

Borsa dei Progetti di Ricerca

Titolo del Programma di Ricerca

ALERT-ME (ALERTa sisMica prEventiva): dispositivo per l'allerta sismica preventiva (Early Warning) con visualizzatore grafico

Abstract del Programma di Ricerca

L'obiettivo principale del programma di ricerca proposto è la realizzazione di un terminale di un sistema di allerta sismica preventiva (*Early Warning Sismico*, EWS) denominato ALERT-ME. L'EWS è un concetto per il quale, all'occorrenza di un terremoto in un certo luogo, si elaborano rapidamente i segnali prodotti per valutarne l'intensità ed eventualmente allertare un sito che non è stato ancora raggiunto dal sisma in modo che si possano intraprendere azioni di sicurezza tese a ridurre il rischio di perdite (Figura 1).

Il sistema che si intende realizzare analizza in continuo ed in tempo reale i dati acquisiti dalla rete sismica a cui deve essere collegato e analizzandoli in continuo riconosce il potenziale distruttivo di un terremoto nei suoi primi secondi e in caso sia pericoloso lancia un segnale di allerta. In particolare, in caso di terremoti con magnitudo superiore a 3 che accadono nell'area coperta dalla rete, il sistema notifica l'allerta sismica mediante rappresentazione grafica sui pannelli. Inoltre, il sistema predice i valori di accelerazione massima attesi ad un sito di interesse (*sito target*) e valuta in tempo reale il rischio che un certo valore critico della accelerazione di picco al suolo sia superato per il terremoto identificato in quel momento, oltre che la probabilità di falso allarme e il tempo disponibile (*lead time*) prima che il sisma raggiunga il sito target. Tali informazioni sono fornite in automatico su porta seriale per l'eventuale connessione del sistema a dispositivi di messa in sicurezza automatica della struttura che si trova al sito target (es., stop ascensori, stop impianti, allarme alle persone, etc.).

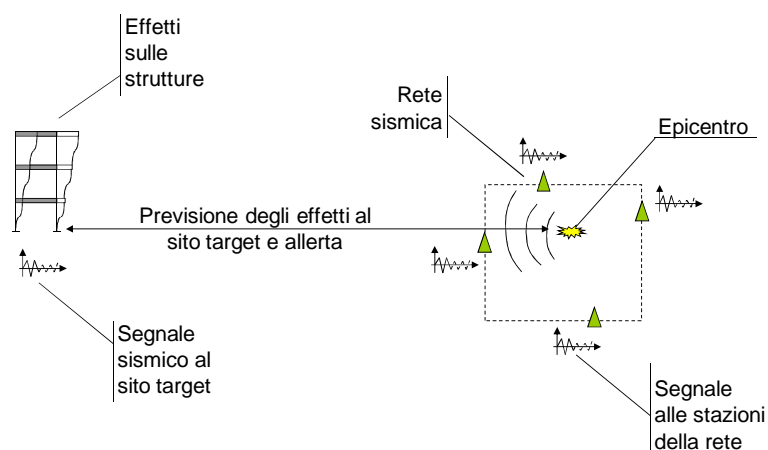


Figura 1. Schema concettuale dell'Early Warning Sismico.

ALERT-ME si basa su algoritmi innovativi sviluppati dal gruppo di ricerca (formato da ricercatori dai dipartimenti di Scienze Fisiche e Ingegneria Strutturale dell'Università degli studi di Napoli Federico II¹) in grado di valutare l'intensità dell'evento usando una porzione di pochi secondi di segnale acquisito ad un numero crescente di stazioni della rete sismica man mano che il terremoto le raggiunge; per cui la caratterizzazione del sisma si affina nel tempo. Tale strategia di calcolo si contrappone alle metodologie tradizionali che necessitano dell'intera registrazione del segnale sismico riducendo il di ritardo del *warning* ai target sensibili.

¹ Siti web di riferimento: www.rissclab.unina.it; www.dist.unina.it; www.amrcenter.com

L'installazione di un dispositivo per l'allerta sismica preventiva risponde all'esigenza di impianti industriali, edifici pubblici strategici, ospedali, ed in generale gestori di strutture sensibili ai danni di un evento sismico, di disporre di una sistema efficace per la messa in sicurezza, tramite azioni automatiche, di impianti o apparecchiature per la riduzione del danno prodotto direttamente da un evento sismico disastroso o dagli effetti indotti dal terremoto stesso.

