

APPENDICE A1 - Metodologia per l'identificazione della coppia M-D di soglia

1. Disaggregazione della pericolosità sismica ovvero definizione delle coppie M-D media e modale (H_{FR}) per ciascun baricentro comunale

In questa proposta sono stati presi in considerazione 3 periodi medi di ritorno, corrispondenti a 475, 975 e 2475 anni e 6 periodi spettrali (PGA, 0.2s, 0.5s, 1.0s, 1.5s e 2.0s), per un totale di 18 combinazioni possibili. In questa fase di lavoro, la scelta di prendere in considerazione diversi periodi spettrali nasce dalla necessità di sviluppare una procedura in grado anche di valutare la risposta sismica dei corpi di frana a diverse frequenze di oscillazione; in funzione della profondità del piano di scivolamento e/o della frequenza di risonanza del corpo franoso, il comportamento del versante instabile in condizioni sismiche può infatti variare (Bray, 2007; Barani *et alii*, 2010).

2. Confronto degli scenari M-D con i valori di soglia M_C-D_C

Confronto dei valori M-D (medi e modali) associati a ciascun baricentro comunale con i valori critici (M_C-D_C) derivati da Keefer (1984). Il confronto viene effettuato per tutti i periodi di ritorno e i periodi spettrali considerati. Sono possibili 2 casistiche (fig. 3):

- a. se il punto di coordinate M-D si trova al di sotto della curva “upper bound” (curva limite definita per “disrupted slides or falls”) determinata da Keefer (1984), il territorio comunale può essere interessato da frane sismoindotte;
- b. se il punto di coordinate M-D si trova al di sopra della curva di Keefer (1984), il territorio comunale è potenzialmente esente da fenomeni di instabilità di versante sismoindotti.

3. Calibrazione/validazione del metodo

In questa fase di lavoro è necessario dapprima raccogliere tutte le informazioni disponibili riguardanti la distribuzione sul territorio delle frane sismoindotte osservate storicamente. A tal proposito è possibile riferirsi a banche dati per il territorio nazionale, quale ad esempio il Catalogo italiano degli Effetti Deformativi del suolo Indotti dai forti Terremoti (CEDIT, 2013) (Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e Controllo de Rischi Geologici, Università La Sapienza, Roma, <http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp>) e/o a specifici archivi compilati a scala regionale.

Si procede verificando la corrispondenza tra le aree comunali ove sussistono le condizioni sismiche necessarie all'attivazione di frane sismoindotte, definite al punto precedente, e la franosità sismoindotta avvenuta storicamente. Da tale confronto è possibile selezionare la combinazione media/moda - periodo di ritorno - periodo spettrale in grado di giustificare al meglio le osservazioni storiche, definendo quindi la combinazione più conservativa per il territorio in esame (fig. 4). L'identificazione di H_{FR} condurrà alla lista dei Comuni ove sussistono le condizioni sismiche necessarie all'attivazione di movimenti franosi sismoindotti ($H_{FR} >$ soglia).

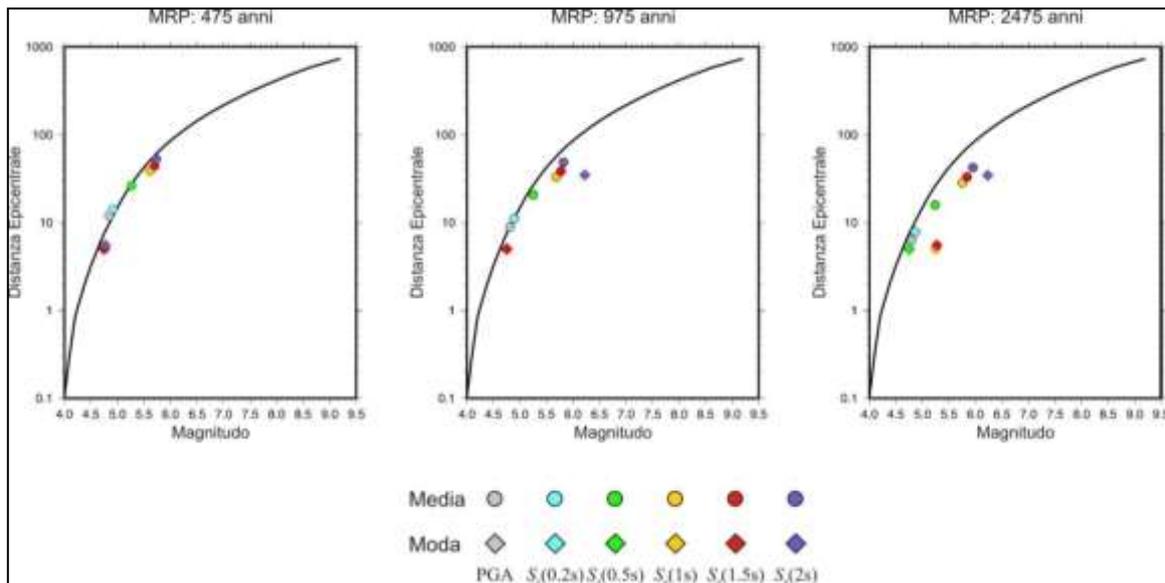


Figura 3 - Confronto tra le coppie M-D medie (cerchi) e modali (rombi) ottenute dalla disaggregazione della pericolosità sismica (a 6 diversi periodi spettrali) per 3 differenti periodi medi di ritorno (MRP) e la curva limite derivata da Keefer (1984) per il Comune di Capraia e Limite (FI), cerchiato in Figura 2.

