

Esempio sulla valutazione del livello di affidabilità richiesto per strutture esistenti soggette a forze sismiche.

Contenuti

1

Criteri di affidabilità strutturale secondo il metodo del valore di progetto

2

Scelta del sito e valutazione della curva di pericolosità sismica

3

Valutazione dell'indice di affidabilità β

4

Nuovi livelli di affidabilità strutturale

Valutazione dell’Affidabilità Strutturale

- Metodo del valore di progetto

$$\beta = \frac{\mu_Z}{\sigma_Z}$$



$$P_f = \Phi[-\beta]$$

$Z = R - E \rightarrow$ *Funzione di Stato Limite*

$\mu_Z, \sigma_Z \rightarrow$ *Descrittori della Funzione di Probabilità*

- Struttura soggetta a Forze Sismiche

$$T = \frac{1}{\Phi[\alpha\beta]}$$

$T \rightarrow$ *Periodo di ritorno*

$\Phi[\alpha\beta] \rightarrow$ *Funzione di ripartizione dell’intensità del terremoto*

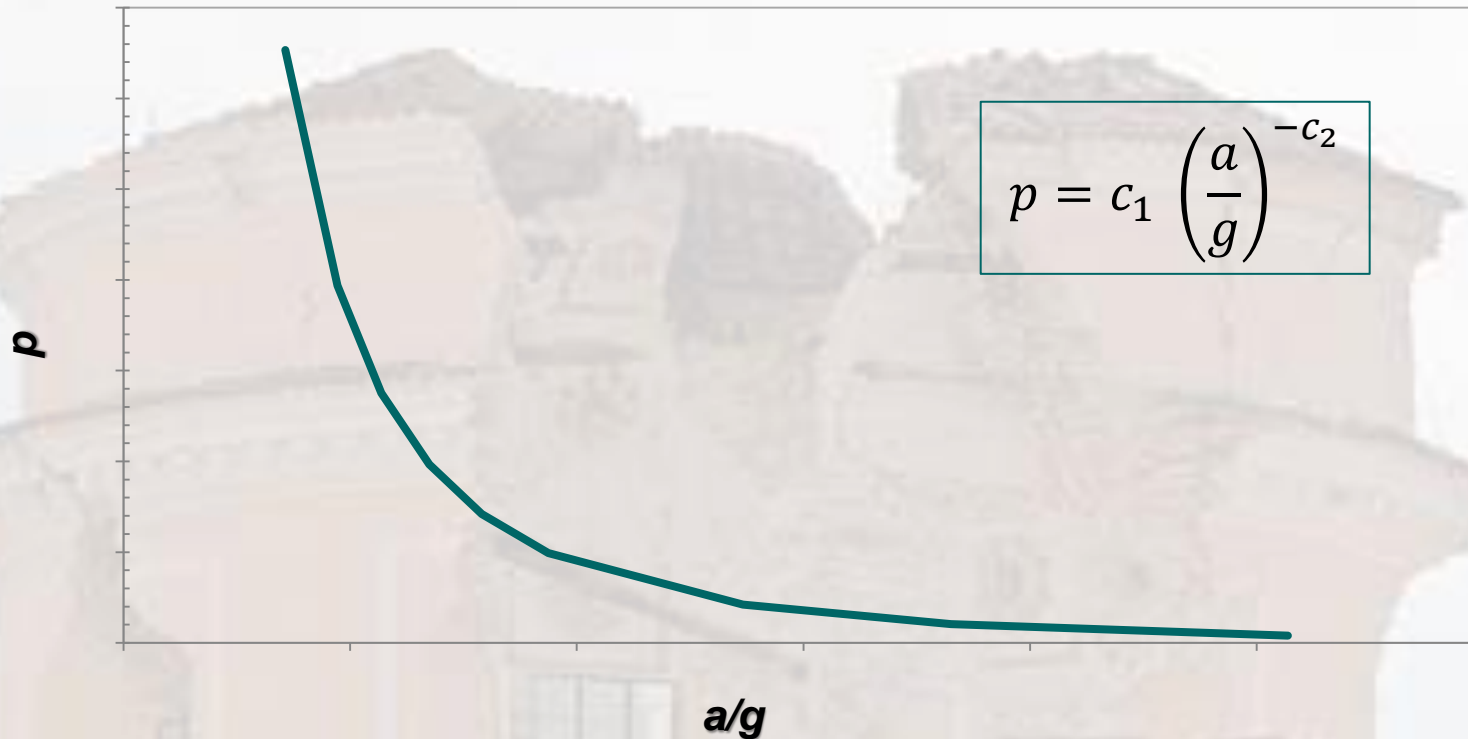
Azione Sismica

- Massima intensità dell'azione;
- Durata dell'evento;
- Picco dell'accelerazione al suolo (PGA);
- Picco della velocità al suolo (PGV);
- Picco dello spostamento al suolo (PGD);
- Accelerazione spettrale



