

Università di Catania
Corso di laurea in ingegneria civile strutturale e geotecnica

Costruzioni in zona sismica

Risposta elastica e spettri di risposta elastica

16-17 ottobre 2012

Aurelio Ghersi

In che modo valutiamo
l'effetto del sisma su una struttura?

Risposta sismica

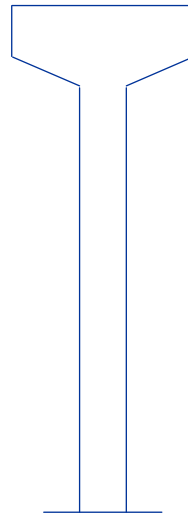
Schemi a un grado di libertà
in campo elastico

Struttura a un grado di libertà

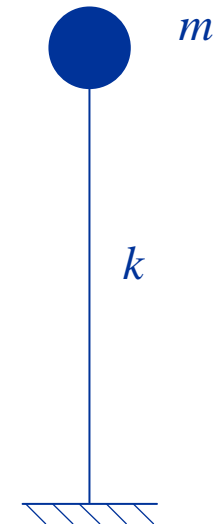
Serbatoio pensile



Foto



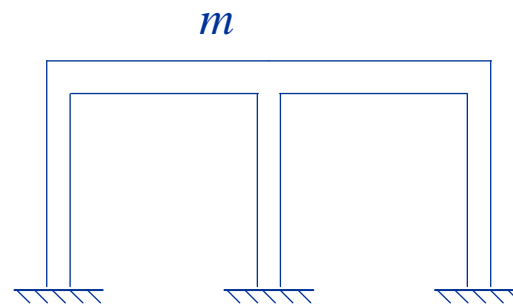
Disegno
schematico



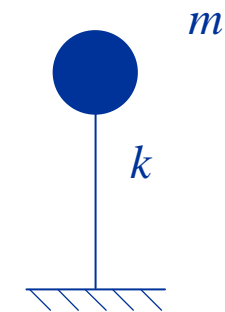
Modello
di calcolo

Struttura a un grado di libertà

Telaio monopiano



Disegno
schematico



Modello di
calcolo

Oscillazioni libere

Esempio: altalena



Spostando il sedile dell'altalena e poi lasciandolo libero, esso oscilla con un periodo T ben preciso



Oscillazioni libere

Esempio: altalena



Spostando il sedile dell'altalena e poi lasciandolo libero, esso oscilla con un periodo T ben preciso

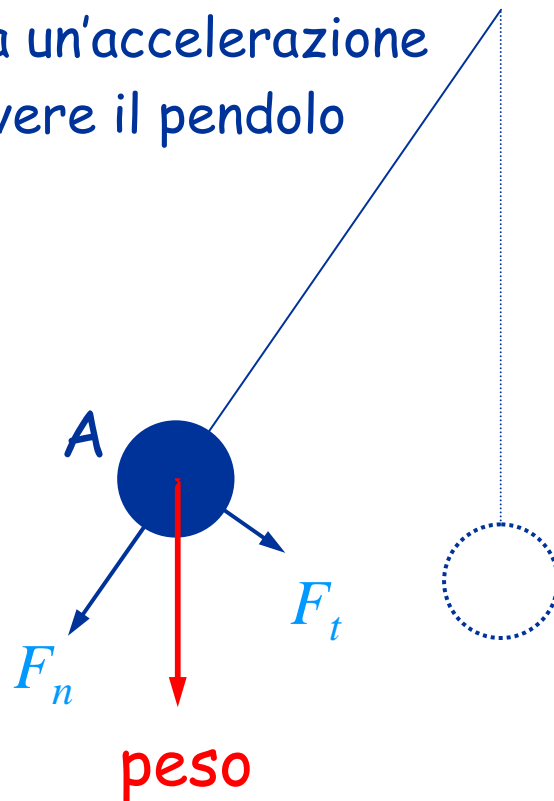


Oscillazioni libere pendolo (esempio: altalena)

A) Il peso è scomposto nelle forze

F_n assorbita dall'asta del pendolo

F_t che provoca un'accelerazione
che fa muovere il pendolo

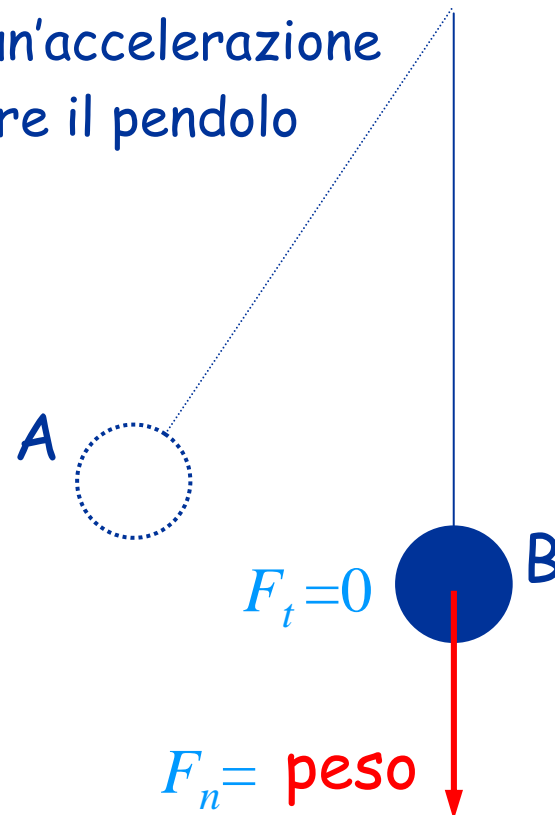


Oscillazioni libere pendolo (esempio: altalena)

A) Il peso è scomposto nelle forze

F_n assorbita dall'asta del pendolo

F_t che provoca un'accelerazione
che fa muovere il pendolo



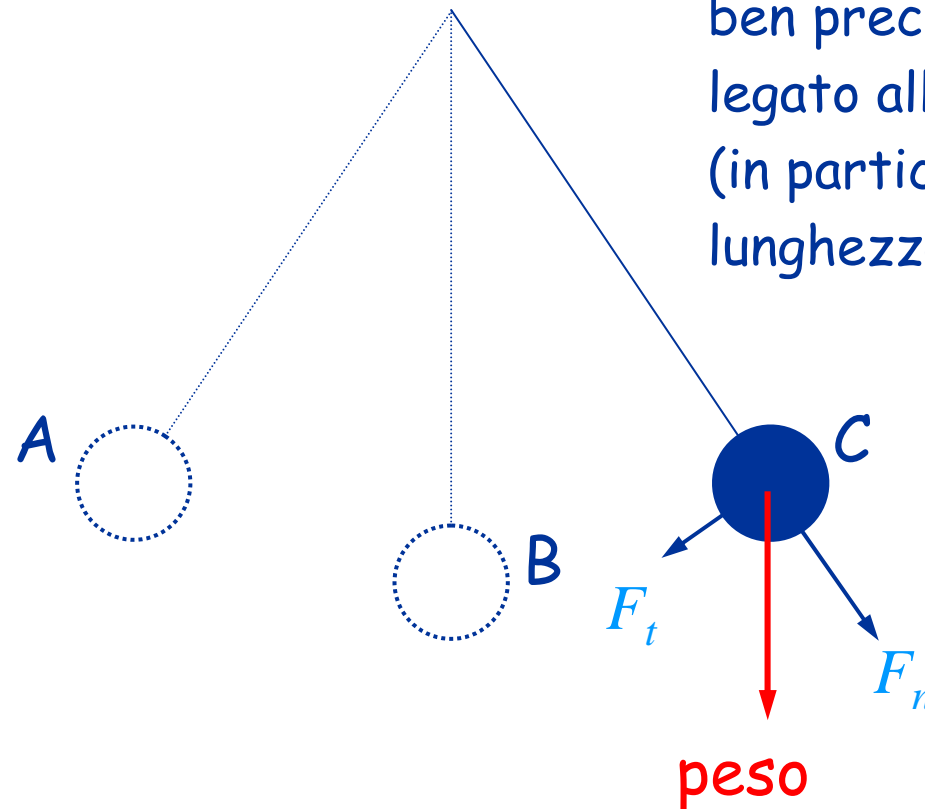
B) In questa posizione la
velocità è massima
(quando inizia a
risalire rallenta) ma
l'accelerazione è nulla
perché $F_t = 0$



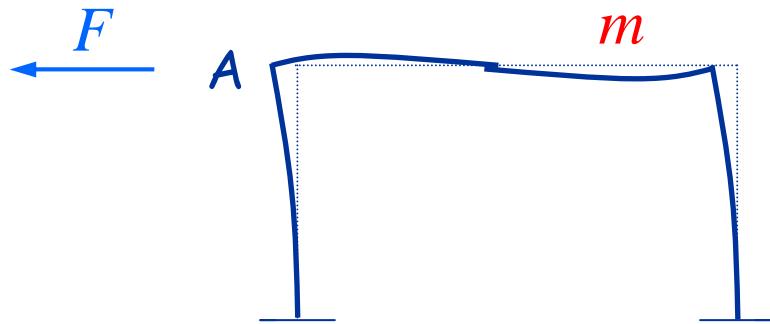
Oscillazioni libere

pendolo (esempio: altalena)

Il pendolo oscilla con
un periodo T
ben preciso,
legato alla geometria
(in particolare, alla
lunghezza dell'asta)



Oscillazioni libere telaio monopiano

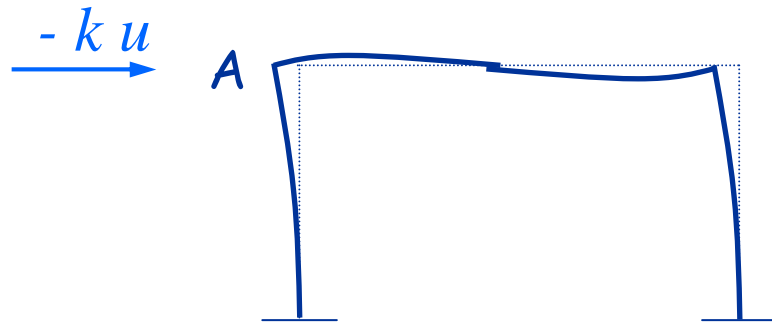


A) Per deformare il telaio in questa posizione occorre applicare una forza F , uguale ed opposta alla forza elastica che tende a riportare il telaio alla posizione indeformata (forza di richiamo elastico).

Equilibrio statico

$$F = k u$$

Oscillazioni libere telaio monopiano



Quando si lascia libero il telaio, agisce solo la forza di richiamo elastico, che provoca un'accelerazione.

Equilibrio dinamico

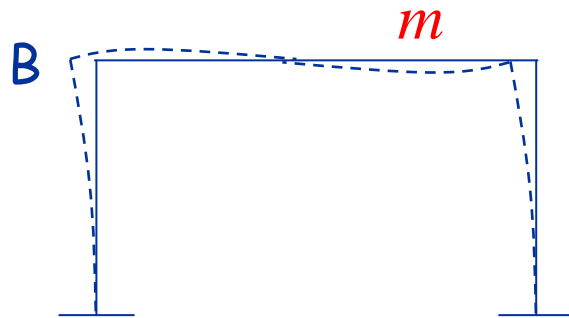
$$- k u = m a$$

$$m \ddot{u} + k u = 0$$



Oscillazioni libere

telaio monopiano



Equazione del moto:

$$m \ddot{u} + k u = 0$$

equilibrio dinamico

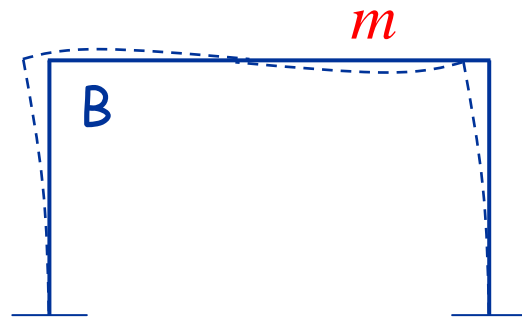
L'equazione differenziale può essere risolta analiticamente.

La soluzione è una funzione trigonometrica (seno, coseno)

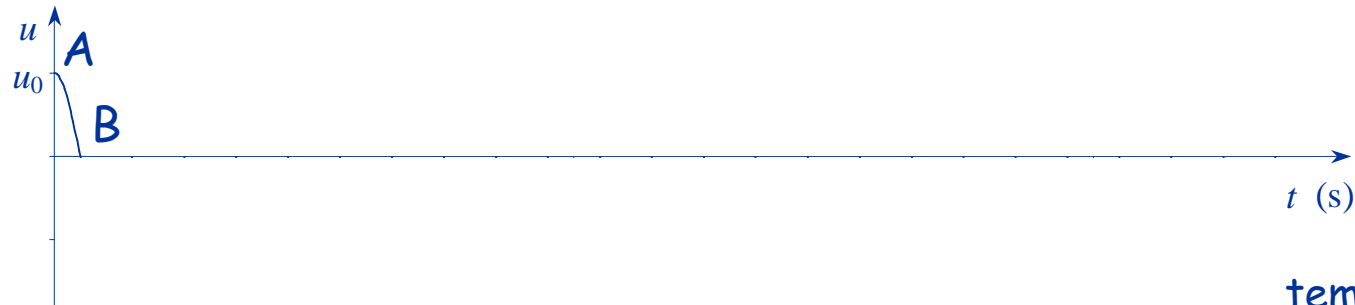
Oscillazioni libere

telaio monopiano

B) Tornato nella posizione indeformata, la velocità è massima e l'accelerazione nulla (come la forza di richiamo elastico).



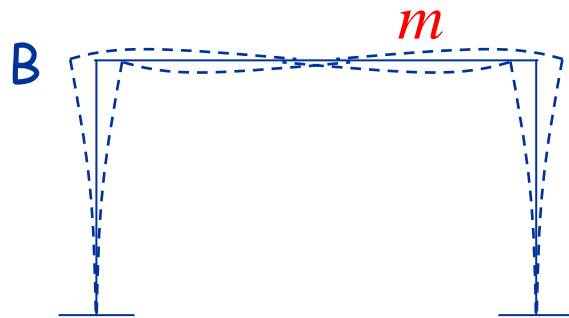
spostamento



Oscillazioni libere

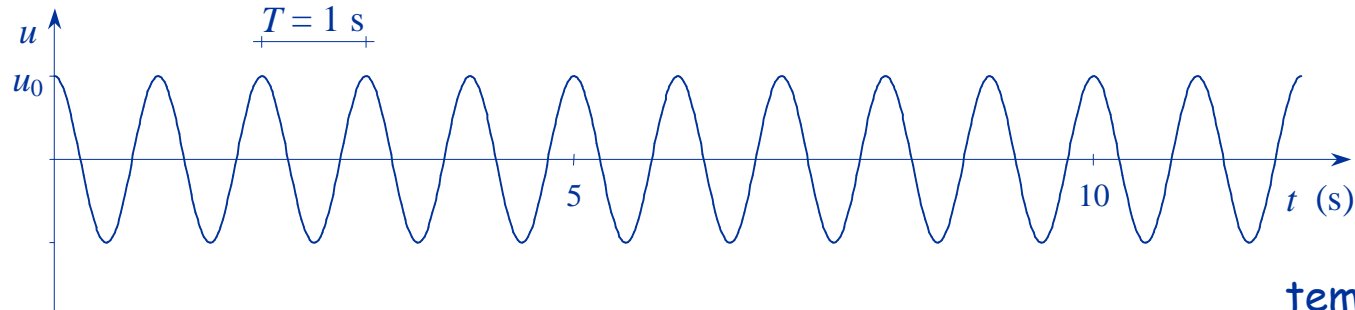
telaio monopiano

Il telaio oscilla con un periodo ben preciso, legato alla massa ed alla rigidezza del telaio



$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

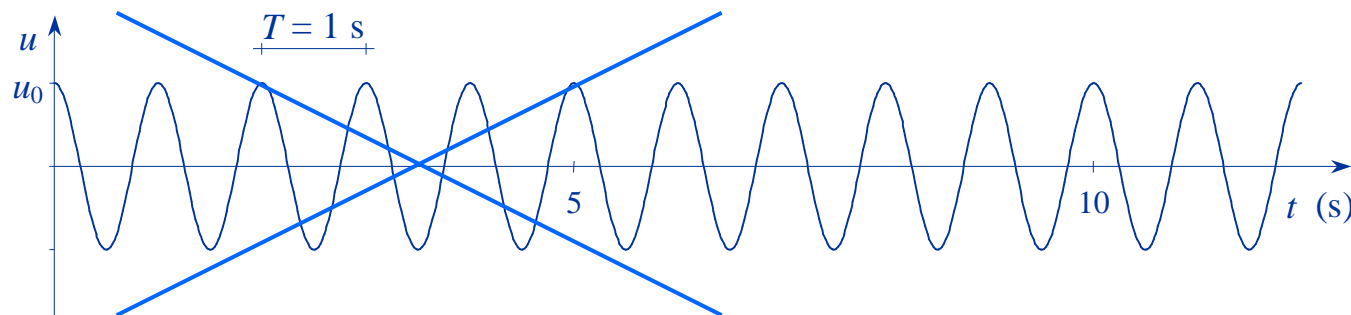
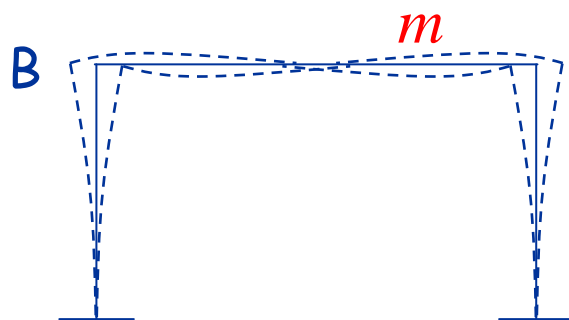
spostamento



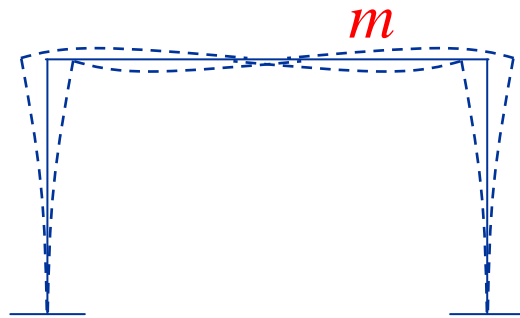
tempo

Oscillazioni libere con smorzamento telaio monopiano

In realtà il moto non
continua così, a causa
della dissipazione di
energia (smorzamento)



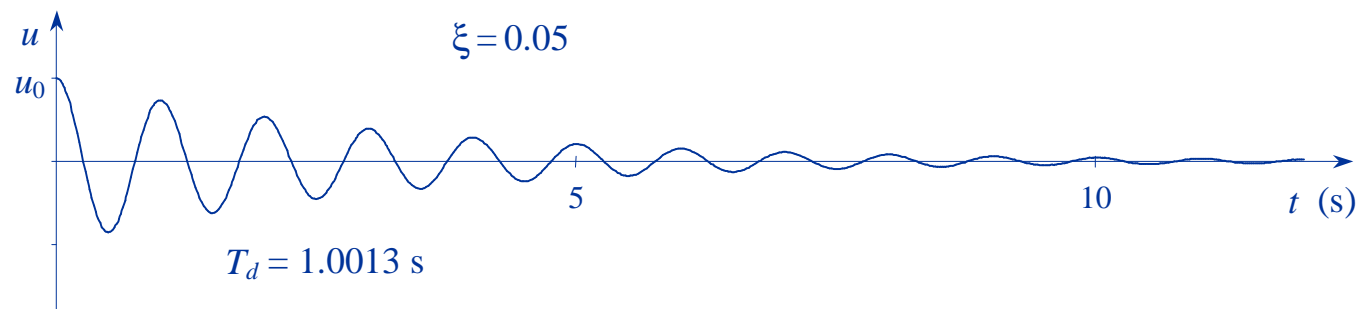
Oscillazioni libere con smorzamento telaio monopiano



Equazione del moto:

$$m \ddot{u} + \underbrace{c \dot{u}}_{\text{smorzamento}} + k u = 0$$

Lo smorzamento è
legato alla variazione di
spostamento (velocità)

