

STUDIO DELLA RISPOSTA DI SITO IN UN'AREA DEL BASSO VERSANTE MERIDIONALE DEL M.TE ETNA (SICILIA) FINALIZZATA ALL'INDIVIDUAZIONE DEGLI EFFETTI DI DIREZIONALITÀ

F. Fazio¹, S. Grassi², G. Rannisi¹, S. Imposa²

¹ Geodixi, Catania

² Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali – Sez. Scienze della Terra, Università di Catania

Introduzione. Nel presente lavoro si è cercato di definire l'assetto sismo-stratigrafico del sottosuolo, in un'area prossima a lineamenti strutturali attivi (Fig.1). E' da evidenziare che nell'area di stretto interesse non si riscontra, attualmente, alcuna documentazione scientifica sulla possibile presenza di faglie attive e/o capaci così come nessun dato è stato riscontrato esaminando gli elaborati tecnici a supporto dei piani urbanistici dei comuni interessati.

Tale ricerca si è sviluppata successivamente agli studi effettuati per la MZS di primo livello del comune di San Gregorio di Catania, a seguito di numerose segnalazioni, da parte della popolazione residente nell'area oggetto di indagine, di lesioni sia alle strutture portanti sia alle relative tamponature e di cedimenti alle pavimentazioni dei locali a piano terra (Fig. 2).

Le zone limitrofe all'area esaminata sono state oggetto, nell'ultimo decennio, di molteplici studi mirati all'individuazione di fenomeni amplificativi lungo una fascia di "debolezza" tettonica, testimoniata dalla presenza di una struttura orientata NNO-SSE denominata, in letteratura, "Faglia di Trecastagni" (Imposa *et al.*, 2004, 2013) che interessa i centri urbani di San Giovanni La Punta e di San Gregorio di Catania e dal "Sistema di Valverde", collegato al più ampio "sistema di Aci Catena" e subordinato a questo (dati ITHACA - <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>) (Fig. 1).

La "Faglia di Trecastagni" e il "Sistema di Aci Catena – Valverde", si snodano rispettivamente a sud ed a est della zona esaminata ed entrambi, mostrano un trend direzionale NNO-SSE; questi due sistemi influenzano fortemente la morfologia del territorio dando luogo alla formazione di evidenti scarpate, talvolta obliterate dalla presenza di conetti eruttivi e colate laviche recenti, rappresentando, inoltre, un importante elemento strutturale del basso versante sud-orientale del vulcano. Secondo recenti ricerche, queste strutture costituirebbero uno dei margini dell'ampia area instabile del fianco orientale dell'Etna, soggetta ad un continuo e lento scivolamento verso ESE (Azzaro, 2010).

Dal punto di vista geologico, la porzione di territorio in cui ricade l'area di studio è caratterizzata dall'affioramento di prodotti lavici, costituiti da colate con morfologia tipo "aa" e più raramente "pahoehoe", coni di scorie e bombe sciolte, localmente saldate, cui si associano



Fig. 1 – Ubicazione dell'area d'indagine con indicazione, nel riquadro in giallo, delle sezioni tomografiche effettuate. In rosso le faglie attive e capaci secondo il progetto ITHACA.



Fig. 2 – Particolare dell’area in cui sono state rilevate lesioni, sia al suolo che agli edifici.

prodotti piroclastici di caduta ed epiclastiti, appartenenti alla “Formazione Torre del Filosofo (UTF)” che comprende le manifestazioni laviche da 15 ka sino ai nostri giorni. In particolare, nell’area di studio si riscontrano le colate degli intervalli eruttivi compresi tra 15ka - 3,9 ka (rappresentate dalle Colate di San Gregorio “UTF₁₁”) e da 3,9 ka - 122 a.C. (rappresentate dalle Colate di Trecastagni UTF₁₂), spesso associate a sabbie e conglomerati di natura epiclastica, appartenenti al membro S. Nicolò (UTF₀₄), derivanti dal rimaneggiamento, alterazione e trasporto di materiale vulcanoclastico di caduta e/o degli elementi scoriacei delle colate laviche. (C.A.R.G., 2009).

