

APPENDICE A5 – Metodologia per l'identificazione della soglia di a_{max} (a cura dell'Università Bicocca, Milano)

Il parametro sismico scelto come fattore di instabilità aggiuntivo nella metodologia RHAP per la definizione della pericolosità da crollo è la a_{max} (accelerazione massima in superficie, anche PGA).

Per la definizione di un valore soglia da utilizzare nella metodologia RHAP sono stati studiati i crolli dei due principali terremoti italiani che hanno generato frane di crollo negli ultimi decenni: il terremoto del Friuli, 1976, e il terremoto Umbria-Marche, 1997.

Per entrambi i terremoti, è stato studiato il valori di a_{max} derivato dalle ShakeMap prodotte dall'USGS (Wald *et alii* 2005; figura A3_1: $PGA=a_{max}$) e sono stati raccolti i dati della localizzazione delle frane di crollo dalla letteratura (per il terremoto del Friuli, Govi, 1976, Valagussa et al, 2014; per le il terremoti Umbria-Marche, Carro et al, 2003). I dati sono inoltre stati integrati con il database CEDIT (Romeo *et alii*, 2010) (Figura A3_1).

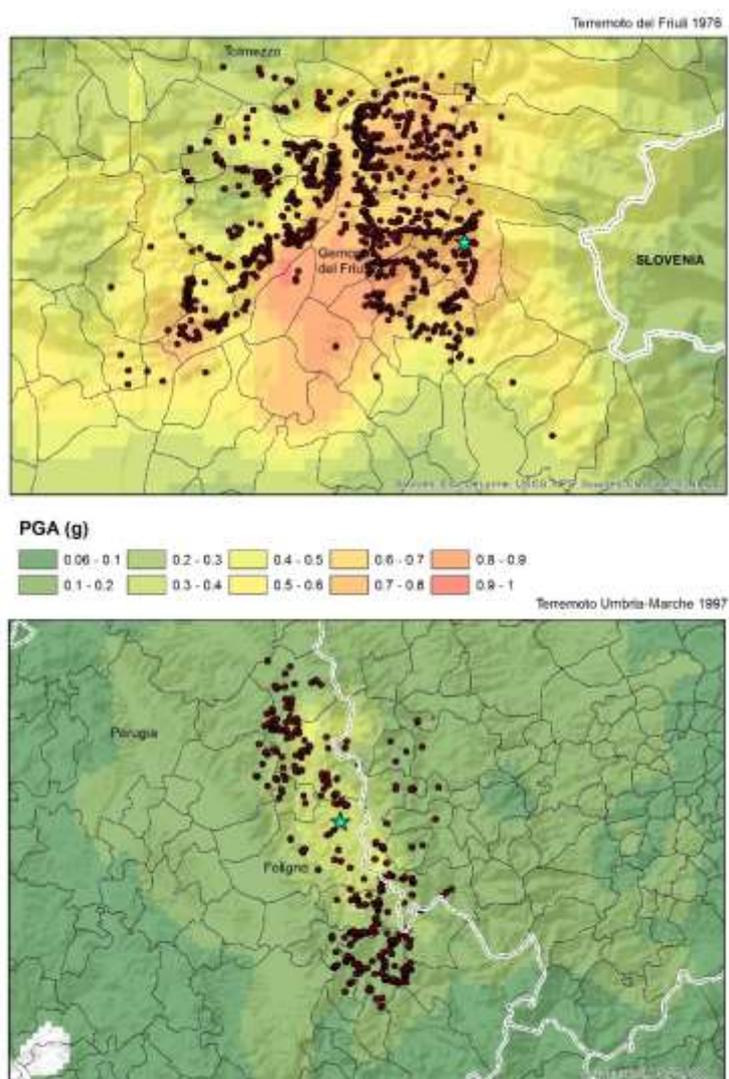


Figura A3_1: Mappa rappresentante la distribuzione della a_{max} (PGA) per i casi studio del Friuli Venezia Giulia (sopra) e Umbria-Marche (sotto).

Densità di frana vs a_{max} (PGA)

Sulla base dei due dataset disponibili per i due casi studio è stata definita la densità di frana nelle due aree (figura A3_2). In particolare, per ogni cella di dimensione 1x1 km² è stata definita la densità chilometrica in un intorno di 10 x 10 km².