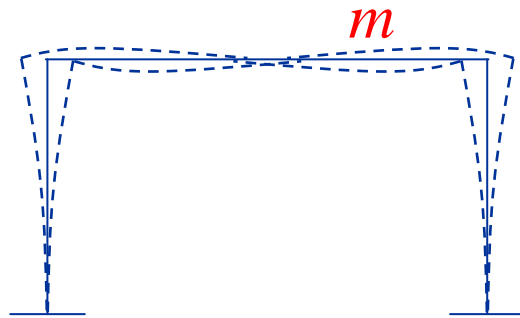


Oscillazioni libere con smorzamento

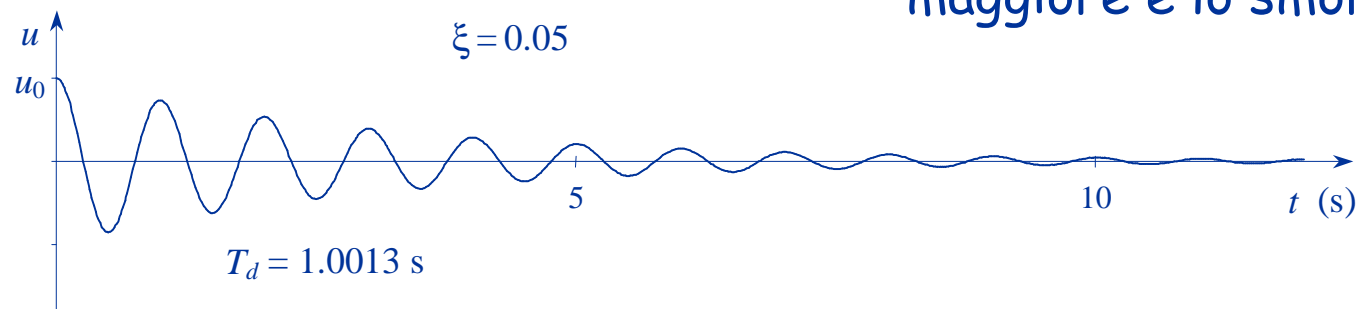
telaio monopiano

Equazione del moto:

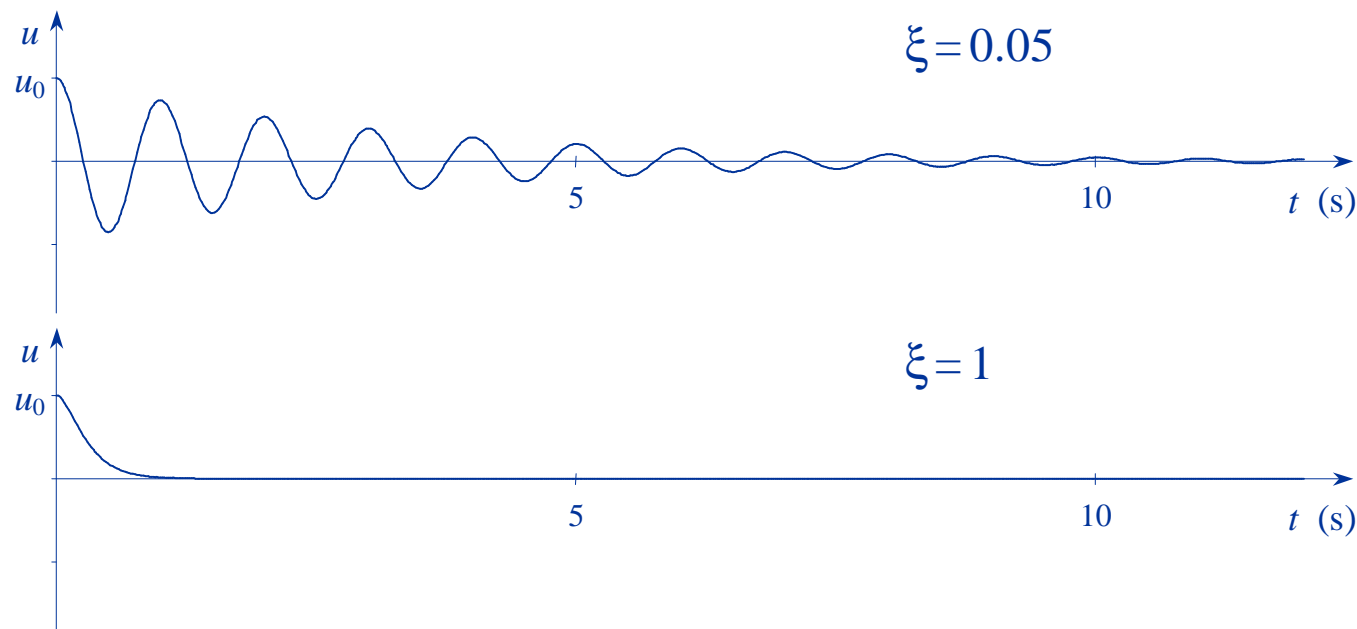
$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = 0$$



L'ampiezza del moto si riduce tanto più rapidamente quanto maggiore è lo smorzamento



Oscillazioni libere con smorzamento telaio monopiano



Si indica col termine "smorzamento critico" quel valore per il quale il sistema raggiunge lo stato di quiete senza oscillare

Lo smorzamento viene di solito indicato come percentuale ξ dello smorzamento critico

$$\xi = \frac{c}{2\sqrt{k m}}$$

Smorzamento - negli edifici

Dipende da:

- Elementi non strutturali (tramezzi, tompagni) molto
- Non linearità del materiale poco

Edifici in cemento armato, con tramezzi in muratura:

- Si può assumere un valore di smorzamento percentuale $\xi = 0.05$

Edifici in acciaio, con tramezzatura leggera:

- È consigliabile usare un valore minore di $\xi = 0.05$

Edifici isolati alla base, con isolatori in gomma:

- Si può usare un valore maggiore di $\xi = 0.05$

Oscillazioni forzate

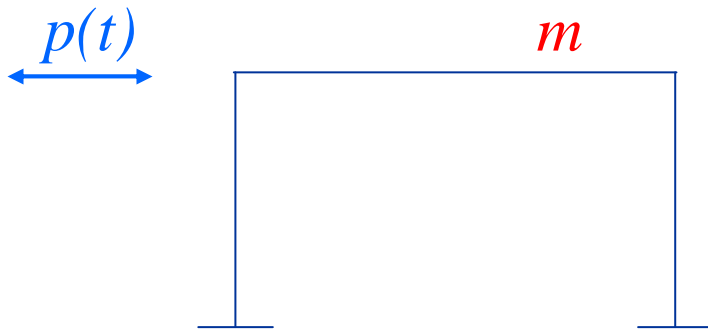
Esempio: altalena



Dando (in maniera periodica) una piccola spinta al sedile dell'altalena, le oscillazioni si amplificano sempre di più



Oscillazioni forzate telaio monopiano



Equazione del moto:

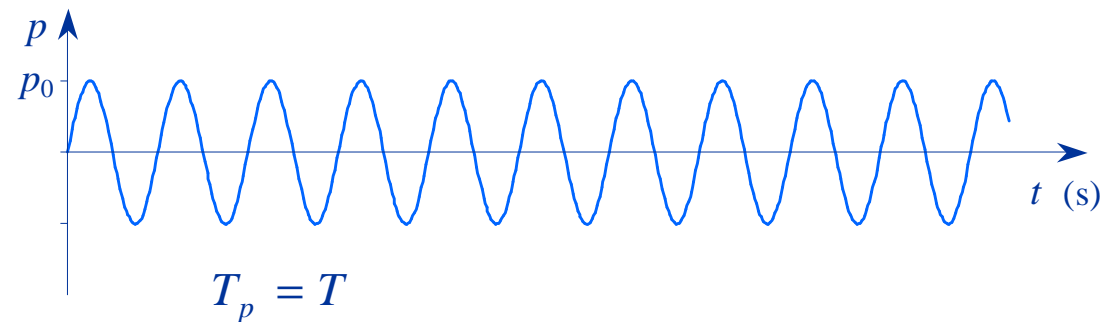
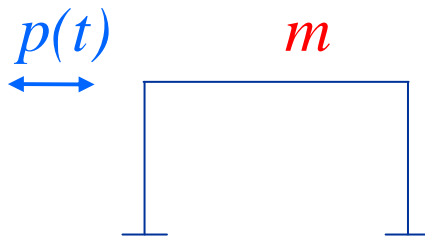
$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = p(t)$$

Nell'equazione del moto
compare un nuovo termine
(l'azione forzante)

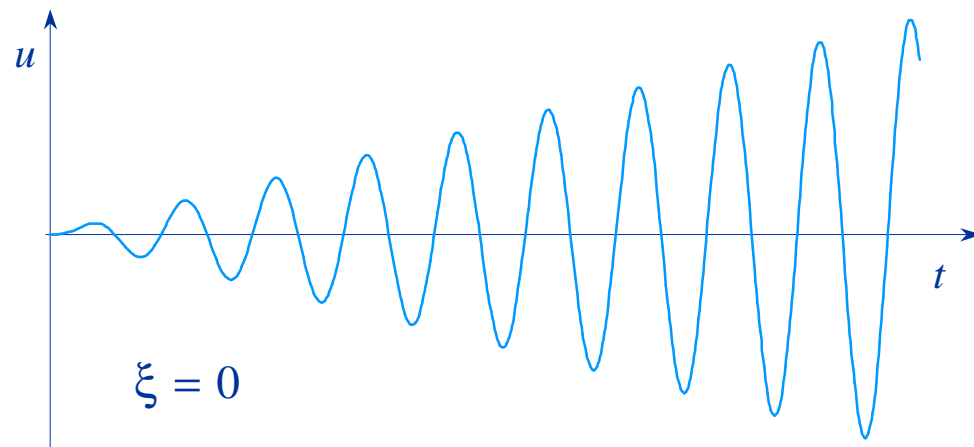
Se la forzante è armonica (seno, coseno) è possibile risolvere
analiticamente l'equazione differenziale

Oscillazioni forzate

telaio monopiano, forzante armonica (periodica)



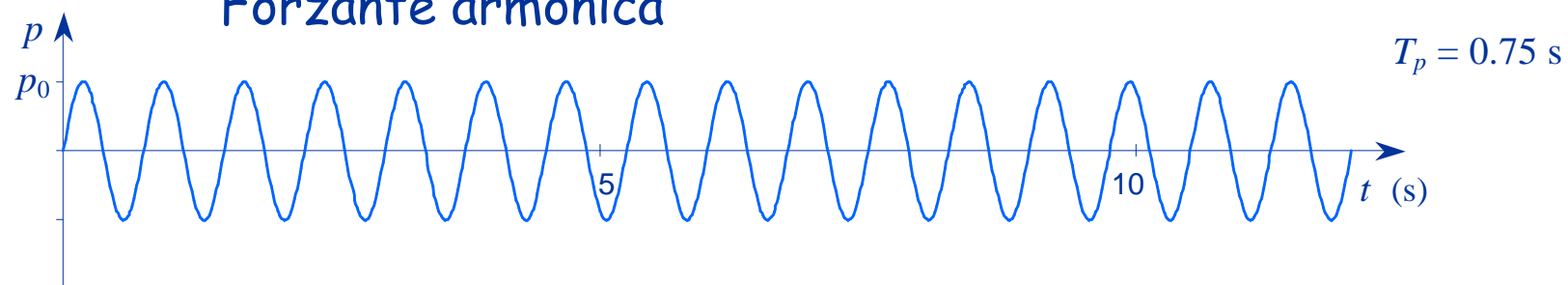
Se il periodo della
forzante coincide con
quello del sistema,
in assenza di
smorzamento
il moto si amplifica
sempre più



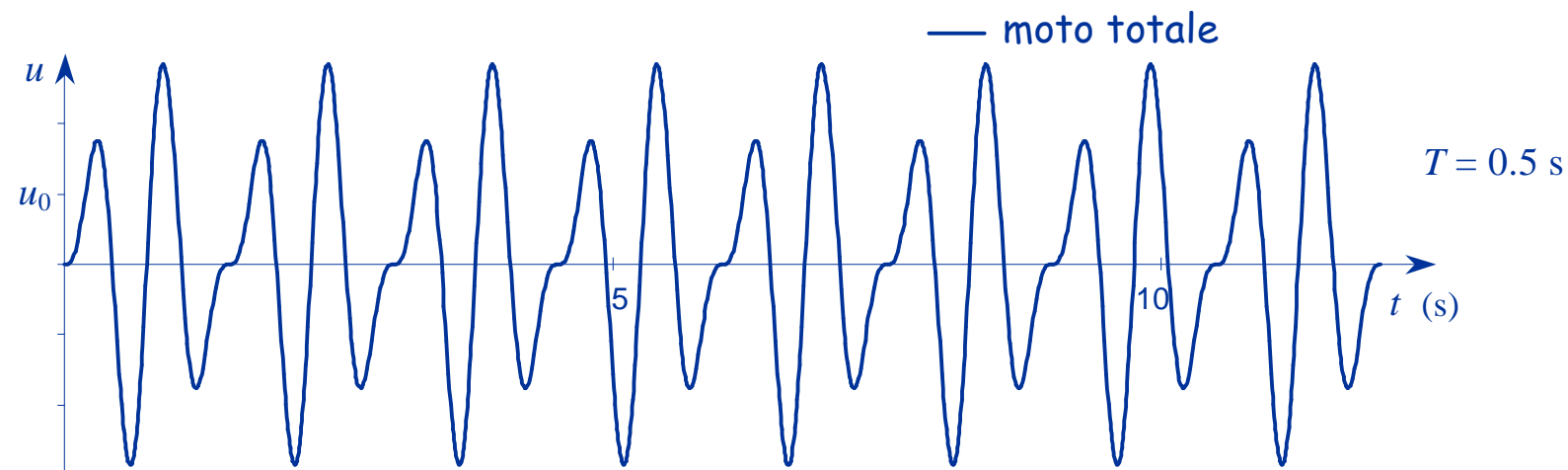
risonanza

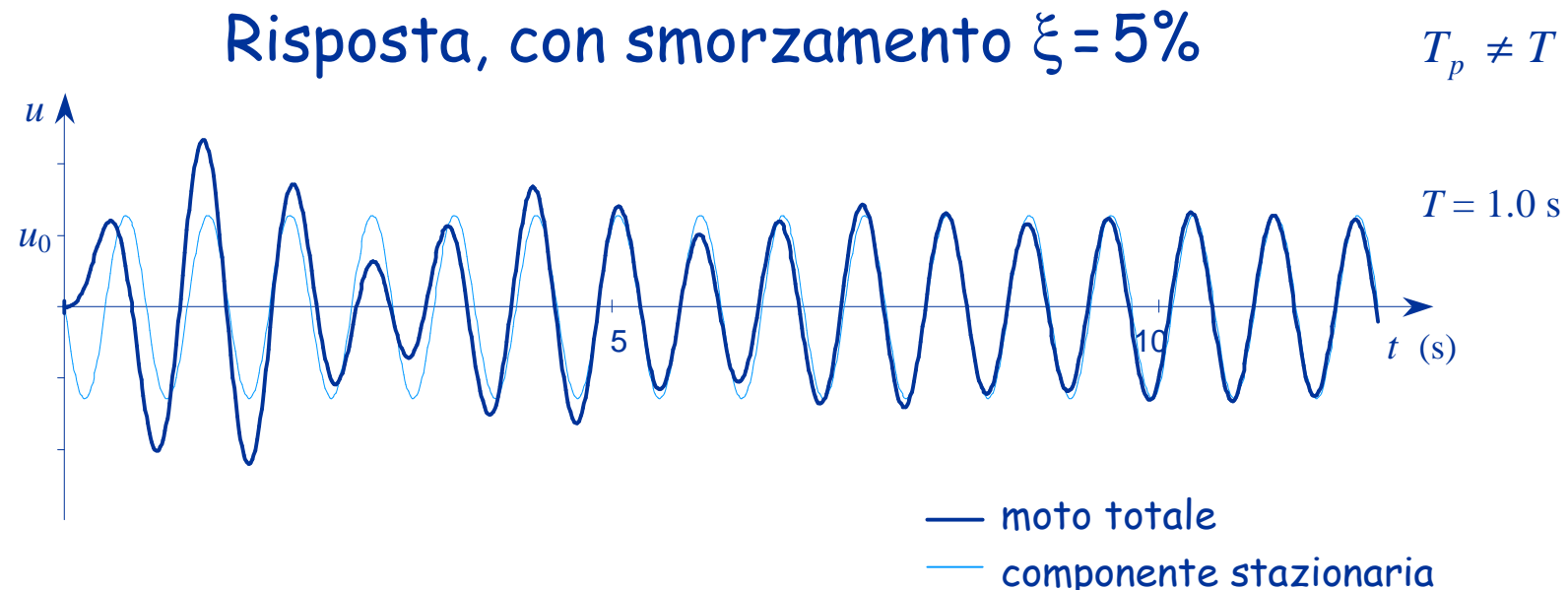
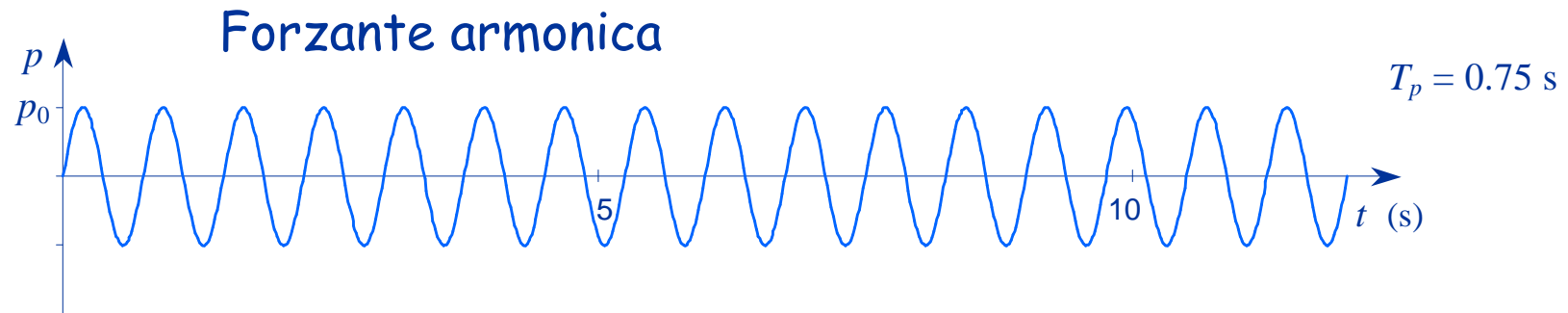


Forzante armonica



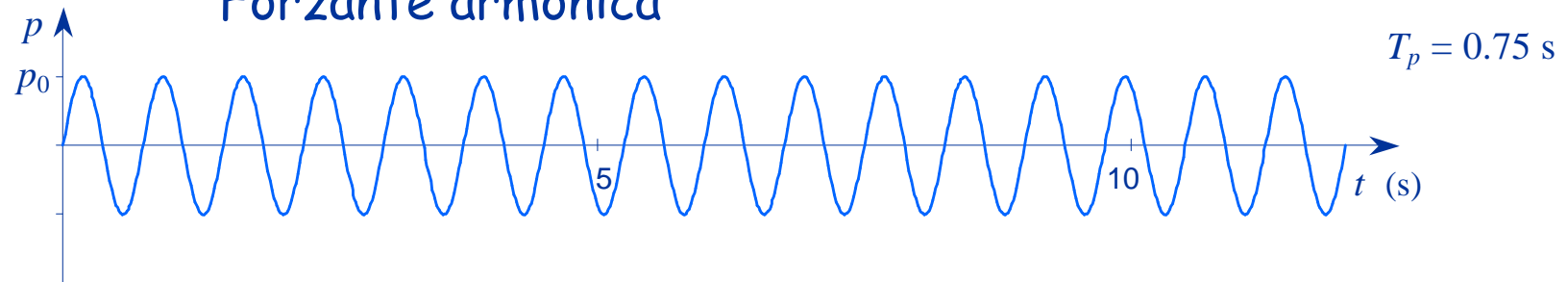
Risposta, senza smorzamento





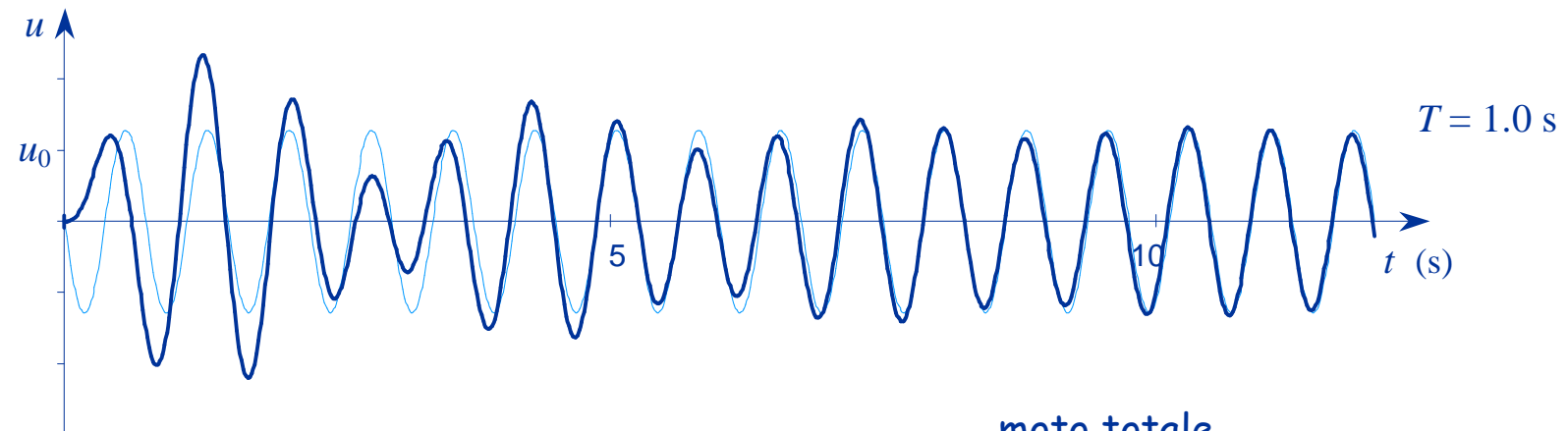
Il moto è somma di una componente armonica che ha lo stesso periodo della forzante ed ampiezza costante (componente stazionaria) e di una componente che ha lo stesso periodo del sistema ma ampiezza che si riduce man mano (componente transitoria)