Sono di seguito riportati i risultati di una campagna di registrazioni di noise ambientale, eseguite nel periodo settembre 2013 - agosto 2014, in un’area del basso versante meridionale del vulcano Etna ricadente tra i comuni di San Giovanni La Punta, Valverde e San Gregorio di Catania (Fig. 1), allo scopo di valutarne la risposta di sito. L’indagine è stata eseguita, applicando la metodologia di sismica passiva a stazione singola; sono state campionate 70 registrazioni di microtremore ambientale, distribuite su 4 profili, al fine di ottenere sezioni bidimensionali “a contrasto d’impedenza” (o cosiddette “tromografiche”), acquisite registrando il microtremore lungo un allineamento prestabilito, ad intervalli di campionamento regolari.

Le registrazioni eseguite in tale area pur presentando amplificazioni di sito da lievi a modeste, mostrano una forte presenza di effetti direzionali del moto di propagazione delle onde sismiche, evidenziato da una crescita della componente spettrale orizzontale. Tale effetto è solitamente legato al modo di propagarsi delle onde sismiche quando si incanalano lungo zone d’intrappolamento dell’energia sismica [fault-guided: Imposa *et al.* (2004); Moretti *et al.* (2012); Muscillo *et al.* (2012); Pagliaroli *et al.* (2012); Panzera *et al.* (2012); Pischiutta *et al.* (2012)]; alla luce di quanto detto tali amplificazioni potrebbero essere riconducibili alla presenza di fratture, con direzione concordante con quella dei principali lineamenti presenti nelle aree limitrofe.

Metodologia utilizzata. E’ noto come le caratteristiche stratigrafiche, morfologiche e topografiche del sito possano modificare gli effetti di un evento sismico attenuando o amplificando,

localmente, il moto sismico atteso in superficie (outcropping) rispetto a quello di riferimento su terreno rigido (bedrock) (Albarelo e Castellaro, 2011; Castellaro, 2010; Castellaro *et al.*, 2009a, 2009b; Di Giulio *et al.*, 2009; Del Gaudio *et al.*, 2008). L'analisi dei violenti e disastrosi eventi sismici che sono stati registrati nel corso degli ultimi decenni permette di affermare che le condizioni sismo-stratigrafiche morfologiche del sito influenzano la risposta sismica locale e contemporaneamente il comportamento delle strutture ivi presenti o da realizzare. Lo studio di tali fenomeni diventa quindi essenziale per un'accurata valutazione della pericolosità sismica, nell'ottica di una corretta pianificazione territoriale.

Un suolo vibra con ampiezza maggiore alle frequenze di risonanza, non solo quando è eccitato da un evento sismico, ma anche quando è interessato da un tremore di qualsiasi origine (noise). Alla luce di quanto detto si capisce come il calcolo della frequenza di risonanza dei terreni sia possibile ovunque, in qualunque momento ed in modo semplice.

E' infatti possibile evidenziare le frequenze alle quali il moto del suolo viene amplificato per risonanza stratigrafica, attraverso registrazioni di microtremore ambientale, con il metodo di sismica passiva a stazione singola (HVSR), nota con il termine H/V. Tale tecnica che prende in considerazione il rapporto tra, la media delle componenti spettrali orizzontali, sulla componente verticale, fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989).

I picchi riscontrabili negli spettri H/V, ottenuti dall'elaborazione delle registrazioni di noise ambientale, indicano le frequenze di risonanza presenti al sito e le ampiezze di detti rapporti spettrali H/V danno un'informazione sull'amplificazione "minima" attesa al sito in caso di terremoto, permettendo anche di ottenere informazioni di carattere stratigrafico.

Se si considera un sistema stratificato semplice a due strati, caratterizzato da due diverse velocità (V_1 e V_2) e da due diverse densità (ρ_1 e ρ_2), la formula che lega la frequenza di risonanza "f" allo spessore "H" dello strato che risuona dipende dalla velocità delle onde di taglio nel mezzo nel modo seguente:

$$f = n V_s / 4H \quad (1)$$

dove V_s ed H rappresentano rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dello strato che risuona ed n indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.).

