



# Sismicità indotta: dall'osservazione del fenomeno alle stime di rischio

M. Mucciarelli

OGS-CRS, Trieste

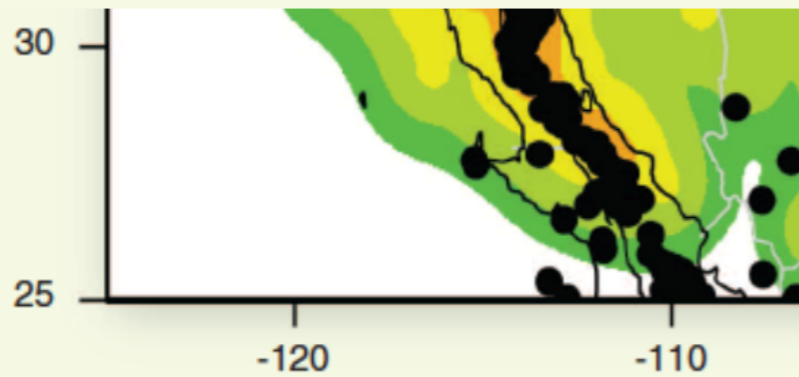
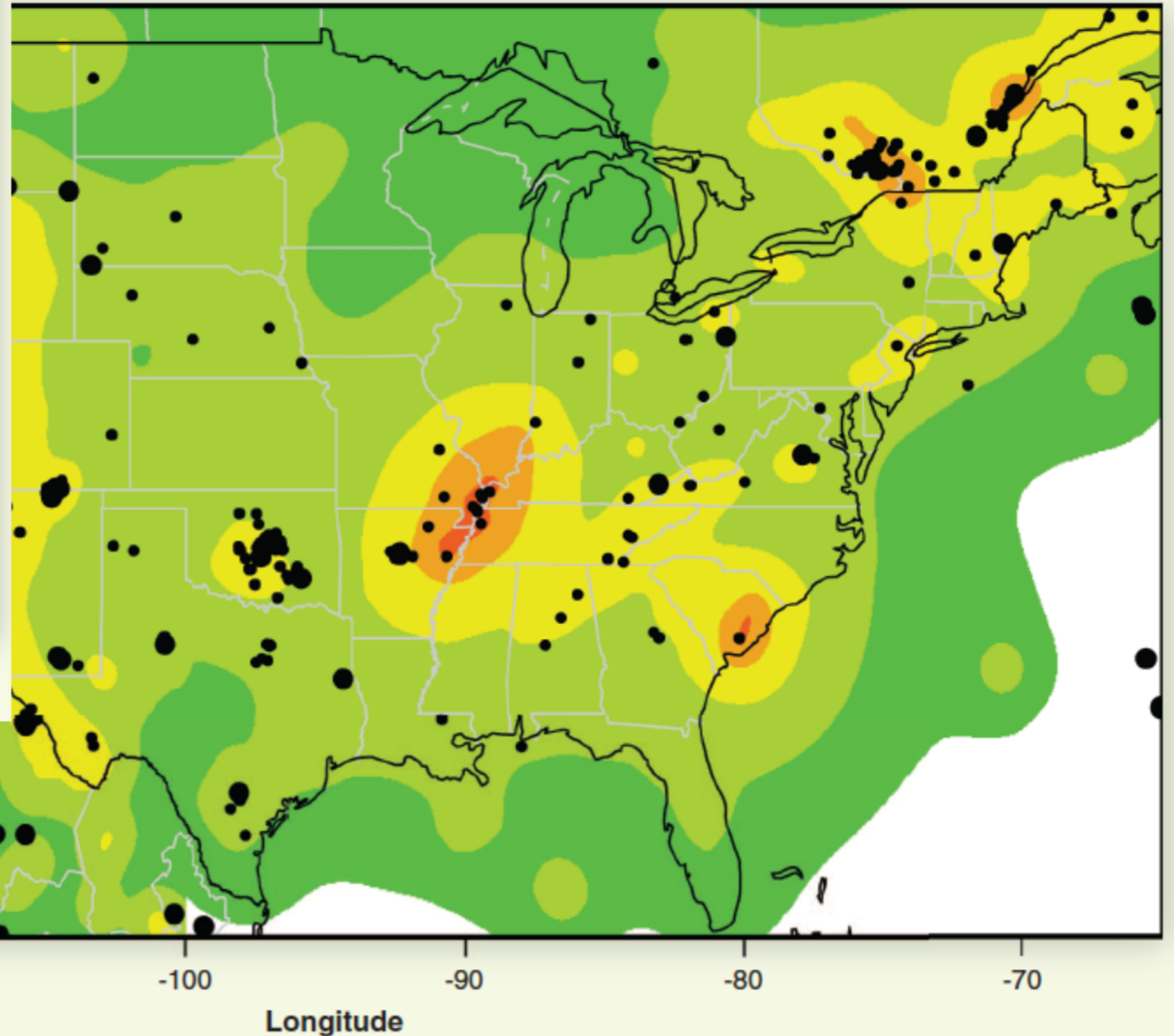
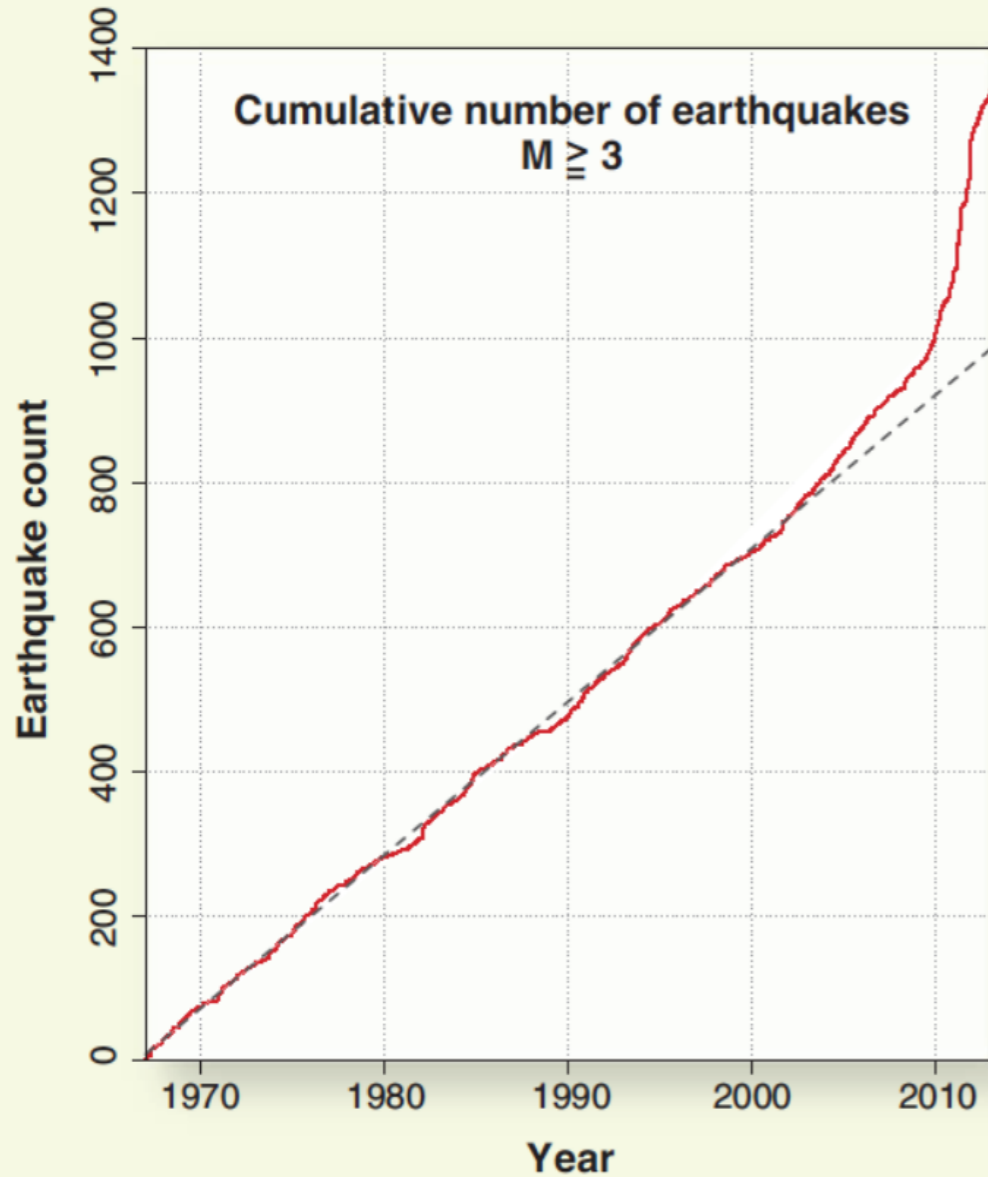
Scuola di Ingegneria, Università della Basilicata, Potenza



