

ANALISI TEORICHE E PROVE SPERIMENTALI DI UN SISTEMA DIMONITORAGGIO DI FRANE CON
EMISSIONE ACUSTICA

Original

ANALISI TEORICHE E PROVE SPERIMENTALI DI UN SISTEMA DIMONITORAGGIO DI FRANE CON EMISSIONE ACUSTICA / Sambuelli, Luigi; Mondin, Marina; Franchi, S.; Strobbia, Claudio Luciano; Lollino, G.. - ELETTRONICO. - 1:(2003), pp. 1-4. (Intervento presentato al convegno XXII CONVEGNO NAZIONALE GNGTS tenutosi a ROMA nel 18/11 - 20-11/2003).

Availability:

This version is available at: 11583/1417583 since:

Publisher:

CNR

Published

DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

L. Sambuelli ⁽²⁾, M. Mondin ⁽¹⁾, S. Franchi ⁽¹⁾, C. Strobbia ⁽²⁾ e G. Lollino ⁽³⁾

⁽¹⁾ Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Torino

⁽²⁾ Dipartimento di Georisorse e Territorio, Politecnico di Torino

⁽³⁾ CNR - IRPI - Torino

ANALISI TEORICHE E PROVE SPERIMENTALI DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO DI FRANE CON EMISSIONE ACUSTICA

I sistemi di monitoraggio dei fenomeni franosi richiedono, nella fase preliminare, la conoscenza del tipo di movimento in atto o potenzialmente possibile nell'area esaminata, in modo da poter selezionare il sistema più efficace; è quindi fondamentale conoscere le caratteristiche geologiche del sito d'interesse. La seconda fase consiste nell'installazione degli strumenti adatti e nell'esecuzione delle misure di monitoraggio: queste ultime possono essere eseguite in superficie oppure in profondità (Del Greco et al., 2001). Le misure in superficie più frequenti utilizzano la fotogrammetria terrestre, attraverso cui si determinano le coordinate spaziali di un punto da due immagini dello stesso acquisite da posizioni diverse, le misure topografiche, che permettono di determinare punti isolati o le misure con il GPS, che individua punti isolati con una stazione base di riferimento la cui localizzazione è nota e rispetto alla quale si ottengono le localizzazioni di una o più stazioni in un particolare sistema di riferimento. Le misure degli spostamenti in profondità vengono eseguite utilizzando gli inclinometri (Franklin et al., 1977), che misurano inclinazioni di tratti di foro introducendo tali strumenti a diverse profondità nel foro stesso. Esiste infine un tipo di misurazione che si occupa della pressione delle acque sotterranee, misurandola attraverso dei piezometri o delle celle piezometriche.

I sistemi di monitoraggio dei fenomeni franosi sono quindi basati generalmente sul rilevamento dei movimenti veri e propri del corpo-frana e sugli spostamenti da esso subiti. Un approccio diverso per il monitoraggio di alcuni tipi di frane consiste invece nel tralasciare i movimenti compiuti dai materiali rocciosi formanti il pendio per focalizzare l'attenzione sui segnali che vengono trasmessi nel terreno nel momento in cui si verifica un fenomeno di frattura nella roccia che potrebbe provocare una frana vera e propria. Si studia quindi la propagazione delle onde sismiche generate in un punto preciso dell'area esaminata con gli strumenti tipici delle indagini sismiche, ovvero geofoni e sismografi. Nella maggior parte dei sistemi oggi funzionanti, però, ci si limita ad analizzare i segnali che superano una soglia di trigger prefissata, considerando un geofono (solitamente triassiale) alla volta e non cercando di stimare da dove arriva il segnale registrato. Così facendo, evidentemente, si perde informazione discriminante e si possono analizzare anche rumori estranei all'evolversi dell'evento franoso.