Da una misura di microtremore che fornisce f , nota la V_s delle coperture, si può stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa (Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado *et al.*, 2000; Gosar e Lenart, 2009).

La metodologia di acquisizione, basata sulla tecnica di Nakamura, sembra essere in grado anche di fornire indicazioni sulle caratteristiche direzionali della risposta sismica locale. In particolare, l'analisi delle variazioni azimutali dei rapporti spettrali H/V può rivelare la presenza e l'orientazione di fenomeni di risonanza direzionale (Del Gaudio *et al.*, 2008).

A tale scopo, l'analisi del "tasso di occorrenza" dei picchi direzionali H/V ("Directional H/V Peak Occurrence Rate", DHVPOR), tra le finestre temporali della registrazione (Del Gaudio *et al.*, 2013) consente di evidenziare una sistematicità direzionale nella risposta di sito, attraverso l'osservazione di una concentrazione di valori percentuali elevati (di picchi H/V direzionali di frequenza e orientazione coerenti), intorno ad una data frequenza ed un dato azimuth.

Lo studio dei tassi di occorrenza consente di poter riconoscere, con un buon livello di significatività statistica, gli effetti direzionali che caratterizzano il sito esaminato, strettamente legati alle caratteristiche geo-litologiche e strutturali del sottosuolo dell'area di indagine.

Le misure di microtremore ambientale, sono state effettuate avvalendosi di 4 tromografi digitali portatili serie Tromino (Micromed S.p.A.), equipaggiati con tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ortogonali, rispondenti nella banda $0,1 \div 1024$ Hz e dotati di un'affidabile risposta strumentale; il rumore sismico ambientale è stato acquisito ad una frequenza di campionamento di 128 Hz, amplificato, digitalizzato a 24 bit equivalenti e registrato per 20 minuti in corrispondenza di ciascuna delle stazioni di misura. Gli strumenti sono stati posti lungo gli

allineamenti prescelti, con una interdistanza tra una misura e l'altra pari a 5 metri.

Particolare attenzione è stata posta al posizionamento dello strumento, che è stato disposto con l'orientazione dell'asse maggiore nella direzione N-S, ed agendo sui piedini si è operato il centraggio della bolla d'aria nella livella dello strumento stesso. Le registrazioni sono state processate mediante l'utilizzo di un software dedicato (Grilla – Tromino) per valutare i rapporti spettrali tra le componenti del moto del suolo ed, allo stesso tempo, investigare i possibili effetti di direzionalità a cui possono essere soggette le frequenze di risonanza.

Le misure sono state elaborate suddividendo le tracce acquisite in finestre temporali di 20 secondi, ad ognuna di esse è stato applicato uno smoothing triangolare del 10%; successivamente è stata eseguita la "pulizia" del segnale eliminando i transienti, riconducibili, nella maggior parte dei casi, a sorgenti antropiche molto vicine al sito di misura. Per ciascuna delle stazioni di registrazione l'esito dei test statistici (linee guida SESAME, 2005) ha evidenziato come tutte le misure effettuate soddisfino i criteri di bontà d'esecuzione, analisi ed affidabilità; contrariamente, i picchi principali di risonanza non sempre sono risultati significativi e chiari per tutti i sei criteri analizzati. La stima della velocità delle onde di taglio V_s è stata ricavata attraverso indagini MASW e ReMi, eseguite in varie porzioni dell'area di studio. L'uso di particolari algoritmi di calcolo ha consentito di associare ad ogni picco spettrale una possibile variazione presente nel sottosuolo in termini di spessore, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio, consentendo di ricostruire sezioni bidimensionali a contrasto di impedenza.

L'analisi del DHVPOR è stata eseguita utilizzando un foglio di calcolo excel appositamente progettato. Sono stati calcolati i valori medi dei rapporti spettrali H/V lungo direzioni ad intervalli azimutali di 10° per intervalli di frequenza di 0,5 Hz. L'analisi ha preso in considerazione solo i picchi H/V significativi, cioè quelli che presentano un valore medio del rapporto H/V maggiore di 2 ed un rapporto H/V massimo e minimo riscontrato alla stessa frequenza (in direzione ortogonale – con divergenza non superiore a 30°) almeno pari a 1,5.

