

Corso di aggiornamento  
Progettazione strutturale sulla base  
delle normative più recenti

### Progetto e verifica di edifici antisismici in c.a.

Terremoti: cause ed effetti  
Indicazioni generali delle norme sismiche

Villa Redenta, Spoleto  
6-8 novembre 2008  
Aurelio Ghersi

## I terremoti

Cosa sono?

Quali effetti producono?

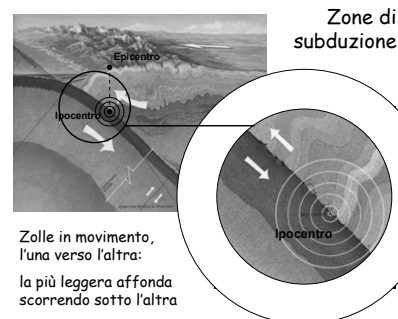
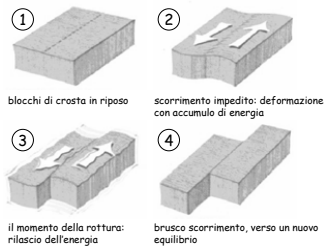
Qual è l'obiettivo della  
progettazione antisismica?

I terremoti:  
cosa sono?

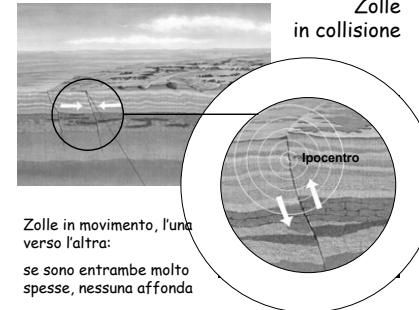
### Zolle crostali e terremoti



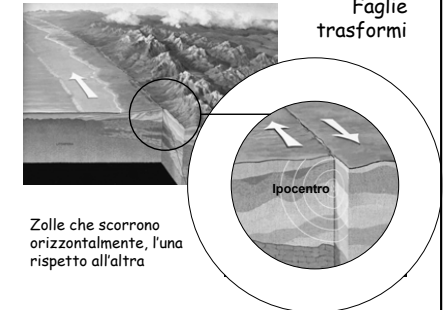
### Il meccanismo che scatena un terremoto: scorrimento lungo una faglia



### Zolle in collisione



### Faglie trasformi



I terremoti:  
quali effetti producono?

1 - Effetti permanenti

### Scorrimenti della faglia



Movimenti della faglia,  
smottamenti del terreno,  
frane



Movimenti della faglia,  
smottamenti del terreno,  
frane





Movimenti della faglia,  
smottamenti del terreno,  
frane



12/4/1998 - Slovenia

1999 - Turchia



Cedimenti del terreno



1997 - Umbria

Liquefazione del terreno



1999 - Turchia

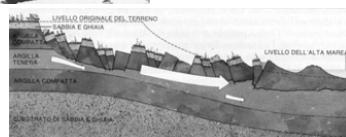
Liquefazione del terreno



1999 - Turchia



Liquefazione  
di strati  
sotterranei



1964 - Alaska



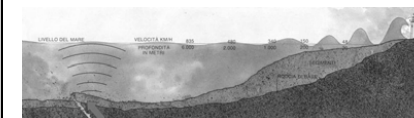
Liquefazione del terreno

1999 - Turchia

I terremoti:  
quali effetti producono?

2 - Effetti transitori

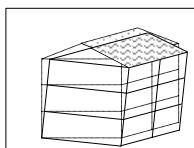
Maremoti, tsunami



Dove l'acqua è profonda le onde viaggiano a velocità  
elevatissime (es. oltre 800 km/ora)

Al ridursi della profondità la velocità si riduce ma  
aumenta enormemente l'altezza dell'onda

