

## Centri storici ed hazard sismico: il caso della città di Napoli

Sabina Porfido<sup>(a)</sup>, Giuliana Alessio<sup>(b)</sup>, Germana Gaudiosi<sup>(b)</sup>,  
Rosa Nappi<sup>(b)</sup>, Efisio Spiga<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per l’Ambiente Marino e Costiero, Calata Porta di Massa 80, Int. Porto, 80133-Napoli, [sabina.porfido@iamc.cnr.it](mailto:sabina.porfido@iamc.cnr.it)

<sup>(b)</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano, Via Diocleziano, 328, 80124 Napoli [giuliana.alessio@ingv.it](mailto:giuliana.alessio@ingv.it); [germana.gaudiosi@ingv.it](mailto:germana.gaudiosi@ingv.it); [rosa.nappi@ingv.it](mailto:rosa.nappi@ingv.it)

<sup>(c)</sup> Ricercatore Indipendente- Avellino [spiga.efisio@gmail.com](mailto:spiga.efisio@gmail.com)

### Introduzione

La città di Napoli è soggetta agli effetti non solo dei terremoti di origine vulcano-tettonica delle aree immediatamente circostanti, quali i Campi Flegrei e Vesuvio, con intensità almeno fino al VI grado della scala MCS, ma è soggetta soprattutto ai terremoti di origine appenninica, i cui effetti possono raggiungere intensità decisamente più elevate, fino all’VIII grado MCS, tale da essere inclusa nella seconda categoria sismica, ovvero la categoria caratterizzata da “media sismicità” .

In questo lavoro si riportano, attraverso un breve *excursus*, i dati salienti relativi ai più forti terremoti storici che hanno colpito Napoli e dei relativi danneggiamenti subiti a partire dall’evento sismico del 1456 fino ai terremoti del XX secolo, nell’ottica di una migliore conoscenza della risposta del patrimonio storico-monumentale alle sollecitazioni sismiche provenienti dall’Appennino. I dati relativi ai monumenti, raccolti fino ad ora, sono stati catalogati ad *hoc* per la realizzazione di un *GIS (Geographic Information System) Database*, come supporto all’analisi dell’impatto dei forti terremoti del passato sulla città di Napoli.

### Simicità storica di Napoli

Nell’ultimo millennio la città di Napoli è stata colpita da più di cento eventi sismici con intensità  $I \geq III$  MCS; di questi una decina ha decisamente superato la soglia del danneggiamento, con intensità talvolta anche maggiori del VII grado MCS (Porfido et al., 2017a), Fig. 1 (Locati et al., 2016), Fig. 2. Nel XX secolo, Napoli è stata colpita da tre forti terremoti, con epicentri nell’Appennino Meridionale, ubicati tra l’Irpinia e la Basilicata, rispettivamente nel 1930, 1962 e 1980.

Conseguenze ben più devastanti, sul patrimonio storico napoletano, si verificarono con livelli di danneggiamento pari all’VIII grado MCS, a seguito dei terremoti avvenuti nel 1805, nel 1688 e nel 1456, con epicentri localizzati rispettivamente nel Molise, nel Sannio, e nella zona appenninica compresa tra l’aquilano ed il beneventano.