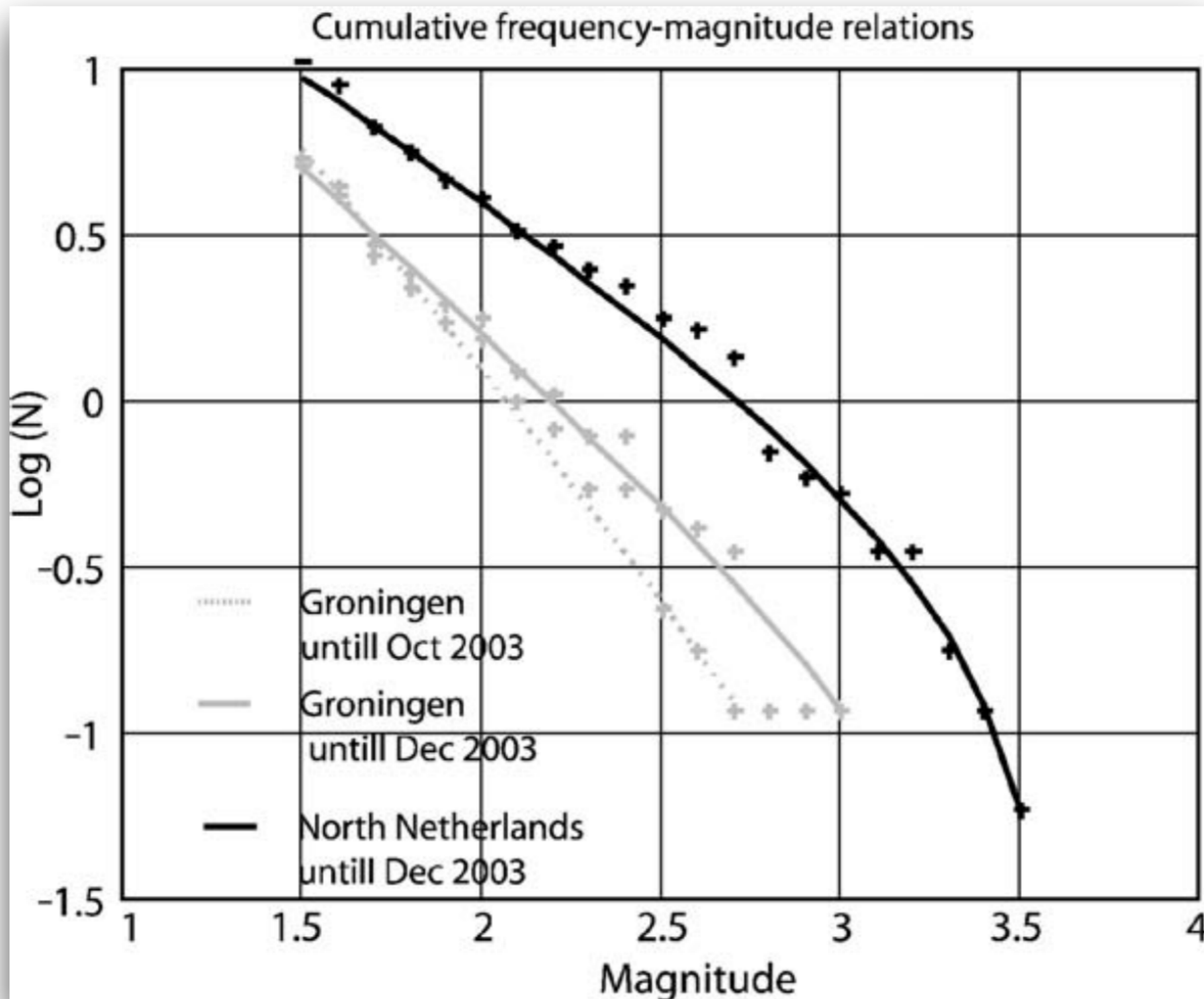
Per rispondere all'interesse e preoccupazione che il fenomeno della sismicità indotta genera tra gli abitanti delle aree interessate da attività antropiche potenzialmente sismogeniche, è necessario passare da una semplice descrizione e catalogazione degli eventi ad una stima della reale pericolosità degli stessi.

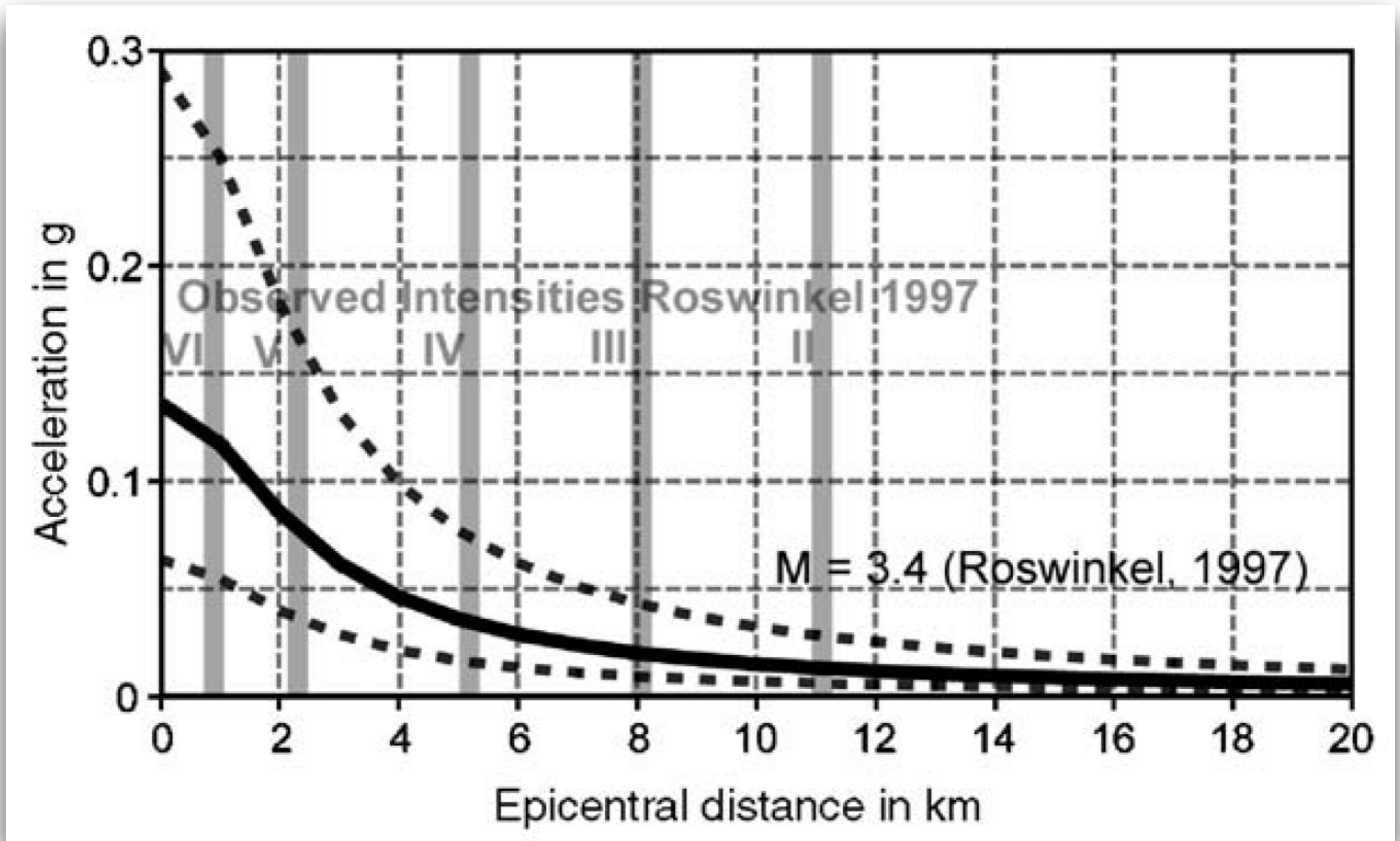
La pericolosità sismica derivante da sismicità indotta da attività antropiche non è normata in Italia. Questo tipo di problemi viene maggiormente avvertito in paesi in cui la sismicità naturale (tettonica e/o vulcanica) è moderata o quasi assente e l'industrializzazione del territorio ha causato eventi che possono essere attribuiti senza dubbio alcuno alla attività dell'uomo.

Ellsworth, Science, 2013

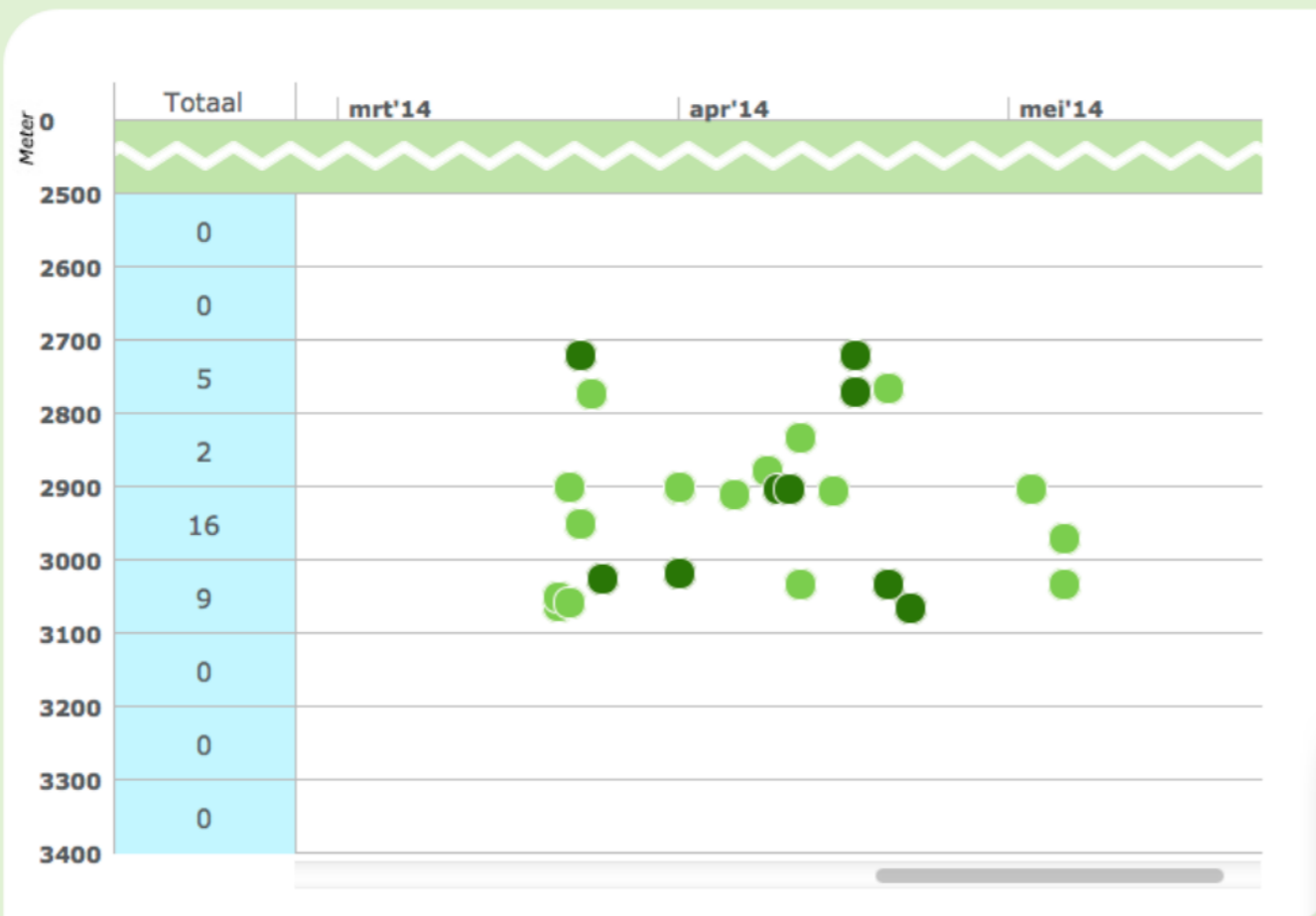


van Eck et al., Eng. Geol.2006





### DIEPTE VAN AARDBEVINGEN BIJ STEDUM EN ZEERIJP



Bron: NAM

i

#### LEGENDA

Sterkte aardbevingen

●  $\geq 1$

●  $< 1$

(schaal van Richter)

