

[Handwritten signatures and initials]

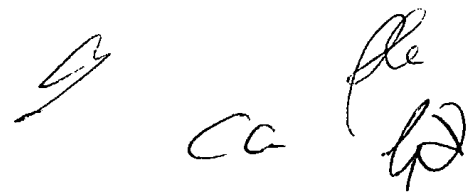
BUSTA N. 1

Argomenti	N. quesito	domande
1) sistemazioni idraulico-forestali	1	Si descrivano i criteri di dimensionamento funzionale di una briglia filtrante che presidia un bacino di deposito
2) tecniche di esecuzione e processamento delle misure idrologiche, idrauliche, idraulico-forestali e di rilevamento del territorio in un bacino idrografico	2	Si descrivano gli interventi di calibrazione e di manutenzione per un pluviografo collocato in zona montana
3) metodi di Gestione della Sicurezza sul lavoro nello svolgimento dell'attività tecnica sia in pieno campo sia in Laboratorio	3	Si descrivano le principali azioni di prevenzione e protezione da adottare nello svolgimento dell'attività tecnica in pieno campo
4) conoscenza dei software: QGIS, ArcGIS, AUTOCAD	4	Si descrivano gli strumenti disponibili in QGIS per l'analisi geomorfologica
5) conoscenza di software di simulazione idrologico-idraulica: AdB-Toolbox, HEC-RAS, FLO-2D	5	Si descriva l'uso del software AdB-Toolbox per la valutazione del tempo di residenza di un bacino idrografico

[Signature]
[Signature] Ca. *[Signature]*

BUSTA N. 2

Argomenti	N. quesito	domande
1) sistemazioni idraulico-forestali	1	Si illustri una metodologia di messa a punto e di aggiornamento di un catasto delle opere di difesa idraulico-forestale per una regione amministrativa
2) tecniche di esecuzione e processamento delle misure idrologiche, idrauliche, idraulico-forestali e di rilevamento del territorio in un bacino idrografico	2	Si illustrino i passi essenziali per la misura di portata con il metodo della diluizione salina
3) metodi di Gestione della Sicurezza sul lavoro nello svolgimento dell'attività tecnica sia in pieno campo sia in Laboratorio	3	Si illustrino i principali dispositivi di protezione individuale da adottare in un laboratorio, dove si usano anche sostanze chimiche
4) conoscenza dei software: QGIS, ArcGIS, AUTOCAD	4	Si descrivano i principali strumenti disponibili in ArcGIS e specificatamente in ArcMap per l'analisi idrologica
5) conoscenza di software di simulazione idrologico-idraulica: AdB-Toolbox, HEC-RAS, FLO-2D	5	Si descriva l'uso delle condizioni al contorno per la simulazione idraulica a moto permanente in HEC RAS

Handwritten signature and initials, possibly 'CC' and 'fle'.**BUSTA N. 3**

Argomenti	N. quesiti	domande
1) sistemazioni idraulico-forestali	1	Si descriva un intervento di ricostruzione morfologica di un alveo montano mediante step pool artificiali realizzati in massi posati a secco
2) tecniche di esecuzione e processamento delle misure idrologiche, idrauliche, idraulico-forestali e di rilevamento del territorio in un bacino idrografico	2	Si descriva la procedura di rilevazione topografica di un complesso sistematorio mediante Lidar
3) metodi di Gestione della Sicurezza sul lavoro nello svolgimento dell'attività tecnica sia in pieno campo sia in Laboratorio	3	Si illustri la metodologia di gestione dei rischi durante una visita didattica in pieno campo con una classe di studenti
4) conoscenza dei software: QGIS, ArcGIS, AUTOCAD	4	Si descrivano gli strumenti di AutoCAD per la gestione ed analisi di modelli digitali del terreno
5) conoscenza di software di simulazione idrologico-idraulica: AdB-Toolbox, HEC-RAS, FLO-2D	5	Si descrivano le modalità di impiego del programma FLO-2D per simulare un'onda di piena su un conoide montano

[Handwritten signature]

[Handwritten initials]

[Handwritten initials]

[Handwritten signature]

