

Un sistema informativo geografico integrato della Caldera dei Campi Flegrei

Eliana Bellucci Sessa, Anna Tramelli, Mauro Antonio Di Vito, Danilo Galluzzo

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Osservatorio Vesuviano,
Via Diocleziano n. 328 Napoli tel 081/6108350, email: bellucci@ov.ingv.it

Riassunto

I Campi Flegrei sono una struttura calderica complessa con elevata densità di popolazione. Essi includono parte della città di Napoli ed alcuni comuni ad ovest. Negli ultimi 15000 anni l'attività vulcanica e deformativa è stata particolarmente intensa e l'area è tuttora interessata da fenomeni bradisismici, i cui episodi di innalzamento del suolo sono accompagnati da intensa sismicità. L'attività sismica e la possibilità di ripresa di attività vulcanica hanno attirato un notevole interesse da parte della comunità scientifica e della Protezione Civile, finalizzato alla mitigazione di possibili rischi. Al fine di unificare le informazioni geologiche e geofisiche relative ai Campi Flegrei è stata realizzata una banca dati in ambiente GIS costituita da tutti i dati geologici e geomorfologici esistenti, integrati con i dati relativi alla funzione di amplificazione del suolo. L'uso del GIS ha permesso di confrontare ed integrare i dati geologici e geomorfologici con quelli sismologici al fine di potenziare le conoscenze a supporto delle azioni utili per la mitigazione del rischio.

La progettazione e la realizzazione del database hanno previsto la raccolta e l'integrazione di dati ricavati da varie fonti: articoli scientifici, campagne vulcanologiche, analisi di foto aeree, analisi di laboratorio e registrazioni sismiche. Le operazioni di analisi hanno permesso di individuare le aree con caratteristiche geologiche e geomorfologiche omogenee e di ottenere nuovi dati che, integrati con le informazioni desunte dalle registrazioni delle stazioni sismiche, hanno consentito di arricchire la conoscenza delle caratteristiche del territorio.

E' stato realizzato un database strutturato in maniera tale da poter fornire informazioni sui dati delle diverse reti sismiche operanti sul territorio, sulle caratteristiche delle stazioni e delle registrazioni effettuate, sulla struttura geologica, sulla morfologia del territorio e sulla risposta sismica locale. Le informazioni contenute nel database possono essere visualizzate contemporaneamente per categorie selezionate, in modo da evidenziare le relazioni tra i vari parametri. La banca dati ottenuta si è dimostrata uno strumento di fondamentale importanza per valutazioni di pericolosità e rischio sismico in un'area densamente popolata come i Campi Flegrei.

Abstract

Campi Flegrei is a nested caldera structure characterized by a high population density. This area includes part of the city of Naples and some municipalities located West of Naples. During the last 15,000 years the volcanic and deformation activity has been intense. Presently this area is affected by the bradiseismic phenomena and its ground uplift episodes are usually associated to high seismicity. The seismic activity and the possibility of future eruptions attracted the interest of scientists and Civil Defense with the aim of mitigating the risk. In order to join the geophysical and geological information, a GIS data base was produced combining the geological and geomorphological data with the site amplification properties. The GIS allowed to compare and complete the geological and geomorphological data with the seismic ones in order to improve the risk mitigation plans.

The data base design and production needed for data integrated and collected from different fonts: scientific papers, volcanological surveys, aerial photos, laboratory analysis and seismic recordings. Areas with geological and morphological homogeneous properties were defined and these data were joined with the seismic information, leading to an enrichment in the territorial knowledge.

The data base was organized so that the information of the three different seismic networks that recorded the seismic data, the characteristics of the recording stations, the geological and morphological structure and the site amplification functions can be consulted.

The information contained in the data base can be visualized simultaneously choosing different characteristics. In this way the connections between different parameters can be visualized. It has been already verified that the data base constituted in this way is useful and easy to consult helping in understanding the seismic risk and hazard of the Campi Flegrei densely populated area.

