

# Il percorso di valutazione del rischio sismico: storia, modelli, strumenti, risultati e prospettive

La valutazione del rischio sismico per il National Risk Assessment 2018

Mauro Dolce, Roma 1/12/2025



**PROTEZIONE CIVILE**  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile

# MAPPE DI RISCHIO SISMICO DEL TERRITORIO ITALIANO: UN LUNGO PERCORSO

1996: prime mappe prodotte da un gruppo di lavoro GNDT-ING-SSN

2001: aggiornamento delle mappe da parte del SSN  
[Lucantoni et al. 2001]

2008: nuovo aggiornamento delle mappe sulla base dei dati ISTAT 2001 [Bramerini and Di Pasquale, 2008]

2010: nuove mappe sulla base dei dati ISTAT 2001  
(3 modelli: ReLUIS, EUCENTRE e DPC)

2018: nuove mappe di rischio sismico - NRA 2018  
[Dolce and Prota Eds. BEE v.19 n.8, 2021]



Distribuzione  
fondi art. 11

National Risk  
Assessment 2018

## Decreto Legislativo n. 1 del 2 gennaio 2018

Secondo il **Codice della Protezione Civile (art. 19)**, la Comunità Scientifica:

“partecipa al Servizio nazionale mediante l'integrazione nelle attività di protezione civile [...] di conoscenze e prodotti derivanti da attività di ricerca e innovazione, anche già disponibili, che abbiano raggiunto un **livello di maturazione e consenso riconosciuto dalla comunità scientifica secondo le prassi in uso**, anche frutto di iniziative promosse dall'Unione europea e dalle Organizzazioni internazionali anche nel campo della ricerca per la difesa dai disastri naturali”.



I **Centri di Competenza**, a partire dal 2004, sono le strutture scientifiche sempre di più al fianco del sistema di protezione civile.

- La definizione guarda alla tipologia di conoscenze e prodotti che possono fornire (D.Lgs.1/2021,art. 21):

**“gli enti e istituti di ricerca, consorzi e strutture universitarie che sono titolari e rendono disponibili conoscenze e forniscono **prodotti** derivanti da attività di ricerca e innovazione, **che possono essere integrati nelle attività di protezione civile**, possono essere individuati quali Centri di competenza”.**



- È prevista inoltre la possibilità di costituire “reti di Centri di Competenza per lo sviluppo di specifici argomenti su temi integrati e in **prospettiva multirischio**”.

- **ReLUIS** è un acronimo che sta per **Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale**.
- **ReLUIS** è stato fondato nel **2003** come un **Consorzio Interuniversitario**, con sede amministrativa a **Napoli**, presso l'Università Federico II
- **ReLUIS** è **Centro di Competenza del Dipartimento della Protezione Civile dal 2004**
- Oltre che per il Dipartimento della Protezione Civile, **ReLUIS** opera mediante accordi con numerose istituzioni pubbliche **Governative nazionali, Regionali, Provinciali, Comunali** e con istituti pubblici e privati, per conseguire **obiettivi e prodotti concreti** riguardanti la **prevenzione dei rischi e in particolare del rischio sismico**, relativamente agli aspetti di **ingegneria strutturale e geotecnica**.
- Per e con **ReLUIS** operano **Unità di Ricerca distribuite su tutto il territorio italiano**



DPC-ReLUIS (2024-26)	
50+	UNIVERSITÀ E CENTRI DI RICERCA
56	DIPARTIMENTI
283	UNITÀ DI RICERCA
33	COORDINATORI WP
1000	RICERCATORI



## DPC \_ ReLUIS -2005-2008 - 10 linee di ricerca

LINEE	1 - Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici esistenti in muratura	Vulnerabilità delle strutture esistenti
	2 - Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici esistenti in c.a.	
	3 - Valutazione e riduzione della vulnerabilità di ponti esistenti	
	4 - Sviluppo di approcci agli spostamenti per il progetto e la valutazione della vulnerabilità	Criteri di progettazione innovativi
	5 - Sviluppo di approcci innovativi per il progetto di strutture in acciaio e composte acciaio-clt	
	6 - Metodi innovativi per la progettazione di opere di sostegno e valutazione della stabilità dei pendii	
	7 - Tecnologie per l'isolamento ed il controllo delle strutture ed infrastrutture	Nuove tecnologie per la mitigazione del rischio
	8 - Materiali innovativi per la riduzione della vulnerabilità nelle strutture esistenti	
	9 - Monitoraggio e early warning di strutture e infrastrutture strategiche	Gestione emergenze
	10 - Definizione e sviluppo di archivi di dati per la valutazione del rischio e di scenari post-evento	

