

## **Un sistema informativo territoriale per l'installazione della Rete Mobile Real Time durante l'emergenza sismica dell'Aquilano**

Raffaele Moschillo (\*), Maurizio Pignone (\*)

(\*) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, C.da Ciavolone – 83035 Grottaminarda (AV),  
Tel. 0825-446057, Fax 0825-421937, e-mail: moschillo@gm.ingv.it, pignone@gm.ingv.it

### **Riassunto**

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il 6 Aprile 2009 alle ore 03:32 ha registrato un forte evento sismico nella zona de l'Aquila di magnitudo *Richter (MI)* 5.8. Subito dopo l'evento principale, nell'area epicentrale, per meglio monitorare la sequenza sismica, alla Rete Sismica Nazionale è stata integrata la Rete Mobile *Real Time*, una struttura in dotazione del Centro Nazionale Terremoti costituita da nove stazioni mobili ed autonome. Tali stazioni, distribuite in gruppi di tre, trasmettono dati via *UHF (Ultra High Frequency)* a tre rispettivi sottocentri, che a loro volta trasmettono i dati, tramite *WI-FI*, ad un locale centro di raccolta dotato di un'antenna di trasmissione satellitare. Le caratteristiche di tale sistema di trasmissione e scambio dati influenzano notevolmente la disposizione geografica delle stazioni della rete intorno all'area epicentrale. Infatti, gli elementi della Rete (stazioni remote, sotto nodi, antenna satellitare) devono essere "visibili" entro una certa distanza massima fra loro, per poter trasmettere i dati in modo corretto. La fase di emergenza durante l'evento sismico è stata gestita all'interno di un sistema informativo territoriale sviluppato in ambiente *ArcGIS* contenente dati geografici dell'area colpita (uso del suolo, modello digitale del terreno, grafi stradali, cartografia topografica, ecc) e specifiche funzionalità di analisi spaziale di superficie. In questo modo è stato possibile supportare la collocazione degli elementi della *REMORT* nell'area epicentrale attraverso mappe tematiche di visibilità continuamente aggiornate in base alle esigenze riscontrate dal personale operante sul territorio ed anche all'andamento della sequenza sismica.

### **Abstract**

*The April, 6th, 2009 Mw 6.3 L'Aquila destructive earthquake represented the first real-case to test the entire emergency seismic network infrastructure (Rete Mobile Real Time, REMORT). Less than 6 hours after the earthquake occurrence, a first station was already sending data at INGV seismic monitoring headquarters. A total number of 9 seismic stations have been installed within 3 days after the earthquake. The deployment of the seismic network is managed in a geographical information systems (GIS) by particular scenarios that visualizes, for the epicentral area, information about instrumental seismicity, seismic risk, macroseismic felts and territorial data. Starting from digital terrain model, the surface spatial analysis (Viewshed, Observer Point) allows the geographic arrangement of the stations and relative scenarios.*

### **L'Emergenza Sismica nell'Aquilano**

Il 6 Aprile 2009 alle ore 01:32 GMT (03.32 italiane) un terremoto di  $M_I=5.8$  ( $M_w=6.3$ ) ha colpito il settore appenninico abruzzese (Valle dell'Aterno) con epicentro a pochi chilometri dalla città di L'Aquila. Nei giorni successivi due ulteriori eventi, rispettivamente con  $M_I=5.3$  (7 Aprile) e  $M_I=5.1$  (9 Aprile) hanno insistito sull'area. In particolare, la replica più forte ha interessato il settore meridionale della Media Valle dell'Aterno, in prossimità dei centri di San Martino d'Ocre, Fossa e San Felice d'Ocre. L'evento del 9 Aprile è stato invece localizzato più a nord presso Capitignano

nelle immediate vicinanze del Lago di Campotosto, lungo una struttura di più limitata estensione. A dieci giorni dalla scossa principale, la distribuzione geografica delle repliche sottende un'area di oltre 50 km in direzione NW-SE ed ampia circa 10 km (Figura 1).