Forzante armonica

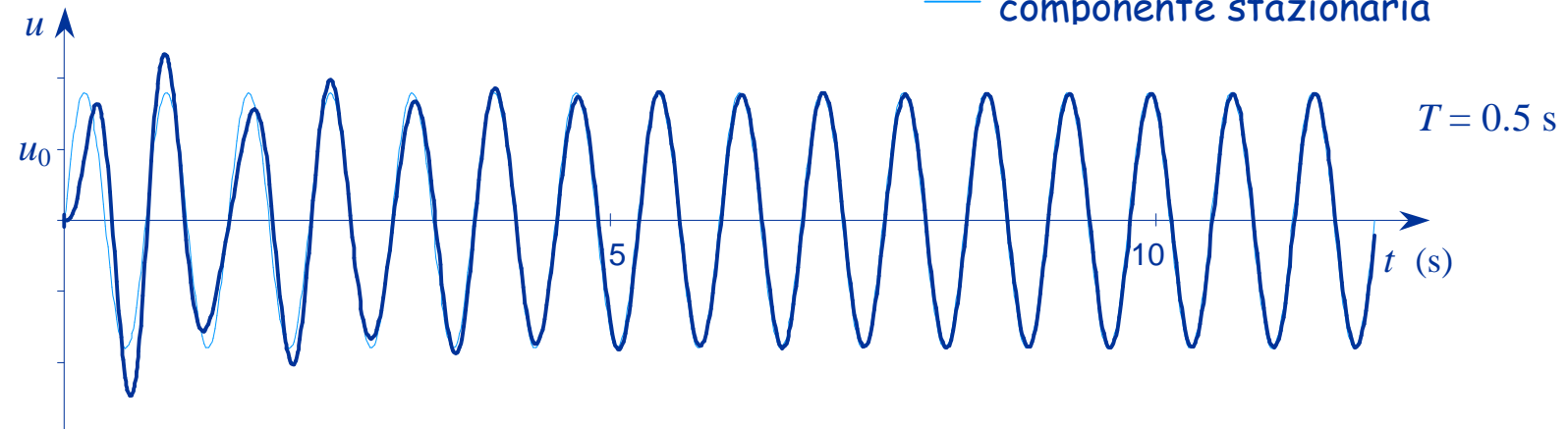


Risposta, con smorzamento $\xi = 5\%$

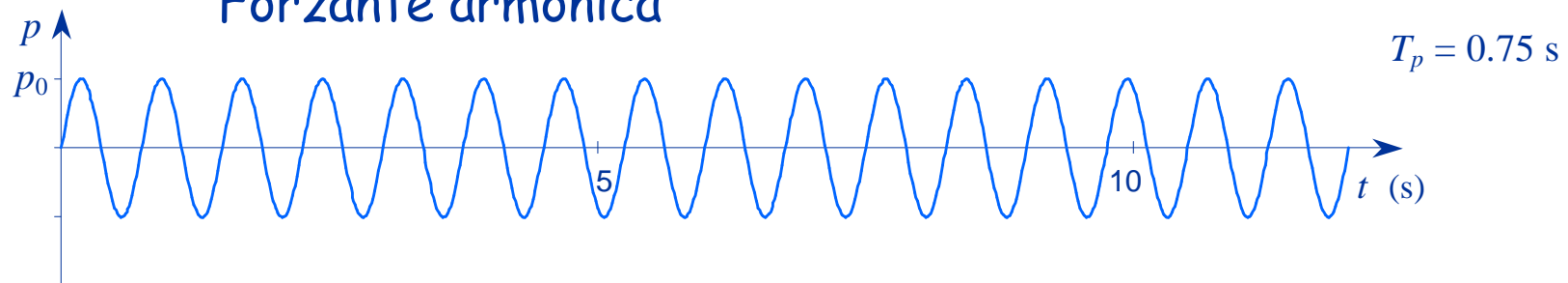
$$T_p \neq T$$



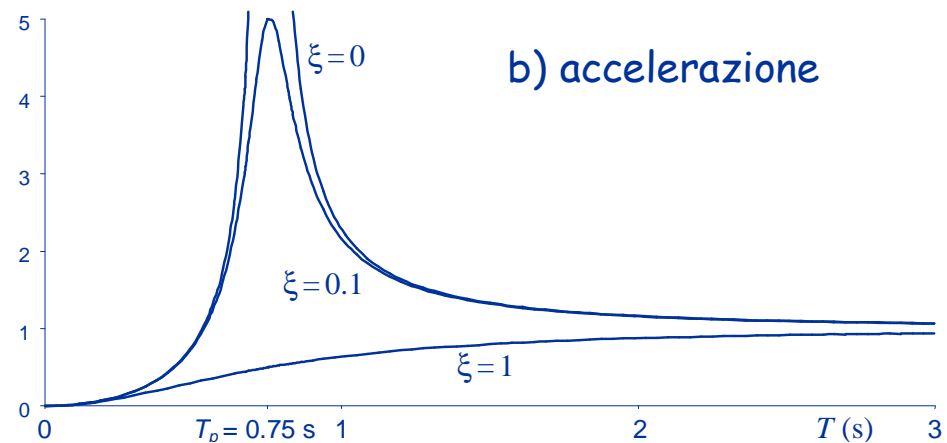
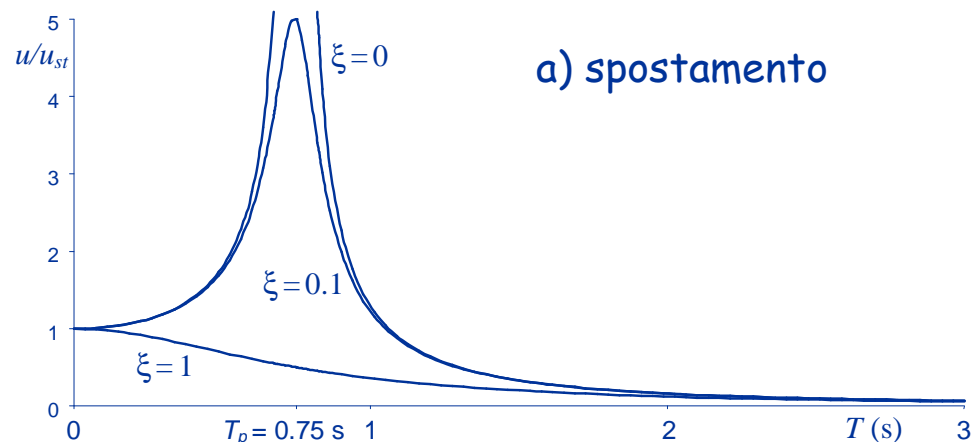
— moto totale
— componente stazionaria



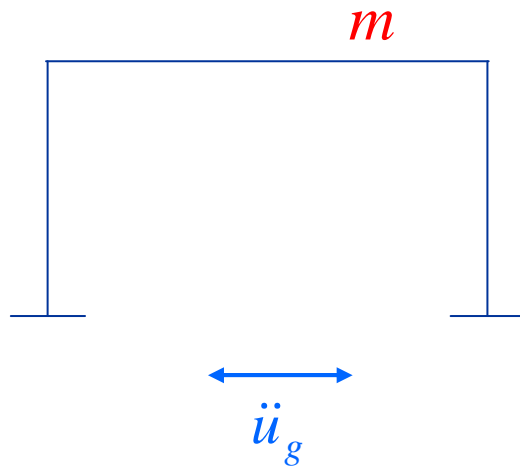
Forzante armonica



Il moto viene amplificato o ridotto, in funzione del periodo proprio e dello smorzamento del sistema



Oscillazioni forzate (moto del terreno)



Equazione del moto:

$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = -m \ddot{u}_g$$

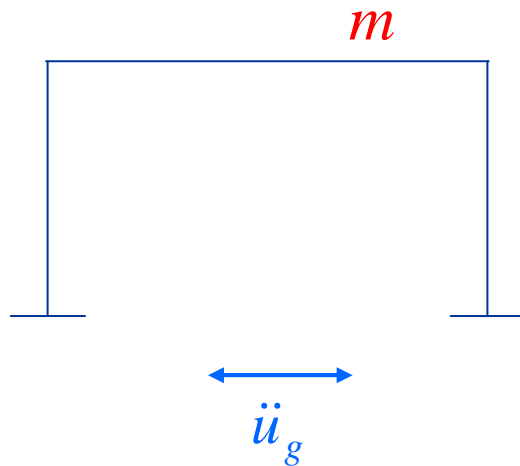
Cambia (formalmente)
il termine noto
nell'equazione del moto

Il problema è sostanzialmente
identico a quello del moto con
forzante applicata al traverso

Oscillazioni forzate (moto del terreno)

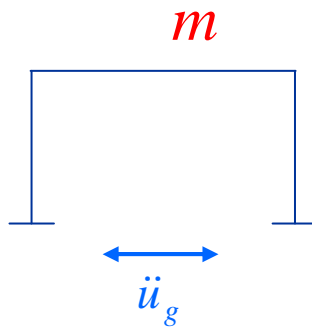
Equazione del moto:

$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = -m \ddot{u}_g$$

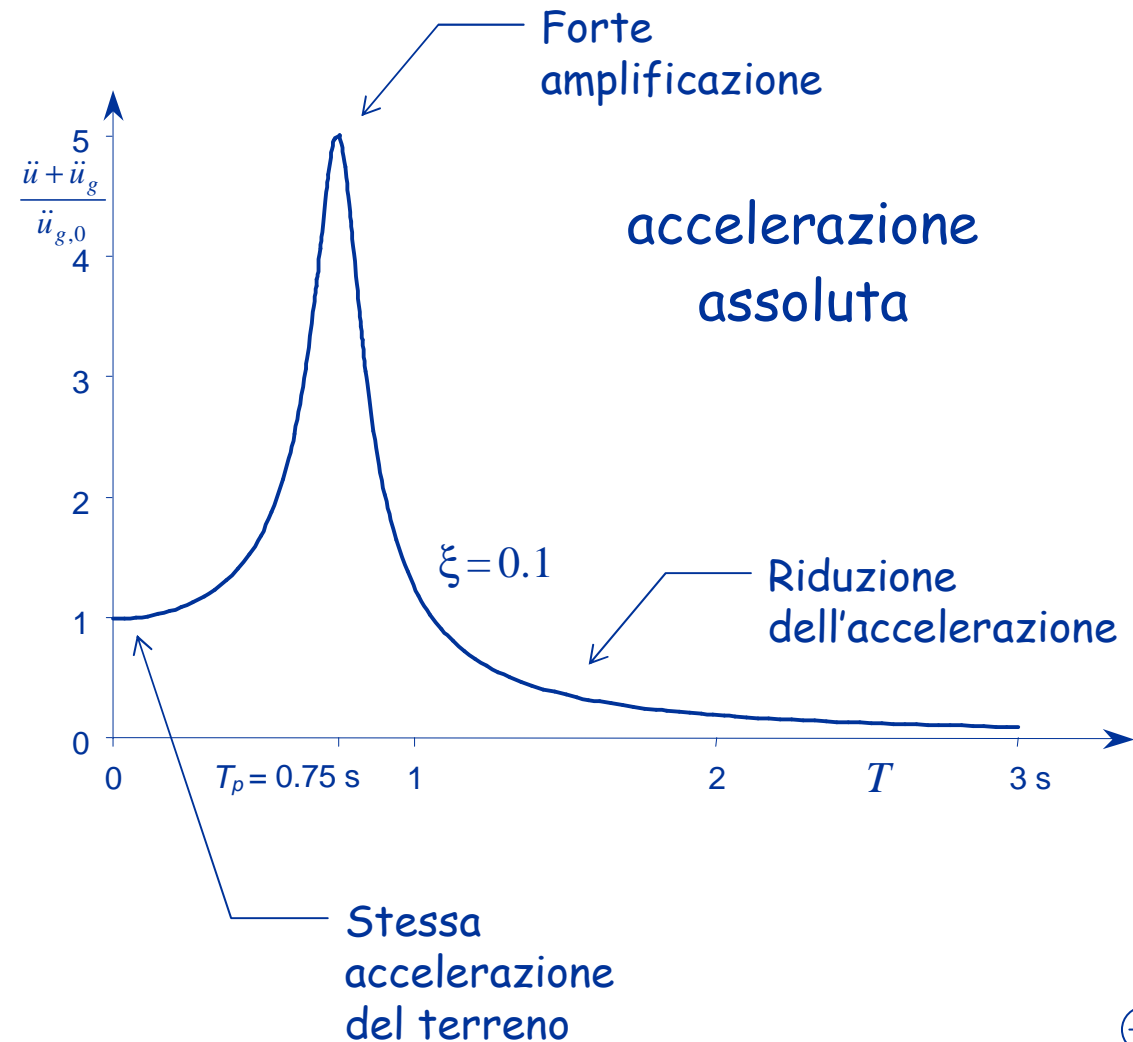


Se la forzante è armonica (seno, coseno) è possibile risolvere analiticamente l'equazione differenziale

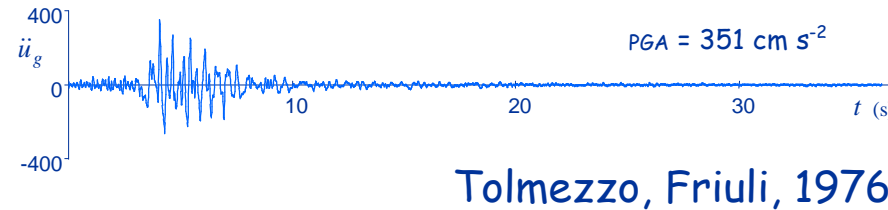
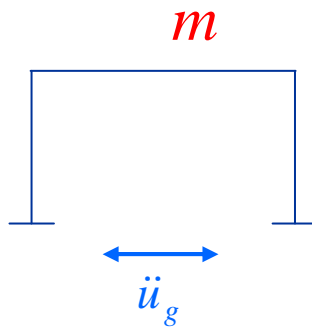
Oscillazioni forzate (moto del terreno - armonico)



Si noti, in particolare,
l'andamento
dell'accelerazione
massima in funzione
del periodo proprio



Oscillazioni forzate (moto del terreno - accelerogramma)

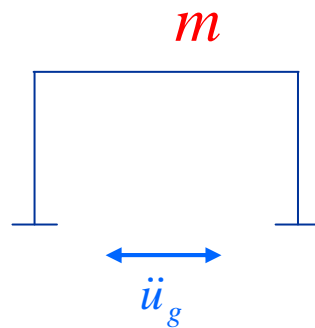


Input sismico: accelerogramma

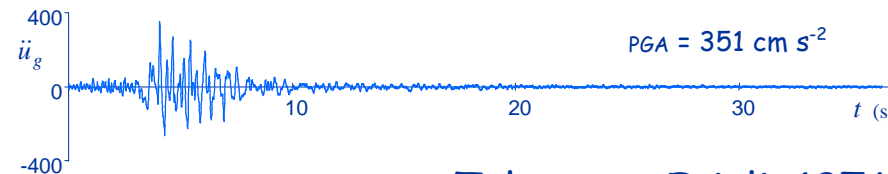
Equazione del moto:

$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = -m \ddot{u}_g$$

Oscillazioni forzate (moto del terreno - accelerogramma)



È possibile
determinare
numericamente
la risposta ad un
accelerogramma

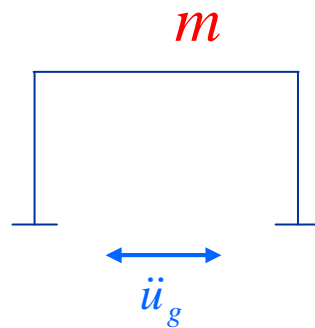


Tolmezzo, Friuli, 1976

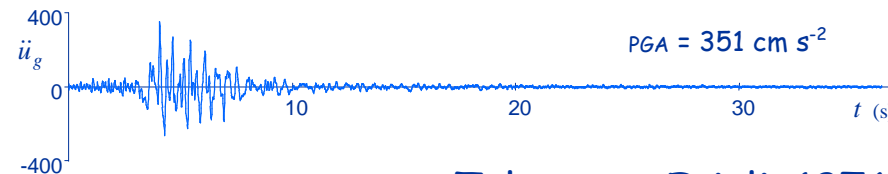
Noti i valori di u, \dot{u}, \ddot{u} in un certo
istante t_1 ed il valore di \ddot{u}_g tra t_1 e
 $t_1 + \Delta t$ si possono ricavare i valori di
 u, \dot{u}, \ddot{u} nell'istante $t_1 + \Delta t$

Si ottiene la risposta nel tempo
(time history)

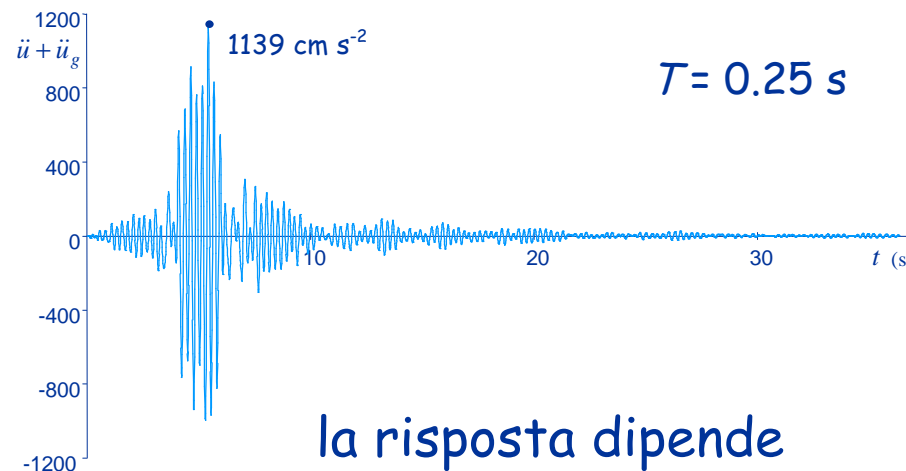
Oscillazioni forzate (moto del terreno - accelerogramma)