## DPC - ReLUIS 2019-2024 - 18 WP

### WP 1 – Coordinamento scientifico ed amministrativo

WP 2 - Inventario tipologie strutturali ed edilizie esistenti (CARTIS)
WP 3 - Affidabilità sismica delle strutture
WP 4 - MAppe di Rischio e Scenari di danno sismico (MARS-2)
WP 5 - Interventi di rapida esecuzione a basso impatto ed integrati
WP 6 - Monitoraggio e dati satellitari
WP 7 - Analisi Dati Post Sisma
WP 8 - Divulgazione (DIV)
WP 9 - Archiviazione Armonizzata dei risultati sperimentali delle ricerche ReLUIS
WP 10 - Contributi normativi - Costruzioni in Muratura
WP 11 - Contributi normativi -Costruzioni Esistenti in c.a.
WP 12 - Contributi normativi - Costruzioni civili e industriali di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo
WP 13 - Contributi normativi - Strutture in Legno
WP 14 - Contributi normativi - Materiali Strutturali Innovativi per la Sostenibilità delle Costruzioni
WP 15 - Contributi normativi - Isolamento e Dissipazione
WP 16 - Contributi normativi - Geotecnica
WP 17 - Contributi normativi - Componenti non strutturali
WP 18 - Contributi normativi - Azione Sismica

Studi su  
Vulnerabilità e  
Rischio

Collaborazione nelle attività  
di predisposizione della  
normativa tecnica di interesse

**All'inizio del 2018 fu posto il problema di aggiornare la valutazione del rischio sismico nel National Risk Assessment da consegnare alla UE entro il 2018**

## PREMESSE E CONTESTO



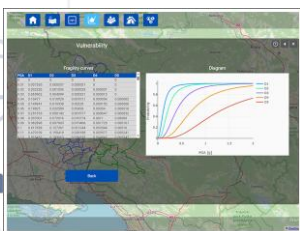
**Esigenza di operare nel rispetto del codice di Protezione Civile (D. Lgs. N.1 del 2.1.2018) – condivisione e consenso – tramite i propri centri di competenza**



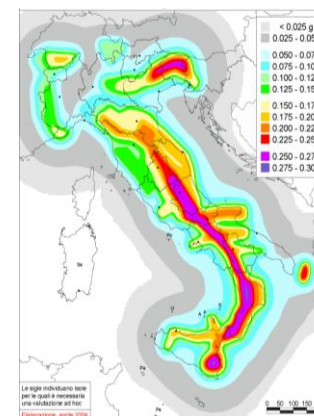
**DPC → Disponibilità di una banca dati del danno osservato Da.D.O.**



**ReLUIs → Capacità di coinvolgere tutti i gruppi di ricerca italiani che si occupano di vulnerabilità sismica nei progetti DPC**



**EUCENTRE → Capacità di effettuare analisi di rischio sismico attraverso la piattaforma del rischio**



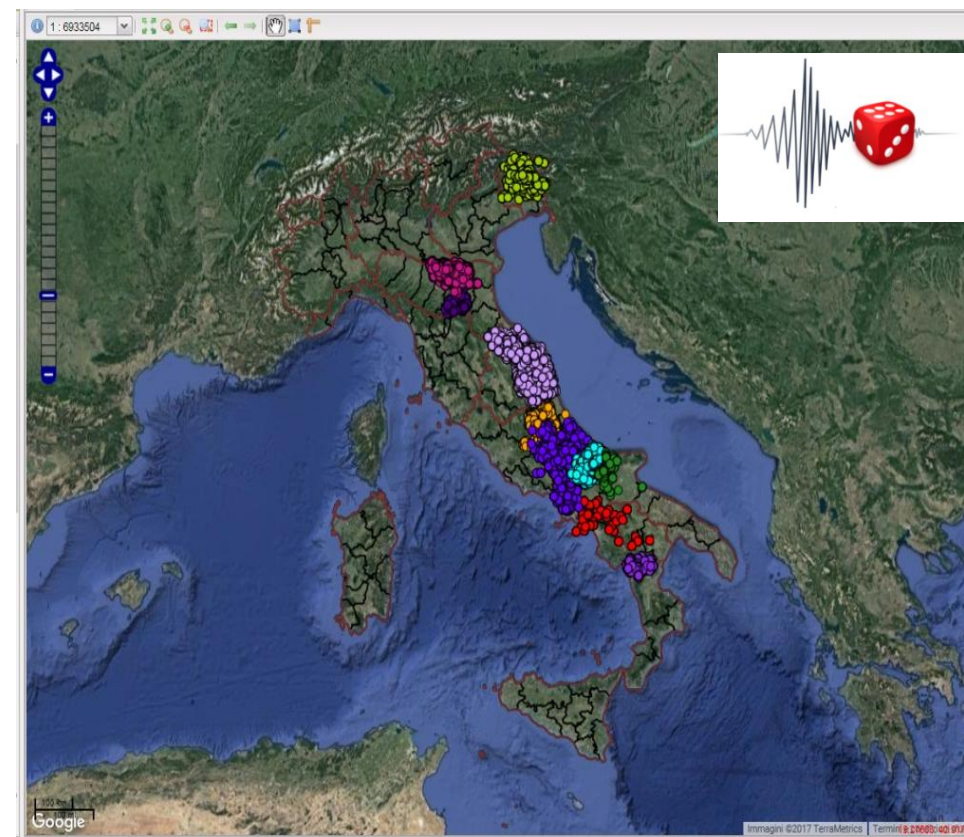
**INGV → Disponibilità di un modello di pericolosità PSHA ufficiale MPS04**