Il sistema proposto (mutuato dagli studi e dalle apparecchiature usate per la localizzazione dei rockbursts in miniere profonde) richiede il posizionamento di almeno quattro geofoni a coprire il perimetro dell'area da esaminare in posizioni le cui coordinate spaziali siano note e di un sismografo in grado di rilevare i segnali trasmessi dai geofoni. Inoltre si tratta di mettere a punto e collaudare un software in grado di risolvere il problema della localizzazione (Peters e Crosson, 1972) dei precursori di fratture in roccia (Hongyuan Liu, 2002) per poter mettere in sicurezza le zone a rischio nei dintorni della frana stessa. Il software deve elaborare i dati che riceve, forniti dalla strumentazione posta in loco, in tempo reale in modo da restituire rapidamente il valore delle coordinate della posizione dell'evento che saranno così

lette e trattate statisticamente e, secondo che siano all'interno od all'esterno dell'area a rischio, intervenire con modalità da specificare. Contestualmente al posizionamento dei sensori è anche richiesta una campagna di misure sismiche volta a definire, nel miglior modo possibile, il campo delle velocità del volume in frana e delle sue immediate adiacenze.

La zona oggetto dello studio è situata sul versante sinistro idrografico della Val Germanasca in corrispondenza della progressiva km 11 presso la località Pomeifrè (Comune di Perrero), subito a valle della confluenza da sinistra del torrente Germanasca di Massello entro il corso principale del Germanasca. Tale settore fu interessato nel 1974 e nel 1996 da fenomeni di crollo che causarono rispettivamente una vittima e danni, ed oggi, con frequenza annuale, si depositano detriti sulla sottostante SP.169. La frana del 1996 si innescò, come già detto, sul versante sinistro ad una quota di circa 1125 m in località Plan del Giaire e coinvolse la sede stradale sottostante (quota 990 m) per un fronte di circa 70 m; il distacco di un cuneo roccioso (Fig. 2), dalla parete rocciosa sovrastante un cono detritico, avvenne per scivolamento lungo la superficie di intersezione di due discontinuità principali ed interessò anche una parte del detrito sottostante. L'accumulo di frana seppellì o asportò la SP. 169 depositandosi parte sulla sede viaria e parte nell'alveo del sottostante T. Germanasca dove, in sponda destra, è tuttora osservabile un enorme blocco che misura circa 1000 m³ (Relazione CNR, 1999).

Le due frane citate, la frequente scoperta di detriti sulla carreggiata stradale, la presenza nell'alveo del torrente di un altro masso adiacente e maggiore di quello caduto nel 1996 e le caratteristiche geo-morfologiche e geo-strutturali del versante, hanno indotto a considerare questo settore quale uno fra i più a rischio fra quelli censiti nella Val Germanasca.

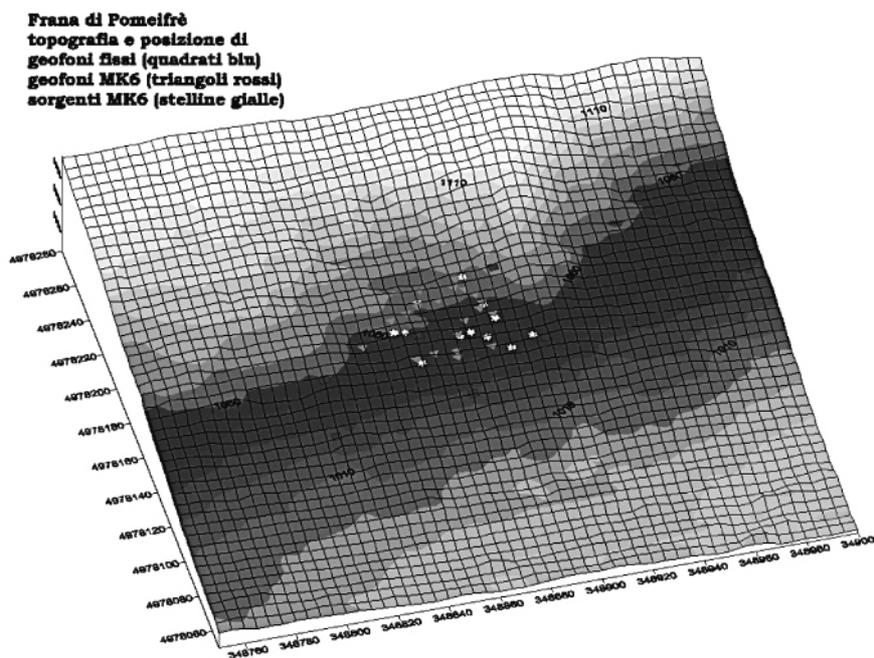


Fig. 1 - DTM della frana con posizione di sensori e sorgenti.