Liquefazione del  
terreno



1999 - Turchia



Liquefazione del terreno



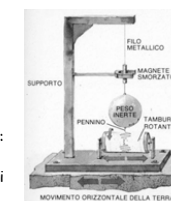
1999 - Turchia

Moto del terreno

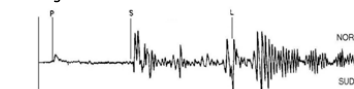
È l'aspetto sul quale ci soffermeremo

Registrazione del  
moto del terreno

Sismografo:  
misura gli  
spostamenti  
del terreno



Sismogramma





### Danni ai tramezzi



Napoli,  
Facoltà di  
Ingegneria

23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Danni ai tramezzi



Napoli,  
Facoltà di  
Ingegneria

23/11/1980 - Irpinia e Basilicata



### Danni ai tramezzi



Napoli,  
Facoltà di  
Ingegneria

23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

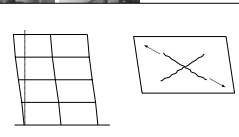


### Danni ai tramezzi



Napoli,  
Facoltà di  
Ingegneria

23/11/1980 - Irpinia e Basilicata



### Danni ai tramezzi



Napoli,  
Facoltà di  
Ingegneria

23/11/1980 - Irpinia e Basilicata



oppure distacco  
dei tramezzi dagli  
elementi strutturali

### Danni alle pareti di tamponamento per azioni nel loro piano



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

### Danni alle pareti di tamponamento per azioni nel loro piano



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

### Danni alle pareti di tamponamento per azioni nel loro piano



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

### Espulsione delle pareti di tamponamento per azioni ortogonali al loro piano



1999 - Turchia

### Espulsione delle pareti di tamponamento



1999 - Turchia

### Espulsione delle pareti di tamponamento



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

### Espulsione delle pareti di tamponamento



1994 - Northridge

Espulsione delle  
pareti di  
tamponamento

Rischio di  
perdita di vite



1964 - Alaska

### Altre conseguenze dei terremoti



1906 - San Francisco

Incendi

Rottura delle  
condotte idriche



### Danni e difetti costruttivi



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

### Danni e difetti costruttivi



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

Mancanza di  
staffe in testa  
al pilastro



La barra  
compressa si  
instabilizza

Problematiche:  
per terremoti con basso periodo di ritorno

Poiché questi avvengono con frequenza,  
è importante evitare danni eccessivi  
ed interruzioni troppo lunghe dell'uso

D

I terremoti:  
quali effetti producono?

2 - Effetti transitori

Accelerazione sismica  
elevata

### Danni e difetti costruttivi ...



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi,  
edificio in costruzione



... possono portare a meccanismi di piano



1999 - Turchia

### Danno agli elementi strutturali



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

Lesione a  
taglio nel  
pilastro

### Danni e difetti costruttivi



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

Mancanza di  
staffe in testa  
al pilastro e  
nel nodo

### Meccanismi di piano - senza crollo



1999 - Turchia

### Meccanismi di piano - senza crollo



1999 - Turchia



### Meccanismi di piano - senza crollo



### Meccanismi di piano - senza crollo



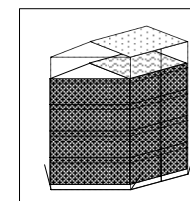
1971 - San Fernando

### Lioni, edificio del Banco di Napoli



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Lioni, edificio del Banco di Napoli



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata



### Ma il danno progredisce ...



Espulsione di blocchi di calcestruzzo  
Scorrimento lungo la lesione

2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

### ... con risultati fatali



1999 - Turchia

foto A. Ghersi

### Lioni, edificio del Banco di Napoli



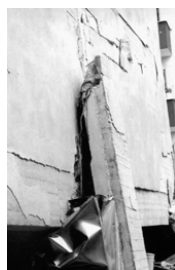
23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Lioni, edificio del Banco di Napoli



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Perdita del piano inferiore



1999 - Turchia (?)

### Perdita del piano inferiore



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Perdita del piano inferiore - altri esempi



1999 - Turchia (?)

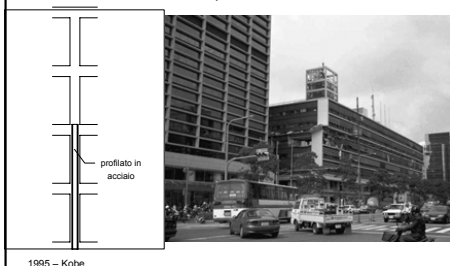
### Perdita del piano inferiore



1995 - Kobe



### Perdita di un piano intermedio



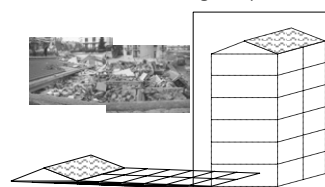
1995 - Kobe

### Perdita di un piano intermedio



1995 - Kobe

### Crollo totale, con traslazione degli impalcati



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Così, possono essere gli edifici a investire le automobili ...