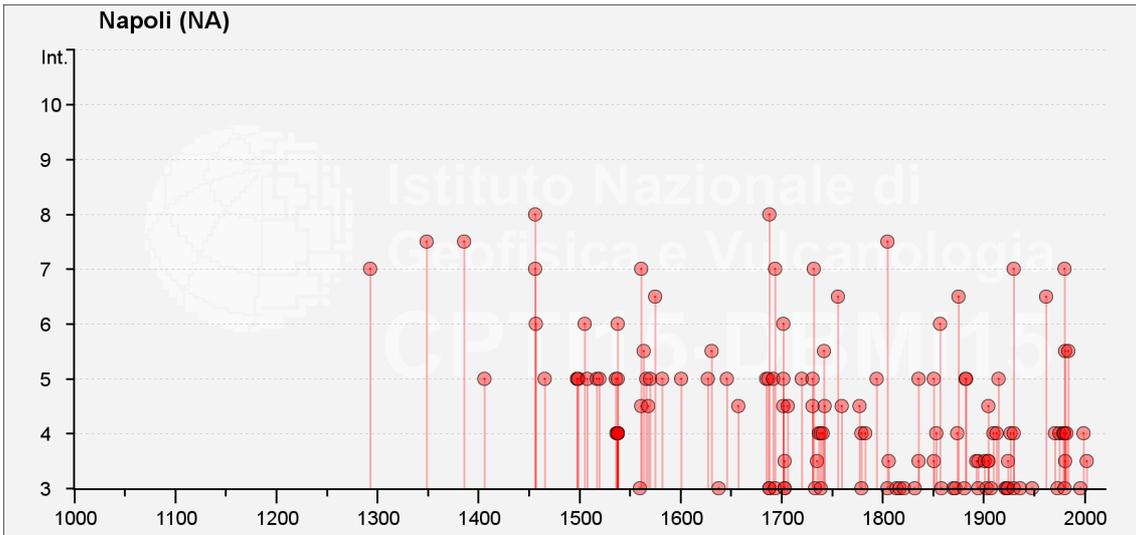


Figura 1 – Storia sismica di Napoli a partire dall'anno 1000 ad oggi, sulle ordinate i valori di intensità espressi nella scala MCS (INGV- DBMI15)

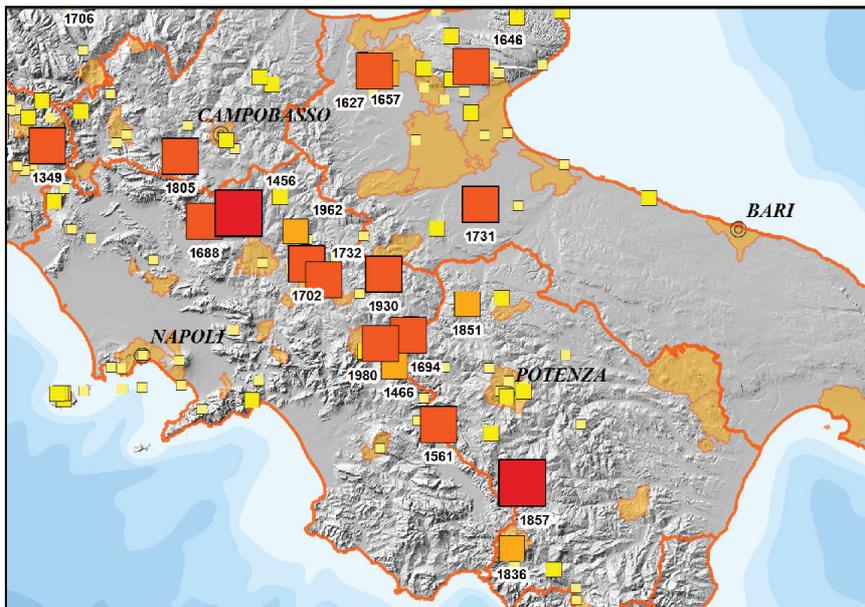


Figura 2- Distribuzione dei più forti terremoti storici lungo la catena dell'Appennino centro-meridionale

Il terremoto del 5 dicembre 1456 è considerato uno tra gli eventi più catastrofici avvenuto in Italia in epoca storica, caratterizzato da una intensità epicentrale dell'XI grado MCS e  $M_w=7.2$  (Figliuolo, 1985-89). Un evento complesso, con ben cinque distinte aree epicentrali ubicate lungo l'asse della catena appenninica, in una fascia che comprende parte dell'Abruzzo fino alla Campania. Delle cinque aree epicentrali, la più vicina a Napoli ricade nel beneventano, quindi in grado di provocare elevati livelli di danneggiamento. Il terremoto colpì con intensità  $I \geq IX$  MCS e con effetti distruttivi oltre 90 località in un'area vastissima dell'Italia centro-meridionale, causando la morte di almeno 60.000 persone. A Napoli si contarono 100 morti.

