



# !MAINTENANCE TIME!

*VII Edizione*

**MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO  
NELLE COSTRUZIONI ESISTENTI**

*Luigi Petti*



**ICORP**  
CENTRO ITALIANO DI RICERCA E FORMAZIONE IN INGEGNERIA

**LACE**  
LAVORAZI E COSTRUZIONI ESISTENTI

Salerno, 21 Marzo 2017

IN COLLABORAZIONE



PATROCINIO



CONFINDUSTRIA SALERNO

**ANCE** | ANEE SALERNO



DCIV Dipartimento di Ingegneria Civile



Un **disastro** può essere definito come la situazione di **crisi sociale** causata dall'impatto sul tessuto antropico, generalmente improvviso, di un agente fisico, sia esso **naturale** o **tecnologico**



*Scuola di Giotto, XIV secolo*



## *Terremoto di Reggio e Messina, 1908*



## *Terremoto dell'Abbruzzo, 2016*

# Il rischio sismico

$$\text{Rischio} = f(\text{Pericolosità}, \text{Esposizione}, \text{Vulnerabilità})$$

**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

**Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale**  
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b)  
 espressa in termini di accelerazione massima del suolo  
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
 riferita a suoli rigidi ( $V_{s,0} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Elaborazione: aprile 2004

L'**esposizione** rappresenta i beni, le  
 La **vulnerabilità sismica** è la propensione di  
 persone a **attività sismica** in un territorio  
 una **struttura** a subire un danno di un  
 è rappresentata dalla **frequenza** e

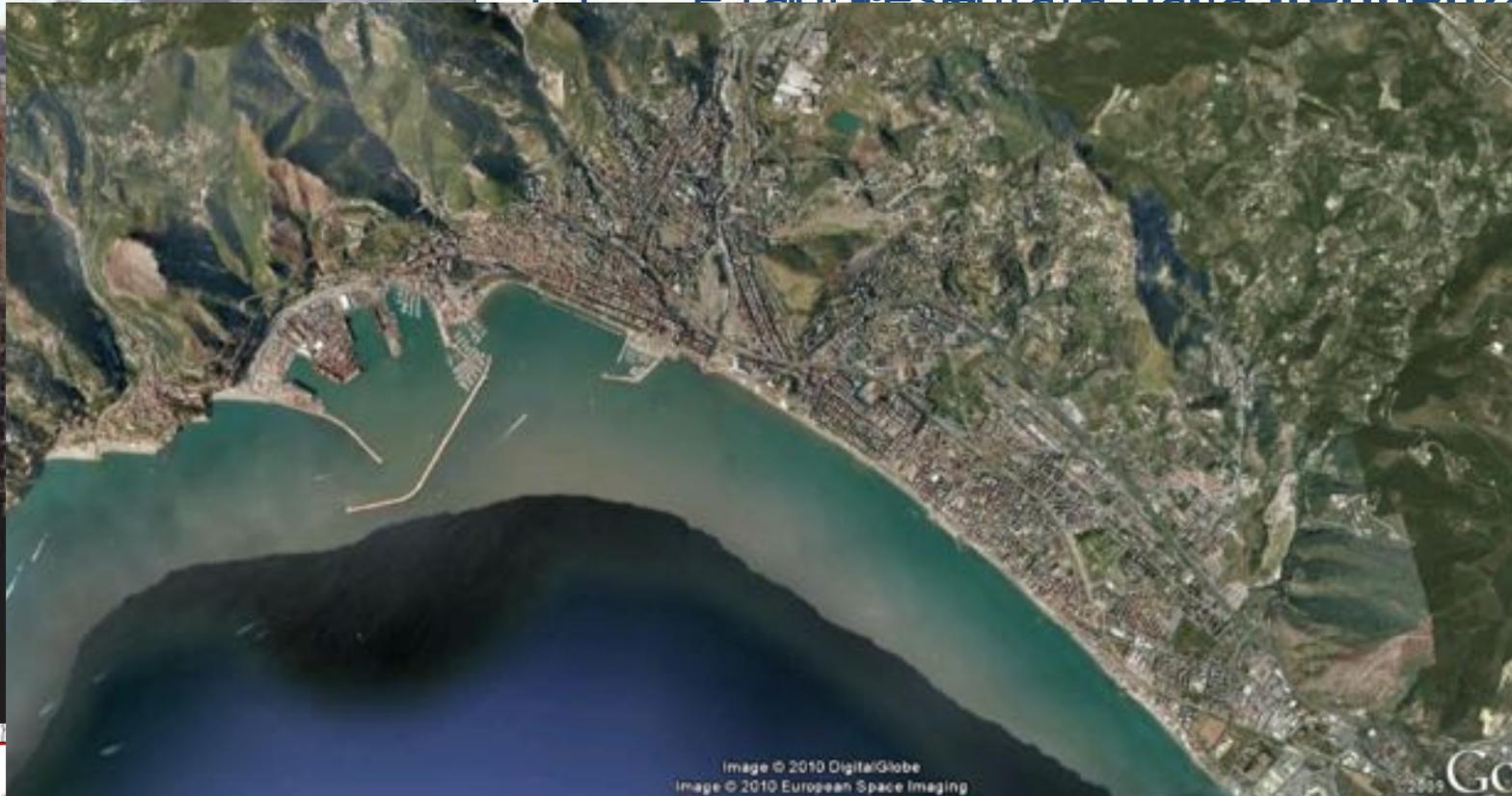
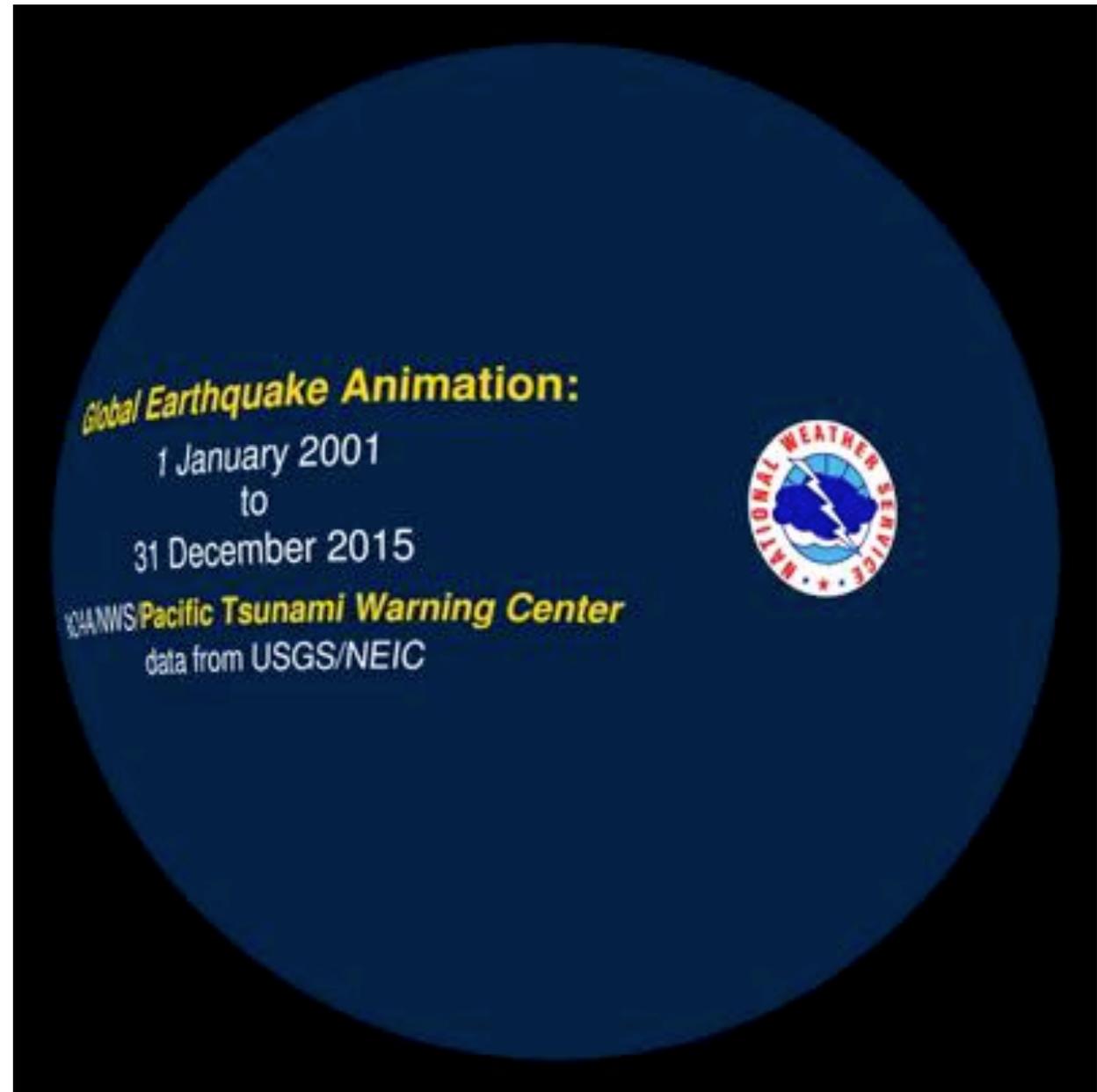