#### Toegekende bedragen per 21 september 2014



7.184  $< \text{€ } 5.000$

4.766  $\geq \text{€ } 5.000-10.000$

3.378  $\leq \text{€ } 10.000-25.000$

762  $> \text{€ } 25.000$



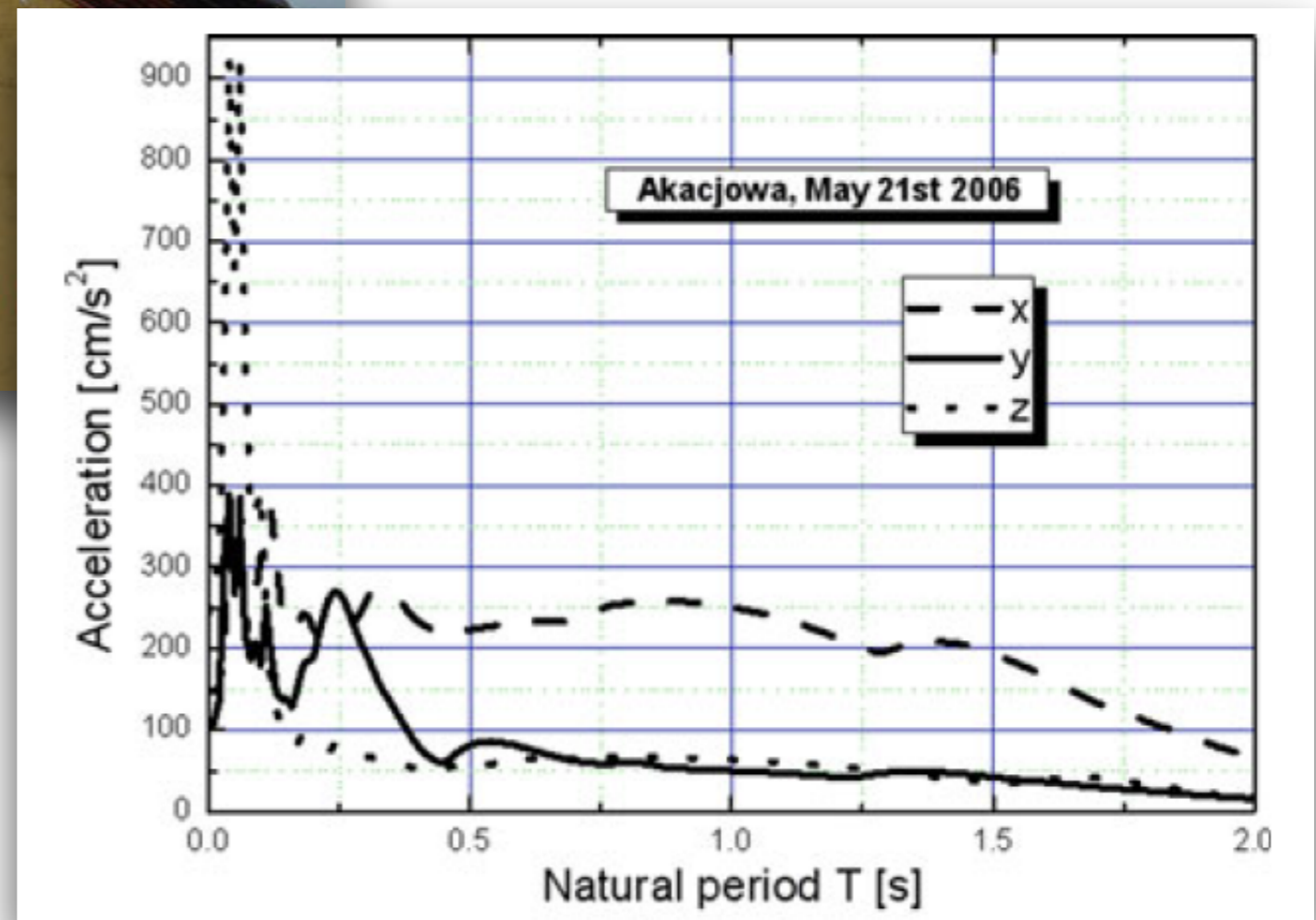
NAM

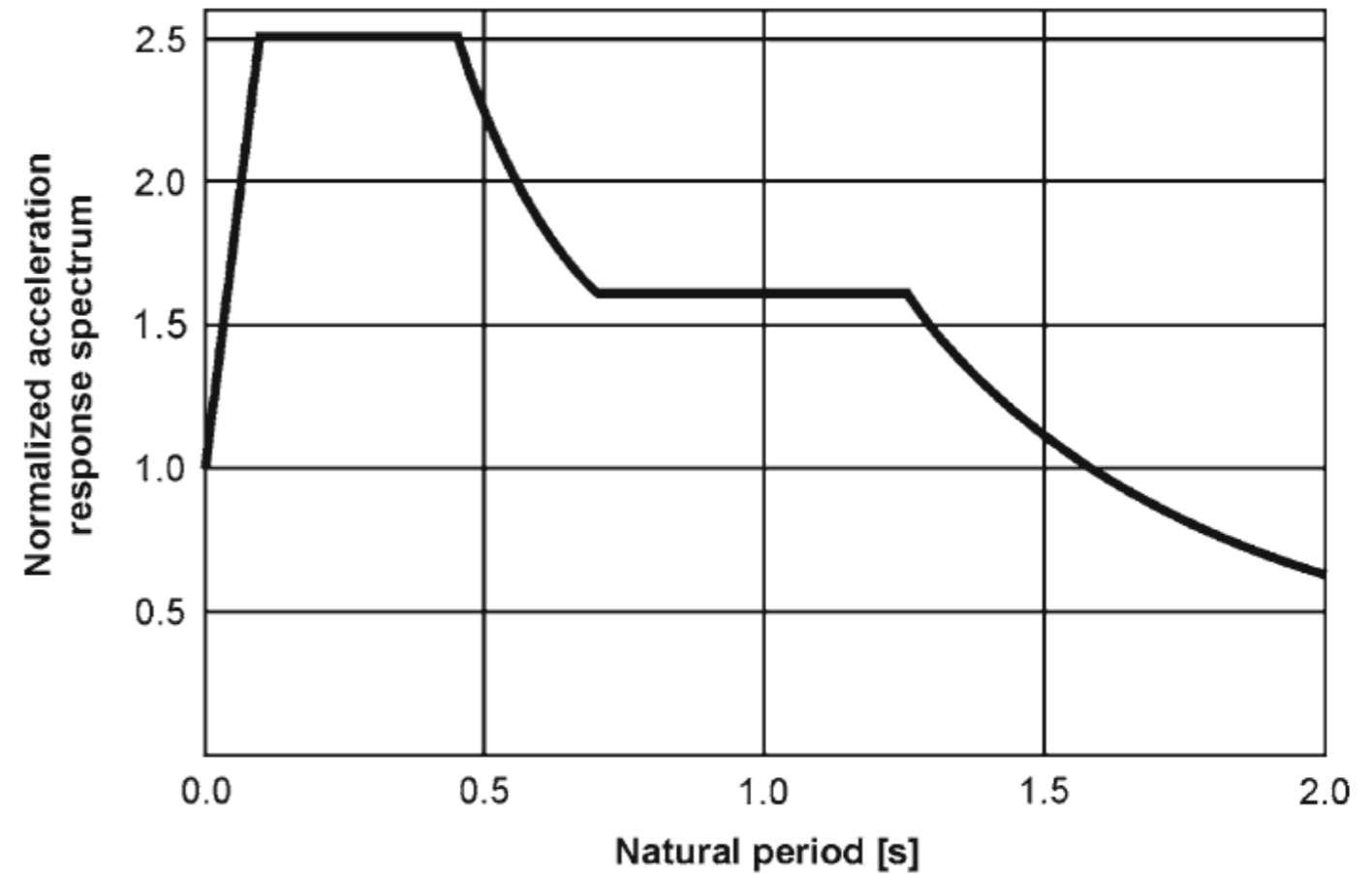
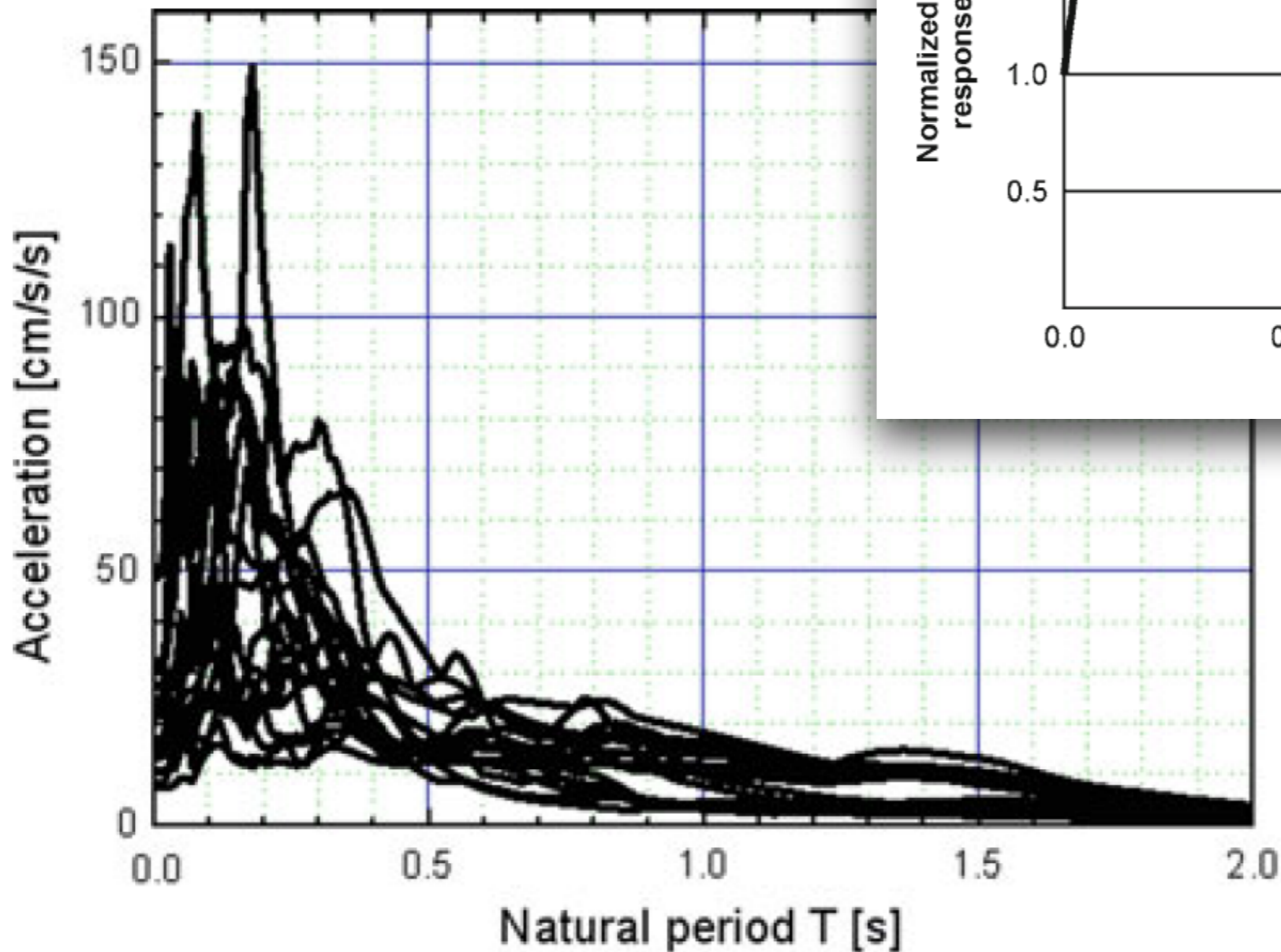
NAMPLATFORM FEITEN & CIJFERS

