

TERRITORIO DELLA RICERCA
SU INSEDIAMENTI E AMBIENTE
RIVISTA INTERNAZIONALE
DI CULTURA URBANISTICA

05



La città sicura

riflessioni
programmi ed
esperienze
progettuali



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI NAPOLI FEDERICO II
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE L.U.P.T.



Edizioni Scientifiche Italiane

**Centro Interdipartimentale
di Ricerca L.U.P.T (Laboratorio di
Urbanistica e Pianificazione Territoriale)**

Università degli Studi di Napoli Federico II



**Rivista Internazionale semestrale
di Cultura Urbanistica**

Direttore responsabile

Mario Coletta Università degli Studi di Napoli Federico II

Comitato scientifico

Robert-Max Antoni Seminaire Robert Auzelle Parigi (Francia)
Tuzin Baycan Levent Università Tecnica di Istanbul (Turchia)
Pierre Bernard Seminaire Robert Auzelle Parigi (Francia)
Roberto Busi Università degli Studi di Brescia
Maurizio Carta Università degli Studi di Palermo
Pietro Ciarlo Università degli Studi di Cagliari
Biagio Cillo Seconda Università degli Studi di Napoli
Giancarlo Consonni Politecnico di Milano
Enrico Costa Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria
Concetta Fallanca Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria
José Fariña Tojo ETSAM Universidad Politecnica de Madrid (Spagna)
Francesco Forte Università degli Studi di Napoli Federico II
Adriano Ghisetti Giavarina Università degli Studi di Chieti Pescara
Pierluigi Giordani Università degli Studi di Padova
Francesco Karrer Università degli Studi di Roma La Sapienza
Giuseppe Las Casas Università degli Studi della Basilicata
Giuliano N. Leone Università degli Studi di Palermo
Francesco Lo Piccolo Università degli Studi di Palermo
Oriol Nel·lo Colom Universitat Autònoma de Barcelona (Spagna)
Eugenio Ninios Atene (Grecia)
Rosario Pavia Università degli Studi di Chieti Pescara
Giorgio Piccinato Università degli Studi di Roma Tre
Daniele Pini Università di Ferrara
Piergiuseppe Pontrandolfi Università degli Studi della Basilicata
Amerigo Restucci Università Iuav di Venezia
Mosè Ricci Università degli Studi di Genova
Giulio G. Rizzo Università degli Studi di Firenze
Ciro Robotti Seconda Università degli Studi di Napoli
Jan Rosvall Università di Göteborg (Svezia)
Inés Sánchez de Madariaga ETSAM Universidad Politecnica de Madrid (Spagna)
Paula Santana Università di Coimbra (Portogallo)

Michael Schober Università di Freising (Germania)

Paolo Ventura Università degli Studi di Parma

Coordinamento editoriale

Raffaele Paciello

Comitato centrale di redazione

Antonio Acierno (Caporedattore)

Teresa Boccia e Giacinta Jalongo (coord. relazioni internazionali)

Biagio Cerchia, Maria Cerreta, Candida Cuturi, Tiziana Coletta, Pasquale De Toro, Gianluca Lanzi, Valeria Mauro, Angelo Mazza, Francesca Pirozzi, Mariarosaria Rosolia, Luigi Scarpa, Marilena Cantisani

Redattori sedi periferiche

Massimo Maria Brignoli (Milano), Michèle Pezzagno (Brescia), Gianluca Frediani (Ferrara), Michele Zazzi (Parma), Michele Ercolini (Firenze), Sergio Zevi e Saverio Santangelo (Roma), Matteo Di Venosa (Pescara), Antonio Ranauro e Gianpiero Coletta (Napoli), Remo Votta e Viviana Cappelletto (Potenza), Domenico Passarelli (Reggio Calabria), Giulia Bonafede (Palermo), Francesco Manfredi Selvaggi (Campobasso), Maria Valeria Mininni (Bari), Elena Marchigiani (Trieste), Beatriz Fernández Águeda (Madrid), Josep Antoni Báguena Latorre (Barcellona)

Responsabili di settore Centro L.U.P.T.

Paride Caputi (Progettazione Urbanistica), Ernesto Cravero (Geologia), Amato Lamberti (Sociologia), Romano Lanini (Urbanistica), Giuseppe Luongo (Vulcanologia), Luigi Piemontese (Pianificazione Territoriale), Antonio Rapolla (Geosismica), Guglielmo Trupiano (Gestione Urbanistica), Giulio Zuccaro (Sicurezza del Territorio)

Responsabile amministrativo Centro L.U.P.T.

Maria Scognamiglio

Traduzioni

Sara Della Corte (spagnolo), Ingeborg Henneberg (tedesco), Valeria Sessa (francese), August Viglione (inglese)

Edizione

ESI Edizioni - Via Chiatamone, 7 - 80121 Napoli

Telefono +39.081.7645443 pbx - Fax +39.081.7646477

Email info@edizioniesi.it

Impaginazione e grafica

Zerouno | info@zerounomedia.it

Autorizzazione del Tribunale di Napoli N. 46 del 08.05.2008

Direttore responsabile Mario Coletta

La città sicura. riflessioni, programmi ed esperienze progettuali

Sommario

Editoriale

Per una città sicura, amica, aperta, libera e liberante. Verso quale città?

di Mario COLETTA

5

Interventi

Lo spazio dell'insicurezza e l'insicurezza dello spazio. Una riflessione.

di Pierluigi GIORDANI

31

El crimen: impactos sobre el planeamiento urbano y el ambiente

de P. SANTANA, R. SANTOS, C. COSTA, N. ROQUE, A. LOUREIRO

39

Aspetti geologici e geosismologici del terremoto de L'Aquila del 6 Aprile 2009 ed implicazioni sulle modalità di valutazione dell'hazard sismico in Italia

di A. RAPOLLA, S. DI NOCERA, F. MATANO, V. DI FIORE, V. PAOLETTI, E. RAPOLLA, D. TARALLO

49

L'Aquila: antico e nuovo a un anno dal terremoto

di Adriano GHISSETTI GIAVARINA

63

Sicurezza e crisi economica. Alcune considerazioni

di C. GIANNONE

69

Vivere e camminare in città: un riferimento disciplinare consolidato

di Roberto BUSI

81

La pianificazione degli spazi rurali nell'area metropolitana di Napoli: una sfida impossibile?