È possibile
determinare
numericamente
la risposta ad un
accelerogramma

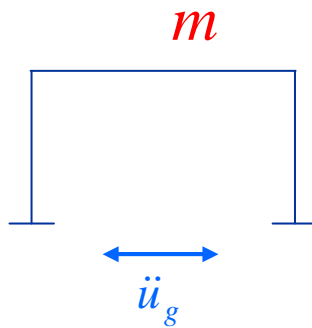


Tolmezzo, Friuli, 1976

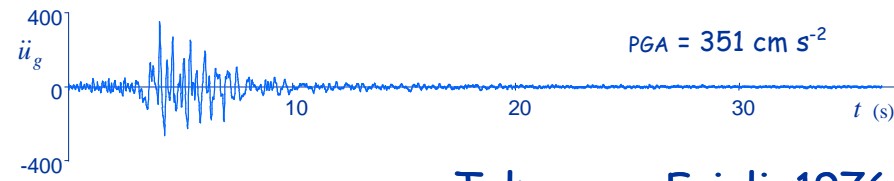


la risposta dipende
dal periodo T dell'oscillatore

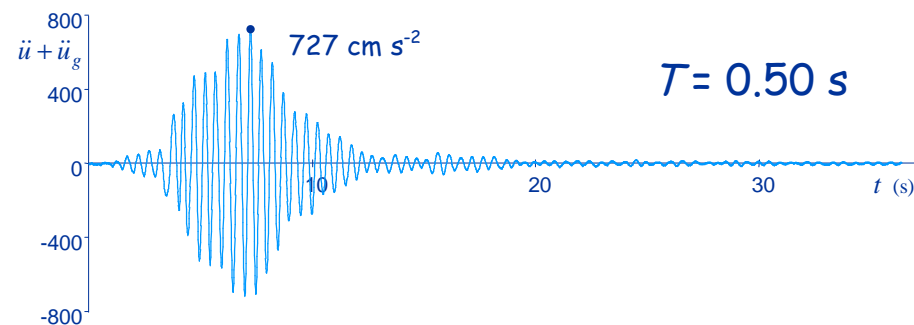
Oscillazioni forzate (moto del terreno - accelerogramma)



Cambiando il periodo
dell'oscillatore,
cambia la risposta

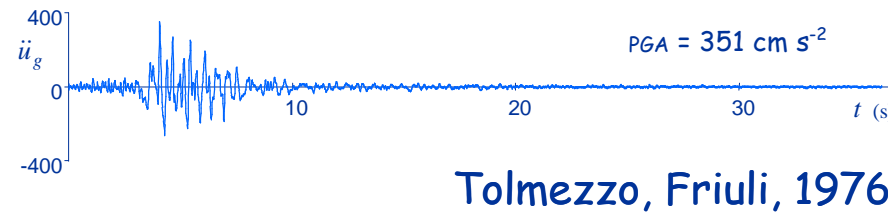
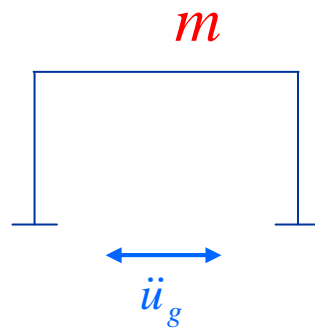


Tolmezzo, Friuli, 1976

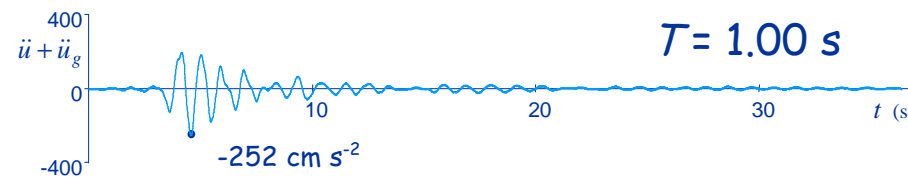


Oscillazioni forzate

(moto del terreno - accelerogramma)



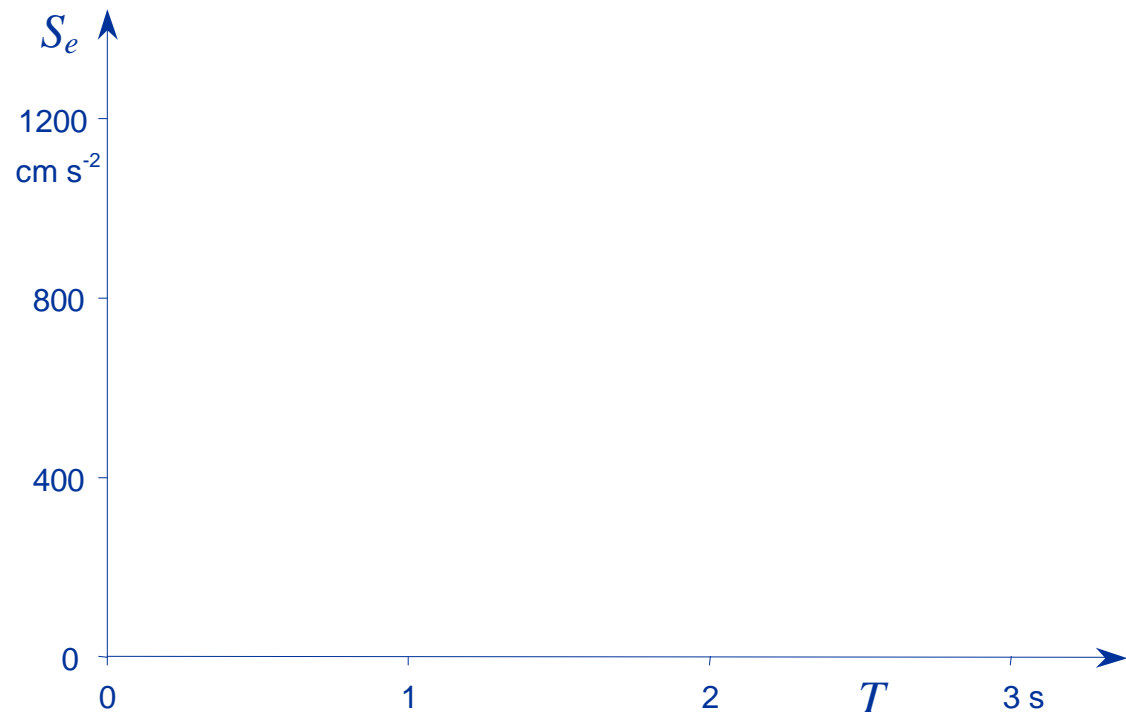
Cambiando il periodo
dell'oscillatore,
cambia la risposta



Oscillazioni forzate

(moto del terreno - accelerogramma)

Si può diagrammare, per punti, il valore dell'accelerazione massima per schemi con periodo diverso

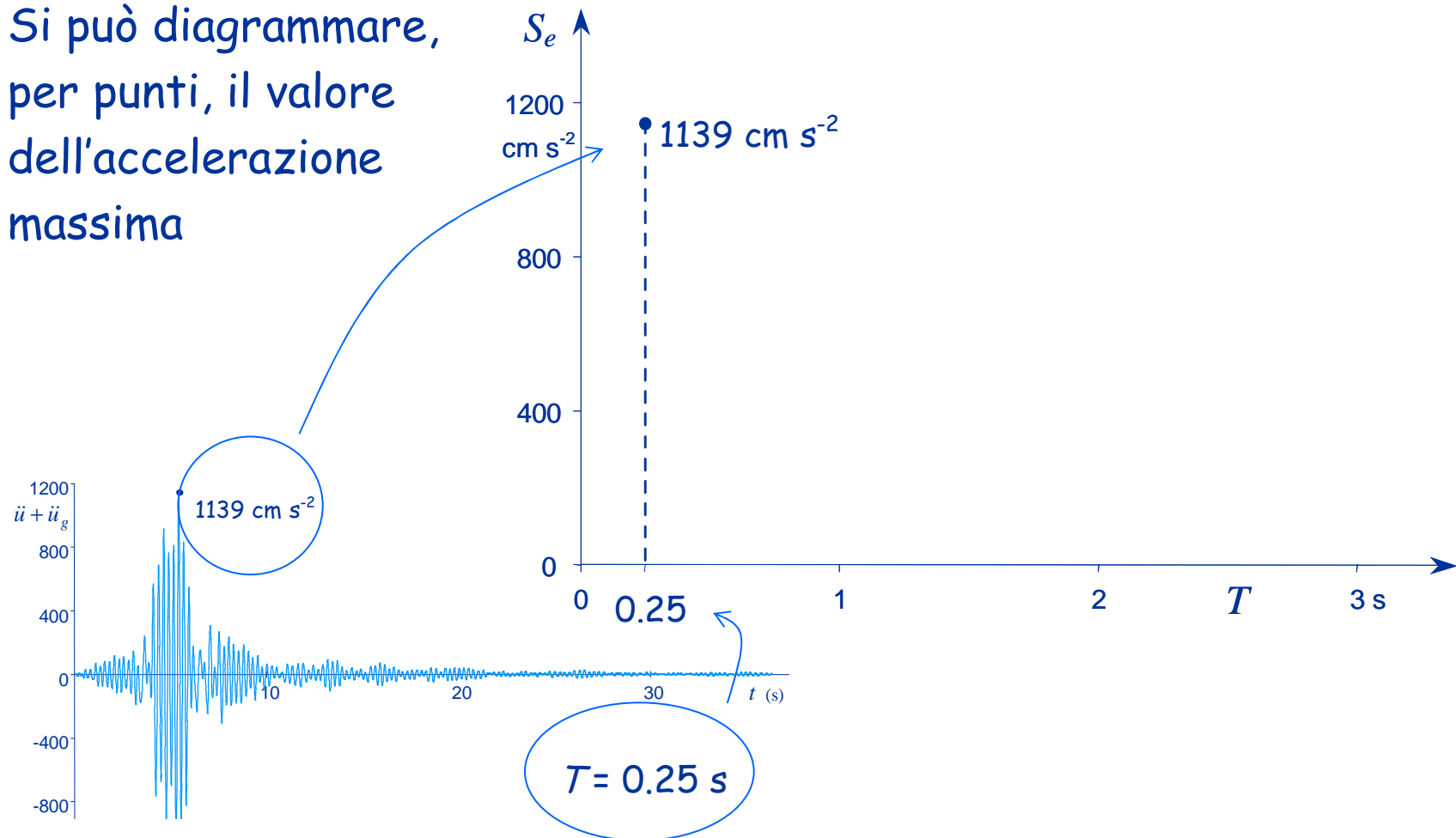


In genere ci interessa la risposta massima, non quello che succede istante per istante

Oscillazioni forzate

(moto del terreno - accelerogramma)

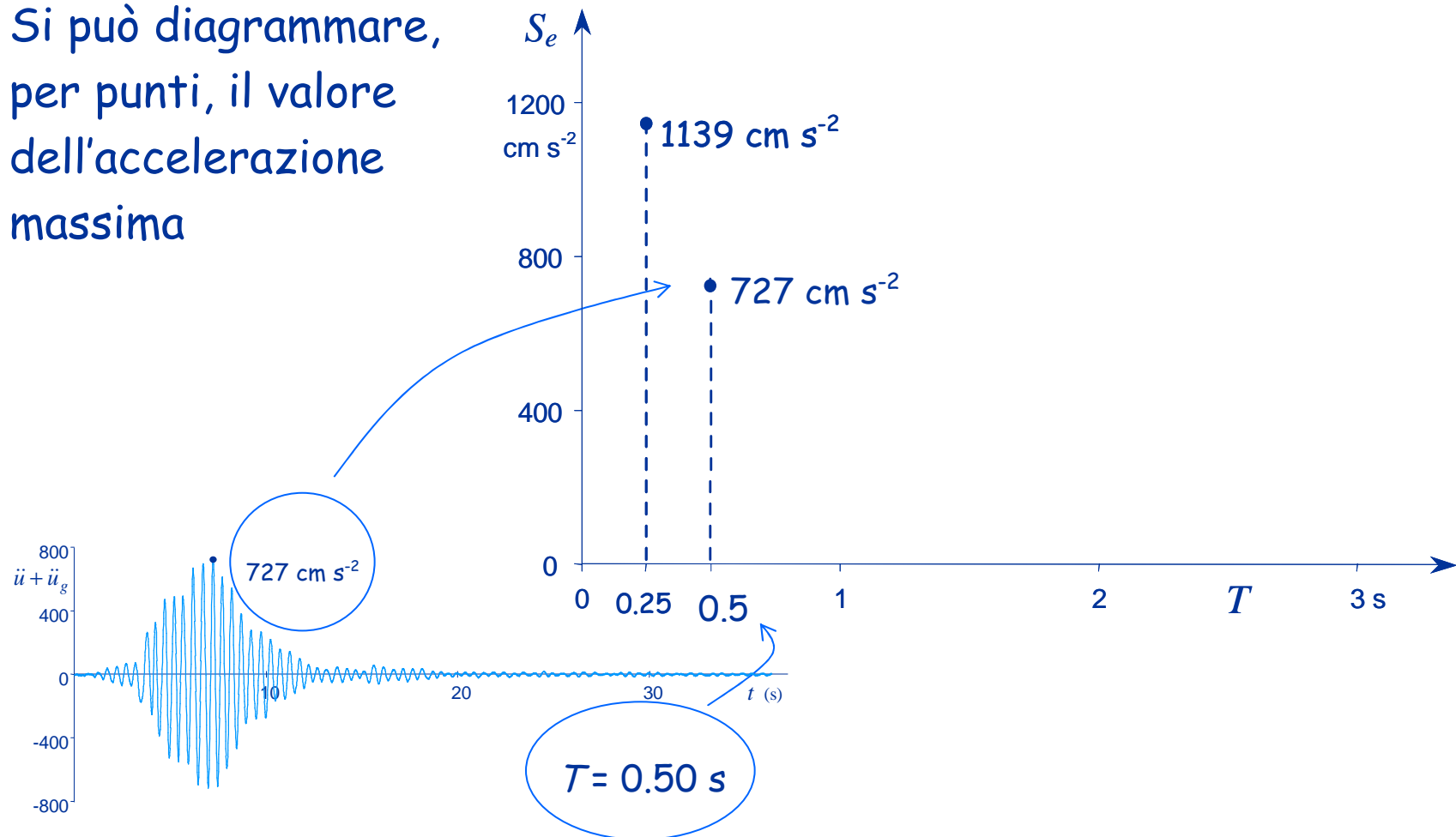
Si può diagrammare,
per punti, il valore
dell'accelerazione
massima



Oscillazioni forzate

(moto del terreno - accelerogramma)

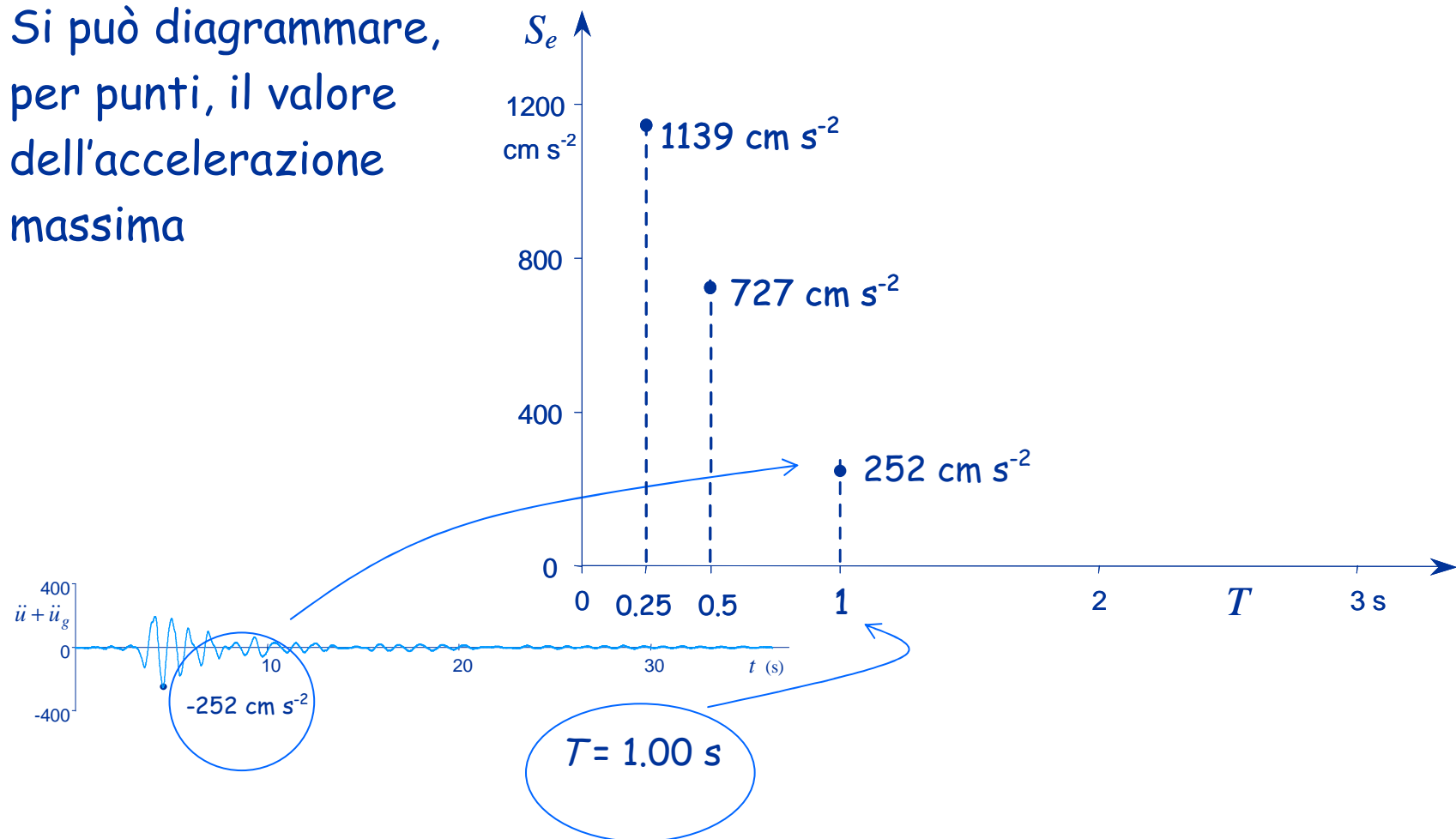
Si può diagrammare, per punti, il valore dell'accelerazione massima



Oscillazioni forzate

(moto del terreno - accelerogramma)

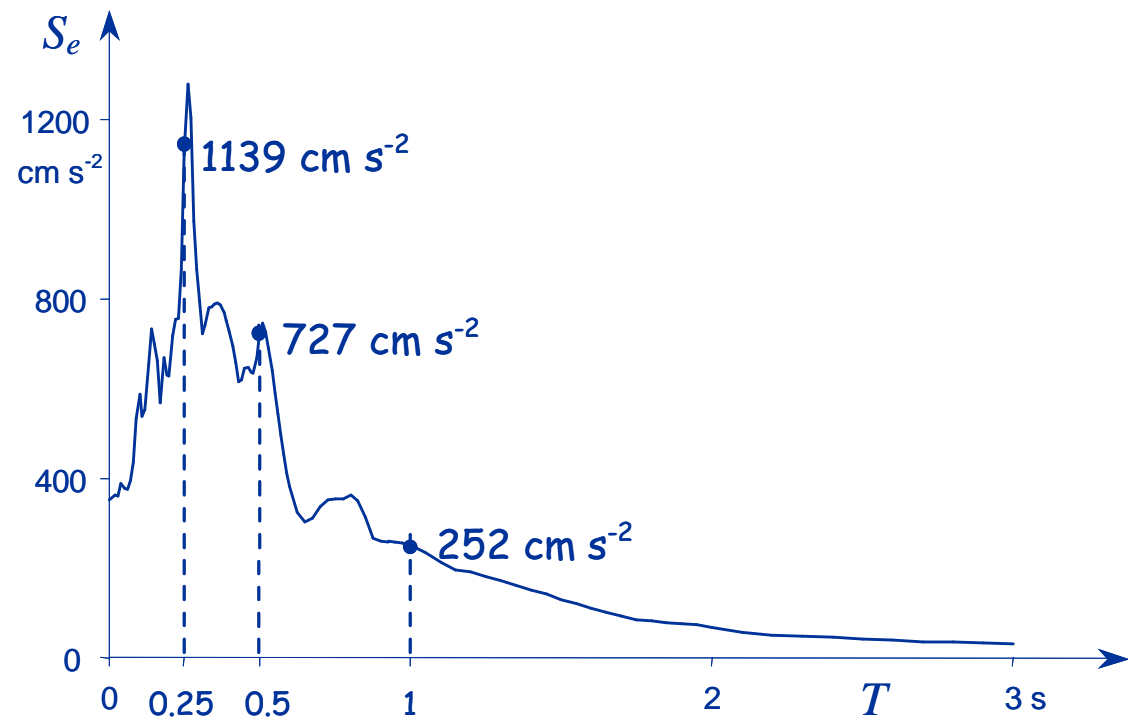
Si può diagrammare, per punti, il valore dell'accelerazione massima



