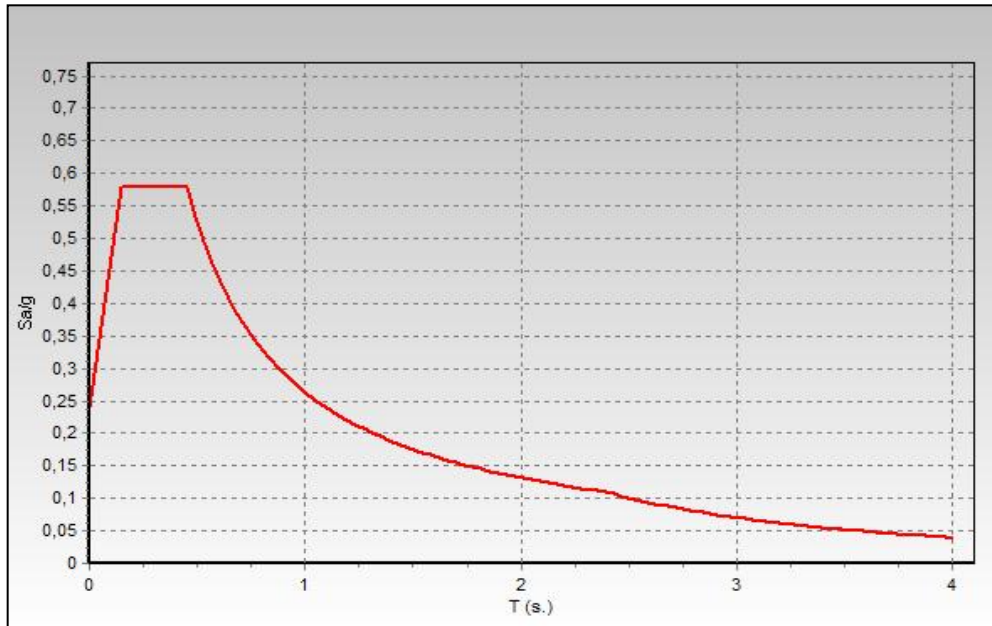
- presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m
- presenza di elementi precompressi (eccetto solai con luce < 8m)
- presenza di elementi a mensola (con luce > 4m)
- presenza di strutture di tipo spingente
- presenza di pilastri in falso
- edifici con piani sospesi
- ponti
- edifici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



Nel caso in cui il sito nel quale la costruzione sorge ricada in zona 1 o 2.

Nel caso di analisi non lineare statica (ad es, pushover analysis) non si applica la combinazione delle due componenti orizzontali dell'azione sismica: l'analisi della risposta strutturale è svolta considerando l'azione sismica applicata separatamente secondo ciascuna delle due direzioni orizzontali.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI VERTICALI



Sve – Accelerazione spettrale verticale

T – Periodo di vibrazione

$$0 \leq T < T_B$$

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

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_{Ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_{Ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_{Ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$



SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER AZIONI VERTICALI

$$F_V = 1.35 \cdot F_O \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Categoria del suolo	Ss	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s



VERIFICHE ALLO S.L.O. E ALLO S.L.D.

Verifiche di Danno degli Elementi non Strutturali

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo *SLD* siano inferiori ai limiti indicati nel seguito.

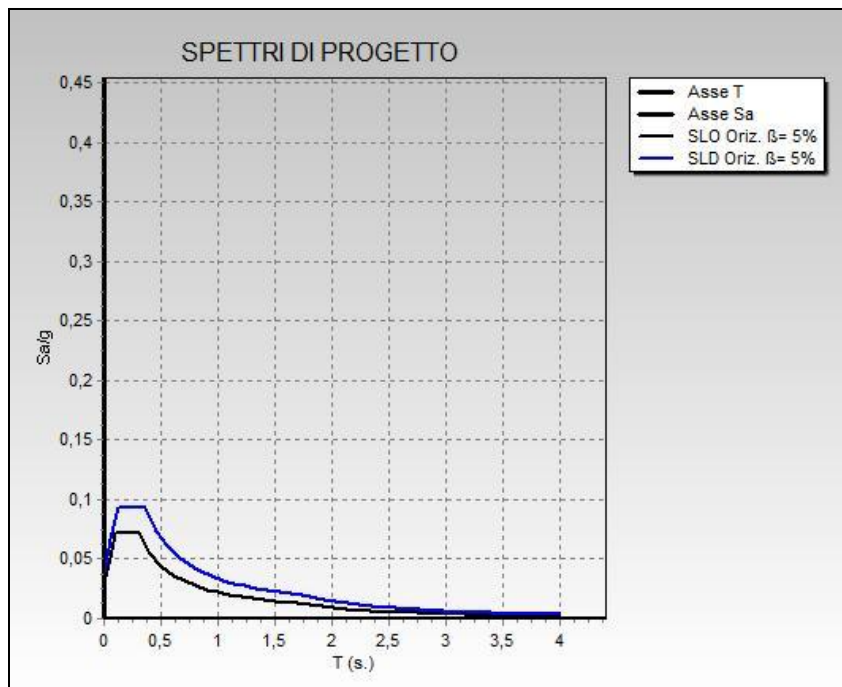
	Tipologia strutturale
$d_r < 0,005 h$	Edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa
$d_r < d_{rp} < 0,01 h$	per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano d_{rp} , per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura
$d_r < 0,003 h$	per costruzioni con struttura portante in muratura ordinaria
$d_r < 0,004 h$	per costruzioni con struttura portante in muratura armata

d_r - Spostamento interpiano, ovvero differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore.

h – Altezza di interpiano

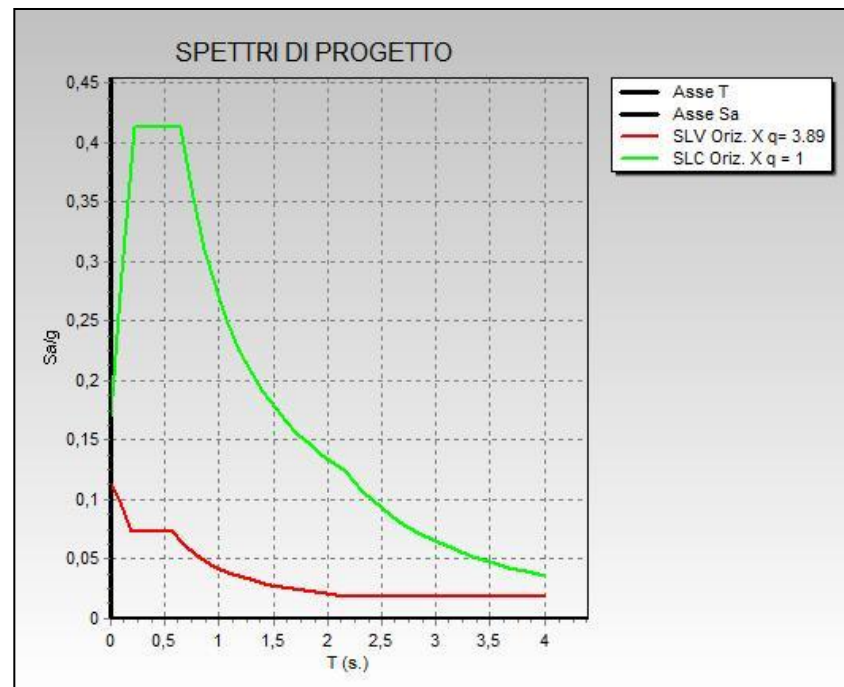
Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione. Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo *S.L.O.* siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

SPETTRI DI RISPOSTA



Spettro Elastico - Stati Limite di Esercizio

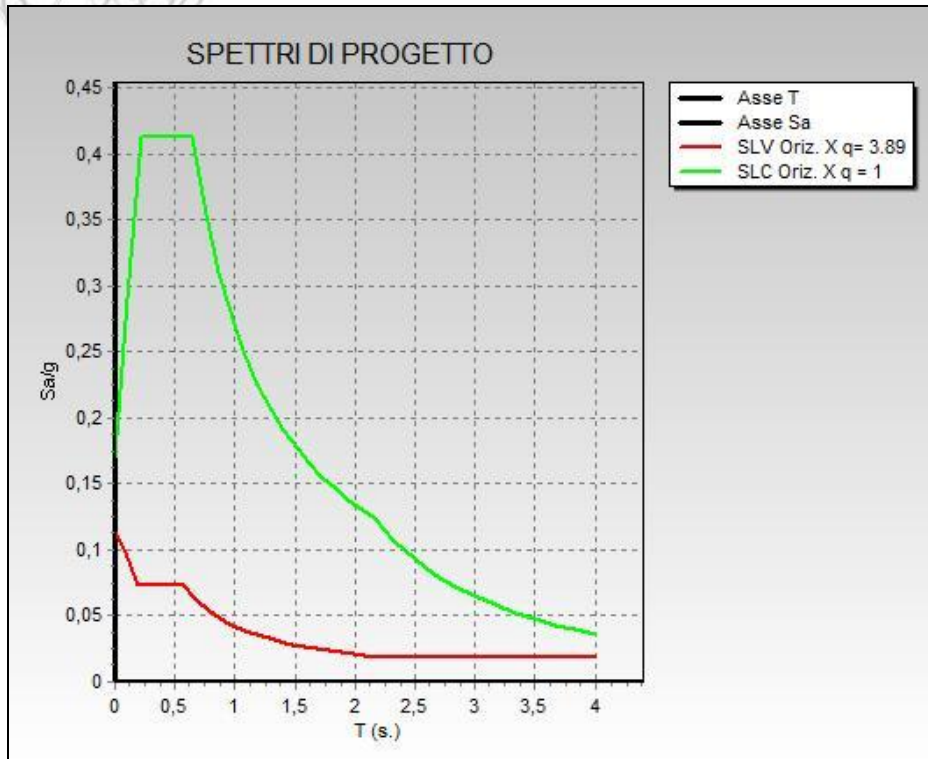
S.L.O. e S.L.D.



Spettro di Progetto - Stati Limite Ultimi

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 $1/q$

$$0 \leq T < T_B$$

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

$$T_B \leq T < T_C$$

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

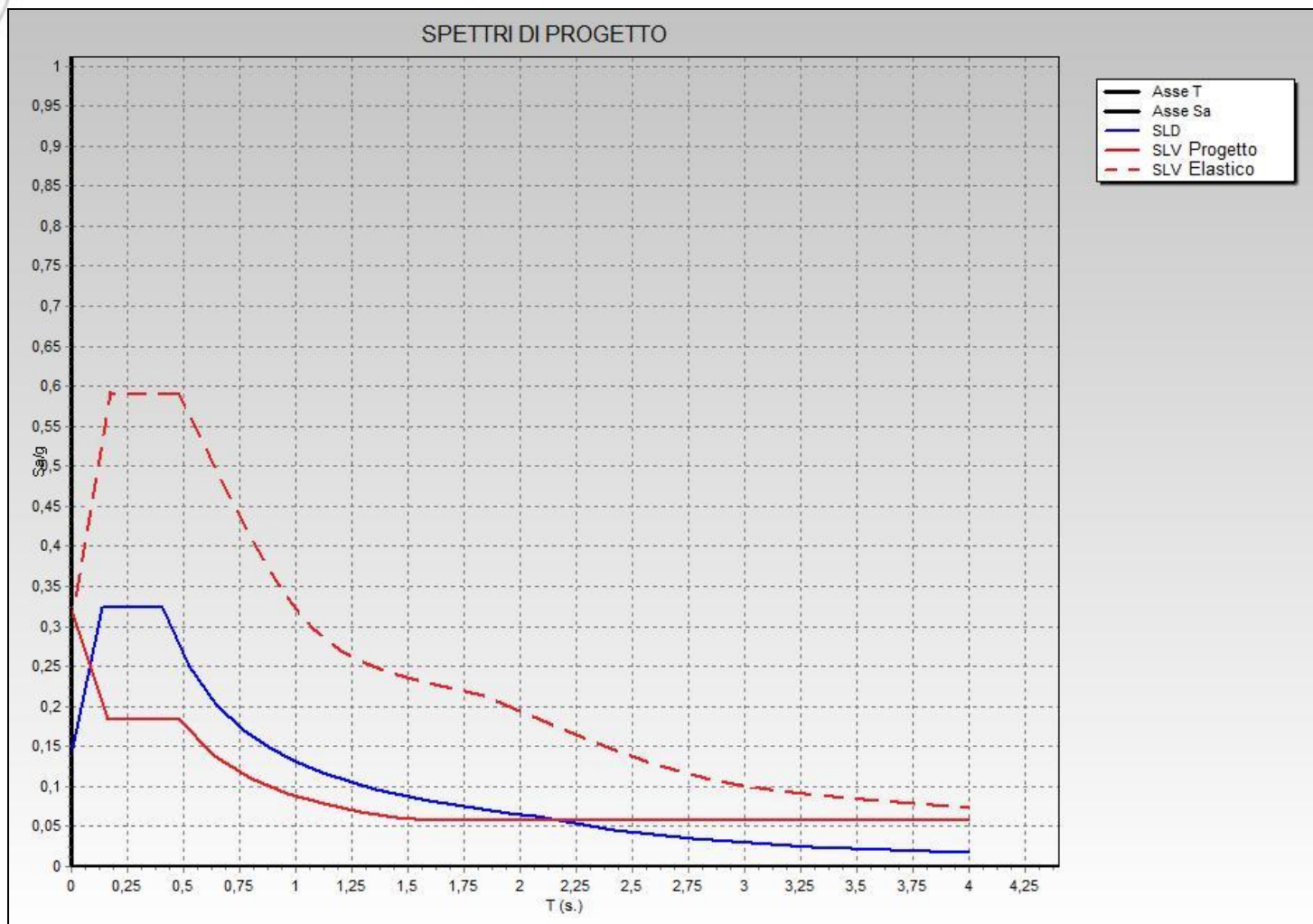
$$T_C \leq T < T_D$$

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

$$T_D \leq T$$

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

VERIFICHE S.L.U. E S.L.D.



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



FATTORE DI STRUTTURA PER STRUTTURE IN C.A.



$$q = q_0 \cdot K_R$$

q_0 = parametro funzione della tipologia strutturale e del livello di duttilità attesa

	q_0	
Tipologia Strutturale	CD "B"	CD "A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3.0 \alpha_u / \alpha_1$	$4.5 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3.0	$4.0 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2.0	3.0
Strutture a pendolo inverso	1.5	2.0

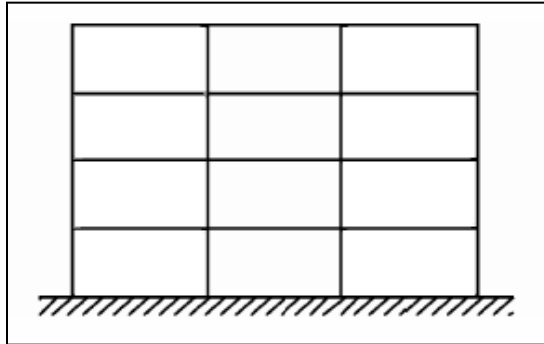
K_R = parametro funzione della regolarità dell'edificio

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

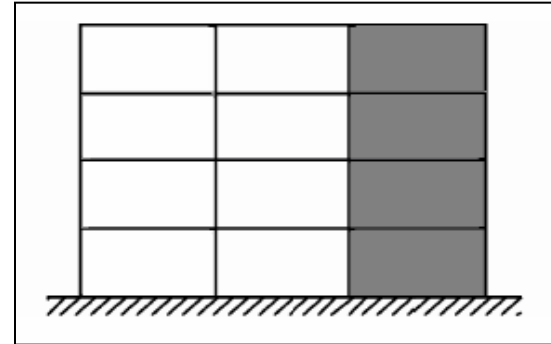
Tipologia Edificio	α_u / α_1
Strutture a telaio o miste equivalenti a telaio	
Strutture a telaio di un piano	1.1
Strutture a telaio multipiano ad una campata	1.2
Strutture a telaio multipiano a più campate	1.3
Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti	
Strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale	1.0
Altre strutture a pareti non accoppiate	1.1
Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti	1.2



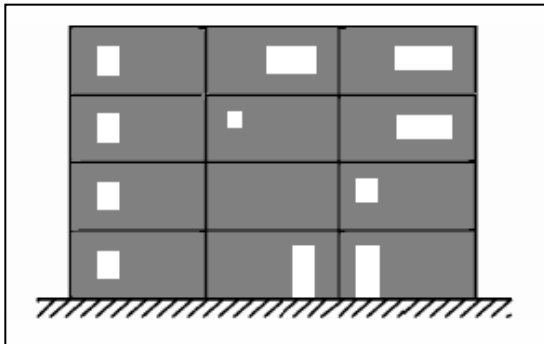
TIPOLOGIE STRUTTURALI SISMO-RESISTENTI PER EDIFICI IN C.A.



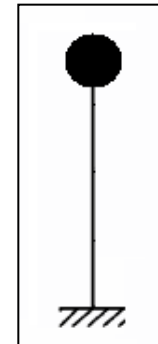
Strutture a telaio



Strutture miste telaio-pareti



Strutture a pareti



Strutture a pendolo inverso



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

- a) **Strutture a telaio:** nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale.
- b) **Strutture a pareti:** nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti, singole o accoppiate, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale.
- c) **Strutture miste telaio-pareti:** nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di *strutture miste equivalenti a telai*, altrimenti si parla di *strutture miste equivalenti a pareti*.
- d) **strutture deformabili torsionalmente:** composte da telai e/o pareti, la cui rigidezza torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione $r/I_s > 0,8$, nella quale:

r^2 = rapporto tra rigidezza torsionale e flessionale di piano

$I_s^2 = (L^2 + B^2)/12$ (L e B dimensioni in pianta del piano)

- e) **Strutture a pendolo inverso:** nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione o nelle quali la dissipazione d'energia avviene alla base di un singolo elemento strutturale.