di Biagio CILLO

95

Le colombaie e le prime reti di comunicazione spaziali a difesa e sviluppo del territorio

di Ciro ROBOTTI

113

Urbanismo, seguridad pública y convivencia. Con referencia específica a la ciudad de Barcelona

de Juli PONCE

123

La Sicurezza del Territorio dai Disastri Naturali. La Regione Campania: un Territorio ad Alto Rischio. Gli Studi condotti al Centro PLINIVS e le tematiche aperte

di Giulio ZUCCARO, Francesco CACACE

137

Urbanistica securitaria: modelli, limiti e prospettive di ricerca

di Antonio ACIERNO

153

Saluto Arturo Rigillo

Arturo Rigillo o della "silenziosa operatività"

di Mario COLETTA

171

Rubriche

La Sicurezza del Territorio dai Disastri Naturali. La Regione Campania: un Territorio ad Alto Rischio. Gli Studi condotti al Centro PLINIVS e le tematiche aperte

di Giulio ZUCCARO, Francesco CACACE

La sicurezza del territorio e dell'ambiente è un tema dibattuto da molti attori ma spesso in modo non organico e competente. Il centro Studi PLINIVS da anni studia l'impatto sul territorio di eventi potenzialmente disastrosi ed ha prodotto modelli di analisi e di simulazione di scenari dei principali rischi naturali (sismico, idrogeologico, vulcanico, meteo marino, etc.), applicati sul territorio campano. Conoscere il rischio, e quantizzarlo, è importante per individuare le criticità del territorio e poter intervenire attraverso misure di mitigazione o anche un moderno Piano di Protezione Civile. Il piano diventa allora un processo dinamico in grado di controllare ritmicamente lo stato del rischio ed il livello di sicurezza del territorio, e l'Urbanistica dovrebbe avvalersi del fondamentale contributo di conoscenza offerto da questi strumenti.

Territorial prevention of natural disasters. Campania Region: a high risk territory. Studies by PLINIVS Centre and open issues

The safety of the territory and the environment is a theme much discussed, but often not in organic and competent way. PLINIVS study centre has been studying for several years the impact of potentially disastrous events on the territory and has produced analysis models and scenery simulation of main natural risks regarding Campania territory (seismic, hydrogeological, volcanic, meteo-marine risks, etc.). Knowing the risk, and quantifying it, is important in order to single out critical aspects of the territory (threats) and to intervene through mitigation measures and eventually a modern Plan of Civil Protection. Therefore the plan becomes a dynamic process able to control rhythmically the state of the risk and the safety level of the territory, and spatial planning should avail itself of the fundamental contribution of knowledge offered by these tools.

La mise en sécurité des désastres naturels. La région campanie: un territoire à haut risque. Les études menés par le centre plinius et les thématiques ouvertes

La sécurité du territoire et de l'environnement est un sujet que plusieurs auteurs ont analysé souvent sans suivre un critère organique et compétent. Le centre d'Études PLINIVS étudie depuis des années l'impact sur le territoire des événements potentiellement désastreux et a produit des modèles d'analyse et de simulation des scénarios des principaux risques naturels (sismique, hydrogéologique, volcanique, météo marine etc..) appliqués sur le territoire de la Campanie. Connaître le risque, et le quantifier est important à fin de trouver les points critiques du territoire et pouvoir intervenir avec des mesures de tempérament ou même un moderne Plan de Protection Civile. Le Plan devient, alors, un processus dynamique capable de contrôler rythmiquement l'état des risques et le niveau de sécurité du territoire et l'Urbanistique devrait profiter de la contribution au connaissances offerte par ces instruments.

te
ce
ra
ra
s
a
a

La seguridad del territorio ante las catástrofes naturales. La Regione Campania: un territorio de alto riesgo. Los estudios efectuados por el centro PLINIVS y las temáticas abiertas

La seguridad del territorio y del medio ambiente es un tema debatido por muchos autores pero, a menudo, en modo no orgánico ni competente. El centro Studi PLINIVS hace años que estudia el impacto sobre el territorio de eventos potencialmente catastróficos y ha elaborado modelos de análisis y de simulación de los escenarios de los principales riesgos naturales (sísmico, hidrogeológico, volcánico, meteorológico, marino, etc), aplicados al territorio campano. Conocer y cuantificar el riesgo es importante para individuar la criticidad del territorio y poder intervenir mediante medidas de apaciguamiento o incluso un moderno Plan de Protección Civil. El plan se convierte, de esta manera, en un proceso dinámico capaz de controlar puntualmente el estado del riesgo y el nivel de seguridad del territorio, y el urbanismo debería aprovechar la fundamental contribución al conocimiento ofrecida por tales instrumentos.

Die sicherheit des territoriums bei naturkatastrophen. Region campania, ein risikogebiet. die von PLINIVS gefuehten studien und die noch offene thematik.

Die Sicherheit des Territoriums und der Umwelt ist ein vieldiskutiertes Thema, das aber nicht immer auf einheitliche und kompetente Art behandelt wird. Das Studienzentrum PLINIUS ueberdenkt seit Jahren die Auswirkungen eventueller Katastrophensituationen auf das Territorium und hat Modelle, Analysen und Simulationen der natuerlichen Risiken im Gebiet Campania (Erdbeben, hydrogeologische, vulkanische usw.) hergestellt. Das Risiko kennen und benennen ist wichtig, um die kritischen Punkte des Territoriums auszumachen und mit Massnahmen zu dessen Minderung handeln zu koennen, unter anderem mit einer modernen Planung des Umweltschutzes. Diese Planung wuerde dann zu einem dynamischen.

Prozess der Kontrolle des Risikos und des Sicherheitsgrades fuehren, und die Stadtplanung koennte von diesem grundlegenden Beitrag von Wissen Gebrauch machen.

La Sicurezza del Territorio dai Disastri Naturali. La Regione Campania: un Territorio ad Alto Rischio. Gli Studi condotti al Centro PLINIVS e le tematiche aperte

di Giulio ZUCCARO, Francesco CACACE¹

Il dibattito sulla sicurezza e gli attori in campo a confronto

La sicurezza delle città, la sicurezza dell'ambiente, la sicurezza del territorio antropizzato, se ne parla, ma non sempre, anzi quasi mai, in modo organico e consapevole da parte di chi, con diversi ruoli, si cimenta nel dare un contributo alla questione. Facciamo alcuni esempi: i mass media, le autorità politiche, i cittadini, la comunità scientifica.