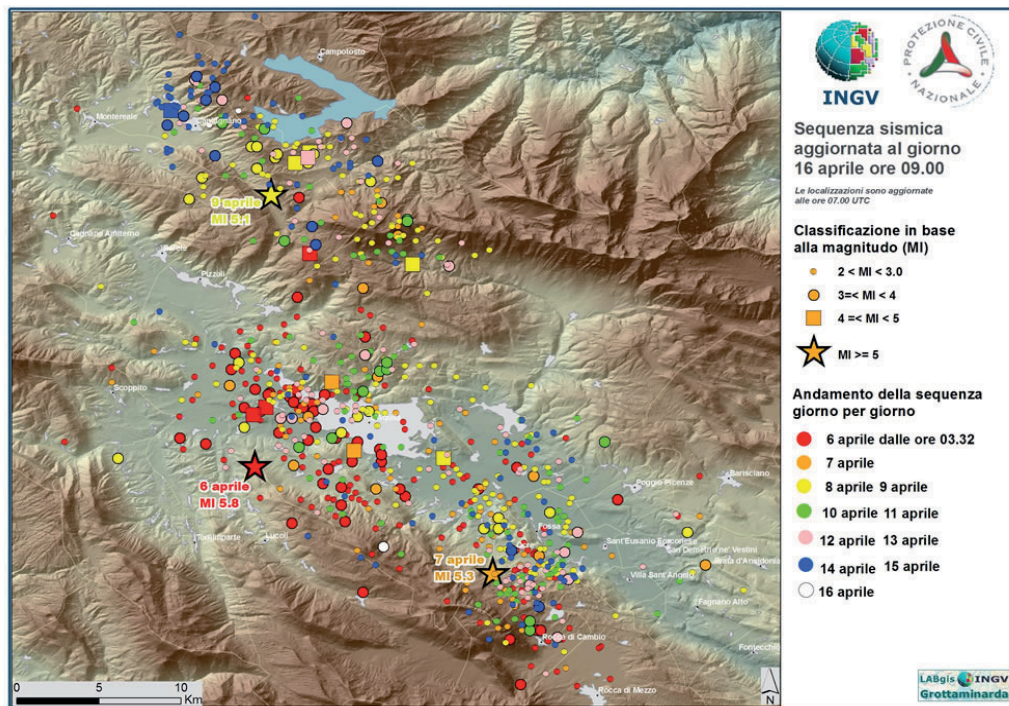


Figura 1 – Report Sequenza Sismica Aquilano

Dopo poche ore dal primo evento del 6 aprile, dalla Sede Irpinia sono partite tre squadre di tecnici e ricercatori allo scopo di incrementare il numero di stazioni in zona epicentrale, al fine di ottenere una migliore localizzazione della sequenza sismica in corso. L'intera struttura utilizza dei propri sistemi di trasmissione, che permettono di trasmettere i dati in tempo reale presso il centro di acquisizione di Roma e Grottaminarda, affinché possano essere utilizzati per la localizzazione.



Figura 2 – Stazione remota



Figura 3 – Sotto nodo



Figura 4 – Centro stella

Le stazioni (Figura 2) che compongono la Rete *Mobile Real Time (REMORT)* sono telemetrate presso i centri d'acquisizione intermedi (sottonodi). Le suddette possono essere dislocate in gruppi di tre per sottonodo (Figura 3) in modo da avere una maggiore flessibilità d'impiego in aree con scarsa visibilità (montagne, foreste, strutture antropiche, ecc.). Il sottonodo è, a sua volta, telemetrato ad un centro stella (Figura 4), ove è situato un sistema di trasmissione dati satellitare (*Libra VSAT Nanometrics*), i cui dati sono acquisiti presso il centro d'acquisizione di Roma (Sala Sismica) e ridondati presso la Sede Irpinia di Grottaminarda (*disaster recovery*). Alle ore 13:00 del 6 aprile sono stati acquisiti i dati (Figura 5) delle prime stazioni dalla Sala Sismica di Roma in modo che i turnisti, oltre alle Stazioni della Rete Sismica Nazionale, hanno potuto utilizzare anche i dati delle Stazioni della *REMORT*. Affinché gli elementi della Rete (stazioni remote, sotto nodi, antenna satellitare) trasmettano i dati in modo corretto, è fondamentale che siano ben visibili tra di loro, ed è per questo motivo che le fasi dell'installazione della *REMORT* sono state gestite attraverso un Sistema Informativo Territoriale sfruttando le potenzialità delle funzioni di analisi spaziale di superficie (*surface analysis*).