Totale danni risarciti  $> 140 \text{ M€}$



Polonia,  
 sismicità indotta  
 da attività mineraria







Il recente rapporto redatto dal gruppo di lavoro coordinato da ISPRA sullo stato dell'arte delle conoscenze sulla sismicità indotta/innescata in Italia elenca i casi di terremoti attribuiti con maggiore o minore certezza a cause antropiche. In tutto si tratta di 15 eventi sismici, tra documentati ed ipotizzati

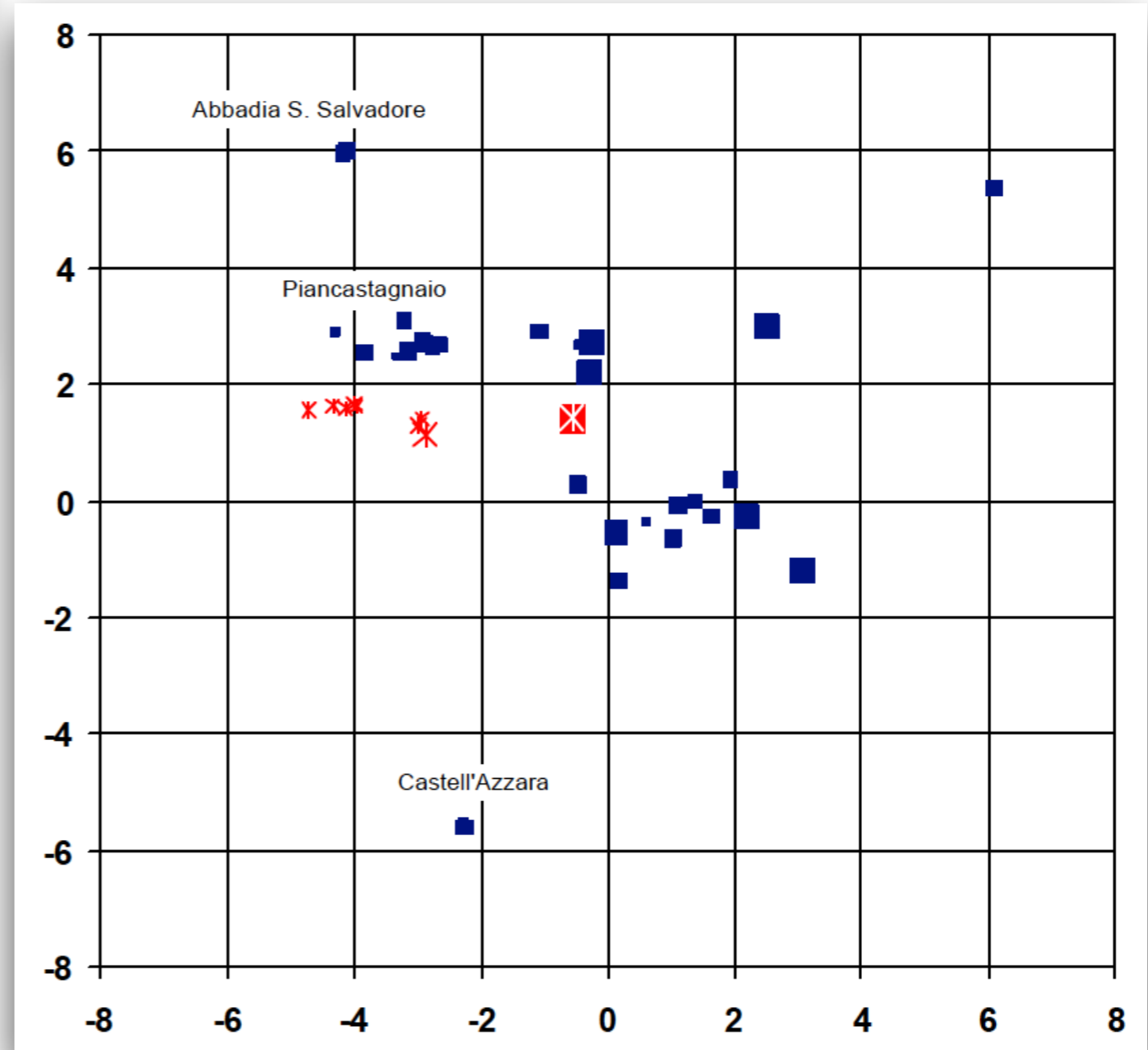
Tipologia Attività	Località	Prov.	Documentato <sup>1</sup> - Ipotizzato <sup>2</sup>	Periodo di monitoraggio locale considerato	Mmax (anno)	Imax	Bibliografia
Bacino idrico	Pieve di Cadore	BL	Documentato	1949-1952	2 (1964)		Caloi (1966)
	Vajont	BL	Documentato	1962-1968	<2 (1963)		Migani (1968); Caloi (1971)
	Ridracoli	FC	Documentato	1981-1989	3		Piccinelli et al. (1995)
	Passante	CZ	Documentato	1981-1996	2.5		Giuseppetti et al. (1996)
	Campotosto	AQ	Ipotizzato	n.d.	5.7 (1950)	VIII	Mucciarelli (2013)
	Pertusillo	PZ	Documentato	2005-2012	2.7 (2010)		Valoroso et al. (2009); Stabile et al. (2014)
Campo geotermico	Larderello/ Travale	PI	Ipotizzato	1978/1982	3.2 (1978)		Batini et al. (1980a); Batini et al. (1985); Evans et al. (2012)
	Amiata	GR/SI	Ipotizzato	1982-1992	4.5 (2000)	VI	Mucciarelli et al. (2001)
			Ipotizzato		3.5 (1983)		Batini et al. (1990); Moia et al. (1993), Evans et al. (2012)
	Latera	VT	Documentato	1978-1982	2.9 (1980)		Batini et al. (1980b); Carabelli et al. (1984); Batini et al. (1990); Moia et al. (1993); Evans et al. (2012)
	Torre Alfina	VT	Documentato	1978-1982	3 (1977)	III/IV	Batini et al. (1980b); Moia et al. (1993); Evans et al. (2012)
Cesano	RM	Documentato	1978-1982	2 (1978)		Batini et al. (1980b); Evans et al. (2012)	
Estraz./reiniez. Idrocarburi	Caviaga	LO	Ipotizzato		5.4 (1951)	VI/VII	Caloi (1956)
	Cavone	MO	Ipotizzato		5.9 (2012)	VII/VIII	ICHESE (2014)
	Montemurro	PZ	Ipotizzato	2006	1.7		Valoroso et al. (2009)

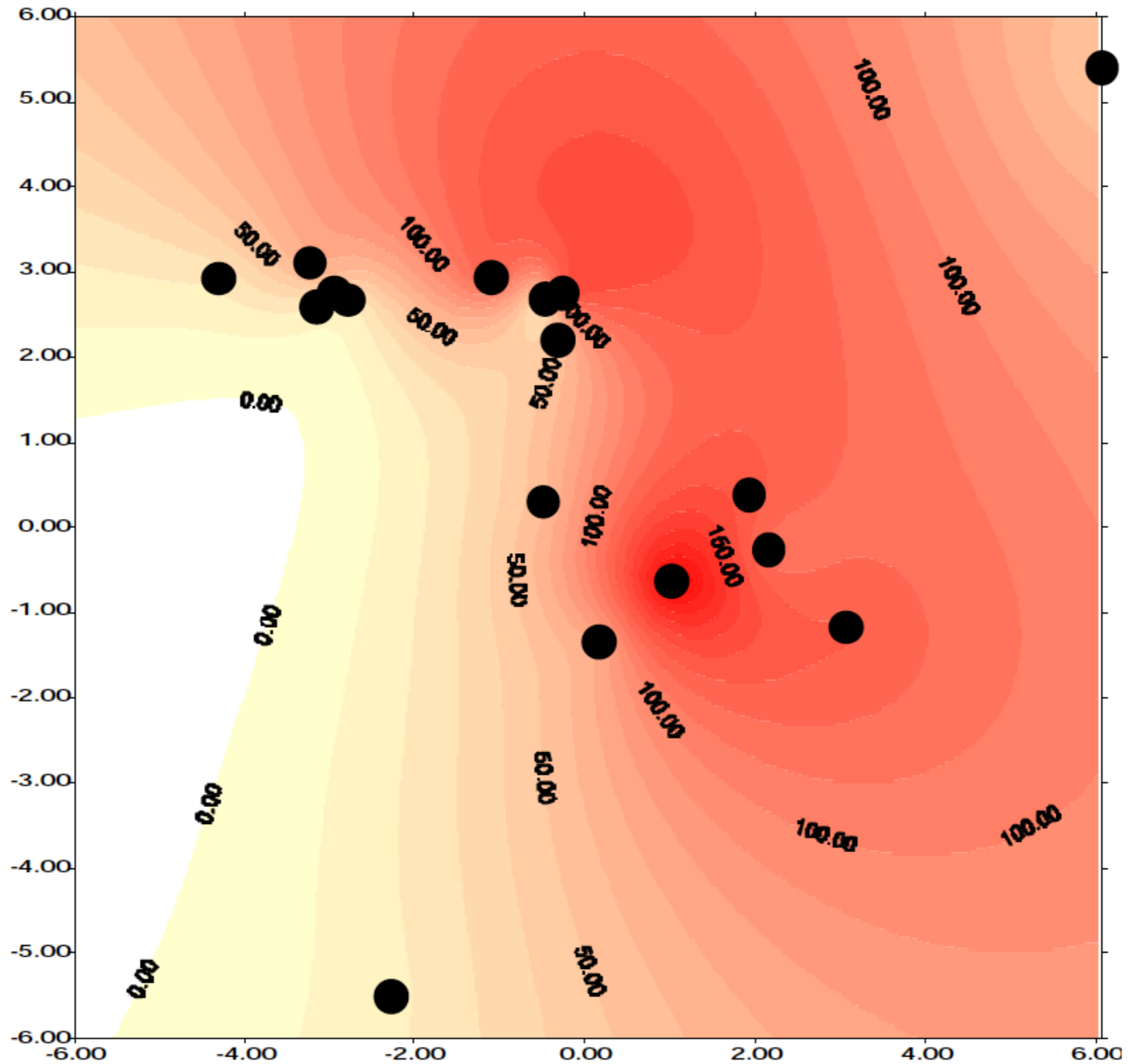
### Osservazioni sul danneggiamento nella zona del Monte Amiata a seguito dell'evento del 1° Aprile 2000

Marco Mucciarelli  
*Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'ingegneria, Università della Basilicata, Potenza, Italy*

Mariarosaria Gallipoli  
*C.N.R.-I.M.A.A.A., Tito Scalo (PZ), Italy*

Andrea Fiaschi, Giovanni Pratesi  
*Osservatorio Geofisico Toscano, Prato, Italy*







La presenza di una notevole sismicità naturale in Italia, da un lato complica il riconoscimento di eventi indotti all'interno di una attività comunque presente, e dall'altro porta necessariamente ad un confronto tra il moto del suolo che ci si può attendere per eventi tettonici e lo scuotimento causato da eventi antropogenetici.