Una parete è un elemento strutturale di supporto per altri elementi che ha una sezione trasversale caratterizzata da un rapporto tra dimensione massima e minima in pianta superiore a 4. Si definisce parete di forma composta l'insieme di pareti semplici collegate in modo da formare sezioni a L, T, U, I ecc. **Una parete accoppiata consiste di due o più pareti singole collegate tra loro da travi duttili** ("travi di accoppiamento") distribuite in modo regolare lungo l'altezza.

Ai fini della determinazione del fattore di struttura q una parete si definisce accoppiata quando è verificata la condizione che il momento totale alla base prodotto dalle azioni orizzontali è equilibrato, per almeno il 20%, dalla coppia prodotta dagli sforzi verticali indotti nelle pareti dalla azione sismica.

FATTORE DI STRUTTURA PER STRUTTURE IN ACCIAIO



$$q = q_0 \cdot K_R$$

q_0 = parametro funzione della tipologia strutturale e del livello di duttilità attesa

Tipologia Strutturale	q_0	
	CD "B"	CD "A"
a) Strutture intelaiate b) Strutture con controventi eccentrici	4.0	$5 \alpha_u / \alpha_1$
b1) Controventi concentrici a diagonale tesa attiva b2) Controventi concentrici a V	4.0 2.0	4.0 2.5
d) Strutture a mensola o a pendolo inverso	2.0	$2.0 \alpha_u / \alpha_1$
e) Strutture intelaiate con controventi concentrici	4.0	$4.0 \alpha_u / \alpha_1$
f) Strutture intelaiate con tamponature in muratura	2.0	2.0

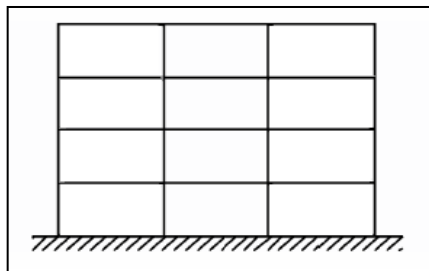
Tipologia Edificio	α_u / α_1
Edifici a un piano	1.1
Edifici a telaio multipiano ad una campata	1.2
Edifici a telaio multipiano a più campate	1.3
Edifici con controventi eccentrici a più piani	1.2
Edifici con strutture a mensola o a pendolo inverso	1.0

K_R = parametro funzione della regolarità dell'edificio

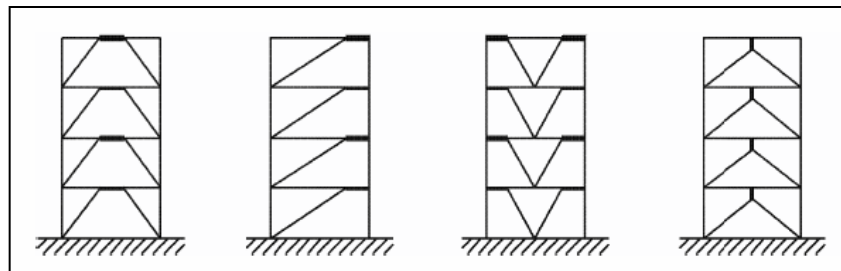
K_R	Tipologia Strutturale
1.0	Edifici Regolari in Altezza
0.8	Edifici Non Regolari in Altezza



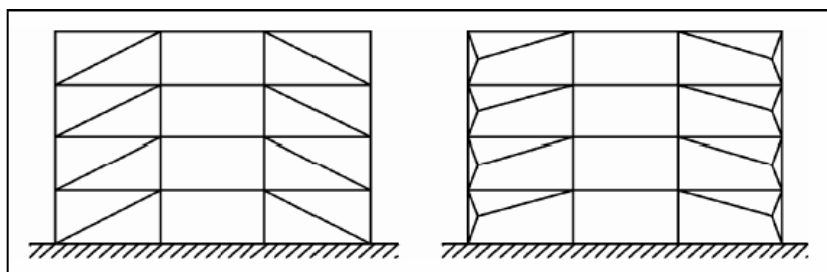
TIPOLOGIE STRUTTURALI SISMO-RESISTENTI PER EDIFICI IN ACCIAIO



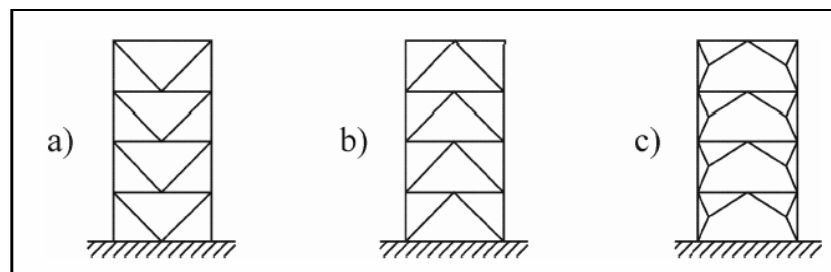
Strutture intelaite



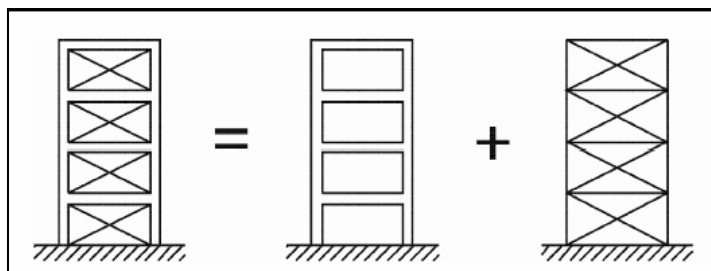
Strutture con controventi eccentrici



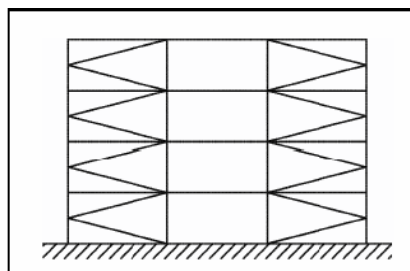
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva



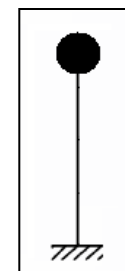
Strutture con controventi concentrici a V



Strutture intelaite con controventi concentrici



Strutture con controventi concentrici a K



Strutture a pendolo inverso



TIPOLOGIE STRUTTURALI SISMO-RESISTENTI PER EDIFICI IN ACCIAIO

- a) **Strutture intelaiate:** composte da telai che resistono alle forze orizzontali con un comportamento prevalentemente flessionale. In queste strutture le zone dissipative sono principalmente collocate alle estremità delle travi in prossimità dei collegamenti trave-colonna, dove si possono formare le cerniere plastiche e l'energia viene dissipata per mezzo della flessione ciclica plastica.
- b) **Strutture con controventi concentrici:** nei quali le forze orizzontali sono assorbite principalmente da membrane soggette a forze assiali. In queste strutture le zone dissipative sono principalmente collocate nelle diagonali tese. Pertanto possono essere considerati in questa tipologia solo quei controventi per cui lo snervamento delle diagonali tese precede il raggiungimento della resistenza delle aste strettamente necessarie ad equilibrare i carichi esterni. I controventi reticolari concentrici possono essere distinti nelle seguenti tre categorie:
 - b1) **controventi con diagonale tesa attiva**, in cui la resistenza alle forze orizzontali e le capacità dissipative sono affidate alle aste diagonali soggette a trazione.
 - b2) **controventi a V**, in cui le forze orizzontali devono essere assorbite considerando sia le diagonali tese che quelle compresse. Il punto d'intersezione di queste diagonali giace su di una membratura orizzontale che deve essere continua.
 - b3) **controventi a K**, in cui il punto d'intersezione delle diagonali giace su una colonna. Questa categoria non deve essere considerata dissipativa in quanto il meccanismo di collasso coinvolge la colonna.
- c) **Strutture con controventi eccentrici:** nei quali le forze orizzontali sono principalmente assorbite da membrane caricate assialmente, ma la presenza di eccentricità di schema permette la dissipazione di energia nei traversi per mezzo del comportamento ciclico a flessione e/o taglio. I controventi eccentrici possono essere classificati come dissipativi quando la plasticizzazione dei traversi dovuta alla flessione e/o al taglio precede il raggiungimento della resistenza ultima delle altre parti strutturali.
- d) **strutture a mensola o a pendolo inverso:** costituite da membrane pressoinflesse in cui le zone dissipative sono collocate alla base.
- e) **Strutture intelaiate con controventi concentrici:** nelle quali le azioni orizzontali sono assorbite sia da telai che da controventi agenti nel medesimo piano.
- f) **Strutture intelaiate con tamponature:** costituite da tamponature in muratura o calcestruzzo non collegate ma in contatto con le strutture intelaiate.

FATTORE DI STRUTTURA PER STRUTTURE IN MURATURA



$$q = q_0 \cdot K_R$$

q_0 = parametro funzione della tipologia strutturale e del livello di duttilità attesa

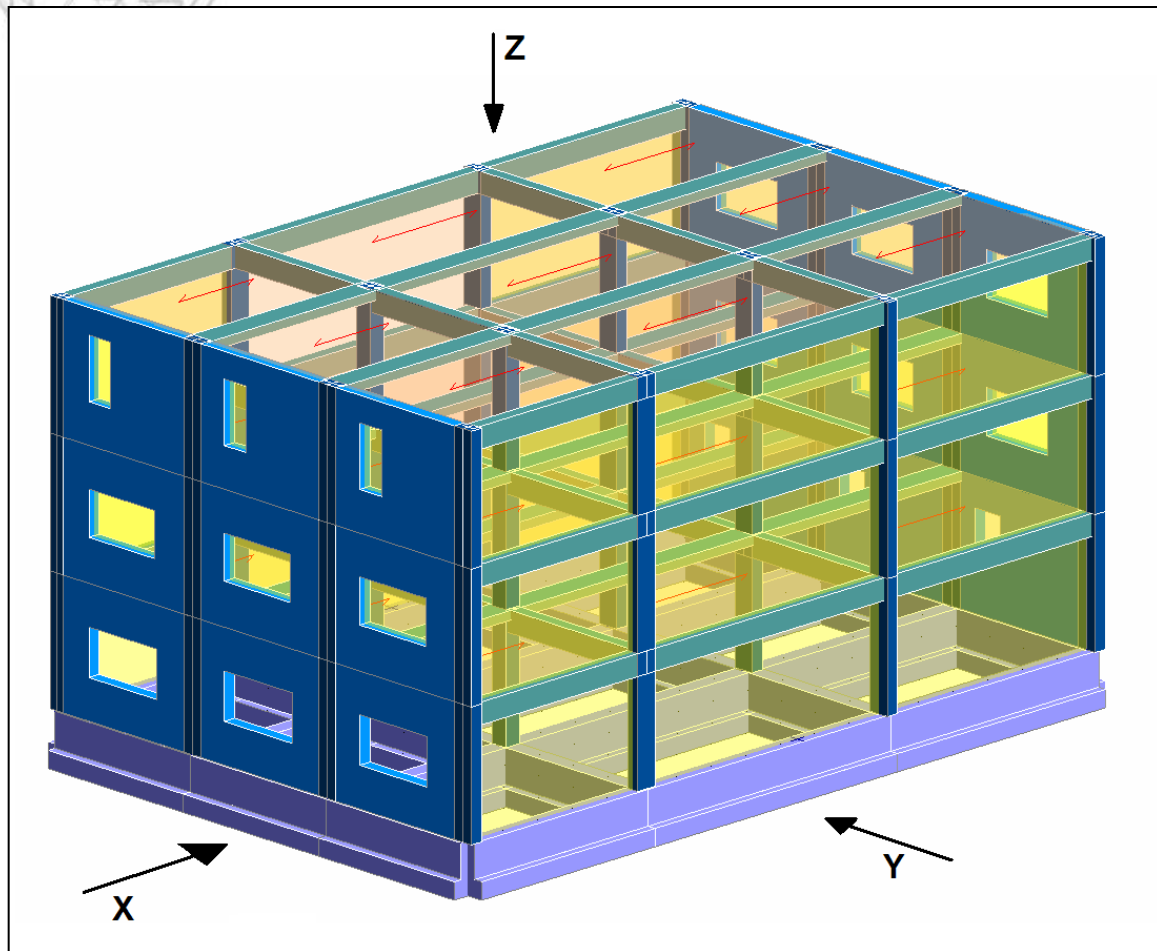
Tipologia Strutturale	q_0
Costruzioni in muratura ordinaria	$2.0 \alpha_u / \alpha_1$
Costruzioni in muratura armata	$2.5 \alpha_u / \alpha_1$
Costruzioni in muratura armata progettati secondo GR	$3.0 \alpha_u / \alpha_1$

Tipologia Edificio	α_u / α_1
Costruzioni in muratura ordinaria ad un piano	1.4
Costruzioni in muratura ordinaria a due o più piani	1.8
Costruzioni in muratura armata ad un piano	1.3
Costruzioni in muratura armata a due o più piani	1.5
Costruzioni in muratura armata progettate secondo GR	1.3

K_R = parametro funzione della regolarità dell'edificio

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

FATTORE DI STRUTTURA

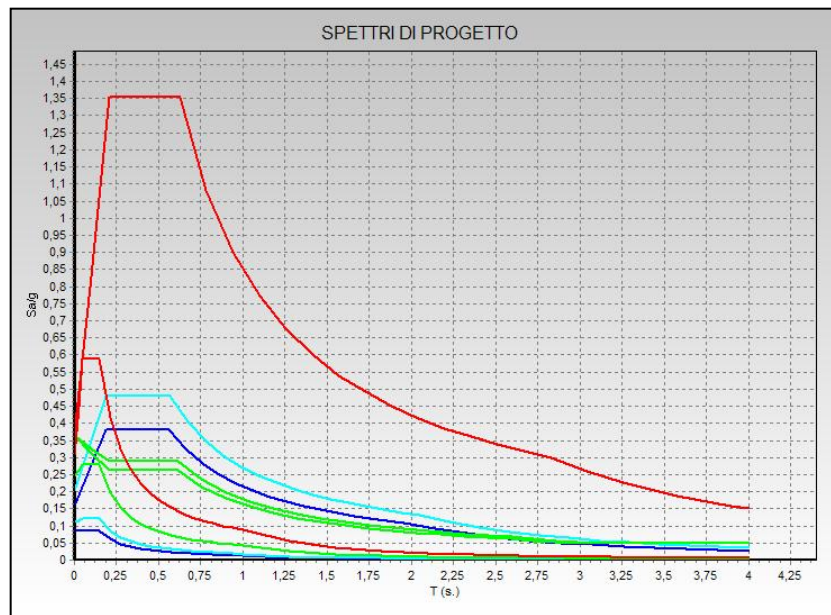


q_x – Fattore di struttura in direzione X

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



REGOLARITA' DELLE STRUTTURE

7.2.2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI - Regolarità

Regolarità in pianta

la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze

il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4

nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione

gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti

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

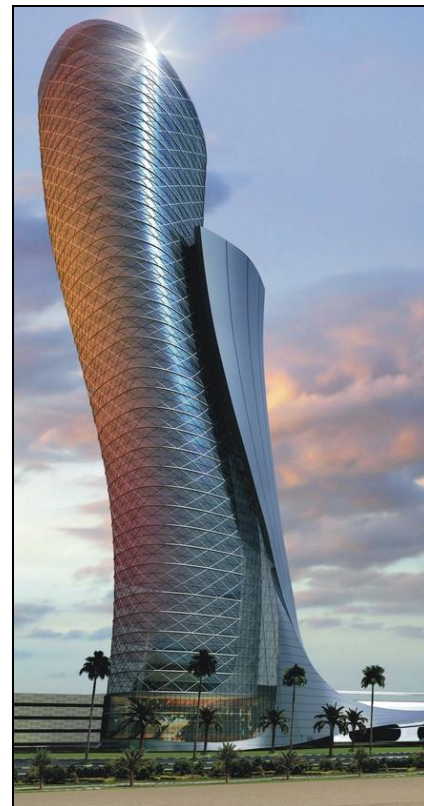
Regolarità in altezza

tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione

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 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

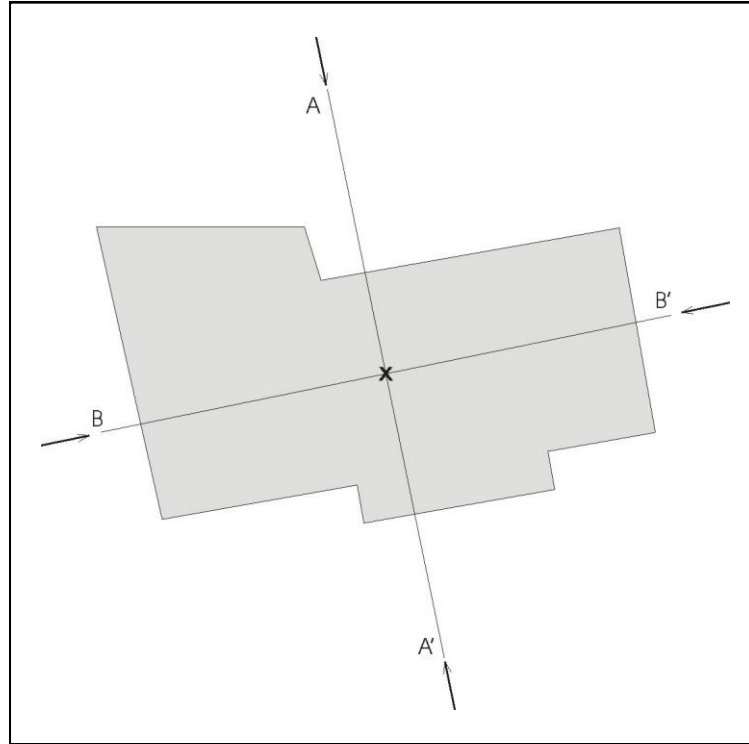
nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti

eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani 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