I mass media sono frequentemente interessati ad esaltare i rischi, in particolare per le conseguenze sulla popolazione, che fa sempre notizia, per questo o quel disastro naturale annunciato. Tuttavia difficilmente viene ben ponderata l'affidabilità delle previsioni o degli annunci cui, purtroppo, viene dato in qualche caso più credito di quanto sia ragionevole attribuire, o si esaltano aspetti minori magnificandone le potenziali conseguenze, questo finisce per alimentare polemiche, dibattiti, dichiarazioni e relative smentite che genera disorientamento, ansia, paura e in tal caso addirittura risentimenti e rabbia della popolazione verso le Autorità, la comunità scientifica e la Protezione Civile rei di non saper dare adeguata risposta alla protezione delle comunità colpite o potenzialmente coinvolte da catastrofi.

La politica, che solo recentemente ha scoperto il ritorno del consenso popolare per attività di protezione civile, sulla scia dei successi, sapientemente gestiti anche sotto il profilo dell'immagine, conseguiti dal Dipartimento Nazionale della Protezione Civile negli ultimi 10 anni si è resa disponibile, in linea di principio e più che negli anni 80 o in parte degli anni '90, ad intervenire con iniziative che vadano nel segno della sicurezza del territorio e delle città dai rischi naturali. Tuttavia non tutta la classe politica percepisce la reale, impellente necessità di mettere in atto tutto quello che gli esperti propongono di realizzare e si lasciano invischiare da lungaggini e farraginosità burocratiche degli enti coinvolti nell'attuazione dei programmi o peggio in alcuni casi cavalcano il consenso dovuto al bene collettivo per promuovere azioni a vantaggio di pochi che non finalizzano i pur buoni propositi. L'aspetto negativo è lo spreco di risorse spese male o addirittura, come quelle messe a disposizione dalla UE, non spese, oppure ancora la mancanza di lucidità nel legiferare a livello regionale come nel caso della Campania che emana una nuova legge Urbanistica che non coniuga adeguatamente la sicurezza dai rischi naturali e lo sviluppo e la gestione del territorio.

I cittadini dal canto loro non sono immuni da responsabilità. La sicurezza del territorio passa attraverso la conoscenza e la coscienza dei rischi che viviamo, la protezione civile nazionale e le regioni nell'ultimo ventennio, anche con l'ausilio della comunità scientifica e scolastica, hanno dato vita a numerose iniziative di educazione al rischio e diffusione della cultura della sicurezza; tuttavia questo non ha impedito la crescita selvaggia di costruzioni abusive alle falde del Vesuvio, uno dei vulcani a più alto rischio del mondo, o di segare un pilastro

¹ Centro Studi PLINIVS - LUPT, Centro di Competenza Nazionale della Protezione Civile Nazionale, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

a piano terra di edifici multipiano in cemento armato (poi con il tempo crollati addirittura spontaneamente) per alloggiare un pesante ed ingombrante macchinario o permettere alle auto una più agevole circolazione nel garage interrato.

La comunità scientifica riveste chiaramente un ruolo centrale nel dare contributi originali di conoscenza tesi alla sicurezza dell'ambiente che ci circonda. La ricerca consente di definire la *Pericolosità* del fenomeno disastroso (ovvero la probabilità che in un determinato intervallo di tempo si verifichi in un certo luogo un evento di assegnata intensità), la *vulnerabilità* degli elementi a rischio considerati (ovvero la probabilità che una certa tipologia di elemento a rischio da studiare, leggi: popolazione, edifici, lifeline etc., subisca un certo grado di danno al verificarsi del dato fenomeno pericoloso di assegnata intensità) ed infine la esposizione (ovvero la valutazione quantitativa delle tipologie di elementi esposti a rischio che si vuole studiare). Il tutto contribuisce alla convoluzione probabilistica di danno chiamata tecnicamente rischio atteso. Questo è quello che in teoria la scienza può offrire alla collettività per *conoscere il rischio, localizzarlo territorialmente, collocarlo nel tempo, mitigarne gli effetti, gestire al meglio l'emergenza*. Tuttavia la conoscenza spesso si trasforma in un vincolo non sempre gradito. Individuare un'area a forte rischio di danneggiamento da disastri naturali (idrogeologico, sismico, vulcanico etc.) può abbatterne il valore immobiliare e/o inibirne piani di espansioni e sviluppo. Ecco che allora si ingenerano strani processi mediatici ove l'informazione, si presta, suo malgrado e spesso inconsapevole, a disinformazioni legate a contrapposizioni di gruppi di ricerca che riverberano sui media divergenze su precise valutazioni scientifiche creando ulteriore disorientamento nell'opinione pubblica ed anche negli amministratori pubblici.

E' dunque evidente come parlare di sicurezza non sia di per se facile ed implichi che tutti operino all'interno del proprio ruolo con coscienza e competenza oltre che in modo coordinato.

Le recenti iniziative per la riduzione del rischio sismico

Dopo l'evento sismico di San Giuliano di Puglia il governo italiano ha emanato una Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM. 3274/2003) attraverso la quale avviava un percorso virtuoso, da un lato di aggiornamento della normativa per le costruzioni in zona sismica che si è concluso con le NTC del marzo 2008, e dall'altro individuava una serie di attività di verifica della resistenza antisismica degli edifici pubblici, con particolare attenzione alle scuole, e di interventi di miglioramento o adeguamento degli edifici pubblici strategici a più alta vulnerabilità finanziate attraverso successive ordinanze ad-hoc oltre che con lo stesso art.80 della legge 289/2004 già richiamata nella OPCM 3274. Recentemente dopo il Sisma de L'Aquila, l'art.11 del Decreto Abruzzo (2010), prevede in 5 anni finanziamenti per quasi un Miliardo di Euro a favore della riduzione della vulnerabilità degli edifici sia pubblici che privati. Si può rilevare che rispetto alla spesa incommensurabile necessaria a mettere in sicurezza sismica tutto il patrimonio edilizio italiano, le cifre impegnate rappresentano una goccia nel mare. Tuttavia va sottolineata l'importanza di un cambio di direzione di grande rilevanza che vede lo stato intervenire non solo dopo un disastro per ripagare i danni, ma investire sulle strutture a più alta vulnerabilità per impedire che queste procurino ulteriori

danni e vittime in un possibile evento futuro e stimolare i privati ad un atto di presa di coscienza del problema della sicurezza sismica degli edifici che abitano sviluppando la consapevolezza del problema e la partecipazione contributiva.