Oscillazioni forzate

Spettro di risposta

Si può diagrammare, per punti, il valore dell'accelerazione massima

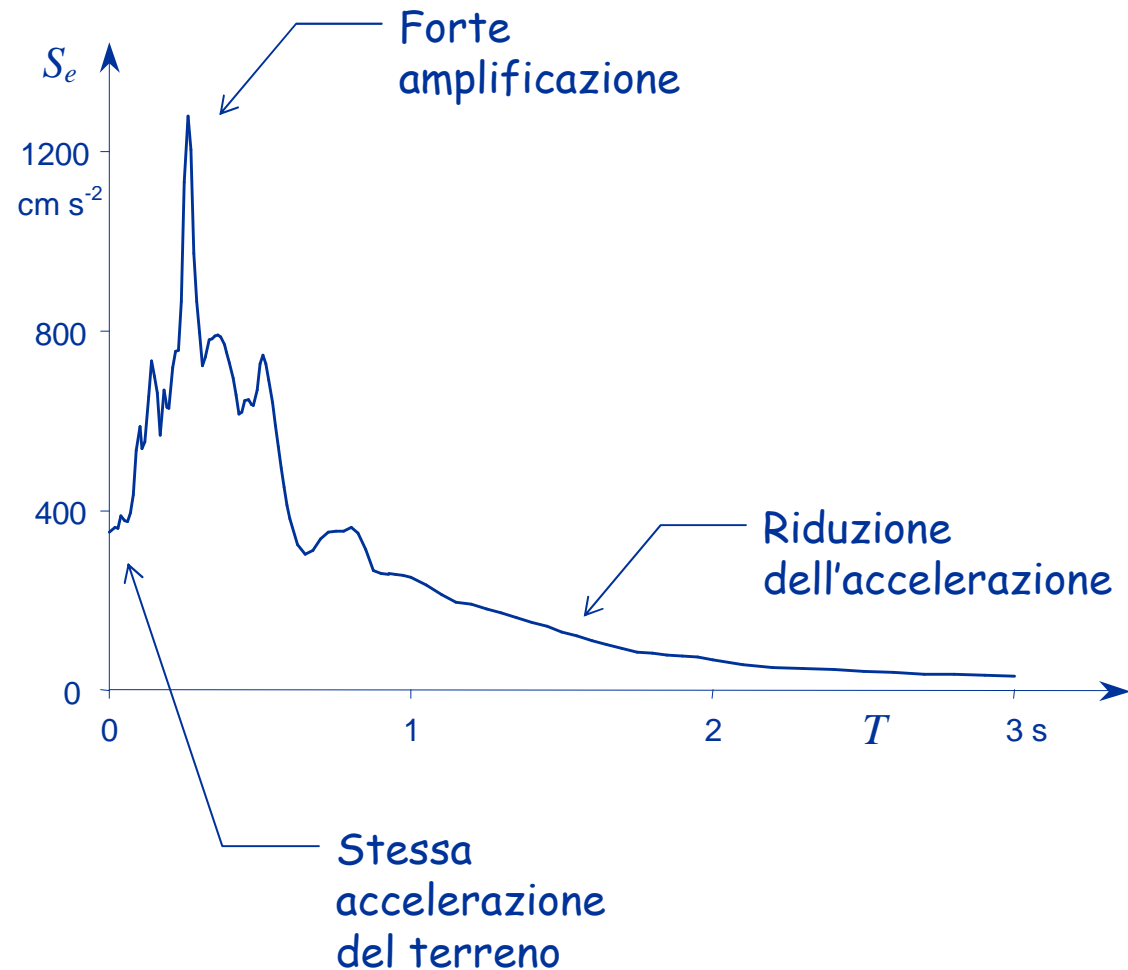


Il diagramma ottenuto unendo i vari punti viene detto "spettro di risposta" (in termini di accelerazione)

Oscillazioni forzate

Spettro di risposta (accelerazione)

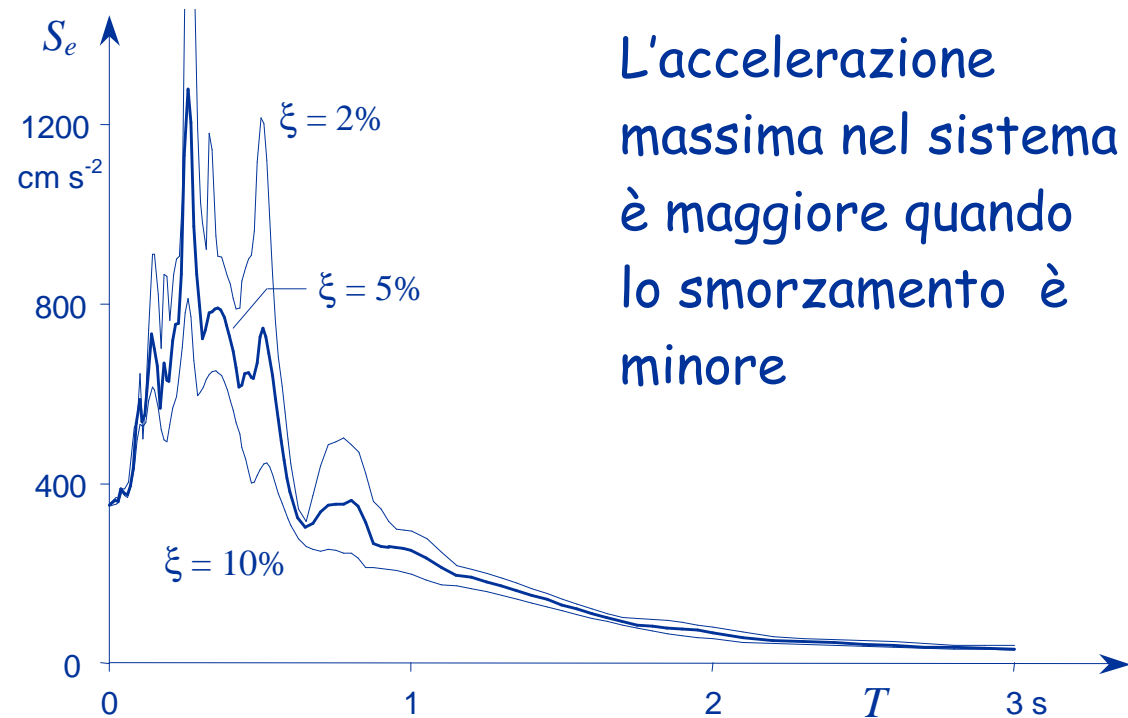
L'andamento dell'accelerazione massima in funzione del periodo proprio ha un andamento ben preciso



Oscillazioni forzate

Spettro di risposta (accelerazione)

Al variare dello smorzamento si ottengono diverse curve

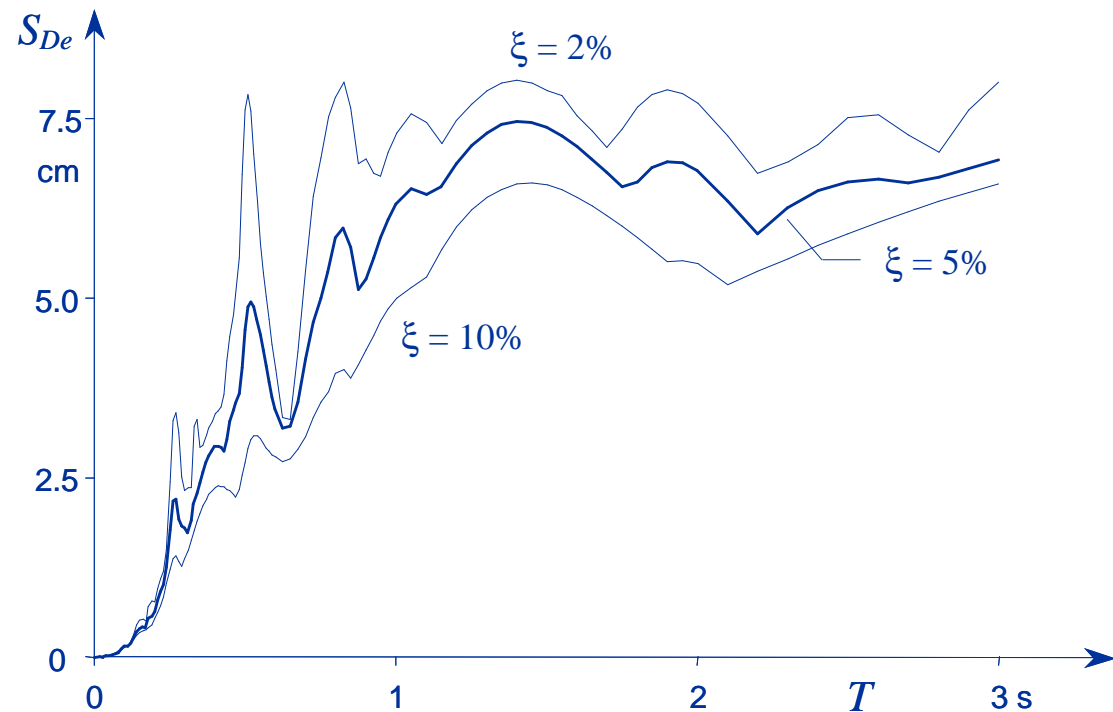


L'accelerazione massima nel sistema è maggiore quando lo smorzamento è minore

Oscillazioni forzate

Spettro di risposta (spostamento)

Allo stesso modo si può diagrammare lo spostamento relativo massimo in funzione del periodo



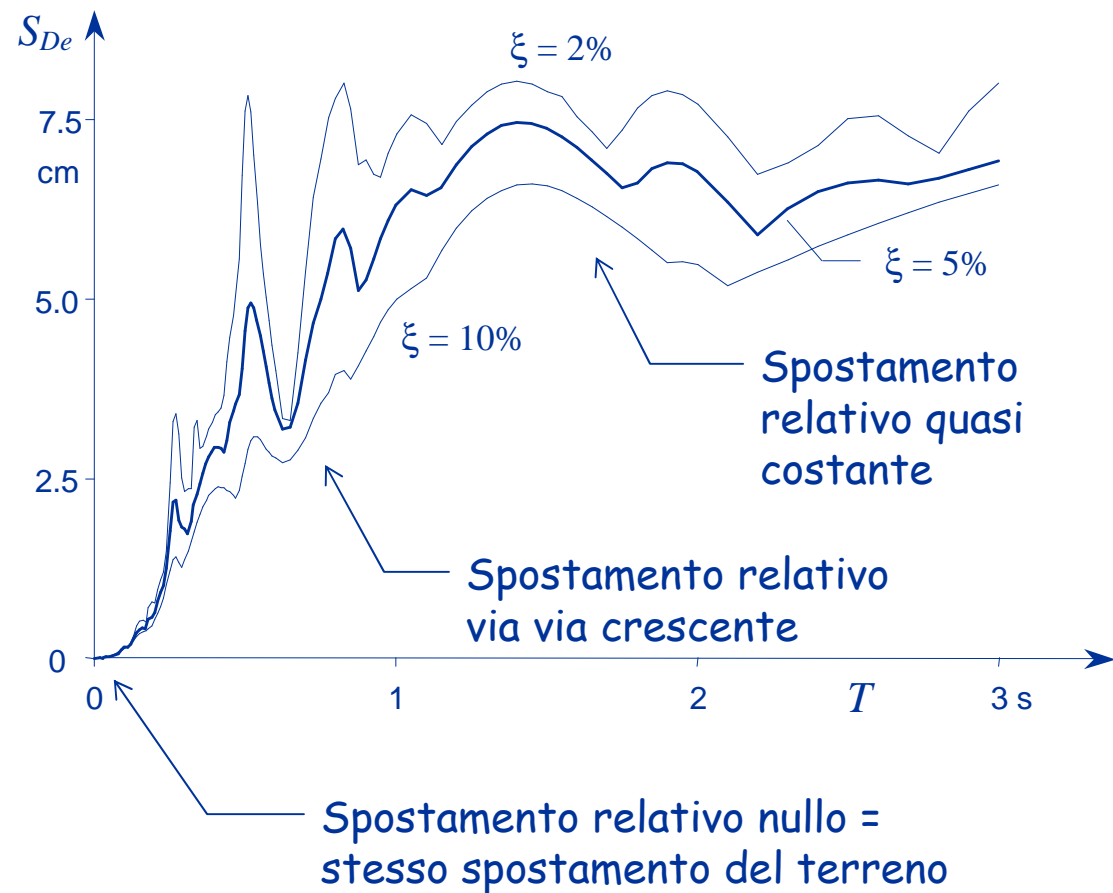
Il diagramma così ottenuto viene detto "spettro di risposta" (in termini di spostamento)

Oscillazioni forzate

Spettro di risposta (spostamento)

Si noti l'andamento dello spostamento relativo massima in funzione del periodo proprio

Lo spostamento massimo nel sistema è maggiore quando lo smorzamento è minore



Oscillazioni forzate

Spettri di risposta (accelerazione-spostamento)

Nota:

- Se lo smorzamento fosse nullo, accelerazione massima e spostamento massimo si raggiungerebbero nello stesso istante
- Con i reali smorzamenti il valore massimo dell'accelerazione assoluta è vicino ma non identico al valore che si ha nell'istante in cui si ha lo spostamento massimo (questo è detto pseudo-accelerazione massima)

La differenza è comunque trascurabile

- I valori dello spettro in termini di spostamento e pseudo-accelerazione sono legati analiticamente dalla relazione

$$|\ddot{u} + \ddot{u}_g| = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 u$$

Relazione tra i valori massimi di spostamento relativo e accelerazione assoluta

Equazione del moto:

$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = -m \ddot{u}_g$$

Quando lo spostamento relativo u
è massimo la sua derivata è nulla

$$u = u_{\max} \quad \Rightarrow \quad \dot{u} = 0$$

Si ha allora:

$$m \ddot{u} + k u_{\max} = -m \ddot{u}_g$$

$$k u_{\max} = -m (\ddot{u} + \ddot{u}_g)$$

$$\left| \ddot{u} + \ddot{u}_g \right| = \frac{k}{m} u_{\max} = \left(\frac{2 \pi}{T} \right)^2 u_{\max}$$

$$\text{perché} \quad T = 2 \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



Relazione tra i valori massimi di spostamento relativo e accelerazione assoluta

La quantità $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 u$
viene detta pseudoaccelerazione

Essa coincide con l'accelerazione
assoluta quando lo smorzamento
è nullo

L'accelerazione assoluta massima e la pseudoaccelerazione massima
a rigore sono diverse, ma in sostanza sono praticamente coincidenti

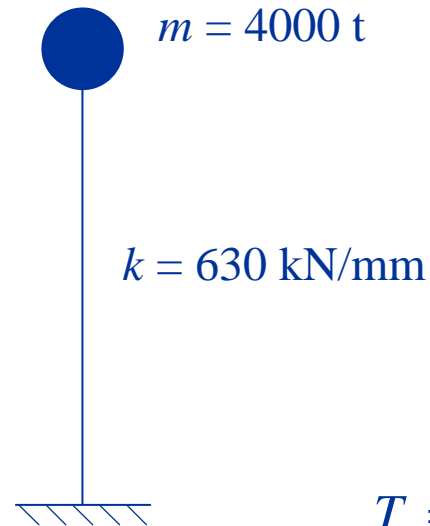
La relazione $|\ddot{u} + \ddot{u}_g| = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 u$

consente di passare dai valori massimi dello spostamento a quelli
massimi dell'accelerazione assoluta, e viceversa

A cosa servono gli spettri?



Foto



Modello
di calcolo

Conoscendo
massa e rigidezza
possiamo
determinare il
periodo proprio

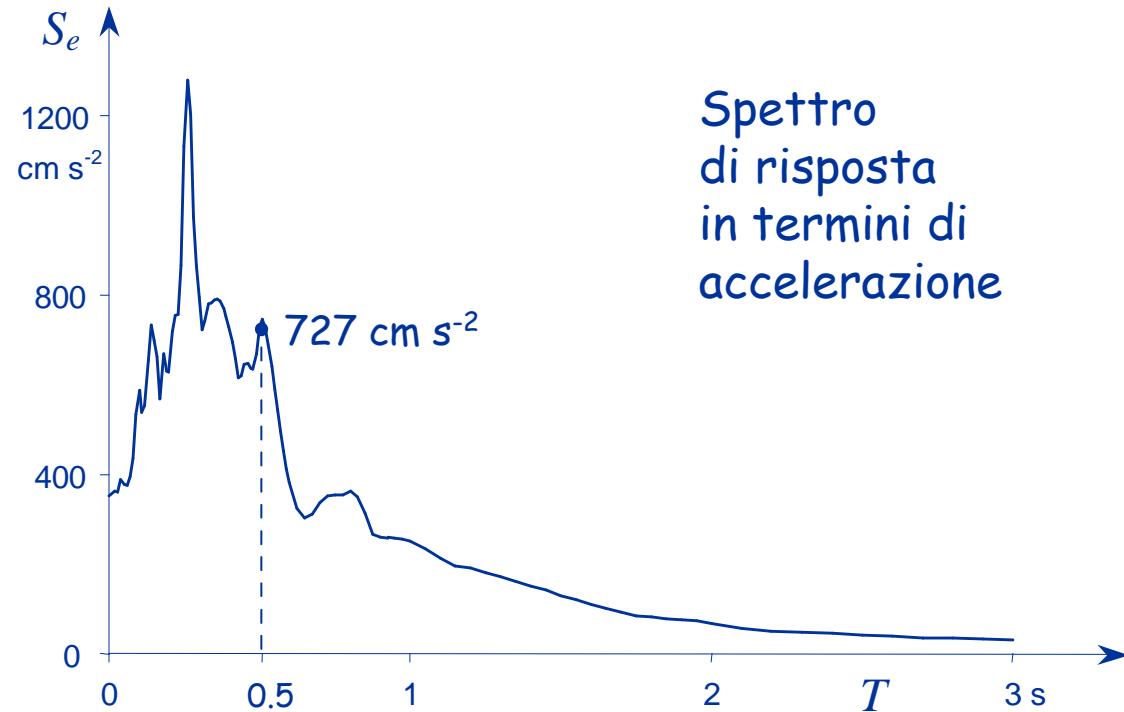
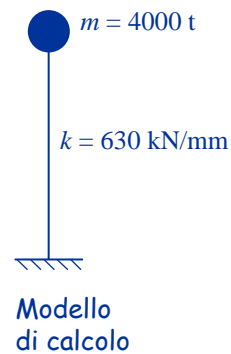
$$\begin{aligned} T &= 2 \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \\ &= 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{4000 \times 10^3}{630 \times 10^6}} = \\ &= 0.5 \text{ s} \end{aligned}$$

A cosa servono gli spettri?



Foto

$$T = 0.5 \text{ s}$$



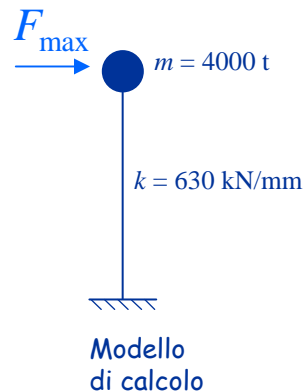
Spettro
di risposta
in termini di
accelerazione

Noto il periodo proprio, possiamo leggere
dallo spettro l'accelerazione assoluta massima $a_{\max} = 7.27 \text{ m s}^{-2} = 0.74 \text{ g}$

A cosa servono gli spettri?



Foto



$$T = 0.5 \text{ s}$$

Ma dall'accelerazione
possiamo ricavare anche la
massima forza d'inerzia

$$F_{\max} = m a_{\max} = 4000 \times 7.27 = 29000 \text{ kN}$$

e quindi le massime
sollecitazioni nella struttura,
i massimi spostamenti, ecc.

