Un modello per la stima d'inondazione da rottura delle dighe

Autor(en): **Cannata, Massimiliano / Marzocchi, Roberto**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning**

Band (Jahr): **- (2008)**

Heft 6

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-134042

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Un modello per la stima d'inondazione da rottura delle dighe

Massimiliano Cannata *
Roberto Marzocchi **

Il pericolo derivante dal fallimento di un sistema di sbarramento viene classificato insieme agli incendi urbani, i rilasci di materiale pericoloso, gli incidenti nucleari, le interruzioni dei sistemi energetici e quelli dei sistemi di telecomunicazione come pericolo tecnologico. Questi pericoli, che possono interessare sia aree ristrette che estese, sono caratterizzati dal fatto che oltre a causare ingenti danni diretti (alle proprietà ed alle persone) producono spesso importanti danni indiretti (alla società) quali malfunzionamenti delle infrastrutture vitali. Pur non essendo di origine naturale questi eventi si verificano spesso come conseguenza di fenomeni naturali quali frane o terremoti. Questa consequenzialità trasferisce la tipica caratteristica di imprevedibilità dei disastri naturali anche a quelli tecnologici. L'imprevedibilità si traduce nella pratica in una più difficile gestione del rischio causata dal breve periodo di allerta che precede il verificarsi dell'evento. In questi casi i piani di gestione delle emergenze (evacuazione e messa in sicurezza della popolazione e delle risorse) ricoprono ancor più che in altri casi un ruolo fondamentale nella mitigazione dei danni.

Ragioni dello sviluppo

L'Istituto Scienze della Terra del Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design della SUPSI sta svolgendo in collaborazione con il World Institute for Disaster Risk Management, il dipartimento di ingegneria civile ed ambientale della Virginia Teach University un progetto finanziato dalla Banca Mondiale per conto del Ministero dell'Ambiente e dello Sviluppo Sostenibile rumeno denominato «Hazard Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project» ed in particolare la sottocomponente C.5 «Experimental studies regarding landslides and elaboration of the standard monitoring manuals». In sintesi il progetto prevede di sviluppare su due casi campione dei sistemi di monitoraggio, allerta e gestione dell'emergenza per pericolo frane che possano essere replicati in futuro su tutto il territorio rumeno.

In particolare uno dei due casi in esame (situato nella città di Sacele) si riferisce allo studio di un fenomeno franoso situato in prossimità di una diga (Fig. 1 e 2). Questa combinazione oltre allo studio del pericolo frana vero e proprio richiede quindi un'analisi dettagliata del pericolo dovuto al fallimento dello sbarramento (straripamento,

1

2

Fig. 1 – Bacino artificiale di Sacele: vista della diga dalla parete di frana
Fig. 2 – Bacino artificiale di Sacele: vista della parete di frana dalla diga

rottura parziale e rottura totale) e conseguente inondazione della valle. Per questo motivo l'IST ha sviluppato un modello bidimensionale per la stima dell'inondazione dovuta a rottura dighe.

Modello di inondazione

Il modello sviluppato è basato sulla risoluzione delle equazioni bidimensionali del moto dell'acqua superficiale nella sua forma conservativa[1] utilizzando un metodo a volumi finiti.

Il modello è stato sviluppato all'interno del GIS (Geographical Information System) GRASS in modo da poter avvantaggiarsi di tutte quelle procedure geografiche necessarie sia per la preparazione dei dati di input, che per la verifica dei risultati e per l'analisi di rischio rimanendo in un unico ambiente.

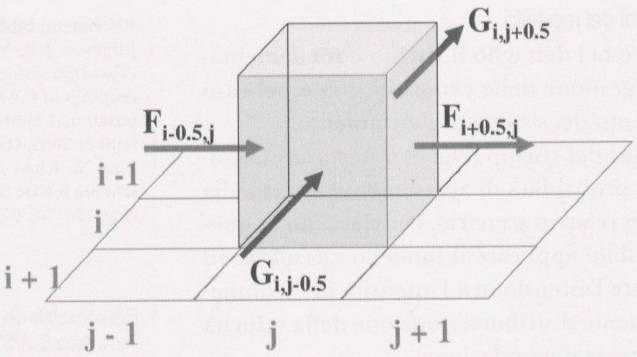
Il modello è basato su una rappresentazione raster (griglia di celle regolari): il volume elementare considerato è quindi costituito dal valore dell'altezza dell'acqua per l'area di cella.

