

CITTÀ RESILIENTI E SOSTENIBILI DEL FUTURO: IL CONTRIBUTO DELLA GEOFISICA APPLICATA

V. Lapenna

Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale del CNR (IMAA-CNR), Tito (PZ)

Nel 2050 il 66% della popolazione mondiale risiederà in aree urbane ed aumenterà notevolmente il numero di *megacities* con oltre 10 milioni di abitanti (*Dept. of Social and Economic Affairs – United Nations*). L'inarrestabile processo di urbanizzazione renderà sempre più strategico adottare nuovi programmi di pianificazione urbana per rendere le città resilienti alle catastrofi naturali e sostenibili da punto di vista energetico-ambientale (*The Paris Agreement, 2030 Agenda for Sustainable Development; 2015 Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*).

Per affrontare questa sfida sociale ed economica è fondamentale migliorare la conoscenza del sottosuolo urbano, negli ultimi anni vi è stato infatti un costante e significativo aumento della domanda di prodotti innovativi per la gestione di interventi da realizzare nella parte più superficiale del sottosuolo e per lo studio nell'interazione suolo-strutture in contesti urbani. La mitigazione degli effetti di catastrofi naturali (es. terremoti, frane), la realizzazione di nuove infrastrutture strategiche (pipeline energetiche, reti di trasporto) e la valorizzazione delle risorse fisiche e culturali del sottosuolo (es. falde acquifere, fluidi geotermici, beni culturali) sono priorità strategiche in ogni intervento di pianificazione urbana e richiedono una completa caratterizzazione geologico-geofisico del sottosuolo. La conoscenza della parte più profonda (qualche chilometro) e superficiale (da poche decine di metri alla superficie) del sottosuolo è un fattore cruciale per valutare la sicurezza del territorio (faglie, cavità, etc.). Inoltre il sottosuolo urbano è un serbatoio di risorse economiche e culturali (falde acquifere, fluidi geotermici, beni archeologici, etc.) ed uno spazio fisico ove realizzare infrastrutture strategiche (reti energetiche, reti per la mobilità urbana, etc.).

Vi è pertanto forte l'esigenza di sviluppare approcci innovativi per ottenere modelli 3D ad altissima risoluzione del sottosuolo urbano, questo aspetto è stato enfatizzato in alcune recenti iniziative avviate in ambito internazionale (Showstack, 2014), quali il programma "Urban Geoscience" del *British Geological Survey* che sta promuovendo la modellazione 3D del sottosuolo in aree metropolitane (es. Glasgow, London) ed il programma "Urban Geology" in corso in Germania. La Geofisica Applicata risponde a pieno a questo tipo di domanda integrando le più moderne tecnologie (attive e passive; dirette e indirette; multi-sorgente e multi risoluzione) per l'esplorazione del sottosuolo in ambiente urbano, nel quale vi è generalmente una intrinseca difficoltà ad intervenire con indagini dirette (sondaggi e perforazioni invasive).

In questa nota vengono analizzati e discussi lo stato dell'arte e le principali prospettive di ricerca della Geofisica Applicata nello studio e nella caratterizzazione del sottosuolo urbano. In particolare saranno presentati risultati relativi a tecniche di tomografia sismica attiva e passiva (es. riflessione, SASW, MASW), di tecnologie di sensing elettromagnetico per il monitoraggio di fenomeni di deformazione superficiale (DinSAR, Ground Based SAR) e di tecniche elettromagnetiche di esplorazione geofisica del sottosuolo (es. ERT, GPR) (Giocoli *et al.*, 2011, de Bari *et al.*, 2012, Gallipoli *et al.*, 2012, Mucciarelli *et al.*, 2011). Inoltre saranno presentate e discusse nuove prospettive di ricerca fortemente multidisciplinari e basate sull'integrazione di tecnologie di esplorazione geofisica con diversa risoluzione spaziale e temporale, lo sviluppo di microsensori, l'utilizzo di tecniche ICT per la gestione ed il controllo di reti di sensori distribuiti, in coerenza con le linee guida dei programmi GEOSS (*Global Earth Observation System of Systems*), GMES/COPERNICUS (*Global Monitoring for Environment and Security*) che sono i programmi internazionali di riferimento nel campo dell'Ambiente e della Sicurezza, ed i programmi di *Digital Earth e Citizen Science*.