1994 - Northridge

### Perdita di un piano intermedio



1995 - Kobe

### Perdita di un piano intermedio

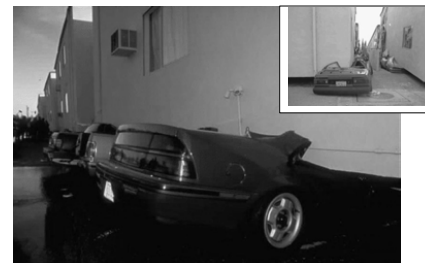
possibili effetti torsionali in pianta



1995 - Kobe



### Automobili schiacciate dagli edifici



1994 - Northridge

### S. Angelo dei Lombardi Edificio 2



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### Ma tra i difetti ...

oltre alla differenza tra il calcestruzzo sopra e sotto la ripresa di getto...



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta



... la trascuratezza degli operai

### Risultato: crollo totale, con traslazione degli impalcati



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

### S. Angelo dei Lombardi edificio 2



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata



### S. Angelo dei Lombardi edificio 2



23/11/1980 - Irpinia e Basilicata



S. Angelo dei Lombardi  
edificio 2



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi  
edificio 2



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi - edificio 3



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Crollo totale - tipico (pilastri scadenti)



1999 – Turchia

S. Angelo dei Lombardi - edificio 2



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi  
Edificio 3



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Crollo totale



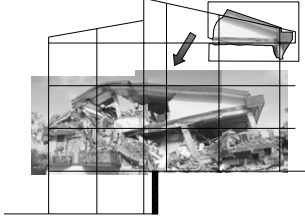
1999 – Turchia

Crollo totale - pilastri di ottima fattura



1994 – Northridge

S. Angelo dei Lombardi  
edificio 3

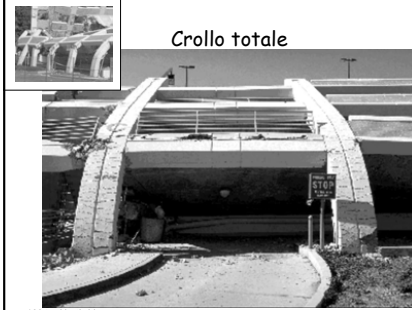


S. Angelo dei Lombardi  
edificio 3



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Crollo totale



1994 – Northridge

Particolari dei pilastri



1994 – Northridge



### Particolari dei pilastri



1994 – Northridge

### Particolari dei pilastri



1994 – Northridge

### Classificazione sismica, nel passato in base ai danni provocati dai terremoti avvenuti

Terremoto:  
Messina, 1908  
RD n. 193/1909

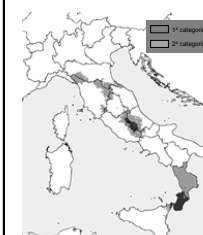


Terremoto:  
Avezzano, 1915  
RD n. 573/1915

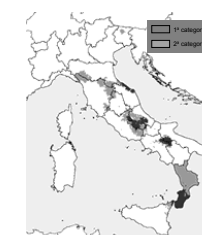


### Classificazione sismica, nel passato

RD n. 431/1927



RD n. 640/1935



### Problematiche: per terremoti con alto periodo di ritorno

Non è economico progettare la struttura in modo da evitare danni - l'importante è che non crolli **C1**

Bisogna tener conto del differente comportamento delle strutture oltre il limite elastico (con "coefficienti di struttura") **C2**

Bisogna garantire maggior sicurezza a strutture "importanti" (per la protezione civile, ecc.) **C3**

### Problematiche: per terremoti con basso periodo di ritorno **D**

Problematiche:  
per terremoti con alto periodo di ritorno **C**

### Più in generale

Bisogna imporre alla struttura prestazioni diverse in funzione del periodo di ritorno del terremoto e dell'importanza dell'edificio **P**