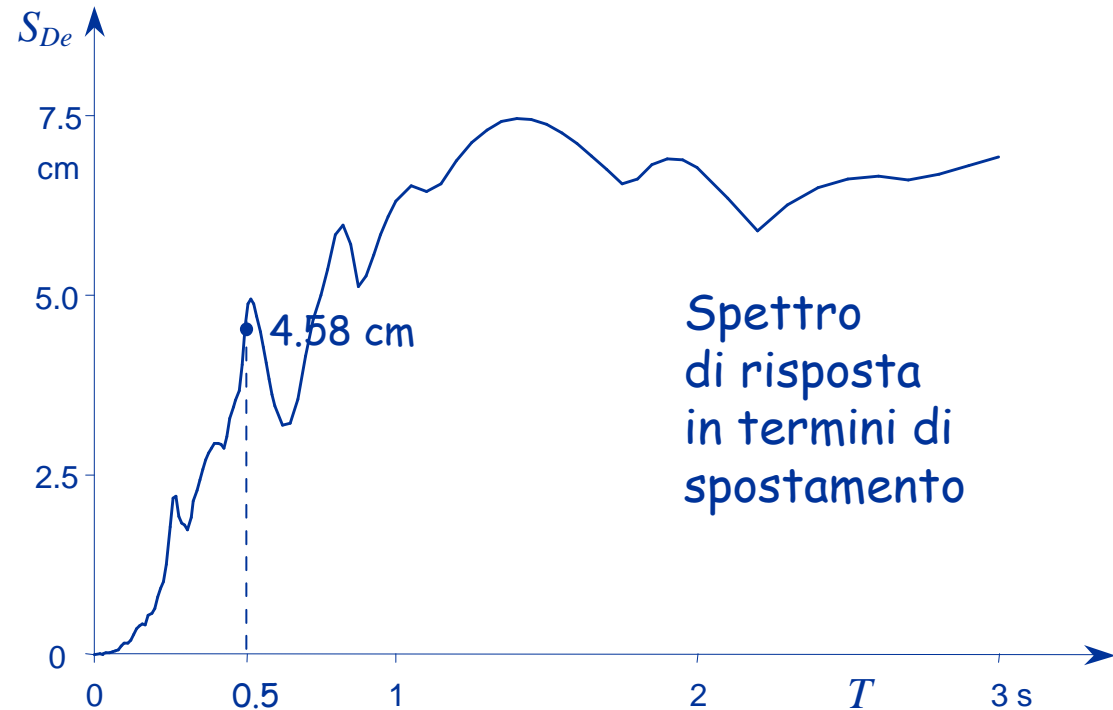
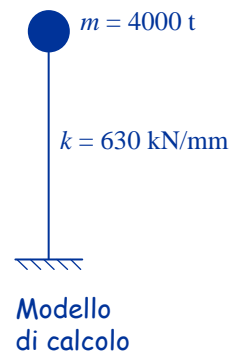
Idea base del calcolo sismico:
valutare il comportamento dinamico applicando forze statiche

A cosa servono gli spettri?



Foto

$$T = 0.5 \text{ s}$$

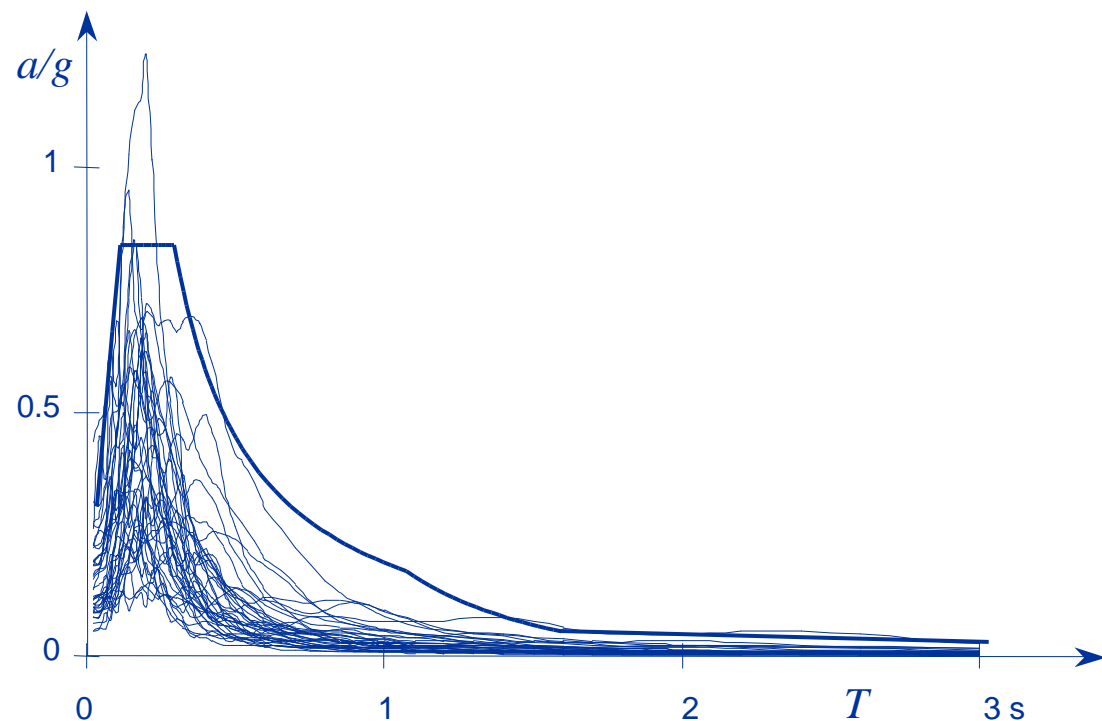


Lo spostamento relativo massimo può essere calcolato risolvendo lo schema strutturale con le forze orizzontali applicate oppure dallo spettro di risposta in termini di spostamento

$$u_{\max} = 4.58 \text{ cm}$$

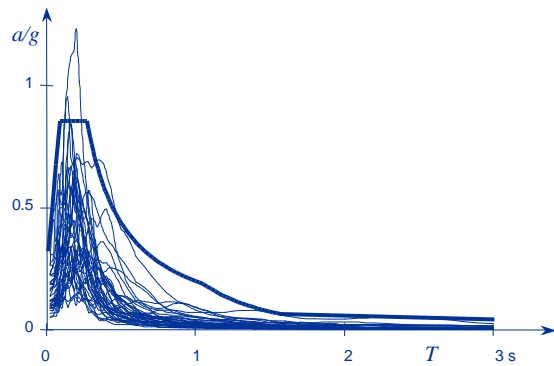
Spettri di risposta

L'analisi di oscillatori semplici può essere ripetuta per diversi accelerogrammi (con un assegnato smorzamento)

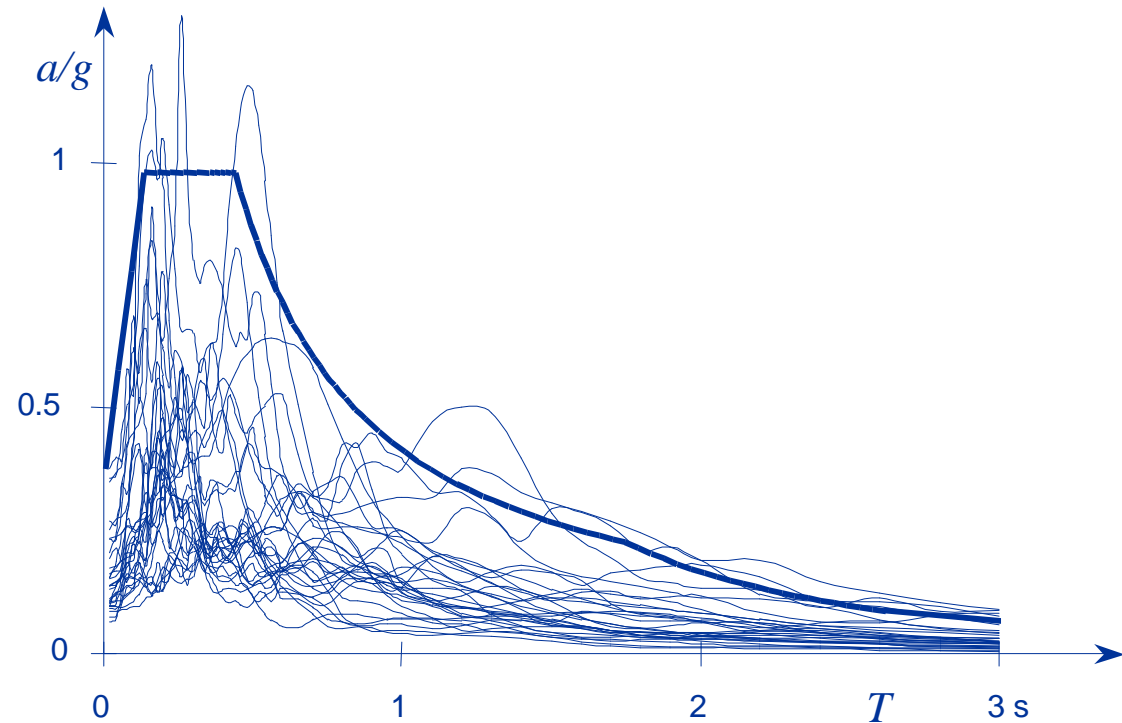


Si può quindi definire una curva che inviluppa tutti gli spettri di risposta, o che viene superata solo occasionalmente

Spettri di risposta

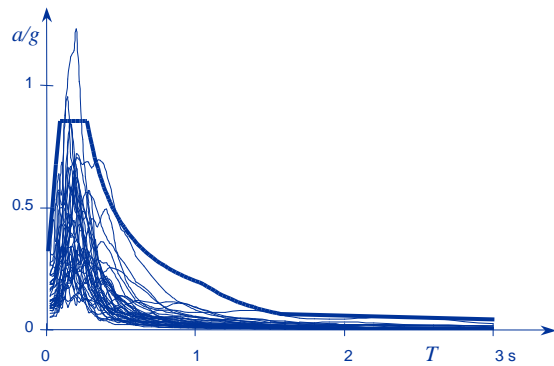


In zone differenti
e su terreni
differenti
si otterranno
risultati diversi

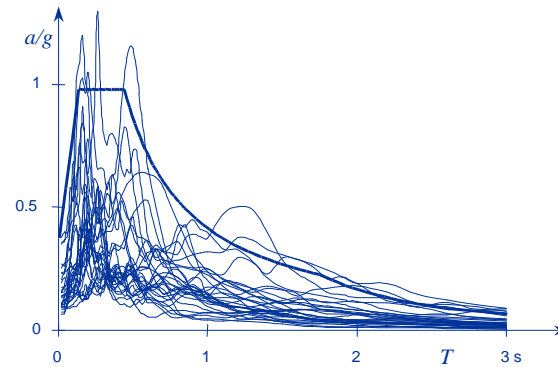


Si può quindi definire una curva che inviluppa tutti gli spettri di risposta, o che viene superata solo occasionalmente

Spettri di risposta



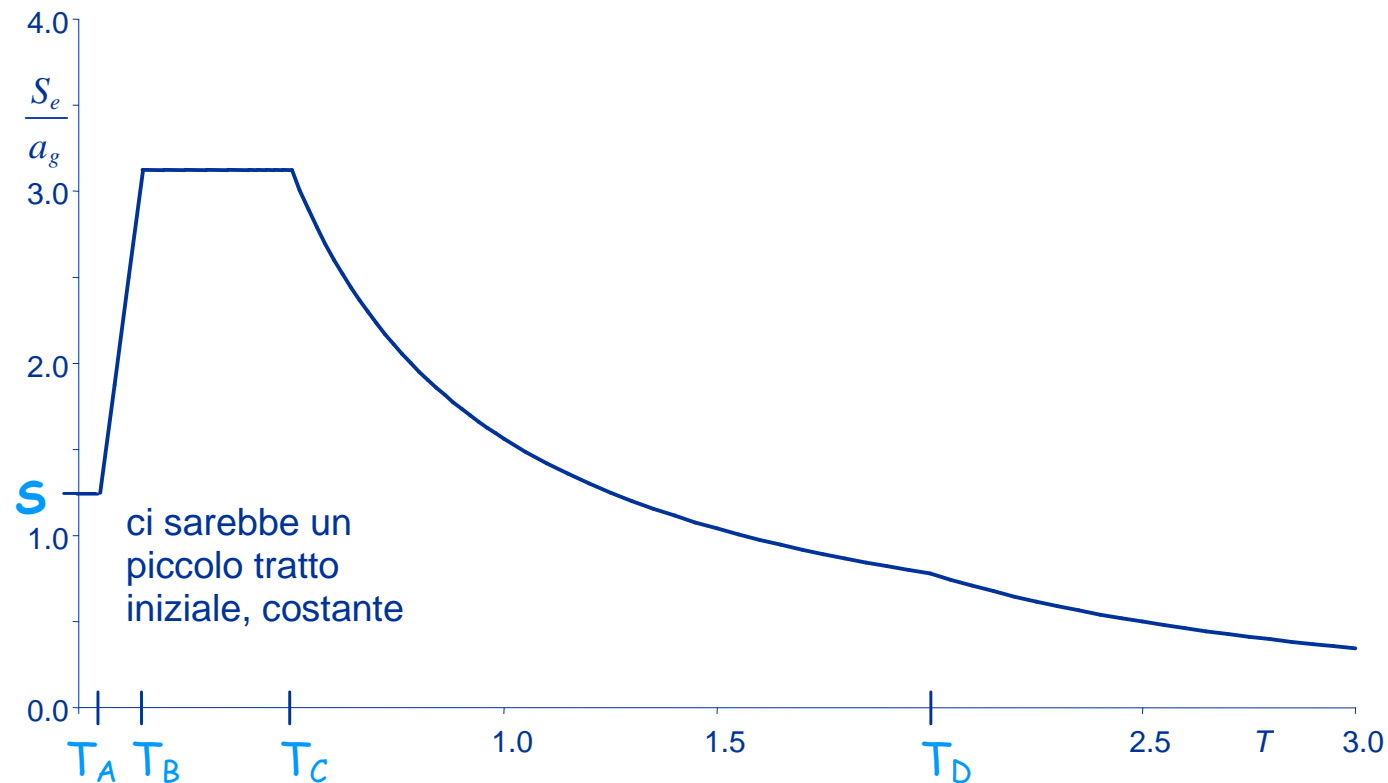
In zone differenti
e su terreni
differenti
si otterranno
risultati diversi



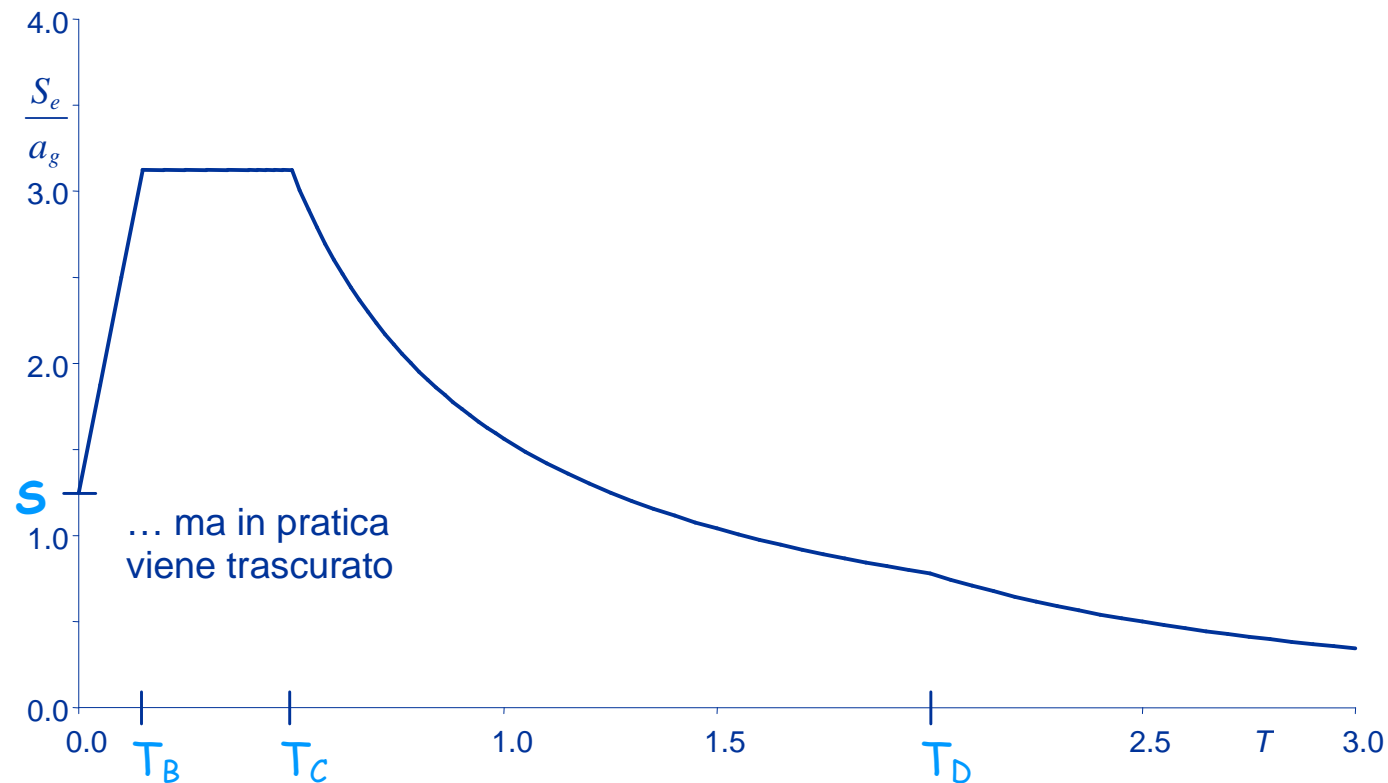
La normativa fornisce quindi spettri di
risposta differenziati in funzione delle
caratteristiche del suolo e della zona in
cui è ubicata la struttura

Spettri di risposta elastica NTC 08 (D.M. 14/1/2008)

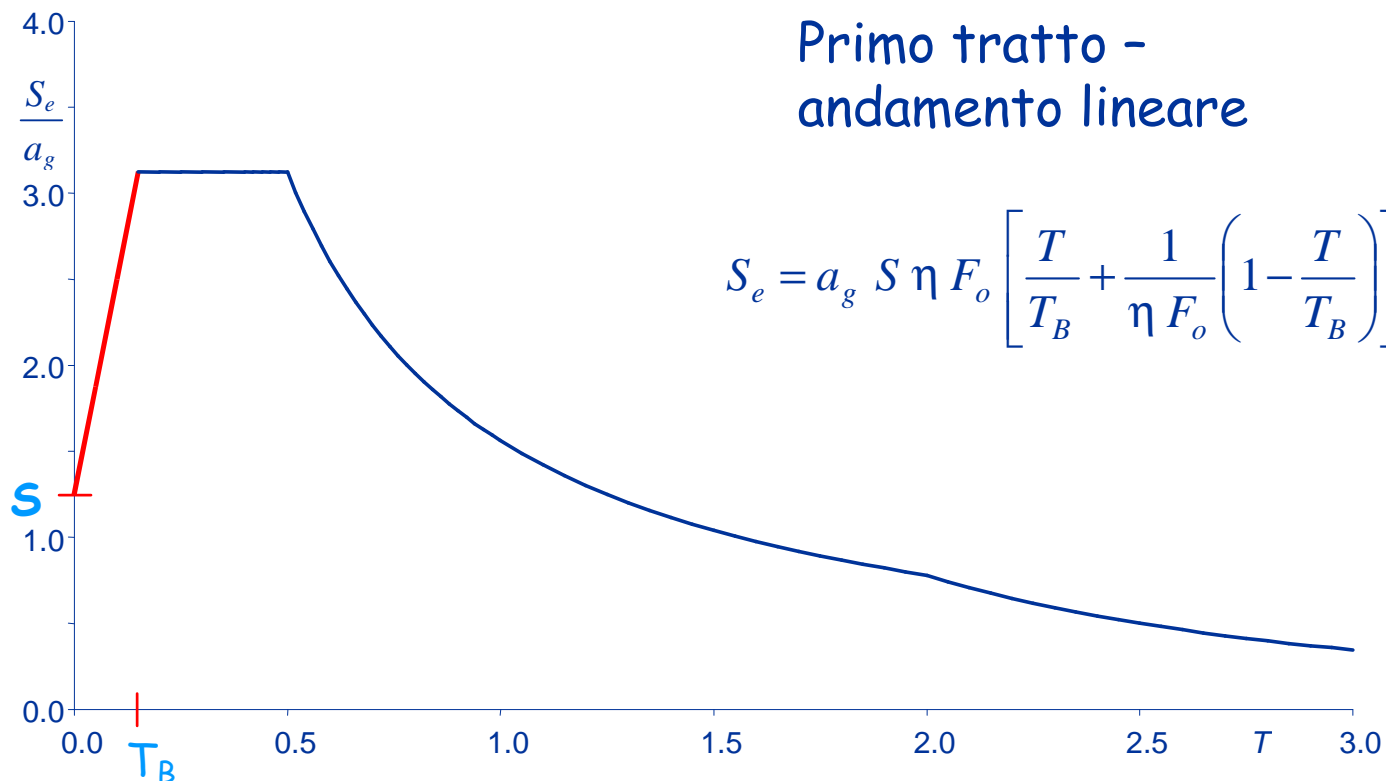
Forma generale degli spettri di risposta elastica