COMBINAZIONI SISMICHE



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

COMBINAZIONI SISMICHE

COMBINAZIONI CARICHI					
Nome Combinazione	1	2	3	4	5
PESO PROPRIO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SOVRACCARICO PERMAN.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Acc.Abitaz. A.P.33%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SISMA DIREZ. GRD 0	0.00	1.00	-1.00	0.00	0.00
SISMA DIREZ. GRD 90	0.00	0.00	0.00	1.00	-1.00

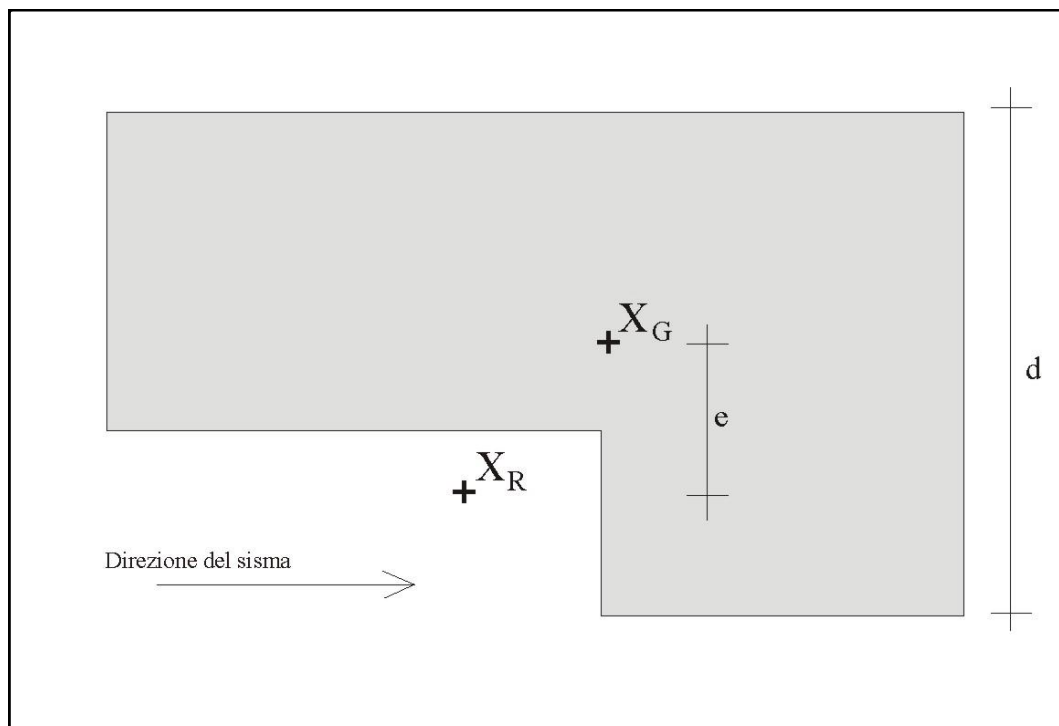
D.M. '96

COMBINAZIONI CARICHI																																		
Nome Combinazione	Flags	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
PESO PROPRIO	1.00	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SOVRACCARICO PERMAN.	1.00	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Acc.Abitaz. A.P.33%	1.00	1.50	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 0	1.00	0.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00	0.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	
SISMA DIREZ. GRD 0	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
SISMA DIREZ. GRD 90	1.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

D.M. '08

CORREZIONE TORSIONALE

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

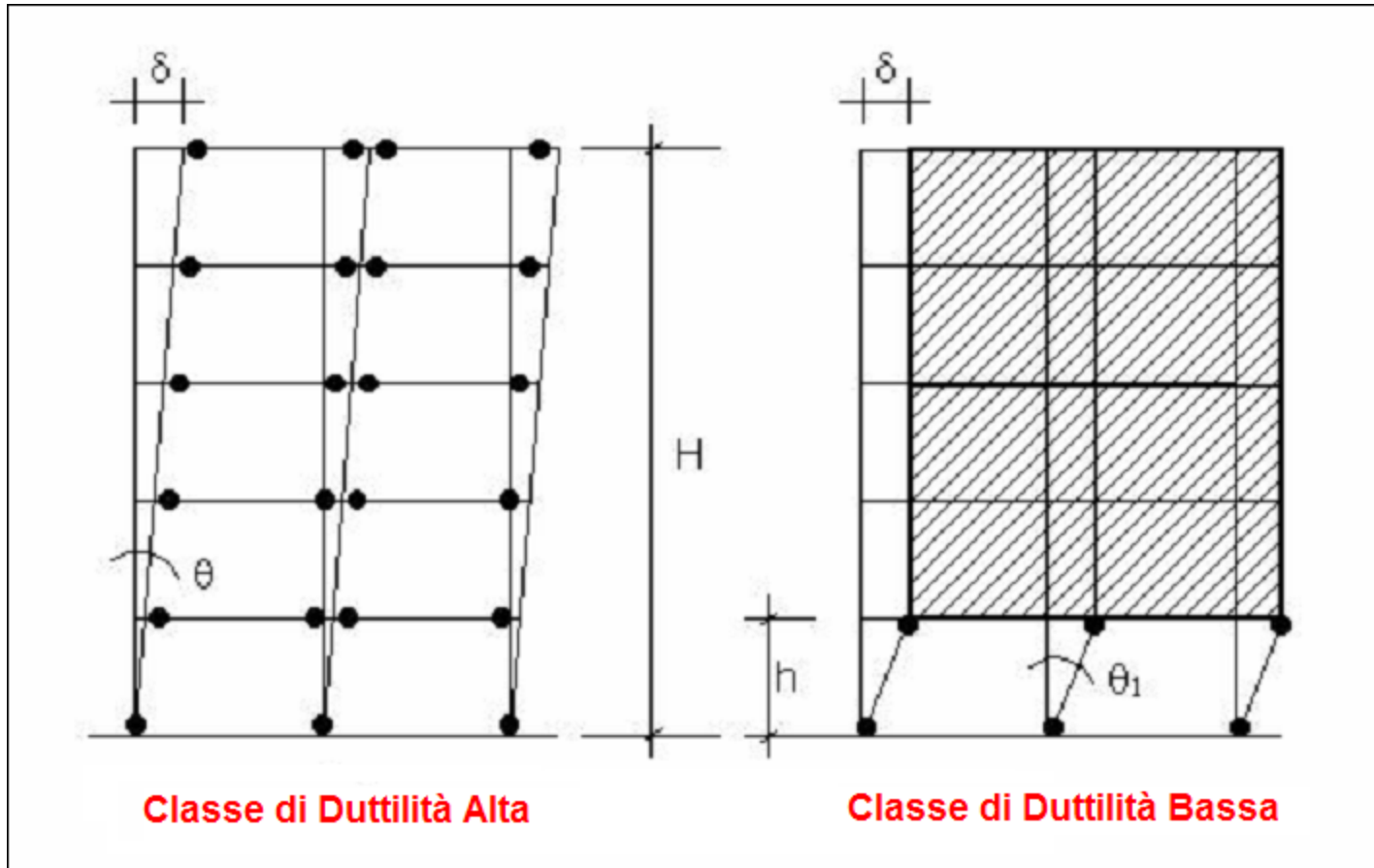


non sincronismo dell'azione sismica + danneggiamento differenziato

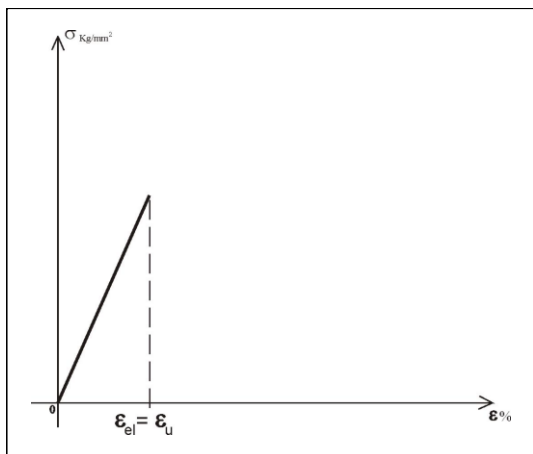


CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

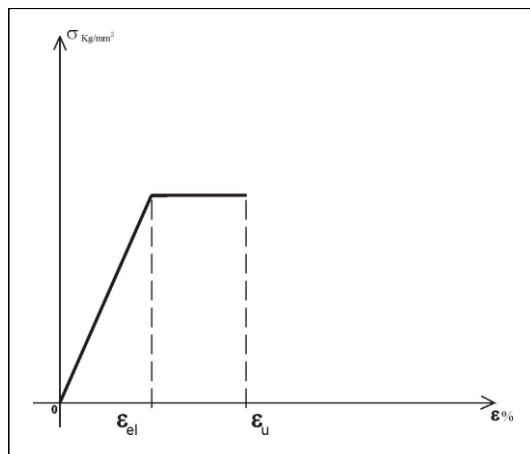
(D.M. 2005)



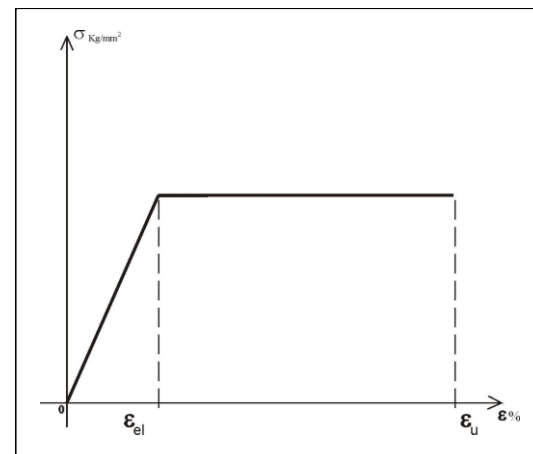
DUTTILITA'



Comportamento fragile



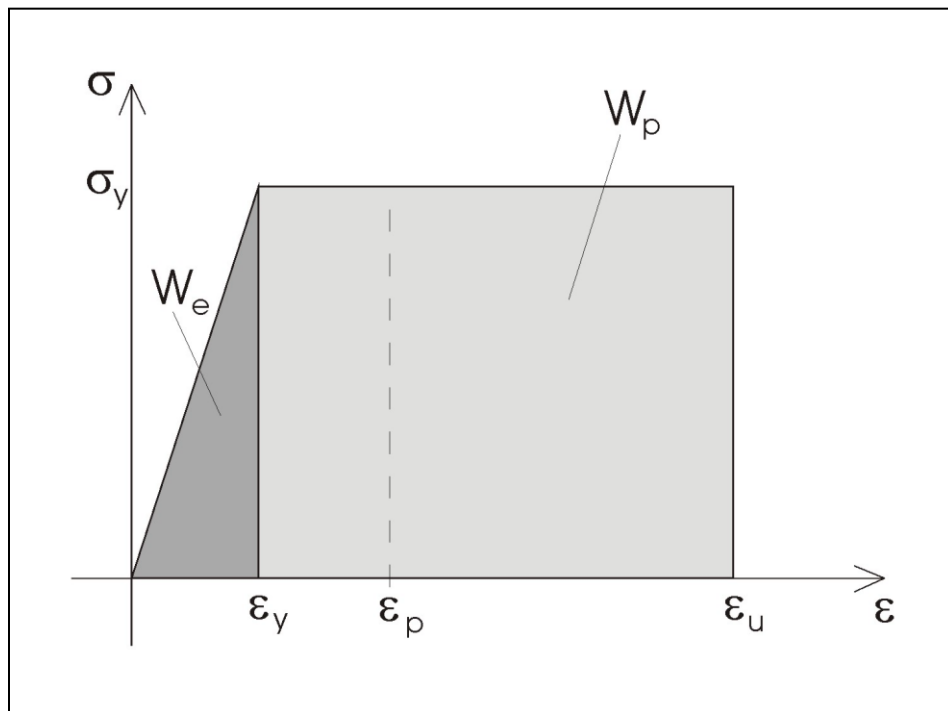
**Comportamento poco
duatile**



**Comportamento molto
duatile**

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

DUTTILITA'



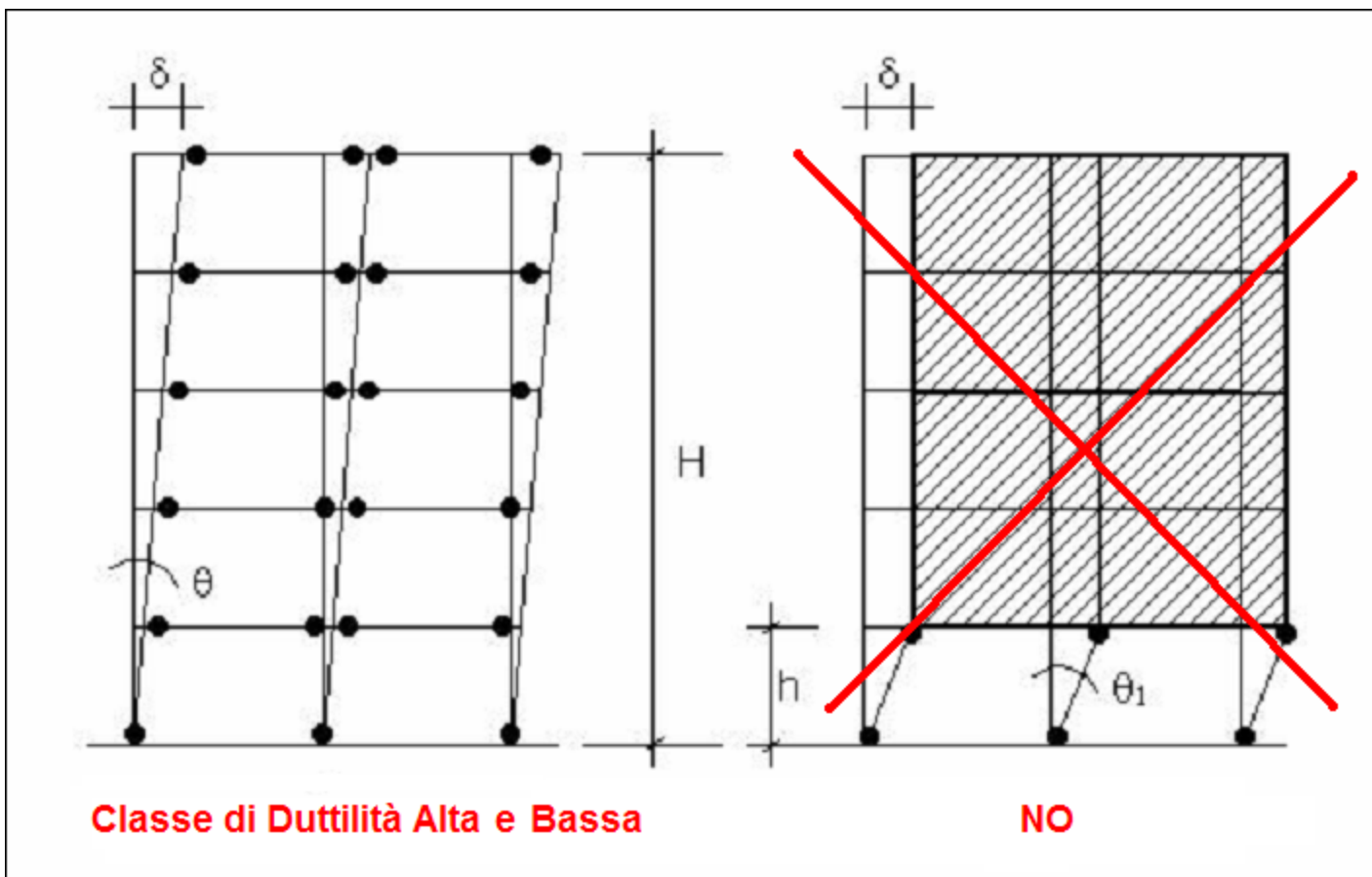
$$E = W_e + W_p$$

E = Energia fornita al corpo

W_e = Energia accumulata di tipo elastico-conservativa

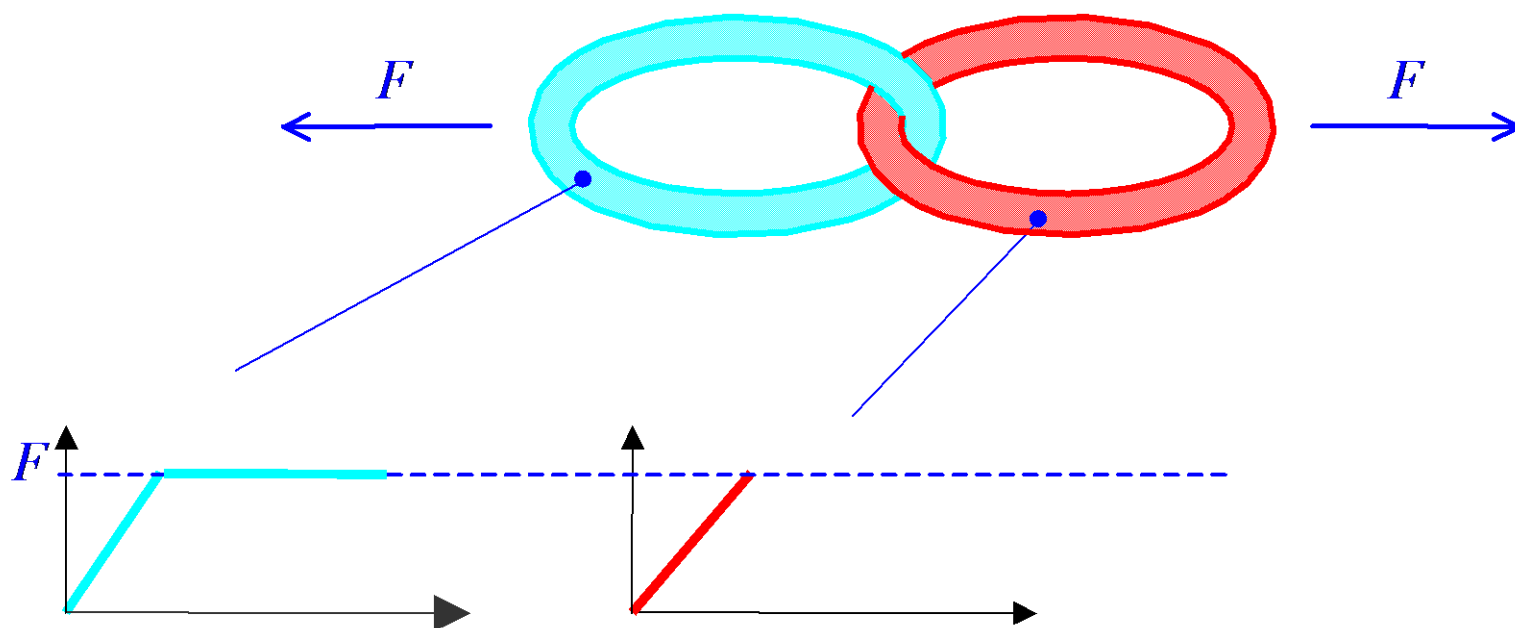
W_p = Energia dissipata, ad esempio in calore, per i materiali elastoplastici