Parole chiave: *Allerta sismica Preventiva, Ingegneria Sismica, Real-Time Seismology.*

Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

Zollo (Cognome)	Aldo (Nome)	Professore Ordinario (Qualifica)
GEO/10 (SSD)	Università di Napoli Federico II (Università)	Dipartimento di Scienze Fisiche (Dipartimento)
081 2420315 (Prefisso e telefono)	081 2420334 (Numero fax)	aldo.zollo@unina.it (Indirizzo posta elettronica)

Curriculum scientifico del Coordinatore scientifico

Studi

Laurea in Fisica presso l'Università di Napoli Federico II (1983)
Dottorato in Geofisica presso l' Université de Paris VII (Parigi, Francia) (1990)

Posizione attuale

Dal 2002, Professore Ordinario in Sismologia presso l' Università degli Studi di Napoli Federico II

Attività didattica e di ricerca

1983-1987: Contratto di ricerca presso l'Osservatorio Vesuviano, Napoli.
1988-1990: Borsa di studio presso l'Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France.
1991-1992: Ricercatore presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II.
1993-1996: Professore associato (Fisica della Terra Solida) presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II.
1997-2002: Professore associato (Sismologia) presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II.

Principali interessi di ricerca

- Modeling the seismic rupture process
- Seismic wave propagation in heterogeneous media
- Strong motion analysis of earthquake data
- Structure of Volcanoes by tomographic and migration techniques
- Seismic exploration methods

Attività editoriale e di referaggio

- Editor associate di Journal of Geophysical Research (1993-1996).
- Referee di diverse riviste internazionali di vulcanologia e sismologia.
- Editore di Geophysical Research Letters (Solid Earth) (2001-2004/ 2005-2007) .

Associazioni, comitati e consulenze scientifiche

- Membro dell'American Geophysical Union (since 1994)
- Membro del Seismological Society of America (since 1994)

- Membro di Commissioni di Valutazione (esperto starniero) del laboratorio LGIT-Grenoble, Francia (2002)
- Membro del Consiglio Scientifico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma (dal 2001)
- Coordinatore presso l'Università di Napoli Federico II della Scuola di Dottorato in Geofisica (consorzio tra le Università di Napoli, Bologna, Rome III and INGV) (dal 2001)
- Membro del Consiglio Scientifico del Centro Regionale di Competenza AMRA (Analisi e Monitoraggio dei Rischi Ambientali) (dal 2002)
- Coordinatore del Dottorato in Rischio Sismico presso l'Università di Napoli Federico II (dal 2007)

Progetti di Ricerca

Responsabile di numerosi progetti di ricerca finanziati istituzioni nazionali (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, MUR) e internazionali (Unione Europea).

Riconoscimenti:

Nomina a Commendatore della Repubblica per meriti scientifici (2007)