IL LEGAME TRA PGA E PROBABILITA' DI SUPERAMENTO ANNUALE E' FORNITO DALLA
CURVA DI PERICOLOSITA' SISMICA

Curva di pericolosità sismica

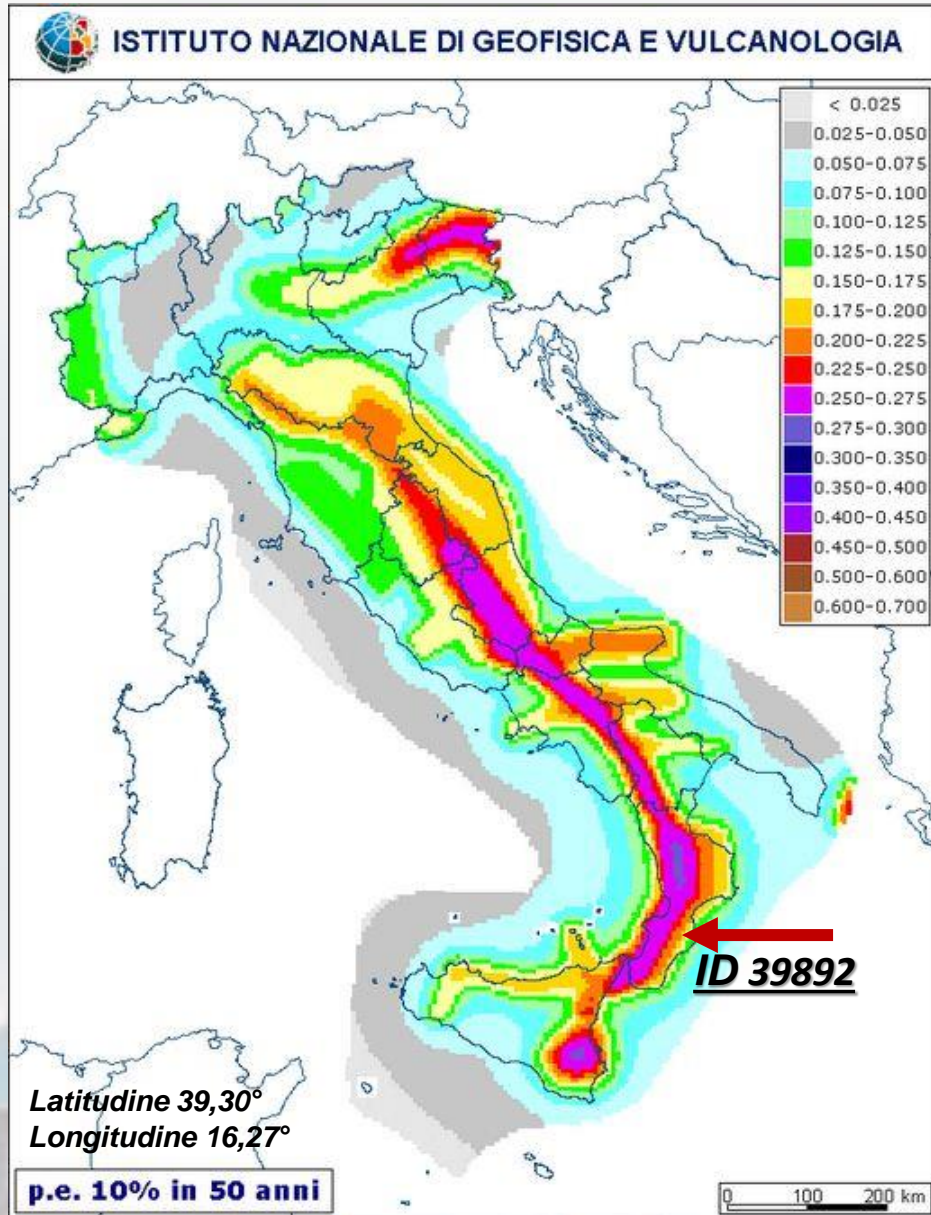


a: Accelerazione al suolo (PGA)