Image © 2010 DigitalGlobe  
 Image © 2010 European Space Imaging

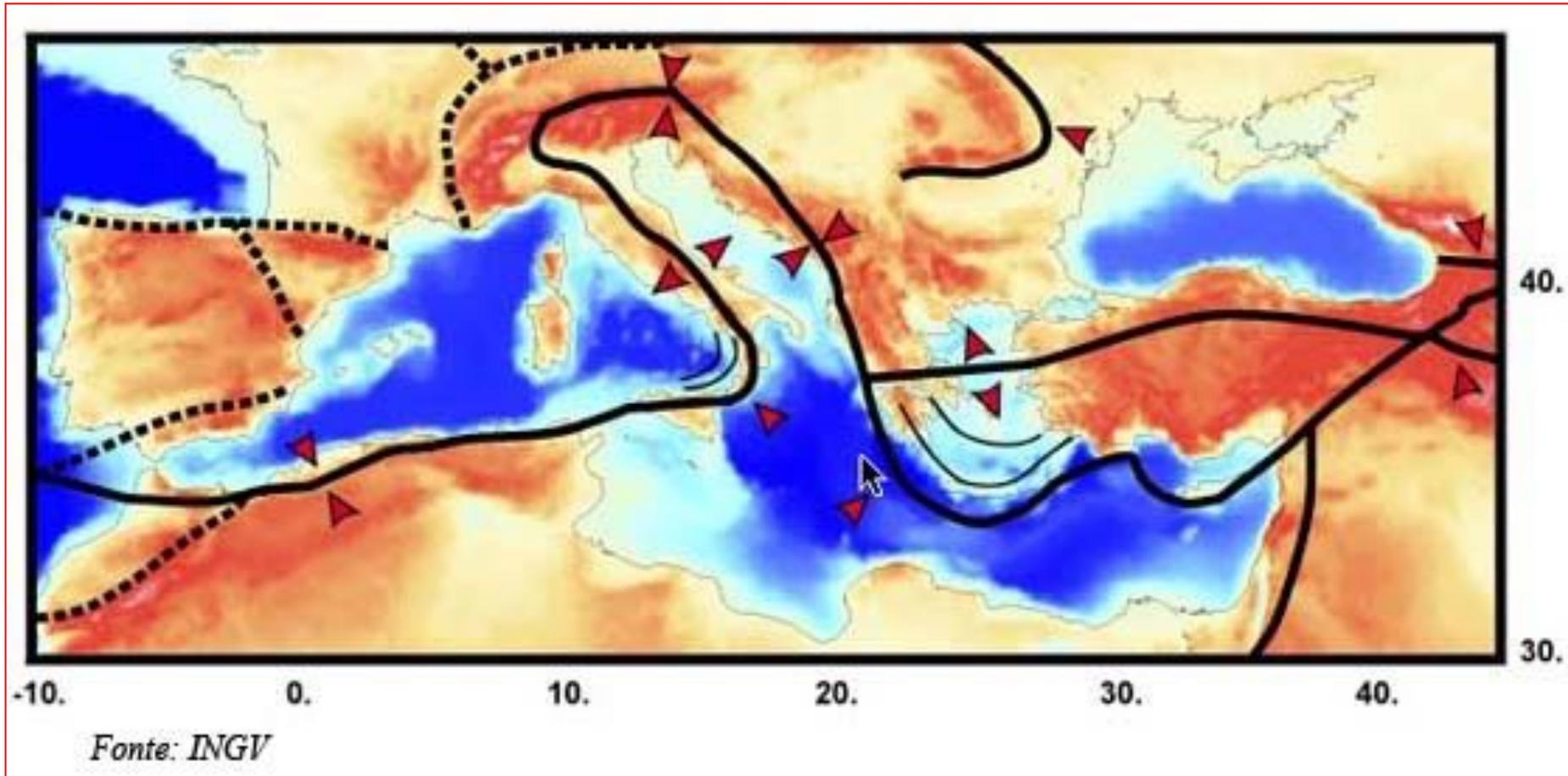


# *La Pericolosità (Sismica)*

## *Il mondo in cui viviamo*



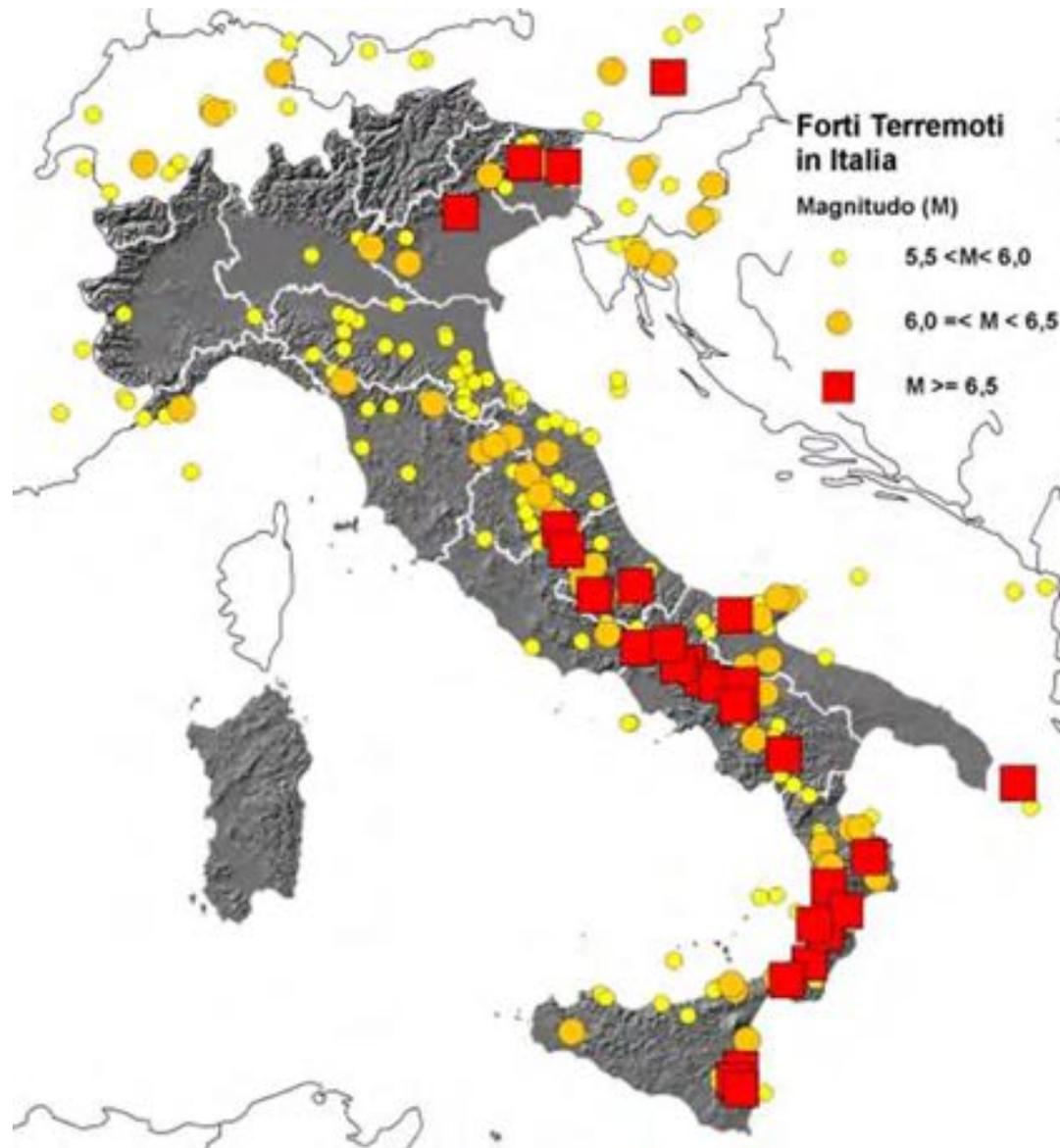
# Pericolosità Sismologica



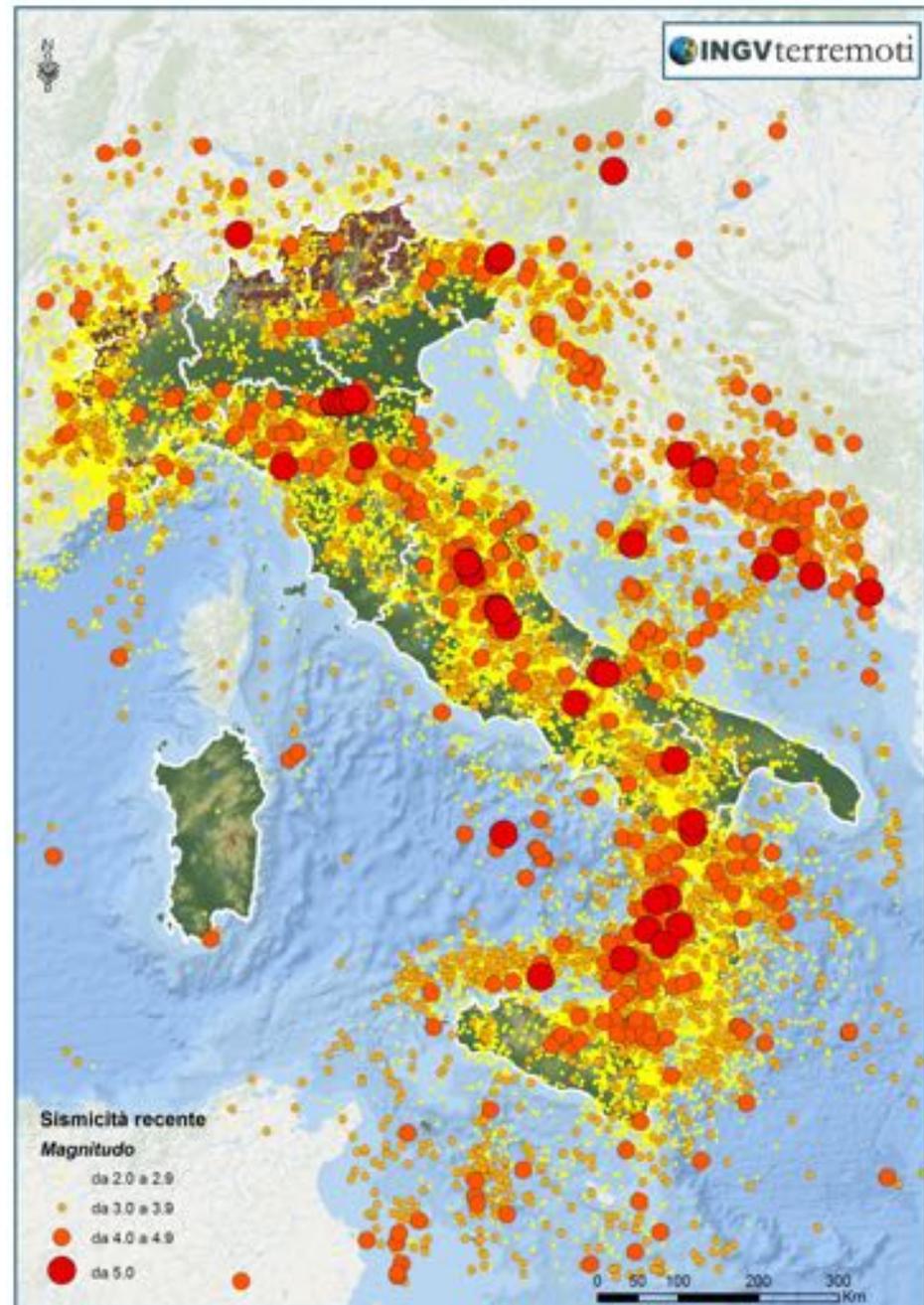
# *Database of Individual Seismogenic Source DISS*