La campagna di misure per la stima del campo di velocità si è svolta secondo lo schema riportato in Fig. 1 con un sismografo Abem MKVI posizionando 20 geofoni da 40 Hz sul terreno ed energizzando in 12 punti diversi. Dall'altro lato del versante

una stazione totale ha provveduto a rilevare le coordinate di energizzazioni e geofoni. I parametri di acquisizione sono stati: sampling interval: 1 ms; record length 4 s; pretrigger 1 s.

Il preprocessing è consistito nei seguenti passi: sono stati letti i tempi di primo arrivo dei sismogrammi acquisiti; sono state calcolate le distanze euclidee tra sensori e sorgenti; sono stati stimati il numero di raggi rettilinei per ogni direzione azimutale da 0 a 180 gradi a passi di 20 gradi in modo da valutare la copertura angolare delle misure effettuate e le eventuali anisotropie; è stata stimata una velocità media come retta di regressione tra tempi-distanze non rilevando fenomeni di rifrazione.

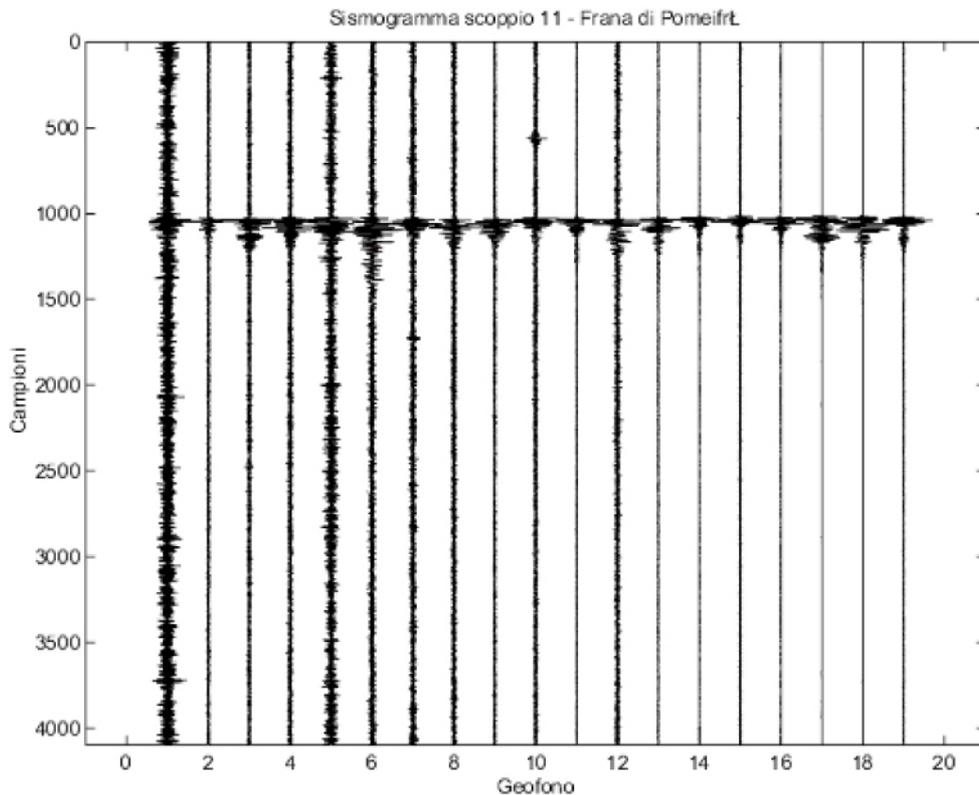


Fig. 2 - Esempio di sismogramma acquisito.

L'elaborazione vera e propria dei dati è consistita nel calcolo delle posizioni delle sorgenti dati i tempi letti e le posizioni dei sensori. L'inversione, per ora, è stata condotta mediante tecniche minimi quadrati e SVD su una macchina Pentium III 500 MHz, 256 MB di RAM, ed hanno richiesto 1s di tempo di CPU. Come da letteratura sono state ritrovate con più esattezza le posizioni delle sorgenti collocate all'interno dell'array (raggio sfera di incertezza circa 4 m) mentre quelle all'esterno hanno dato risultati di qualità inferiore (raggio sfera di incertezza circa 6 m). Le distanze esaminate variavano da 10 m a 70 m. Vedi Fig. 3.

