

Vulnerabilità

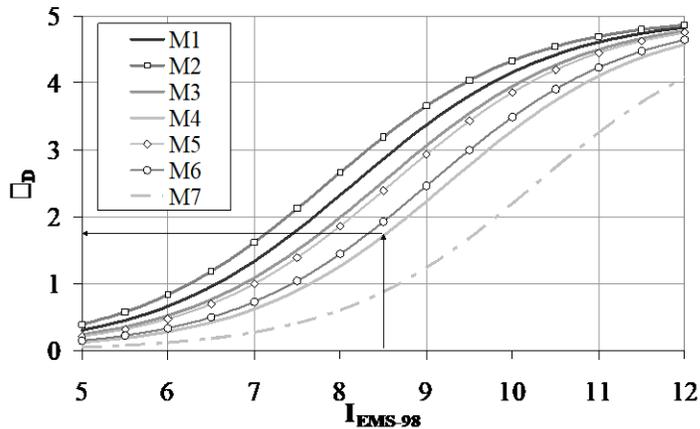
Le componenti del modello di rischio sismico della Svizzera

Dr Pierino Lestuzzi, maître d'enseignement et de recherche, ingénieur civil
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

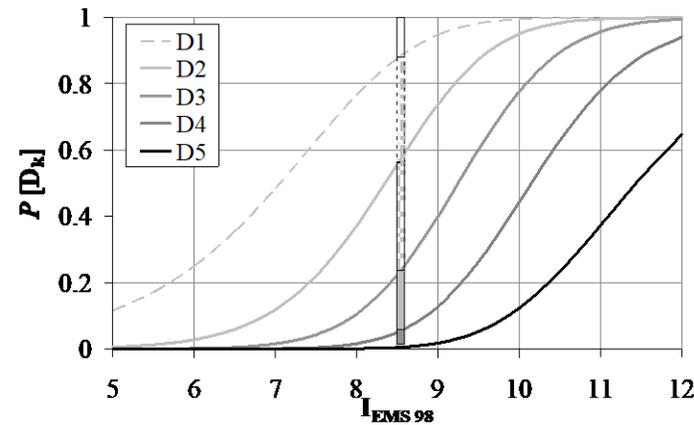
Definizione di vulnerabilità

- La vulnerabilità rappresenta la predisposizione intrinseca di un edificio a subire danni in seguito al verificarsi di un evento sismico di una determinata gravità.
- 5 gradi di danno corrispondenti alle definizioni della SME-98.
- Rappresentazione tramite diverse curve:

curve di vulnerabilità



curve di fragilità



Classificazione del danno a edifici in muratura

	<p>Grado 1: Danno da trascurabile a leggero (nessun danno strutturale, leggero danno non strutturale) Crepe capillari su pochissimi muri. Caduta di piccoli pezzi di intonaco. Caduta di pietre non fissate dalla parte superiore degli edifici in pochissimi casi.</p>
	<p>Grado 2: Danno moderato (leggero danno strutturale, moderato danno non strutturale) Lesioni in molti muri. Caduta di pezzi di intonaco piuttosto grandi. Parziale collasso di comignoli.</p>
	<p>Grado 3: Danno da sostanziale a grave (moderato danno strutturale, grave danno non strutturale) Lesioni larghe diffuse sulla maggior parte dei muri. Tegole si staccano. Comignoli si fratturano alla base; cedimento di singoli elementi non strutturali (tramezzi, cornicioni).</p>
	<p>Grado 4: Danno molto grave (grave danno strutturale, danno non strutturale molto grave) Importanti cedimenti dei muri; parziale cedimento strutturale di tetti e solai.</p>
	<p>Grado 5: Distruzione (danno strutturale molto grave) Collasso totale o quasi totale.</p>