## *I forti terremoti dal 800 al 2004*



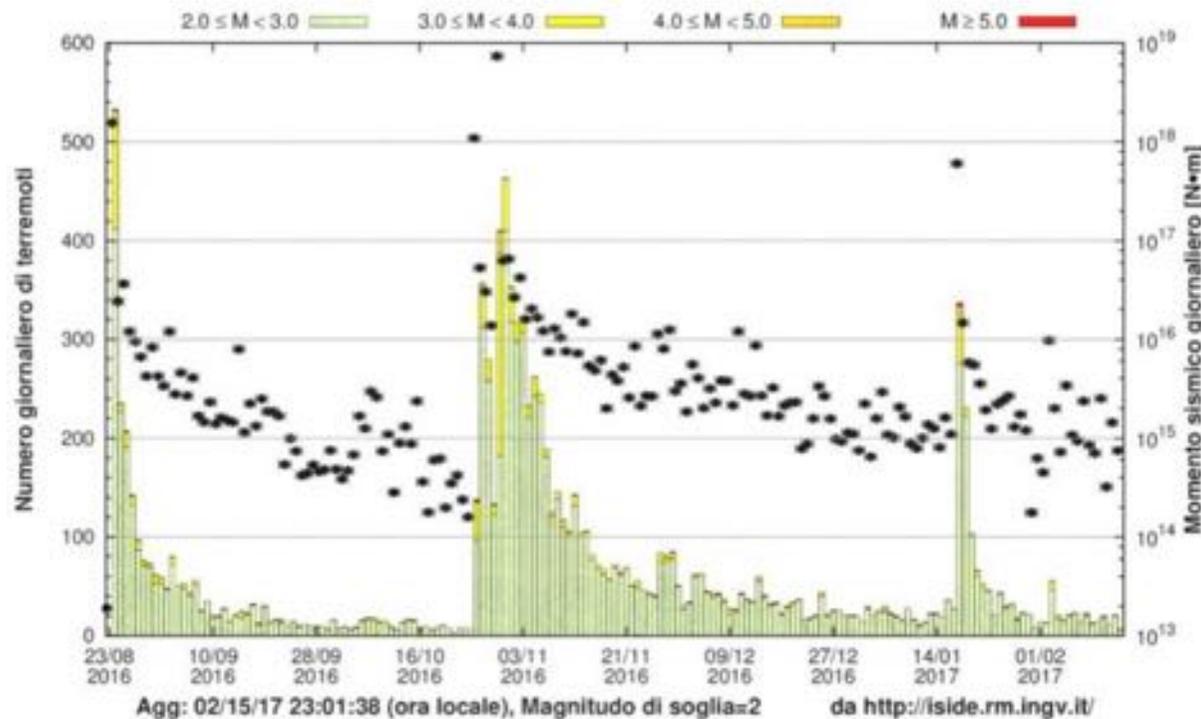
# *I terremoti dal 1985 al 2014*



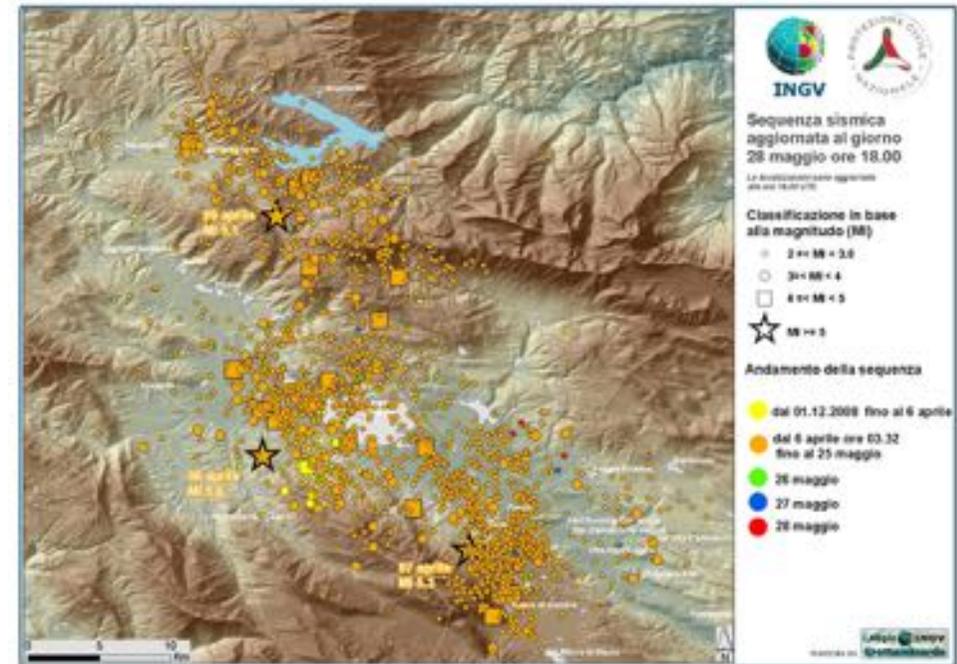
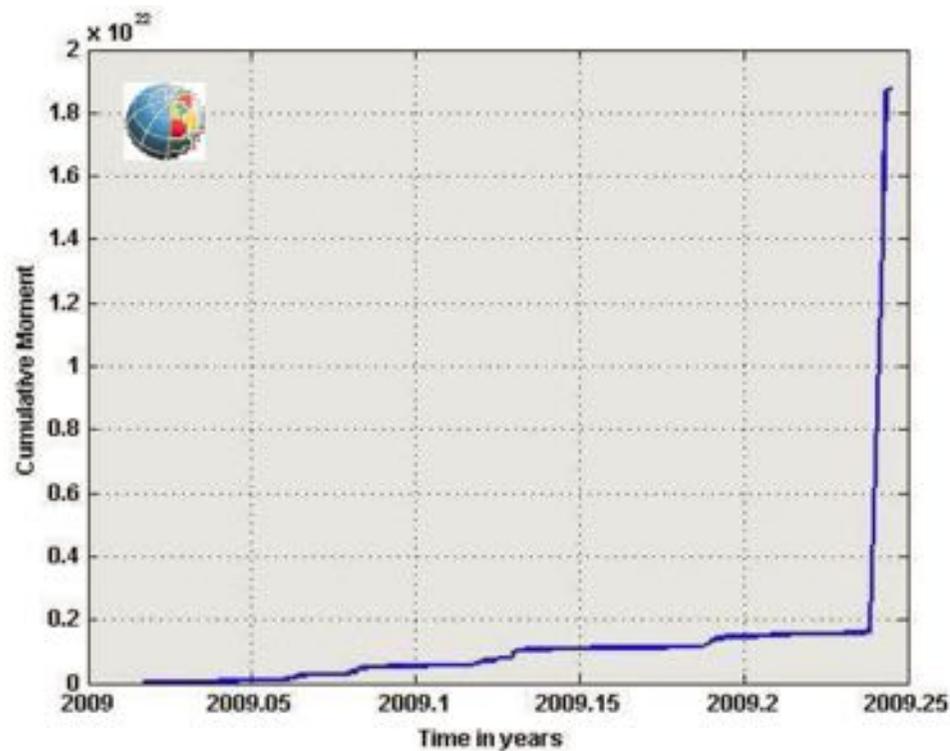
# Le ultime settimane