GERARCHIA DELLE RESISTENZE



GERARCHIA DELLE RESISTENZE

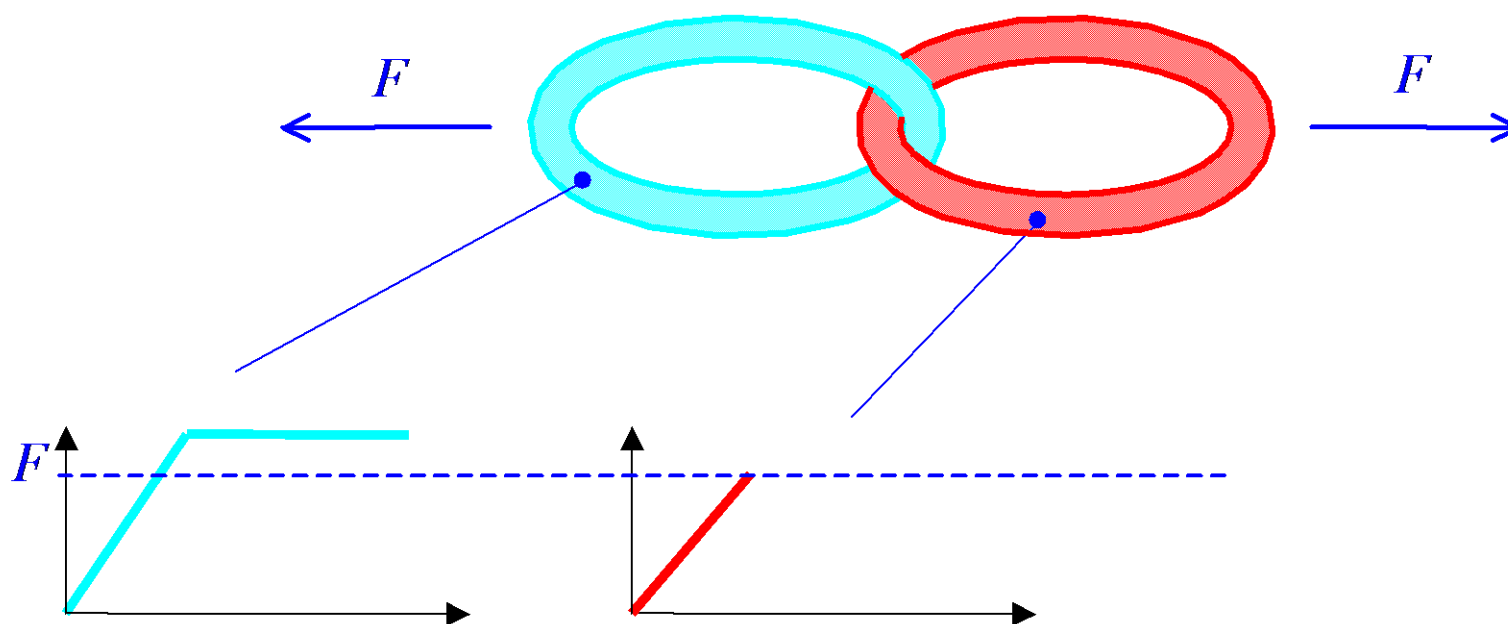
Similitudine della catena



Entrambi gli anelli della catena devono essere dimensionati per sopportare la forza applicata F

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

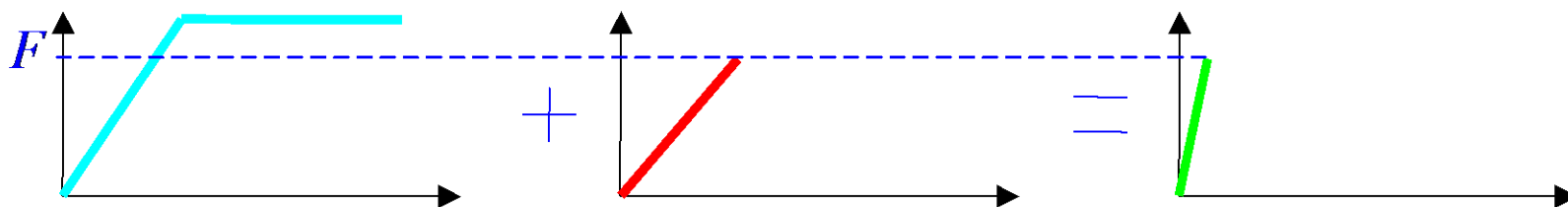
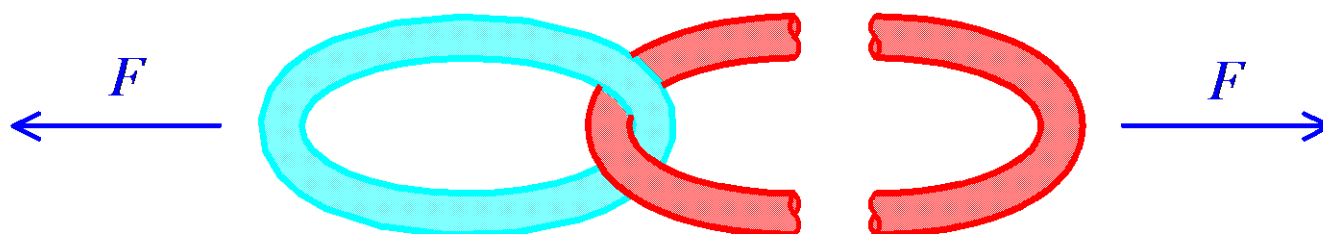
Similitudine della catena



Caso 1 - Anello duttile più resistente di quello fragile

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

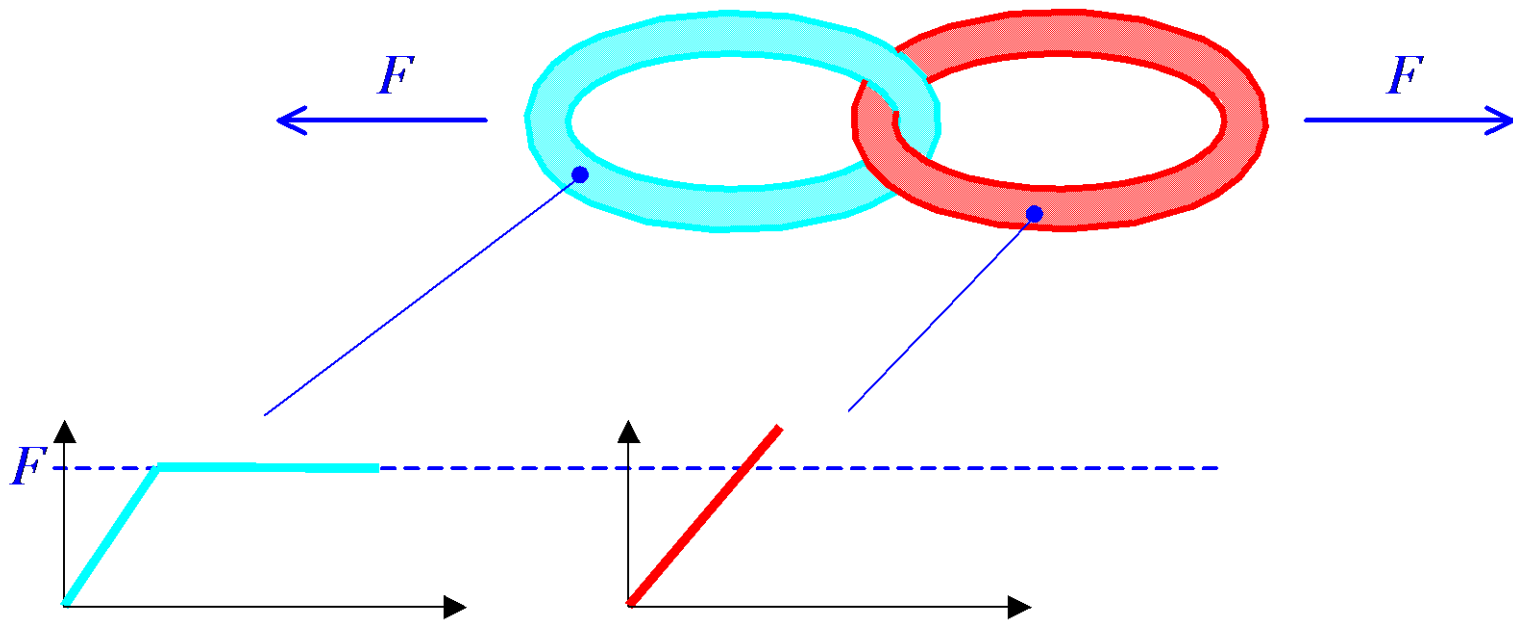
Similitudine della catena



Caso 1 - Anello duttile più resistente di quello fragile
Comportamento fragile del sistema

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

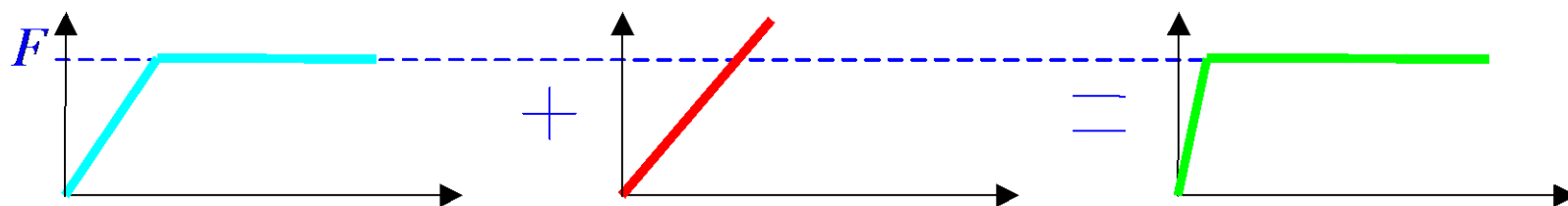
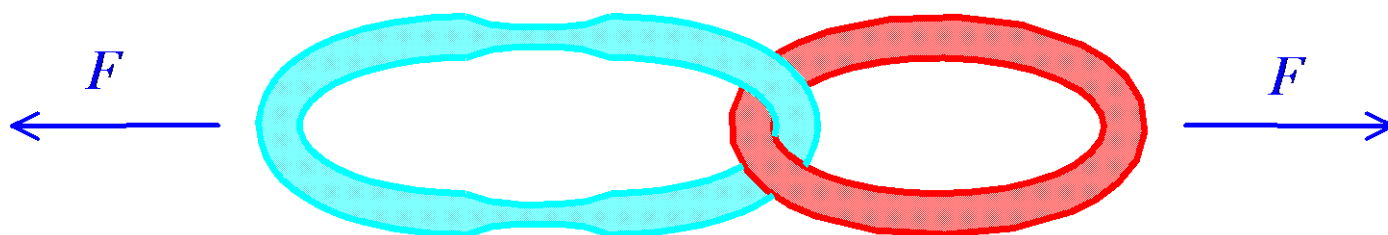
Similitudine della catena



Caso 2 - Anello duttile meno resistente di quello fragile

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

Similitudine della catena



Caso 2 - Anello duttile meno resistente di quello fragile

Comportamento duttile del sistema



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Secondo il D.M. 2008 la differenza tra le due classi risiede nella entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisi, si fa ricorso ai procedimenti tipici della **GERARCHIA DELLE RESISTENZE**.

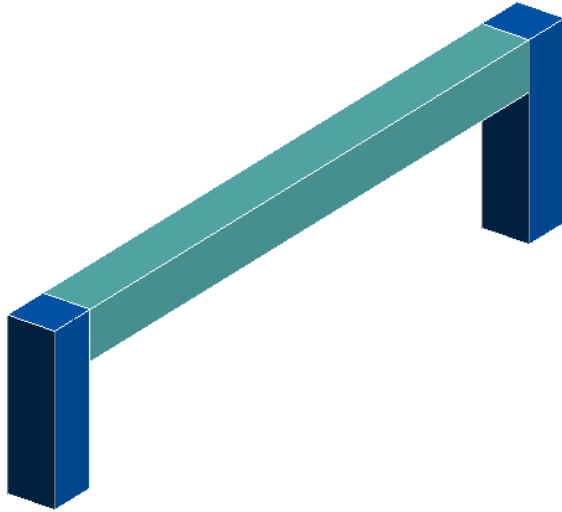
Si localizzano dunque le dissipazioni di energia per isteresi in zone a tal fine individuate e progettate, dette “dissipative” o “critiche”, effettuando il dimensionamento degli elementi non dissipativi nel rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze; l'individuazione delle zone dissipative deve essere congruente con lo schema strutturale adottato.

Poiché il comportamento sismico della struttura è largamente dipendente dal comportamento delle sue zone critiche, esse debbono formarsi ove previsto e mantenere, in presenza di azioni cicliche, la capacità di trasmettere le necessarie sollecitazioni e di dissipare energia.

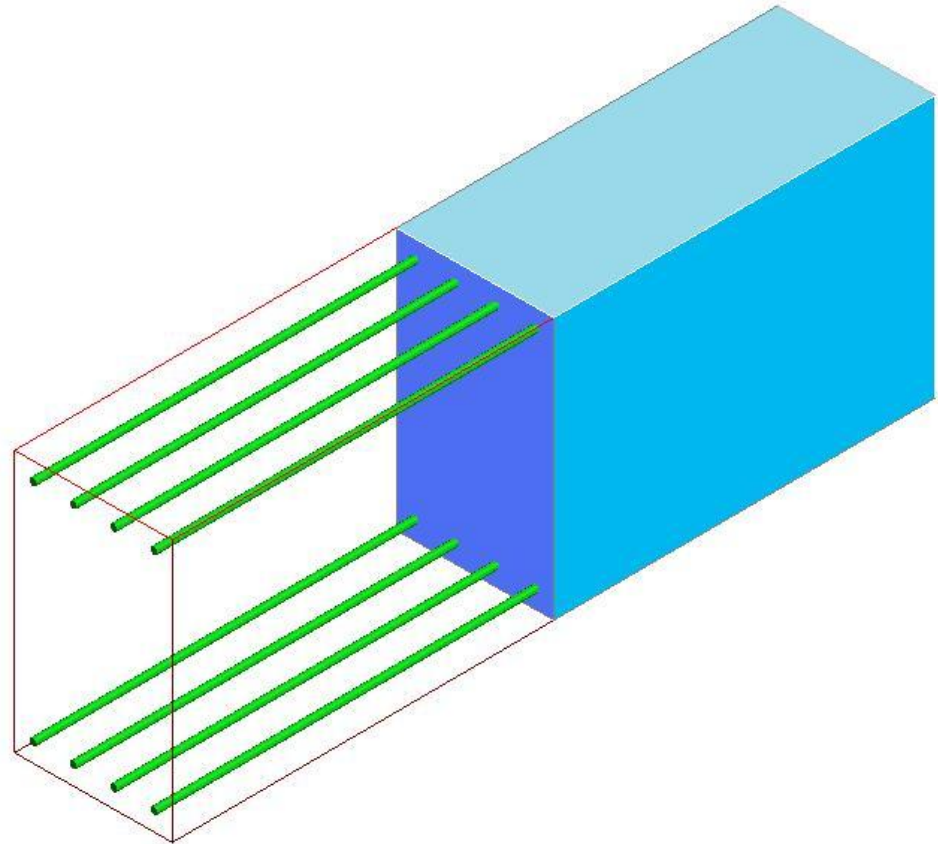
Tali fini possono ritenersi conseguiti qualora le parti non dissipative ed i collegamenti delle parti dissipative al resto della struttura possiedano, nei confronti delle zone dissipative, una sovrarresistenza sufficiente a consentire lo sviluppo in esse della plasticizzazione ciclica. La sovrarresistenza è valutata moltiplicando la resistenza nominale di calcolo delle zone dissipative per un opportuno **COEFFICIENTE DI SOVRARESISTENZA** γ_{Rd} , assunto pari, ove non diversamente specificato, ad 1,3 per CD“A” e ad 1,1 per CD“B”.

CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Verifica a flessione della trave



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

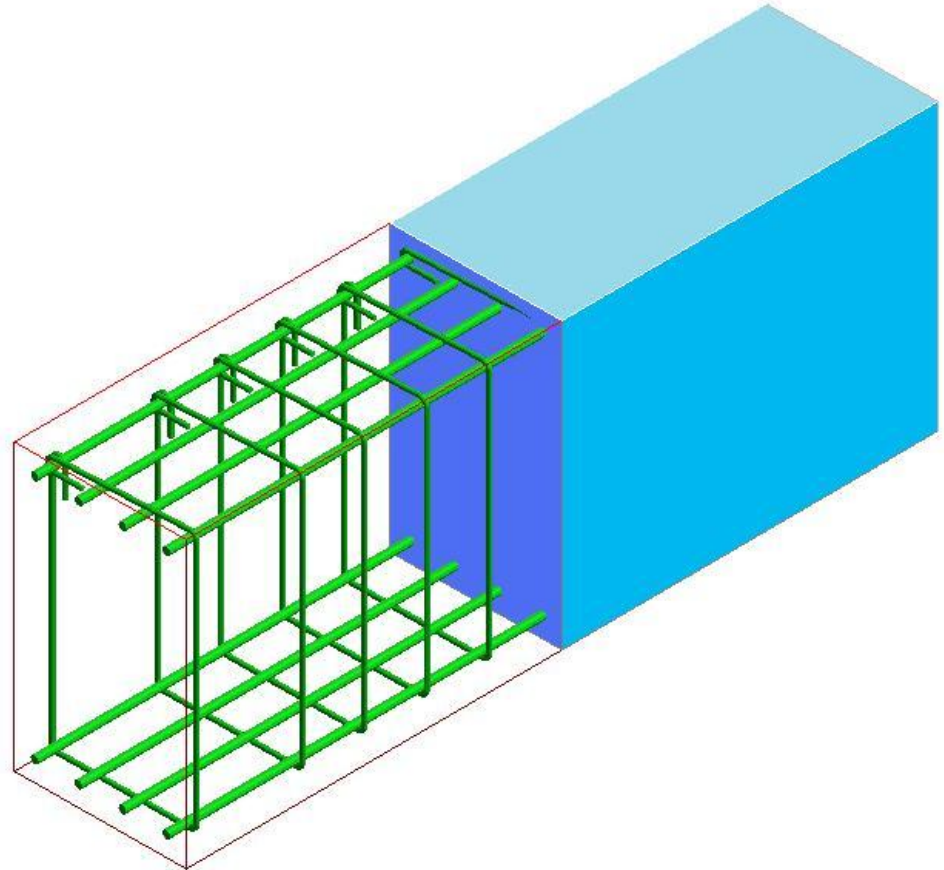
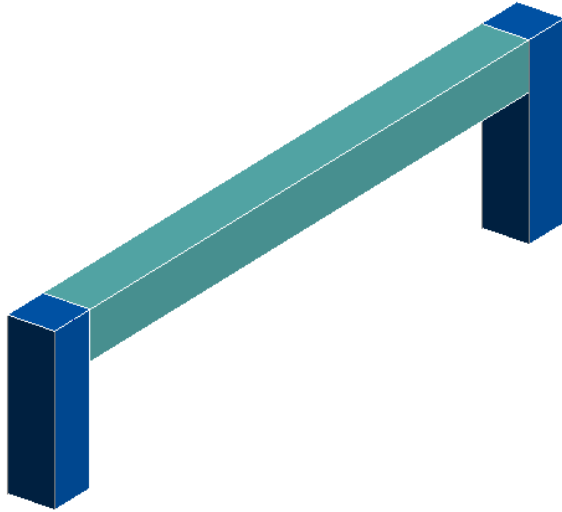


M_{Ed} = momento agente sulla sezione

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”

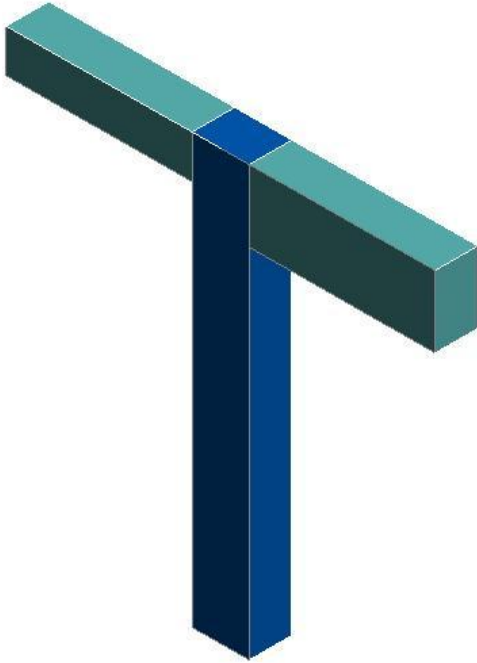
$M_{b,Rd}^1$ = momento resistente della sezione di estremità iniziale della trave

$M_{b,Rd}^2$ = 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

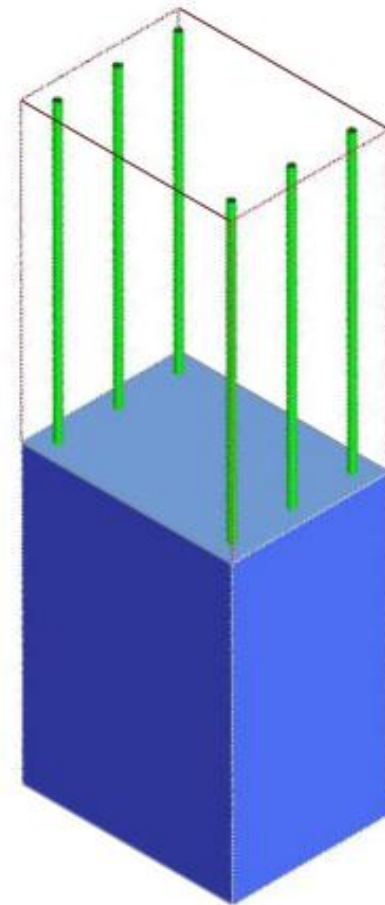


$$\sum M_{C,Rd} \geq \gamma_{Rd} \cdot \sum M_{b,Rd}$$

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

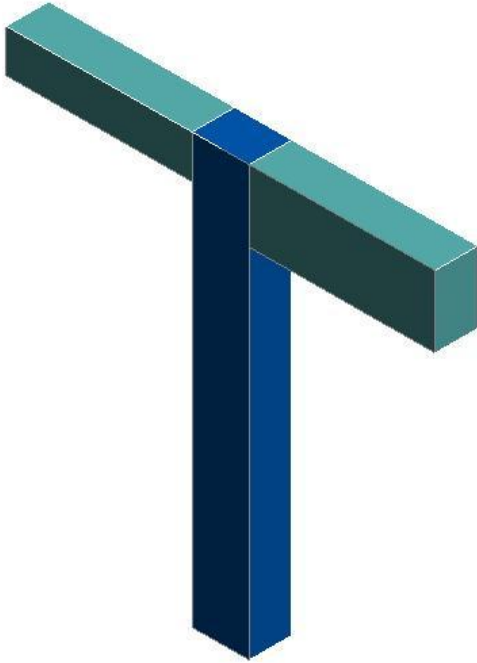
$M_{C,Rd}$ = momento resistente del generico pilastro convergente nel nodo, calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nelle combinazioni sismiche delle azioni

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



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

Verifica a taglio del pilastro



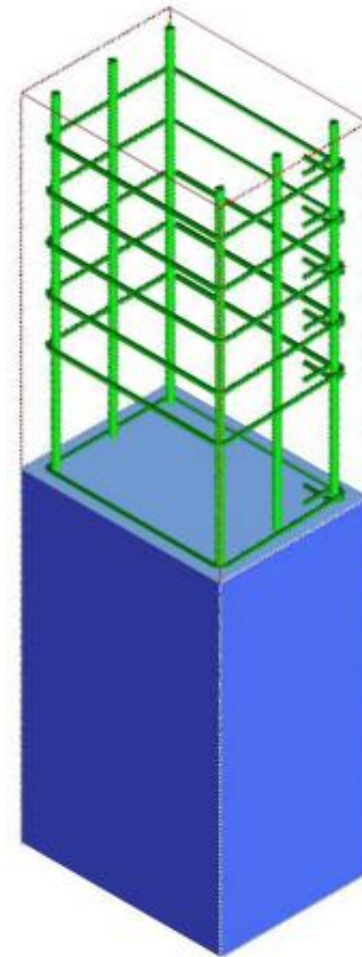
$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{C,Rd}^s + M_{C,Rd}^i}{l_p}$$

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

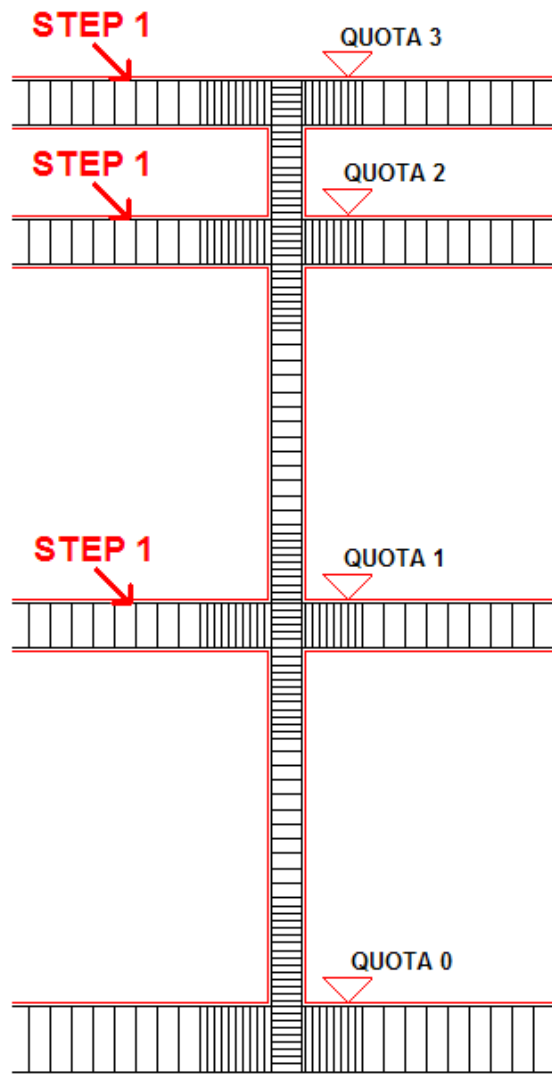
$M_{C,Rd}^s$ = momento resistente della sezione di estremità superiore del pilastro

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

l_p = lunghezza del pilastro



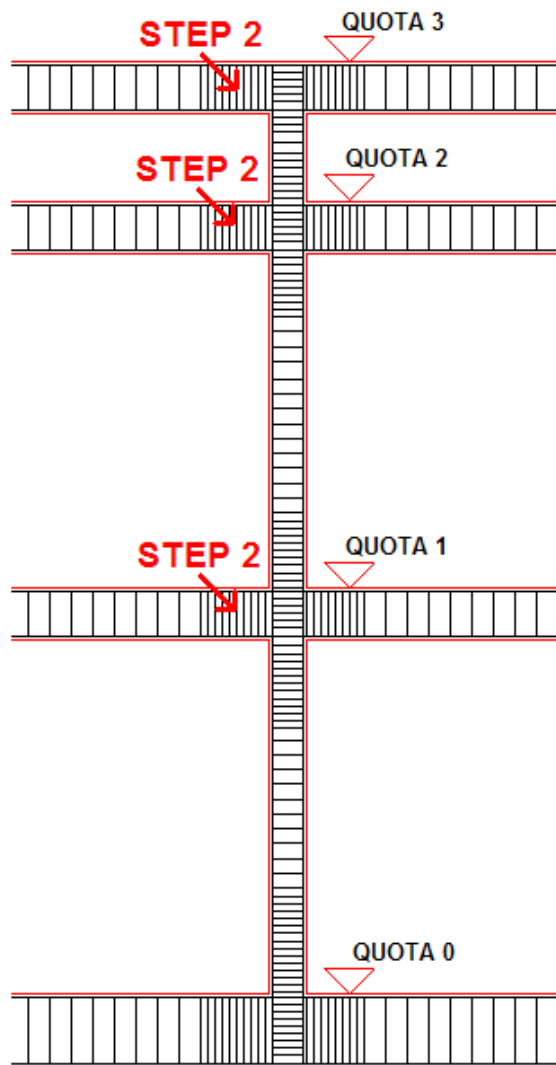
CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 1

*Calcolo dell'armatura longitudinale
delle travi di elevazione*

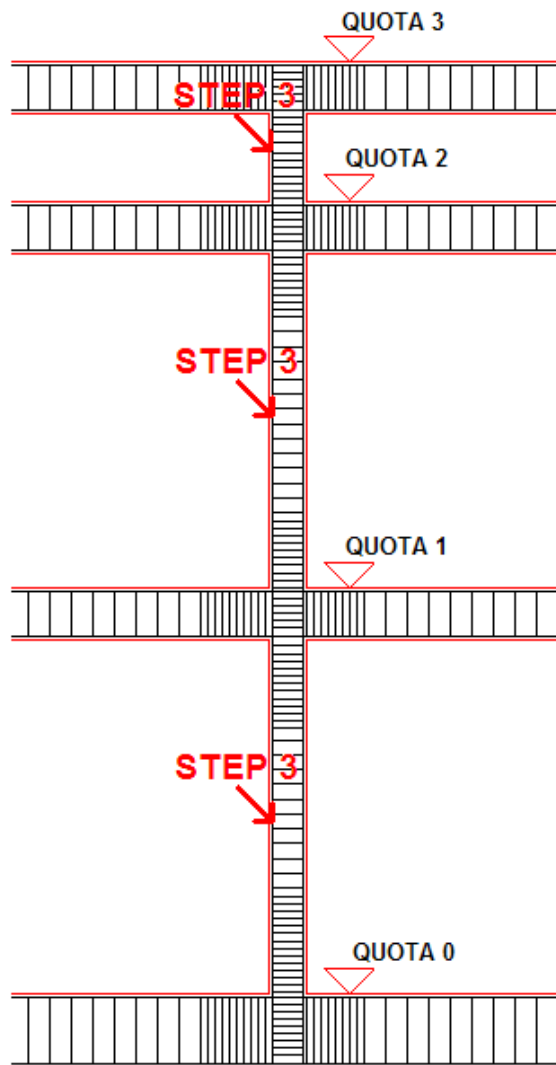
CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 2

Calcolo dell'armatura a taglio delle travi di elevazione

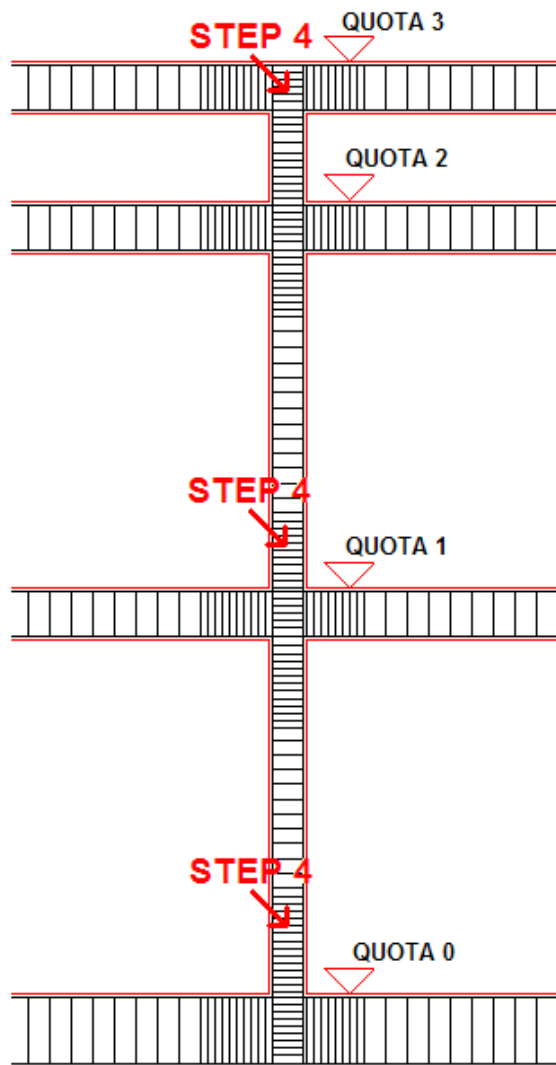
CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 3

*Calcolo dell'armatura longitudinale
dei pilastri*

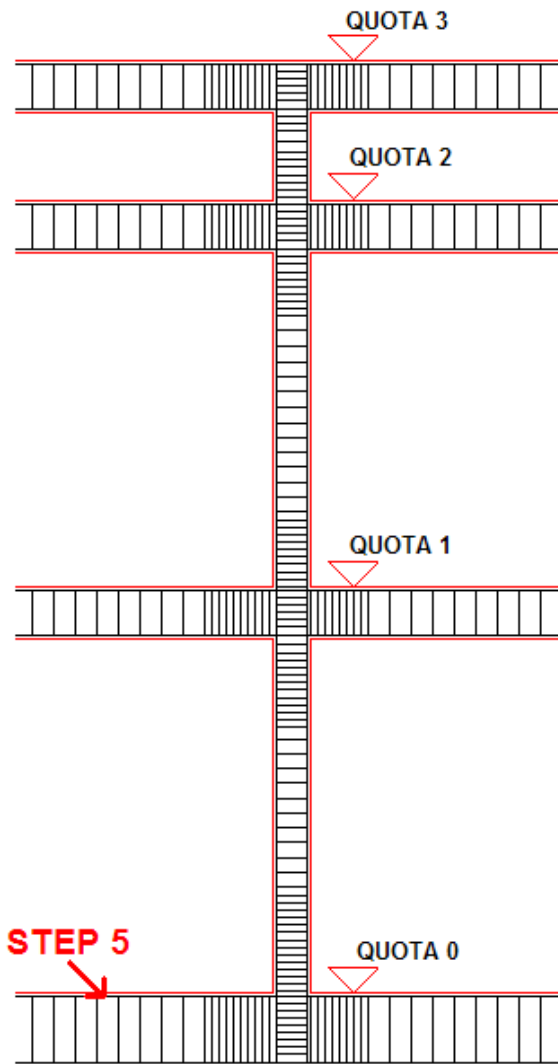
CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 4

