

Task 4: Temi speciali

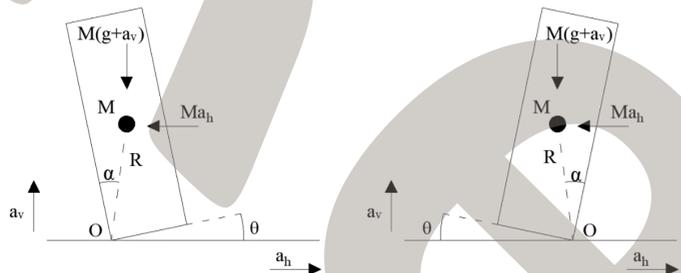
N. Buratti, G. Salamida

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali,
Università di Bologna

Elementi rigidi con rocking alla base

1) MODELLAZIONE

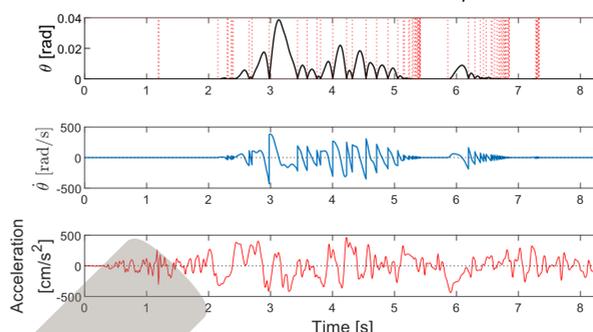
Schematizzazione dei oggetti non strutturali di forma rettangolare mediante blocchi rigidi e studio della risposta in termini di rocking mediante analisi dinamiche non lineari



Equazione del moto:

$$I_0 \ddot{\theta} = -M(g+a_v)R \sin(\alpha-\theta) + \lambda M a_h R \cos(\alpha-\theta)$$

$$\lambda = \pm 1$$



$$EDP = \frac{|\dot{\theta}_{max}|}{\alpha_c}$$

α_c : angolo corrispondente a equilibrio limite (in condizioni statiche)

IMs utilizzate:

Innesco del cinematismo: PGA
Risposta in termini di rocking: PGV

2) ANALISI DI FRAGILITA'

Sono stati utilizzati 756 accelerogrammi registrati (database NGA-West2) per condurre analisi dinamiche non lineari e valutare la risposta dei blocchi con analisi di tipo cloud

Definizione di 3 stati limite:

- LS1: $EDP > 0$; Innesco rocking
- LS2: $EDP > 0,1$; Safe rocking
- LS3: $EDP \geq 1$; Ribaltamento

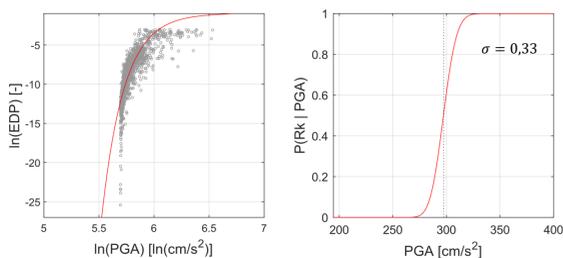
Probabilità condizionata all'innesco del meccanismo e alla probabilità di collasso

$$P(EDP \geq C_{LSi}) = P_{rk} \cdot [P_c + (1 - P_c) \cdot P_{ex}(EDP \geq C_{LSi} | PGV)]$$

Innesco rocking P_{rk}

Valore accelerazione di innesco rocking:

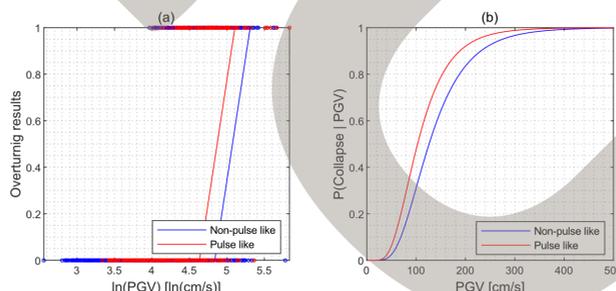
$$a_{h,rk,init} = (g+a_v) \cdot \tan(\alpha)$$



Collasso P_c : regressione probit su esiti in termini di ribaltamento (0-1).