p : Probabilità di superamento annuale -----> $p = \frac{1}{T}$

***c*₁ , *c*₂** : Costanti che dipendono dal sito scelto

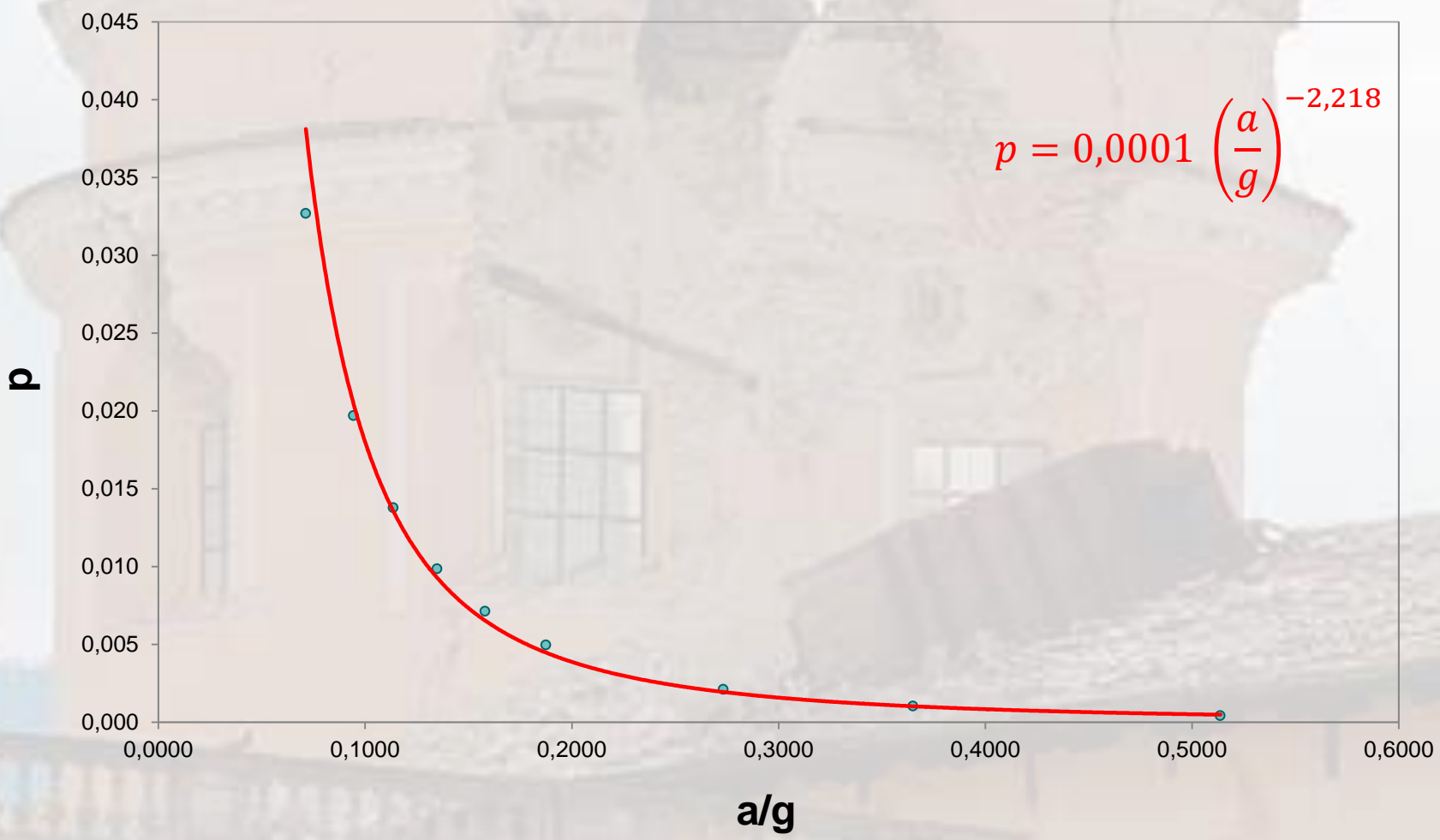
Scelta del sito



a [g]	T [anni]	p ₅₀ [%]	p [%]
0,0713	30	81	3,333
0,0944	50	63	2,000
0,1137	72	50	1,389
0,1349	101	39	0,990
0,1581	140	30	0,714
0,1875	201	22	0,498
0,27	475	10	0,211
0,3651	975	5	0,103
0,5138	2475	2	0,040