# Il terremoto dell'Abbruzzo 2016-2017

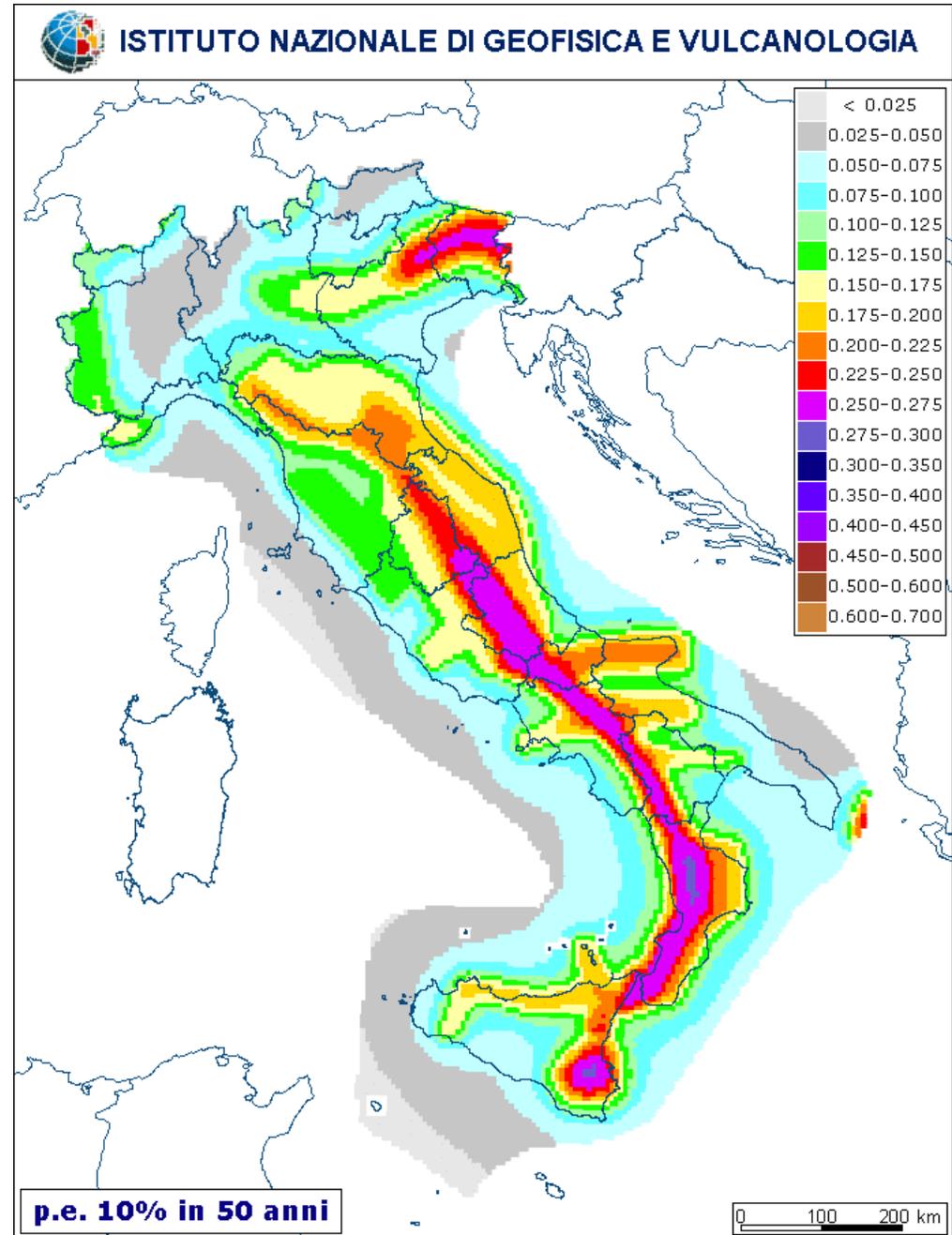


# Il terremoto di L'Aquila '09



*la previsione*

**Pericolosità  
sismica  
di riferimento**



*la previsione*

## *Il Periodo di Ritorno*

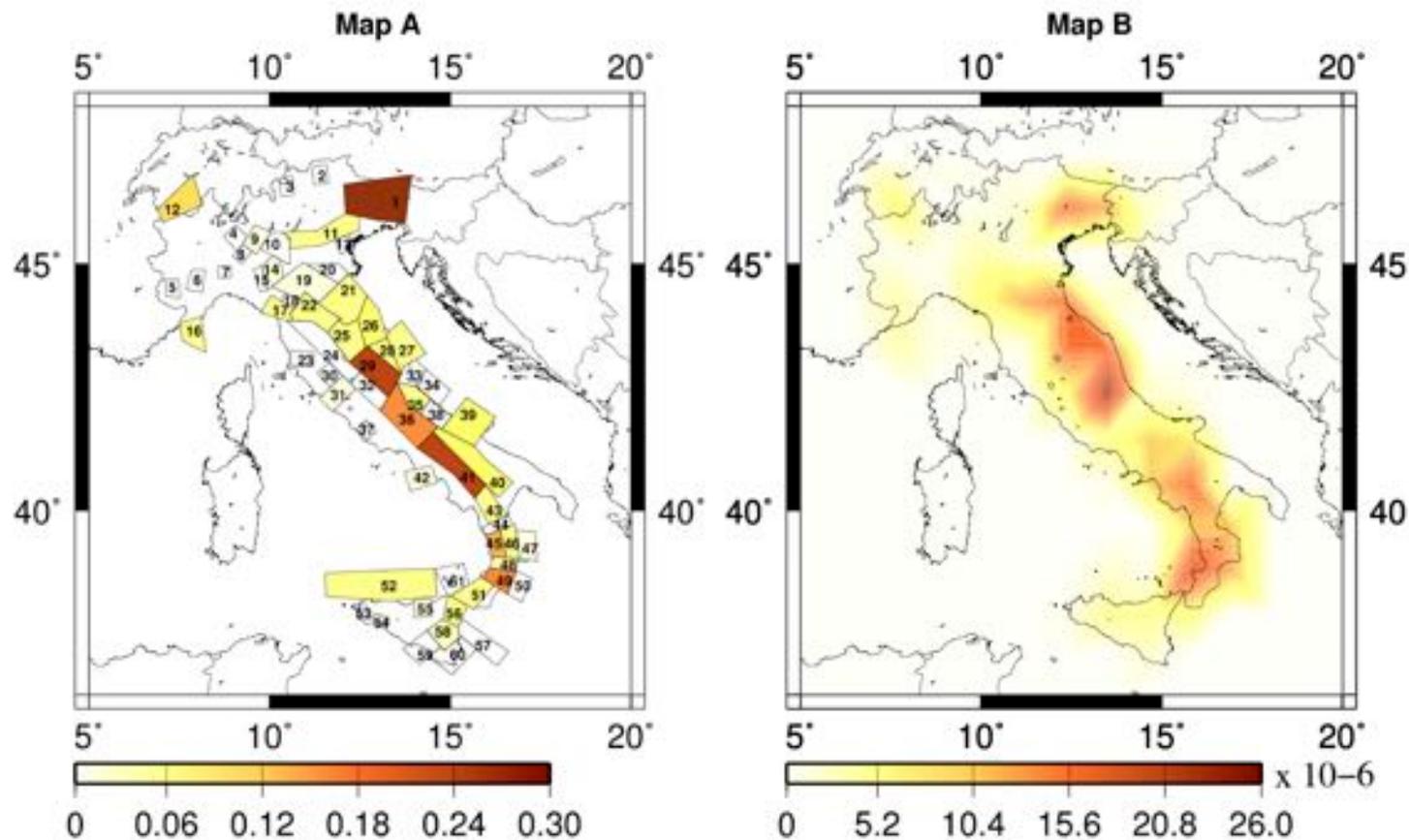
*Il periodo di ritorno di un evento è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità*

**Tabella C.3.2.I.-** Valori di  $T_R$  espressi in funzione di  $V_R$

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$ al variare del periodo di riferimento $V_R$
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^2) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

# la previsione nel tempo

*Probabilità che si abbia un evento con magnitudo uguale o maggiore di 5,5 nel decennio 2009-2019*

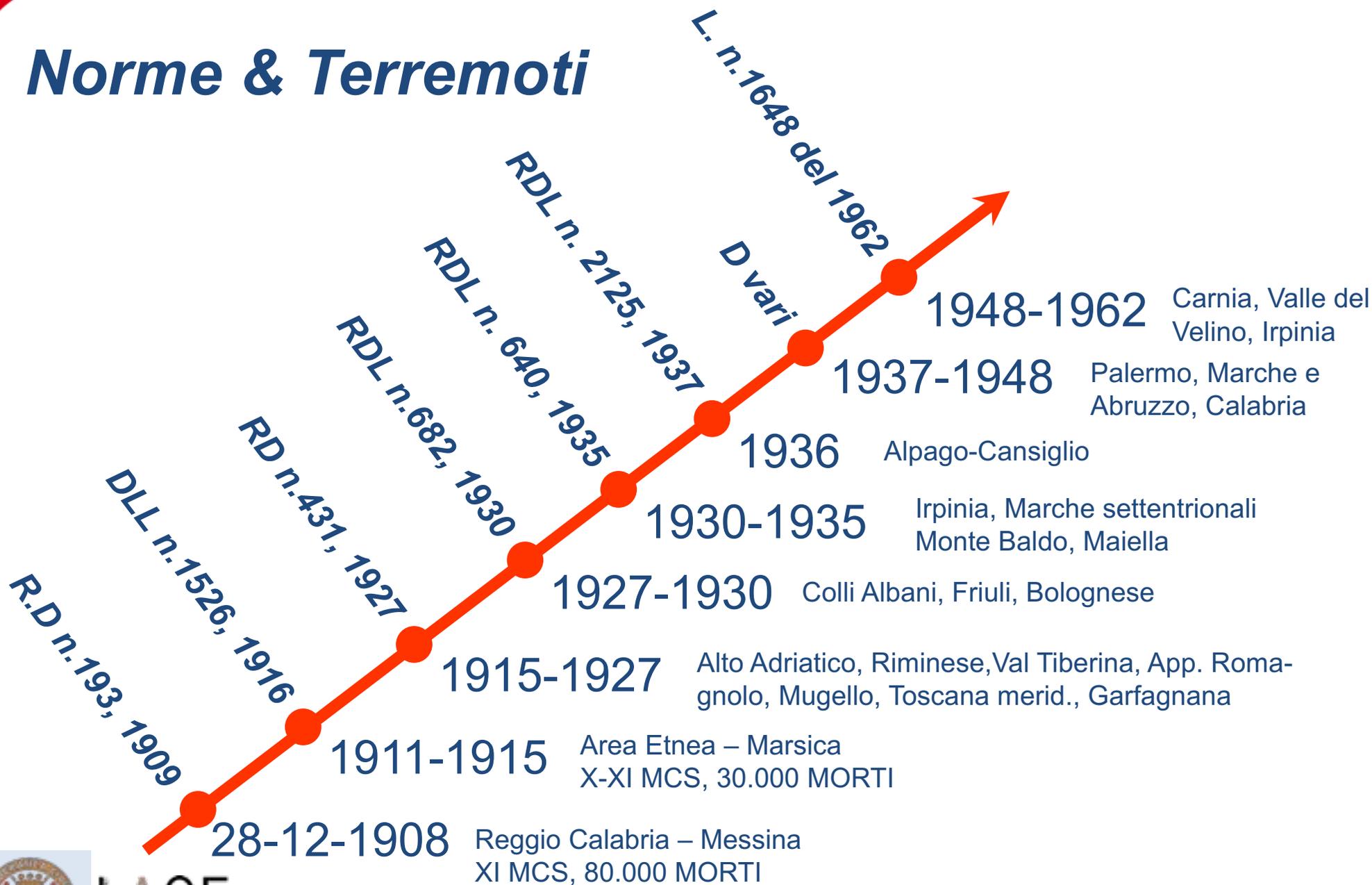


# *La Vulnerabilità*

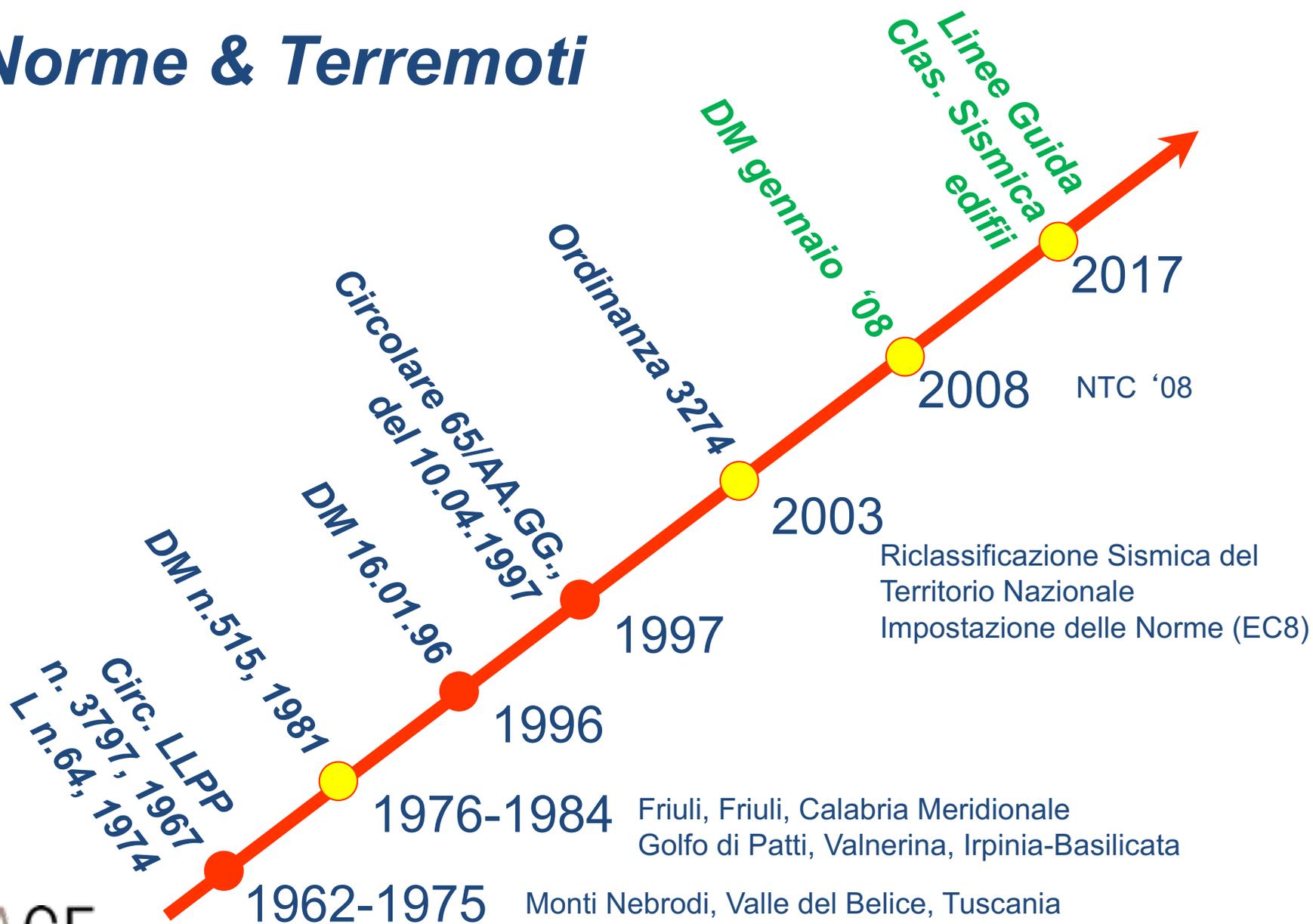
# ***FATTORI CHE DETERMINANO LA VULNERABILITÀ***

- **NORME – CRITERI DI PROGETTO**
- **SCENARI DI CARICO – AZIONI CONSIDERATE**
- **LIVELLO DI MANUTENZIONE**
- **DANNI ACCUMULATI NEL TEMPO**
- **MODIFICHE DELLE CONDIZIONI D'USO – CARICHI**
- **MODIFICHE DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO**
- **...**