Forma generale degli spettri di risposta elastica



Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali



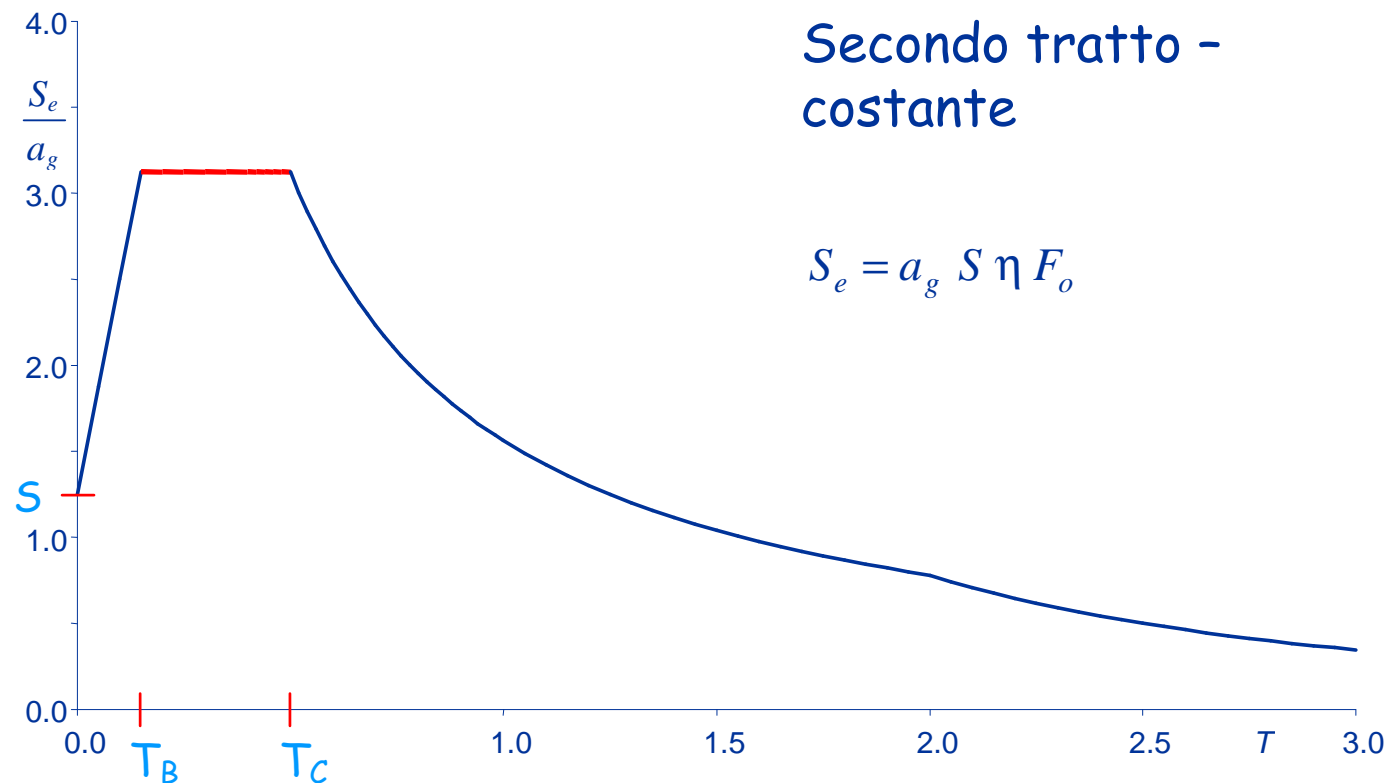
Primo tratto -
andamento lineare

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

Amplificazione, legata
al tipo di terreno

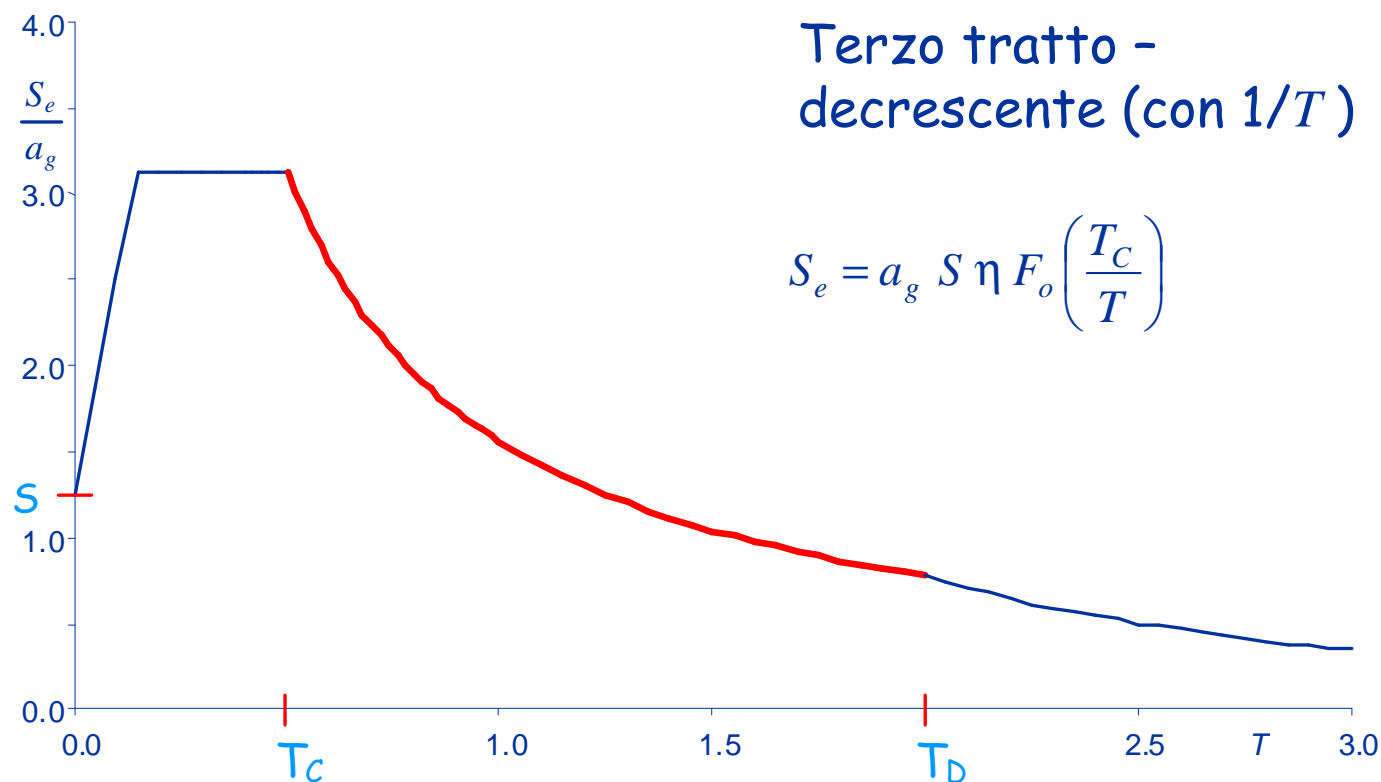
$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali



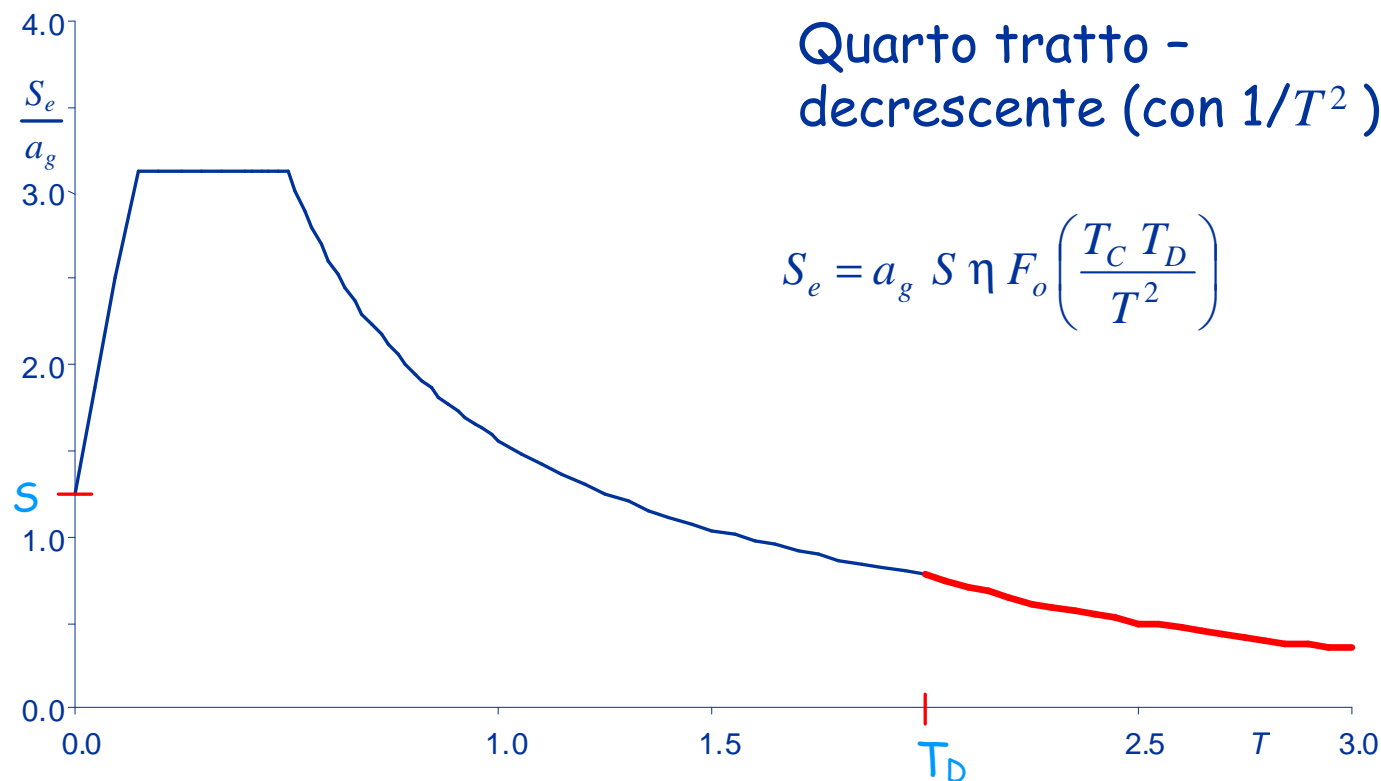
$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali



$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali



$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali

Per definire uno spettro di risposta elastico
occorre indicare i parametri

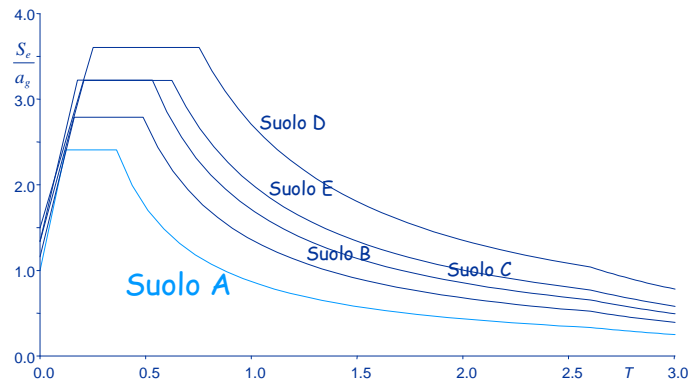
- a_g accelerazione del terreno (su roccia)
- S amplificazione dovuta al tipo di terreno
- T_B T_C T_D periodi che separano i diversi tratti
- ξ smorzamento della struttura

S T_B T_C T_D si ricavano a partire dai tre parametri

$$a_g \quad F_o \quad T_C^*$$

(che sono legati al sito e al periodo di ritorno T_r)
e dipendono anche dalle caratteristiche del terreno

Classificazione dei suoli e spettri di risposta



Suolo A

Formazioni litoidi o suoli
omogenei molto rigidi

$V_{S30} > 800$ m/s

$S = 1$ $T_B = 0.15$ s $T_C = 0.4$ s $T_D = 2.5$ s

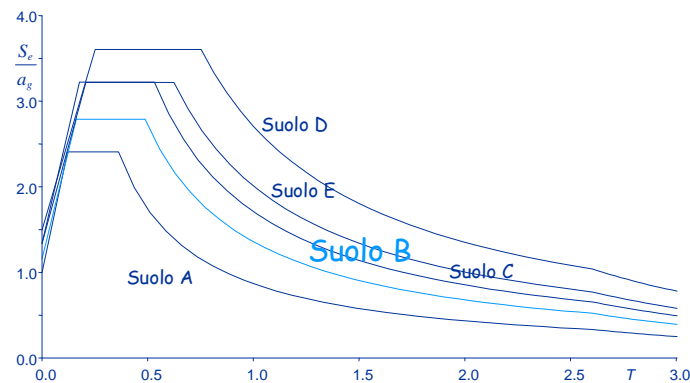
Valori orientativi per terremoti
con alto periodo di ritorno

V_{S30}

Velocità media di propagazione
delle onde di taglio nei 30 m
superiori del suolo

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali, alto periodo di ritorno



$$S = 1.20 \quad T_B = 0.15 \text{ s} \quad T_C = 0.5 \text{ s}$$

Valori orientativi per terremoti
con alto periodo di ritorno

V_{S30}

Velocità media di propagazione
delle onde di taglio nei 30 m
superiori del suolo

Suolo B

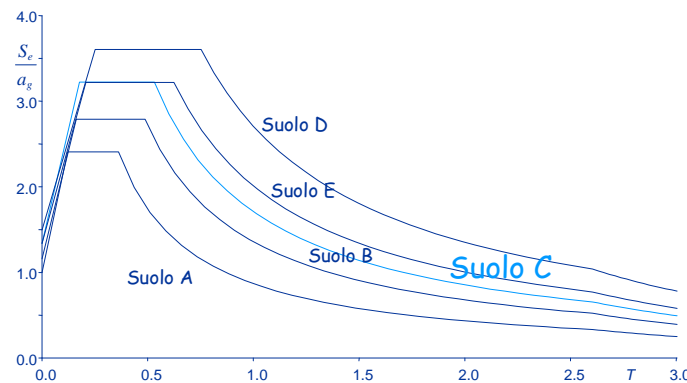
Depositi di sabbie e ghiaie
molto addensate o argille
molto consistenti

$$360 \text{ m/s} < V_{S30} < 800 \text{ m/s}$$

Resistenza penetrometrica
 $N_{SPT} > 50$

Coesione non drenata
 $c_u > 250 \text{ kPa}$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali, alto periodo di ritorno



$$S = 1.30 \quad T_B = 0.15 \text{ s} \quad T_C = 0.5 \text{ s}$$

Valori orientativi per terremoti
con alto periodo di ritorno

V_{S30}

Velocità media di propagazione
delle onde di taglio nei 30 m
superiori del suolo

Suolo C

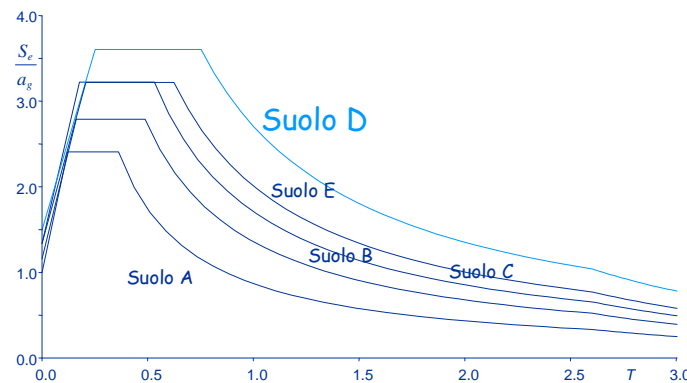
Depositi di sabbie e ghiaie
mediamente addensate o
argille di media consistenza

$$180 \text{ m/s} < V_{S30} < 360 \text{ m/s}$$

Resistenza penetrometrica
 $15 < N_{SPT} < 50$

Coesione non drenata
 $70 < c_u < 250 \text{ kPa}$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali, alto periodo di ritorno



$$S = 1.45 \quad T_B = 0.25 \text{ s} \quad T_C = 0.8 \text{ s}$$

Valori orientativi per terremoti
con alto periodo di ritorno

V_{S30}

Velocità media di propagazione
delle onde di taglio nei 30 m
superiori del suolo

Suolo D

Depositi di terreni granulari da
sciolti a poco addensati oppure
coesivi da poco a
mediamente consistenti

$$V_{S30} < 180 \text{ m/s}$$

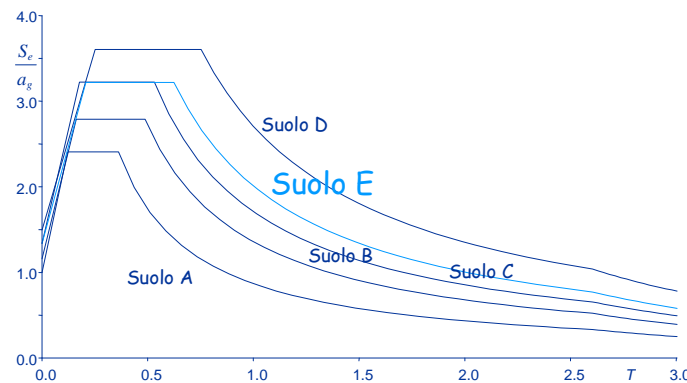
Resistenza penetrometrica

$$N_{SPT} < 15$$

Coesione non drenata

$$c_u < 70 \text{ kPa}$$

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali, alto periodo di ritorno



Suolo E

Strati superficiali alluvionali,
di caratteristiche simili ai tipi
C e D e spessore tra 5 e 20 m,
su un substrato più rigido con
 $V_{S30} > 800$ m/s

$$S = 1.30 \quad T_B = 0.2 \text{ s} \quad T_C = 0.6 \text{ s}$$

Valori orientativi per terremoti
con alto periodo di ritorno

V_{S30}

Velocità media di propagazione
delle onde di taglio nei 30 m
superiori del suolo

Spettri di risposta elastica di normativa accelerazioni orizzontali, alto periodo di ritorno

Suolo S1

Depositi con strato di almeno
10 m di argille di bassa
consistenza ed elevato indice
di plasticità e contenuto di
acqua

$$V_{S30} < 100 \text{ m/s}$$

Coesione non drenata
 $10 < c_u < 20 \text{ kPa}$

Suolo S2

Depositi di terreni soggetti a
liquefazione

Per questi tipi di terreno occorrono studi speciali

Esempio

Dall'alto:

12 m - sabbie marnose

$$N_{SPT} = 26$$

6.1 m - argille grigio-brune

$$N_{SPT} = 47$$

1.9 m - marne sabbiose

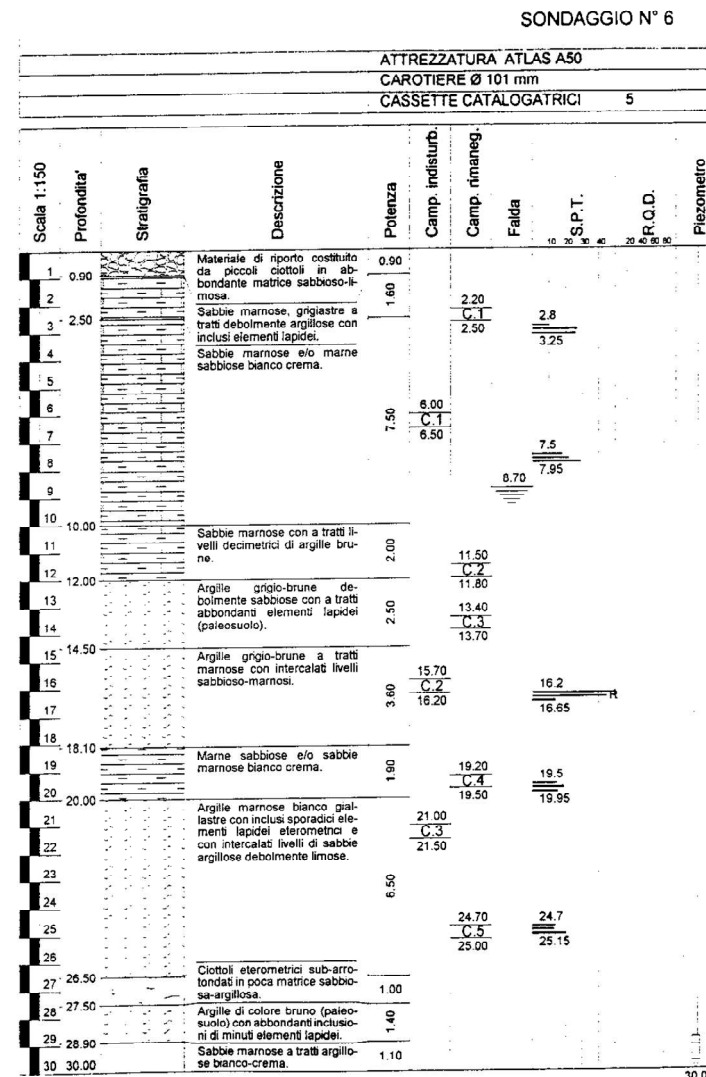
$$N_{SPT} = 16$$

6.5 m - argille marnose

$$N_{SPT} = 18$$

3.5 m - ciottoli, argille brune

$$N_{SPT} = 40$$



Esempio

Dall'alto:

12 m - sabbie marnose

$$N_{SPT} = 26$$

6.1 m - argille grigio-brune

$$N_{SPT} = 47$$

1.9 m - marne sabbiose

$$N_{SPT} = 16$$

6.5 m - argille marnose

$$N_{SPT} = 18$$

3.5 m - ciottoli, argille brune

$$N_{SPT} = 40$$

$$N_{SPT} = \frac{30}{\frac{12}{26} + \frac{6.1}{47} + \frac{1.9}{16} + \frac{6.5}{18} + \frac{3.5}{40}}$$

$$N_{SPT} = 25.9$$

Si può considerare
suolo di tipo C, perché
 $15 < N_{SPT} < 50$

Classificazione sismica oggi (NTC 08)

La normativa fornisce a_g , F_o , T_c^*

A che servono?