### Principali norme del '900

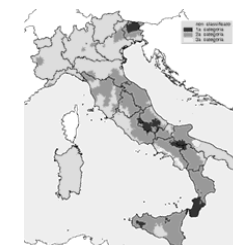
R.D. 25 marzo 1935, n. 640  
Impone azioni di entità analoga a quelle utilizzate fino a fine XX secolo (ma con accelerazione uguale a tutti i piani)  
Impone l'uso di cordoli in c.a. per edifici in muratura

Legge 25 novembre 1962, n. 1684

D.M. 3 marzo 1975  
Le forze corrispondono ad una accelerazione crescente col piano  
Introduce un "coefficiente di struttura" → **C2**  
Consente l'analisi dinamica (modale)

### Classificazione sismica, anni '80 ancora legata ai danni provocati dai terremoti

Zona
1ª categoria
2ª categoria
3ª categoria
non classificata



... dopo il terremoto del Friuli (1976) parte il Progetto Finalizzato Geodinamica (CNR)

### I terremoti: qual è l'obiettivo della progettazione antisismica?

Indicazioni della  
normativa

### Prime norme sismiche in Italia

Fine '700 ed '800:  
Norme che fornivano prescrizioni costruttive e limitazioni all'altezza degli edifici **C1**

Subito dopo il terremoto di Messina (1908):  
R.D. 18 aprile 1909, n.193  
impone di tener conto, nei calcoli di resistenza delle costruzioni, di "azioni dinamiche dovute al moto sismico ondulatorio, rappresentandole con accelerazioni applicate alle masse del fabbricato"

### Principali norme del '900

D.M. 2 luglio 1981, n. 593  
Fornisce indicazioni per riparazione e rafforzamento di edifici danneggiati dal sisma del 1980  
Introduce il calcolo anche per gli edifici in muratura

D.M. 24 gennaio 1986  
Introduce un "coefficiente di importanza" → **C3**

D.M. 16 gennaio 1996  
Consente la verifica col metodo degli stati limite  
Introduce limiti agli spostamenti di interpiano → **D**

### Oggi, in Italia

Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003  
Ordinanza 3431 del 3 maggio 2005  
Impone la verifica col metodo degli stati limite  
Consente altre modalità di analisi (statica non lineare, dinamica non lineare)  
Chiarisce meglio tutte le problematiche di base (SLU-SLD, fattore di struttura, ecc.)  
Introduce il concetto di "regolarità strutturale"

D.M. 14 settembre 2005 (annullato dal D.M. 14/1/08)  
Recepisce le Ordinanze

D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni  
Sostanzialmente in linea con gli Eurocodici  
Prime basi di "Performance based design" → **P**

## Oggi, all'estero

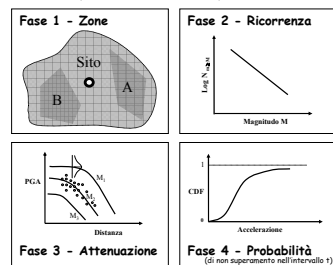
Eurocodice 8  
È la base da cui è stata tratta l'Ordinanza 3274-3431  
Ad esso si allineano quasi perfettamente le NTC 08

Norme americane FEMA  
Introducono il concetto di "Performance based design" → **P**

cioè  
prestazione richiesta per un assegnato terremoto

## Classificazione sismica, oggi

Valutazione probabilistica della pericolosità sismica



## Classificazione sismica oggi

(NTC 08)

Dati disponibili in 10751 punti  
- griglia di circa 10 km di lato  
- interpolare per punti interni alla griglia

Dati sismici forniti  
-  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  (consentono di definire lo spettro)  
- forniti per 9 valori di  $T_R$  (da 30 a 2475 anni)  
- interpolare per  $T_R$  non inclusi nell'elenco

Tabella pubblicata come allegato al D.M. 14/1/2008

## Spettri di risposta

NTC 08

parametri  $a_g$   $F_o$   $T_c^*$

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$		
			$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21
13112	6.6153	45.130	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21
12891	6.6803	45.192	0.306	2.43	0.20	0.389	2.50	0.21

vedremo più avanti come trovarli e usarli

## Classificazione sismica, oggi

Valutazione probabilistica dell'intensità dei terremoti

Periodo di ritorno  $T_R$  = tempo medio che intercorre tra due eventi sismici di assegnata intensità