Questo problema è stato posto ufficialmente per la prima volta dalla Regione Emilia-Romagna, che durante le procedure di VIA per un impianto geotermico in località Pontegradella nel comune di Ferrara ha posto ai proponenti il quesito su quale fosse la relazione tra la stima di pericolosità del sito secondo le norme vigenti ed eventi noti di sismicità indotta, in termini di accelerazioni di picco e di ordinate spettrali di accelerazione, al fine di **verificare se i parametri adottati per la progettazione dell'impianto proposto fossero comprensivi di eventuali fenomeni di sismicità indotta.**



Il problema è complicato dal fatto che non è possibile un confronto in termini omogenei di pericolosità, dato che è difficile definire in termini probabilistici in funzione del tempo la sismicità indotta.

In assenza di operazioni la probabilità di sismicità indotta è ovviamente pari a zero, cosa che non accade mai per la sismicità naturale.

I tempi non sono poi confrontabili, dato che molti casi noti di sismicità indotta sono accaduti nell'immediato inizio delle operazioni, ed infine è possibile controllare l'evoluzione della sismicità indotta prima che arrivi ad eventi potenzialmente dannosi attraverso una attenta gestione degli impianti se adeguatamente monitorati.



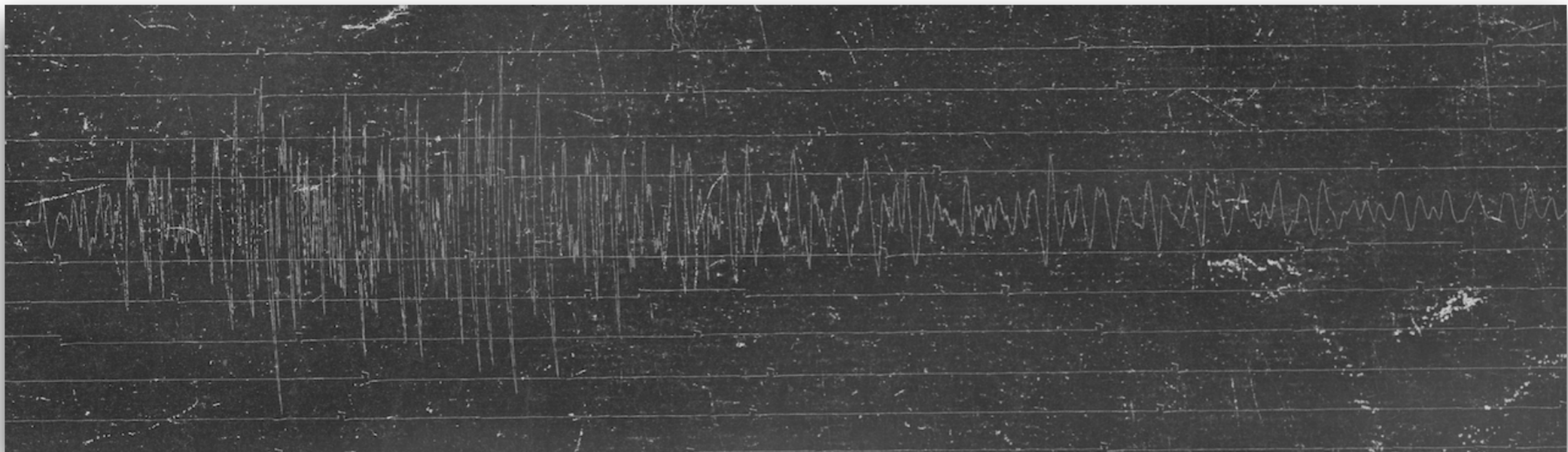
Progetto DPC-INGV 2014 S2-T7 (OGS, IMAA-CNR, ReLUIS-UniBas)

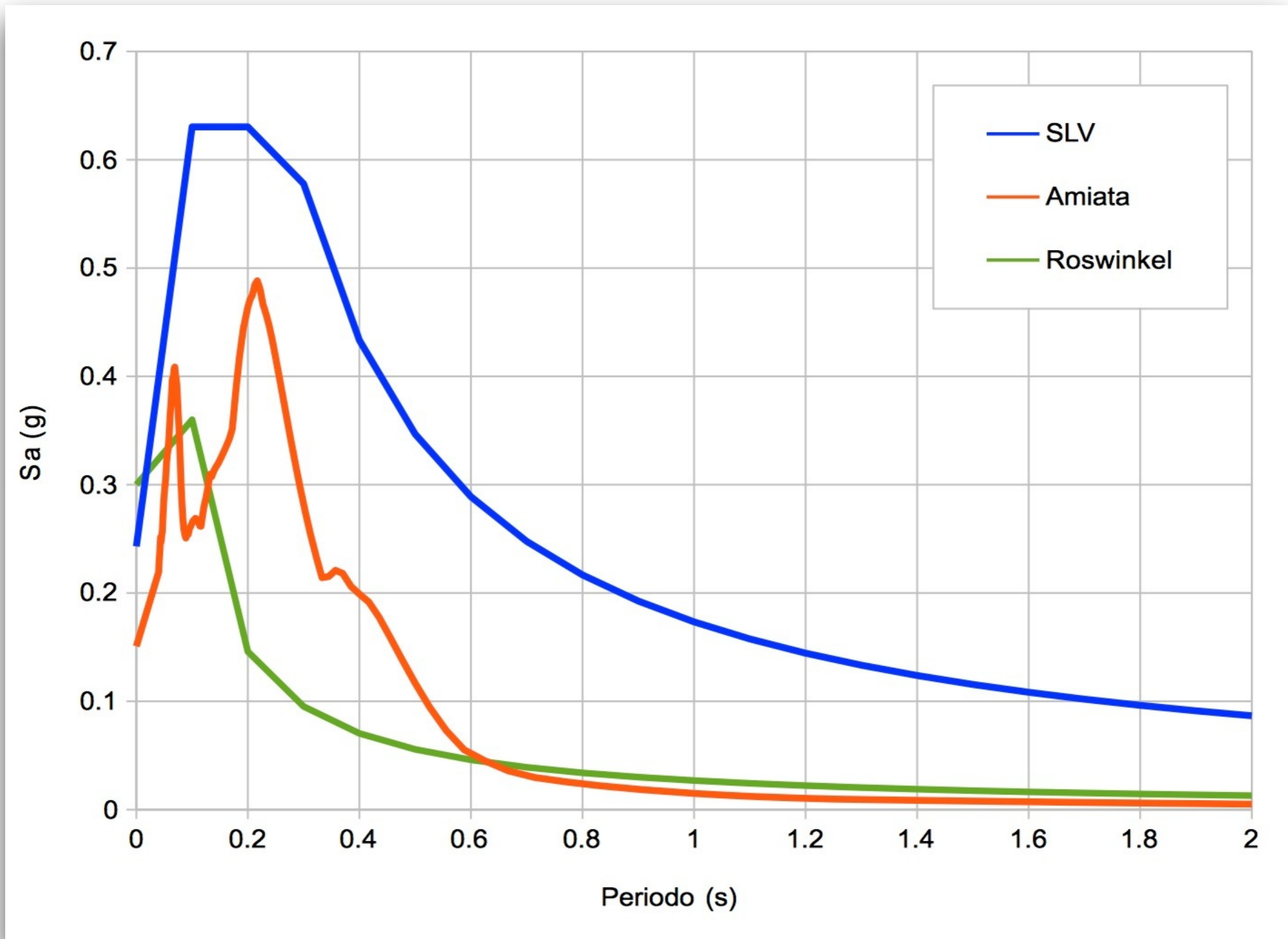
Recupero registrazioni eventi indotti in Italia