Nell'eseguire l'analisi di direzionalità dei segnali acquisiti non è stato preso in considerazione un terzo criterio di selezione dei picchi (valore della differenza tra il rapporto H/V massimo e minimo, alla frequenza di picco, maggiore della deviazione standard riferita al rapporto H/V massimo) in quanto per analisi al di sotto di 1 Hz tale criterio risulterebbe assai limitativo a causa della possibile sovrapposizione di segnali generati da sorgenti di noise ambientale diffusamente posizionate (Del Gaudio *et al.*, 2008; Muscillo *et al.*, 2012).

Occorre, dunque, considerare, che talvolta le registrazioni del noise, nella loro interezza, sono caratterizzate da segnali debolmente polarizzati (rientrano, in ogni caso, nel calcolo del valore medio H/V) che non rappresentano le proprietà di risonanza di sito.

A tal fine, per meglio evidenziare la presenza dei picchi amplificativi alle principali frequenze di risonanza, anche quando tali massimi non sono "visibili" negli H/V medi calcolati sull'intera registrazione, la media dei rapporti H/V viene limitata alle sole combinazioni azimuth-frequenza associate a picchi direzionali significativi.

Per ciascuna delle sezioni tomografiche eseguite sono state analizzati, a campione, i tassi di occorrenza di alcune registrazioni, nel range di frequenza 0,5÷20 Hz, che hanno permesso di evidenziare per ogni singola misura le percentuali di finestre temporali caratterizzate da picchi direzionali, con orientazione similare, indicativi delle proprietà di risonanza del sito.

Tali percentuali sono state plottate su istogrammi 3D ove l'altezza delle barre verticali, per ciascuna combinazione frequenza-azimuth, risulta proporzionale alla percentuale di occorrenza; un'ulteriore rappresentazione grafica 3D ha permesso di plottare i valori del rapporto H/V medio per le sole combinazioni frequenza-azimuth corrispondenti ai picchi significativi (Fig. 3).

Gli alti valori delle percentuali del tasso di occorrenza relative a particolari coppie di frequenza-azimuth (40%÷60%) riscontrate rilevano che, nel corso dei campionamenti, vi è una costanza dei picchi direzionali ossia una sistematicità direzionale a determinate frequenze nella risposta sismica locale.

Volendo scongiurare una possibile presenza temporanea di sorgenti di noise polarizzato