Tipi di edifici

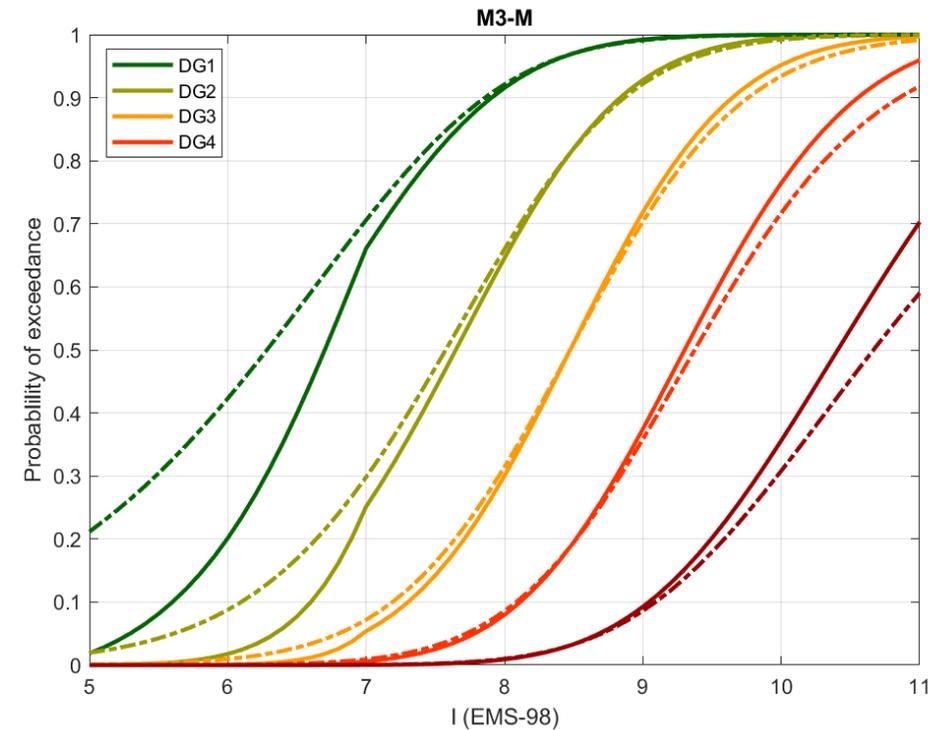
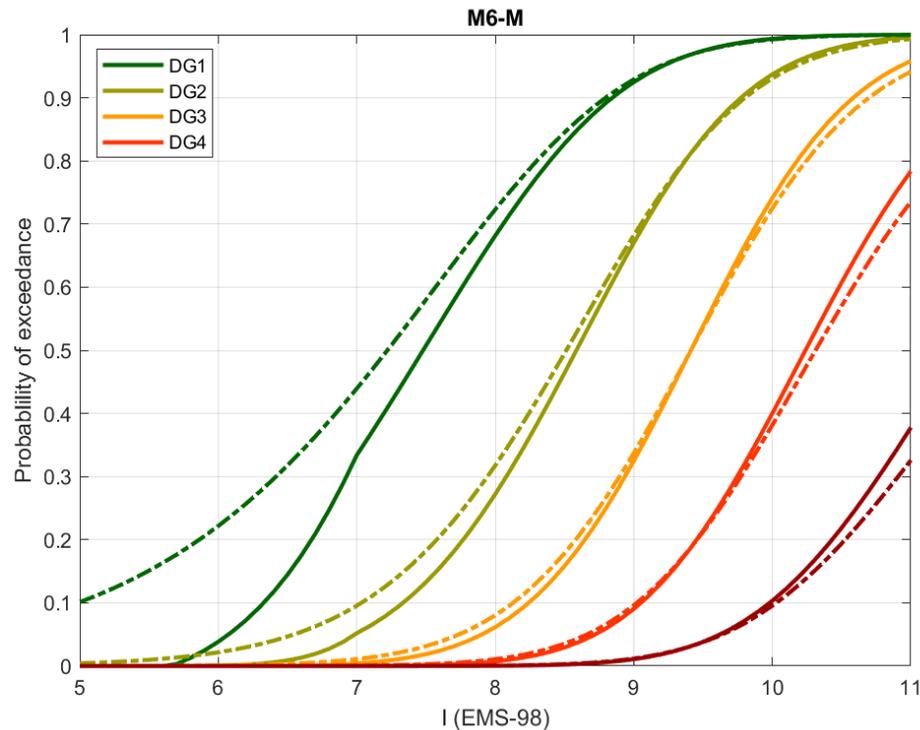
- 12 tipi di sistemi strutturali
 - Muratura (da M1 a M6)
 - Cemento armato (RCF, RCW)
 - Misto (RCmix)
 - Acciaio (S)
 - Legno (T)
 - Insutriale (ind)
- 3 classi di altezza dell'edificio
 - Basso (Low-rise, L)
 - Medio (Mid-rise, M)
 - Alto (High-rise, H)
- Gli edifici vengono assegnati a un tipo di edificio in base ai loro attributi utilizzando due metodi
 - Matrici di correlazione (mapping scheme)
 - Foresta casuale (random forest)