I danni furono molto diffusi e piuttosto gravi, valutabili con l’VIII grado MCS. Le fonti storiche riportano notizie relative soprattutto del danneggiamento degli edifici ecclesiastici e delle fortezze e/o castelli ubicati per lo più nell’attuale centro storico (Fig. 3).

Edificio monumentale	Tipo di monumento	Epoca di costruzione	Livello di danno
Castel S. Elmo	fortezza castello	XIII	Crolli, lesioni
Castel Capuano	fortezza castello	XII	Lesioni, inabitabile
S. Agostino (alla Zecca)	chiesa	XIII	Crollo di due navate
S. Pietro Martire	chiesa	XIII	Danni gravi
S. Giovanni Maggiore	chiesa	IV	Danni gravi
S. Lorenzo Maggiore	chiesa	XIII	Danni gravi
Santa Chiara	chiesa monastero	XIII	Crollo campanile, danni gravi
S. Maria Maggiore alla Pietrasanta	chiesa	VI	Danni gravi
S. Domenico Maggiore	chiesa	XIII-XIV	Danni gravi
S. Severino	chiesa monastero	IX-X	Danni gravi
S. Agrippino	chiesa	XIII	Crollo campanile
Vescovado	cattedrale	XIII	Crollo del tetto
S. Maria del Carmine	chiesa	XII	Danni gravi
Certosa di S. Martino	monastero	XIV	Danni gravi
Convento di M. Oliveto	monastero	XV	Danni gravi

Figura 3 - Napoli: i principali edifici monumentali colpiti dal terremoto del dicembre 1456

Anche il terremoto del 5 giugno 1688 fu devastante in tutta la Campania (Serva, 1985). Ebbe come zona epicentrale il Sannio con una intensità epicentrale  $I_0=XI$  MCS attribuita a Cerreto Sannita e Civitella Licinio,  $M_w=7.06$  e  $I_0=X$  ESI-07 sulla base della nuova scala macrosismica denominata *Environmental Seismic Intensity scale* (Michetti et al., 2007), che valuta l’intensità esclusivamente sulla base degli effetti ambientali. Secondo alcune fonti coeve perirono 10.000 persone. Il sisma fu accompagnato anche da numerosi effetti ambientali quali fratture, frane, fenomeni di liquefazione, variazioni idrologiche (Serva, et al., 2007), che in alcuni casi, unitamente al danneggiamento del patrimonio edilizio, determinarono l’abbandono e la ricostruzione ex-novo di alcuni paesi, come lo stesso Cerreto Sannita.

Nella città di Napoli il livello di danneggiamento fu molto diffuso provocando un numero di morti oscillante tra i 35 ed i 50 individui. Gravi ed estesi danni si verificarono soprattutto alle chiese della città, in particolare a quelle del Gesù Nuovo, di San Paolo dei Padri Teatini, di San Gaudioso, di Santa Maria Maggiore, di San Lorenzo Maggiore, di San Severo Maggiore, di S. Domenico Maggiore, di Santa Teresa degli Scalzi, di San Severino dei Benedettini, dell'Annunziata, della Sanità, di D. Alvina, di San Tomaso d'Aquino, dei Santi Filippo e Giacomo, di S. Chiara ed altre. Si verificarono inoltre crolli di cornicioni di alcuni palazzi privati e danni a Castel S. Elmo, Castel Capuano, Castel Nuovo, alla fortezza del Torrione del Carmine, alla sala della Tesoreria, ed al palazzo Regio. La recente revisione proposta dagli autori del DBMI15 attribuisce a Napoli l'VIII grado MCS.