Introduzione

L'area napoletana con i tre vulcani attivi Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia è una delle aree mediterranee con più alto rischio sismico e vulcanico al mondo. La vulnerabilità è causata dall'elevata densità di popolazione e, localmente, della tipologia degli edifici esistenti. La caldera dei Campi Flegrei, in particolare, oltre ad essere un'area di vulcanismo attivo, risente della sismicità Appenninica e di quella dell'area vesuviana (Nunziata, 2004). A questa si aggiunge la sismicità locale connessa ai movimenti del suolo, che caratterizza la parte centrale della caldera. Questo fenomeno, chiamato bradisismo, si manifesta attraverso lenti movimenti del suolo particolarmente intensi nell'area de "La Starza" (Orsi et al., 1999). In particolare i fenomeni di sollevamento, oltre ad essere tra i possibili precursori di una futura eruzione, sono generalmente accompagnati da crisi sismiche. Le ultime due grosse crisi bradisismiche si sono verificate tra il 1969 e il 1972, con un sollevamento del suolo di 1.74 m, e tra il 1982 e il 1984, con un sollevamento di 1.79 m. In particolare questo secondo episodio è stato accompagnato da più di 10.000 terremoti locali. Altri brevi episodi di sollevamento si sono verificati nel 1989 e nel 2000, anch'essi accompagnati da sismicità di modesta entità. La pericolosità di questi fenomeni ha determinato l'interesse del Dipartimento della Protezione Civile e della comunità scientifica con l'obiettivo della mitigazione dei rischi connessi.

D'altra parte il rischio sismico è strettamente connesso agli effetti di sito che, in strutture geologicamente complesse come i Campi Flegrei, possono cambiare in maniera repentina da una zona all'altra a seconda della differente struttura geologica superficiale. Le rocce presenti nel sottosuolo dei Campi Flegrei sono costituite prevalentemente da prodotti vulcanici eruttati nel corso di diverse eruzioni, localmente alterati e rimaneggiati. I due eventi eruttivi principali sono le eruzioni dell'Ignimbrite Campana, avvenuta 39 ka fa, e del Tufo Giallo Napoletano, avvenuta 15 ka fa. L'ultima eruzione risale al 1538 (eruzione del Monte Nuovo), a testimonianza che il sistema vulcanico flegreo è ancora attivo (Di Vito et al., 1999).

Data l'intensa dinamica e la complessità strutturale dell'area, la stima degli effetti di sito diventa fondamentale per valutazioni di rischio. Particolarmente importanti sono gli effetti di amplificazione locale, ovvero un aumento dell'ampiezza o della durata delle onde sismiche in un particolare intervallo di frequenze, perché questi possono causare gravi danni agli edifici. Le cause di questa amplificazione sono principalmente riconducibili alla presenza di brusche variazioni delle caratteristiche meccaniche dei terreni (Bonilla et al., 1997). L'amplificazione di sito può essere stimata empiricamente grazie a segnali e rumore sismico registrato; in questo modo è possibile definire un'informazione puntuale, cioè relativa al punto in cui il sismometro è posizionato. Il passaggio da un'informazione puntuale ad una areale è necessario per poter fornire informazioni per la costruzione di edifici anti-sismici e per l'adeguamento delle strutture esistenti. Questo passaggio è stato effettuato attraverso l'analisi geologica, estendendo le osservazioni puntuali alle aree adiacenti con caratteristiche morfologiche e geologiche simili.

Per rendere più rapide e semplici le operazioni di visualizzazione delle funzioni di amplificazione di sito, è stato attivato un *Hot Link*, che permette di mostrare automaticamente le immagini associate ad ogni singola stazione sismica. In particolare sono state associate: un'immagine della funzione di amplificazione calcolata col metodo delle inversioni generalizzate (Hartzell, 1992), un'immagine della stessa funzione calcolata col metodo H/V (Bonilla et al., 1997) e una foto del sito della stazione.

Il database è stato integrato, inoltre, con dati relativi alla distribuzione dei corpi geologici superficiali riportati nella carta geologica 1:25000 (Orsi et al., 1998), modificata ed integrata con nuovi dati per tener conto della litologia dei depositi. Ai poligoni delimitanti la tipologia del deposito affiorante sono state, quindi, aggiunte le informazioni sulla litologia, sul grado di coesione, litificazione e saldatura della roccia. Le informazioni geologiche sono sintetizzate nella carta litologica riportata in figura 2.