Calcolo dell'armatura a taglio dei pilastri

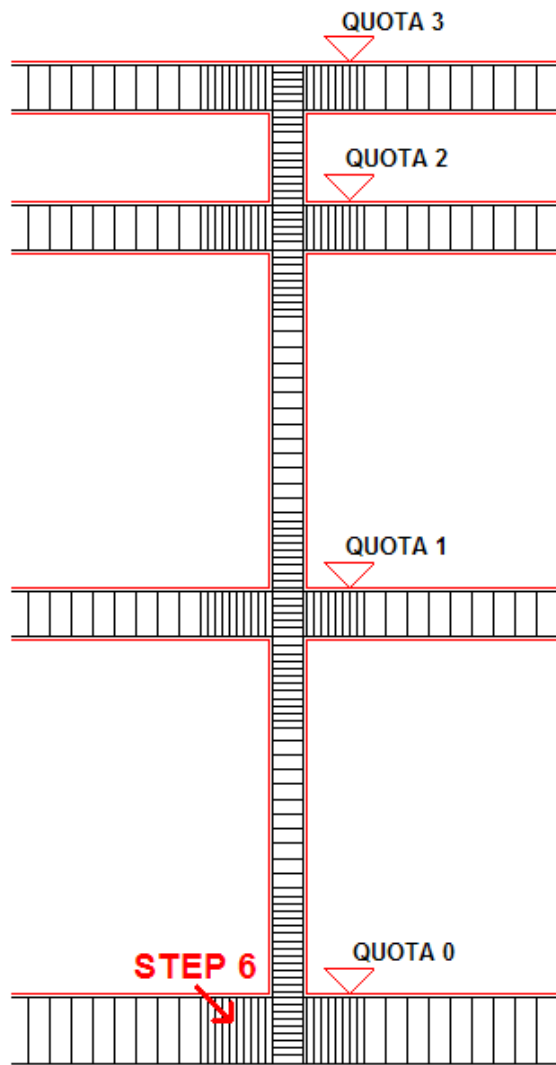
CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 5

*Calcolo dell'armatura longitudinale
delle travi di fondazione*

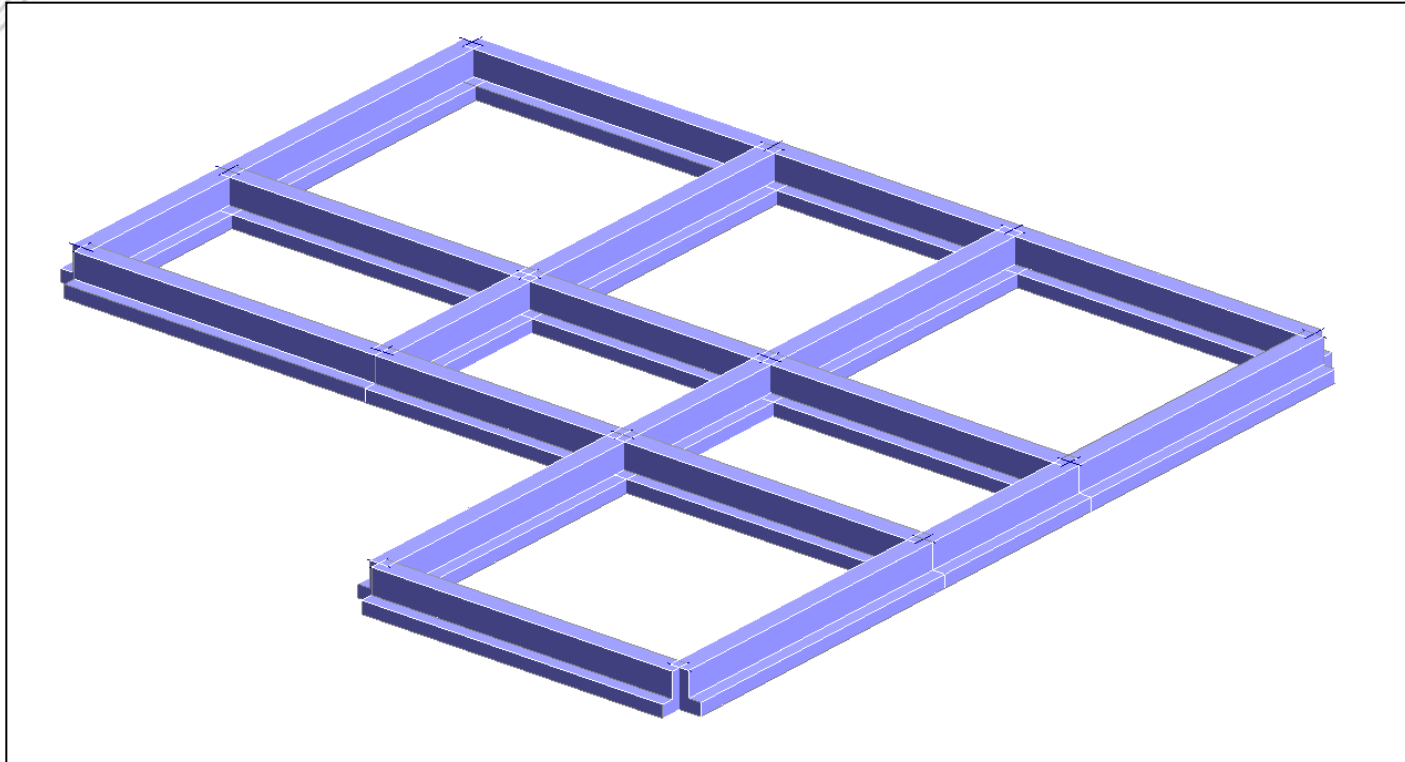
CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



STEP 6

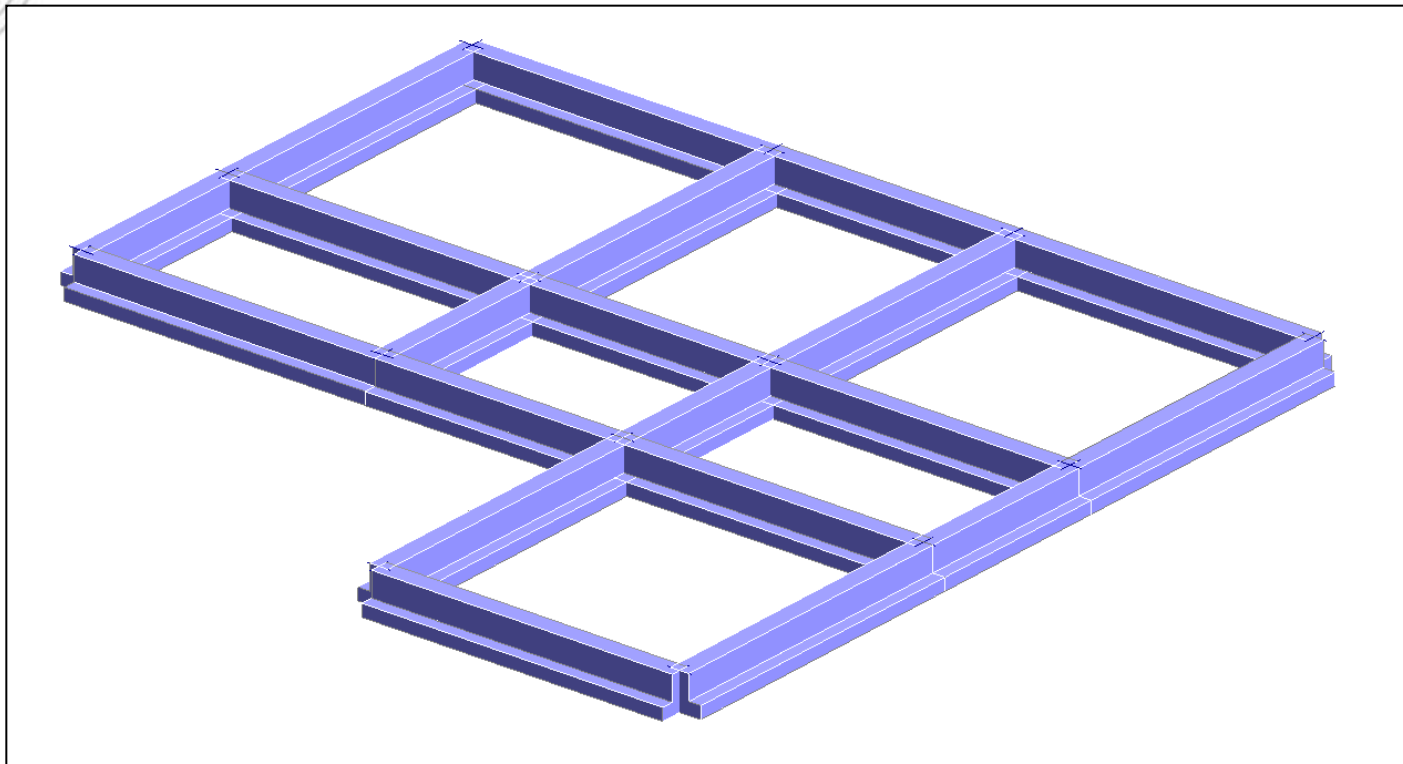
Calcolo dell'armatura a taglio delle travi di fondazione

CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



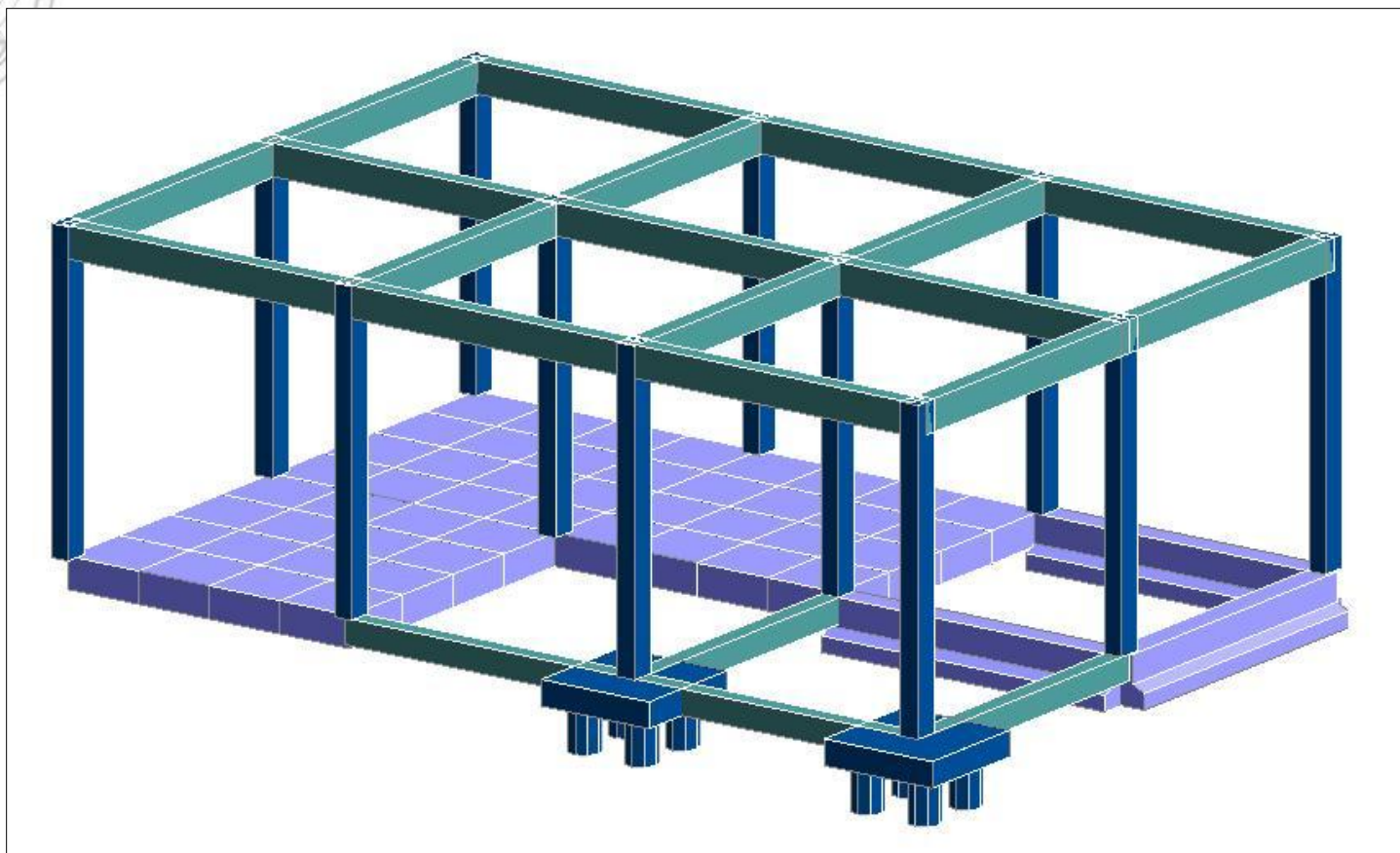
Gli elementi strutturali delle fondazioni, che devono essere dimensionati sulla base delle sollecitazioni ad essi trasmesse dalla struttura sovrastante, devono avere **comportamento non dissipativo**, indipendentemente dal comportamento strutturale attribuito alla struttura su di esse gravante.

CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'

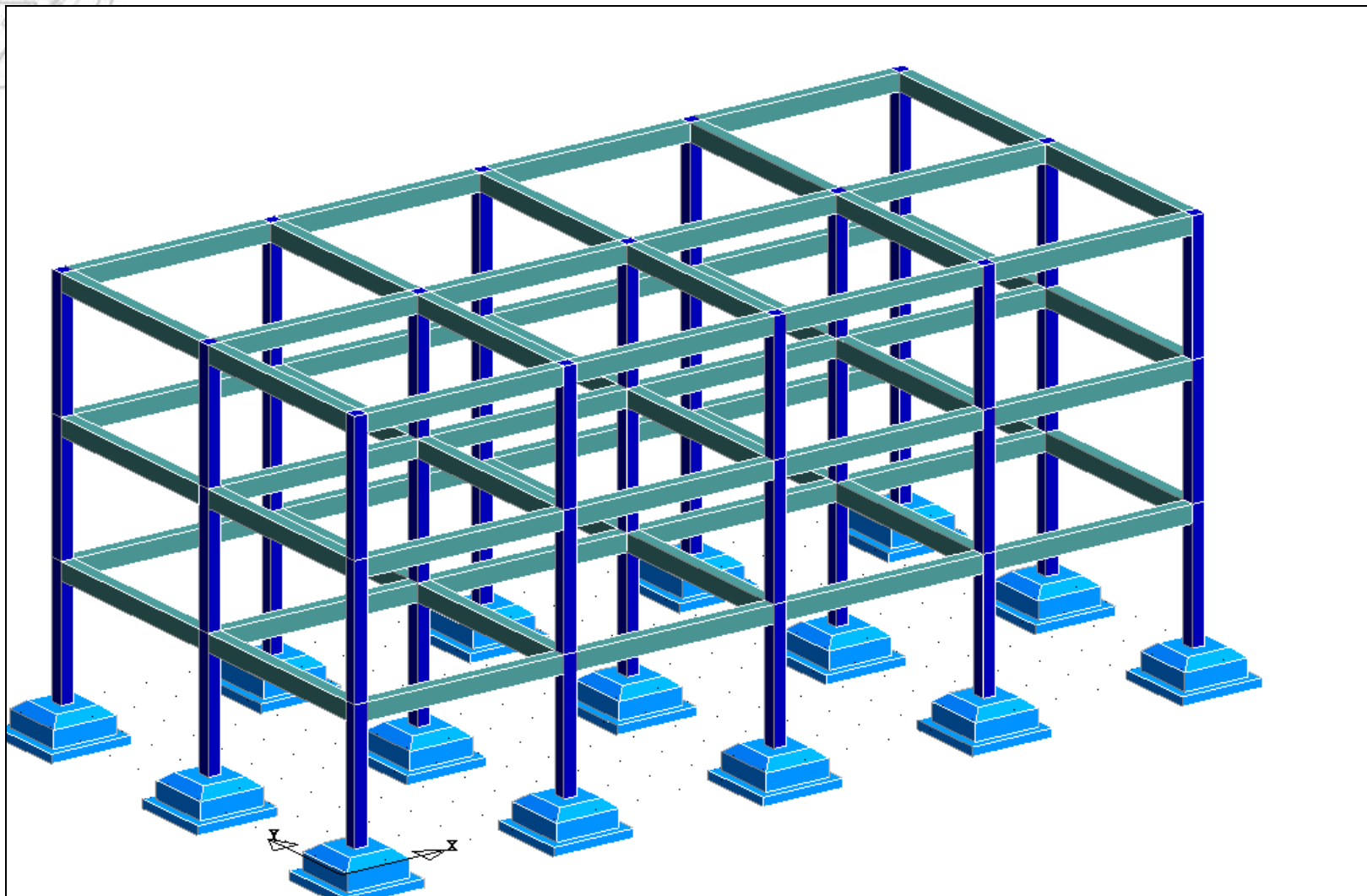


Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un γ_{Rd} pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e **comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1.**