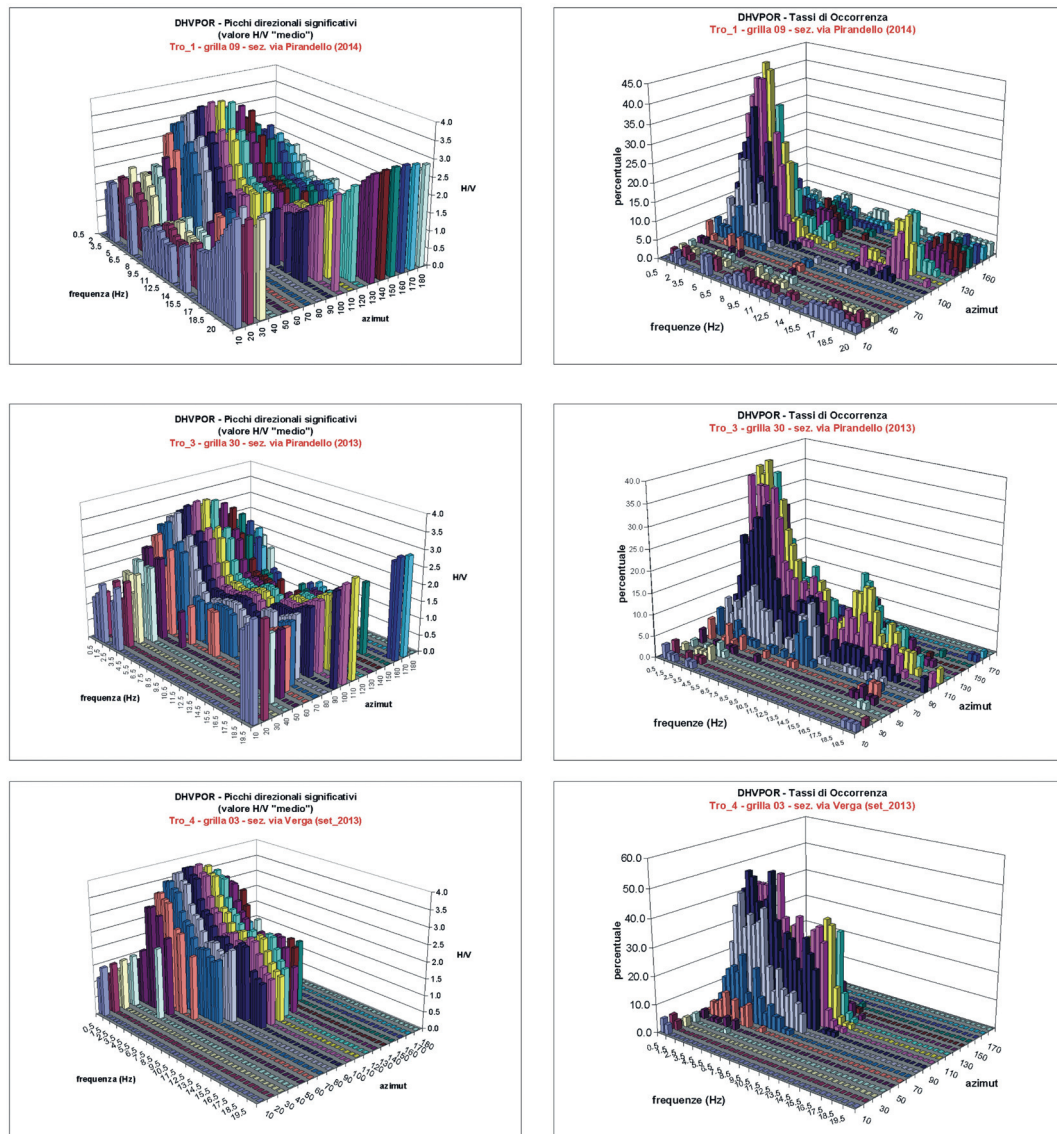


Fig. 3 – Esempio di istogramma dei valori medi H/V relativi ai soli picchi direzionali (sx); esempio di istogramma dei tassi di occorrenza (dx) dei picchi direzionali significativi (DHPOR).

in un dato intervallo frequenziale che potrebbero inficiare i risultati, sono state raffrontate le analisi direzionali relative a registrazioni eseguite in un arco temporale di circa un anno; questa comparazione ha evidenziato una sistematicità ricorrente e persistente del noise confermando una buona percentuale di attendibilità circa le caratteristiche direzionali della risposta sismica di sito.

Attraverso l’analisi del tasso di occorrenza dei segnali acquisiti lungo i diversi allineamenti è stato possibile mettere in evidenza una marcata direttività della risposta di sito con un massimo fattore amplificativo lungo l’azimuth compreso tra 80° e 120° che si manifesta con maggiore evidenza nell’intervallo di frequenza 1,5÷4,5 Hz ed in minor misura nel range 12÷14 Hz.

Gli angoli di polarizzazione così ricavati hanno confermato una direzione grossomodo E-W ossia un massimo della significatività direzionale “perpendicolare” allo strike delle strutture tettoniche localizzate in prossimità dell’area di studio.

Conclusioni. Il presente studio ha preso in esame le registrazioni di noise ambientale effettuate nell'arco di un anno in un'area prossima ad una fascia di debolezza tettonica, ubicata nel basso versante meridionale etneo, contraddistinta da segnali i cui valori medi degli HVSR sono assai modesti e rendono poco rappresentative le proprietà di risonanza di sito.

In considerazione di ciò si è reso auspicabile l'utilizzo di un'opportuna tecnica d'analisi (calcolo del tasso di occorrenza) dei segnali relativi a registrazioni di noise ambientale energeticamente deboli e/o poco polarizzati che non riescono a far risaltare le proprietà di risonanza di sito.