I flussi F e G tra i volumi elementari, positivi rispettivamente in direzione est e nord, sono calcolati tramite il metodo «upwind»[2] mentre il gradiente idraulico viene valutato come media pesata dei gradienti del flusso a monte e a valle.

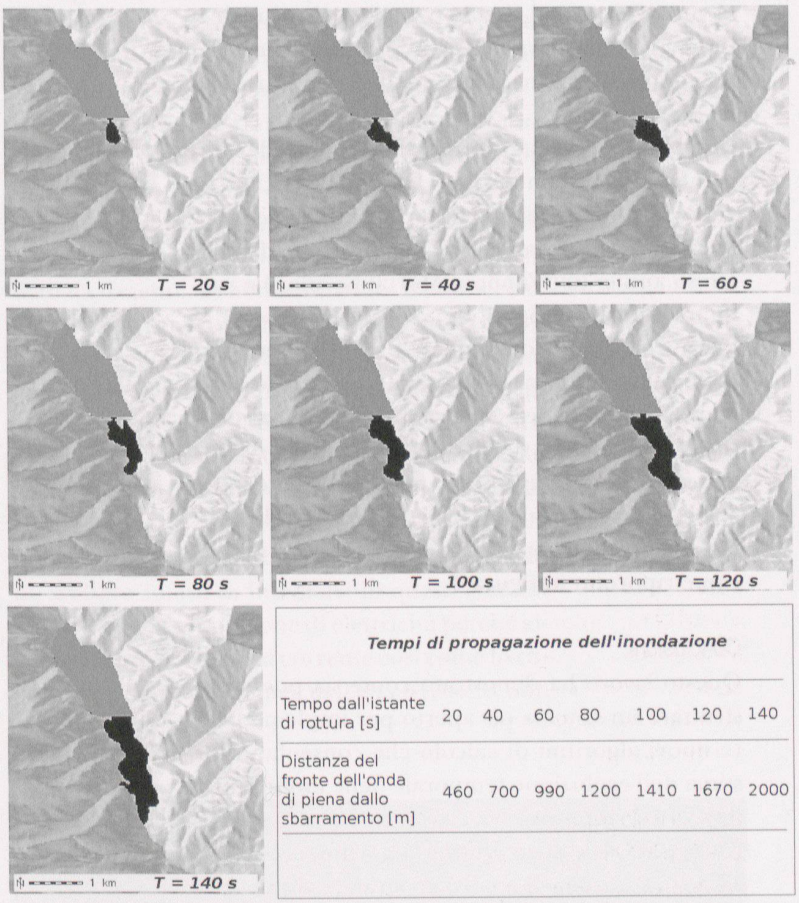
Il nuovo comando GIS sviluppato, denominato *r.damflood*, richiede come dati di input:

- una carta raster delle elevazioni del terreno compresa la batimetria del bacino artificiale e lo sbarramento,
- una carta raster delle quote del bacino artificiale,
- una carta raster della celle di rottura della diga con la rispettiva quota,
- una carta raster dei valori del coefficiente d'attrito (Manning),
- l'intervallo in secondi di produzione delle serie temporali di output,
- la durata in secondi della simulazione,
- il nome della serie temporale di carte di altezza d'inondazione,
- il nome della serie temporale di carte di velocità di flusso.

Il modello è stato verificato in un caso ipotetico nel quale si è valutata l'inondazione a seguito di una rottura parziale della diga. La simulazione, come illustrato in figura 4, riproduce correttamente la dinamica della propagazione del flusso a valle dello sbarramento. Tempi, velocità ed altezze dell'inondazione sono conformi ai valori tipici riscontrati in tali fenomeni e studiati da altri autori per mezzo di modelli fisici o numerici.