Visto l'uso sempre più massiccio di tecniche di beamforming nel campo delle applicazioni radar, sonar, comunicazioni wireless o più in generale su reti di sensori, si sta valutando la possibilità di utilizzare un sistema che basandosi su tali tecniche possa essere utilizzato per effettuare monitoraggi ambientali e localizzazioni di sorgenti. In particolare relativamente al caso delle frane, tale sistema si baserà su una rete di sensori distribuita casualmente; questo fa sì che le convenzionali tecniche di beamforming non possano essere utilizzate. Si seguirà pertanto quello che in letteratura è chiamato "beamforming cieco" (Kung Yao et al, 1998).

Frana di Pomeifrè - Geofoni : Cerchi - Sorgente : Croce - Sorgenti trovate : punti (Sorg. Iniz xs=38 ys=72 zs=66)

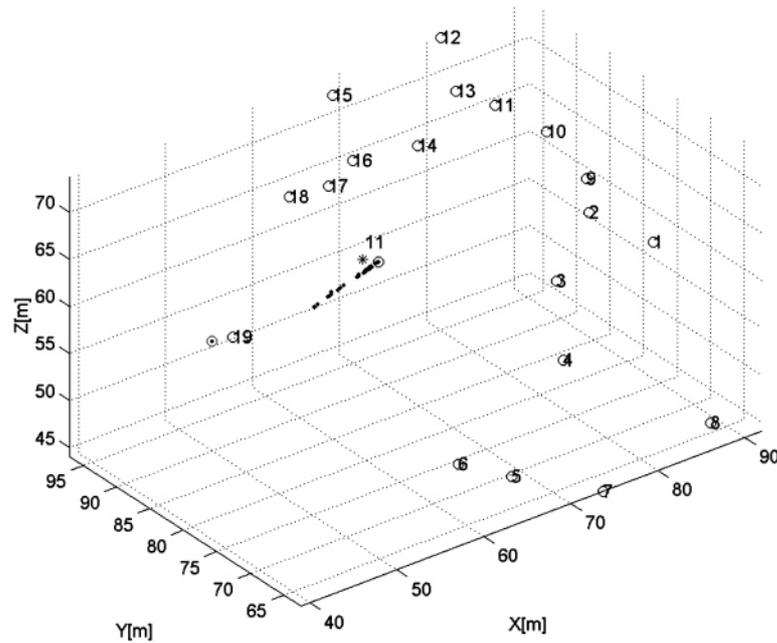


Fig. 3 - Stima della posizione della sorgente con il metodo ai minimi quadrati. La soluzione trovata è il punto blu cerchiato in blu.

Ringraziamenti. Si ringraziano per l'aiuto fornito in fase di acquisizione dati: Gianluca De Bacco, Andrea Dall'Ara, Stefano Festa, Emanuele Bena, Giuseppe Vaira del DIGET, Marco Baldo, Paolo Allasia e Franco Godone del CNR IRPI.

BIBLIOGRAFIA

- Del Greco, O., Ferrero, A.M.; 2001: Strumentazioni per il monitoraggio dei pendii naturali, Conferenze di Geotecnica Monregalesi. Mondovì.
- Franklin, J.A., Bennet, A.G., Silveira, J.F.A., Egger, P., Penman, A.D.M., Sherwood, D.E., Dunicliff, C.J., Green, G.E., Tesch, W.J., Wilson, S.D.; 1977: Suggested methods for monitoring rock movements using inclinometers and tiltmeters. Rock Mechanics, Vol.10, Springer Verlag,
- Peters, D. C. and Crosson, R. S. (1972). Application of prediction analysis to hypocentre determination using local array. Bull. Seism. Soc. Am., 62, 3, 775-788.
- Hongyuan Liu 2002: Numerical modelling of the rock fracture process under mechanical loading. Lincientate Thesis, Lund University of Technology, Lulea, Sweden.
- CNR Settembre 2001: Monitoraggio microsismico dello sperone roccioso soprastante la S.P.169 in località Pomeifrè, Relazione non pubblicata.
- Kung Yao, R. E. Hudson, C. W Reed, D. Chen, F. Lorenzelli; 1998: Blind Beamforming on randomly distributed sensor array. IEEE Journal of Sel. Areas of Communication, vol. 6. Oct. 1998, 1555-1567.