Curva di pericolosità sismica del Comune di Cosenza

$$c_1 = 0,0001$$
$$c_2 = 2,218$$

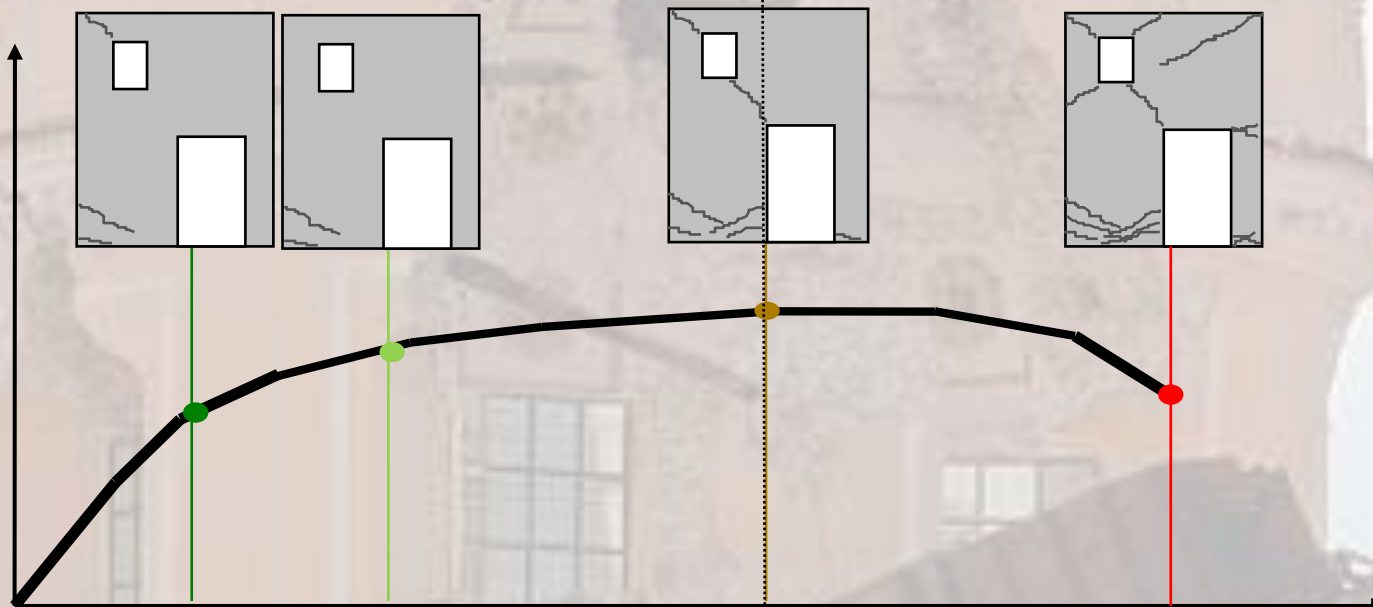


Stati Limite per l'azione Sismica



STRUTTURE ESISTENTI ($T=475$ anni)