Infine saranno presentati alcuni risultati del progetto CLARA “*CLoud plAtform and smart underground imaging for natural Risk Assessment*” che è stato finanziato dal Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca (MIUR) nell’ambito di un bando nazionale sulla tematica *Smart Cities & Communities*. Il progetto individua quali siti principali la Città di Ferrara, la Città di Matera ed alcune aree ubicate nella Provincia di Enna. La prima è interessata alla mitigazione del rischio sismico, al monitoraggio di possibili inquinamenti industriali ed alla gestione della risorsa rinnovabile dei suoi due campi geotermici. La seconda è interessata alla mitigazione del rischio idrogeologico nel centro storico dei Sassi patrimonio mondiale dell’Unesco ed è stata di recente nominata Capitale Europea per la cultura per il 2019, mentre la terza rappresenta un’area ad elevato rischio sismico ed idrogeologico.

L’idea progettuale adotta un approccio sistemico per la caratterizzazione delle principali proprietà fisiche del sottosuolo basato sulla piena integrazione delle più moderne tecnologie geofisiche di esplorazione del sottosuolo (es. tomografia sismica attiva e passiva, tomografia a microonde, tomografia di resistività), sensoristica avanzata (es. fiber optics, MEMS) e tecnologie ICT (es. web-gis, web-services, web-sensors) per la visualizzazione e la modellazione di dati geologici e geofisici del sottosuolo. Il progetto risponde alle esigenze di sperimentare le più moderne tecnologie per indagini geologiche/geofisiche non invasive, speditive ed a basso costo in ambito urbano e di fornire prodotti e servizi innovativi alle PPAA per interventi di mitigazione del rischio sismico ed idrogeologico. Le aree test individuate rappresentano straordinari “*Living Lab*” per trasformare i centri storici in laboratori urbani che vedano la partecipazione attiva di ricercatori, tecnici di imprese innovative, dirigenti e funzionari delle amministrazioni ed associazioni di cittadini (*quadruple-helix model of innovation*). Il progetto prevede l’implementazione di un modello di governance partecipativa che consentirà un diffuso coinvolgimento nel processo di indirizzo del progetto e un’ampia condivisione degli obiettivi da parte dei diversi portatori di interesse (cittadini, amministratori locali, imprese). Questa strategia ha l’obiettivo di promuovere cambiamenti strutturali e comportamentali significativi nelle comunità coinvolte (*smart cities and communities*) per rendere le città più resilienti rispetto alle catastrofi naturali ed eventi climatici estremi.

Bibliografia

- de Bari C., Lapenna V., Perrone A., Puglisi C., Sdao F., (2011). Digital photogrammetric analysis and electrical resistivity tomography for investigating the Picerno landslide (Basilicata region, southern Italy). *GEOMORPHOLOGY*, vol. 133; p. 34-46, ISSN: 0169-555X, doi: 10.1016/j.geomorph.2011.06.013.
- Gallipoli M. R., Gizzi F. T., Rizzo E., Masini N., Potenza M. R., Albarello D., Lapenna V., (2012). Site features responsible for uneven seismic effects in historical centre of Melfi (Basilicata, Southern Italy). *DISASTER ADVANCES*, vol. 5; p. 125-137, ISSN: 0974-262X.
- Giocoli A., Galli P., Giaccio B., Lapenna V., Messina P., Peronace E., Romano G., Piscitelli S. (2011). Electrical Resistivity Tomography across the Paganica-San Demetrio fault system (L’Aquila 2009 earthquake). *BOLLETTINO DI GEOFISICA TEORICA E APPLICATA*, vol. 52; p. 457-469, ISSN: 0006-6729, doi: 10.4430/bgta0029.
- Mucciarelli M., Bianca M., Ditommaso R., Vona M., Gallipoli M.R., Giocoli A., Piscitelli S., Rizzo E., Picozzi M., (2011). Peculiar earthquake damage on a reinforced concrete building in San Gregorio (L’Aquila, Italy): site effects or building defects? *BULLETIN OF EARTHQUAKE ENGINEERING*. Volume 9, Number 3, 825-840, DOI: 10.1007/s10518-011-9257-3.
- Showstack R. Scientists Call for a Renewed Emphasis on Urban Geology. *EOS Earth & Space Science News* (November, 2014).