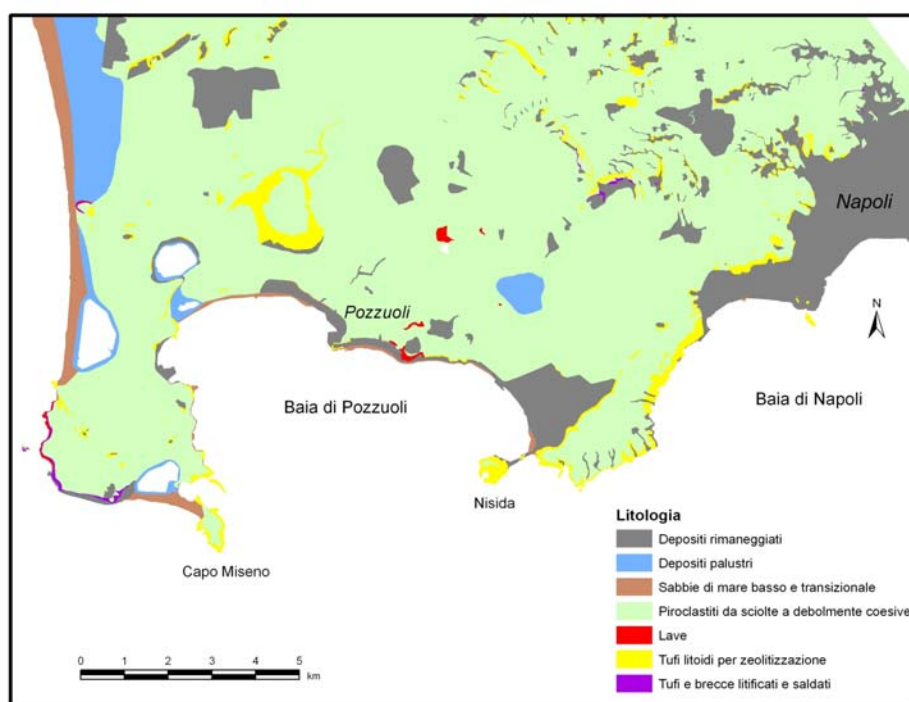


Figura 2 – Carta litologica dei Campi Flegrei.

Inoltre è stata elaborata la carta delle pendenze, a partire dal DTM con cella di 5x5 m, precedentemente generato e corretto da errori puntuali (Bellucci et al., 2008). La carta delle pendenze è stata calcolata in gradi e opportunamente riclassificata in 5 classi (figura 3). Per una maggiore leggibilità e per poter utilizzare opportunamente tale dato, è stato utilizzato un filtro che elimina aree più piccole di 10 ettari. Questa procedura prevede l'accorpamento delle aree di piccole dimensioni (< 10 ettari) all'area più grande e confinante con l'elemento stesso.

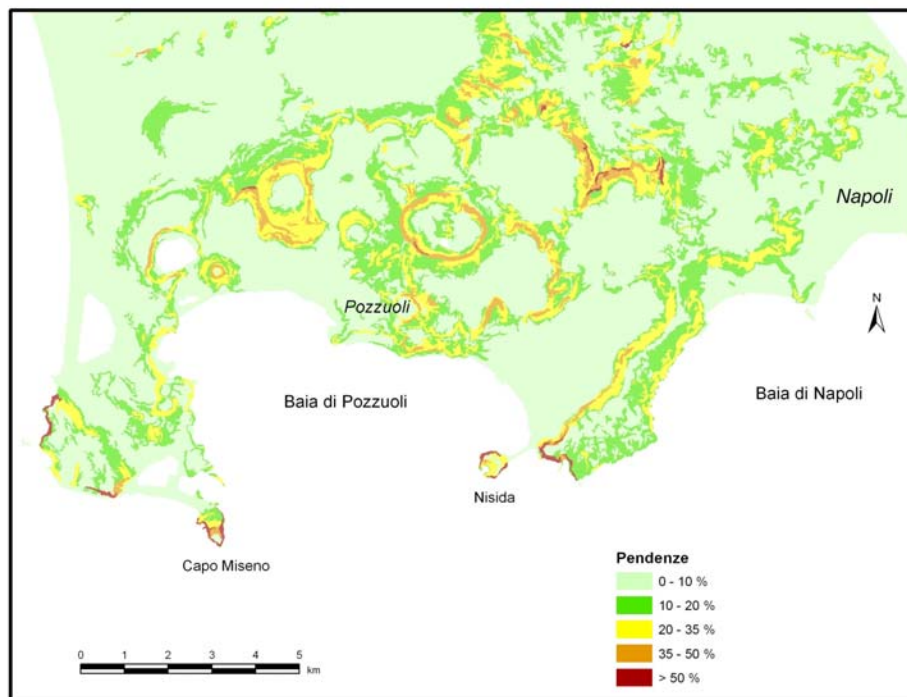


Figura 3 – Carta delle pendenze dei Campi Flegrei derivata dal DTM.

Numerosi studi hanno dimostrato che gli effetti di sito sono fortemente influenzati dalla litologia e dalla pendenza (Field and Jacob, 1995; Lee et al., 2009 e referenze incluse). La combinazione dei dati litologici con le pendenze ha permesso di suddividere e riclassificare il territorio in areali omogenei dal punto di vista geologico e morfologico; questi dati, insieme alle informazioni puntuali relative all'effetto di sito, hanno permesso di definire le proprietà delle aree caratterizzate da effetti di sito. La zonazione sismica preliminare è stata effettuata con un metodo semi-automatico, estendendo alle aree omogenee dal punto di vista litologico e morfologico le informazioni puntuali derivanti dalle analisi degli effetti di sito.