Esempio: periodo di ritorno di 475 anni

oppure

Probabilità di superamento  $P_{VR}$  = probabilità che si verifichi un evento sismico di intensità maggiore di quella assegnata in un periodo di riferimento

Esempio: probabilità di superamento del 10% in 50 anni

## Classificazione sismica, oggi

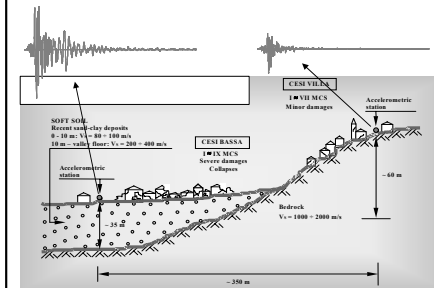
Quali valori di riferimento per la progettazione sismica?

Obiettivo:

Evitare significativi danni agli elementi strutturali e non strutturali. Mantenere ancora un consistente margine nei confronti del collasso. Si accetta che la funzionalità dell'edificio sia compromessa

Deve essere garantito per un terremoto con probabilità di superamento  $P_{VR}$  del 10% nel periodo di riferimento  $T_R$

## Influenza del terreno e microzonazione

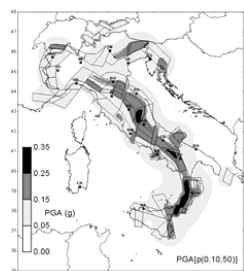


## Influenza del terreno e microzonazione

- Ci possono essere localmente forti variazioni dell'azione sismica
  - amplificazione dell'accelerazione sulle creste
  - variazione del contenuto in frequenza in zone di depositi alluvionali
  - possibili amplificazioni in zone di depositi per effetto di rifrazione delle onde sismiche
- La nuova normativa ne tiene conto in alcuni casi
  - tipo di suolo: A, B, C, D, E
  - categoria topografica: pendio, cresta
- In altri casi occorrono studi geologici e geotecnici locali

## Analisi di pericolosità

Classificazione del territorio in base alla probabilità di superamento di PGA del 10% in 50 anni ( $T_R = 475$  anni)



## Classificazione sismica

(ordinanza 3274)

Nota: questi valori sembrano molto grandi rispetto a quelli usati nel passato per l'analisi sismica col metodo T.A.

Bisogna tener conto della differenza di impostazione delle nuove norme

Zona	$a_g$
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g



## Evoluzione del concetto di protezione sismica

Prime normative:

- Unico obiettivo
- Evitare perdite di vite umane nel caso di terremoto con periodo di ritorno molto alto

## Evoluzione del concetto di protezione sismica

Normative attuali:

Doppio livello di protezione

- Evitare perdite di vite umane nel caso di terremoto con periodo di ritorno molto alto
- Limitare i danni nel caso di terremoto con periodo di ritorno più basso

Normativa italiana, a partire dal 1996  
Normativa europea (Eurocodice 8)

## Evoluzione del concetto di protezione sismica

### Performance based design

Tendenza della normativa:

#### Più livelli di prestazione

- Evitare il crollo
- Evitare perdite di vite umane
- Consentire un rapido ripristino dell'operatività
- Mantenere l'operatività

associati a diversi livelli di intensità sismica

Normativa americana FEMA  
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

## Livelli di prestazione Ovvero Stati Limite da rispettare

### Stati Limite di Esercizio

#### Stato Limite di Operatività - SLO

Danni estremamente modesti agli elementi non strutturali, tali da non compromettere in alcun modo la funzionalità dell'edificio

#### Stato Limite di Danno - SLD

Danni modesti agli elementi non strutturali e quasi nulli a quelli strutturali. L'utilizzo dell'opera dopo il sisma dovrebbe essere consentito, anche se alcune funzionalità potrebbero risultare compromesse

NTC08, punto 3.2.1

## Vita di riferimento $V_R$

Dipende da:

- Vita nominale  $V_N$
- Classe d'uso

## Vita nominale $V_N$

- Vita nominale: numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita nominale $V_N$
1	Opere provvisorie - Opere provvisorie - Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$ anni
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$ anni
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$ anni

NTC08, punto 2.4.1

## Livelli di prestazione Ovvero Stati Limite da rispettare

### Stati Limite Ultimi

#### Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLV

Significativi danni agli elementi strutturali e non strutturali. Esiste ancora un consistente margine nei confronti del collasso. La funzionalità dell'edificio è compromessa

#### Stato Limite di prevenzione del Collasso - SLC

La capacità dell'edificio di portare azioni orizzontali e verticali è compromessa. L'uso dell'edificio dopo l'evento sismico comporterebbe un sensibile livello di rischio

NTC08, punto 3.2.1

## Livelli di intensità sismica

Sono legati alla "vita di riferimento"  $V_R$  della struttura

Livello	Probabilità di superamento	Periodo di ritorno *
Frequente	81% in $V_R$ anni	30 anni
Occasionale	63% in $V_R$ anni	50 anni
Raro	10% in $V_R$ anni	475 anni
Estremamente raro	5% in $V_R$ anni	975 anni

\* Per  $V_R = 50$  anni

NTC08, punto 3.2.1

## Classe d'uso

- Classe d'uso:

è legata alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche

TIPI DI COSTRUZIONE	Classe d'uso
Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	I
Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali	II
Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi	III
Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità	IV

NTC08, punto 2.4.2

## Vita di riferimento $V_R$

Dipende da:

- Vita nominale  $V_N$
- Classe d'uso

$$V_R = V_N \times C_U \geq 35 \text{ anni}$$

Il coefficiente d'uso  $C_U$  dipende dalla classe d'uso

Classe d'uso	I	II	III	IV
$C_U$	0.7	1.0	1.5	2.0

## Relazione tra periodo di ritorno $T_r$ e probabilità di superamento $P_{VR}$

È fornita dalla relazione:

$$T_r = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \cong \frac{V_R}{P_{VR}}$$

Esempio:  
probabilità di superamento del 10% in 50 anni

Il periodo di ritorno è:

$$T_r = -\frac{50}{\ln(1 - 0.10)} = 474.6 \cong 475 \text{ anni}$$

## Obiettivi prestazionali

	SLO	SLD	SLV	SLC
Frequente (30 anni)				
Occasionale (50 anni)				
Raro (475 anni)				
Molto raro (975 anni)				

Obiettivi di base

Strutture colpite per la sicurezza

Prestazioni non accettabili

NTC 08

## Periodo di riferimento $V_R$ per l'azione sismica

Classe d'uso	I	II	III	IV
Vita nominale				
10	35	35	35	35
50	35	50	75	100
100	70	100	150	200

Esempio: edificio per abitazione

Opera ordinaria

Normale affollamento

## Periodo di ritorno $T_r$

Periodo di ritorno  $T_r$  (in anni)  
in funzione di  $V_R$  e  $P_{VR}$

Stato limite	$P_{VR}$	$V_R=35$ anni	$V_R=50$ anni	$V_R=75$ anni	$V_R=100$ anni
SLO	81%	21	30	45	60
SLD	63%	35	50	75	100
SLV	10%	332	475	712	950
SLC	5%	682	975	1462	1950

### Relazione tra accelerazione di picco e periodo di ritorno

- Non esiste una relazione rigorosa
- Approssimativamente si può ritenere che l'accelerazione di picco vari con la radice quadrata del periodo di ritorno

Esempio:  
per un periodo di ritorno  $T_r=475$  anni si ha  $a_g=0.25$  g  
per un periodo di ritorno  $T_r=950$  anni si ha

$$a_g \cong 0.25 \times \sqrt{\frac{950}{475}} = 1.41 \times 0.25 = 0.35 \text{ g}$$