Poco più tardi, a soli sei anni di distanza, l'8 settembre 1694, un altro evento sismico sconvolse la Campania e la Basilicata con intensità epicentrale pari a X MCS,  $M_w=6.73$  ed  $I_0=X$  ESI-07. Anche in questo caso il numero complessivo dei morti fu notevole, quasi 6000, a Napoli si registrò solo un morto ed un ferito. L'evento causò danni modesti in tutto il tessuto urbano con un crollo a Porta Nolana. Danni diffusi si osservarono all'edilizia ecclesiastica: al Duomo, alla chiesa dei Girolamini, e alle chiese di S. Maria Maggiore, S. Paolo Maggiore dei Teatini, SS. Severino e Sossio. Ancora una volta furono riscontrati danni all'edilizia pubblica: Castel Nuovo, Castel Capuano.

Il XVIII secolo vide la città di Napoli scossa da altri due forti eventi avvenuti il 14 marzo 1702 ed il 29 novembre 1732, entrambi con epicentro tra l'Irpinia ed il Sannio, con livelli di danneggiamento valutabili, rispettivamente, con intensità pari al VI ed al VII grado MCS.

Il XIX secolo fu caratterizzato ancora una volta da un fortissimo terremoto che interessò tutta l'Italia meridionale ed in particolare il Molise e la Campania, terremoto che ancora oggi viene ricordato come il terremoto di Sant'Anna, poiché avvenne il 26 luglio 1805, giorno dedicato alla festività della Santa (Esposito et al., 1987). La zona epicentrale ricade nel Molise, con  $I_0=X$  MCS,  $M_w=6.68$  ed  $I_0=X$  ESI-07. Le vittime, secondo le fonti ufficiali, furono complessivamente 5.573 e i feriti 1.583. A Napoli si verificò un danneggiamento molto diffuso, con crolli e lesioni pari al VII-VIII grado MCS. I danni maggiori furono relativi a parte dell'odierno centro storico. Tra gli altri furono danneggiati il Castel Nuovo, il grand'edificio de' Regj studj, il Real Albergo de' Poveri, il Gesù Vecchio, i Palazzi del Principe di Angri, della Roccella, di Sangro, del Duca della Regina e molti altri sopra il quartiere di Pizzofalcone (Esposito et al., 1992). Gravi danni subirono alcune chiese come la Cattedrale, S. Agostino alla Zecca e San Demetrio. Il terremoto fece registrare inoltre moltissimi effetti ambientali sia nel *near field* sia nel *far field*, con fenomeni di fagliazione superficiale, fratture, frane, variazioni idrologiche; nella baia di Napoli, nella zona costiera di Gaeta e della Penisola Sorrentina si osservarono variazioni del livello del mare valutati come uno tsunami di modesta entità (Porfido et al., 2007; Maramai et al., 2014).

Il secolo scorso ha visto il succedersi, nell'Appennino meridionale, di tre eventi sismici catastrofici con  $I_0 \geq IX$  MCS, ubicati in Irpinia gli eventi del 23 luglio 1930 e del 21 agosto 1962, ed al confine tra l'Irpinia e la Basilicata l'evento sismico del 23 novembre 1980.

Il terremoto del 1930 colpì la Campania, la Puglia e la Basilicata, con  $I_0 = X$  MCS,  $M_w=6.67$  ed  $I_0=X$  ESI-07. Le località maggiormente danneggiate, con valori di  $I=IX-X$  MCS si allinearono soprattutto lungo l'asse della catena comprendendo i paesi di Ariano Irpino, Lacedonia, Villanova del Battista, Scampitella, Trevico ed Aquilonia.