A tal fine si è scelto di operare un'elaborazione delle registrazioni del noise solo per le combinazioni azimuth-frequenza corrispondenti a picchi direzionali significativi attraverso un'analisi del segnale sottoposto a ben specifici criteri di selezione.

Per verificare se la polarizzazione osservata si fosse mantenuta stabile nel tempo e non causata dall'effetto di una "temporanea" sorgente polarizzata ma espressione delle specificità del sito sono state confrontate le analisi del tasso di occorrenza di misure eseguite nell'arco di un anno.

La rilevabilità degli effetti direzionali potrebbero, dunque, rappresentare un utile strumento d'analisi per evidenziare la presenza nel sottosuolo di strutture tettoniche obliterate, a causa della crescente urbanizzazione, fornendo allo stesso tempo un'ipotesi interpretativa circa le cause dei danni (più che decennali) riscontrati nei manufatti presenti nell'area esaminata e dare indicazioni per una più corretta pianificazione territoriale.

Bibliografia

- Albarelo D., Castellaro S; 2011: *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Ingegneria Sismica Anno XXVIII, pp. 32-49.
- Azzaro R; 2010: "Sismicità ed effetti dei terremoti nel versante orientale dell'etna" – *Microzonazione sismica del versante orientale dell'Etna*. Studi di primo livello, Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile - Le Nove Muse Editrice.
- Castellaro S., Mulargia F; 2009a: *VS30 estimates using con-strained H/V measurements*. Bulletin of the Seismological Society of America, **99**, pp. 761-773.
- Castellaro S., Mulargia F; 2009b: *The effect of velocity inversions on H/V*. Pure and Applied Geophysics, **166**, pp. 567-592.
- Castellaro S; 2010: *H/V: un contributo oltre Vs30*. Progetto Stessa, pp. 9-31.
- Delgado J., López Casado C., Estévez A., Cuenca A., Molina S; 2000: *Mapping soft soils in the Segura river valley (SE Spain): a case study of microtremors as an exploration tool*. J. of Applied Geophysics, **45**, pp. 19-32.
- Del Gaudio V., Coccia S., Wasowski J., Gallipoli M.R., Mucciarelli M; 2008: *Detection of directivity in seismic site response from microtremor spectral analysis*. Natural Hazards and Earthquake System Science, **8**, pp. 751-762.
- Del Gaudio V., Wasowski J., Muscillo S; 2013: *New developments in ambient noise analysis to characterise the seismic response of landslide prone slopes*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., **1**, pp. 1319-1353. www.nat-hazards-earth-syst-sci-discuss.net/1/1319/2013/ doi:10.5194/nhessd-1-1319-2013.
- Di Giulio G., Cara F., Rovelli A., Lombardo G., Rigano R; 2009: *Evidences for strong directional resonances in intensely deformed zones of the Pernican fault, Mount Etna, Italy*. Journal of Geophysical Research, **114**, B10308, doi:10.1029/2009JB006393.
- Gosar A., Lenart A; 2010: *Mapping the thickness of sediments in the Ljubljana Moor basin (Slovenia) using microtremors*. Bull. Earthquake Eng., **8**, pp. 501-518.
- Ibs-von Seht M., Wohlenberg J; 1999: *Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments*. Bulletin of the Seismological Society of America, **89** (1), pp. 250-259.
- Imposa S., Coco G., Corrao M; 2004: *Site effects closet o structural lineaments in eastern Sicily (Italy)*. Engineering Geology, **72**, pp. 331-341.
- Imposa S., Fazio F., Grassi S., Rannisi G; 2013: *Studio della risposta di sito in un area del versante meridionale del Mt. Etna*. In: Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Atti del 32° Convegno, Trieste, **2**, pp. 409-416.
- I.S.P.R.A. - Servizio Geologico d'Italia - *Carta Geologica d'Italia* – Foglio 634 CATANIA – Scala 1:50.000 – S.E.L. CA. Firenze - 2009
- Moretti A., De Rose C., Caresta L. Ferrini G; 2012: *Amplificazione e direzionalità del segnale sismico in prossimità della zona di faglia di Zizzoli-Arischia (L'Aquila)*. In: Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Atti del 31° Convegno nazionale, sessione 2.2, pp.184-191.

