Modelli per la valutazione della pericolosità, della vulnerabilità e del rischio da frana

Ardizzone Francesca (\*), Cardinali Mauro (\*), Galli Mirco (\*), Guzzetti Fausto (\*), Peruccacci Silvia (\*), Reichenbach Paola (\*), Rossi Mauro (\*) & Salvati Paola (\*)

Abstract

Models for landslide hazard determination, for landslide vulnerability assessment, and for landslide risk evaluation

Landslides are complex phenomena caused by different climatic, meteorological and geophysical triggers, and human activities. The large variety of landslide phenomena makes it difficult to establish a single methodology to determine landslide hazard, ascertain the vulnerability to landslides, and evaluate landslide risk at different geographical and temporal scales. Determining landslide hazard in an area involves establishing where, when (or frequently), and how large or destructive individual or multiple landslides will be. Probabilistic models determine landslide hazard. These models work under geomorphological assumptions often difficult to prove. In addition, validation of the results of a landslide hazard model – and of its individual forecasting components – is a difficult task with the information commonly available to landslide investigators. Vulnerability is the degree of loss to a given element, or a set of elements, at risk resulting from the occurrence of a landslide. Only a few catalogues of landslide damage to different types of elements at risk (including the population) exists, and information on the vulnerability to landslides is generally missing. Lack of information on landslide vulnerability severely hampers our ability to ascertain landslide risk. Quantitative (probabilistic) or qualitative (heuristic) landslide risk assessment is the final goal of several landslide studies. Landslide risk analysis aims to determine the probability that a specific hazard (an individual landslide or set of landslides) will cause harm, and it investigates the complex relationships between the frequency and magnitude of the damaging events and the severity of the consequences. Where catalogues of landslide events and their consequences (e.g., to the population) have been compiled, landslide risk can be ascertained and forecasts can be made. Investigating the geographical and temporal variations of landslide risk involves designing landslide scenarios. This is a difficult task subject to large uncertainties.

Key words: Frana, pericolosità, vulnerabilità, rischio, modello.

INTRODUzIONe

Le frane sono fenomeni geomorfologici complessi, prodotti da diverse cause climatiche, meteorologiche, geofisiche ed antropiche. La grande varietà e la complessità dei fenomeni franosi rende difficile stabilire un’unica metodologia per la definizione della pericolosità, per la valutazione della vulnerabilità, e per la stima del rischio da frana, a differenti scale geografiche e temporali, ed in diversi ambienti fisiografici. Di recente, sono stati proposti modelli probabilistici per la definizione della pericolosità, della vulnerabilità e del rischio da frana. I modelli si basano su assunzioni e paradigmi geomorfologici difficili da verificare. Oltre a ciò, la validazione e la valutazione delle capacità predittive dei modelli – e delle loro componenti interne – resta un problema aperto, soprattutto per la scarsità di informazioni indipendenti. Definire la pericolosità da frana in un territorio comporta stabilire dove, quando e quanto distruttivi potranno essere i dissesti. Delle tre componenti necessarie alla definizione della pericolosità, la più difficile (ed incerta) è la stima della probabilità temporale delle frane, mentre la più semplice è la valutazione della probabilità spaziale dei dissesti (la suscettibilità), per la quale esistono modelli e metodi consolidati. La vulnerabilità è la perdita attesa di un elemento a rischio, o di un gruppo di elementi a rischio, al verificarsi di un dissesto. Informazioni relative al danno atteso ed alla vulnerabilità da frana sono limitate in tutto il mondo. La mancanza di informazioni sulla vulnerabilità da frana limita la nostra capacità di valutare il rischio. La valutazione quantitativa (probabilista) del rischio da frana è l’obiettivo di molti studi sulle frane. L’analisi del rischio da frana mira a determinare la probabilità che un evento pericoloso (una singola frana od un gruppo di frane) producano danni, ed analizza le complesse relazioni fra la frequenza e l’intensità degli eventi, e la tipologia e la durezza delle conseguenze. Dove esistono cataloghi di frane con conseguenze dirette, ad esempio alla popolazione, il rischio da frana può essere stimato in modo quantitativo.

References

Ardizzone F., Cardinali M., Galli M., Guzzetti F. & Reichenbach P. (2007). *Identification and mapping of recent rainfall-induced landslides using elevation data collected by airborne Lidar*. Natural Hazards and Earth System Sciences, **7**, 637–650.

Cardinali M., Galli M., Guzzetti F., Ardizzone F., Reichenbach P. & Bartoccini, P. (2006) *Rainfall induced landslides in December 2004 in South-Western Umbria, Central Italy*. Natural Hazards and Earth System Sciences, **6**, 237-260.

Cardinali M., Reichenbach P., Guzzetti F., Ardizzone F., Antonini G., Galli M., Cacciano M., Castellani M. & Salvati P. (2002) *A geomorphological approach to estimate landslide hazard and risk in urban and rural areas in Umbria, central Italy*. Natural Hazards and Earth System Sciences, **2** (1-2), 57-72.

Galli M. & Guzzetti F. (2007) *Vulnerability to landslides in Umbria, central Italy*. Environmental Management, **40**, 649–664.

Galli M., Ardizzone F., Cardinali M., Guzzetti F. & Reichenbach P. (2008) *Comparison of landslide inventory maps*. Geomorphology, **94**, 268–289.

Guzzetti F., Ardizzone F., Cardinali M., Galli M. & Reichenbach P. (2008). *Distribution of landslides in the Upper Tiber River basin, Central Italy*. Geomorphology, Vol. 96, 105–122.

Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P., Cipolla F., Sebastiani C., Galli M. & Salvati P. (2004) *Landslides triggered by the 23 November 2000 rainfall event in the Imperia Province, Western Liguria, Italy*. Engineering Geology, **73** (2), 229-245.

Guzzetti F., Galli M., Reichenbach P., Ardizzone F. & Cardinali M. (2006) *Landslide hazard assessment in the Collazzone area, Umbria, central Italy*. Natural Hazards and Earth System Sciences, **6**, 115-131.

Guzzetti F., Reichenbach P., Ardizzone F., Cardinali M. & Galli M. (2006) *Estimating the quality of landslide susceptibility models*. Geomorphology, **81**, 166-184.

Guzzetti F., Reichenbach P., Cardinali M., Ardizzone F. & Galli M. (2003) *The Impact of landslides in the Umbria Region, Central Italy*. Natural Hazards and Earth System Sciences. **3** (5), 469 - 486.

Guzzetti F., Reichenbach P., Cardinali M., Galli M. & Ardizzone F. (2005) *Probabilistic landslide hazard assessment at the basin scale*. Geomorphology, Vol. 72: 272-299.

Malamud B.D., Turcotte D.L., Guzzetti F. & Reichenbach P. (2004) *Landslide inventories and their statistical properties*. Earth Surface Processes and Landforms, **29** (6), 687-711.

Reichenbach P., Galli M., Cardinali M., Guzzetti F. & Ardizzone F., (2004) *Geomorphologic mapping to assess landslide risk: concepts, methods and applications in the Umbria Region of central Italy*. In: Glade T., Anderson M.G. & Crozier M.J. (Eds.) Landslide risk assessment. John Wiley, 429-468.