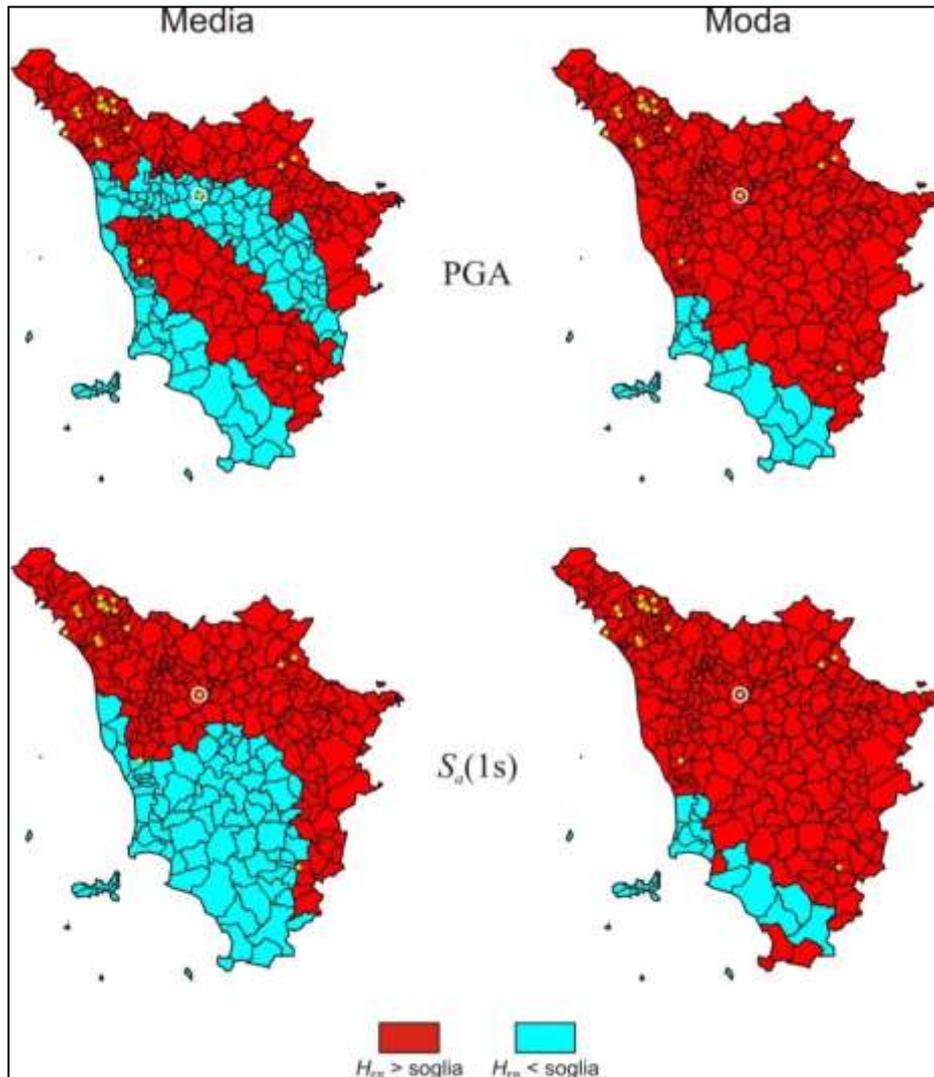


Figura 4 - Mappe dei comuni toscani passibili di fenomeni franosi sismoindotti (comuni in rosso) così come derivate dal confronto delle coppie M-D medie e modali ottenute dalla disaggregazione della pericolosità sismica (in termini di PGA e accelerazione spettrale a 1s) per un periodo di ritorno di 475 anni con la curva limite di Keefer (1984). Le stelle in giallo indicano le frane sismoindotte occorse storicamente così come riportate nel CEDIT (2013). La frana di Capraia e Limite, associata al terremoto della Garfagnana del 1920, è cerchiata in bianco (corrisponde all'esempio in figura 3). Si noti come questo Comune risulti passibile di fenomeni franosi in tutti i casi tranne che in quello ottenuto considerando i valori medi M-D determinati dalla disaggregazione della pericolosità sismica in termini di PGA (pannello in alto a sinistra).