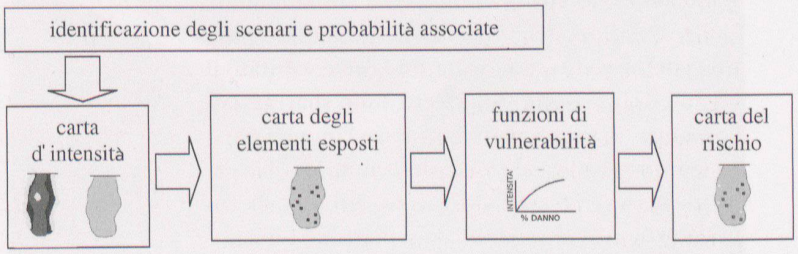
3



Tempi di propagazione dell'inondazione

Tempo dall'istante di rottura [s]	20	40	60	80	100	120	140
Distanza del fronte dell'onda di piena dallo sbarramento [m]	460	700	990	1200	1410	1670	2000

4



5

Fig. 3 – Volume elementare considerato dal modulo di simulazione
Fig. 4 – Esempio di propagazione dell'inondazione simulata da *r.damflood*
Fig. 5 – Schema per il calcolo del rischio

Applicazioni del modello

Conoscere nel dettaglio il rischio è fondamentale per la gestione delle catastrofi, come nel caso di fallimento dei sistemi di sbarramento.

Per l'analisi del rischio (Fig. 5) è necessario associare alle probabilità di accadimento alta, media e bassa un relativo scenario. Per ciascuno di questi è possibile applicare il modello *r.damflood* ed individuare l'estensione e l'intensità del fenomeno localmente distribuita (funzione della velocità e delle altezze d'inondazione).

Nota l'estensione dell'area inondata è possibile creare la carta dell'esposizione individuando gli elementi esposti al rischio (persone e beni materiali) a cui associare delle funzioni di vulnerabilità (grado di danno fisico o materiale in funzione dell'intensità).

Combinando le tre informazioni precedentemente valutate (intensità, elementi a rischio e vulnerabilità) per ciascuna probabilità di accadimento è possibile stimare il rischio come danno atteso annuo (CHF/anno o Mortalità/anno) e valutare piani di mitigazione.

Un altro fattore fondamentale per la gestione delle catastrofi di questo tipo è la definizione di piani di gestione dell'emergenza che, oltre a considerare il rischio, valutino le tempistiche di intervento. Tali tempistiche possono essere anch'esse derivate dal modello *r.damflood* valutando i tempi di propagazione dell'onda di piena come riportato in figura 4.

Conclusioni

Questo lavoro ha dimostrato come sia possibile sfruttare un sistema GIS aperto per implementare nuovi algoritmi di calcolo che consentano la stima dell'evoluzione temporale delle inondazioni e delle rispettive velocità di flusso in caso di rottura di una diga. Questo algoritmo insieme ad altre funzioni di analisi geografica consentono di poter sviluppare scenari differenti per diversi tempi di ritorno e di stimare quindi il rischio associato all'accadimento di tali fenomeni.

Nello sviluppo del progetto in Romania citato precedentemente, una volta studiato e valutato il rischio di frana ed i suoi effetti sullo sbarramento coinvolto, sarà possibile stimare l'inondazione ed i danni dovuti al possibile cedimento totale, parziale od alla generazione di un'onda di sopralzo che scavalchi la diga e sviluppare efficienti piani di emergenza.

Riferimenti bibliografici

1 Jorgeson Jeff, Ying, Xinya and Wardlaw, Woodman (2005), «Two-Dimensional Modeling of Dam Breach Flooding», Proceedings of the First US-China Workshop on Advanced Computational Modeling in Hydroscience and Engineering, September 2005, Oxford, Mississippi, USA

2 Ying X., Khan A. & Wang S., (2004), «Upwind conservative scheme for De Saint Venant equation», J. Hydraulic Engineering, 130 (10), 977-987

* Responsabile del settore geomatica presso l'Istituto Scienze della Terra della SUPSI

** Ricercatore presso l'Istituto Scienze della Terra della SUPSI