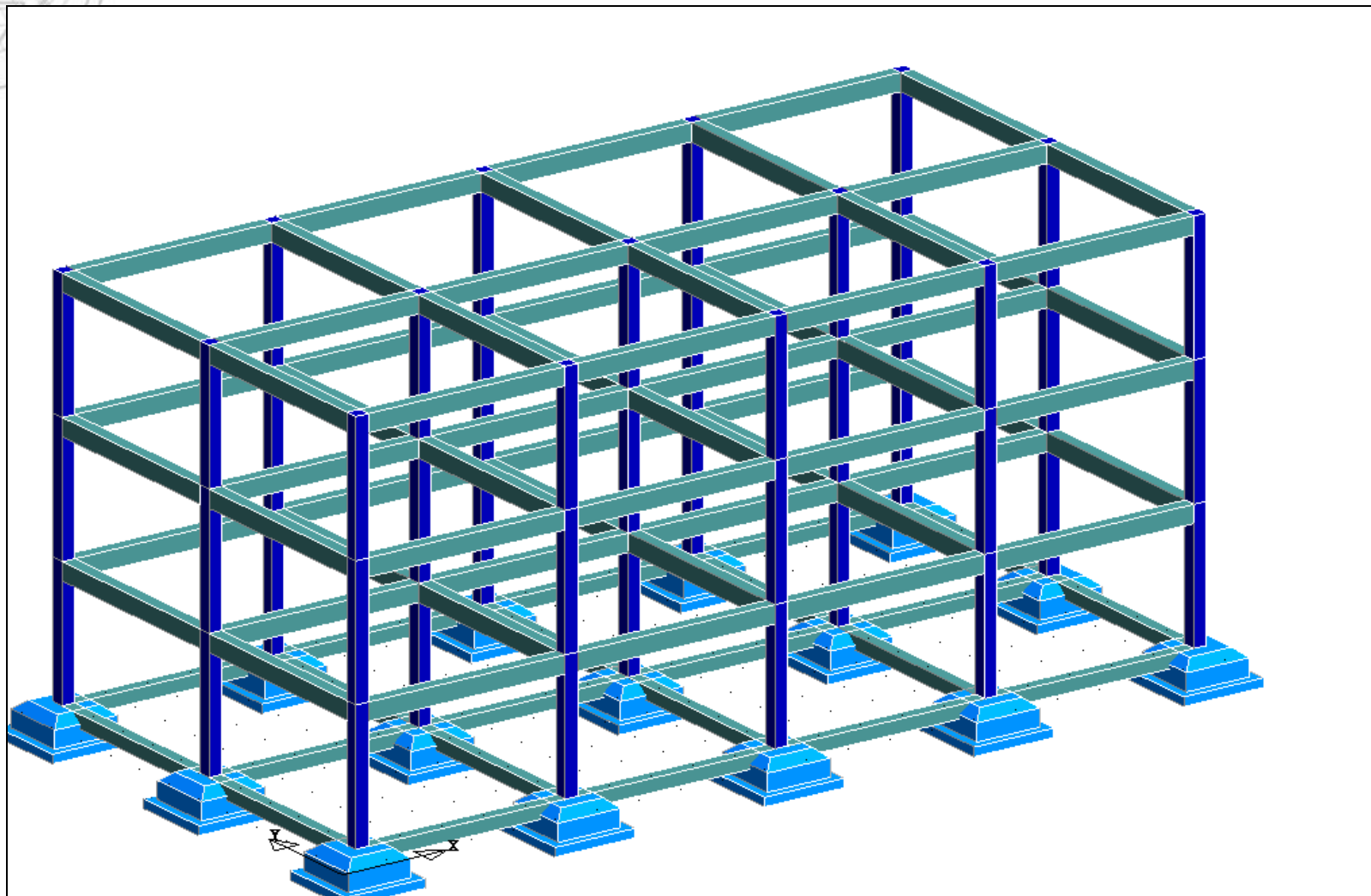
FONDAZIONI



Il sistema di fondazione deve essere dotato di elevata rigidezza estensionale nel piano orizzontale e di adeguata rigidezza flessionale. Deve essere adottata un'**unica tipologia di fondazione** per una data struttura in elevazione, a meno che questa non consista di unità indipendenti. In particolare, nella stessa struttura deve essere evitato l'uso contestuale di fondazioni su pali o miste con fondazioni superficiali, a meno che uno studio specifico non ne dimostri l'accettabilità o che si tratti di un ponte.



Schema SCONSIGLIATO



Schema CONSIGLIATO



MODELLAZIONE STRUTTURALE

7.2.5.1 Collegamenti orizzontali tra fondazioni

Si deve tenere conto della presenza di **spostamenti relativi del terreno** di fondazione sul piano orizzontale, [...], e dei possibili **effetti** da essi **indotti nella sovrastruttura**.

Il requisito si ritiene soddisfatto 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 conservativamente assumere le seguenti azioni assiali:

- $\pm 0,3 \text{ Nsd a}_{\text{max}} / g$ 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: $a_{\text{max}} = a_g \cdot S$ 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 su sito di riferimento rigido.

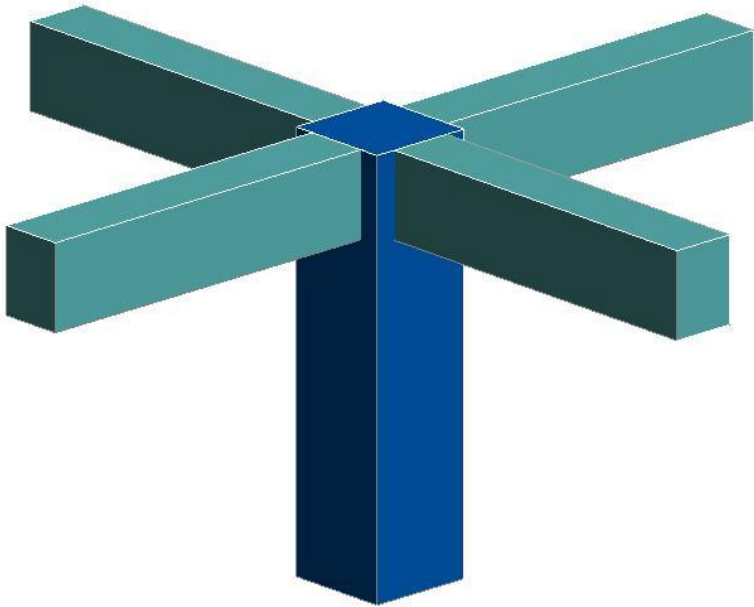
Ai fini dell'applicazione delle precedenti relazioni, il profilo stratigrafico di tipo E è assimilato a quello di tipo C se i terreni posti sul substrato di riferimento sono mediamente addensati (terreni a grana grossa) o mediamente consistenti (terreni a grana fina) e a quello di tipo D se i terreni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

Il collegamento tra le strutture di fondazione non è necessario per profili stratigrafici di tipo A e per siti ricadenti in zona 4.

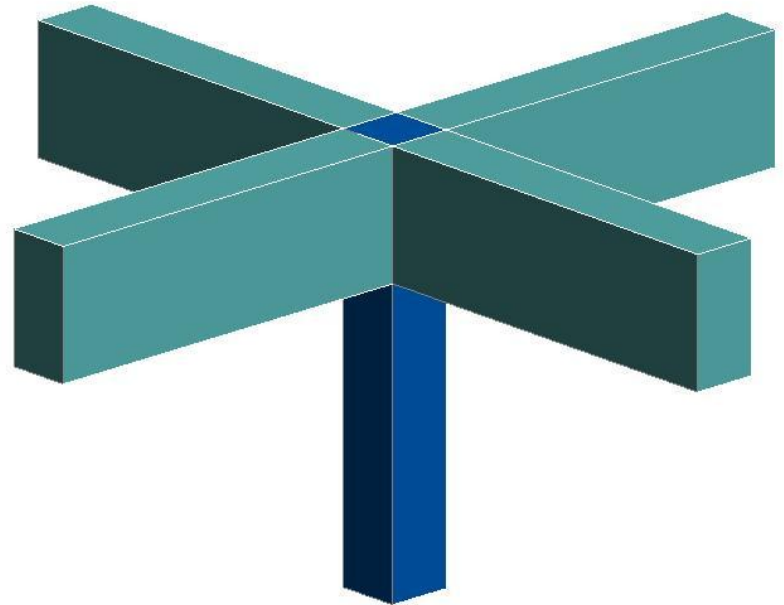
Travi o piastre di piano possono essere assimilate a elementi di collegamento se realizzate ad una distanza minore o uguale a 1 m dall'intradosso degli elementi di fondazione superficiali o dalla testa dei pali.



CONCETTO DI ALTA E BASSA DUTTILITA'



Schema corretto

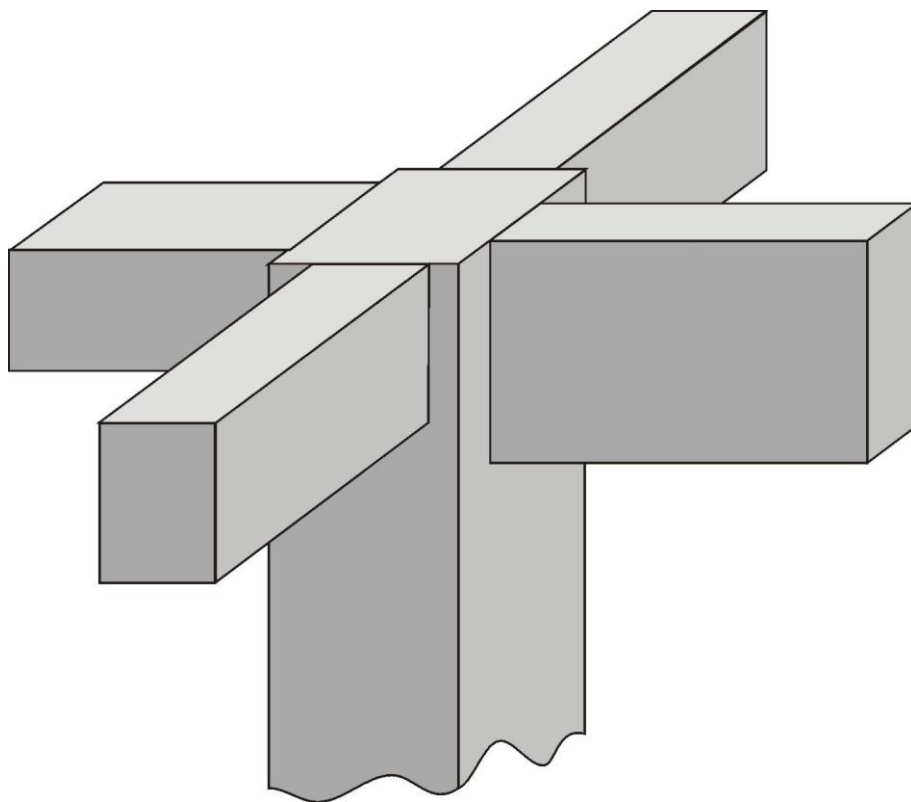


Schema errato



VERIFICHE DI RESISTENZA

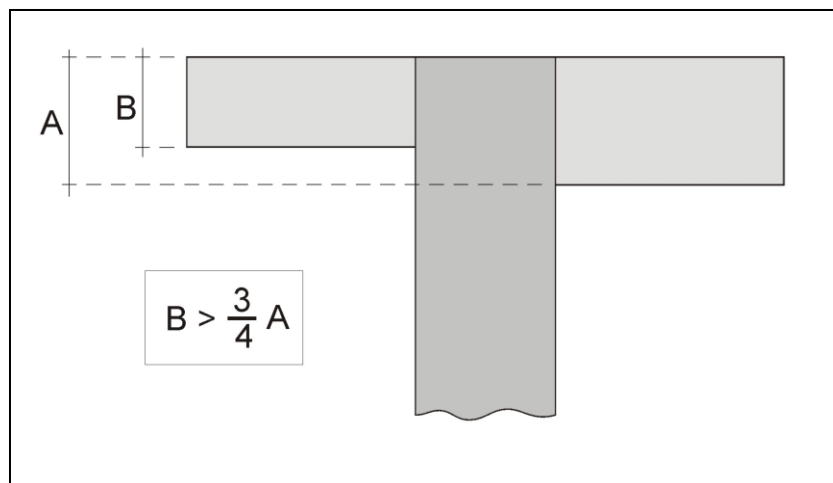
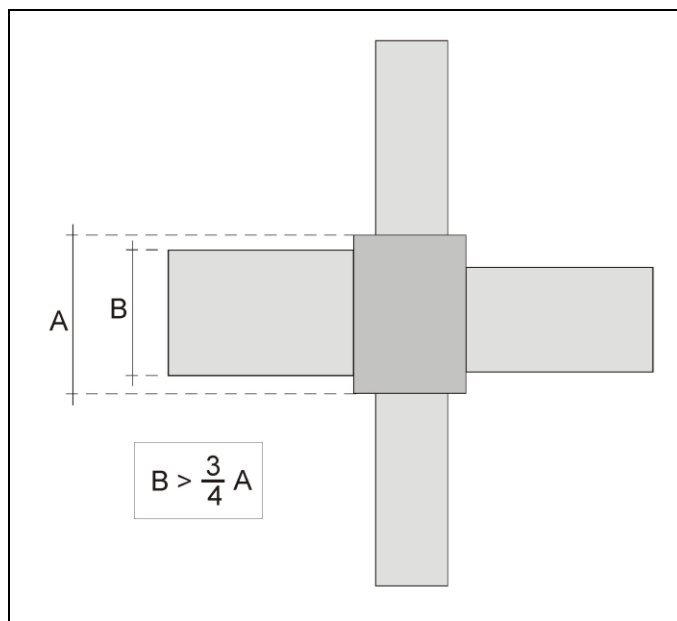
(IL NODO TRAVE-PILASTRO)



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)

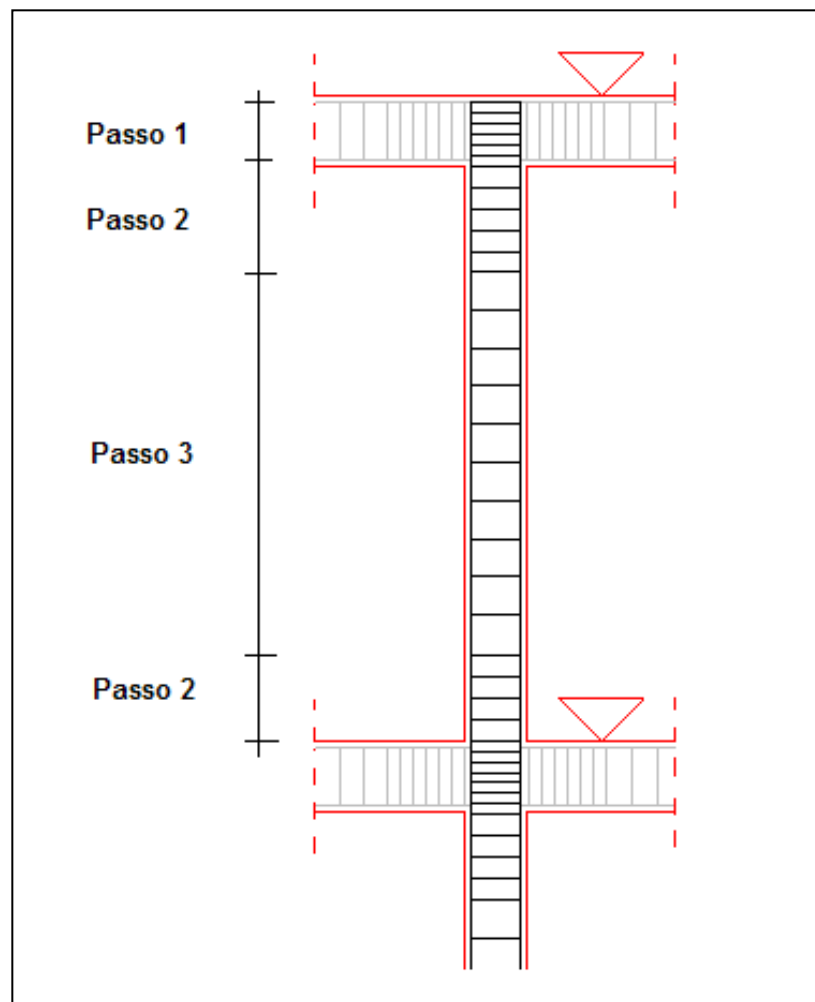
N.T.C. 2008 - 7.4.4.3. – Nodi trave-pilastro

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

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".