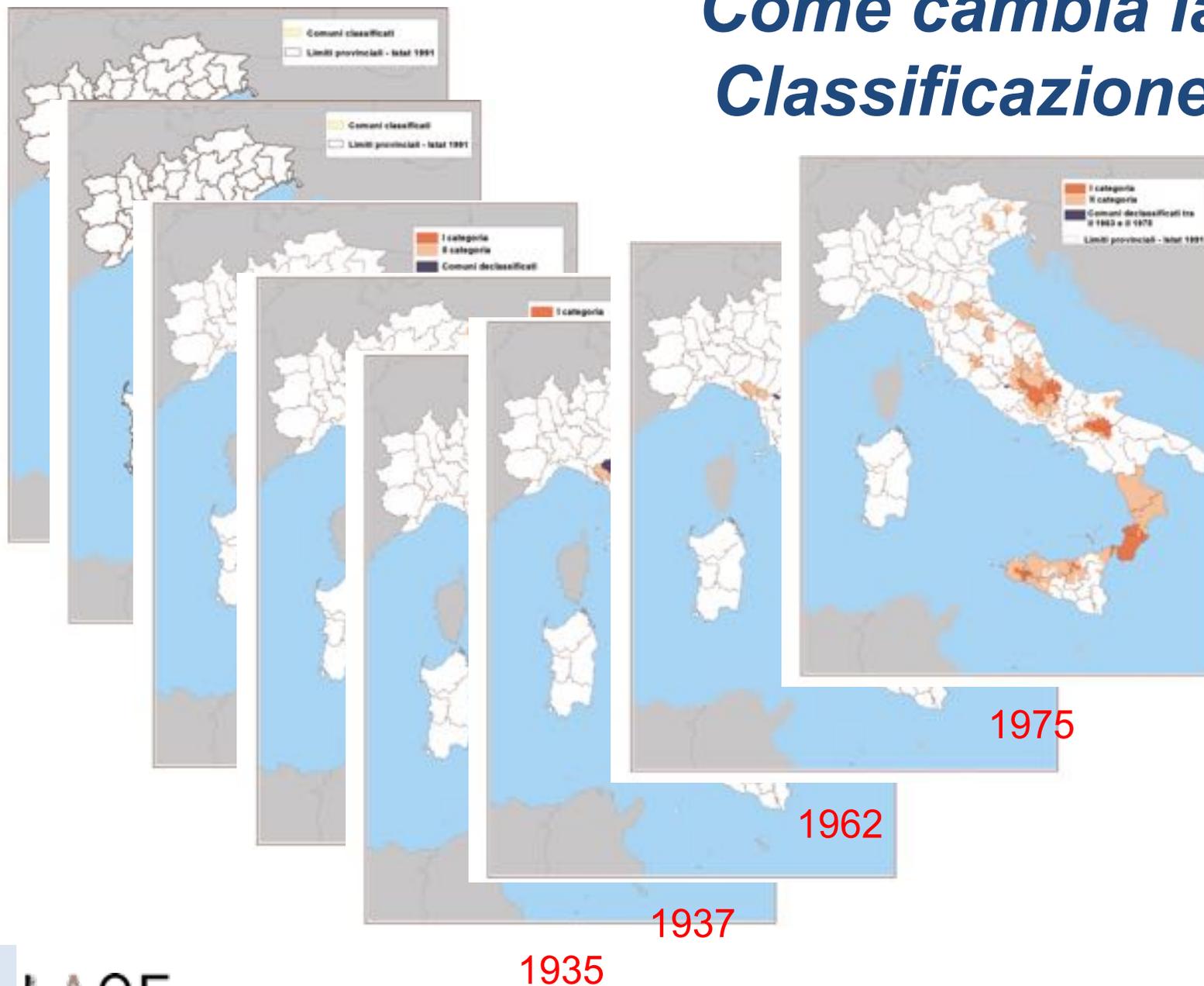
# Norme & Terremoti



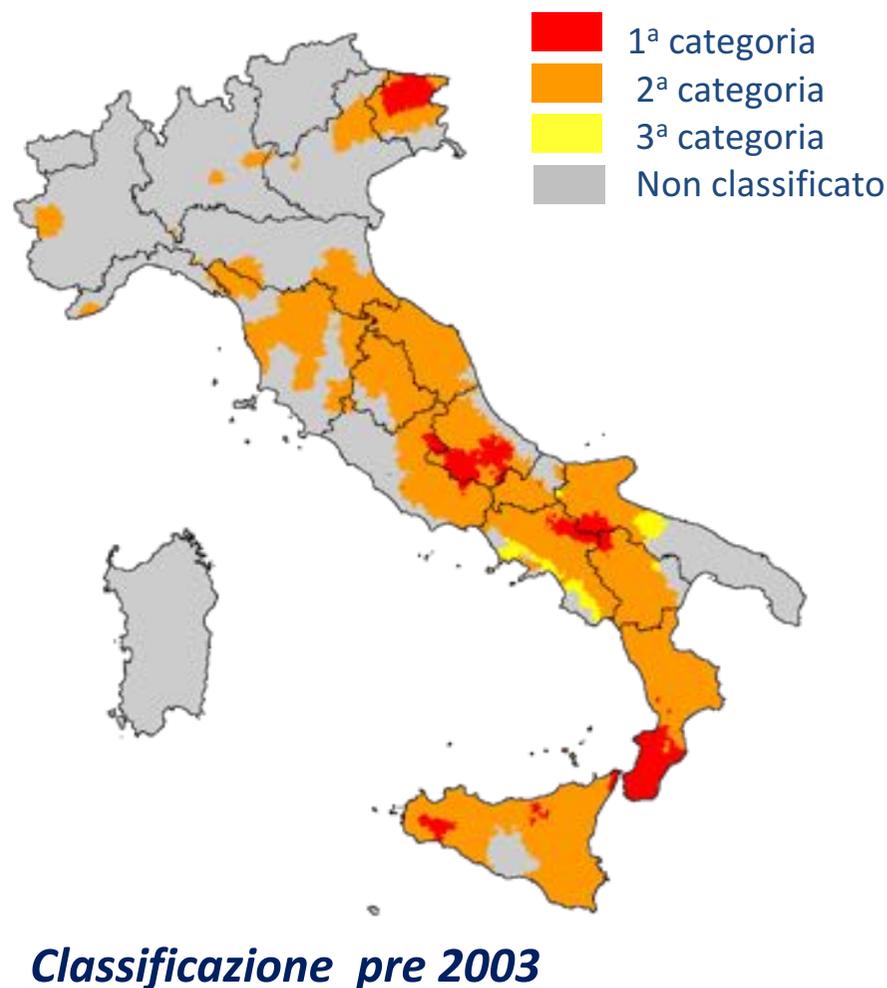
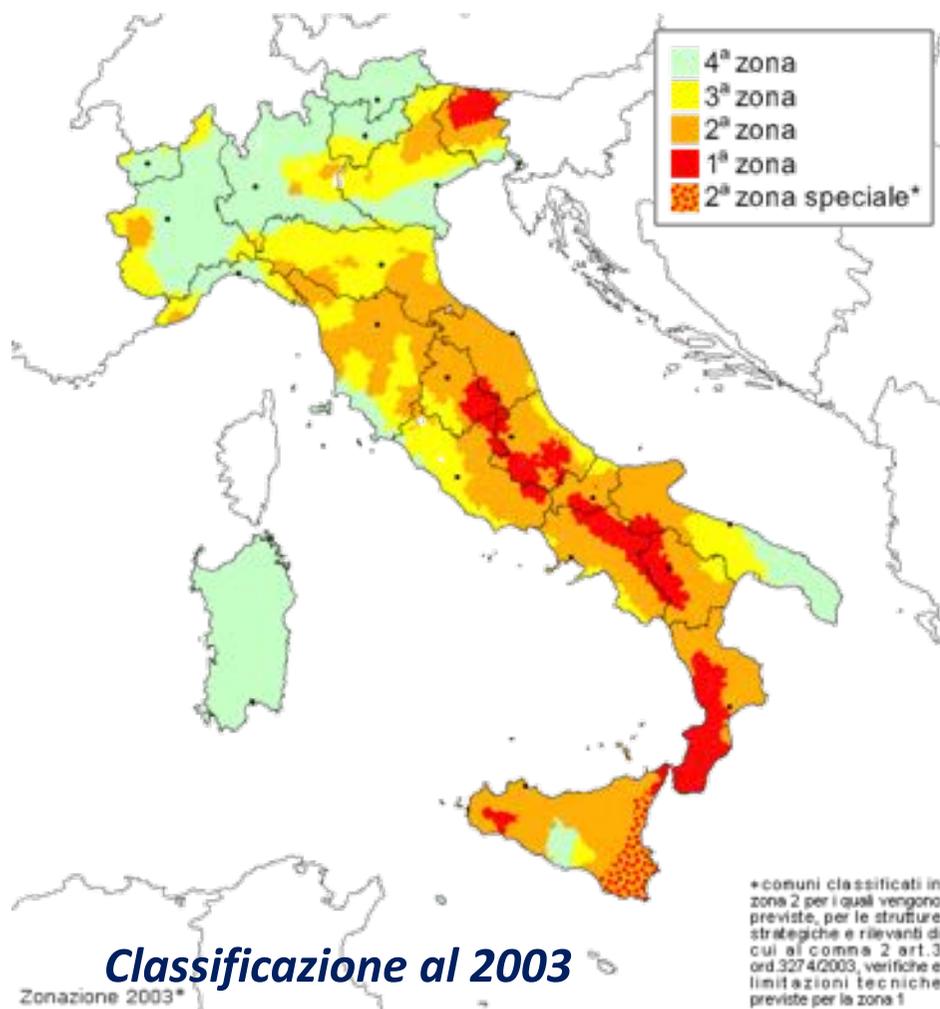
# Norme & Terremoti