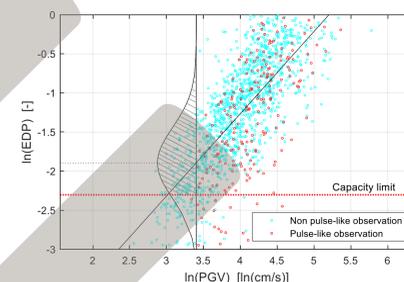
La formulazione tiene conto delle caratteristiche impulsive o meno dello scuotimento (coefficiente b_2).

$$P_c | \ln(PGV) = \Phi(b_0 + b_1 \cdot \ln(PGV) + b_2 \cdot PL)$$



Superamento capacità (P_{ex}): regressione lineare con massima verosimiglianza sulle osservazioni

$$P_{ex}(EDP \geq EDP_{LSi} | PGV, NC) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln(EDP_{LSi}) - a_0 - a_1 \ln(PGV)}{\sigma}\right)$$



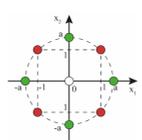
3) PARAMETRIZZAZIONE DEI MODELLI DI FRAGILITA'

Parametrizzazione dei modelli di fragilità mediante **superfici di risposta**, in funzione dei parametri che governano la risposta dei blocchi: snellezza, α , e dimensione, R .

Sviluppo di un piano sperimentale e individuazione di un campione di 10 blocchi, con caratteristiche definite mediante il *Central Composite Design (CCD)* di tipo circoscritto, e sviluppo di modelli di fragilità per i blocchi del campione.

$$Y(\alpha, R) = \beta_0 + \beta_1 \alpha + \beta_2 R + \beta_3 \alpha R + \beta_4 \alpha^2 + \beta_5 R^2$$

Parametrizzazione delle grandezze necessarie per definire i contributi P_c e P_{rk} ed ottenere il modello di fragilità



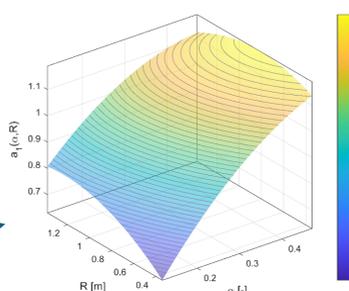
OBIETTIVO: Definizione di modelli di fragilità in funzione dei soli parametri α e R , in modo rapido e senza ricorrere ad analisi dinamiche (time-consuming)

Coefficienti superficie di risposta per regressione probit (probabilità di collasso, P_c)

	Coefficienti RS (P_c)					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
b_0 [-]	2.0980	-34.9346	-5.5808	8.6839	-3.8743	1.1858
b_1 [1/ln(cm/s ²)]	1.1886	4.1504	-0.1471	-1.8054	1.5597	0.2116
b_2 [-]	-0.5487	4.9308	1.0030	-3.3195	-5.5566	-0.0148

Coefficienti superficie di risposta per regressione lineare (probabilità di eccedenza danno, P_{ex})

	Coefficienti RS (P_{ex})					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
a_0 [-]	0.3502	-15.4294	-3.6423	0.5388	8.7413	1.2968
a_1 [1/ln(cm/s ²)]	0.1555	2.8766	0.6252	-0.5272	-2.1502	-0.2278
σ [-]	0.6800	0.0319	-0.3530	-0.1304	-0.2874	0.1729

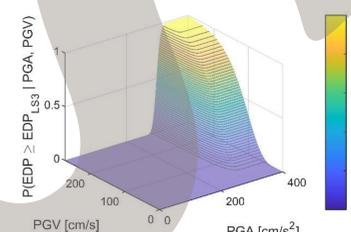


Esempio di superficie di risposta per la pendenza delle rette di regressione nel calcolo di P_{ex}

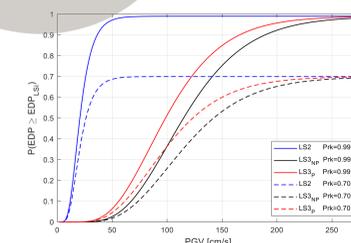
Distribuzioni log-normali per P_{rk} , P_c e P_{ex}

Il modello di fragilità è rappresentato da superfici, non più da curve, in quanto dipende da più IMs: PGA e PGV.

Esempio di superficie di fragilità per LS3



Curve di fragilità a valore di PGA fissato, ovvero a probabilità di innesco del rocking (P_{rk}) fissata.



4) SVILUPPI FUTURI

Utilizzare i dati registrati dall'Osservatorio Sismico delle Strutture (OSS) per prevedere e valutare la risposta di oggetti schematizzabile come blocchi rigidi, in tempo quasi reale.