I rischi naturali nella Regione Campania e gli Studi condotti al Centro PLINIVS

La regione Campania è certamente tra le regioni d'Italia e forse del mondo a più alto rischio di subire danni causati da disastri naturali. I rischi naturali più rilevanti in Campania sono: il rischio idrogeologico, il rischio sismico, il rischio vulcanico ed il rischio meteo marino. Lo studio e l'analisi di previsione degli effetti di un evento disastroso sul territorio, sia in termini di danno al patrimonio edilizio che alla popolazione, rappresenta pertanto un'attività particolarmente rilevante per la programmazione degli interventi di protezione civile, sia "in tempo di pace", come fondamentale supporto alla pianificazione territoriale ed in particolar modo alla pianificazione degli interventi di Protezione Civile, che in occasione di eventi, come supporto alla gestione dell'emergenza. Nella primissima fase di emergenza, infatti, disporre in pochi minuti di una stima attendibile dell'impatto sul territorio consente di valutare immediatamente l'entità del disastro e di dimensionare adeguatamente l'intervento di soccorso, ottimizzando l'impiego delle risorse disponibili anche attraverso la loro localizzazione sul territorio.

Assunto un evento, definito attraverso le sue caratteristiche fisiche (i.e. per il sisma: magnitudo e localizzazione epicentrale), la definizione dello scenario di danno associato richiede:

- la stima della sua propagazione sul territorio;
- l'individuazione dei centri abitati interessati e l'entità dello scuotimento in corrispondenza di questi;
- la stima del numero degli edifici danneggiati e dell'entità dei danni, del numero degli edifici collassati e di quelli inagibili, nonché la loro localizzazione sul territorio;
- una prima stima del numero dei morti, dei feriti e dei senza-tetto e la loro distribuzione sul territorio.

Il centro Studi PLINIVS da anni studia l'impatto sul territorio di eventi potenzialmente disastrosi.

Gli studi sulle metodologie di analisi del rischio per le più importanti tipologie di eventi (ad esempio il rischio sismico, idrogeologico, vulcanico, meteomarinico etc.) hanno consentito di elaborare una serie di modelli per la simulazione di scenari, per i quali è stata messa a punto una applicazione pratica per la Regione Campania.

In particolare i modelli di simulazione e scenari ad oggi realizzati sono:

- Scenari da sisma
- Scenari da eruzione vulcanica, che comprendono la complessa fenomenologia associata ad una eruzione (sisma, flussi piroclastici, ash-fall, lahar)
- Scenari da frane rapide o lahar
- Scenari da frane in roccia
- Scenari da alluvione
- Scenari da inondazione per fenomeni meteomarinici.

Ognuno di questi modelli, (fatta eccezione per l'ultimo, che interessa esclusivamente le coste ed è costruito con modalità differenti) è basato su una discretizzazione del territorio mediante una griglia regolare. L'intero territorio della Regione è stato discretizzato mediante una griglia a maglie quadrate di m 250x250, e si è adottata la cella come unità minima di riferimento sia per i calcoli che per la rappresentazione dei risultati (fig. 1). Ciò consente di localizzare con maggior precisione sul territorio le aree a maggiore criticità. I risultati possono comunque essere sempre rappresentati anche come sintesi per ciascun Comune. Nel caso del rischio da frane i risultati dello scenario possono essere riferiti al singolo versante o bacino ed alla singola area di potenziale invasione.



Figura 1. Griglia territoriale adottata nel modello

Modello per la simulazione di scenari sismici

La stima dell'impatto viene effettuata a partire dalle caratteristiche dell'evento sismico fornite in input:

- localizzazione dell'epicentro e profondità ipocentrale
- magnitudo dell'evento
- ora dell'evento (facoltativo)

Il processo di generazione dello scenario si può sintetizzare come segue:

1. si inseriscono in input le caratteristiche ipotizzate per l'evento;
2. viene elaborata, mediante una legge di attenuazione o mediante la di simulazione dello scuotimento generata a partire dalla faglia estesa, la propagazione dell'intensità macrosismica sul territorio, assegnando ad ogni cella il valore calcolato.
3. applicando le funzioni di vulnerabilità adottate alla popolazione di edifici si calcola la distribuzione dei livelli di danno atteso per cella.
4. dalla distribuzione di danno si estrae:

- il numero atteso di edifici danneggiati lievemente, ma presumibilmente agibili,
 - il numero atteso di edifici inagibili
 - il numero atteso di edifici interessati da collassi parziali o totali.
5. Utilizzando la distribuzione dei livelli di danno, i dati sulla popolazione presente e le funzioni di stima delle casualties si determina il numero atteso di vittime, feriti e senza-tetto.

Raggruppando i risultati si determinano le stime di danno complessive per Comune.



Figura 2 - Rappresentazione per Comune del danno agli edifici per un sisma di caratteristiche simili a quelle del 23.11.80

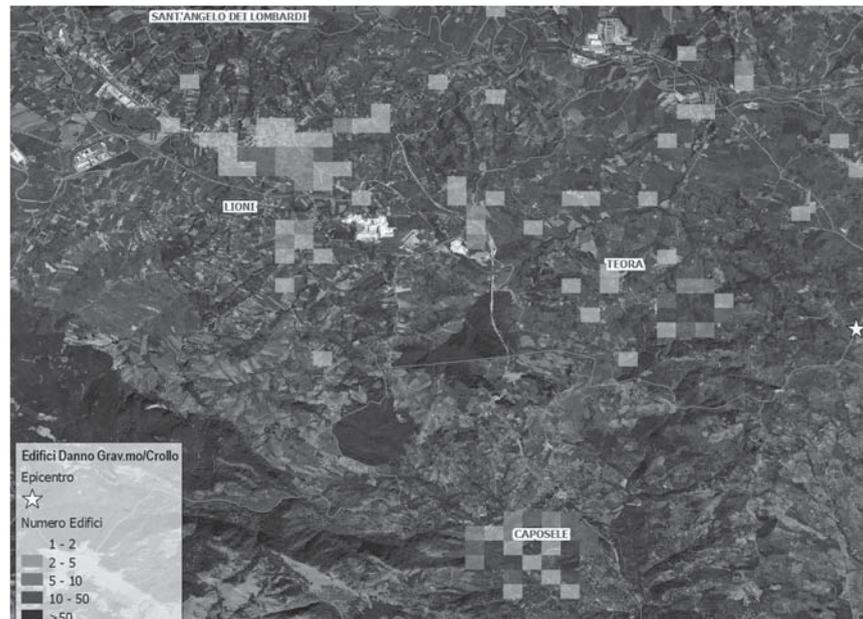


Figura 3 - Rappresentazione per cella del danno agli edifici per un sisma di caratteristiche simili a quello del 23.11.80 (dettaglio)