I morti furono 1424, i feriti 4624 e circa 100.000 persone rimasero senza abitazione. A Napoli il terremoto produsse danni diffusi al patrimonio edilizio ed in particolare fece crollare quattro abitazioni nella zona dei Tribunali ed al Ponte di Casanova con la morte di quattro persone, e con intensità pari al VII MCS. Furono osservati anche numerosi effetti nell'ambiente naturale: in particolare alcuni fenomeni franosi coinvolsero la stabilità dei versanti di alcuni paesi, come nel caso di Aquilonia (Avellino) e San Giorgio la Molara (Benevento) (Esposito e Porfido, 2010).

Il 21 agosto 1962 un violento terremoto di  $M_w=6.15$  scosse la Campania, al confine tra il Sannio e l'Irpinia, con  $I_0=IX$  MCS. I paesi più colpiti furono Ariano Irpino, Casalbore, Melito Irpino, Montecalvo Irpino, Apice, Ginestra degli Schiavoni, Molinara, Reino, S. Giorgio la Molara. L'evento fu caratterizzato da alcune scosse premonitrici che indussero la popolazione a restare fuori dalle abitazioni, riducendo di fatto il numero dei morti che fu di diciassette persone. Napoli fece registrare il più alto numero di vittime: cinque, di cui solo una in conseguenza dei crolli. Danni lievi furono osservati diffusamente nel centro storico e nel quartiere Vomero. Il valore di intensità attribuito a Napoli è stato pari al VI-VII grado della scala MCS.

L'ultimo evento che ha provocato seri danni nella città di Napoli è stato certamente il terremoto dell'Irpinia e della Basilicata avvenuto il 23 novembre 1980, il più forte sisma registrato in Italia negli ultimi 100 anni (Fig. 4). Caratterizzato da  $I_0=X$  MCS,  $M_L=6.9$  (Postpischil, 1985) e  $I_0=X$  ESI-07 (Serva et al., 2007), l'evento sismico fu avvertito in tutta Italia. Il numero delle abitazioni completamente distrutte fu di 75.000, quelle gravemente danneggiate 275.000, il sisma causò la perdita di circa 3000 vite e danni a circa 800 paesi.

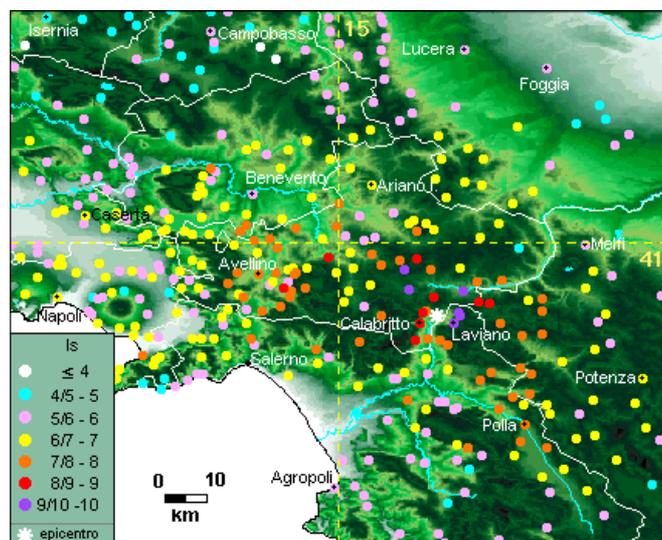


Figura 4 - Distribuzione delle intensità del terremoto del 23 novembre 1980

Castelnuovo di Conza, Conza della Campania, Lioni, Santomenna, San Mango sul Calore, San Michele di Serino e Sant'Angelo dei Lombardi furono quasi completamente distrutti. Anche per questo evento sono stati riconosciuti e censiti un elevato numero di fenomeni sismoindotti: dai fenomeni di fagliazione superficiale, fenomeni di fratturazione, fenomeni franosi e variazioni idrologiche, ai fenomeni di liquefazione (Porfido et al., 2002; Porfido et al., 2007; Serva et al., 2007; Porfido et al., 2017b). A Napoli il terremoto produsse estesi e rilevanti danni raggiungendo intensità pari al VII grado della scala MSK. I quartieri più danneggiati risultarono quelli del centro storico e quelli posti a nord-est della città. A Poggioreale crollò una torre residenziale in via Stadera, provocando la morte di 52 persone ( Fig.5).

