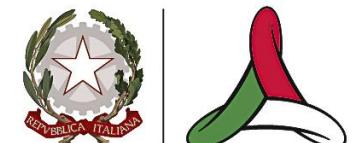


Il percorso di valutazione del rischio sismico: storia, modelli, strumenti, risultati e prospettive

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

www.protezionecivile.gov.it



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”.



CENTRI DI COMPETENZA

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 IN SINTESI

- **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

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

5 - Sviluppo di approcci innovativi per il progetto di strutture in acciaio e composte acciaio-cls

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

8 - Materiali innovativi per la riduzione della vulnerabilità nelle strutture esistenti

9 - Monitoraggio e early warning di strutture e infrastrutture strategiche

10 - Definizione e sviluppo di archivi di dati per la valutazione del rischio e di scenari post-evento

Vulnerabilità delle strutture esistenti

Criteri di progettazione innovativi

Nuove tecnologie per la mitigazione del rischio

Gestione emergenze

WP 1 – Coordinamento scientifico ed amministrativo

WP 2 - Inventario tipologie strutturali ed edilizie esistenti (CARTIS)

WP 3 - Affidabilità sismica delle strutture

WP 4 - MAppa 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

NUOVE MAPPE DI RISCHIO SISMICO - NRA 2018 (DECISION 1313/2013/EU)



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



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

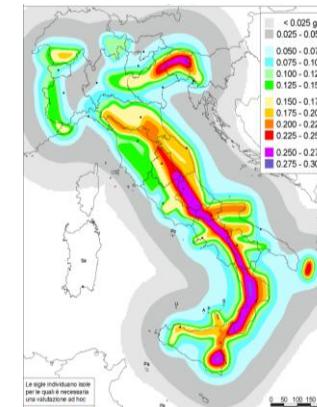


www.protezionecivile.gov.it

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



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



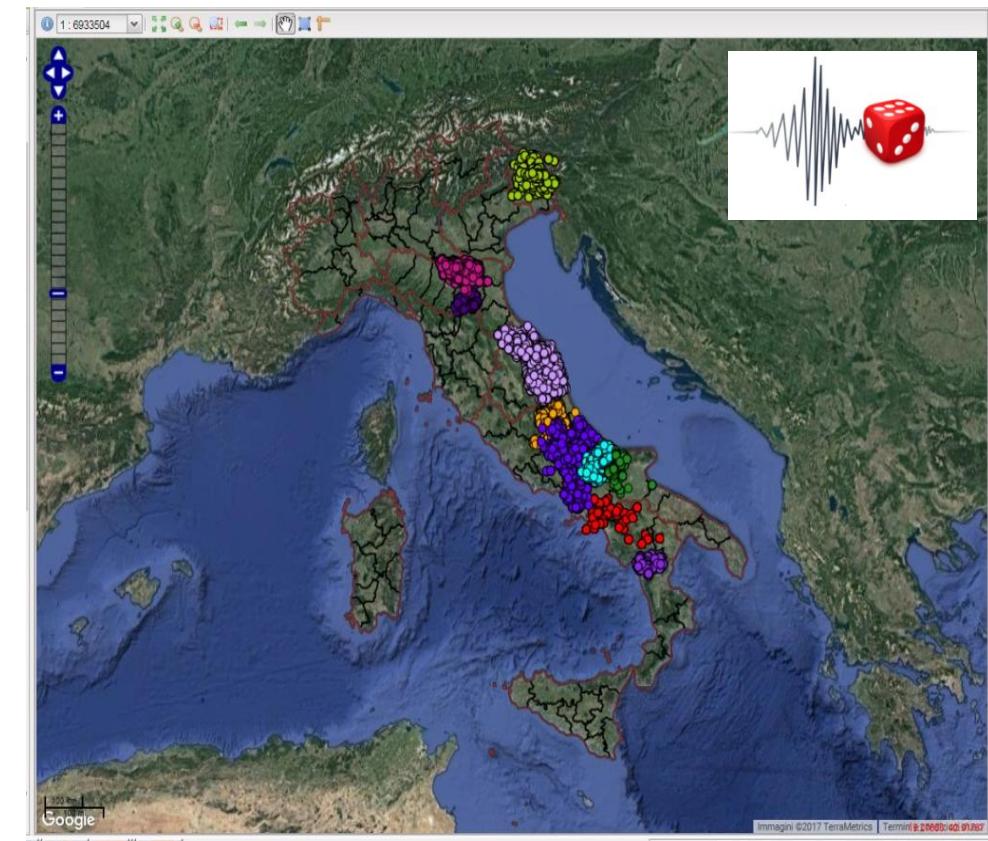
INGV → **Disponibilità** di un modello di pericolosità PSHA ufficiale **MPS04**

DA.D.O. (DATABASE DANNO OSSERVATO)

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
Totale		319.470	

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)