Modello per la simulazione di scenari da eruzione vulcanica

Una eruzione vulcanica può essere vista come una sequenza di diversi fenomeni “pericolosi”, caratterizzati da determinate caratteristiche di pericolosità, che si susseguono, talvolta anche contemporaneamente) nel corso della crisi eruttiva. Il modello è stato elaborato con riferimento ad una eruzione di tipo sub-Pliniana I. Questo tipo di eruzione si sviluppa essenzialmente in quattro fasi:

- 1^a fase: (fase sismica) dall’istante dei “unrest” t_0 all’inizio dell’eruzione.
- 2^a fase (caduta di cenere) dall’inizio dell’eruzione al collasso della colonna eruttiva, che segna l’inizio della fase successive. Nel corso di questa fase si possono verificare ulteriori eventi sismici.
- 3^a fase (flussi piroclastici) dal collasso della colonna fino alla fine dell’eruzione propriamente detta.
- 4^a fase (lahar) si verifica al termine dell’eruzione, generalmente a seguito di forti precipitazioni che mobilitano gli strati di materiale depositati a seguito fenomenologie verificatesi nelle fasi precedenti.

Il modello consente di simulare l’intero processo eruttivo, tenendo conto della possibilità che le diverse fenomenologie di evento si verifichino contemporaneamente (ad esempio un sisma durante la caduta di cenere) e considerando la progressione nel danneggiamento degli edifici dovuta ad una sequenza di eventi in rapida successione (ad esempio una sequenza di eventi sismici e successivamente uno o più “impulsi” di flusso piroclastico)

Caratteristica fondamentale del modello è inoltre la possibilità di “ricalibrarsi” durante il susseguirsi degli eventi, tramite l’aggiornamento dinamico dell’inventario degli edifici e delle funzioni di vulnerabilità. Il modello assume infatti che un edificio danneggiato sia caratterizzato da una resistenza minore rispetto a quella che aveva in origine, proporzionalmente al danno subito.

Per valutare l’impatto sulle costruzioni sono state messe a punto procedure di stima della vulnerabilità delle strutture sotto l’azione sismica, dei tetti sotto il carico della cenere e delle strutture in generale oltre che delle tamponature e delle aperture degli edifici colpiti da flussi piroclastici. Le diverse curve di vulnerabilità sono state calibrate mediante l’analisi dei risultati di modelli teorici di calcolo agli stati limite di collasso e validate da prove sperimentali in sito ed in laboratorio.

Una ulteriore funzionalità del modello è la valutazione dell’impatto sui tracciati stradali, con l’individuazione dei percorsi caratterizzati da un maggiore rischio di interruzione.

Il modello è stato testato per eruzioni di tipo “Stromboliano” e di tipo “Sub-Pliniano”. I risultati sono rappresentati sulla griglia territoriale di riferimento, in termini di danno agli edifici ed alla popolazione.

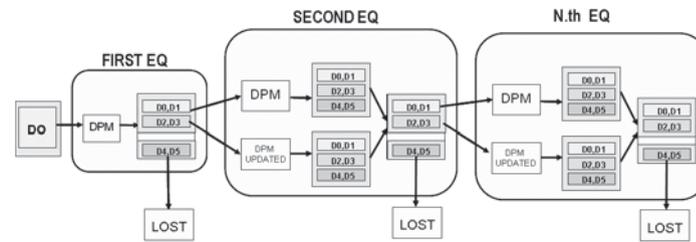


Figura 4 - Digramma di flusso della progressione del danno per una sequenza di eventi sismici.

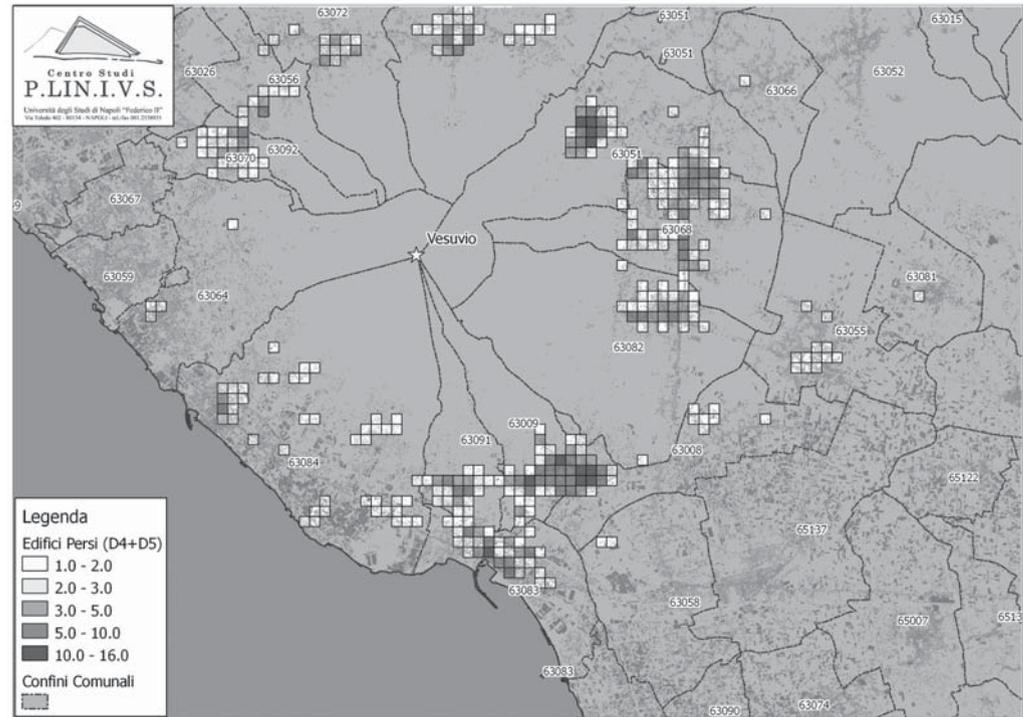


Figura 5 - Esempio di scenario per evento sismico con epicentro nel cratere.