Forza



SLO

Stato Limite di
immediata
Operatività

SLD

Stato Limite di
Danno

SLV

Stato Limite di
Salvaguardia
della vita

SLC

Stato Limite di
prevenzione al
Collasso

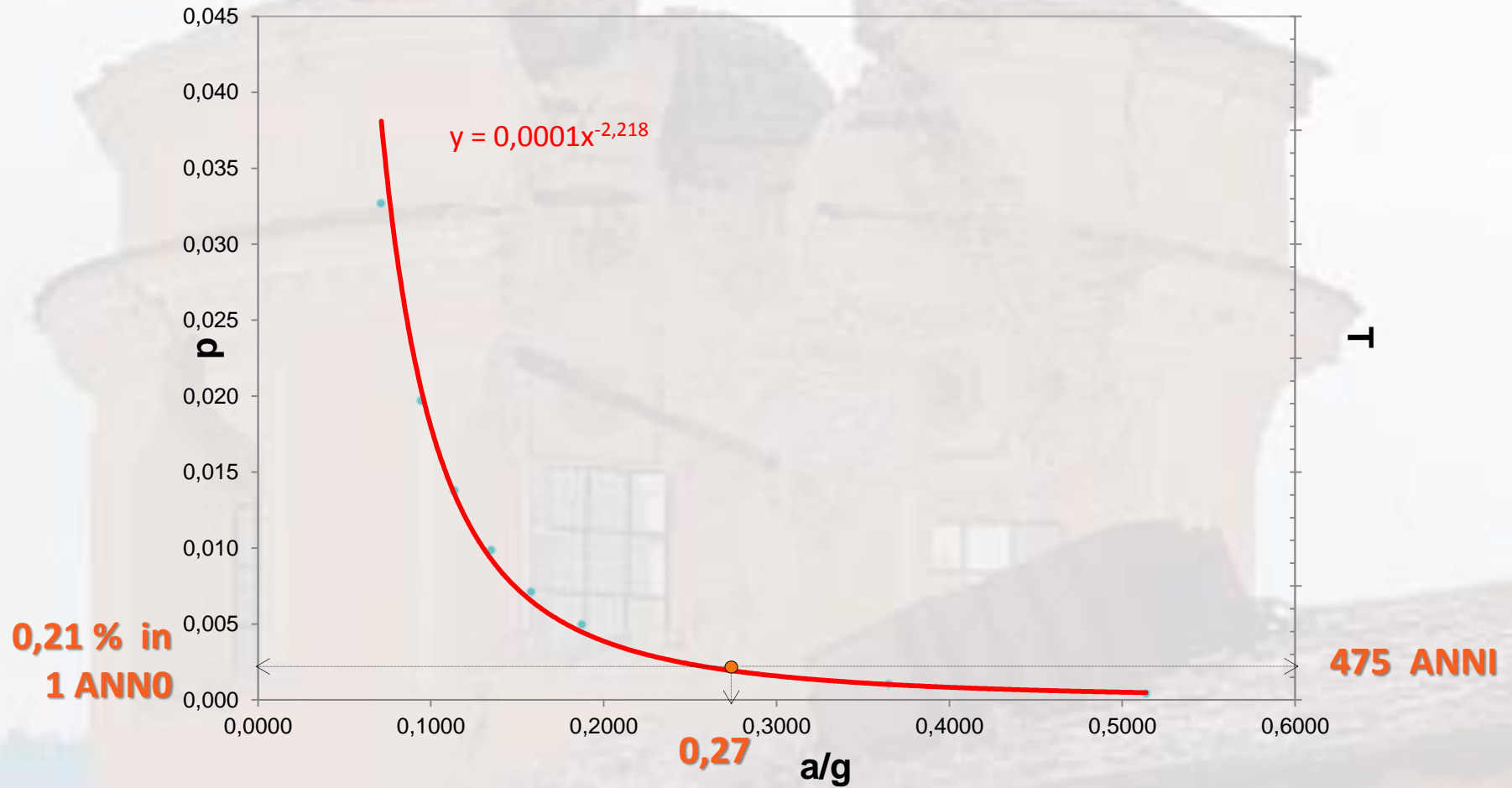
Spostamento

SLE

SLU



Stato Limite di Salvaguardia della Vita



Strutture Esistenti

- Una struttura esistente ha presumibilmente un periodo di vita rimanente minore rispetto ad una nuova;
- Il costo di adeguamento di una struttura esistente non è proporzionale al miglioramento del beneficio della struttura.