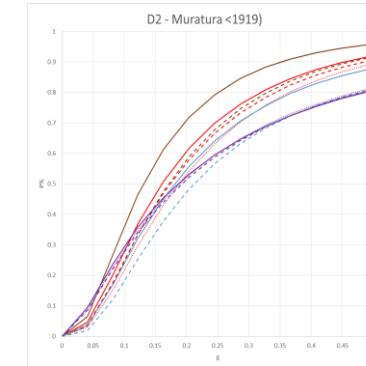


All'inizio del 2018 fu posto il problema di aggiornare la valutazione del rischio sismico nel National Risk Assessment da consegnare alla UE entro il 2018

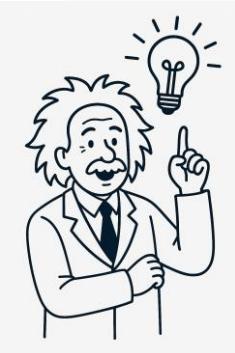
NECESSITÀ OPERATIVE



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 EUCLCENTRE per effettuare calibrazioni, confronti, controlli intermedi, con riferimento agli stessi dati di danno osservato, e combinazione dei risultati → IRMA

NUOVE MAPPE DI RISCHIO SISMICO - NRA 2018 (DECISION 1313/2013/EU)



Calcolo del Rischio: Approccio classico basato su PSHA

Vulnerabilità/esposizione

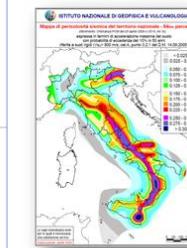
→ Approccio multi-modello



MAPPE DI RISCHIO:

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

PERICOLOSITÀ



Per tutti i siti

VULNERABILITÀ

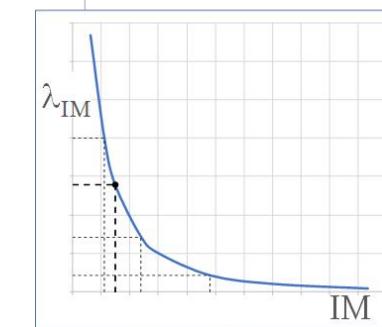


X

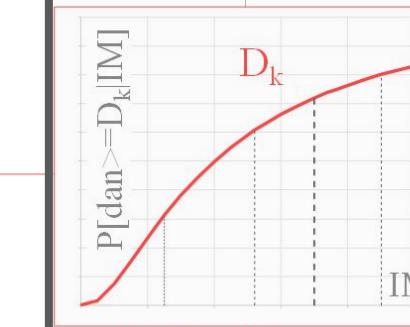
ESPOSIZIONE



X



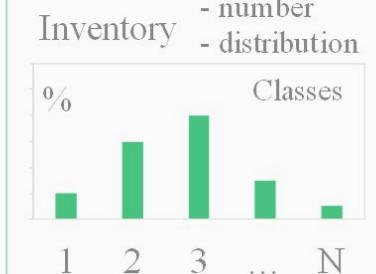
Curva di pericolosità
a un sito generico