Figura 6 - Probabilità di interruzione degli archi stradali a seguito di eventi sismici pre-eruttivi

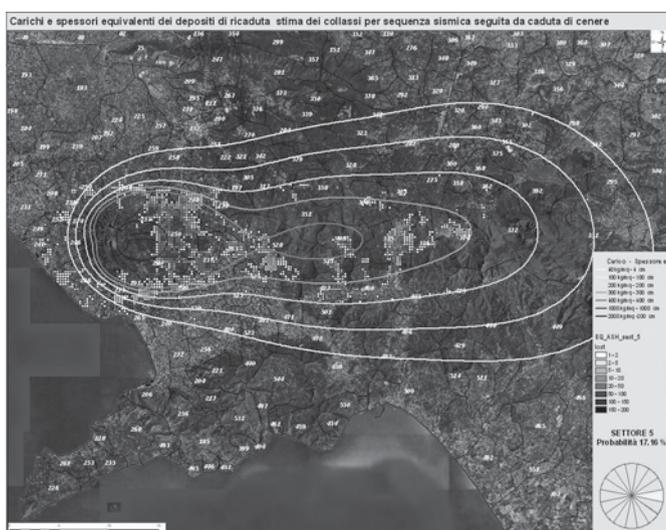


Figura 7 - Esempio di scenario per caduta di cenere (vento con direzione prevalente in direzione est)

Modello per la simulazione di scenari da dissesto idrogeologico

Si possono riscontrare diverse tipologie di dissesto idrogeologico, ad esempio, con riferimento ai movimenti franosi, si possono individuare almeno tre diversi tipi di frane, che provocano scenari del tutto differenti:

- frane in roccia generalmente interessano solo una piccola parte dell'area di potenziale dissesto, e colpiscono piccole porzioni di territorio. Provocano tuttavia un danno molto elevato agli edifici o altri beni colpiti.
- frane lente in flysh caratterizzate da movimenti, anche ampi che si sviluppano generalmente in tempi lunghi ed in aree piuttosto ampie. Gli edifici interessati sono generalmente da considerarsi "persi". Per la bassa velocità con cui si sviluppa il fenomeno, tuttavia, non vi sono generalmente pericoli per la popolazione.
- frane e colate rapide Si sviluppano in tempi molto rapidi e possono interessare anche grandi volumi di materiale, con un contenuto in acqua più o meno elevato. La rapidità del movimento franoso causa forti pressioni di impatto, che provocano gravi danni sull'edificato colpito, tuttavia si riscontra un danno gradualmente minore per gli edifici posti lateralmente rispetto al centro della frana e per quelli più distanti, ove la frana diminuisce la velocità.
- esondazioni fluviali Possono essere lente, ma anche estremamente rapide, ed in tal caso provocare forti pressioni dinamiche da impatto sull'edificato. Il danno varia in funzione della velocità e dell'altezza del tirante idrico.

Considerando le peculiari caratteristiche dei diversi dissesti appena descritte, il modello di scenario di impatto è stato realizzato per le frane rapide e per le esondazioni fluviali, mentre per le frane in roccia ed in flysh ci si è limitati all'inventario dei beni potenzialmente esposti a rischio.

Gli scenari per frane rapide sono stati elaborati a partire dalle mappe fornite dal gruppo di studio di AMRA Scarl prodotte per la Protezione Civile della Regione Campania, che riportano tutte le aree suscettibili di potenziale dissesto, nonché le aree potenzialmente invase, con l'indicazione approssimativa del dislivello, del volume mobilitato e dello spessore dello strato in frana. Sulla scorta di tali indicazioni è stato messo a punto un modello che, con l'ausilio di funzioni in ambito G.I.S., calcola la pressione dinamica di impatto sugli edifici in zona di invasione. Questa informazione, combinata con le funzioni di vulnerabilità degli edifici, consente di elaborare scenari di danno per ogni bacino (frane incanalate) o versante (frane a fronte libero).

I risultati delle analisi di scenario possono essere rappresentati per ogni area di invasione o per la singola cella della griglia territoriale di riferimento.

Una operazione analoga può essere fatta per le alluvioni. Quando siano note la velocità del flusso e l'altezza del tirante, si può calcolare la pressione di impatto ed effettuare una stima del danno atteso. Va sottolineato peraltro che in caso di alluvioni lente, per le quali la pressione d'impatto può essere pressoché nulla, va considerato comunque il danno provocato dalle inevitabili infiltrazioni d'acqua ai piani bassi o interrati o degli edifici.

Figura 8 - Danno atteso per frane rapide (con la delimitazione di versanti, bacini ed aree di invasione)



Modello per la simulazione di scenari da inondazione per fenomeni meteo marini.

La modellazione e relativa valutazione del rischio da inondazione meteomarina rappresenta un ambito di studio ad oggi non ancora sistematicamente esplorato nel rispetto dei principi cardini delle analisi di rischio; essa pur avendo aspetti comuni ad altre analisi di rischio, presenta caratteristiche peculiari che richiedono una analisi specifica. Nell'ambito della realizzazione del modello di impatto si sono analizzati in dettaglio i diversi aspetti del problema ed i fattori che concorrono a determinare il rischio, anche in termini di perdite economiche.

La fascia costiera è stata suddivisa in zone omogenee, denominate "trasetti". Per ognuna di queste la valutazione del danno atteso è stata effettuata a partire da una analisi di "pericolosità" intesa come probabilità che i beni esposti siano soggetti ad una determinata sollecitazione per effetto di mareggiate, e valutata in termini di sollecitazione massima attesa in un dato intervallo di tempo (periodo di ritorno). I periodi di riferimento considerati sono tre (5, 50 e 100 anni) per ognuno dei quali è stato individuato un valore teorico della distanza massima di allagamento in assenza di ostacoli, dipendente dalla conformazione orografica e dall'altezza massima di onda prevista, nonché la distanza massima effettiva di allagamento, che tiene conto anche della presenza di eventuali ostacoli in grado di bloccare o rallentare in modo significativo l'onda di run-up.

Si è costruito un modello che assume come parametri rappresentativi della sollecitazione l'altezza del tirante e la pressione dinamica di impatto e che, per ogni livello di sollecitazione, fornisce la stima del danno "fisico" atteso, in funzione della "vulnerabilità" dei beni esposti.