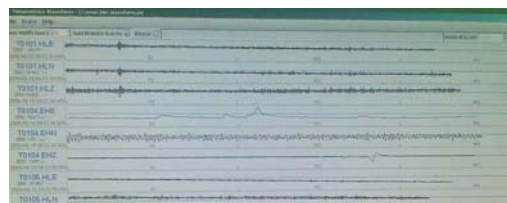


Figura 5 – Dati delle prime stazioni installate

## Il Sistema Informativo Territoriale

Durante l'emergenza sismica dell'aquilano è stato utilizzato per la prima volta un Sistema Informativo Territoriale, in ambiente *ArcGIS*, precedentemente sviluppato per una esercitazione di Protezione Civile (Operazione Blue Mountains 2008). Il sistema, partendo da due fondamentali informazioni quali l'epicentro e la magnitudo del terremoto, utilizza l'applicazione denominata *GEOSIS* (Pignone et al, 2006), per produrre un primo report cartografico dell'evento (Figura 6).

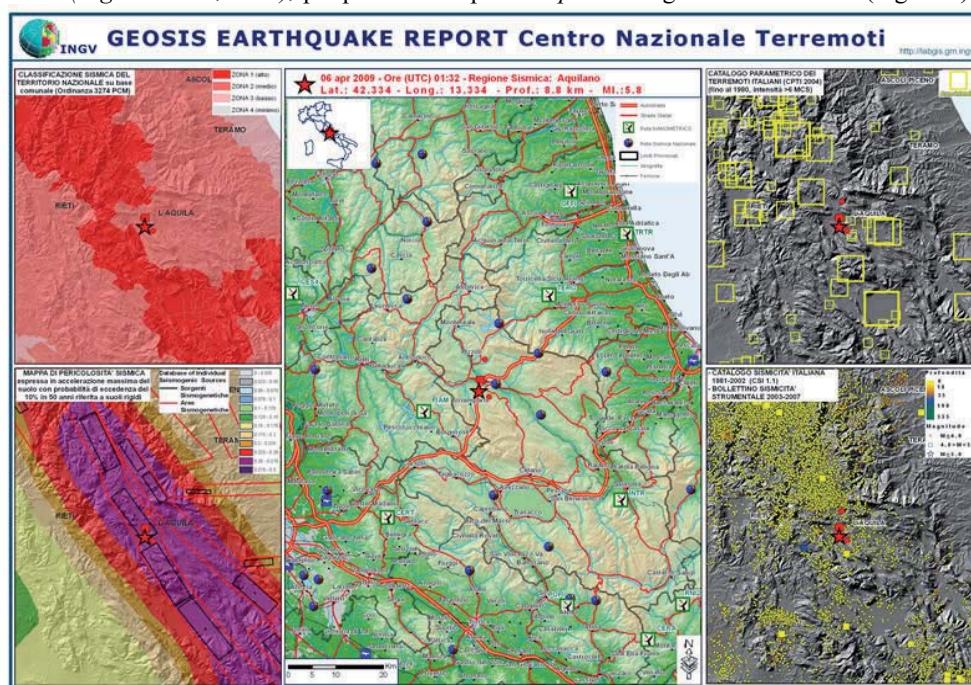


Figura 6 – GEOSIS Earthquake Report

A causa della sequenza sismica in atto, nei giorni precedenti al 6 aprile 2009 era stato creato un set di dati che copriva l'area della sequenza quali:

- Ubicazione stazioni delle Reti di Monitoraggio INGV (Rete Sismica Nazionale, Rete Sismica Nazionale Satellitare, Reti Sismiche Locali e Rete Integrata GPS);
- Cartografia topografica IGM (alla scala 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000);
- DEM d'Italia a passo 10m (*TIN ITALY*, Tarquini et al. 2007);
- Uso del Suolo (derivante dal *Database Corine Land Cover*);
- Viabilità principale e Grafo stradale.