Building Type [‡]	Description
M1_L	Dry stone
M1_M	
M2_L	Adobe (earth bricks)
M3_L	Rubble stone
M3_M	
M3_H	
M4_L	Dressed stone
M4_M	
M4_H	
M5_L	Unreinforced masonry (bricks)
M5_M	
M5_H	
M6_L	Unreinforced masonry – RC floors
M6_M	
M6_H	
RCF_L	RC Frames
RCF_M	
RCF_H	
RCW_L	RC shear wall
RCW_M	
RCW_H	
RCmix_L	Mixed shear wall and RC frame
RCmix_M	
RCmix_H	
S	Steel structures
T	Timber structures
Ind	Industrial structures



Integrazione nel modello di rischio sismico

- I dati sono stati inseriti nel modello attraverso le curve di fragilità
- Approccio empirico: curve di fragilità in funzione dell'intensità macrosismica
- L'adattamento delle curve è necessario per le basse intensità ($I \leq 7$)

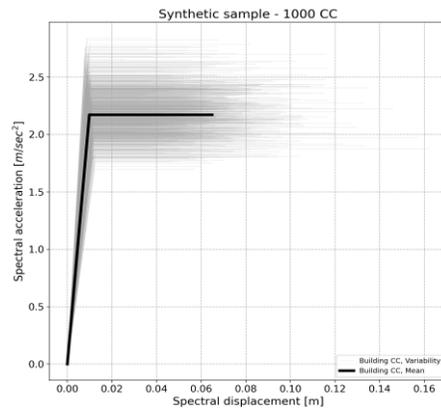




Integrazione nel modello di rischio sismico

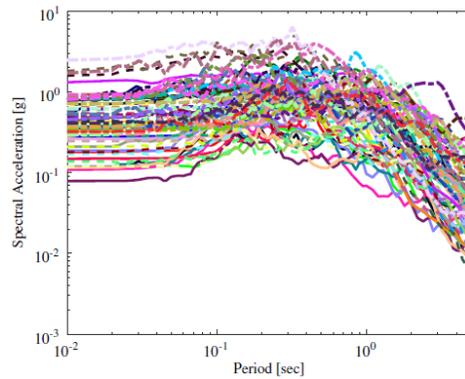
- I dati sono stati inseriti nel modello attraverso le curve di fragilità
- Approccio meccanico: curve di fragilità in funzione dell'accelerazione spettrale