Figura 9 - Danno atteso per inondazione da fenomeni meteo marini (periodo di ritorno di 100 anni)

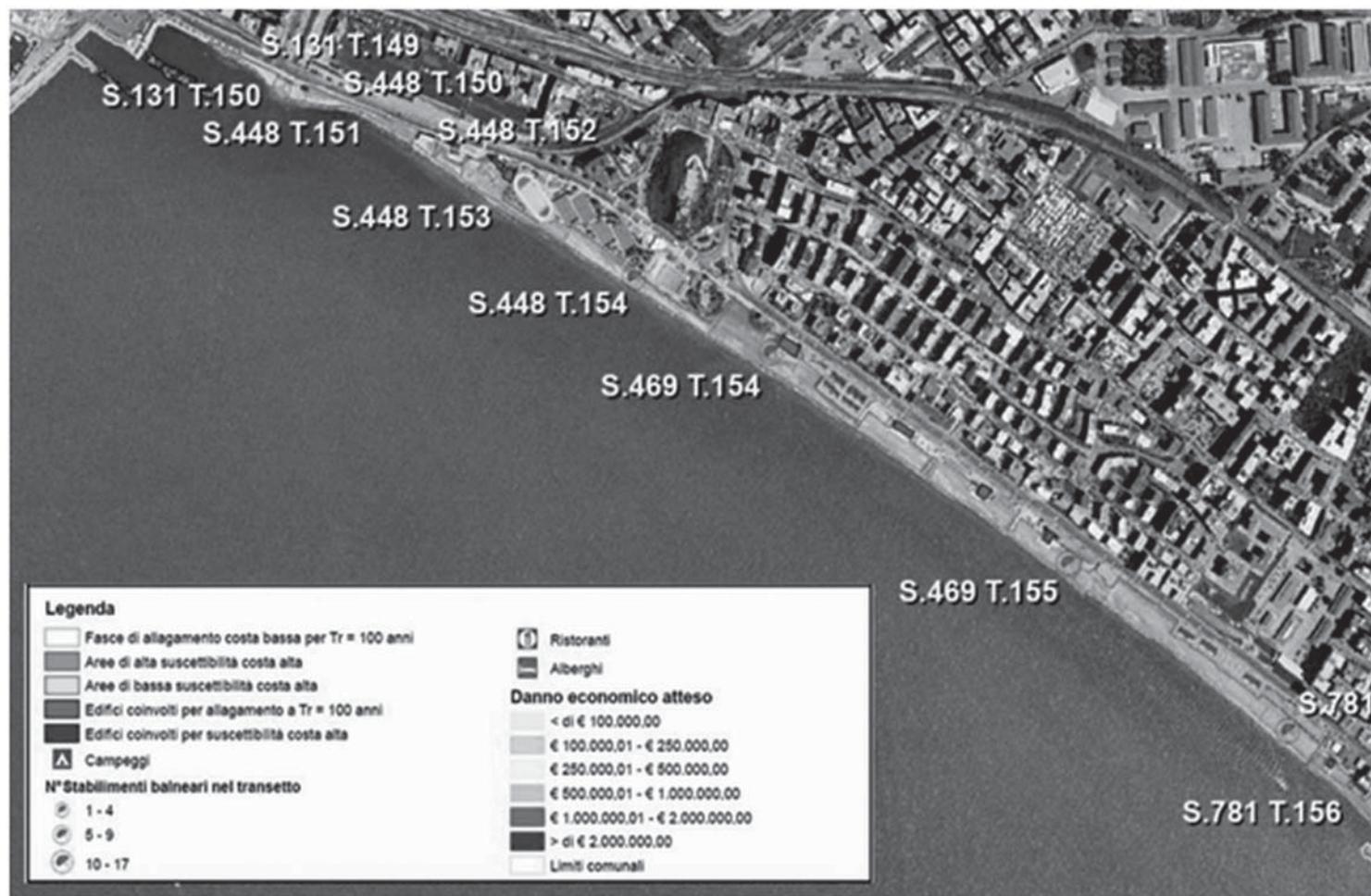


Figura 10 - Stima del danno economico atteso per zone omogenee (periodo di ritorno di 100 anni)

Per poter stimare correttamente il danno economico si è analizzato il tessuto socio-economico delle aree ricadenti nelle fasce di pericolosità. Si sono individuate le principali attività produttive presenti e le loro caratteristiche in termini di dimensione e livello di qualità (ad esempio gli alberghi per categoria e numero di stanze). Sulla scorta di dati regionali si è effettuato uno studio statistico sulla produttività delle attività presenti, arrivando a determinare le perdite economiche giornaliere per interruzione di attività.

Queste informazioni sono state implementate nel modello, cosicché per ogni scenario di danno è possibile stimare il danno economico complessivo come somma del costo di riparazione e/o di ricostruzione degli edifici danneggiati, e delle perdite per interruzione di attività economiche.

Il modello effettua infine una stima del numero complessivo atteso dei senza-tetto per ogni tratto di costa, sulla scorta del danno stimato agli edifici e della popolazione presente.

Conclusioni

Dagli studi sugli scenari di evento e dalle valutazioni di impatto sviluppati al Centro PLINIVS risulta evidente l'alto rischio da disastri naturali che coinvolge la Regione Campania. Conoscere il rischio, e quantizzarlo, è importante per individuare le criticità del territorio e poter intervenire attraverso misure di mitigazione o anche attraverso una consapevole pianificazione di protezione civile in grado di gestire al meglio le possibili emergenze. Quindi *conoscere* il contesto dei rischi sul territorio per *individuare le criticità, mitigare e gestire* l'emergenza di fatto rappresenta l'iter logico del moderno **Piano di Protezione Civile**. Il piano diventa allora un processo dinamico in grado di controllare ritmicamente lo stato del rischio ed il livello di sicurezza del territorio. Infatti la coscienza dei valori esposti al rischio così come l'individuazione delle criticità, consentono di mettere in atto attività di mitigazione, alcune delle quali potrebbero richiedere anche solo decisioni strategiche (si pensi ad una allocazione ottimale di uomini e mezzi di soccorso sul territorio), che possono richiedere dopo un lasso di tempo ragionevolmente breve, il riesame del piano, l'aggiornamento degli scenari di valutazione del danno ed il suo aggiornamento. E' questa costante attività di analisi, valutazione, attività e riesame dei risultati che rappresenta la moderna pianificazione di Protezione Civile. Questo processo è per natura delicato essendo in continuo divenire e richiede una grande collaborazione di tutti coloro che sono coinvolti a vario titolo nel realizzarlo e nell'attuarlo. Da qui l'importanza che i comportamenti di chi informa, come di chi opera nella politica, nella pubblica amministrazione e nella ricerca siano caratterizzati da moderazione, equilibrio e coscienza, nella consapevolezza che solo dal contributo di tutti, come insegna il magnifico volontariato italiano in tutte le sue espressioni, si possono generare quelle attività, quegli atteggiamenti collettivi, quelle iniziative in grado di garantire la sicurezza del territorio. Lo sviluppo del territorio non collide necessariamente con la sicurezza; tuttavia la pianificazione urbana troppo spesso ignora una completa analisi dei rischi naturali del territorio su cui va ad incidere. Coniugare sicurezza e sviluppo non è impossibile, ignorare la sicurezza a vantaggio di uno sviluppo inconsapevole dei rischi in campo può portare invece ad aberrazioni e disastri annunciati di cui troppo spesso si commemorano le vittime. Oggi la ricerca è in grado di fornire strumenti accreditati dalla comunità scientifica in grado di fornire scenari di evento e di danno atteso a scala territoriale, l'Urbanistica non può più ignorare il contributo di conoscenza ed analisi offerto da questi strumenti se non vuole correre il rischio di essere tagliata fuori dalla gestione territoriale delle regioni colpite o potenzialmente esposti ad eventi disastrosi.