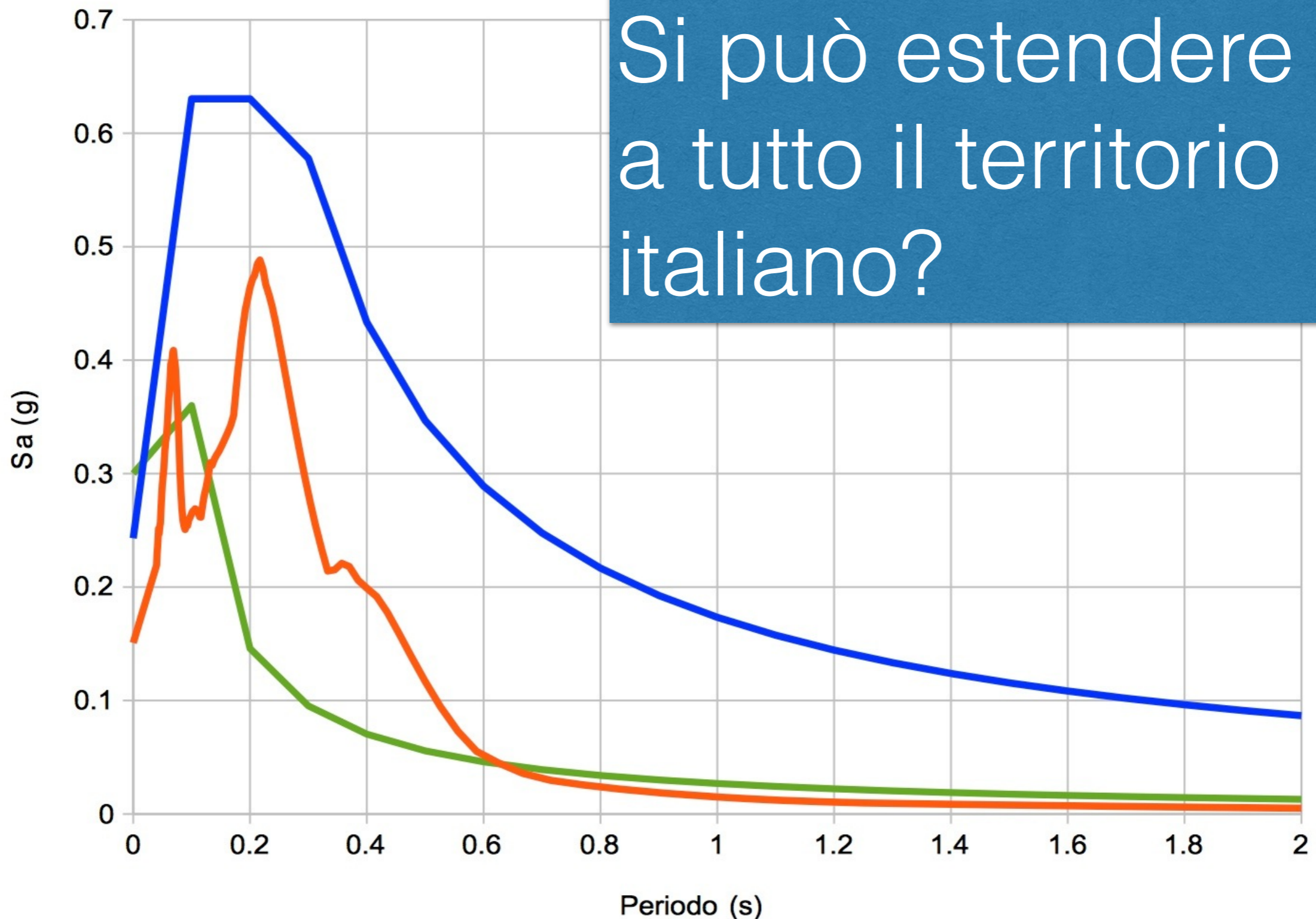
Predisposizione web page informativa al pubblico

[www.sismicitaindotta.it](http://www.sismicitaindotta.it)

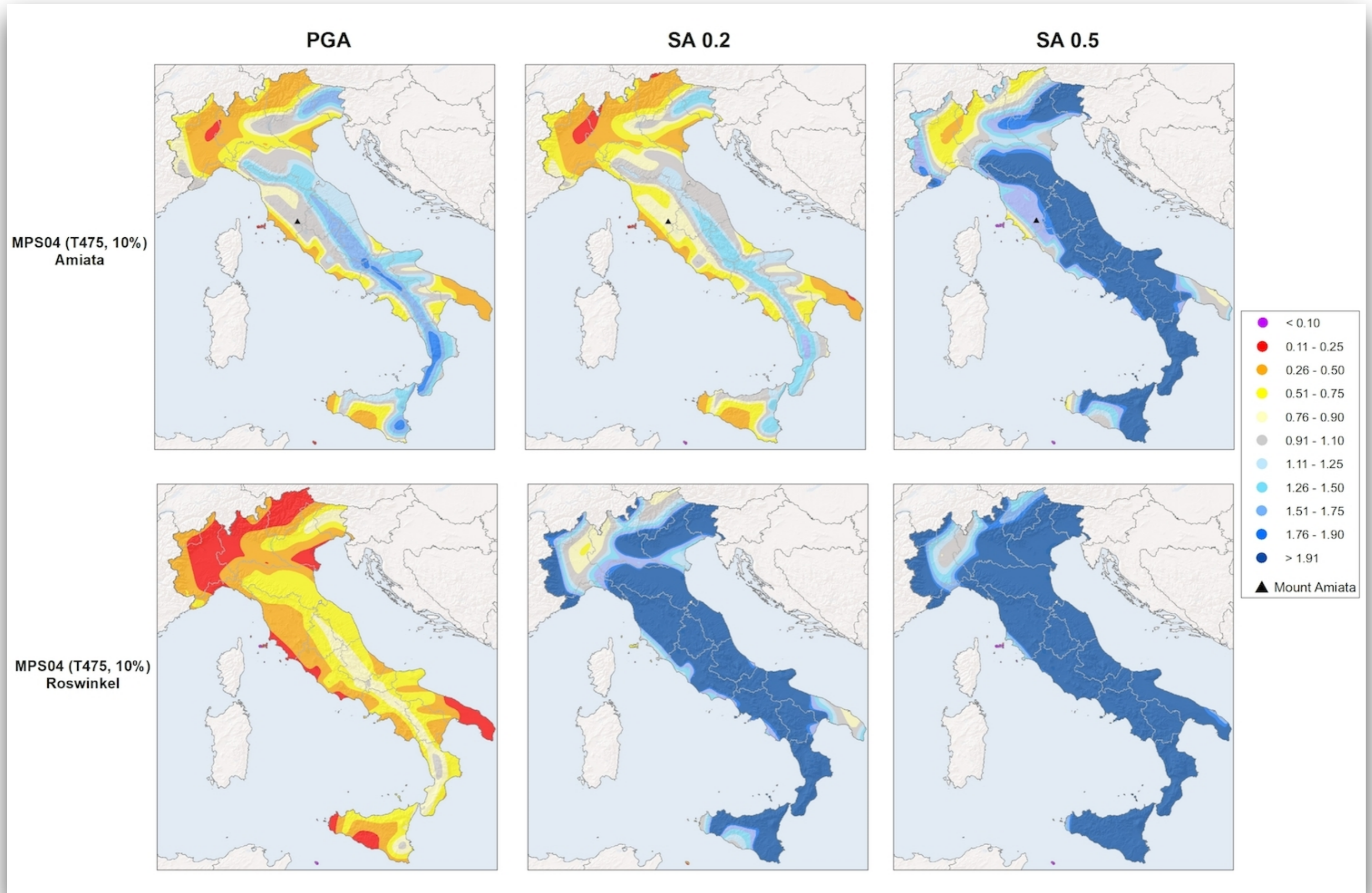
Prime stime di rischio sismico da eventi indotti









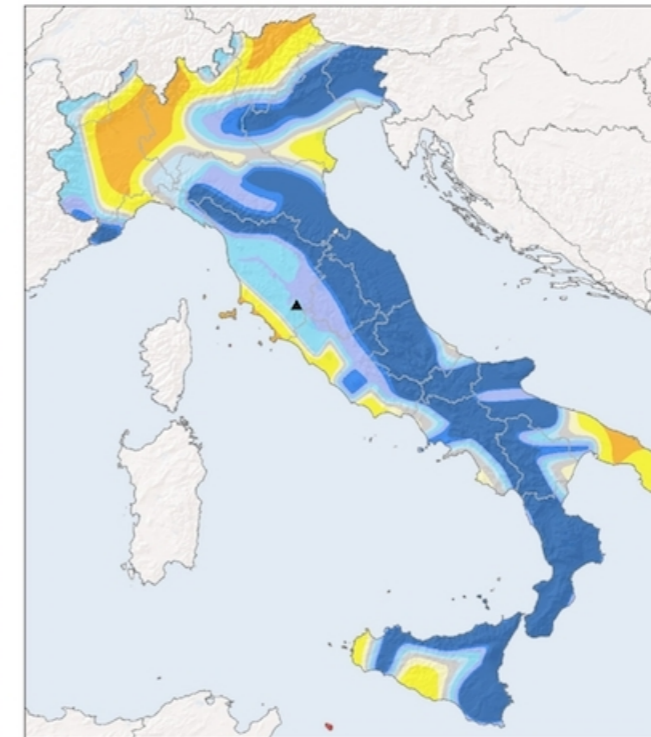
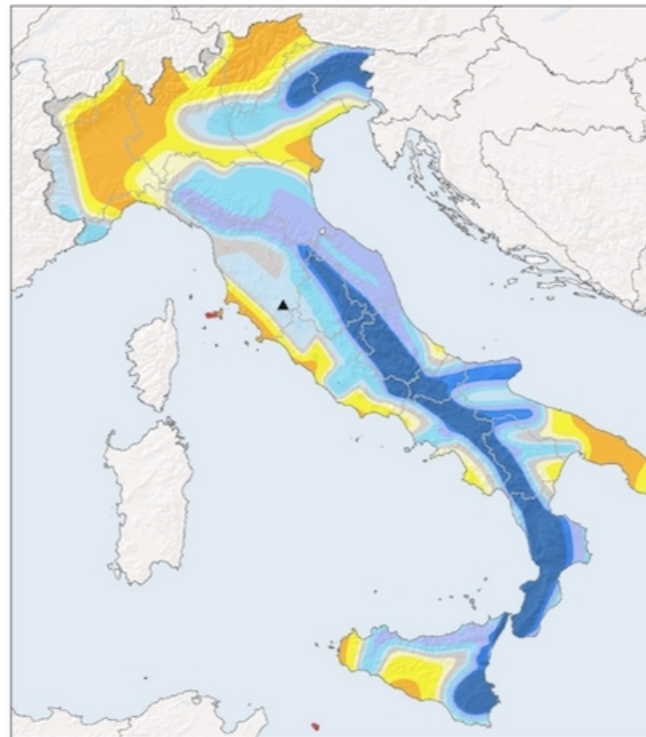
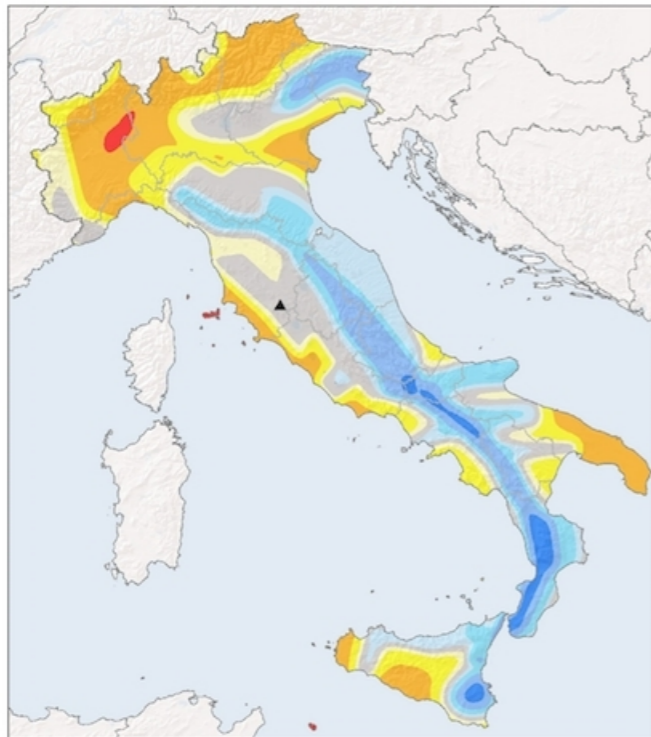