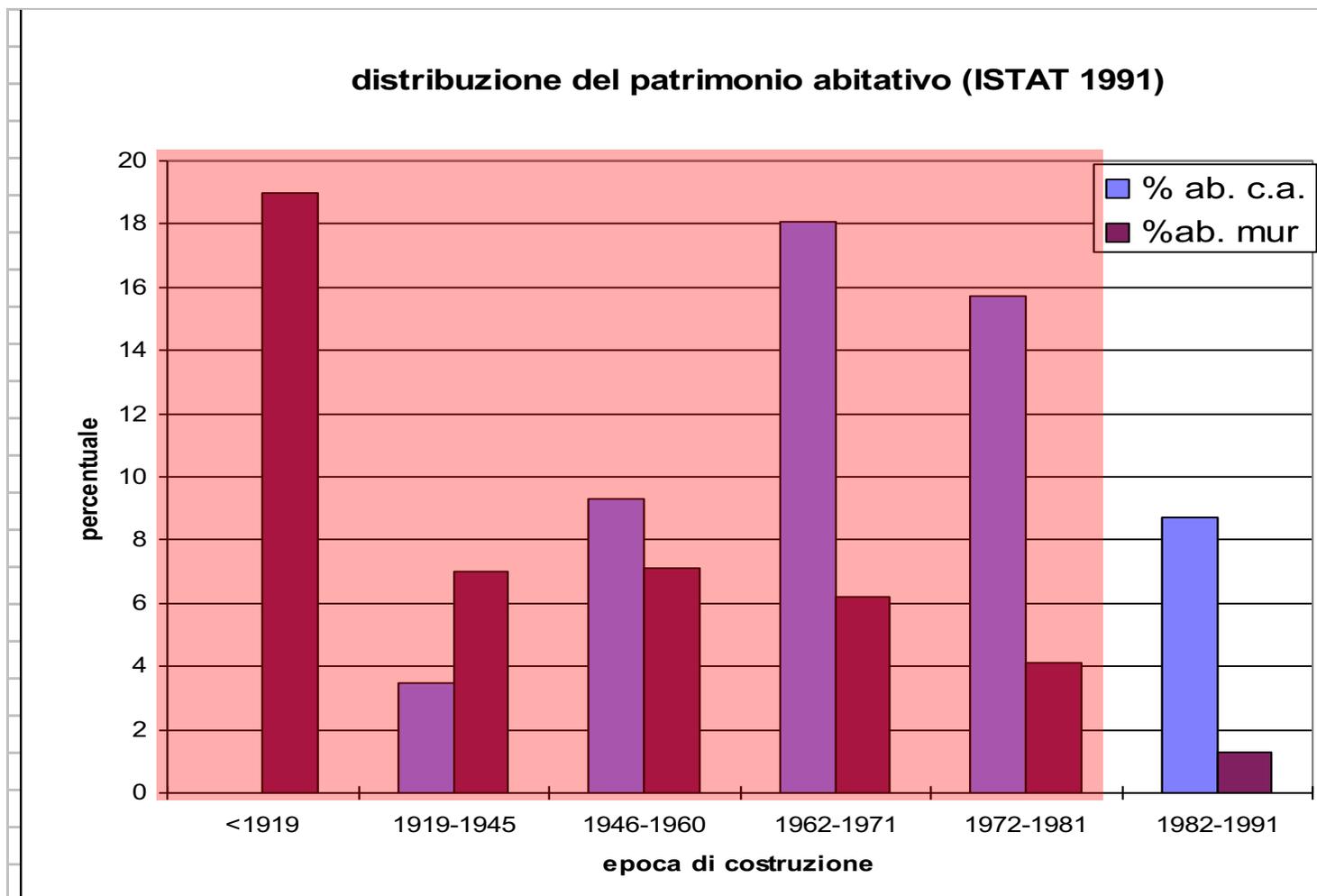
# Come cambia la Classificazione



# Come cambia la Classificazione

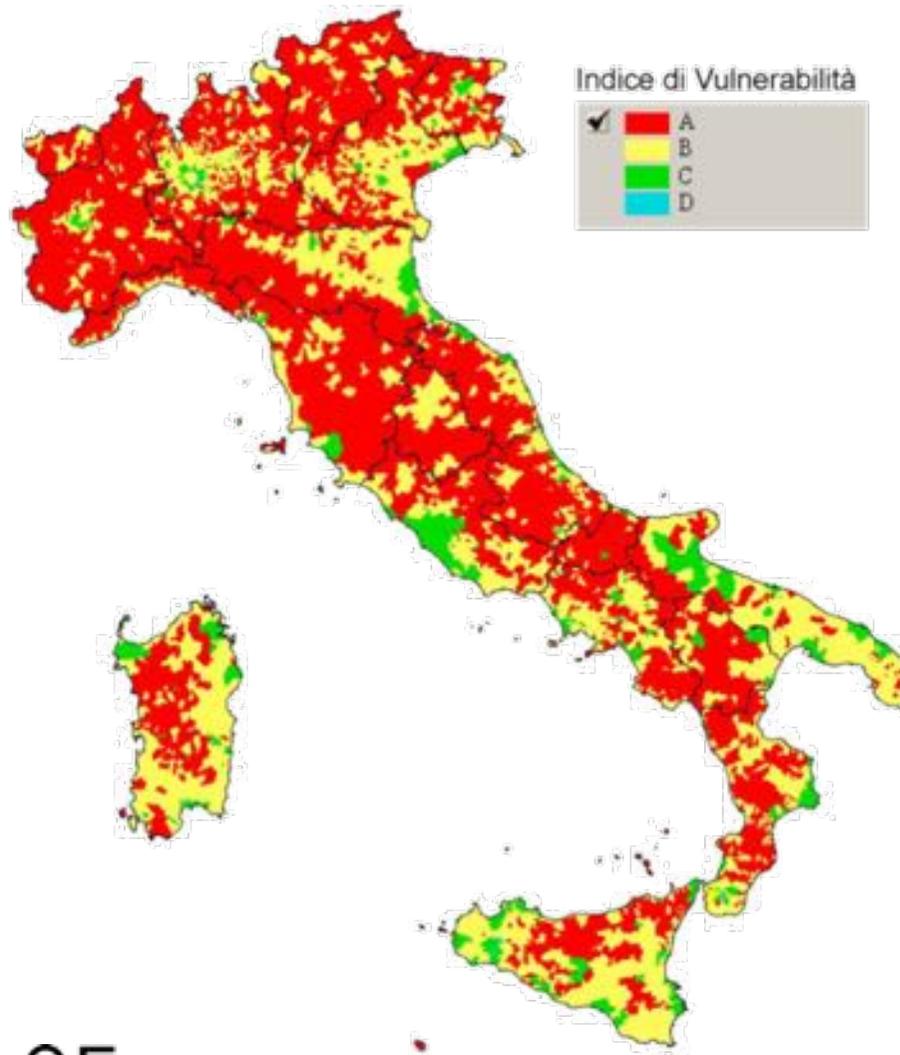


# Patrimonio Edilizio Residenziale



***Al 1991 risulta che solo il 14% delle abitazioni presenti in Italia era stato costruito dopo la classificazione sismica (Fonte SSN)***

# Vulnerabilità degli edifici



*Distribuzione delle classi  
tipologiche di vulnerabilità  
EMS98*

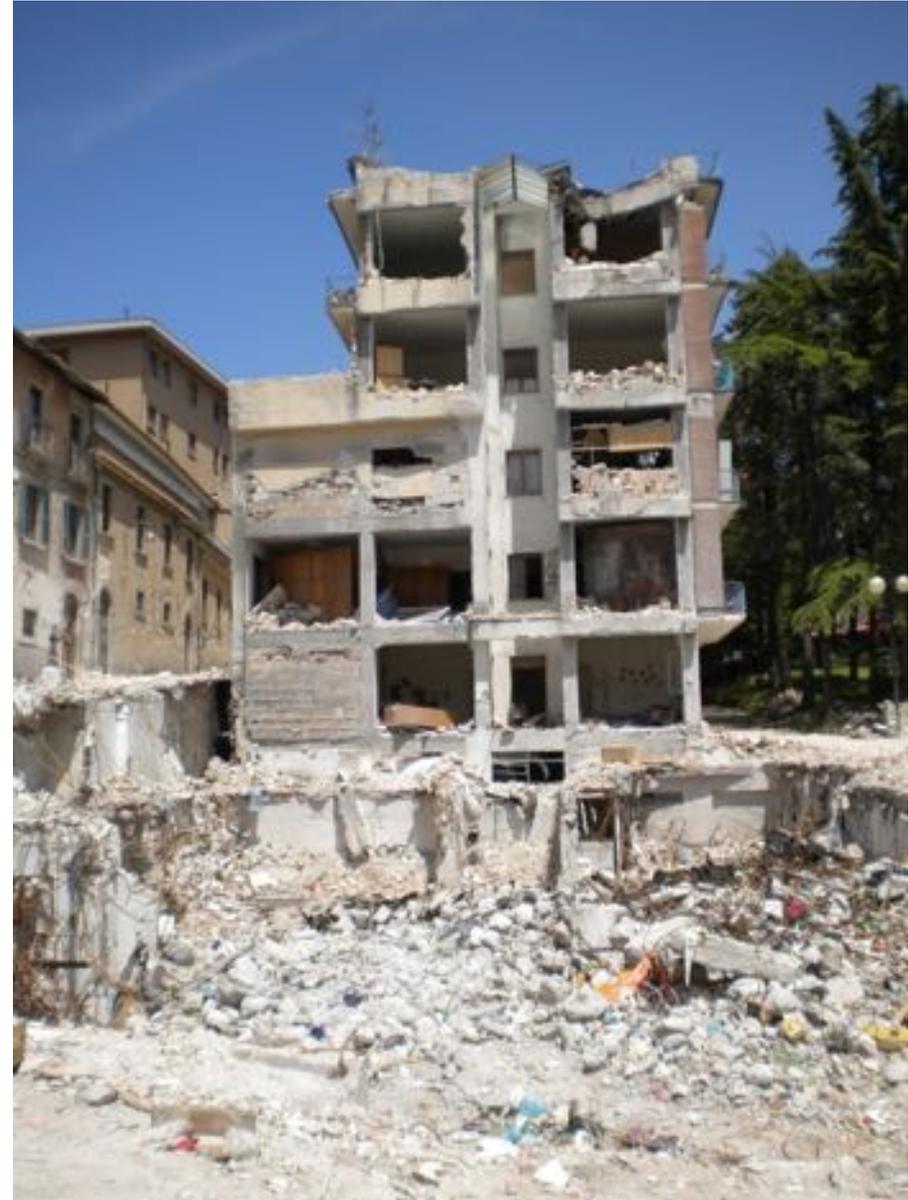
## *Irregolarità resistenza in elevazione (e in pianta)*