Pubblicazioni scientifiche più significative del Coordinatore scientifico

1. I. Iervolino, V. Convertito, M. Giorgio, G. Manfredi, and A. Zollo, *Real-time risk analysis in hybrid earthquake early warning systems*, 2006, J.Earthq. Eng., Vol. 10, No. 6, 867–885
2. A.Zollo, M.Lancieri and S.Nielsen, *Earthquake Magnitude Estimation From Peak Amplitudes of Very Early Seismic Signals on Strong Motion Records*, 2006, Geophys. Res.Lett., Vol. 33, No. 23, L23312, 10.1029/2006GL027795
3. E. del Pezzo, F. Bianco, L. De Siena and A. Zollo, *Small scale shallow attenuation structure at Mt. Vesuvius, Italy*, 2006, Phys.Earth Pla. Int., 157, 257-268
4. V. Convertito, I. Iervolino, A. Zollo and G. Manfredi, *Prediction of response spectra via real-time earthquake measurements*, 2008, Soil Dyn. and Earthq. Eng., 28 (2008) 492–505
5. C. Satriano, A. Lomax and A. Zollo, *Real-time evolutionary earthquake location for seismic early warning*, 2008, Bull. Seism.Soc.Am, 98,3, doi: 10.1785/0120060159
6. M.Vassallo and A.Zollo, *Depth and Morphology of Reflectors from the Non-Linear Inversion of Arrival-Time and Waveform Semblance Data. Part I: Method and Applications to Synthetic Data*, 2008, Geophys.Pros., 56,527-540, doi:10.1111/j.1365-2478.2008.00694.x
7. M.Corciulo, A. Zollo, M. Vassallo, P. Dell'Aversana and S. Morandi, *Depth and morphology of reflectors from the non-linear inversion of arrival times and waveforms semblance data. Part II: Modelling and interpretation of real data acquired in Southern Apennines, Italy*, 2008, Geophys.Pros., 56, 541-553, doi:10.1111/j.1365-2478.2008.00691.x
8. C. Satriano, A. Zollo A. and C.Rowe C., *Iterative Tomographic Analysis based on Automatic Refined Picking* 2008, Geophys.Pros., 56, 467-475, doi:10.1111/j.1365-2478.2008.00700.x
9. J. Battaglia, A. Zollo, J. Virieux and D. Dello Iacono D., *Merging active and passive data sets in travel-time tomography: the case study of Campi Flegrei caldera (Southern Italy)*, 2008, Geophys.Pros., 56, 555-573, doi:10.1111/j.1365-2478.2007.00687.x
10. R. De Matteis, T. Vanorio, A. Zollo, S. Ciuffi, A. Fiordelisi, E. Spinelli, *Three-dimensional tomography and rock properties of the Larderello-Travale geothermal area, Italy*, 2008, Phys.Earth.Pla.Int., 168 (2008) 37–48
11. E. Weber, V. Convertito, G. Iannaccone, A. Zollo, A. Bobbio, L. Cantore, M. Corciulo, M. Di Crosta, L. Elia, C. Martino, A. Romeo, and C. Satriano, *An Advanced Seismic Network in the Southern Apennines (Italy) for*

- Seismicity Investigations and Experimentation with Earthquake Early Warning*, 2008, Seismological Research Letters, 78, 6, 622-634
12. M.Lancieri and A.Zollo, *A Bayesian Approach to the Real Time Estimation of Magnitude From the Early P- and S-wave Displacement Peaks*, 2008, J.Geophys.Res., VOL. 113, B12302, doi:10.1029/2007JB005386
 13. A. Zollo, N. Maercklin, M. Vassallo, D. Dello Iacono, J. Virieux, and P. Gasparini, *Seismic reflections reveal a massive melt layer feeding Campi Flegrei caldera*, 2008, Geophys.Res.Lett., 35, LXXXXX, doi:10.1029/2008GL034242
 14. G. Festa, A. Zollo and M. Lancieri, *Earthquake magnitude estimation from early radiated energy*, 2008, Geophys.Res.Lett., 35, L22307, doi: 10.1029/2008GL035576
 15. T.A. Stabile, R. De Matteis and A. Zollo, *Method for rapid high-frequency seismogram calculation*, 2009, Computer & Geoscience, 35, 2, 409-418 doi:10.1016/j.cageo.2008.02.030
 16. V.Convertito, R.De Matteis, L.Cantore, A.Zollo, G.Iannaccone, M.CAccavale, *Rapid estimation of ground-shaking maps for seismic emergency management in the Campania Region of southern Italy*, 2009, Natural Hazards, DOI 10.1007/s11069-009-9359-2
 17. M. Lancieri and A.Zollo, *Simulated shaking maps for the 1980 Irpinia earthquake, MS 6.9: Insights on the observed damage distribution*, 2009, Soil Dynam Earthq. Eng, 29 (2009) 1208–1219
 18. A. Zollo, G. Iannaccone, M. Lancieri, L. Cantore, V. Convertito, A. Emolo, G. Festa, F. Gallovič, M. Vassallo, C. Martino, C. Satriano, and P. Gasparini, *Earthquake early warning system in southern Italy: Methodologies and performance evaluation* 2009, Geophys.Res.Lett., VOL. 36, L00B07, doi:10.1029/2008GL036689
 19. A.Zollo, G.Iannaccone, V.Convertito, L.Elia, I.Iervolino, M.Lancieri, A.Lomax, C. Martino, C.Satriano, E. Weber and P.Gasparini, *The Earthquake Early Warning System in Southern Italy*, 2009, In Encyclopedia of Complexity and System Science, section “Complexity in Earthquakes, Tsunamis and Volcanoes”, W.H.Lee Editor, Springer-Verlag
 20. N. Maercklin and A. Zollo, *Estimation of elastic contrasts in a layered model from seismic PS-to-PP amplitude ratios*, 2009, Geophys. J. Int. 179, 1617–1626