Nel corso del lavoro si procederà, inoltre, ad inserire ulteriori dati significativi ai fini della risposta sismica locale. In particolare si prevede di inserire i dati relativi alle sequenze di rocce nel sottosuolo, alle loro caratteristiche e al loro spessore, al fine di migliorare ulteriormente la stima dei fenomeni di amplificazione sismica locale.

Conclusioni

La realizzazione del sistema informativo geografico integrato per la caldera dei Campi Flegrei ha permesso di ottenere uno strumento di rapida analisi e consultazione dei dati geologici, geomorfologici e sismici dell'area. Questo strumento ha consentito di realizzare mappe preliminari delle aree caratterizzate da fenomeni di amplificazione sismica locale, che includono tutti i parametri analizzati. Il database è stato progettato in modo da poter essere aggiornato e/o implementato rapidamente. Il sistema così come strutturato si configura come un indispensabile strumento informativo a supporto della ricerca consentendo, in tempi molto rapidi, la selezione, l'interrogazione e la rappresentazione di tutte le informazioni relative ai parametri di interesse. Il database realizzato in ambiente GIS consente di produrre nuove mappe tematiche, derivate dai

principali dati e parametri immagazzinati, al fine di approfondire ed analizzare le relazioni esistenti tra i diversi elementi e fenomeni del territorio.

Questo risulta di fondamentale importanza in un'area ad elevato rischio sismico e vulcanico, abitata da circa 350.000 persone, nella sua parte attiva, e da circa 2 milioni nelle aree circostanti.

Questa ricerca è stata realizzata nell'ambito del progetto SPeeD finanziato dal Dipartimento della Protezione Civile. Le elaborazioni GIS sono state eseguite presso il Laboratorio di Geomatica e Cartografia dell'Osservatorio Vesuviano, sezione di Napoli dell'I.N.G.V.

Bibliografia

Bellucci Sessa E., Buononato S., Di Vito M.A., Vilardo G. (2008), "Caldera dei Campi Flegrei: costruzione di un sistema informativo geografico integrato". Atti XII Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila 21 – 24 ottobre: 347 – 352

Bellucci Sessa E., Buononato S., Di Vito M.A., Vilardo G. (2008), "Caldera dei Campi Flegrei: potenzialità di un SIT per valutazioni di pericolosità vulcanica". Atti XII Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila 21 – 24 ottobre: 353 – 358.

Bonilla, L. F., Steidl, J. H., Lindley, G. T., Tumarkin, A. G., Archuleta, R. J. (1997), "Site amplification in the San Fernando Valley, California: Variability of site effect estimation using the S-Wave, Coda and H/V methods". Bull. Seismol. Soc. Am. 87 (3), 710–730.

Di Vito, M., Isaia, R., Orsi, G., Southand, J., de Vita, S., D'Antonio, M., Pappalardo, L., Piochi, M. (1999), "Volcanism and deformation since 12.000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy)". J. Volc. Geoth. Res. 91, 221–246.

Field, E. H., Jacob, K. H. (1995), "A comparison and test of various siteresponse estimation techniques, including three that are not reference-site dependent". Bull. Seismol. Soc. Am. 85 (4), 1127–1143.

Hartzell, S. H. (1992), "Site response estimation from earthquake data". Bull. Seism. Soc. Am. 82, 2308–2327.

Lee, S.-J., Komatitsch, D., Huang, B., Tromp, J. (2009), "Effects of realistic surface topography on seismic ground motion in the Yangminshan Region of Taiwan based upon the spectral-element method and LiDAR DTM". Bull. Seismol. Soc. Am. 99 (1), 314–325.

Nunziata, C. (2004), "Seismic ground motion in Napoli for the 1980 Irpinia Earthquake". Pure Appl. Geophys. 161, 1239–1264.

Orsi G., De Astis G., Dell'Erba F., di Cesare T., Di Vito M.A., Isaia R., Marotta E., Pareschi M.T., Augusti V., Cavarra L., Favalli M. (1998) - Carta geologica dell'area Napoletano-Flegrea sovrapposta al modello digitale del terreno, scala 1:25.000. Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (Ordinanza 2787 del 21 maggio 1998 e successive).

Orsi, G.; Civetta, L.; Del Gaudio, C.; de Vita, S.; Di Vito, M.A.; Isaia, R.; Petrazzuoli, S.M., Ricciardi G.P., Ricco C., (1999), "Short-term ground deformations and seismicity in the resurgent Campi Flegrei caldera (Italy): an example of active block-resurgence in a densely populated area". J. Volc. Geoth. Res., 91, 415-451.