Per una migliore gestione, i dati sono stati inseriti all'interno di un *Personal Geodatabase* di *ESRI ArcGIS* versione 9.3. Individuato il punto di analisi, mediante gli strumenti e funzionalità resi disponibili all'interno del *Toolset Surface* dell'estensione *Spatial Analyst* di *ESRI ArcGIS 9.x*, è stato possibile realizzare l'analisi di visibilità.

I dati utilizzati sono stati il Modello Digitale del Terreno con passo a 10 mt, un'area di circa 100kmq, e un *feature class* puntuale che rappresenta il sottocentro individuato per verificare il livello di visibilità.

Il *tools Viewshed* utilizzato ci ha permesso di individuare le aree visibili, ma soprattutto raggiungibili, per l'installazione della strumentazione della *REMORT*, disegnata in modo che, Centro Stella-Sottonodo e Sottonodo-Stazioni Remote devono essere tra di loro ben visibili. Infatti l'analisi *viewshed* esamina ogni cella del *DTM* per stabilire se è presente una linea di vista libera in corrispondenza dei punti osservatori, basandosi sulla presenza o meno di celle con dei valori alti che possono ostacolarla. Questo strumento fornisce come risultato un dato *raster*, classificando con valore booleano le celle visibili dal punto osservatore con valore 1 (in arancio Sottonodo 1 - Figura 7 e in viola Sottonodo 2 - Figura 8), mentre all'area non visibile dai sottonodi/punto osservatore con valore 0 non è stato assegnato nessun colore.

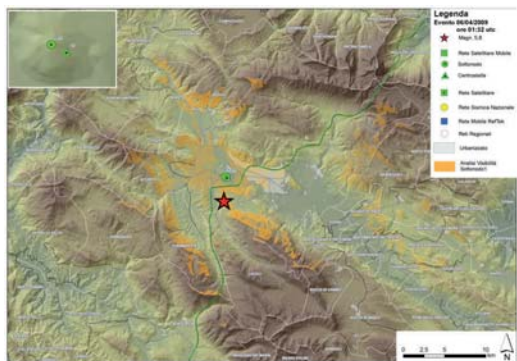


Figura 7 – Visibilità dal Sottonodo 1

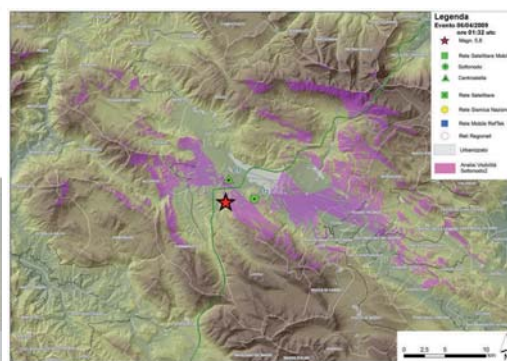


Figura 8 – Visibilità dal Sottonodo 2

Prima di lanciare l'analisi di visibilità, nella *feature class* utilizzata per definire la posizione del sottonodo, sono stati impostati una serie di attributi opzionali utili per ottimizzare l'analisi.