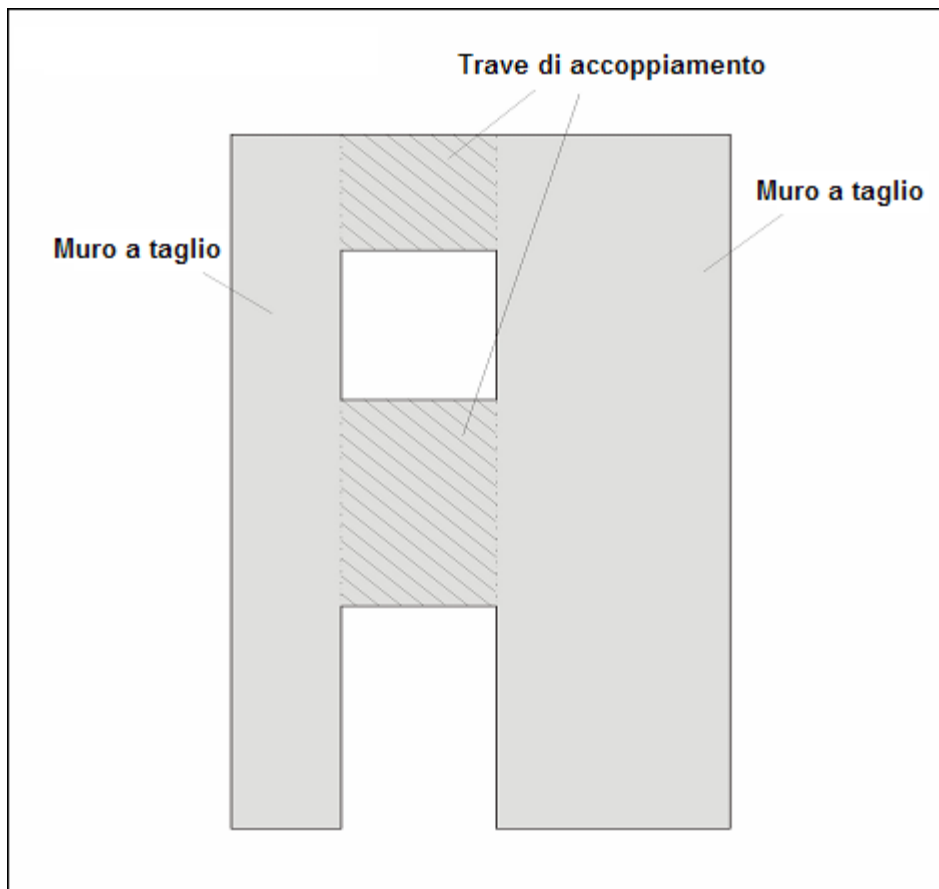
*angelo
biondi*

VERIFICHE DI RESISTENZA

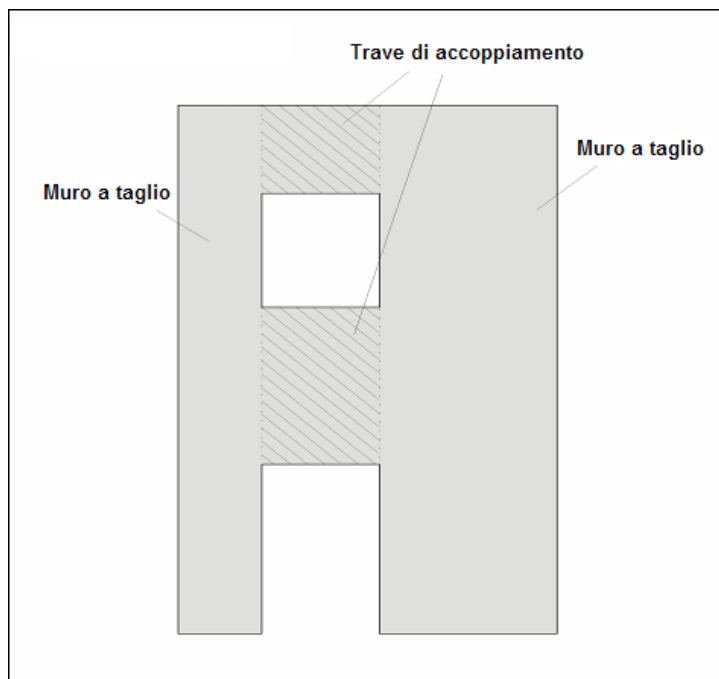
(IL NODO TRAVE-PILASTRO CONFINATO O NON CONFINATO)



VERIFICHE DI RESISTENZA (LA TRAVE DI ACCOPPIAMENTO)



VERIFICHE DI RESISTENZA (LA TRAVE DI ACCOPPIAMENTO)



Gli **elementi di accoppiamento** fra pareti diverse, quali travi o cordoli in c.a. e/o travi in muratura (qualora efficacemente ammorsate alle pareti), potranno essere considerati nel modello, a condizione che le verifiche di sicurezza vengano effettuate anche su tali elementi (Modello a Telai Equivalenti).

Gli **elementi di accoppiamento** in c.a. saranno considerati efficaci solo se aventi un'altezza pari ad almeno lo spessore del solaio. Gli elementi di accoppiamento in muratura ordinaria invece potranno essere considerate nel modello di calcolo solo se sorrette da un cordolo di piano e/o da un architrave resistente a flessione efficacemente ammorsato alle estremità.



**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

N.T.C. 2008 - 7.3.6.3 Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti

Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV .

$$F_a = (S_a W_a)/q_a$$



F_a - Forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

W_a - Peso dell'elemento;

S_a - Accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame;

q_a - Fattore di struttura dell'elemento;



TAMPONATURE

$$F_a = (S_a W_a) / q_a$$

S_a - In mancanza di analisi più accurate può essere calcolato nel seguente modo:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z / H)}{1 + (1 - T_a / T_1)^2} - 0,5 \right]$$

α - Rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame (v. § 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g ;

S - Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1;

T_a - Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T₁ - Periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;

Z - Quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (v. § 3.2.2);

H - Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione

q_a - In assenza di specifiche determinazioni, si possono assumere i valori riportati in Tab. 7.2.I.

Elemento non strutturale	q _a
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	
Pareti interne ed esterne	2,0
Tramezzature 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 poggiati sul pavimento	
Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	

Tabella 7.2.I – Valori di q_a per elementi non strutturale

TAMPONATURE

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

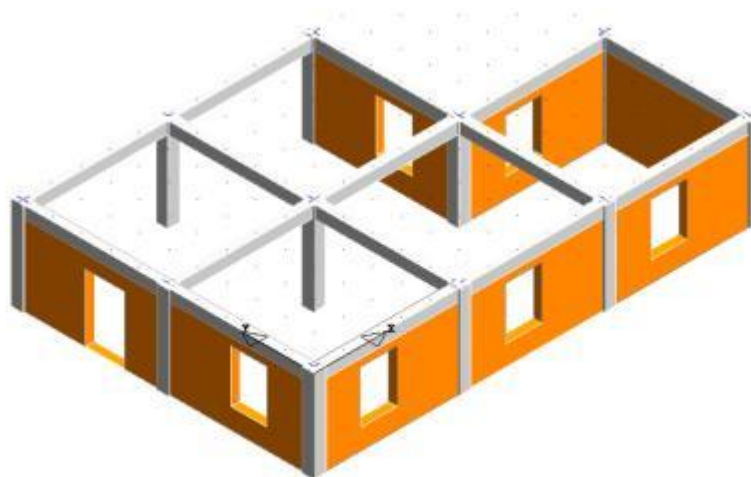
La prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di **leggere reti da intonaco** sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza 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.

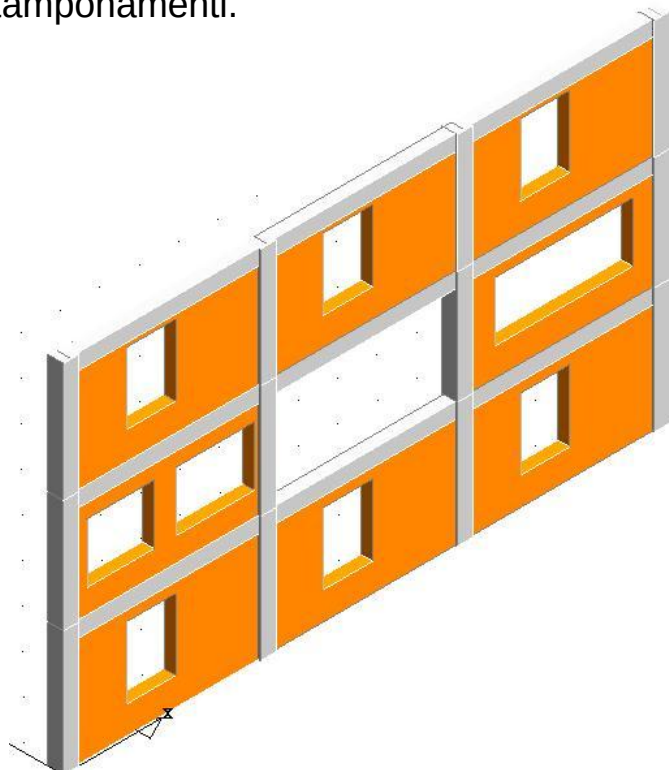
Qualora la distribuzione di tali elementi sia fortemente irregolare in pianta, gli effetti di tale irregolarità debbono essere valutati e tenuti in conto. Questo requisito si intende soddisfatto qualora si incrementi di un fattore 2 l'eccentricità accidentale di cui al § 7.2.6.



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



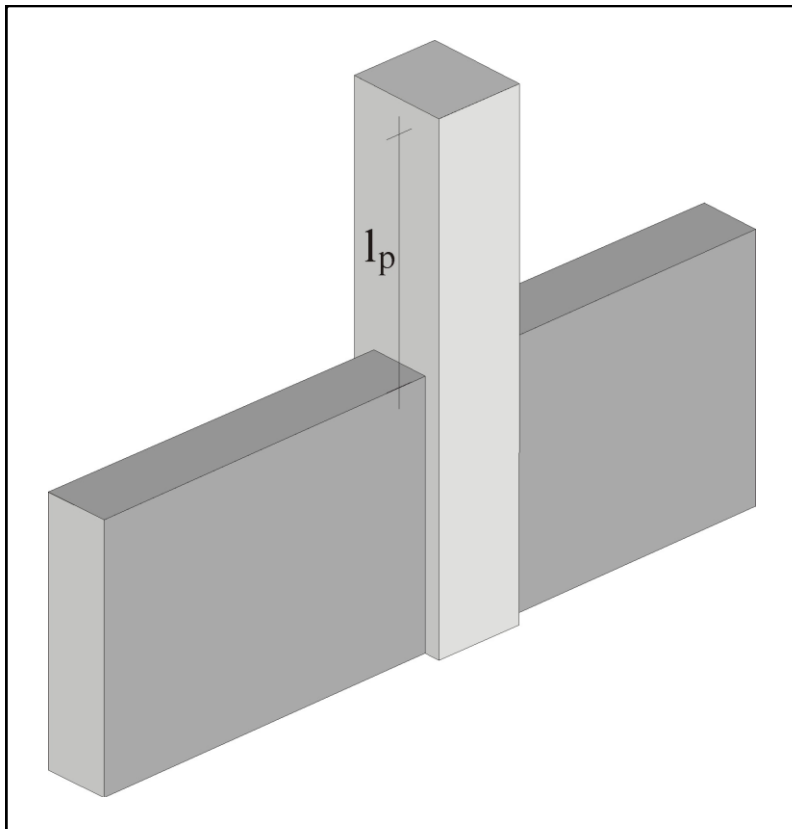
PIANO SOFFICE



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

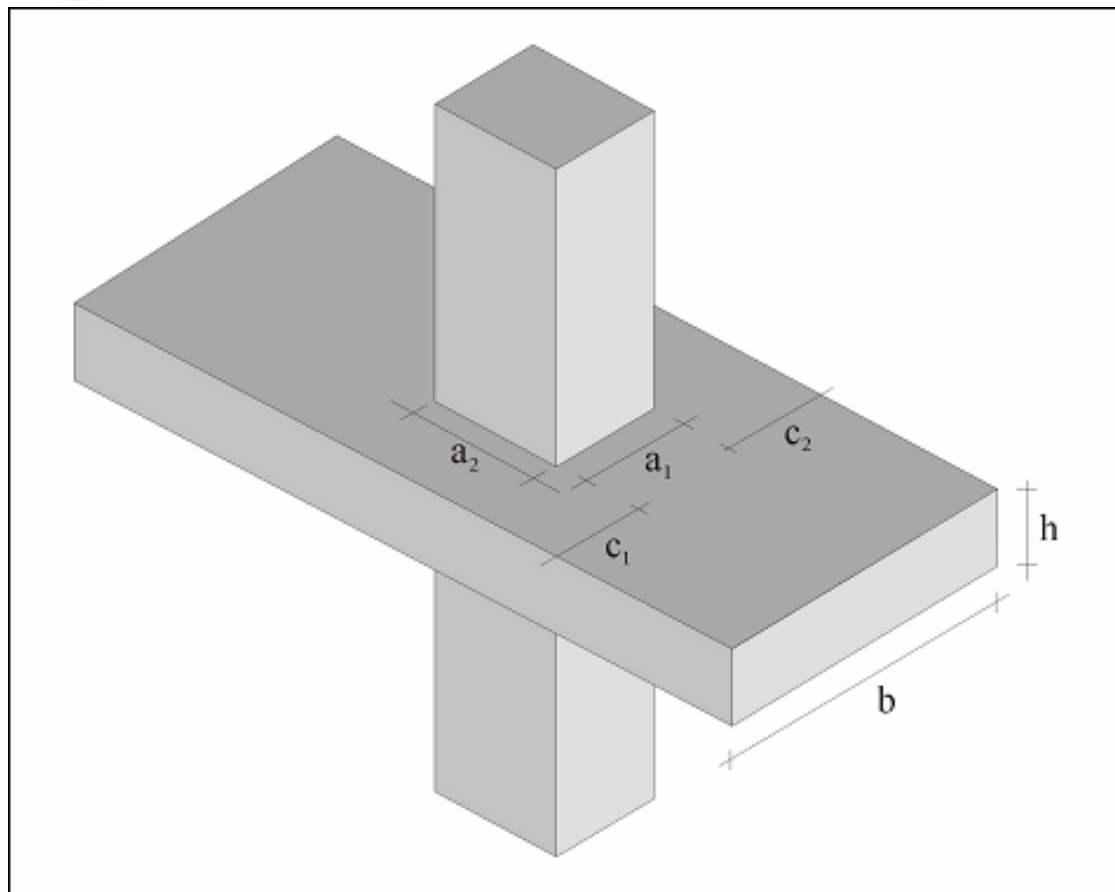


REQUISITI ADDIZIONALI PER EDIFICI CON TAMPONAMENTI IN MURATURA





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:

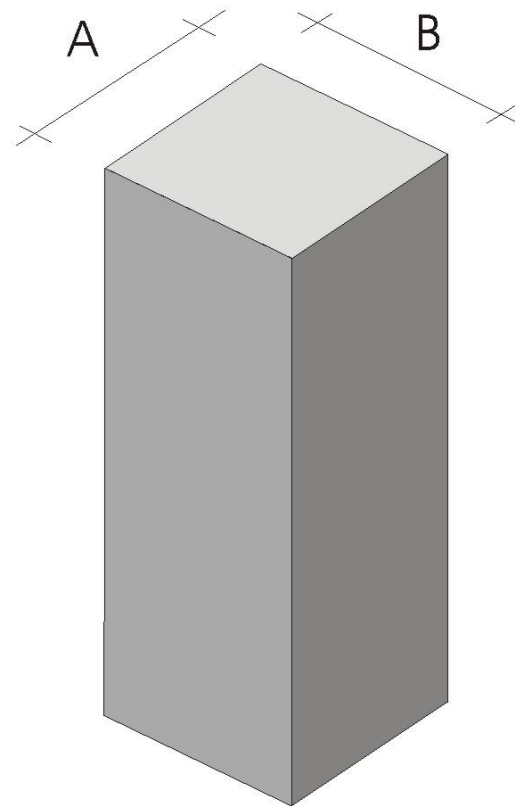
$$b \leq 2 \cdot a_1$$



PARTICOLARI COSTRUTTIVI - LIMITI GEOMETRICI (PILASTRI)

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

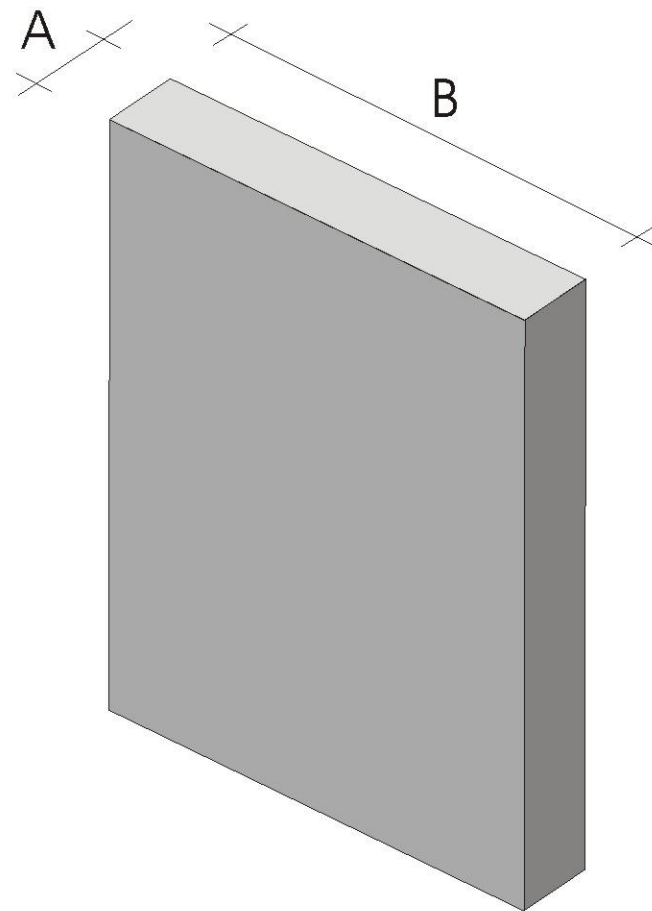
$$A \geq 25 \text{ cm}; B \geq 25 \text{ cm}$$





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

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

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

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