**SI PUO' EFFETTUARE UNA
RIDUZIONE DELLA SICUREZZA
STRUTTURALE**

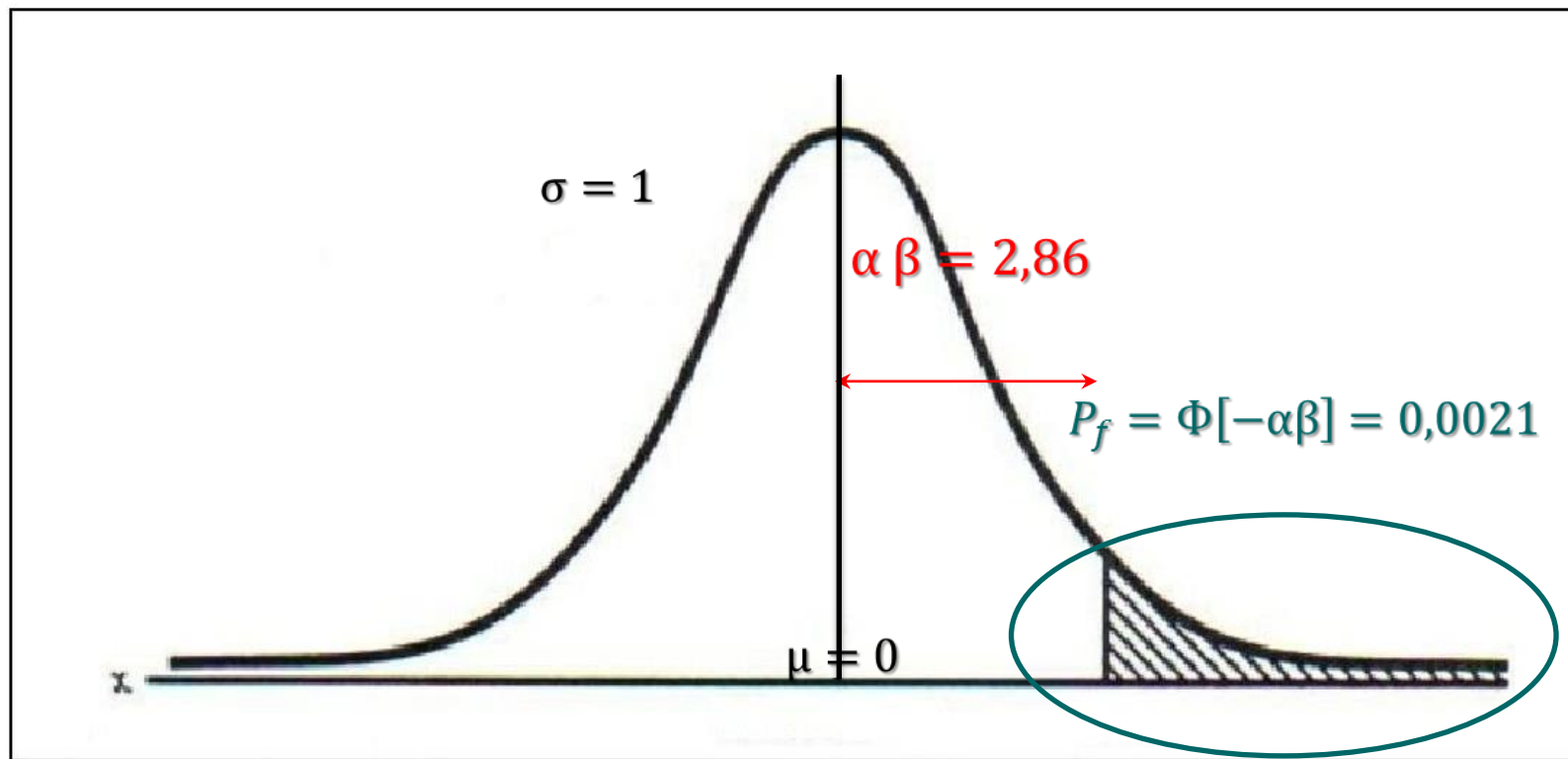
→ **JCSS (Joint Committee on
Structural Safety)**

→ ***CBC 2010 (California Building
Code)***

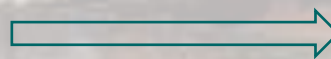
JCSS: Indice di affidabilità strutturale β

La riduzione di affidabilità viene effettuata in termini di riduzione di indice di affidabilità

Ipotizzando una **DISTRIBUZIONE NORMALIZZATA** per l'intensità del terremoto



$$\alpha\beta = 2,86$$



$$\alpha = 0,7$$

$$\beta = 4,09$$

Riduzione della Sicurezza strutturale

La riduzione di affidabilità viene effettuata in termini di riduzione di indice di affidabilità

$$\Delta\beta = 0,5 \quad \longrightarrow \quad \beta_{EXISTING} = \beta - \Delta\beta = 3,6$$

Table 1. Reliability classification in accordance with EN [8]