Il *Viewshed* può essere parametrizzato editando direttamente l'*attribute table* della *feature class* del punto di osservazione (Figura 11), quindi si è provveduto ad aggiungere dei nuovi campi di tipo numerico (*Short Integer e Long Integer*), nel nostro caso abbiamo definito i due parametri.

| FID | Shape * | ID INTER | NAME | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | TIPO     | RETE  | OFFSETA | RADIUS2 |
|-----|---------|----------|------|----------|-----------|----------|----------|-------|---------|---------|
| 1   | Point   |          | ST2  | 42,3354  | 13,3765   | 1013     | SOTTONOD | SATMO | 3       | 20000   |

Figura 11 – Impostazione dei parametri opzionali "OFFSETA" e "RADIUS2"



Figura 9 – Parametro OFFSETA

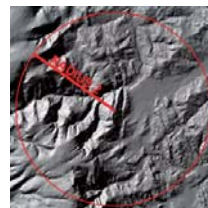


Figura 10 – Parametro RADIUS2

*OFFSETA* serve ad aumentare l'elevazione del sottonodo di un valore specifico, nell'aumentare l'elevazione aumenta anche l'area visibile. Altezza massima raggiungibile dalla stazione è di 3 mt. *RADIUS2* limita la distanza di analisi nel piano orizzontale escludendo tutte le celle al di là del valore specificato. Per problemi logistici abbiamo settato questo valore a 20000 mt.

In base all'esperienza sul campo del personale e all'evolversi della sequenza sismica, gli strumenti di visibilità hanno permesso una migliore collocazione nell'area epicentrale delle 9 stazioni sismiche mobili installate ed ottimizzate nei primi tre giorni dopo l'evento principale.

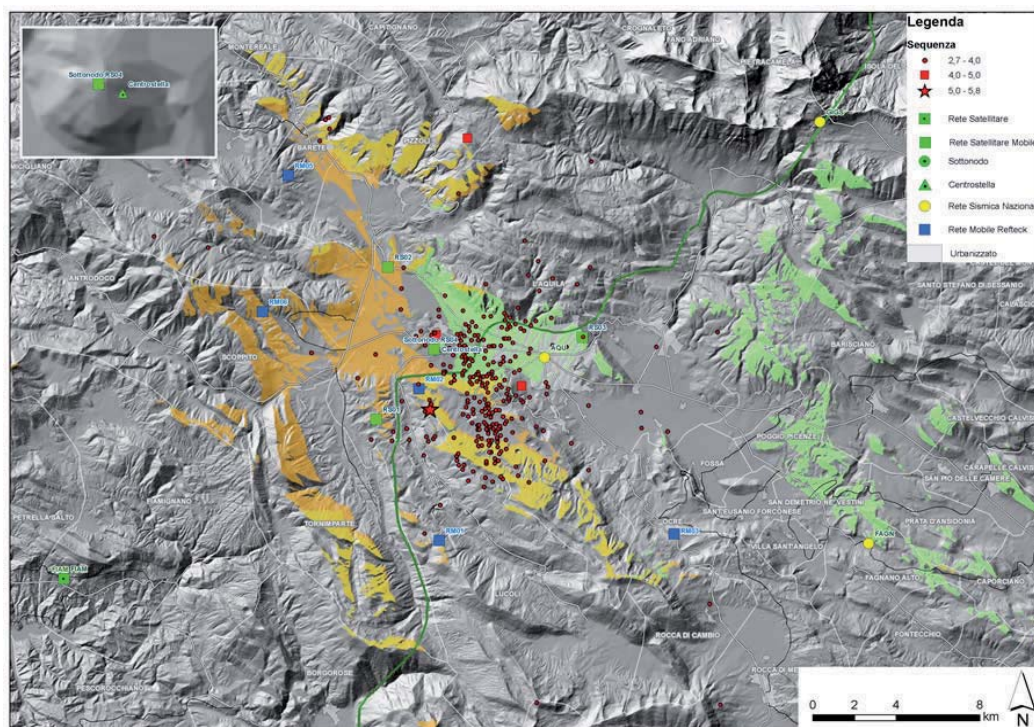


Figura 12 – Report Visibilità sottonodi ed installazioni stazioni nelle aree visibili rispetto alla sequenza sismica in atto (6 aprile ore 16.00)

I risultati ottenuti dall'analisi in formato *raster* sono stati convertiti in *files .kml* e visualizzati sull'applicazione “*GoogleEarth*” in modo da sfruttare le informazioni di topografia, viabilità, foto

da satellite e tutti gli altri dati utili che hanno permesso l'individuazione dei siti che ad oggi sono divenuti semi-permanenti (Figura 13 e Figura 14).