MPS04 (T475, 10%)/Amiata

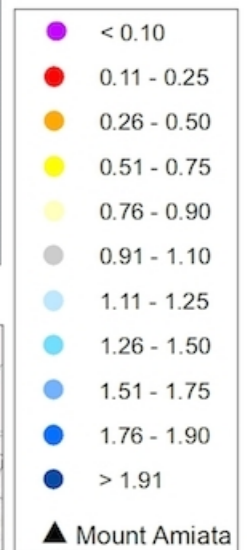
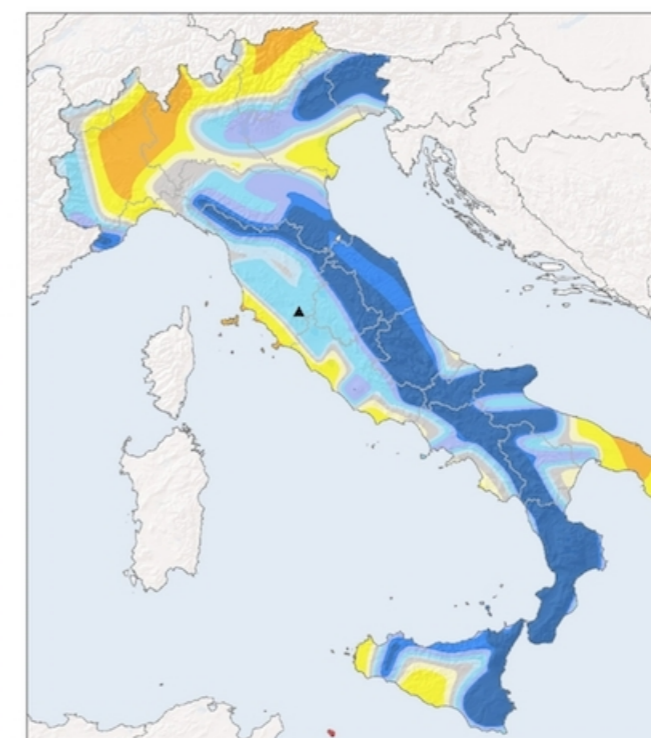
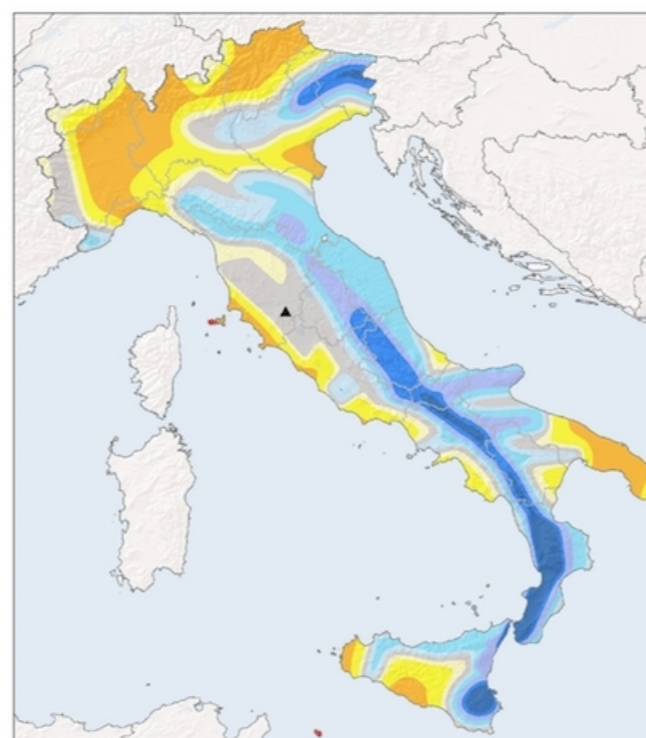
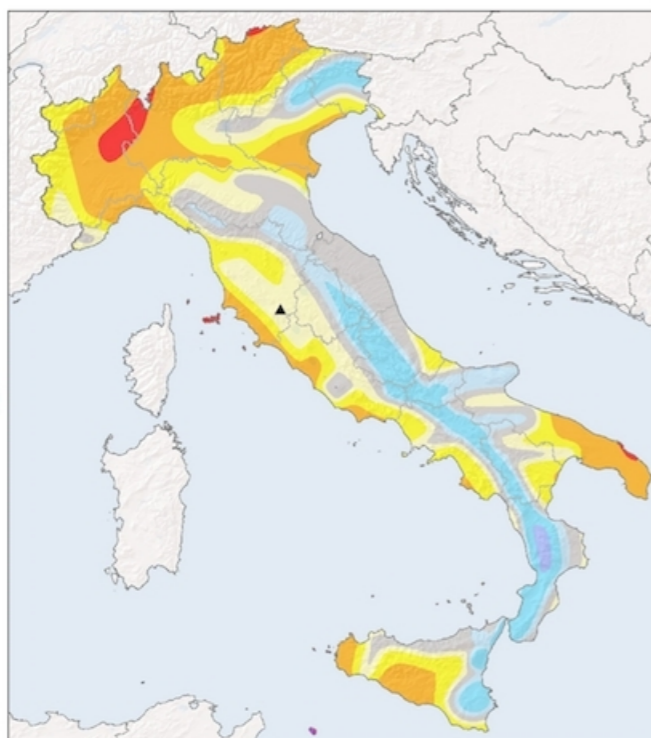
MPS04 (T975, 5%)/Amiata

MPS04 (T2475, 2%)/Amiata

PGA



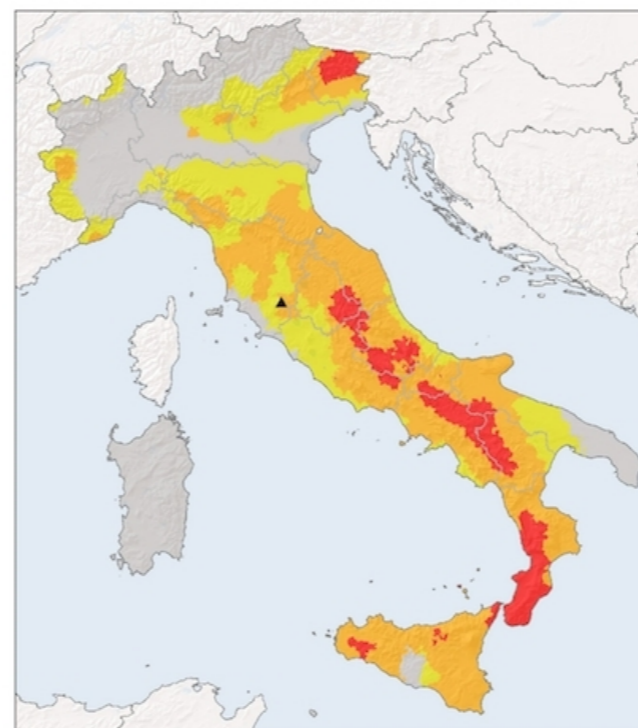
SA 0.2



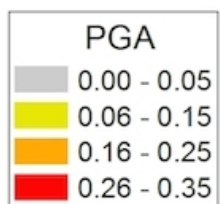
PGA (MLP 1984)



PGA OPCM (3274/2003)