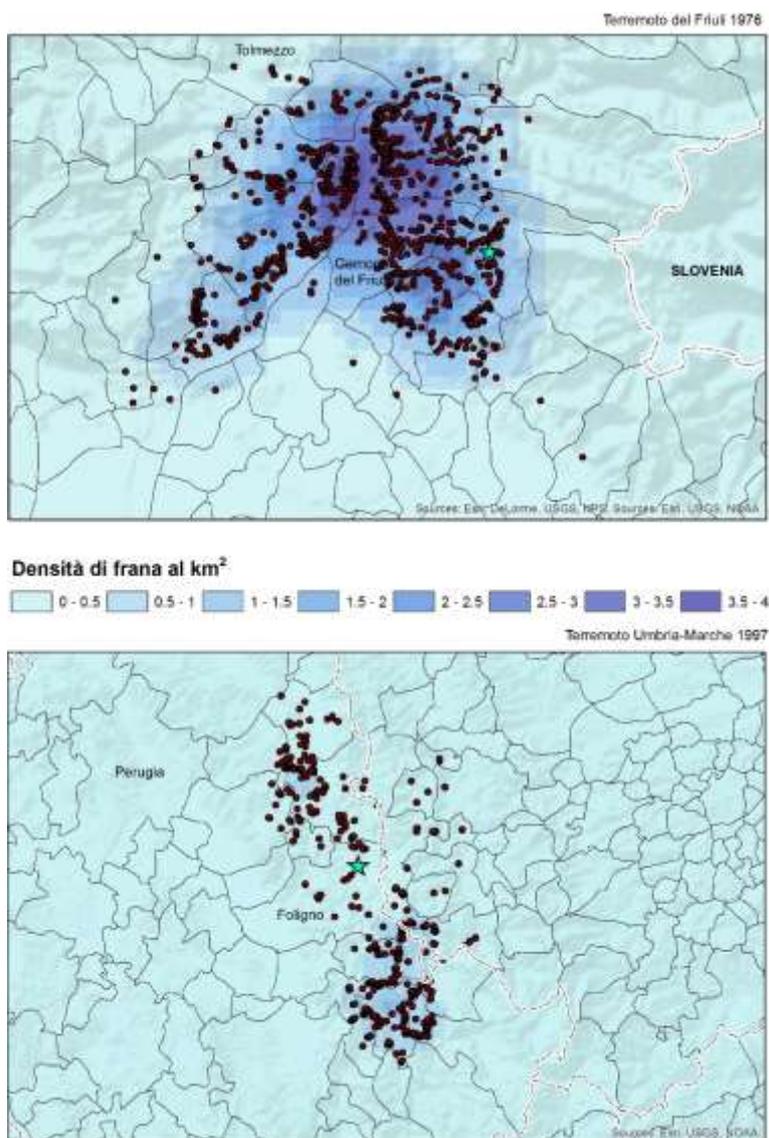


Figura A3_2 - Mappe rappresentanti la densità di frana al km² per i casi studio del Friuli Venezia Giulia (sopra) e Umbria-Marche (sotto).

Diagrammando la densità di frana in funzione della a_{max} è possibile osservare un incremento di densità di frana al crescere della a_{max} , come atteso (figura A3_3). Si osserva una chiara separazione tra i due terremoti a causa della loro diversa intensità. Purtroppo, l'interpolazione dei dati al fine di individuare una relazione tra a_{max} e densità è resa difficoltosa dalla dispersione dei dati. Parte della dispersione dipende dal fatto che le aree pianeggianti non sono state eliminate, e parte probabilmente è riferibile ad effetti locali che non sono debitamente considerati nella ShakeMap. Viste queste limitazioni, non è stato possibile individuare un valore soglia da questa relazione.