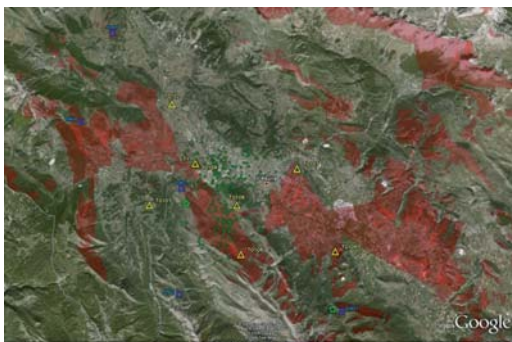


Figura 13 – Risultato Viewsched sottonodo 1 esportato su GoogleEarth



Figura 14 – Esempio di installazione di una stazione mobile nell'area visibile dal sottonodo

Nei giorni successivi, con i dati raccolti nel *Geodatabase*, sono stati realizzati ulteriori prodotti sia a supporto dei tecnici e ricercatori, impegnati in campagna per il perfezionamento della *REMORT*, sia prodotti informativi come animazioni spazio temporali della sequenza (Figura 15).

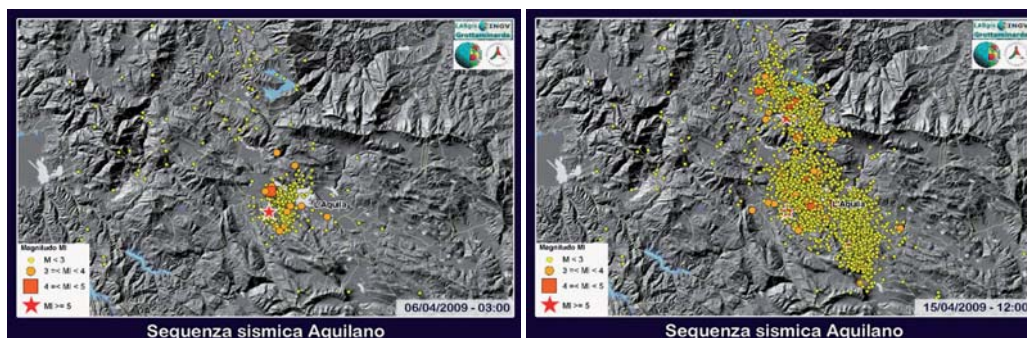


Figura 15 – Catture dell'animazione spazio-temporale della sequenza sismica dell'Aquilano

## Bibliografia

- Moschillo R., Pignone M., et al., (2008), "Il Contributo dell'analisi spaziale di superficie a supporto della Rete Mobile di Pronto Intervento del Centro Nazionale Terremoti INGV" in Proc. of the 12th Conferenza Nazionale ASITA.
- Pignone M., Moschillo R., (2007), "Il LabGIS@INGV di Grottaminarda, attività e prospettive" in Proc. of the 11th Conferenza Nazionale ASITA.
- Pignone M., Moschillo R. et al., (2007), "Realizzazione del geodatabase del catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.0)", in Rend. Soc. Geol. It., 4, Nuova Serie, pp.111-115.
- Tarquini et al. (2007), "TINITALY/01: a new Triangular Irregular Network of Italy" in Annals of Geophysics, Vol. 50, N.3, June 2007
- Pignone M., (2006), "The Geographical Information System of CESIS Project", in Proc. of the 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Vol. II: pp. 228-230.
- Zeiler M., (1999), "Modeling our World", The ESRI Guide to Geodatabase Design, published by Environmental Systems Research Institute, Redlands, California.