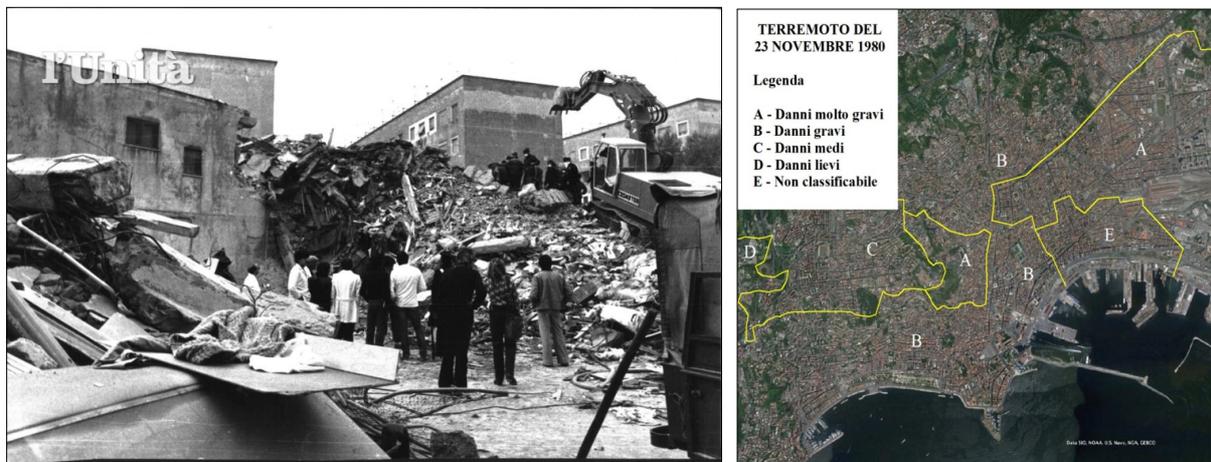


Figura 5 - Napoli: terremoto del 23 novembre 1980, crollo a via Stadera (sinistra) distribuzione del livello del danneggiamento (destra, da Porfido et al., 2017)

### GIS-Database

I dati raccolti dai singoli terremoti relativamente ai danni subiti dalla città di Napoli sono stati archiviati in formato vettoriale per la realizzazione di un *GIS-Database*. Il lavoro ha previsto diverse fasi: a) il recupero e la catalogazione dei dati geografici e tematici provenienti dalle diverse fonti; b) l'omogeneizzazione grafica ed informatica dei dati stessi; c) la catalogazione e la costituzione di *database*, con caratteristiche geografiche standard; d) la visualizzazione interattiva del complessivo *database*. E' stata creata una tabella di attributi in cui sono stati inseriti i campi (Fig.6) con i diversi parametri (periodo di costruzione, livello di danneggiamento, fonti storiche originali, ecc.) che caratterizzano ogni monumento. Il software utilizzato è ArcGis (versione 10.2.2) della ESRI e il sistema geografico di riferimento è UTM (rappresentazione conforme Universale Traversa di Mercatore) con datum WGS84.

Questo strumento, attraverso la realizzazione di mappe tematiche, diventa indispensabile per studiare in modo efficace e fruibile, l'impatto e l'estensione degli effetti prodotti dai forti terremoti del passato che possono riproporsi ancora nel futuro.