La banca dati Da.D.O. comprende circa 320.000 schede di edifici danneggiati che furono rilevati dopo nove forti terremoti italiani dal Friuli del 1976 al terremoto dell'Emilia del 2012

Evento	Anno	Record	Vers.scheda
Friuli	1976	41.852	Friuli '76
Irpinia	1980	38.079	Irpinia '80
Abruzzo	1984	51.817	Abruzzo '84
Umbria Marche	1997	48.525	AeDES 09/97
Pollino	1998	17.442	AeDES 06/98
Molise Puglia	2002	24.141	AeDES 05/2000
Emilia	2003	1011	AeDES 05/2000
L'aquila	2009	74.049	AeDES 06/2008
Emilia	2012	22.554	AeDES 06/2008
<b>Totale</b>		<b>319.470</b>	

**Complessità d'uso dovuta al metodo di rilevamento:**

Modifiche ed evoluzione nel tempo delle modalità e degli strumenti del rilievo del danno (modifica degli scopi)



[http://egeos.eucentre.it/danno\\_osservato/web/danno\\_osservato](http://egeos.eucentre.it/danno_osservato/web/danno_osservato)

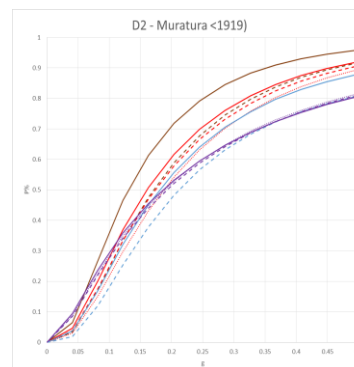


**All'inizio del 2018 fu posto il problema di aggiornare la valutazione del rischio sismico nel National Risk Assessment da consegnare alla UE entro il 2018**

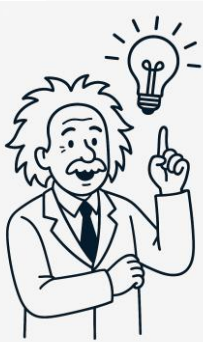
## NECESSITÀ OPERATIVE



**Completare la valutazione in tempi molto stretti**



**Sfruttare e valorizzare la varietà di approcci di vulnerabilità dei diversi gruppi di ricerca ReLuis, omogeneizzandone i risultati, adottando una stessa modalità di valutazione del rischio**



**Unificare tutte le assunzioni non specifiche del singolo approccio di vulnerabilità, per limitare le differenze tra i risultati a quelle del solo approccio scientifico**



**Operare su piattaforma ad hoc realizzata da EUCENTRE per effettuare calibrazioni, confronti, controlli intermedi, con riferimento agli stessi dati di danno osservato, e combinazione dei risultati → IRMA**