Bibliografia

- Zuccaro G., Petrazzuoli S.M. “Structural Resistance of RC Buildings under Pyroclastic Flows: A Study on the Vesuvian Area”, *Journal of Volcanological and Geothermal Research* (2004).
- Baxter P.J., Spence R.J.S., Zuccaro G: “Building vulnerability and human casualty estimation for a pyroclastic flow: a model and its application to Vesuvius” *Journal of Volcanological and Geothermal Research* (2004).
- Zuccaro G., Ianniello D., “Interaction between pyroclastic flow and the building structures of an urban settlement. A fluid-dynamic simulation impact model” *Journal of Volcanological and Geothermal Research* (2004).
- Baratta A., Zuccaro G., Binetti A., “Strength capacity of No Tension portal arch-frame under combined seismic and ash loads” *Journal of Volcanological and Geothermal Research* (2004)
- Zuccaro G., Spence R.J.S., Baxter P.J., Petrazzuoli S.M. “The resistance of Buildings to Pyroclastic Flows: Analytical and Experimental Studies and their Application to Vesuvius” *ASCE’s Natural Hazard Review* (2004).
- Peter J. Baxter, Robin Boyle, Paul Cole, Augusto Neri, Robin Spence, Zuccaro G. “The impacts of pyroclastic surges on buildings at the eruption of the Soufrière Hills volcano, Montserrat” *Bulletin of Volcanology* Publisher: Springer-Verlag GmbH ISSN: 0258-8900 (Paper) 1432-0819 (Online) DOI: 10.1007/s00445-004-0365-7 Issue: Volume 67, Number 4 Date: April 2005 Pages:292 - 313
- R. J. S. Spence, I. Kelman, Zuccaro G., P. J. Baxter, S. Petrazzuoli “Residential building and occupant vulnerability to tephra fall” - *Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5, 1-18, 2005 S Ref-ID: 1684-9981/nhess/2005-5-1 - Received: 8 December 2004 - Revised: 5 April 2005 - Accepted: 25 April 2005.
- G. Zuccaro, F. Cacace - “A probabilistic model for the evaluation of the impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius” G. Zuccaro, *International Symposium on Recent Advances in Mechanics, Dynamical Systems and Probability Theory -MDP - 2007, Palermo, June 3-6, 2007*
- G. Zuccaro, F. Cacace, R.J.S. Spence, P.J. Baxter “Impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius” in *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 416-453.
- G. Zuccaro, F. Cacace - “Revisione dell’inventario a scala nazionale delle classi tipologiche di vulnerabilità ed aggiornamento delle mappe nazionali di rischio sismico”, *Atti XIII Convegno ANIDIS, Bologna 2009.*
- G. Zuccaro, F. Cacace, M. Rauci “Caratteristiche tipologiche degli edifici in muratura e meccanismi di collasso.” 2009, *Atti XIII Convegno ANIDIS, Bologna 2009.*
- G. Zuccaro, F. Cacace - “Modello per la simulazione di scenari sismici per la Regione Campania”, 2009, *Atti XIII Convegno ANIDIS, Bologna 2009.*
- Coburn A.W. Pomonis A., Spence R.J.S. - “Factors determining Human Casualty levels in Earthquakes: Mortality prediction in Building collapse” *X World Conf. on Earthquake Engineering, Madrid 1992.*

- Zuccaro G., Cacace F. - "Valutazione speditiva della vulnerabilità per gli edifici strategici della Regione Campania" - *Ingegneria Sismica*. n° 2/2006
- Zuccaro G., Cacace F. - "Le nuove mappe di rischio sismico a scala nazionale" - XII Convegno ANIDIS - Pisa 2007
- Cherubini, A. Petrazzuoli, S. Zuccaro, G. 2002. *Vulnerabilità Sismica dell'Area Vesuviana*. Roma: Giannini Ed.
- Convertito, V. Zollo, A. 2009. Assessment of pre- and syn-crisis seismic hazard at Vesuvio and Campi Flegrei volcanoes, Campania region southern Italy . *Bulletin of Volcanology* (submitted)
- DPC 1995. *Pianificazione Nazionale d'Emergenza dell'Area Vesuviana*. Roma: Italian Civil Protection Department.
- DPC 2001. *Aggiunte e varianti alle parti A3, B, C1 e C2 della Pianificazione Nazionale d'Emergenza dell'Area Vesuviana. Proposta di Aggiornamento*. Roma: Italian Civil Protection Department.
- DPC 2005. *Aggiornamento dei piani di emergenza per il rischio vulcanico nell'area Vesuviana e Flegrea -Piani di allontanamento*. Roma: Italian Civil Protection Dept.
- Spence, R, Kelman, I, Brown, A, Toyos, G, Purser, D and Baxter, P, 2007. Residential building and occupant vulnerability to pyroclastic density currents in explosive eruptions, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7, pp219-230
- G. Zuccaro, M. Palmieri, F. Maggio', S. Cicalese, V. Grassi, M. Rauci, "A procedure for seismic risk reduction in Campania Region" - *Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08)* - 8-11 Luglio 2008 - Reggio Calabria e Messina.
- G. Zuccaro, F. Papa, MEDEA - *Manual for Earthquake Damage Evaluation and safety Assessment - versione Inglese, Muratura e Cemento Armato*, Pubblicato nel Gennaio 2007, distribuito nel 2008.
- P.J. Baxter, W.P. Aspinall, A. Neri, G. Zuccaro, R.J.S. Spence, R. Cioni, G. Woo, "Emergency planning and mitigation at Vesuvius: A new evidence-based approach", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 454-473.
- Neri A., W.P. Aspinall, R. Cioni, A. Bertagnini, P.J. Baxter, G. Zuccaro, D. Andronico, S. Barsotti, P.D. Cole, T. Esposti Ongaro, T.K. Hincks, G. Macedonio, P. Papale, M. Rosi, R. Santacroce, G. Woo, "Developing an Event Tree for probabilistic hazard and risk assessment at Vesuvius", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 397-415.
- G. Zuccaro, F. Cacace, R.J.S. Spence, P.J. Baxter, "Impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 (2008) 416-453.