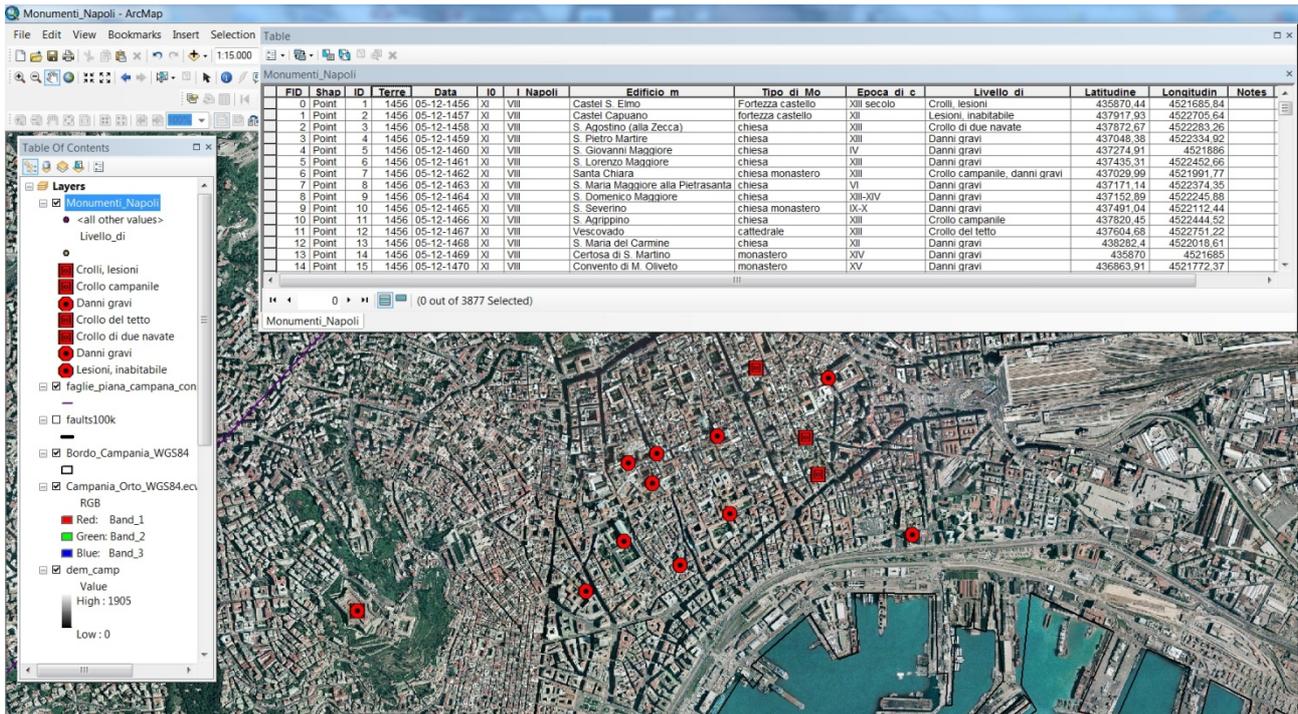


Figura 6 – Mappa dei danni ai monumenti della città di Napoli prodotti dal terremoto del 5 dicembre 1456.

## Conclusioni e proposte

Questa breve rassegna dei terremoti a più elevata energia ( $M \geq 6$ ), con epicentri localizzati nella catena appenninica, ha messo in evidenza che la città di Napoli ha subito livelli di danneggiamento elevati con intensità che hanno raggiunto valori pari all' VIII grado MCS. Gli eventi sismici avvenuti nel 1456, 1688 e 1805 hanno colpito la città soprattutto nell'attuale centro storico, con una impressionante ricorrenza del danneggiamento talvolta sui medesimi edifici monumentali, come ad esempio Castel Nuovo (Maschio Angioino) e la chiesa di S. Paolo Maggiore dei Teatini (Fig.7) o più in generale sul patrimonio architettonico ecclesiastico.