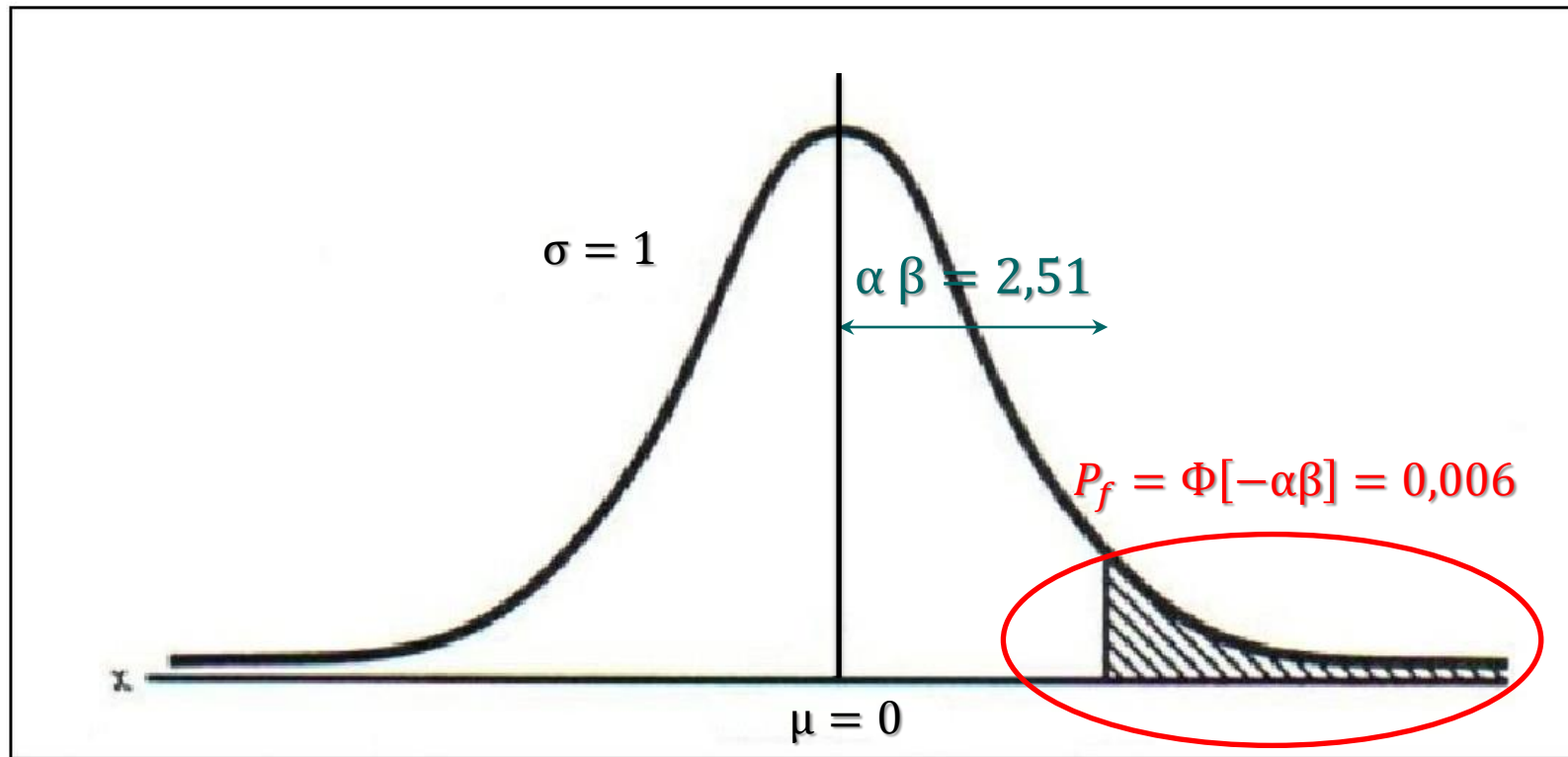
Reliability classes	Consequences for loss of human life, economical, social and environmental consequences	Reliability index β		Examples of buildings and civil engineering works
		β_a for $T_a=1$ year	β_d for $T_d=50$ years	
RC3 – high	High	5,2	4,3	Bridges, public buildings Residential and office buildings Agricultural buildings, greenhouses
RC2 – normal	Medium	4,7	3,8	
RC1 – low	Low	4,2	3,3	

Riduzione della Sicurezza strutturale

$$\beta = 3,6$$

$$\alpha = 0,7$$

$$\alpha \beta = 2,51$$



$$p = 0,6\% \text{ ANNUALE}$$

$$T = \frac{1}{\Phi[-\alpha \beta]}$$

$$\underline{T = 170 \text{ ANNI}}$$

$$p_t = 1 - (1 - p)^t$$

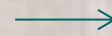
$$p = 25\% \text{ per } 50 \text{ ANNI}$$

Riduzione della Sicurezza strutturale

La riduzione di affidabilità viene effettuata in termini di riduzione del periodo di ritorno T