1



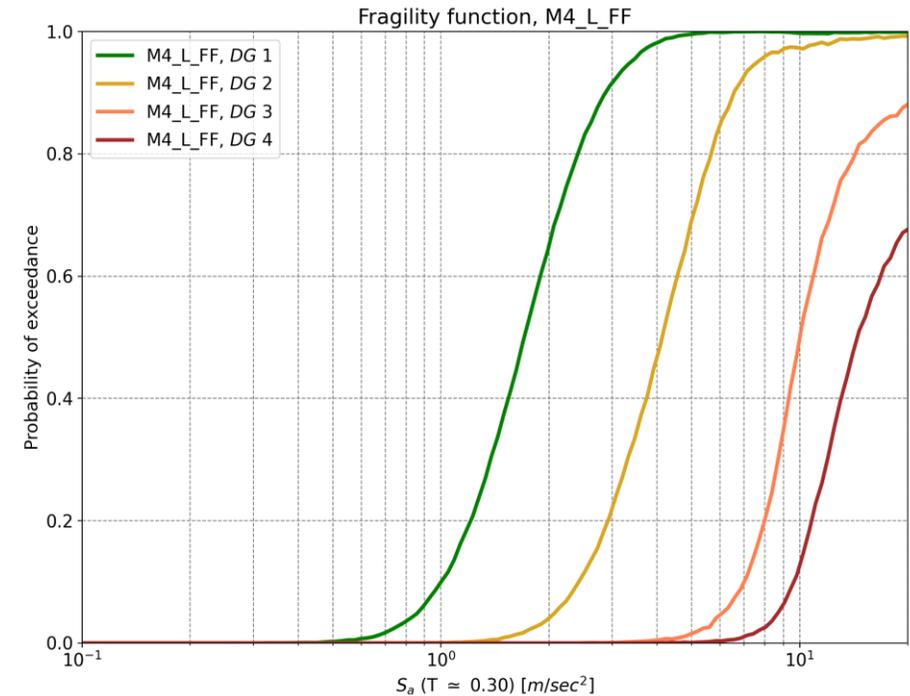
Capacity curves

2



Response spectra

Capacity
spectrum method
&
Damage model





Incertezze e sviluppi

- Le incertezze sono state considerate a livello di tipologia e di curve di fragilità
 - a) Tipologia
 - incertezze epistemiche con i 2 metodi (matrici di correlazione e foresta casuale)
 - incertezze casuali con attribuzione statistica dei tipi di edificio (matrici di correlazione)
 - b) Curve di fragilità
 - in base all'intensità, 3 valori dell'indice di vulnerabilità che coprono l'intervallo di variazione
 - in funzione dell'accelerazione spettrale, incertezza epistemica con sottoclassi (anno di costruzione, numero di piani)
 - in funzione dell'accelerazione spettrale, incertezza epistemica con variazione delle proprietà dei materiali
- I dati non tengono conto di:
 - particolari configurazioni di edifici e i loro effetti (fila di edifici, blocco di case, ecc.)
 - gli effetti delle irregolarità tra edifici adiacenti (piani sfalsati, dislivelli, ecc.)
 - edifici particolari (chiese, musei, monumenti storici, ecc.)
- Sviluppi futuri:
 - regionalizzazione dell'attribuzione dei tipi di edifici (urbano-rurale, specificità regionali, ecc.)
 - introduzione di file di edifici e irregolarità tra edifici adiacenti (soprattutto nelle città)
 - miglioramento di alcune curve di fragilità per le condizioni svizzere (ad es. edifici industriali)
 - presa in conto di trasformazioni e rinforzi
 - nuove tipologie di edifici per gli aggiornamenti (dimensionamento secondo le norme SIA, costruzioni in legno)



Risultati principali

- Vulnerabilità in funzione dell'intensità e dell'accelerazione spettrale – sviluppo separato di famiglie di curve di fragilità
- Validazione dettagliata dei risultati intermedi
 - curve di capacità, con curve tratte dalla letteratura e con curve di altri progetti
 - curve di fragilità, con curve tratte dalla letteratura e con curve di altri progetti
 - curve di fragilità, validazione incrociata tra curve in funzione dell'intensità e dell'accelerazione spettrale
- Presa in conto delle incertezze – incertezze epistemiche e aleatorie
- Limitazioni intrinseche dei risultati
 - Non sono validi per singoli edifici e non sostituiscono una valutazione specifica per due motivi:
 - attribuzione statistica del tipo di edificio
 - valori medi dei parametri e ipotesi, più realistici ma senza i soliti fattori parziali