Figura 7 - Napoli: Castel Nuovo (Maschio Angioino, a sinistra) e la chiesa di San Paolo dei Padri Teatini (destra) entrambi danneggiati a seguito di differenti terremoti di origine appenninica (Foto E. Spiga, 2016)

La costruzione di un *database* che raccolga tutte le informazioni utili sul livello di danneggiamento del patrimonio monumentale della città di Napoli, può costituire un utile contributo destinato a tutti, dagli studiosi agli amministratori, per una corretta valutazione dell'*hazard* sismico nell'ottica della "prevenzione" e della salvaguardia del centro storico napoletano dichiarato Patrimonio Mondiale dell'Umanità dall'Unesco nel 1995.

## Bibliografia

- Porfido S., Alessio G., Gaudiosi G., Nappi R., Spiga E. (2017a), Analisi dei risentimenti dei forti terremoti appenninici che hanno colpito Napoli. In: *Grandi Opere* di Art Studio Paparo-ISSN: 2421 034X; ISBN e: 978 88 99130 688
- Porfido Alessio G., Gaudiosi G., Nappi R., Spiga E. (2017b), The resilience of some villages 36 years after the Irpinia-Basilicata (Southern Italy) 1980 earthquake. Proc. 4th WLF2017 M. Mikošet al. (eds.), *Advancing Culture of Living with Landslides*, DOI 10.1007/978-3-319-53483-1\_15
- Locati M., et Al., (2016), DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. INGV. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15
- Maramai A., Brizuela B., Graziani L. (2014), The Euro-Mediterranean tsunami catalogue. *Ann. Geophys* 57(4):S0435. doi:10.4401/ag-6437
- Esposito E., Porfido S. (2010), Gli effetti cosismici sull'ambiente fisico per la valutazione della vulnerabilità del territorio. In : *Dalle Fonti all'Evento. Percorsi strumenti e metodi per l'analisi del terremoto del 23 luglio 1930 nell'area del Vulture*. F.T. Gizzi e N. Masini, 129-142, ESI, Napoli
- Michetti AM., Esposito E., Guerrieri L., Porfido S., et Al. (2007), Intensity Scale ESI 2007. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*. 74. APAT, Rome
- Porfido S., Esposito E., Guerrieri L., Vittori E., Tranfaglia G., Pece, R. (2007), Seismically induced ground effects of the 1805, 1930 and 1980 earthquakes in the Southern Apennines, *Italy, Ital. J. Geosci.* 126, 333-346.
- Serva L., Esposito E., Guerrieri L., Porfido S., Vittori E., Comerci V.(2007), Environmental Effects from some historical earthquakes in Southern Apennines (Italy) and macroseismic intensity assessment. Contribution to INQUA EEE scale project. *Quaternary International* 173-174, 30-44.
- Porfido S., Esposito E., Michetti A.M., et al.(2002), The geological evidence for earthquakes induced effects in the Southern Apennines (Italy), *Surv. in Geophysics* 23, 529-562.
- Esposito E., Porfido S., Luongo G., Petrazzuoli S.M.(1992), Damage scenarios induced by the major seismic events from XV to XIX century in Naples city with particular reference to the seismic response. In: *Proceedings of the tenth world Conference on earthquake engineering*. Balkema, Rotterdam, 1075-1080
- Figliuolo B.(1988-89) *Il terremoto del 1456*, Ed. Studi Storici Meridionali, Altavilla Silentina
- Esposito, E., Luongo, G., Marturano, A., and Porfido, S. (1987), Il terremoto di S. Anna del 26 Luglio 1805, *Mem. Soc. Geol. It.* 37, 171-191.
- Postpischl D.(1985), Atlas of Iseoseismal Maps of Italian Earthquakes, Quaderni della Ricerca Scientifica n.114, v 2, CNR
- Serva L. (1985) *The earthquake of June 5, 1688 in Campania*, in "Atlas of Iseoseismal Maps of Italian Earthquakes", CNR-PFG n.114, vol.2A, 44-47.