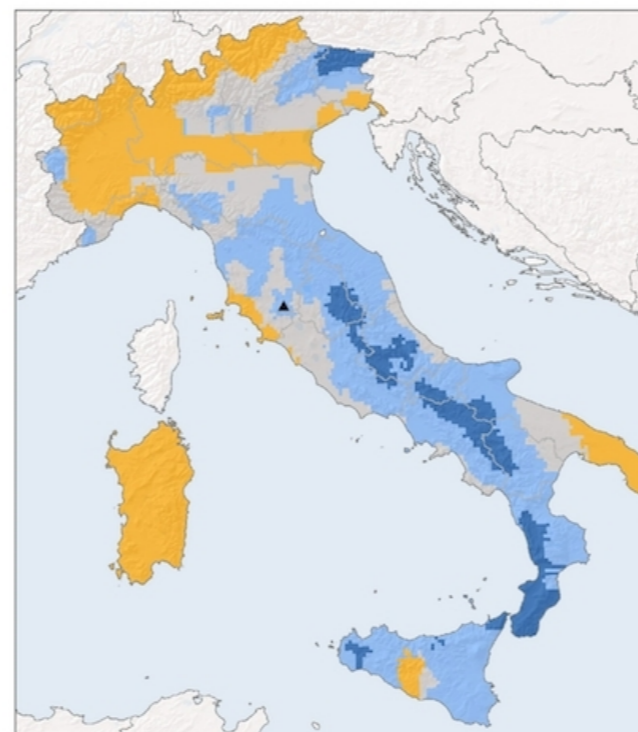
PGA MPS04 - T 475



PGA MLP 1984/Amiata



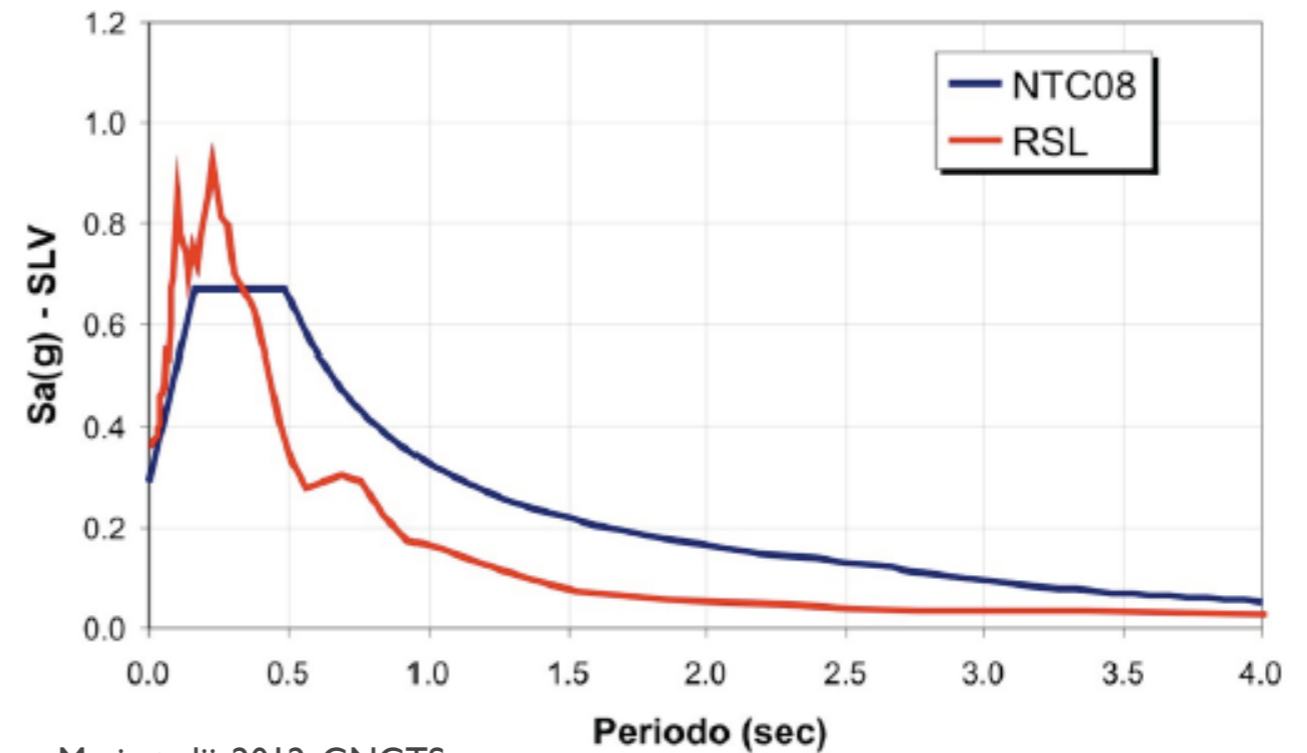
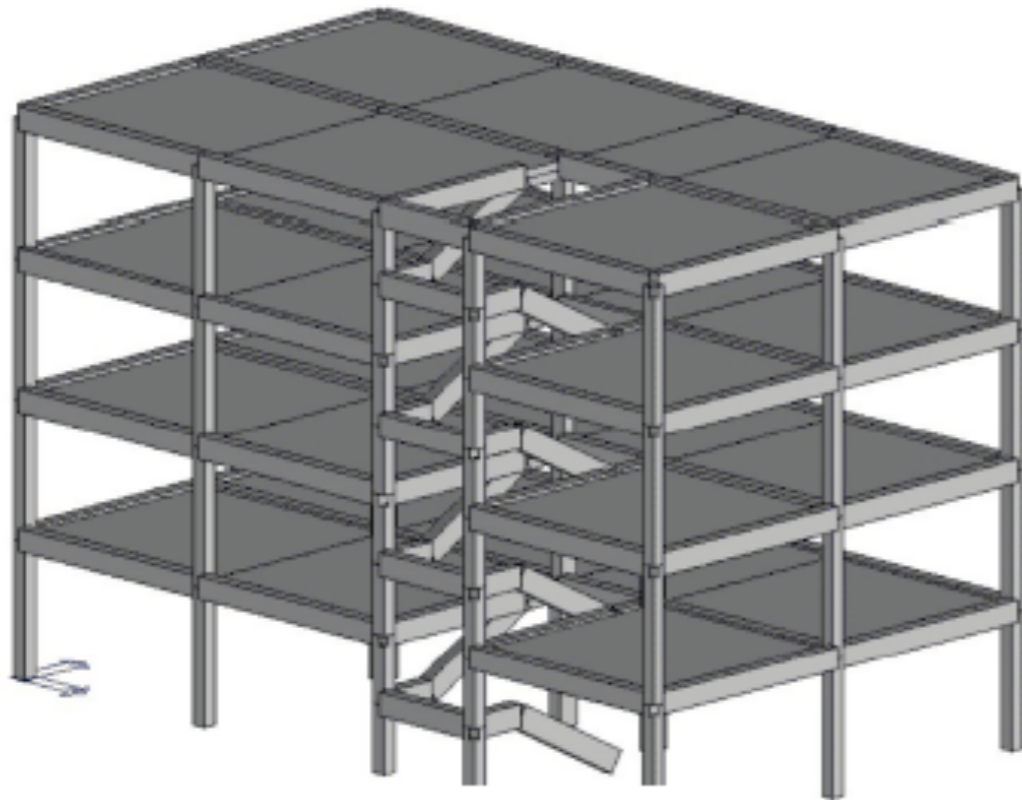
PGA OPCM 2003/Amiata



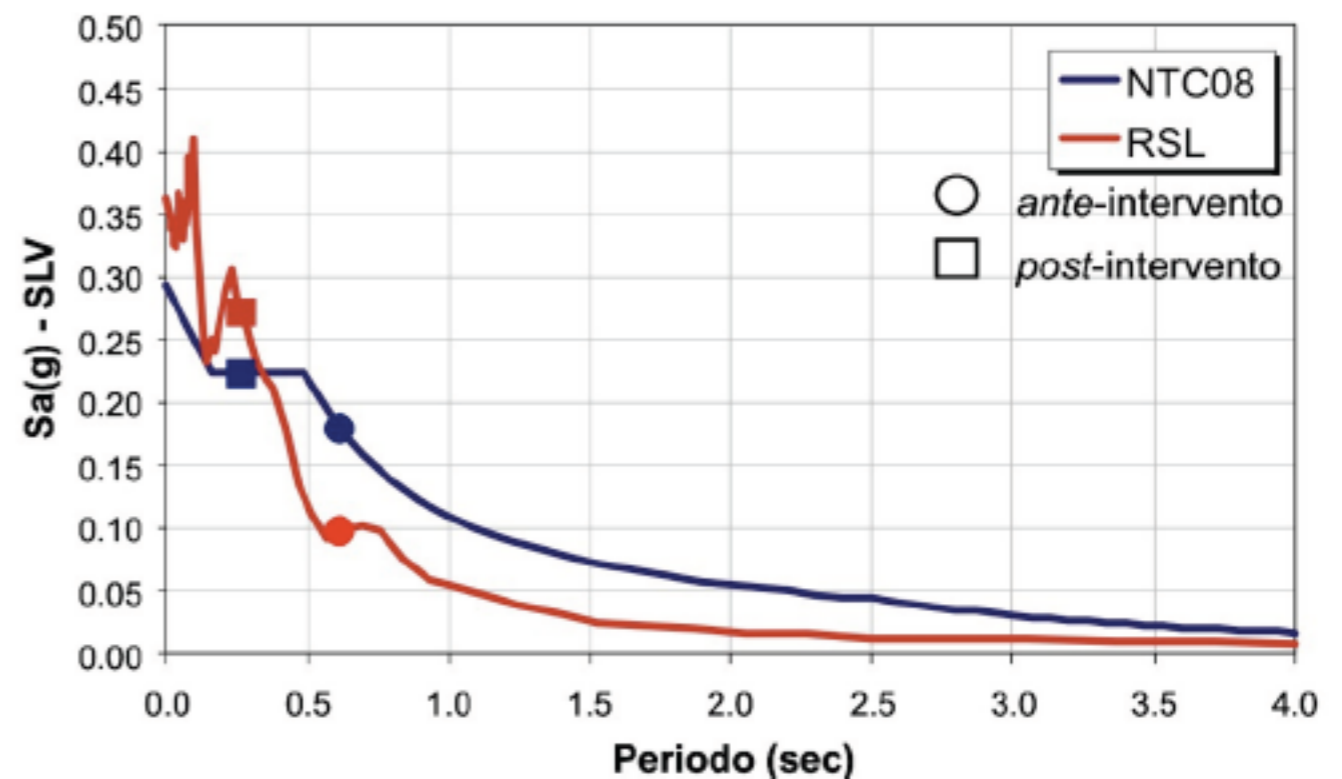
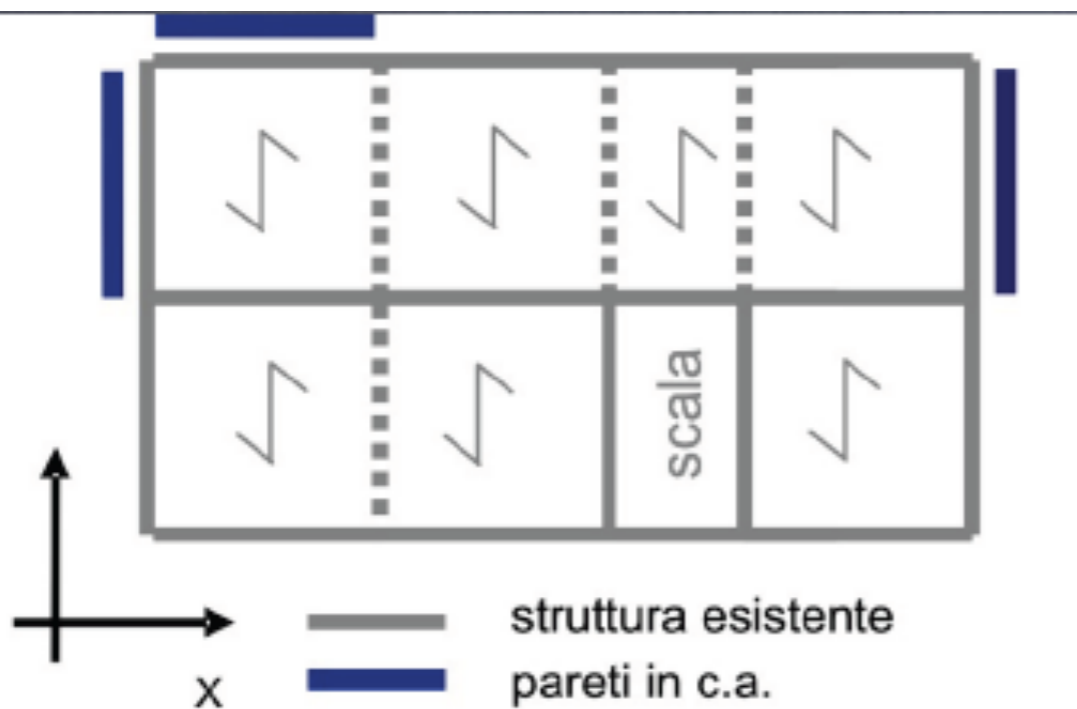
PGA MPS04/Amiata



## Dalla pericolosità al rischio...



Masi et alii, 2012, GNGTS





## Conclusioni

Le operazioni di monitoraggio dovrebbero aiutare i gestori di impianti ad evitare evoluzioni della sismicità indotta verso eventi potenzialmente dannosi

Durante l'esame di VIA di impianti od opere potenzialmente in grado di generare sismicità indotta andrebbe ipotizzata la magnitudo massima di quest'ultima e si dovrebbero porre in atto confronti tra le forme spettrali di normativa e quelle di eventi indotti.

Il lavoro proseguirà fino a Maggio 2015 nel progetto DPC-INGV S2 T7