## Calcolo del Rischio: Approccio classico basato su PSHA

**Vulnerabilità/esposizione**

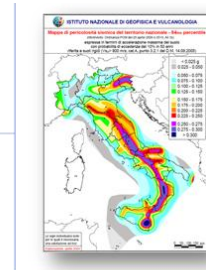
→ Approccio multi-modello



### MAPPE DI RISCHIO:

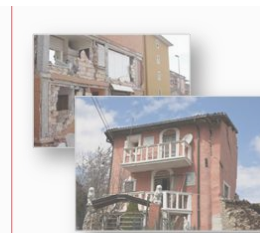
- Livelli di danno convenzionale
- Vittime
- Senzatetto (medio/lungo periodo)
- Costi diretti

PERICOLOSITÀ

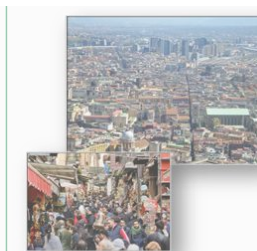


Per tutti i siti

VULNERABILITÀ

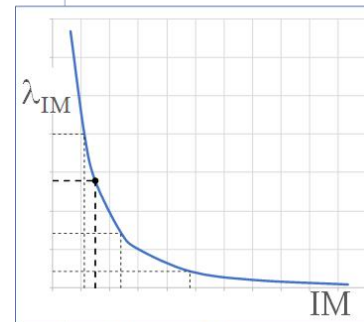


ESPOSIZIONE

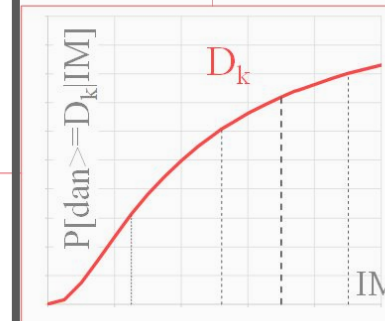


X

X



Curva di pericolosità  
a un sito generico



$D_k$  Curva di fragilità  
per la generica classe



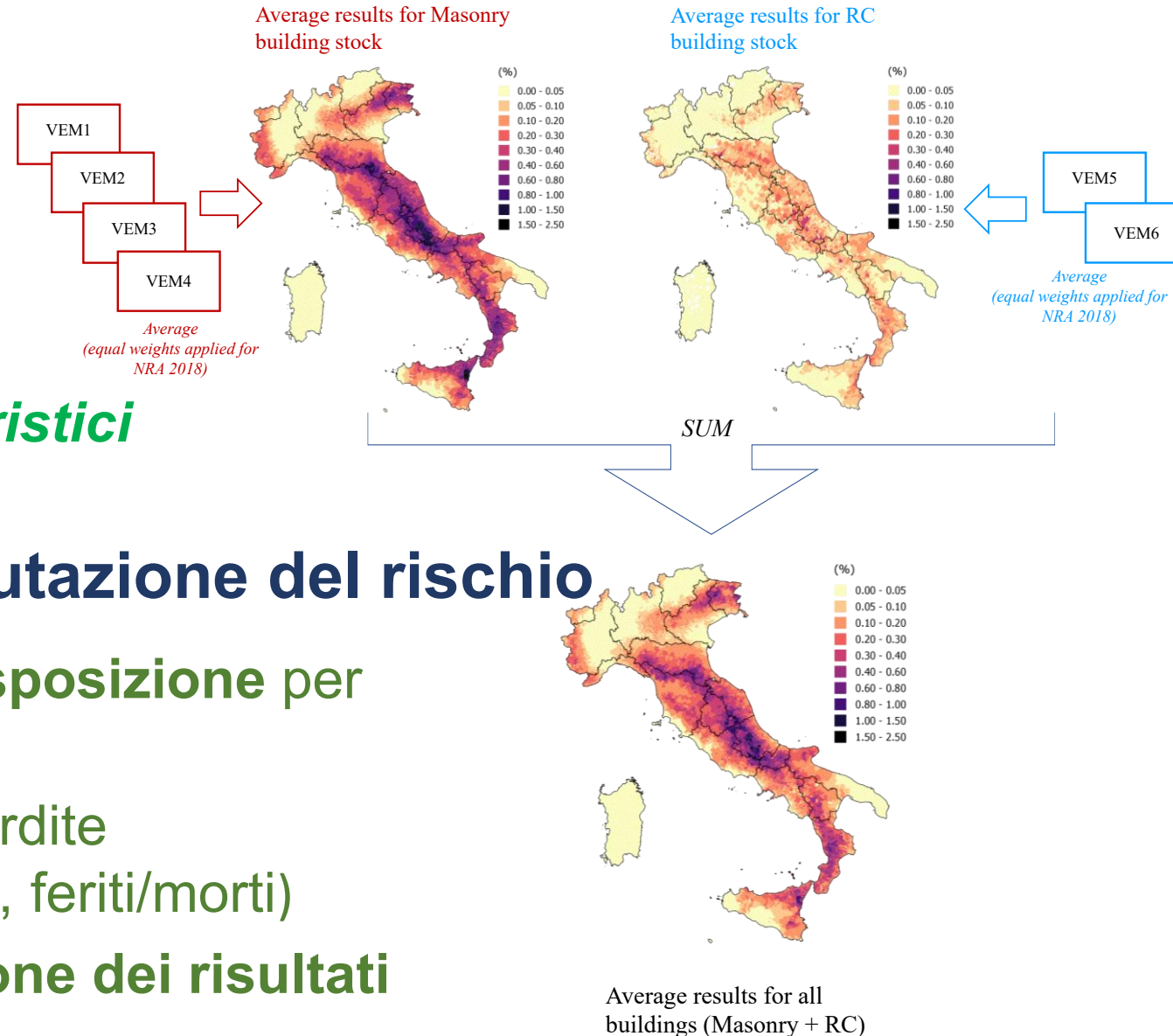
$$\lambda_k = \int_0^{\infty} P(D_k | im) \cdot |d\lambda_{IM}(im)|$$