# *Irregolarità in pianta (e in elevazione) dettagli costruttivi*



## *Effetti delle componenti verticali*



## *Dettagli costruttivi*



## *Dettagli costruttivi*



## Dettagli costruttivi



## *Interazione con elementi non strutturali*



## *Danni pregressi*



# Assenza di manutenzione



## *Assenza di manutenzione*



## *Assenza di manutenzione*



## *Scarse caratteristiche dei materiali*



## *Modifiche e danni pregressi*



## *Modifiche e danni pregressi*



## *Modifiche e danni pregressi ?*



## *Condizioni al contorno*



## *Elementi non strutturali*



## *Elementi non strutturali*

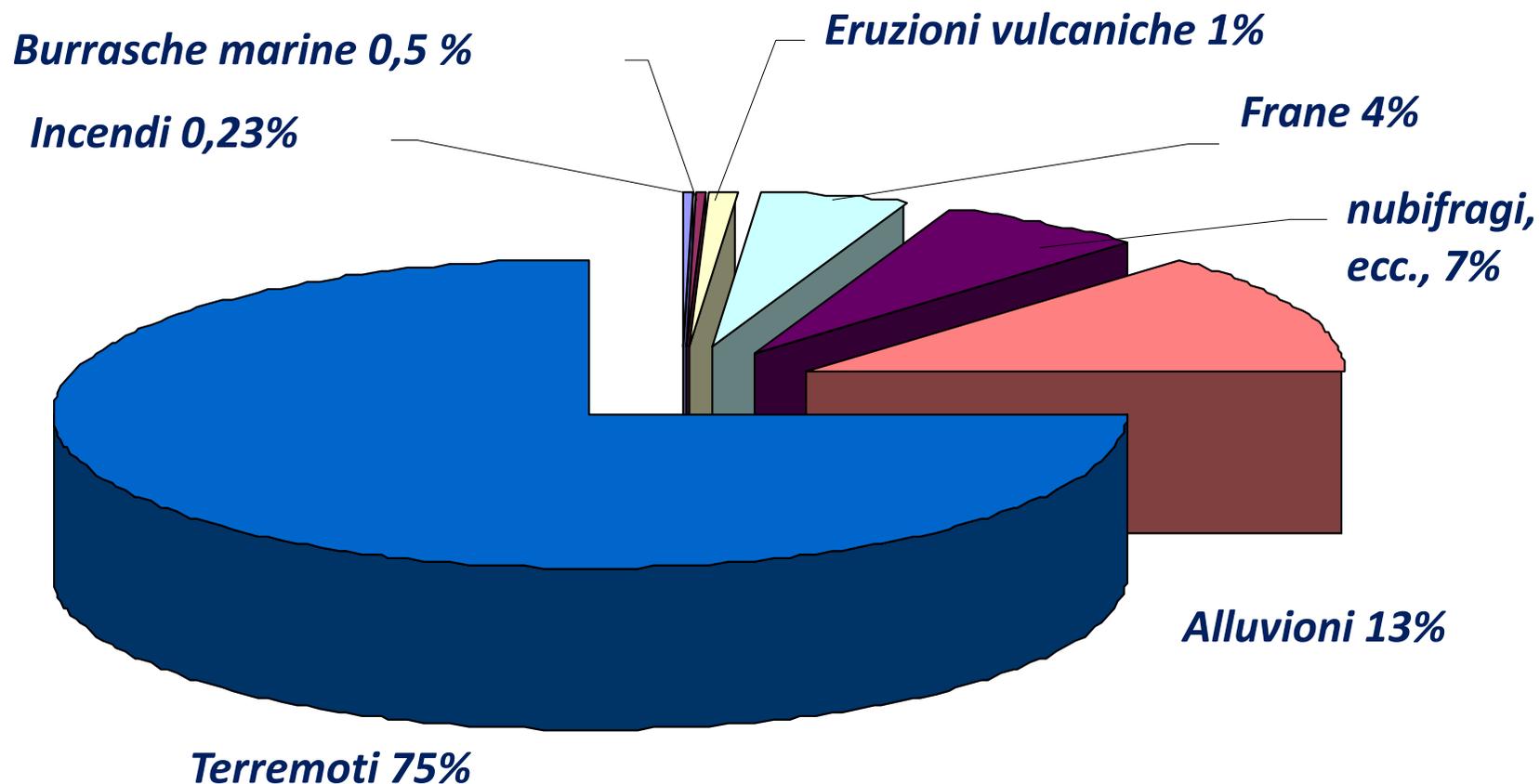


# *Il Rischio*

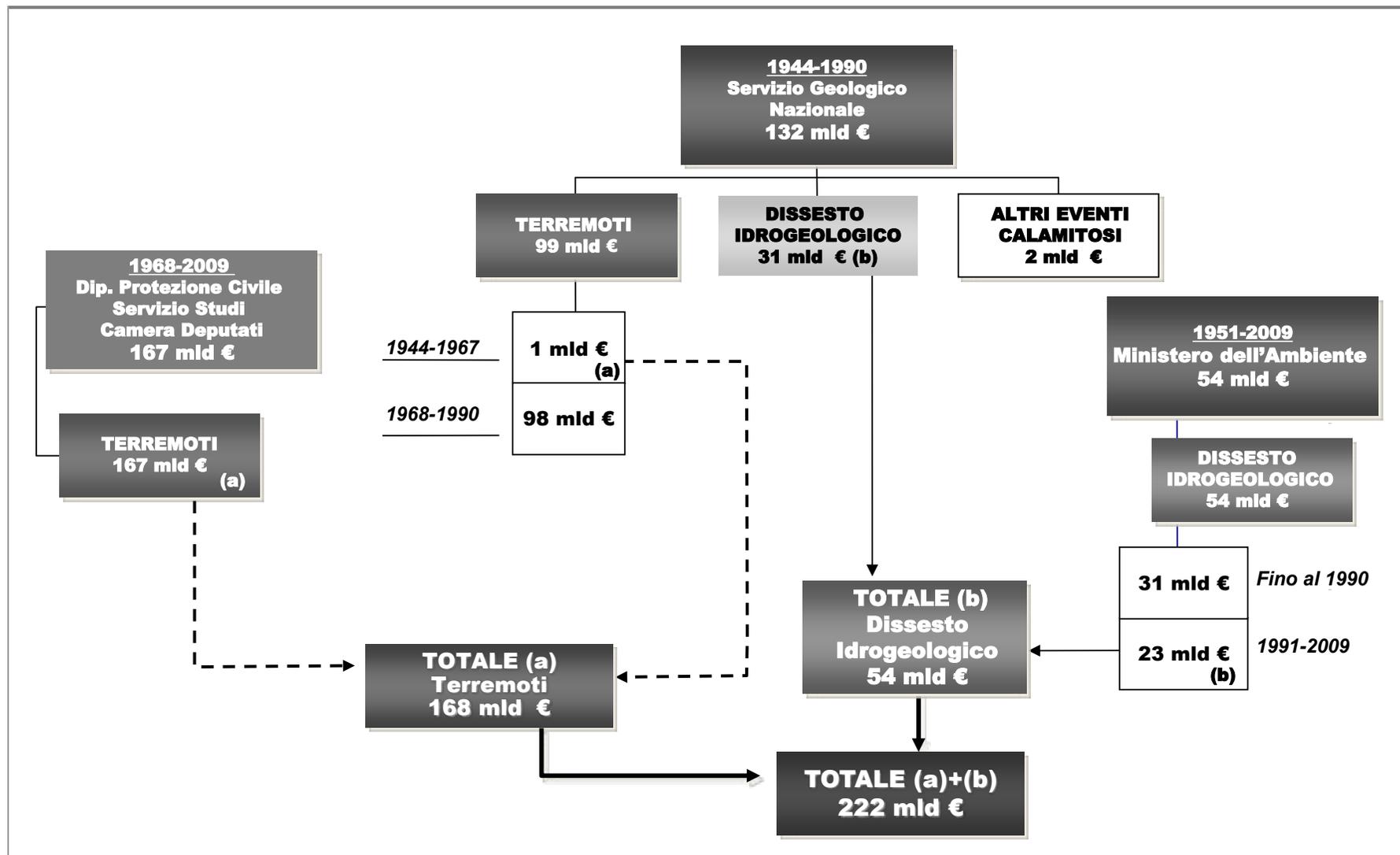
## Il numero delle vittime

<i>Data</i>	<i>Area epicentrale</i>	<i>Intensità (MCS)</i>	<i>Magnit. (Maw)</i>	<i>Vittim e</i>
8 settembre 1905	Calabria	XI	7.1	557
23 ottobre 1907	Calabria meridionale	VIII-IX	5.9	167
28 dicembre 1908	Reggio C. – Messina	XI	7.2	85.926
7 giugno 1910	Irpinia - Basilicata	VIII-IX	5.9	50 ca.
15 ottobre 1911	Area etnea	X	5.3	13
8 maggio 1914	Area etnea	IX	5.3	69
13 gennaio 1915	Abruzzo (Avezzano)	XI	7.0	32.610
26 aprile 1917	Val Tiberina	IX	5.8	20 ca.
29 giugno 1919	Mugello	IX	6.2	100 ca.
7 settembre 1920	Garfagnana	IX-X	6.5	171
27 marzo 1928	Carnia (Friuli)	VIII-IX	5.7	11
23 luglio 1930	Alta Irpinia	X	6.7	1404
30 ottobre 1930	Senigallia	IX	5.9	18
26 settembre 1933	Maiella	VIII-IX	5.7	12
18 ottobre 1936	Veneto-Friuli	IX	5.9	19
21 agosto 1962	Irpinia	IX	6.2	17
15 gennaio 1968	Valle del Belice	X	6.1	296
6 maggio 1976	Friuli	IX-X	6.4	965
23 novembre 1980	Irpinia	X	6.9	2734
26 settembre 1997	Umbrie Marche	VIII-IX	6.1	11

## Vittime - XX SEC.

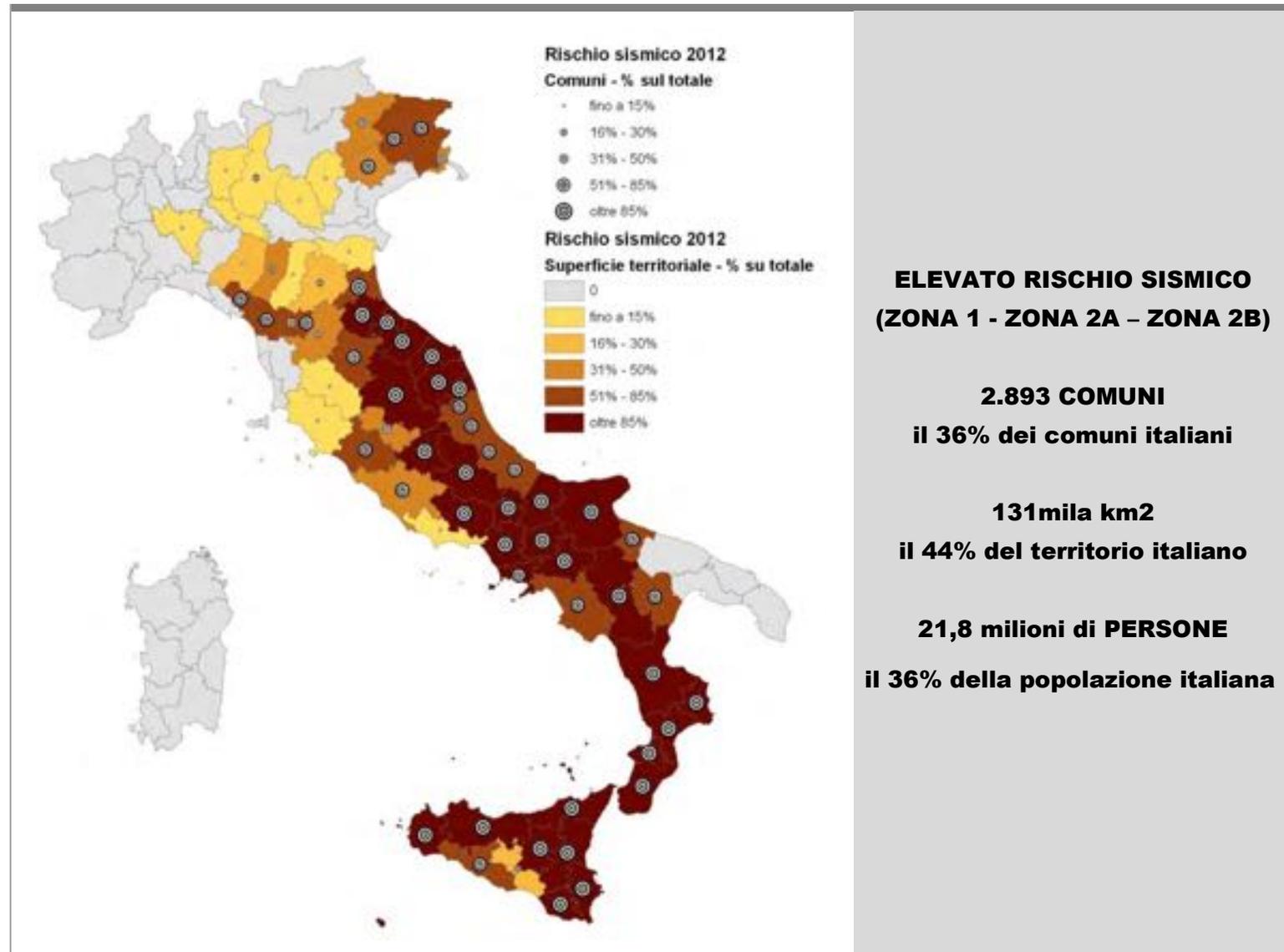


# Il costo dei disastri



Fonte: Elaborazione Cresme su dati Rapporto "Terra e sviluppo. Decalogo della Terra 2010 – Rapporto sullo stato del territorio italiano" realizzato dal centro Studi del Consiglio Nazionale dei geologi (CNG) in collaborazione con il Cresme