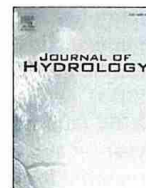


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



Hydrogeomorphic response to extreme rainfall in headwater systems: Flash floods and debris flows



Marco Borga^{a,*}, Markus Stoffel^{b,c}, Lorenzo Marchi^d, Francesco Marra^f, Matthias Jakob^e

^a Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padova, Padova, Italy

^b Institute for Environmental Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

^c Laboratory of Dendrogeomorphology (dendrolab.ch), Institute of Geological Sciences, University of Berne, Berne, Switzerland

^d National Research Council of Italy, Research Institute for Geo-Hydrological Protection, Padova, Italy

^e BGC Engineering, Vancouver, Canada

^f Department of Geography, Hebrew University of Jerusalem, Israel

ARTICLE INFO

Article history:

Available online 23 May 2014

Keywords:

Flash flood
Debris flows
Early warning systems
Flood risk management
Climate change
Hydrogeomorphology

SUMMARY

Flash floods and debris flows develop at space and time scales that conventional observation systems for rainfall, streamflow and sediment discharge are not able to monitor. Consequently, the atmospheric, hydrological and geomorphic controls on these hydrogeomorphic processes are poorly understood, leading to highly uncertain warning and risk management. On the other hand, remote sensing of precipitation and numerical weather predictions have become the basis of several flood forecasting systems, enabling increasingly accurate detection of hazardous events. The objective of this paper is to provide a review on current European and international research on early warning systems for flash floods and debris flows. We expand upon these themes by identifying: (a) the state of the art; (b) knowledge gaps; and (c) suggested research directions to advance warning capabilities for extreme hydrogeomorphic processes. We also suggest three areas in which advancements in science will have immediate and important practical consequence, namely development of rainfall estimation and nowcasting schemes suited to the specific space–time scales, consolidating physical, engineering and social datasets of flash floods and debris flows, integration of methods for multiple hydrogeomorphic hazard warning.

© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Extreme rainstorms in headwater catchments may trigger liquid floods, debris floods or debris flows. The type of process triggered depends on several characteristics, including the hydrologic, geomorphometric and geotechnical features of the slopes, the source materials and the availability of sediments, and the frequency–magnitude characteristics of the precipitation event. The understanding of the hydro-geomorphic response of the slope and channel systems to various types of extreme rainfalls is key to identifying the impacts of land use and climatic changes and to predict long-term landform evolution (Schumm, 1977; Harvey, 2007). In the long standing debate of which event magnitudes

are more significant in long-term river channel and landscape evolution, i.e., frequent moderate-size runoff events or extreme hydroclimatic events (Lane et al., 2007), much less is known about the latter (Grodok et al., 2012). These issues are central to the development of hydrogeomorphology, i.e. the interdisciplinary science that focuses on the interaction of hydrologic processes with landforms and the interaction of geomorphic processes with surface and subsurface water (Sidle and Onda, 2004).

The type, magnitude and intensity of the hydro-geomorphic response may affect hazard and risk in the downstream channel system and the associated fans and floodplains (Jakob et al., 2006; Marchi et al., 2009). In this paper, the attention is given primarily to events triggered by intense convection, such as flash floods and debris flows. The occurrence of these events is of concern in natural hazards sciences due to the relevance of flash floods and debris flows in terms of both the number of people affected globally and the proportion of fatalities for individual events. Jonkman (2005) gave a global perspective on the 176,000 + people killed in freshwater flooding for the period 1975–2002. He reported that flash floods are characterized by the highest average

* Corresponding author. Address: Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padova, AGRIPOLIS, via dell'Università, 16, Legnaro (PD) IT-35020, Italy. Tel.: +39 049 8272681; fax: +39 049 8272686.

E-mail addresses: marco.borga@unipd.it (M. Borga), markus.stoffel@unige.ch, markus.stoffel@dendrolab.ch (M. Stoffel), lorenzo.marchi@irpi.cnr.it (L. Marchi), marra.francesco@mail.huji.ac.il (F. Marra), mjakob@bgcengineering.ca (M. Jakob).