D_k Curva di fragilità
per la generica classe

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

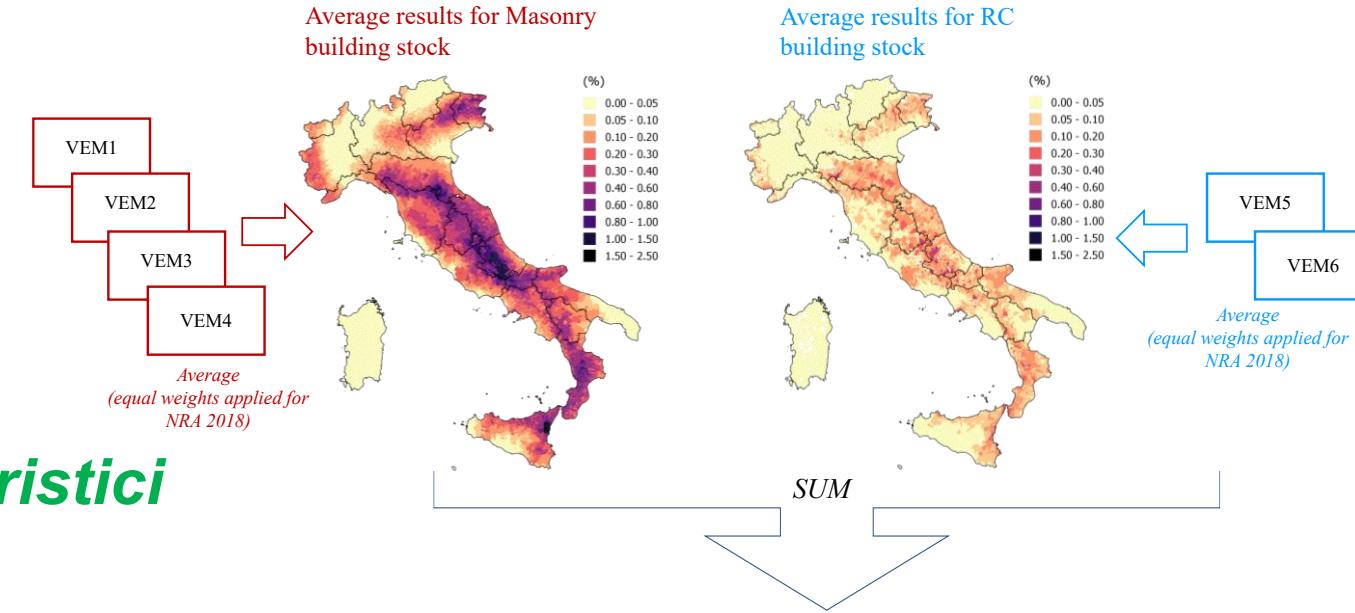
For all the classes



Approccio multi-modello

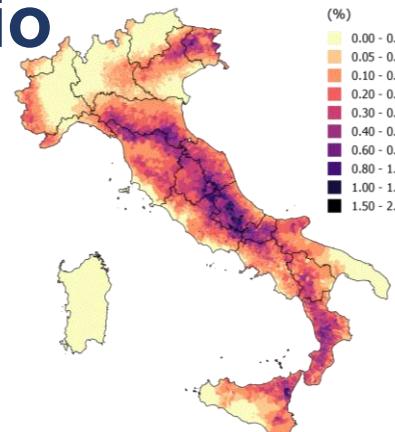
- 6 Modelli di vulnerabilità/esposizione
 - 4 per edifici in **muratura**
 - 2 per edifici in **cemento armato**

Modelli empirici, analitici e ibridi-euristici



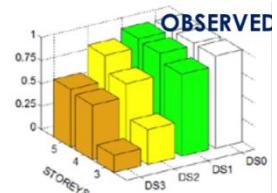
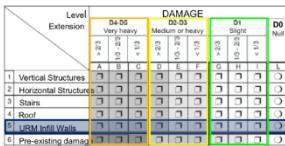
Metodologia condivisa per la valutazione del rischio

- **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**

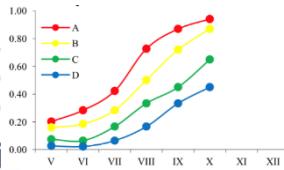


Average results for all buildings (Masonry + RC)

- 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.



Approccio empirico



ReLUIS
Centro PLINIVS
edifici in muratura

ReLUIS
UNIPV
edifici in muratura

ReLUIS
UNIPV-UNINA
edifici in c.a.

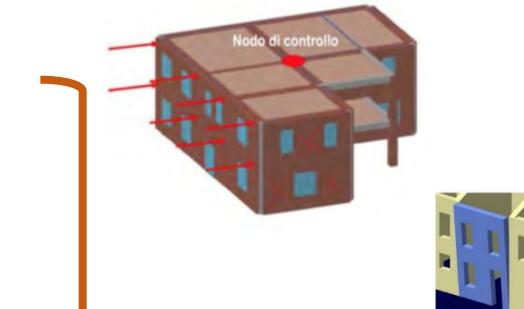
ReLUIS
UNIGE
edifici in muratura

ReLUIS
UNIPD
edifici in muratura

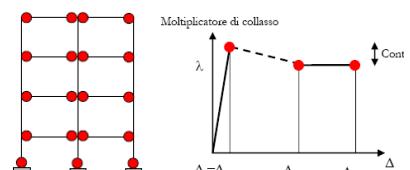
EUCENTRE
Pavia
edifici in c.a.

I	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
I	Few				
II	Many	Few			
III			Many	Few	
IV				Many	Many
V					
VI					
VII					
VIII					
IX					
X					
XI					
XII					

Approccio euristico



Approccio meccanico



NRA 2018 IN SINTESI

www.protezionecivile.gov.it

PERICOLOSITÀ'



VULNERABILITÀ'



ESPOSIZIONE



RISCHIO

MODELLO DI PERICOLOSITÀ ITALIANO UFFICIALE MPS04

TERRENO DI TIPO A UNIFORME SU TUTTO IL TERRITORIO

6 MODELLI DI VULNERABILITÀ: 4 MURATURA E 2 C.A.

UTILIZZO CLASSI DI VULNERABILITÀ EMS 98

DATO ISTAT (2001) SU EDIFICI E POPOLAZIONE

6 MATRICI DI ESPOSIZIONE/VULNERABILITÀ'

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



MAPPE DI RISCHIO FINALI (1 ANNO, 50 ANNI)

RISCONTRI DEI RISULTATI CON ALTRI MODELLI E CON LA REALTÀ

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

PUBBLICAZIONE COMPLETA SU BULLETIN OF EARTHQUAKE ENGINEERING



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. Sbrogio · 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

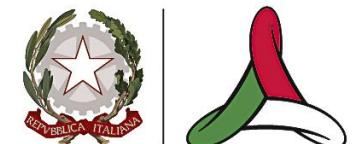


GRAZIE PER LA
VOSTRA ATTENZIONE

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