# Rischio Sismico



Fonte: elaborazione CRESME su dati ISTAT e Dipartimento di Protezione Civile 2012

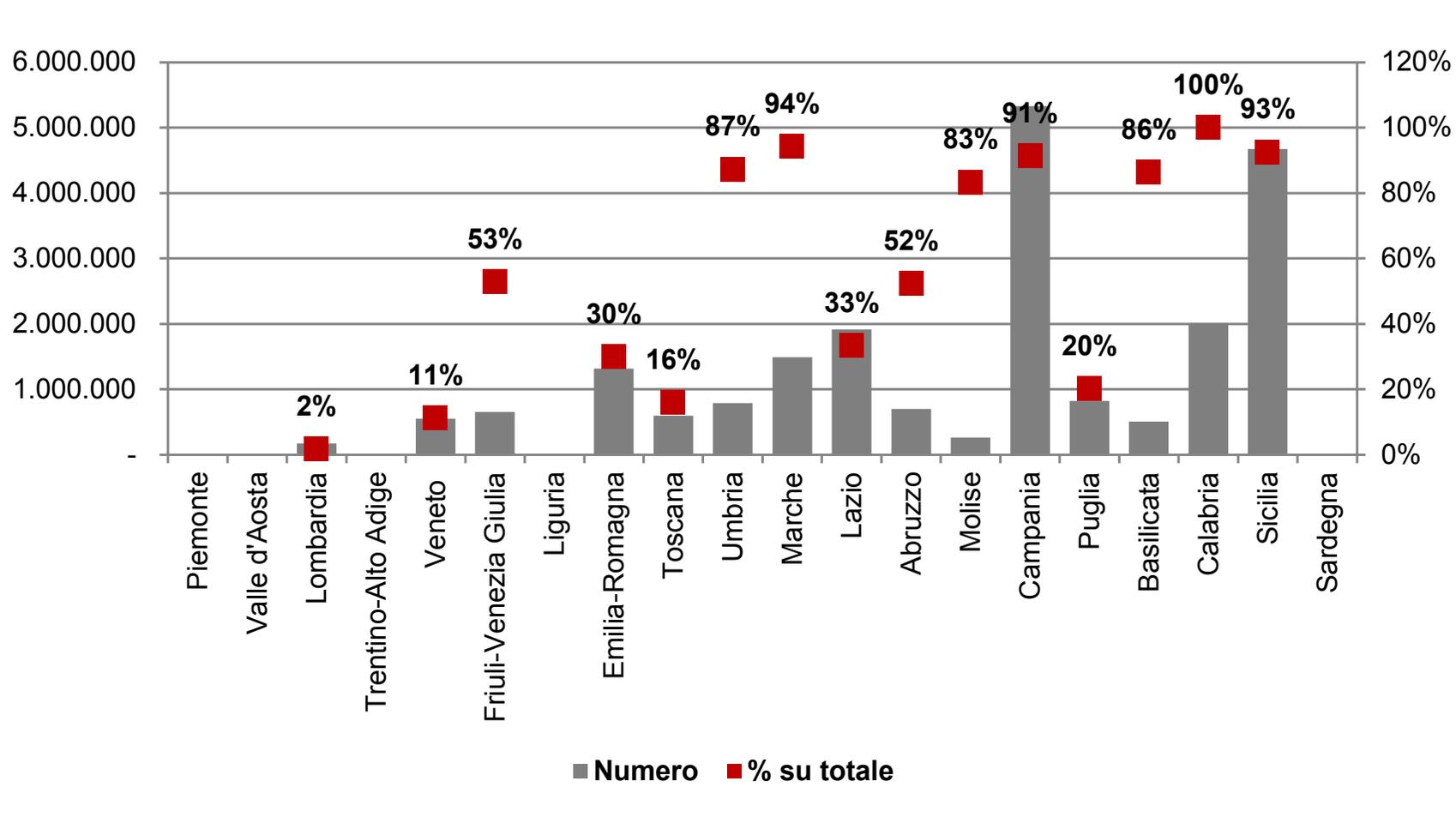
## Rischio Sismico

**TABELLA 1.10. - POPOLAZIONE IN AREE A RISCHIO NELLA SITUAZIONE ATTUALE E NELLO SCENARIO PREVISIONALE**

	Situazione attuale (2010)		Scenario previsionale (2020)	
	<i>Rischio sismico</i>	<i>Rischio idrogeologico</i>	<i>Rischio Sismico</i>	<i>Rischio idrogeologico</i>
Nord-ovest	172.618	1.297.775	205.944	1.420.448
Nord-est	2.543.528	1.662.006	2.839.041	1.866.239
Centro	4.724.965	1.096.309	5.313.978	1.196.681
Sud	9.640.075	1.644.856	9.540.774	1.638.984
Isole	4.672.253	91.966	4.668.937	91.017
<b>Totale</b>	<b>21.753.439</b>	<b>5.792.912</b>	<b>22.568.674</b>	<b>6.213.369</b>

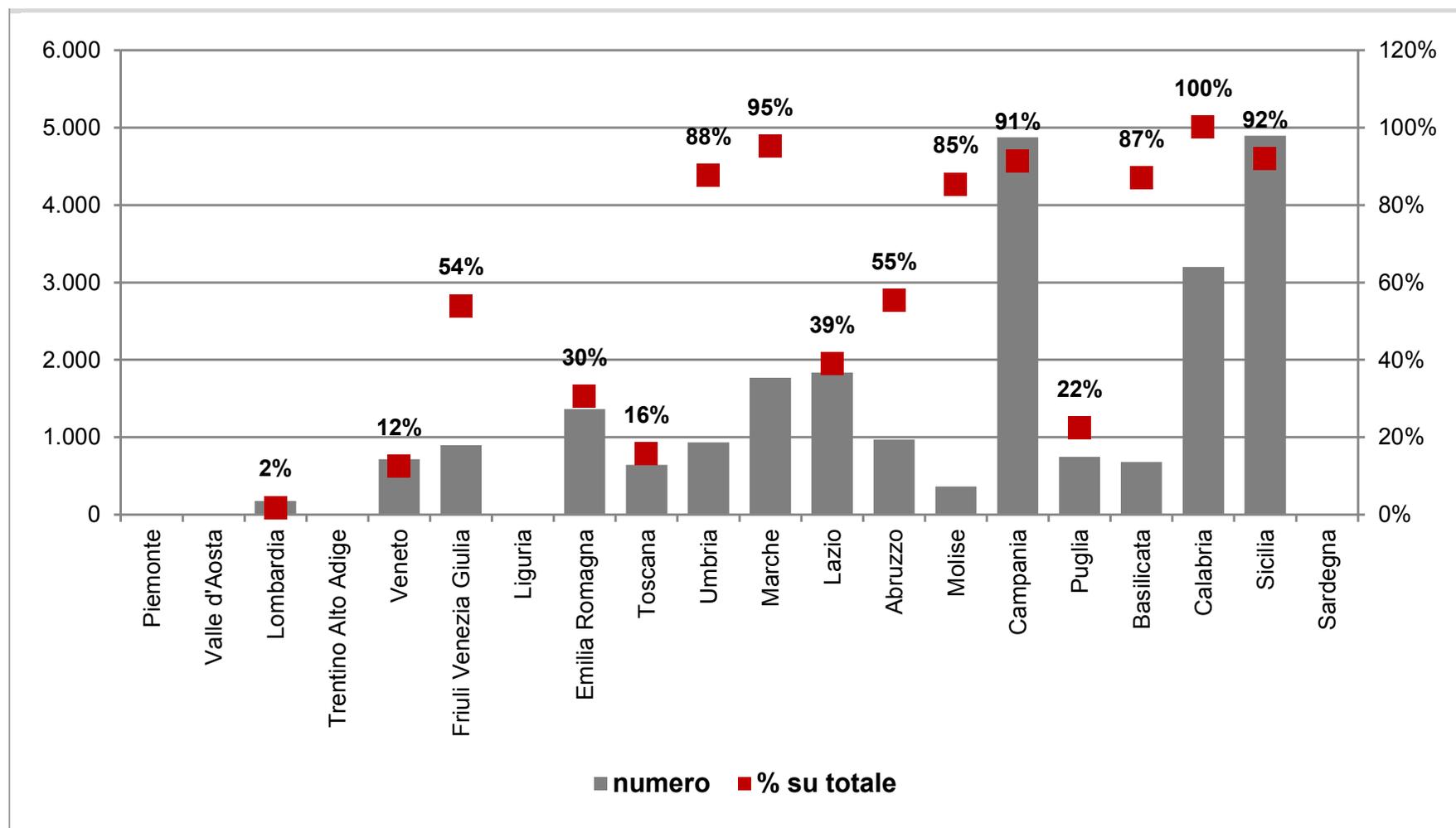
Fonte: elaborazione CRESME Demo/SI su dati ISTAT

# Popolazione residente esposta



Fonte: elaborazione CRESME su dati ISTAT e Dipartimento di Protezione Civile 2012

# Rischio sismico Scuole



# PGESTIONE ED GESTIONE DEL RISCHIO

## le attività ordinarie

pianificazione, progettazione, costruzione, controllo

## le attività pre-evento

analisi del rischio, azioni di tutela e rinforzo, preparazione, allerta

## le attività post-evento

emergenza, piani di protezione e recupero

### **Analisi del rischio**

**Pianificazione del Coordinamento di Protezione Civile**  
identificazione e valutazione delle variabili del rischio, schematizzazione  
**Approvazione del Piano di Protezione Civile (ANALISI)**  
del processo

**Progettazione della rete** Classificazione dei danni diretti,  
**Azioni di tutela e rinforzo**

classificazione dei danni diretti, identificazione di specifiche  
difesa attiva e difesa passiva

**Costruzione** funzionalità della rete, Interventi immediati e  
**Preparazione**

preannuncio di eventi sismici, preparazione interventi  
**Monitoraggio** Restrizioni al traffico, Campagna di

**Allerta** programmazione delle attività post-evento

ispezione e allarme



## *Quali strumenti?*

*le norme ?*

*gli incentivi / di che tipo ?*

*gestione del territorio ?*

*problema privato / sociale ?*

*cittadini / politici ?*

*.....*

*Sicuramente è un problema culturale  
delle comunità*

*Building a culture of prevention is not easy*

*While the costs of prevention have  
to be paid in the present,  
its benefits lie in a distant future*

*Moreover, the benefits are not tangible;  
they are the **disasters that did NOT happen***

*(Kofi Annan 1999)*

***grazie***

*Info:*

*[petti@unisa.it](mailto:petti@unisa.it)*  
*[www.lacelab.net](http://www.lacelab.net)*