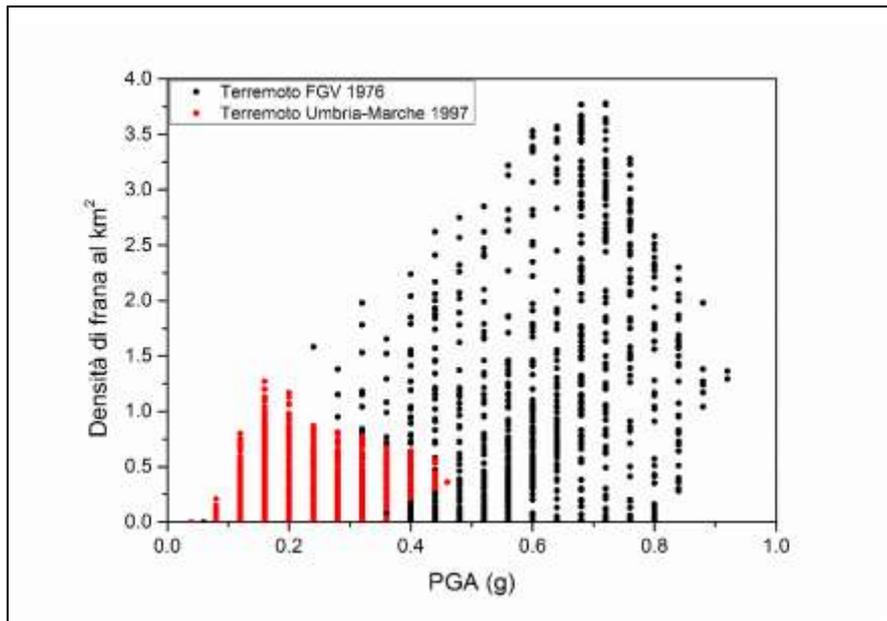


Figura A3_3 - Grafico rappresentante la distribuzione della densità di frana rispetto la a_{max} .

Frequenza cumulata di frana vs a_{max}

Ad ogni punto rappresentante un evento di frana negli inventari analizzati è stato attribuito il valore puntuale della a_{max} . E' stata poi calcolata la frequenza cumulata di occorrenza delle frane per classi di a_{max} ad intervalli di 0.15 g.

Come si può osservare dalla figura A3_4 si osserva un gradino, corrispondente a un forte incremento nell'occorrenza delle frane, al passaggio tra la classe 0.15 e 0.20 g. Come conseguenza è possibile fissare la soglia da utilizzare nella metodologia RHAP ad un valore di 0.15 g, pari al valore limite per l'innescio di un numero sufficientemente significativo di frane da crollo.

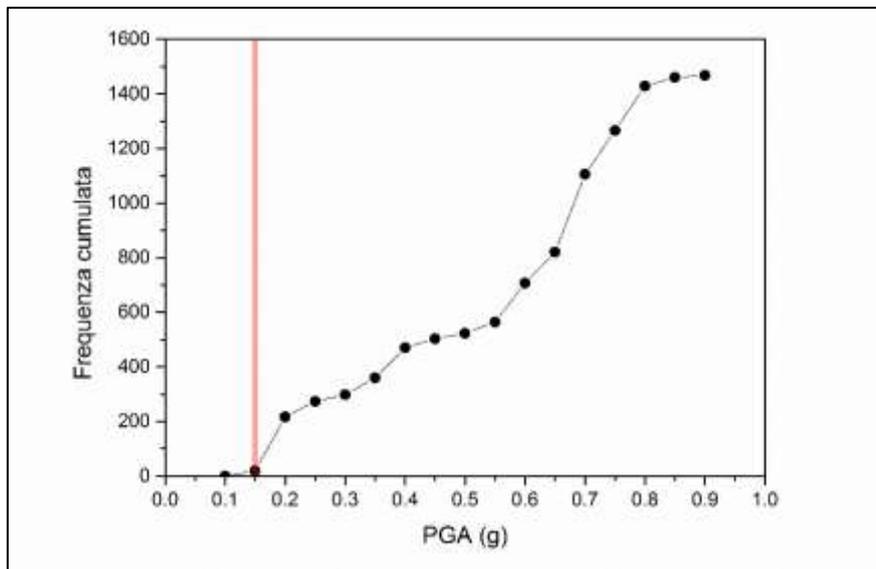


Figura A3-4 - Grafico rappresentante la frequenza cumulata di frana rispetto alla a_{max} . La banda rossa tratteggiata rappresenta il limite identificato per l'aggiunta dell'aggravante sismica alla metodologia RHAP, pari a 0.15 g.

Considerando la mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni è possibile individuare le regioni e di conseguenza i comuni per i quali l'aggravante sismica sia da introdurre all'interno della metodologia RHAP. Si osserva inoltre che il valore soglia identificato corrisponde al valore medio registrato sul territorio nazionale.

Bibliografia:

- Carro, M., De Amicis, M., Luzi, L., & Marzorati, S. (2003). The application of predictive modeling techniques to landslides induced by earthquakes: the case study of the 26 September 1997 Umbria–Marche earthquake (Italy). *Engineering Geology*, 69(1), 139-159.
- Govi, M. (1976). Map showing the landslides triggered by earthquake (from aerial photographs of May–June 1976). National Research Council Geological and Mining Sciences Committee Italian “Geodynamics” Project. Geology of the Friuli area primarily involved in the earthquake (In Italian).
- Valagussa, A., Frattini, P., & Crosta, G. B. (2014). Earthquake-induced rockfall hazard zoning. *Engineering Geology*, 182, 213-225.
- Wald, D. J., Worden, B. C., Quitoriano, V., & Pankow, K. L. (2005). ShakeMap manual: technical manual, user's guide, and software guide (No. 12-A1).