Ulteriori note applicative

- E' bene ricordare che, in ottemperanza ai criteri adottati per gli studi di microzonazione sismica, potrebbero essere trascurati i risultati della disaggregazione per periodi medi di ritorno diversi da 475 anni (gli studi di microzonazione sono soliti riferirsi a un periodo medio di ritorno di 475 anni).
- Nella metodologia proposta non sono state considerate le caratteristiche delle frane censite sul territorio quali, per esempio, la tipologia di materiale (frane in roccia o frane in terra), il tipo di movimento (crollo, ribaltamento, colamento, scorrimento traslazionale e/o rotazionale, espansione laterale, movimenti complessi) e le dimensioni del corpo di frana (profondità del piano di scivolamento, estensione areale). La conoscenza dettagliata del territorio, ovvero della tipologia prevalente di frana, potrebbe essere utilizzata per la definizione a priori del periodo spettrale più opportuno per l'areale, indipendentemente dal

confronto con la franosità storica. In questo caso la definizione di H_{FR} dipenderà solo dal periodo di ritorno (a meno che non sia prefissato a 475 anni) e dai valori medi o modali di M e D che, come specificato al punto 3, dovranno permettere l'individuazione di tutte (o la maggior parte) le aree comunali interessate storicamente da frane sismo-indotte.

- Riguardo alla scelta tra valori medi o modali di M e D , non esiste una linea di pensiero dominante (fig. 5). Si precisa che la moda della distribuzione corrisponde alla coppia $M-D$ che fornisce il maggior contributo alla pericolosità sismica e pertanto corrisponde a uno scenario "reale". Il principale svantaggio nell'uso dei valori modali è legato al fatto che questi risultano sensibili all'ampiezza degli intervalli di magnitudo e distanza adottati in fase di calcolo. La media, al contrario, è indipendente dall'ampiezza degli intervalli, ma non sempre corrisponde a uno scenario "reale" dal momento che i contributi della sismicità locale e regionale concorrono alla sua definizione. In altre parole, la media potrebbe rappresentare uno scenario improbabile.

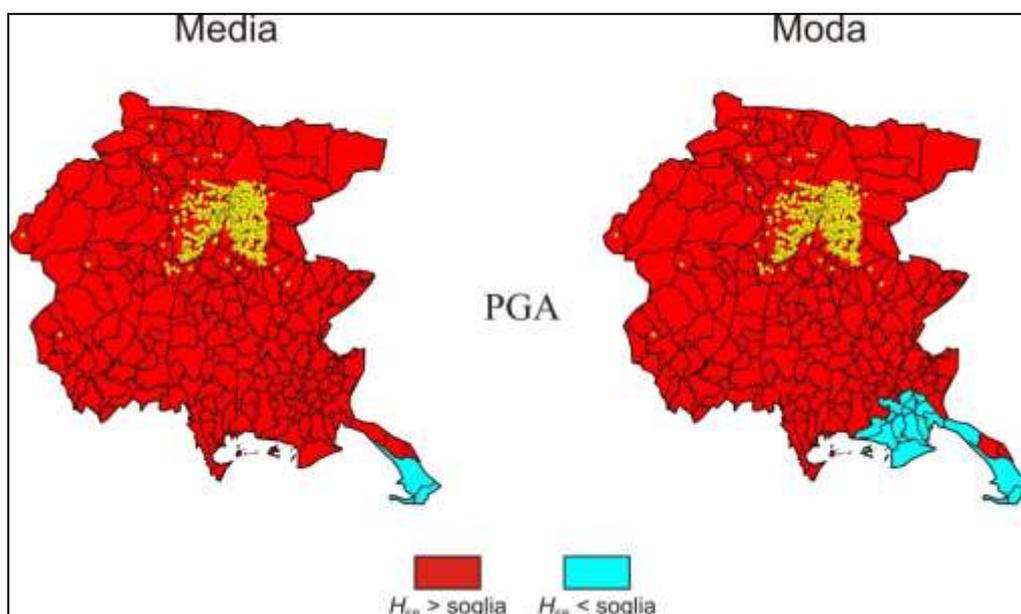


Figura 5 - Come figura 4, ma per la Regione Friuli Venezia Giulia. Le frane sismoindotte in giallo sono state ricavate sia dal CEDIT (2013) che da un archivio compilato dal gruppo di lavoro dell'Università Bicocca Milano. Poiché la maggior parte dei fenomeni franosi indotti da eventi sismici nella regione in esame è associata a crolli in roccia, il parametro di scuotimento corrispondente alla PGA appare quello maggiormente idoneo a circoscrivere le aree comunali passibili di frane sismo-indotte.

- Se non è possibile sviluppare il punto 3 della metodologia: calibrazione/validazione del metodo, per mancanza di informazioni riguardo a frane sismoindotte per eventi del passato, si consiglia di sviluppare la disaggregazione per un periodo spettrale $T=0.5$ s (circa media tra 0.2 e 0.7 s) che Bray e Travarrou (2007) indicano come più frequente *range* di eccitazione per frane sismoindotte.