- Muscillo S., Del Gaudio V., Wasowski J; 2012: *Caratterizzazione della risposta sismica in aree di pendio soggette a frane: nuovi sviluppi ed applicazioni dell'analisi di rumore ambientale*. In: Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Atti del 31° Convegno nazionale, sessione 2.2, pp.191-199.
- Nakamura Y; 1989: *A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface*. Quarterly Report of Railway Technical Research Institute. Rept., **30**, pp. 25–33.
- Nogoshi M., Igarashi T; 1970: *On the propagation characteristics of the microtremors*. Journal of the Seismological Society of Japan, **24**, pp. 24-40.
- Pagliaroli A., Avallè A., Galadini F., Falcucci E., Gori S., Scardia G., Giaccio B., Messina P., Sottili G., Galli P., Peronace E., Quadrio B., Simionato M; 2012: *Valutazione sperimentale e numerica della risposta sismica di rilievi isolati: tre casi di studio in Abruzzo*. In: Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Atti del 31° Convegno nazionale, sessione 2.2, pp. 199-206.
- Panzerà F., Lombardo G., Monaco C., Di Stefano A., D'Amico S., Galea P; 2012: *Site effects on fault zone: results from ambient noise measurements*. In: Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Atti del 31° Convegno nazionale, sessione 2.2, pp. 214-220.
- Pischiutta M., Salvini F., Fletcher J., Rovelli A., Ben-zion Y; 2012: *Horizontal polarization of ground motion in the Hayward fault zone at Fremont, California: dominant fault-high-angle polarization and fault-induced cracks*. Geophysical Journal International, **188** (3), pp. 1255-1272.
- Progetto ITHACA - *Catalogo delle faglie capaci* - <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>
- SESAME 2005: *Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations – European Research Project*.

APPROCCIO STORICO MULTI-LIVELLO COME SUPPORTO ALLA CONOSCENZA DEGLI EFFETTI ATTESI: ESITI PRELIMINARI DAI DUE TEST SITE DI MURO LUCANO E TITO (POTENZA)

F.T. Gizzi, M.R. Potenza, C. Zotta

Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM-CNR), Potenza

Introduzione. Il contributo presenta i primi risultati di uno studio, condotto su due siti campione della Basilicata, inteso a valutare le potenzialità (ed i limiti) dell'approccio storico come supporto alla conoscenza degli effetti attesi in conseguenza di un futuro evento sismico. Obiettivo finale e di medio periodo è l'individuazione di possibili linee guida e protocolli metodologico-operativi che integrino gli ICMS (2008) e possano contribuire agli studi locali e alla cartografia di microzonazione sismica.

L'attività si è finora sostanziata in un percorso metodologico che, partendo dalla ricerca e raccolta di fonti relative ad aspetti preliminari come il quadro storico-urbanistico, la toponomastica, i caratteri insediativi, la storia costruttiva e ricostruttiva dei monumenti, si è andata progressivamente sviluppando verso lo studio degli aspetti macrosismici o di conoscenza di eventi naturali estremi come i fenomeni franosi, a carattere cosismico o meno. Lo studio complessivo prescinde volutamente da approfondimenti circa i caratteri geologici dei siti per evitare condizionamenti *a priori* circa i risultati e/o criteri di analisi da seguire. Inoltre, poiché il percorso metodologico intrapreso richiede un processo iterativo di raffinamento, si rileva che gli esiti esposti di seguito sono da considerarsi come provvisori e suscettibili di parziali modifiche/integrazioni.

I test site. Come accennato in precedenza, per le finalità complessive della ricerca sono stati individuati due siti campioni, Muro Lucano e Tito, in provincia di Potenza. Questi siti sono contraddistinti da condizioni urbanistiche, insediative e da una storia sismica differenti.

Da un punto di vista comparativo, è da sottolineare che Muro Lucano presenta una maggiore ricchezza e qualità complessiva delle documentazioni disponibili legate alla rilevanza storica