### Considerazioni

- A cosa servono le "classi d'uso" degli edifici?
  - Forniscono il coefficiente d'uso  $C_U$  che, moltiplicato per la vita nominale  $V_N$ , dà la vita di riferimento  $V_R$
  - Per classe d'uso II si ha  $C_U = 1$  quindi per verifica di resistenza di costruzioni usuali  $V_R = 50$  anni, periodo di ritorno  $T_r = 475$  anni si ha, ad esempio,  $a_g = 0.25$  g
  - Per classe d'uso III (edifici con affollamento)  $C_U = 1.5$  quindi per verifica di resistenza di costruzioni usuali  $V_R = 50 \times 1.5$  anni, periodo di ritorno  $T_r = 475 \times 1.5$  anni si ha  $a_g \cong 0.25 \times \sqrt{1.5} = 1.22 \times 0.25$  g
  - Per classe d'uso IV (edifici strategici)  $C_U = 2$  quindi  $a_g \cong 0.25 \times \sqrt{2} = 1.41 \times 0.25$  g

### Considerazioni

- Nel passato: coefficiente di importanza I
  - Moltiplicatore delle forze di progetto
  - Per costruzioni usuali  $I = 1$
  - Per edifici con affollamento  $I = 1.2$
  - Per edifici strategici  $I = 1.4$

### Considerazioni

"cambiare tutto per non cambiare niente"

- A cosa servono le "classi d'uso" degli edifici?
  - Forniscono il coefficiente d'uso  $C_U$  che, moltiplicato per la vita nominale  $V_N$ , dà la vita di riferimento  $V_R$
  - Per classe d'uso II si ha  $C_U = 1$  quindi per verifica di resistenza di costruzioni usuali  $V_R = 50$  anni, periodo di ritorno  $T_r = 475$  anni si ha, ad esempio,  $a_g = 0.25$  g
  - Per classe d'uso III (edifici con affollamento)  $C_U = 1.5$  quindi per verifica di resistenza di costruzioni usuali  $V_R = 50 \times 1.5$  anni, periodo di ritorno  $T_r = 475 \times 1.5$  anni si ha  $a_g \cong 0.25 \times \sqrt{1.5} = 1.22 \times 0.25$  g nel passato 1.2
  - Per classe d'uso IV (edifici strategici)  $C_U = 2$  quindi  $a_g \cong 0.25 \times \sqrt{2} = 1.41 \times 0.25$  g nel passato 1.4

### Classificazione sismica oggi (NTC 08)

La normativa fornisce  $a_g, F_o, T_C^*$

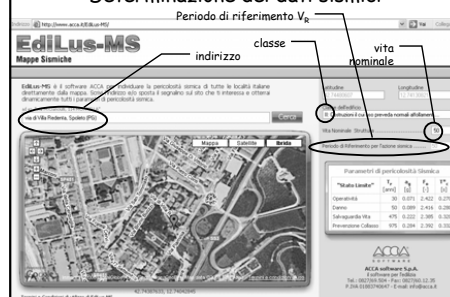
A che servono?

- consentono di definire lo spettro di risposta (di cui parleremo tra poco)

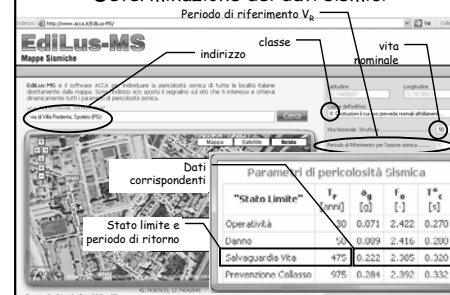
I valori sono forniti per ogni punto e per qualsiasi periodo di ritorno

Serve veramente tutta questa precisione?

### Determinazione dei dati sismici



### Determinazione dei dati sismici



### Una ulteriore considerazione: evoluzione dell'approccio normativo

Precedente normativa italiana:

Impostazione cogente, prescizionale

indicazioni da seguire, obbligatoriamente

Norme europee, nuova normativa italiana:

Impostazione prestazionale

- Principi: obiettivi da raggiungere, obbligatori
- Regole applicative: come farlo, consigli "autorevoli" ma non obbligatori

### Impostazione prestazionale

- Principi: obiettivi da raggiungere, obbligatori
- Regole applicative: come farlo, consigli "autorevoli" ma non obbligatori

Giusto, ma ...

- Come si capisce se un punto della norma è un principio oppure una regola applicativa?
- Se è una regola applicativa, come si giustifica un modo di procedere diverso da quello indicato?
- Come si valuta la responsabilità
  - del progettista
  - di chi controlla