- consentono di definire lo spettro di risposta

I valori sono forniti per ogni punto e per qualsiasi periodo di ritorno

Serve veramente tutta questa precisione?

Determinazione dei dati sismici

Indirizzo <http://www.acca.it/EdiLus-MS/> Vai Collegamenti

EdiLus-MS

Mappe Sismiche

Available on the App Store

EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

Viale A. Doria 6, Catania Cerca

Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Vita Nominale Struttura

Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Periodo di riferimento V_R

indirizzo

classe

vita nominale

Mappe Satellite Ibrida

Università Degli Studi Di Catania

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	30	0.064	2.553	0.241
Danno	50	0.079	2.549	0.263
Salvaguardia Vita	475	0.205	2.471	0.355
Prevenzione Collasso	975	0.280	2.447	0.438

ACCA SOFTWARE

ACCA software S.p.A.
il software per l'edilizia
Tel.: 0827/69.504 - Fax: 0827/60.12.35
P.IVA 01883740647 - E-mail: info@acca.it

37.52451589, 15.07444382

Termini e Condizioni di utilizzo di EdilLus-MS

Determinazione dei dati sismici

Indirizzo <http://www.acca.it/EdiLus-MS/>

EdiLus-MS

Mappe Sismiche

EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

Viale A. Doria 6, Catania

Cerca

Latitudine 37.52587305 Longitudine 15.07482737

Classe dell'edificio II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti...

Vita Nominale Struttura 50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica 50

Periodo di riferimento V_R

indirizzo

classe

vita nominale

Dati corrispondenti

Stato limite e periodo di ritorno

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	30	0.064	2.553	0.241
Danno	50	0.079	2.549	0.263
Salvaguardia Vita	475	0.205	2.471	0.355
Prevenzione Collasso	975	0.280	2.447	0.438

Termini e Condizioni di utilizzo di EdilLus-MS

37.52451589, 15.07444382

Spettri di risposta NTC08

S - amplificazione dovuta al terreno

- Dipende da
 - S_S - Categoria di sottosuolo
 - S_T - Categoria topografica

$$S = S_S \times S_T$$

Categoria sottosuolo	S_S
A	1.00
B	$1.00 \leq 1.4 - 0.4 F_o \frac{a_g}{g} \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.7 - 0.6 F_o \frac{a_g}{g} \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.4 - 1.5 F_o \frac{a_g}{g} \leq 1.80$
E	$1.00 \leq 2.0 - 1.1 F_o \frac{a_g}{g} \leq 1.60$

Intervengono
anche F_o e a_g

Vedere foglio
Excel "Spettri"
per applicazioni

Spettri di risposta NTC08

S - amplificazione dovuta al terreno

- Dipende da

S_S - Categoria di sottosuolo

S_T - Categoria topografica

$$S = S_S \times S_T$$

Categoria	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 $i > 30^\circ$

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

Spettri di risposta NTC08

T_B, T_C, T_D - periodi

- T_C dipende dal suolo e da T_C^*

Categoria sottosuolo	C_C
A	1.00
B	$1.10 (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.05 (T_C^*)^{-0.33}$
D	$1.25 (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.15 (T_C^*)^{-0.40}$

$$T_C = C_C \times T_C^*$$

Vedere foglio
Excel "Spettri"
per applicazioni

Spettri di risposta NTC08

T_B, T_C, T_D - periodi

- T_C dipende dal suolo e da T_C^*

- T_B dipende da T_C

$$T_B = T_C / 3$$

- T_D dipende da a_g

$$T_D = 4.0 \times \frac{a_g}{g} + 1.6$$

Vedere foglio
Excel "Spettri"
per applicazioni

Spettri di risposta NTC 08

Esempio: Catania, cittadella universitaria

Per $T_r=475$ anni $a_g=0.205\ g$ $F_o=2.471$ $T_c^*=0.355\ s$
 Per $T_r=50$ anni $a_g=0.079\ g$ $F_o=2.549$ $T_c^*=0.263\ s$

Valori che definiscono lo spettro di risposta elastico
 Accelerazioni orizzontali, terremoto con $T_r=475$ anni (SLV)

Categoria suolo	PGA su roccia a_g	S	$S a_g$	F_o	T_B	T_C	T_D
A	0.205 g	1.000	0.205 g	2.471	0.118 s	0.355 s	2.420 s
B		1.197	0.245 g		0.160 s	0.480 s	2.420 s
C		1.396	0.286 g		0.175 s	0.525 s	2.420 s
D		1.640	0.336 g		0.248 s	0.745 s	2.420 s
E		1.443	0.296 g		0.206 s	0.618 s	2.420 s

Spettri di risposta NTC 08

Esempio: Catania, cittadella universitaria

Per $T_r=475$ anni $a_g=0.205 g$ $F_o=2.471$ $T_C^*= 0.355 s$
 Per $T_r=50$ anni $a_g=0.079 g$ $F_o=2.549$ $T_C^*= 0.263 s$

Valori che definiscono lo spettro di risposta elastico
 Accelerazioni orizzontali, terremoto con $T_r=50$ anni (SLD)

Categoria suolo	PGA su roccia a_g	S	$S a_g$	F_o	T_B	T_C	T_D
A	0.079 g	1.000	0.079 g	2.549	0.088 s	0.263 s	1.916 s
B		1.200	0.095 g		0.126 s	0.378 s	1.916 s
C		1.500	0.119 g		0.143 s	0.429 s	1.916 s
D		1.800	0.142 g		0.214 s	0.641 s	1.916 s
E		1.600	0.126 g		0.172 s	0.516 s	1.916 s

Spettri di risposta NTC08

accelerazioni verticali

- Lo spettro ha la stessa forma, cambiano i parametri

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1.0	0.05	0.15	1.00

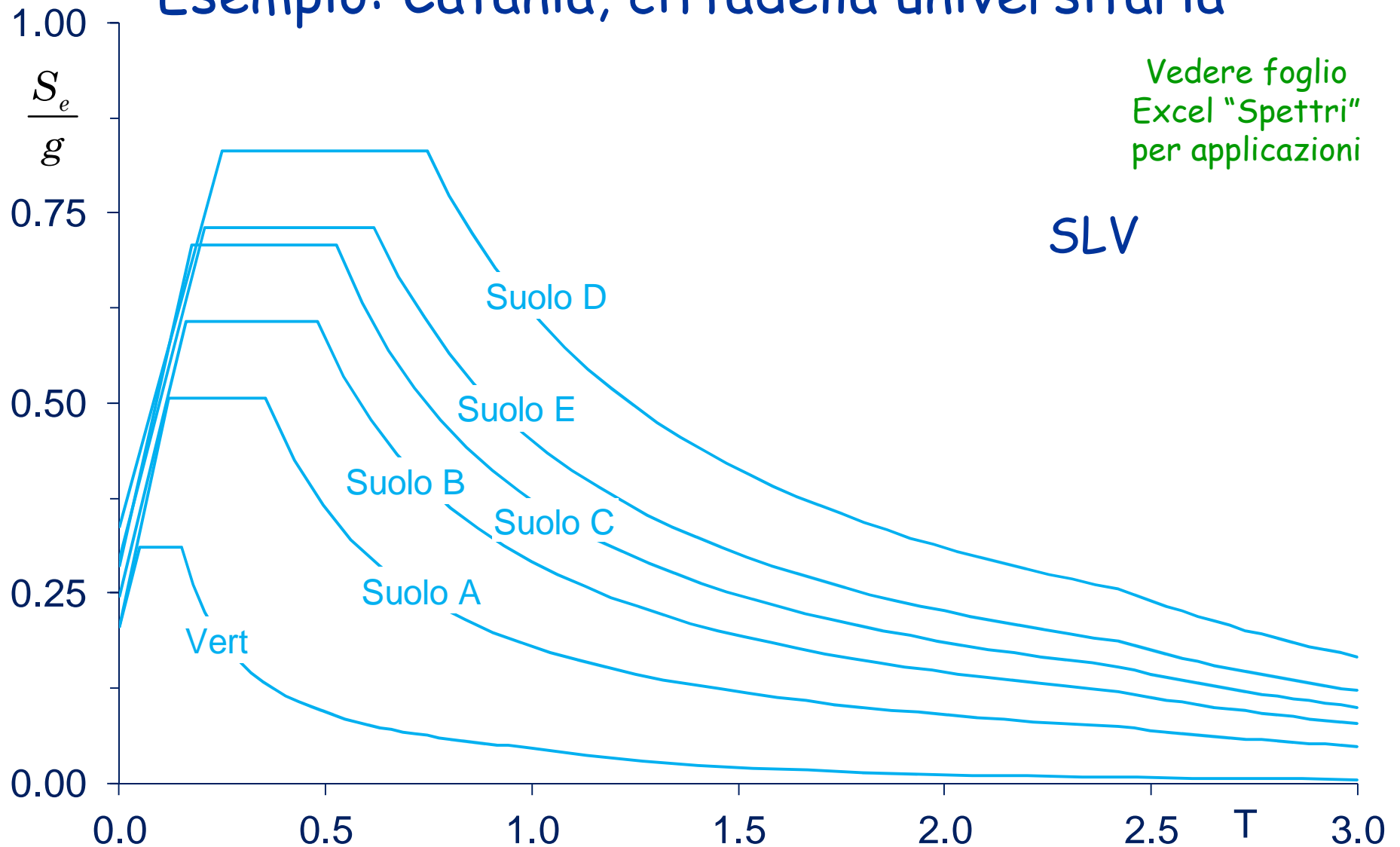
$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_{\text{ag}}}{g} \right)^{0,5}$$

Spettri di risposta NTC 08

Esempio: Catania, cittadella universitaria

Vedere foglio
Excel "Spettri"
per applicazioni

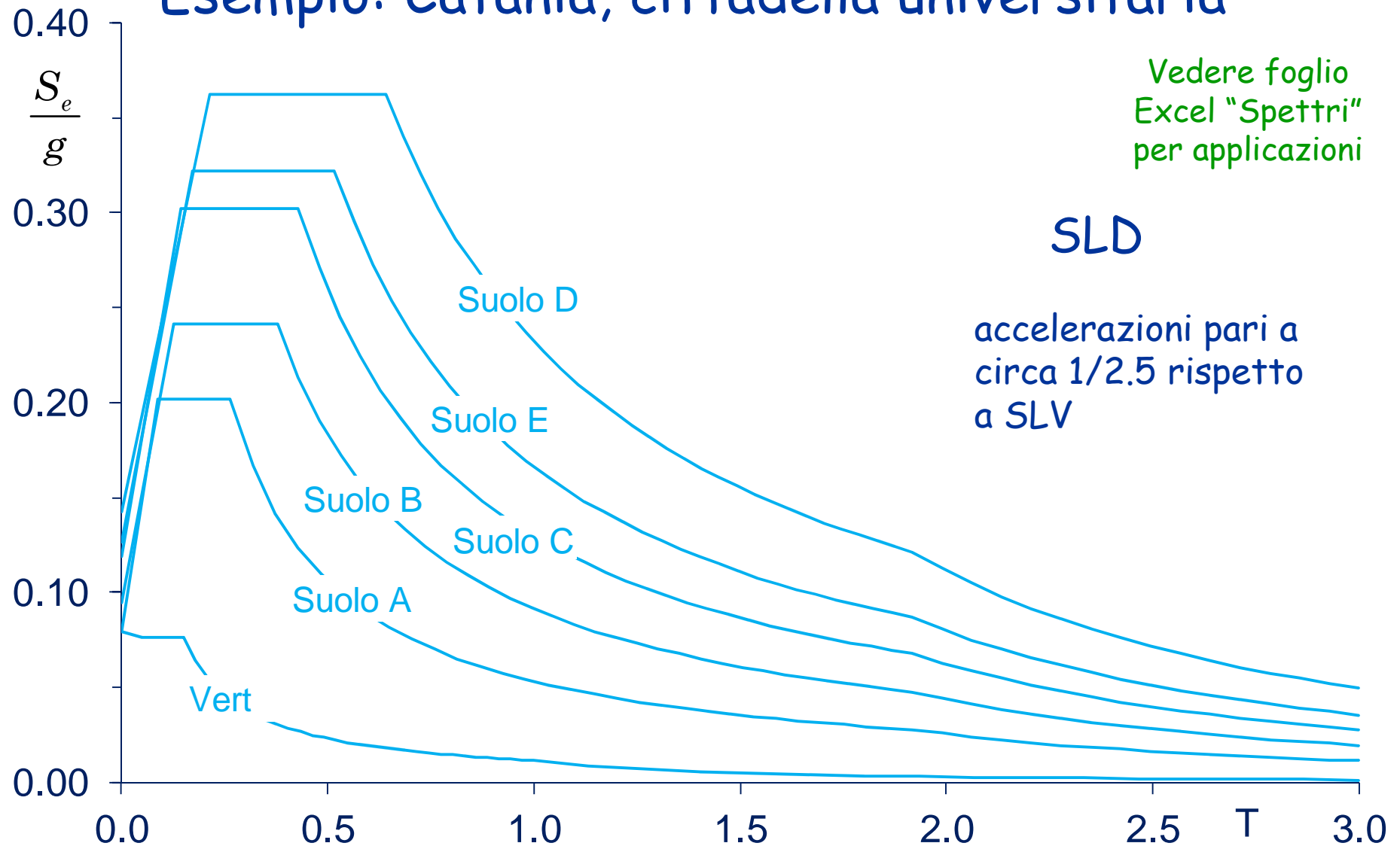
SLV



Spettri di risposta NTC 08

Esempio: Catania, cittadella universitaria

Vedere foglio
Excel "Spettri"
per applicazioni



Normativa europea considerazioni

I valori di S , F_o , T_B , T_C , T_D sono definiti indipendentemente dal sito. Per terremoti con magnitudo superiore a 5.5 si utilizza uno spettro Tipo 1, con parametri sotto indicati

Valori che definiscono lo spettro di risposta elastico (Catania)
Accelerazioni orizzontali, terremoto con $T_r=475$ anni (SLV)

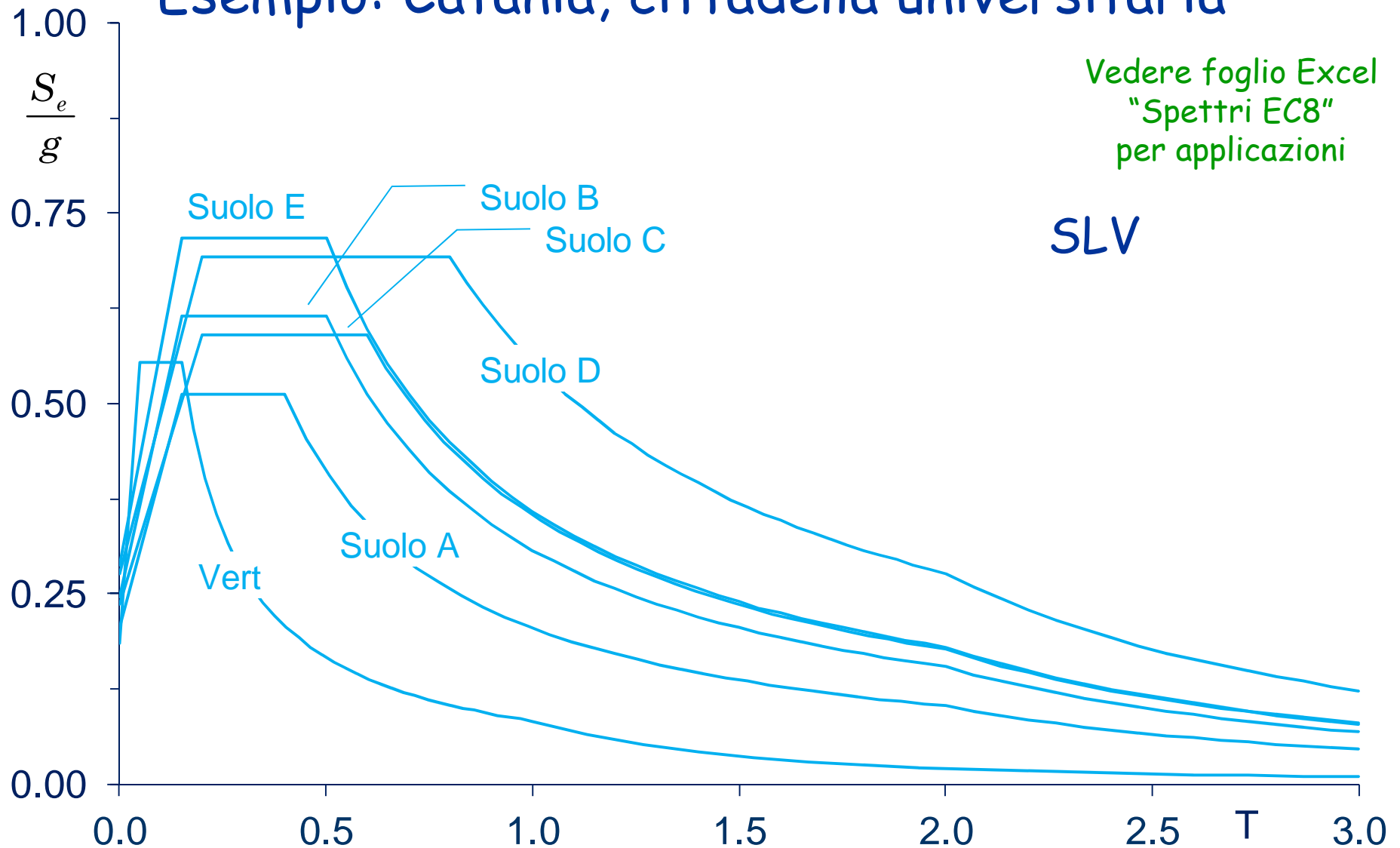
Categoria suolo	PGA su roccia a_g	S	$S a_g$	F_o	T_B	T_C	T_D
A	0.205 g	1.00	0.205 g	2.5	0.15 s	0.40 s	2.00 s
B		1.20	0.246 g		0.15 s	0.50 s	2.00 s
C		1.15	0.236 g		0.20 s	0.60 s	2.00 s
D		1.35	0.277 g		0.20 s	0.80 s	2.00 s
E		1.40	0.287 g		0.15 s	0.50 s	2.00 s

Spettri di risposta EC8

Esempio: Catania, cittadella universitaria

Vedere foglio Excel
"Spettri EC8"
per applicazioni

SLV



Normativa europea considerazioni