- Strutture Nuove

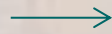
$P = 10\%$ per 50 ANNI



$T = 475$ ANNI

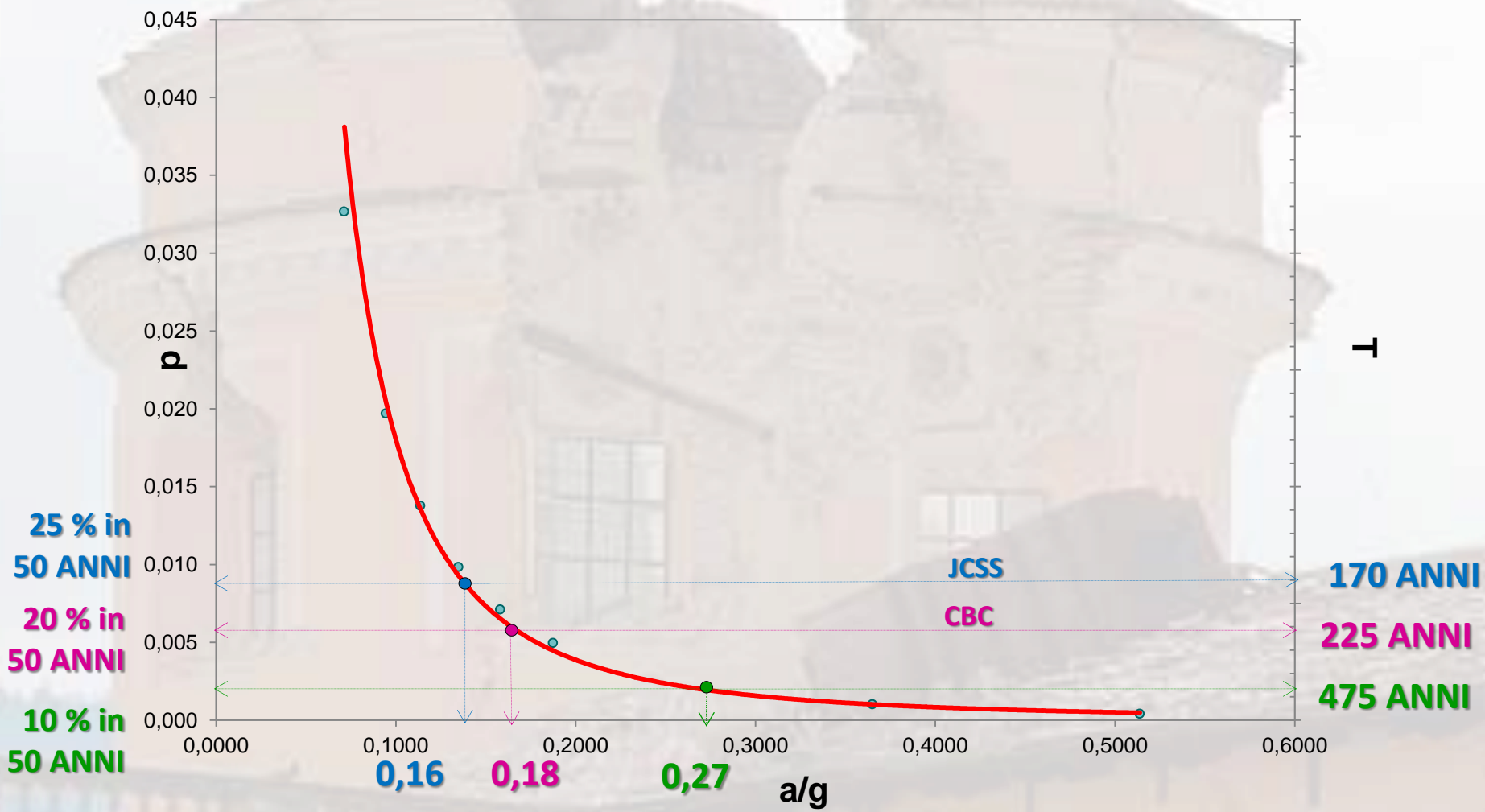
- Strutture Esistenti

$P = 20\%$ per 50 ANNI



$T = 225$ ANNI

Confronto tra le soluzioni



Conclusioni

In ambito sismico utilizzare il metodo del valore di progetto significa considerare il periodo di ritorno T e quindi l'accelerazione al suolo richiesta.

Parlare di riduzione della sicurezza strutturale significa quindi fare riferimento a un Periodo di ritorno minore e ad un minore livello di accelerazione al suolo richiesta.

Questa procedura è giustificata da:

Disproporzionalità tra costi necessari per l'adeguamento della struttura e livelli di sicurezza raggiungibili.