Elenco dei Componenti del Gruppo di Ricerca

1)	Gasparini FIS/06	Paolo 0817685125	Professore Ordinario paolo.gasparini@na.infn.it
2)	Manfredi ICAR/09	Gaetano 0817683155	Professore Ordinario gamanfre@unina.it
3)	Iervolino ICAR/09	Iunio 0817683488	Ricercatore iunio.iervolino@unina.it
4)	Galasso	Carmine 0817683659	Dottorando di ricerca carmine.galasso@unina.it
5)	Martino	Claudio 0812420314	Contrattista claudio.martino@na.infn.it
6)	Elia	Luca 0812420314	Contrattista luca.elia@na.infn.it

7)	Sorrentino	Sonia 0812420314	Contrattista sonia.sorrentino@na.infn.it
8)	Lancieri	Maria 0812420314	Post-Doc maria.lancieri@na.infn.it
8)	Iannaccone	Giovanni 0812420315	Direttore di Ricerca iannaccone@ov.ingv.it
9)	Festa	Gaetano 0812420330	Ricercatore gaetano.festa@na.infn.it

Obiettivi del Programma di Ricerca

L'obiettivo principale del programma di ricerca è la realizzazione di un terminale grafico di un sistema di allerta sismica preventiva denominato ALERT-ME con potenzialità di essere connesso a sistemi di protezione automatica. Il sistema si compone di 4 pannelli (Figura 2), di cui si riporta una breve descrizione.

1. Monitoraggio in tempo reale e identificazione dell'evento

Le informazioni visualizzate sul primo pannello sono di due tipi: *a*) andamento temporale di un parametro caratteristico (a ciascuna stazione della rete sismica) del moto del suolo (es. accelerazione) acquisito dalla rete sismica in continuo; *b*) forma d'onda relativa all'ultimo evento rilevato dalla stazione sismica. L'occorrenza di evento è rilevata da una tacca verticale sul grafico *a*); l'evento è associato ad un terremoto solo se il transiente è rilevato almeno a tre stazioni contemporaneamente in fissato intervallo temporale (2 sec).

2. Stima in tempo reale di localizzazione e magnitudo

Questo pannello si attiva quando viene rilevato un terremoto; a partire da questo istante viene mostrata l'evoluzione nel tempo della stima della localizzazione epicentrale e della magnitudo dell'evento in fase di sviluppo. Gli elementi che compongono il pannello sono la mappa dell'area dove si trova la rete sismica, sulla quale appare la localizzazione dell'evento e il grafico tempo/magnitudo, in cui viene mostrata istante per istante la magnitudo stimata e l'errore di stima associato.

3. Early Warning Regionale

Il pannello mostra i tempi disponibili per l'allerta sismica preventiva (in sec) ai siti in cui non è ancora giunto il terremoto e le ampiezze di picco di accelerazione (PGA) su roccia predetti a scala regionale per l'evento che si sta propagando nella regione. Come per il 2° pannello, l'attivazione è subordinata all'identificazione di un terremoto.

4. Allerta al sito target

Il pannello mostra la valutazione della pericolosità sismica in tempo reale al sito di installazione del terminale. In particolare, le stime di localizzazione e magnitudo realizzate a partire dalla dichiarazione di un nuovo evento sismico vengono usate per stimare la probabilità che la accelerazione prevista per quel terremoto superi al sito un valore critico. Quando tale probabilità è troppo elevata, viene attivato un segnale di allarme visivo e sonoro, vengono altresì mostrate il tempo in cui si stima che il terremoto raggiunga il sito e la probabilità che si tratti di un falso allarme.

Pannello 1

Pannello 2



Pannello 3

Pannello 4

Figura 2. Prototipo di Alert-Me.