For all the classes

## Approccio multi-modello

- 6 Modelli di vulnerabilità/esposizione
  - 4 per edifici in **muratura**
  - 2 per edifici in **cemento armato**

*Modelli empirici, analitici e ibridi-euristici*

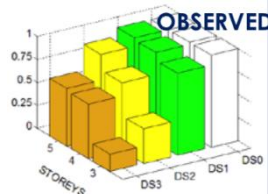


## Metodologia condivisa per la valutazione del rischio

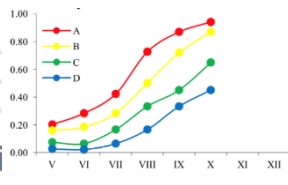
- **Stessa fragilità e descrizione dell'esposizione** per tutti i modelli
- **Stesse funzioni di conseguenza** (Perdite economiche dirette, edifici inutilizzabili, feriti/morti)
- **Rischio finale ottenuto per aggregazione dei risultati**

- Le **6 UR** coinvolte forniscono **contributi diversificati** ciascuna operando secondo un proprio modello: 4 lavorano su edifici in muratura e 2 su edifici in c.a.

Level	Extension	DAMAGE					D0
		D4-D5	D3-D4	D2-D3	D1-D2	D0-D1	
		Very heavy	Heavy	Medium or heavy	Medium	Slight	Null
1	Vertical Structures	1	2	3	4	5	6
2	Horizontal Structures	1	2	3	4	5	6
3	Roofs	1	2	3	4	5	6
4	Roof	1	2	3	4	5	6
5	URM Intill Walls	1	2	3	4	5	6
6	Pre-existing damage	1	2	3	4	5	6



**Approccio empirico**



**ReLUI5**  
**Centro PLINIVS**  
 edifici in muratura

**ReLUI5**  
**UNIGE**  
 edifici in muratura

**ReLUI5**  
**UNIPV**  
 edifici in muratura

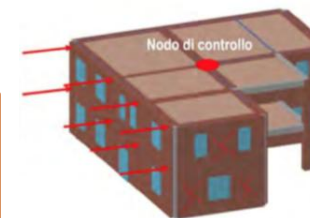
**ReLUI5**  
**UNIPD**  
 edifici in muratura

**ReLUI5**  
**UNIPV-UNINA**  
 edifici in c.a.

**EUCENTRE**  
**Pavia**  
 edifici in c.a.

	I	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
I	Few					
II	Many	Few				
III			Many	Few		
IV				Many	Few	
V					Many	Few
VI						Most
VII						

**Approccio euristico**



**Approccio meccanico**

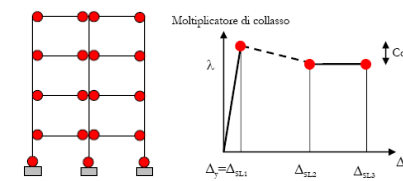


Figura 2.8. Curva pushover per edifici ta



**PERICOLOSITA'**



**VULNERABILITA'**



**ESPOSIZIONE**



**RISCHIO**

MODELLO DI PERICOLOSITÀ ITALIANO UFFICIALE MPS04

TERRENO DI TIPO A UNIFORME SU TUTTO IL TERRITORIO

6 MODELLI DI VULNERABILITA': 4 MURATURA E 2 C.A.

UTILIZZO CLASSI DI VULNERABILITA' EMS 98

DATO ISTAT (2001) SU EDIFICI E POPOLAZIONE

6 MATRICI DI ESPOSIZIONE/VULNERABILITA'

MAPPE DI RISCHIO PER OGNI MODELLO (4 PER MU E 2 PER C.A.)



MAPPE DI RISCHIO FINALI (1 ANNO, 50 ANNI)

Questi risultati sono **coerenti** con:

- la **valutazione** di rischio a livello globale effettuata da **GEM**: costi diretti pari allo **0.067%** del valore di costruzione del patrimonio edilizio, mentre questa valutazione fornisce **0.063%**
- i dati relativi ai **terremoti italiani degli ultimi 60 anni**, che indicano perdite economiche complessive dell'ordine **4000 M€/anno**, di cui circa la **metà** per i costi diretti per il danno alle sole **abitazioni**.

	<i>Costi diretti Miliardi di Euro</i>	<i>Abitazioni inagibili nel breve periodo</i>	<i>Abitazioni inagibili nel lungo periodo</i>
Media	2,13	20938	15635

	<i>Morti</i>	<i>Feriti</i>	<i>Senzatetto</i>
Media	505	1744	78602



**Volume 19, Issue 8**

**June 2021**

**Special issue: Seismic Risk Assessment in Italy**

**Issue Editors:**

**Mauro Dolce, | Andrea Prota**

**Bulletin of Earthquake Engineering è peer review con Impact Factor 4.1**

**3 degli articoli sono segnalati tra i:  
10 Best Downloaded Papers published in 2021**

**1341 citazioni in totale per i 10 articoli  
su Google Scholar (29.11.25)**

**Guest editorial to the special issue—Seismic risk assessment in Italy**

M. Dolce · A. Prota **2995**

**Seismic risk assessment of residential buildings in Italy**

**285 cit.**

M. Dolce · A. Prota · B. Borzi · F. da Porto · S. Lagomarsino · G. Magenes · C. Moroni · A. Penna · M. Polese · E. Speranza · G.M. Verderame · G. Zuccaro **2999**

**IRMA platform for the calculation of damages and risks of Italian residential buildings**

**86 cit.**

B. Borzi · M. Onida · M. Faravelli · D. Polli · M. Pagano · D. Quaroni · A. Cantoni · E. Speranza · C. Moroni **3033**

**Empirical fragility curves for Italian URM buildings**

**170 cit.**

A. Rosti · M. Rota · A. Penna **3057**

**Empirical vulnerability curves for Italian masonry buildings: evolution of vulnerability model from the DPM to curves as a function of acceleration**

**86 cit.**

G. Zuccaro · F.L. Perelli · D. De Gregorio · F. Cacace **3077**

**Mechanics-based fragility curves for Italian residential URM buildings**

**107 cit.**

M. Donà · P. Carpanese · V. Follador · L. Sbrogiò · F. da Porto **3099**

**The heuristic vulnerability model: fragility curves for masonry buildings**

**173 cit.**

S. Lagomarsino · S. Cattari · D. Ottonelli **3129**

**Empirical fragility curves for Italian residential RC buildings**

**166 cit.**

A. Rosti · C. Del Gaudio · M. Rota · P. Ricci · M. Di Ludovico · A. Penna · G.M. Verderame **3165**

**Application of the SP-BELA methodology to RC residential buildings in Italy to produce seismic risk maps for the national risk assessment**

**49 cit.**

B. Borzi · M. Faravelli · A. Di Meo **3185**

**Comparative analysis of the fragility curves for Italian residential masonry and RC buildings**

**105 cit.**

F. da Porto · M. Donà · A. Rosti · M. Rota · S. Lagomarsino · S. Cattari · B. Borzi · M. Onida · D. De Gregorio · F.L. Perelli · C. Del Gaudio · P. Ricci · E. Speranza **3209**

**Towards the updated Italian seismic risk assessment: exposure and vulnerability modelling**

**114 cit.**

A. Masi · S. Lagomarsino · M. Dolce · V. Manfredi · D. Ottonelli **3253**

# GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE

## Il percorso di valutazione del rischio sismico: storia, modelli, strumenti, risultati e prospettive

La valutazione del rischio sismico per il National Risk Assessment 2018

Mauro Dolce, Roma 1/12/2025



**PROTEZIONE CIVILE**  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile