



# Terremoti: tra scienza, previsione e prevenzione

Prof. Giovanni Grieco

Università degli Studi  
di Milano

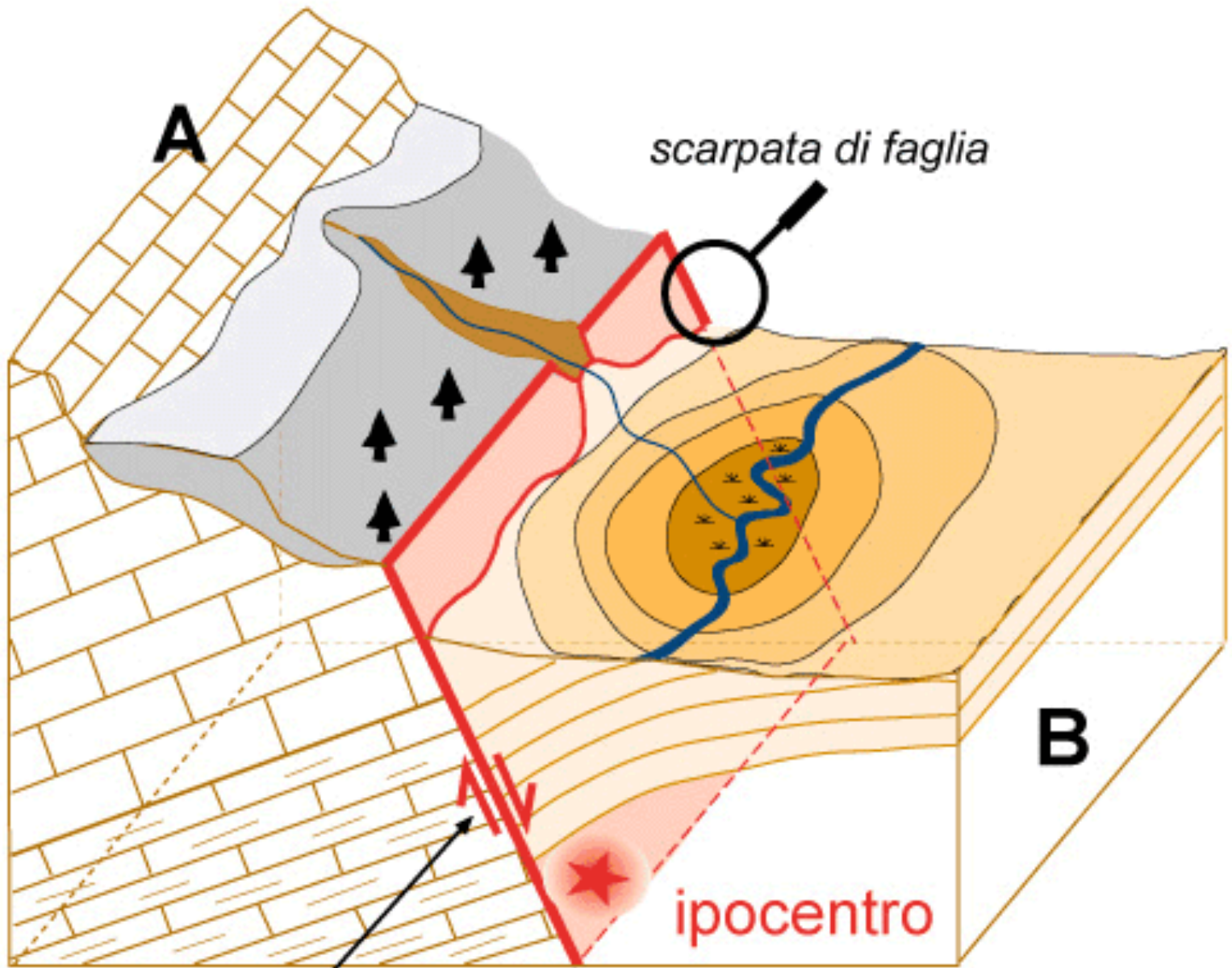


**Il paese di Accumoli prima e dopo il terremoto del 24-08-2016**

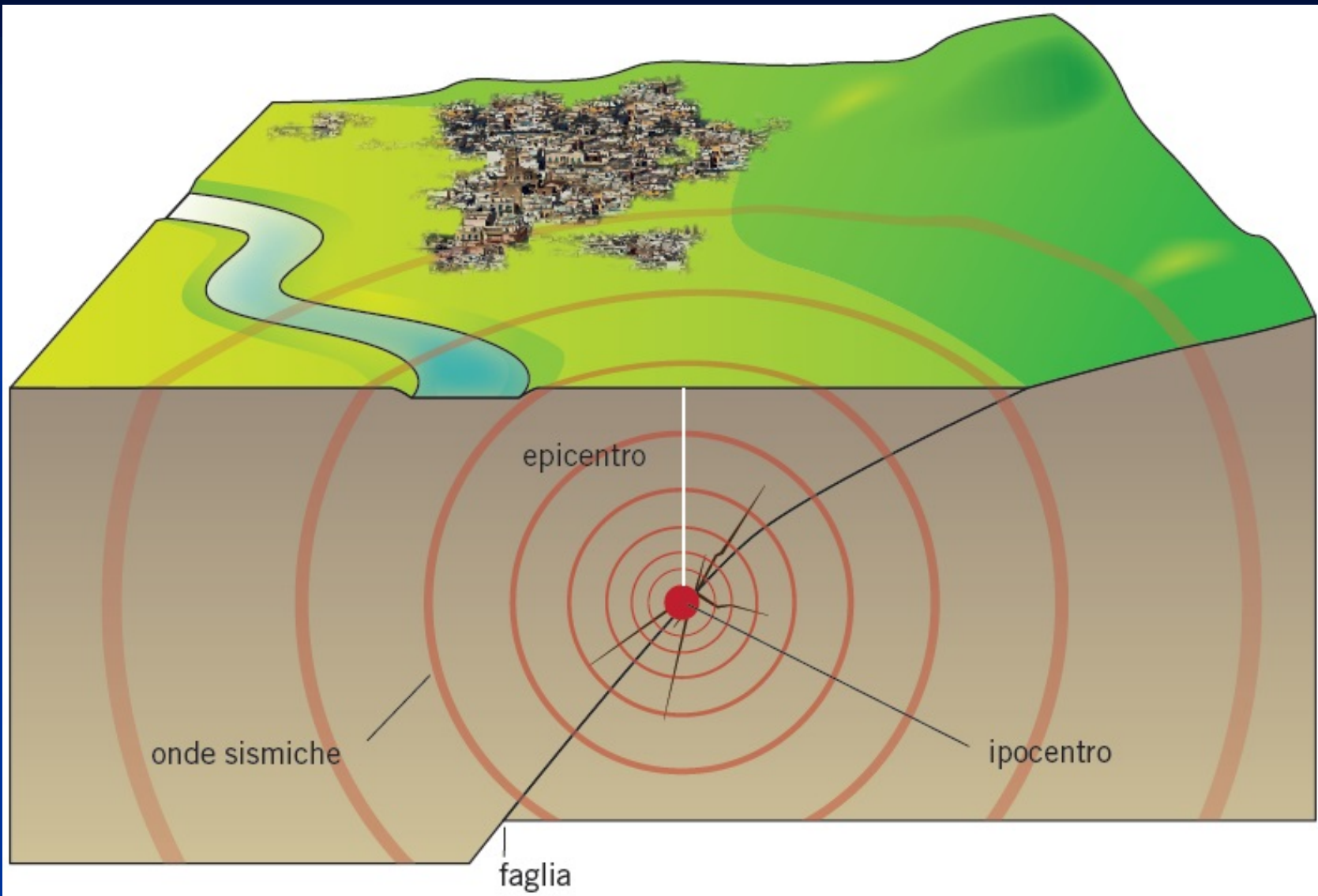
## *I terremoti possono essere causati da:*

1. *Attività vulcanica*: può essere accompagnata o preceduta da sismi causati da eruzioni vulcaniche esplosive o da crolli di edifici vulcanici con formazione di caldere
2. *Cause tettoniche*: in presenza di faglie localizzate a diverse profondità, legate a fenomeni locali o a grande scala (tettonica delle placche). Le faglie fratturano la litosfera e lungo questi piani di taglio le rocce vengono sottoposte a tensione; in esse si accumula energia elastica, la tensione aumenta fino a quando la resistenza per attrito viene superata e a questo punto si ha la rottura
3. *Cause locali*: sismi causati da crolli sotterranei e frane
4. *Cause antropiche*: sismi prodotti dall'assestamento dovuto a riempimenti di grandi invasi artificiali oppure all'immissione o alla sottrazione di fluidi nel sottosuolo



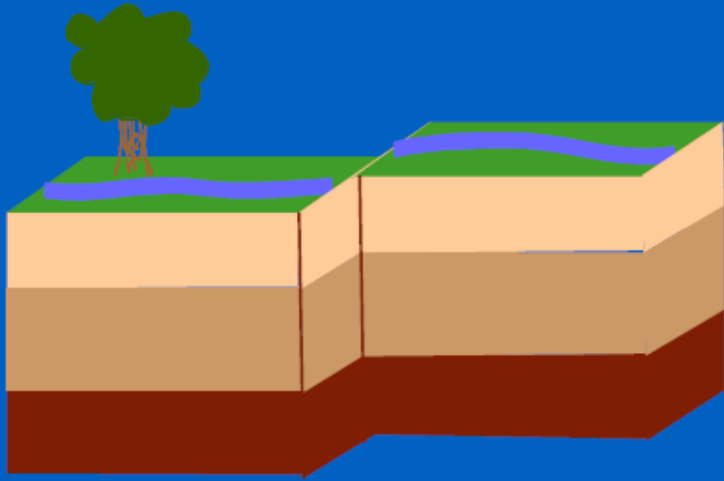


scorrimento sul piano: dislocazione

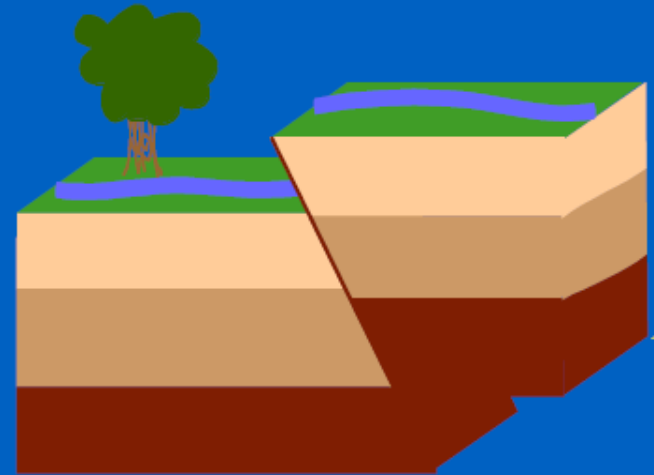




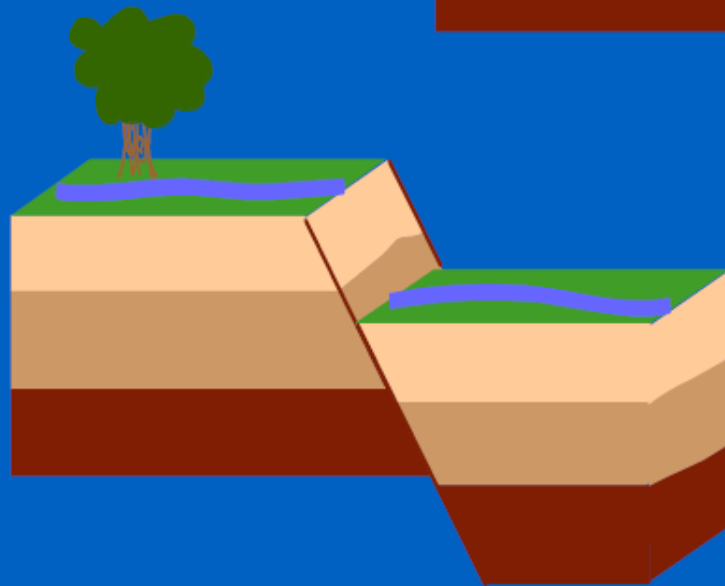
# Three Types of Faults



Strike-Slip



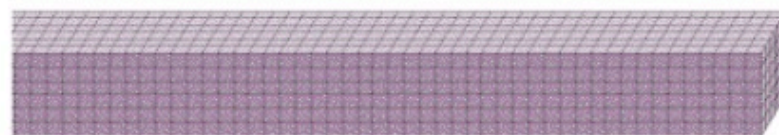
Thrust



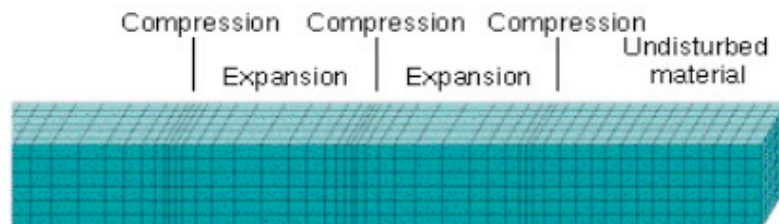
Normal

# Seismic Waves

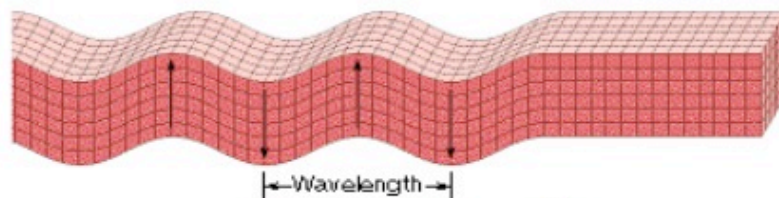
## Seismic Waves



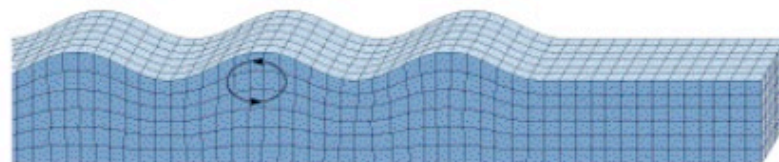
(a) Undisturbed material



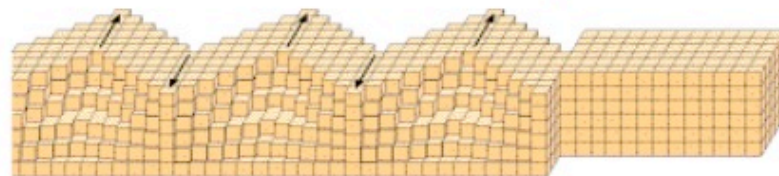
(b) Primary wave



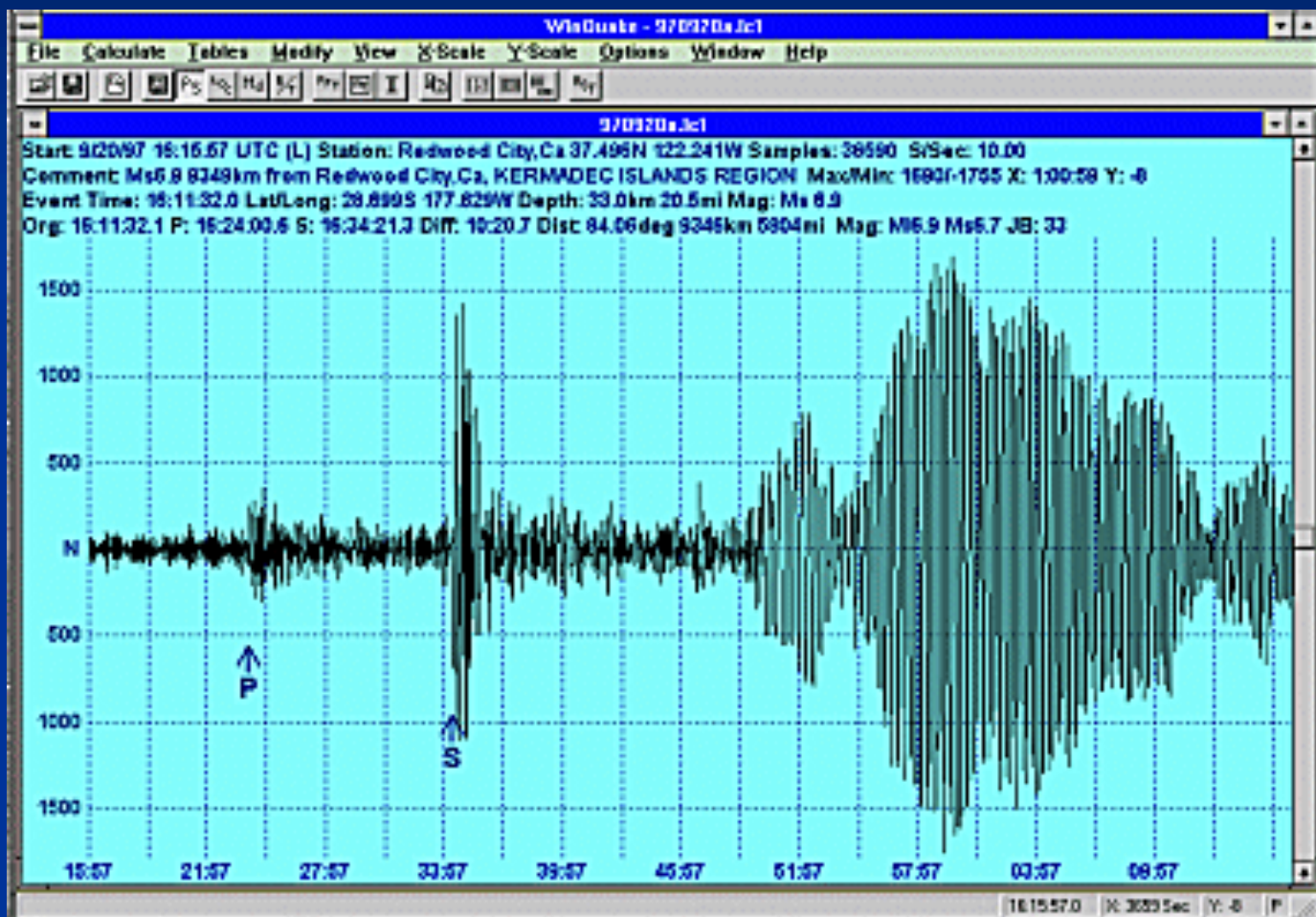
(c) Secondary wave



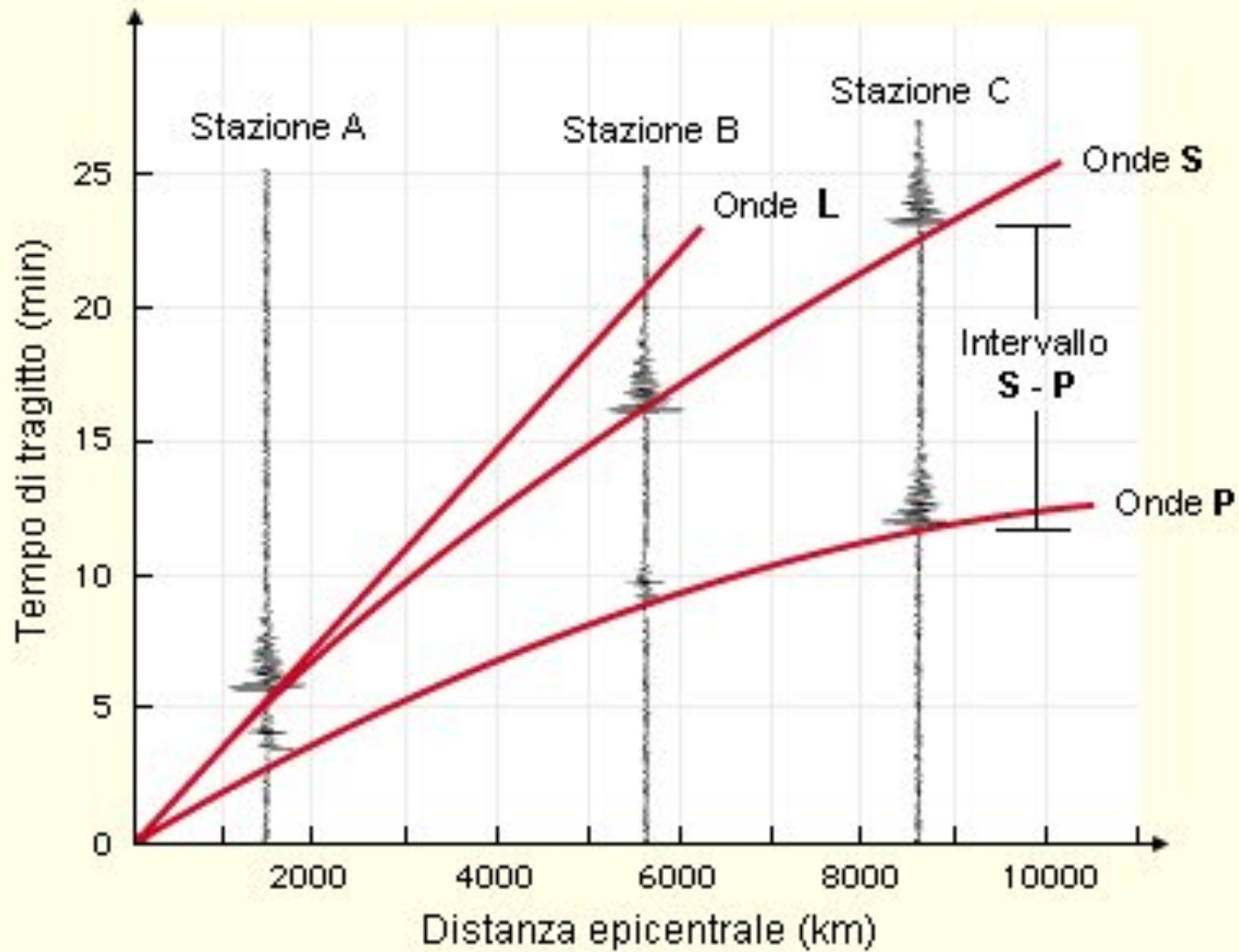
(d) Rayleigh wave



(e) Love wave



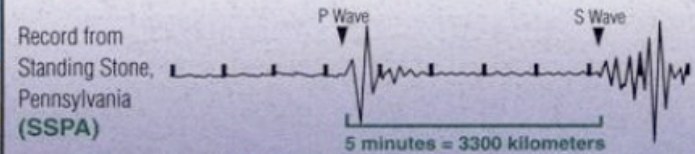
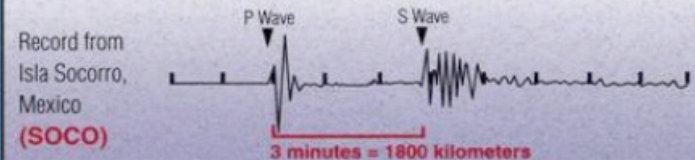
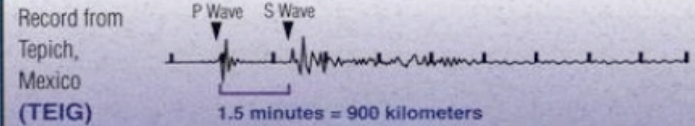




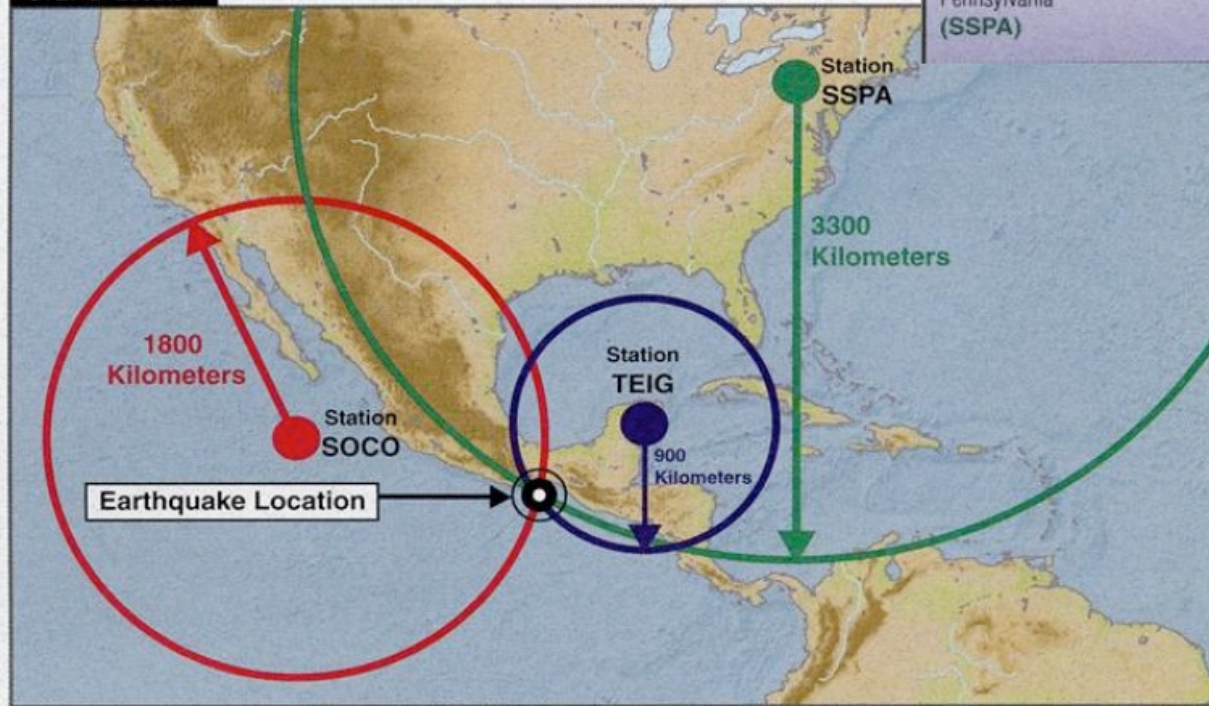
# Locating the Epicenter

- Travel Time and earth structure
- Velocity Models
- Refracted and Reflected Phases

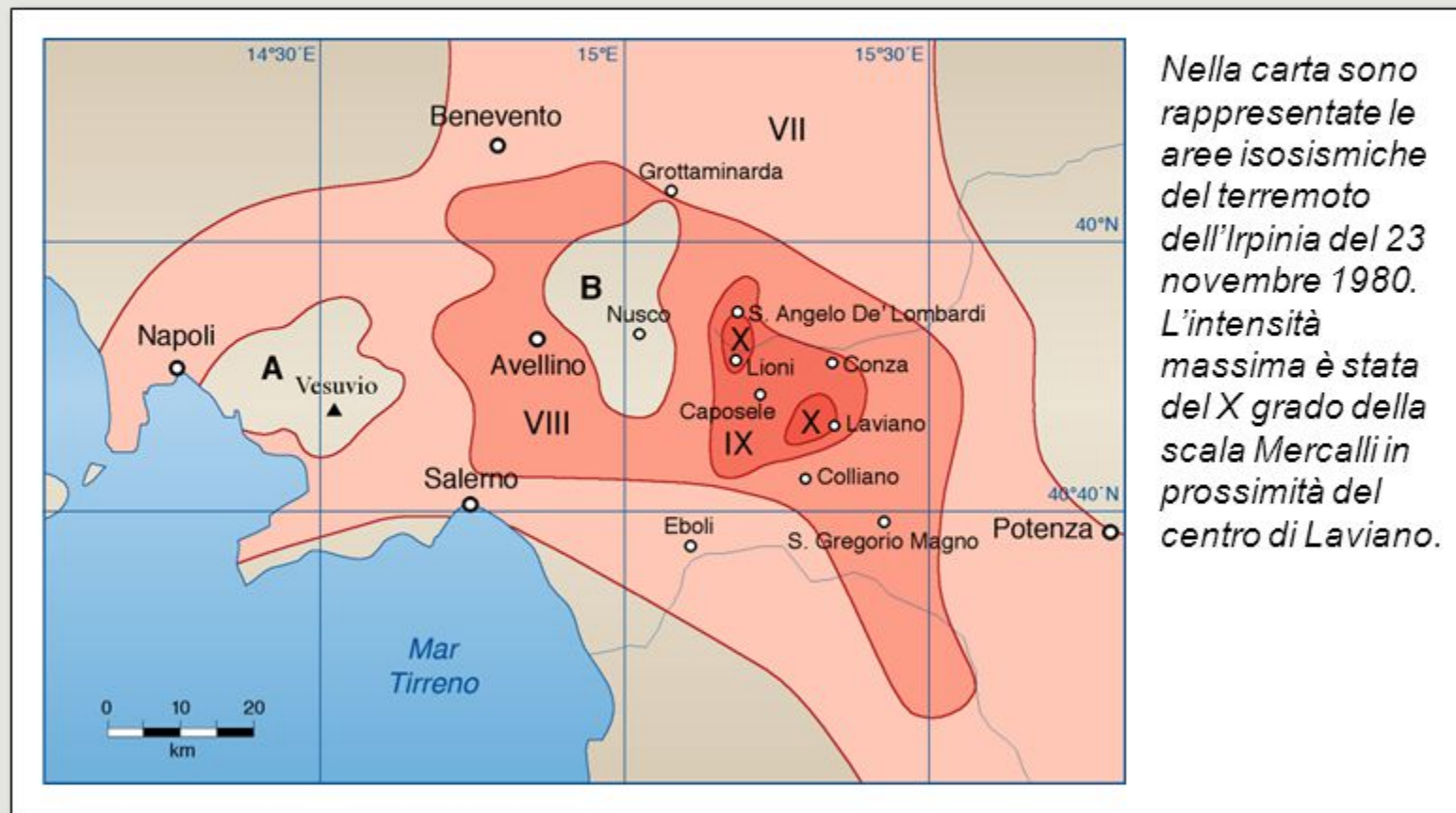
## STEP 1: Measure



## STEP 2: Locate



## §8.6 Intensità dei fenomeni sismici

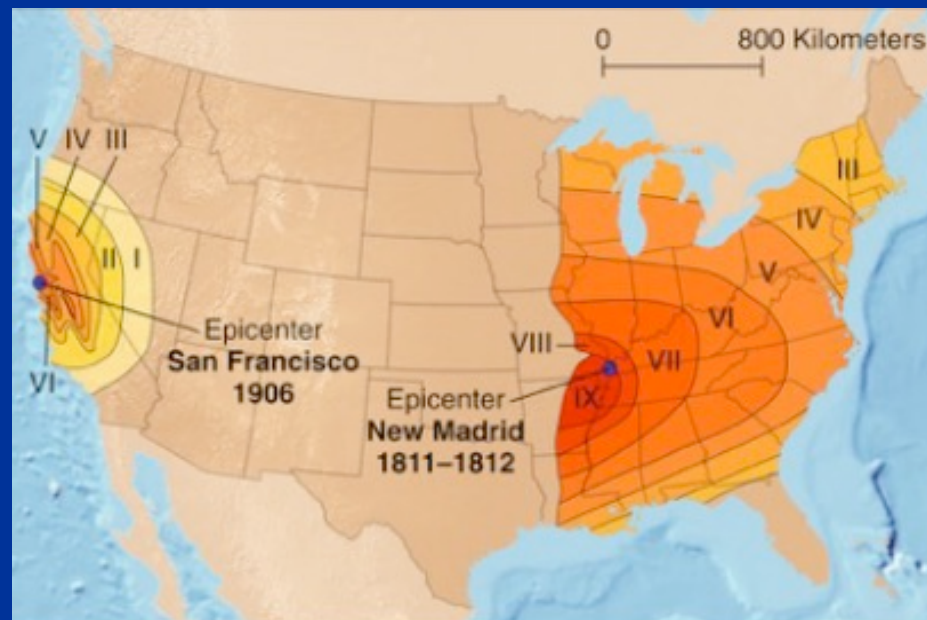




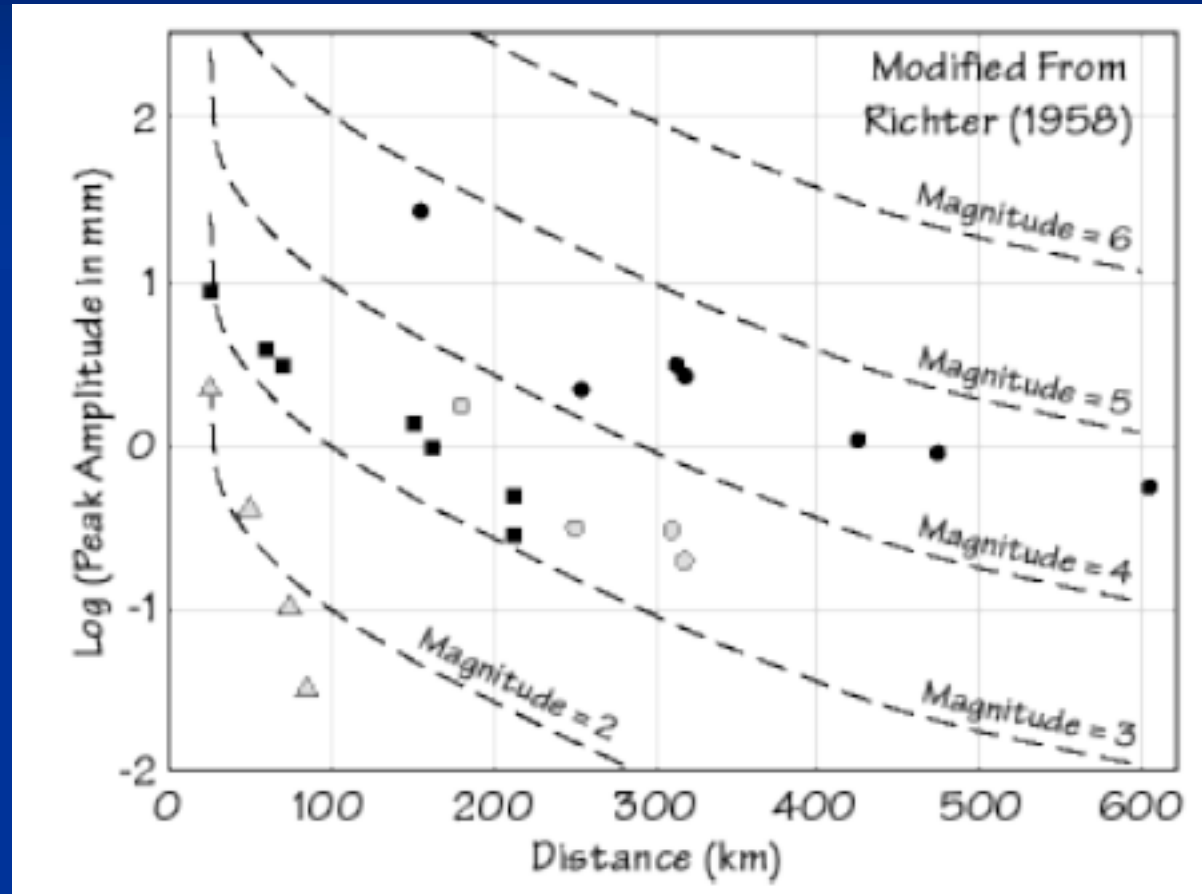
**IX grado. Distruttivo:** circa la metà delle case in pietra sono seriamente distrutte, molte crollano, la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaiatura sono divelte dalle proprie fondamenta e compresse su se stesse, in tal modo vengono tranciate le travi di supporto degli ambienti ed in presenza di tali circostanze esse contribuiscono a distruggere considerevolmente le case.

**X grado. Completamente distruttivo:** gravissima distruzione di circa i 3/4 degli edifici; crolla la maggior parte delle costruzioni. Perfino solidi edifici di legno e ponti ben costruiti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe ecc., chi più chi meno, sono danneggiati in maniera considerevole; i binari vengono leggermente piegati e le tubature (gas, acqua e scarichi) subiscono troncamenti, rotture e schiacciamenti. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per la pressione nel suolo si creano ampi corrugamenti ondulati.

In terreni meno compatti e specialmente in quelli umidi si creano spaccature dell'ampiezza di più decimetri; in particolar modo si notano parallelamente ai corsi d'acqua fenditure che raggiungono larghezze fino a un metro. Non solo dai pendii scivola il terreno più franoso, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e dalle coste scoscese; sulle rive basse e piatte si verificano spostamenti di masse sabbiose e fangose; ciononostante il rilievo del terreno non subisce cambiamenti essenziali. Spesso i pozzi variano il livello dell'acqua. Da fiumi, canali, laghi, ecc. le acque vengono spinte contro le rispettive sponde.



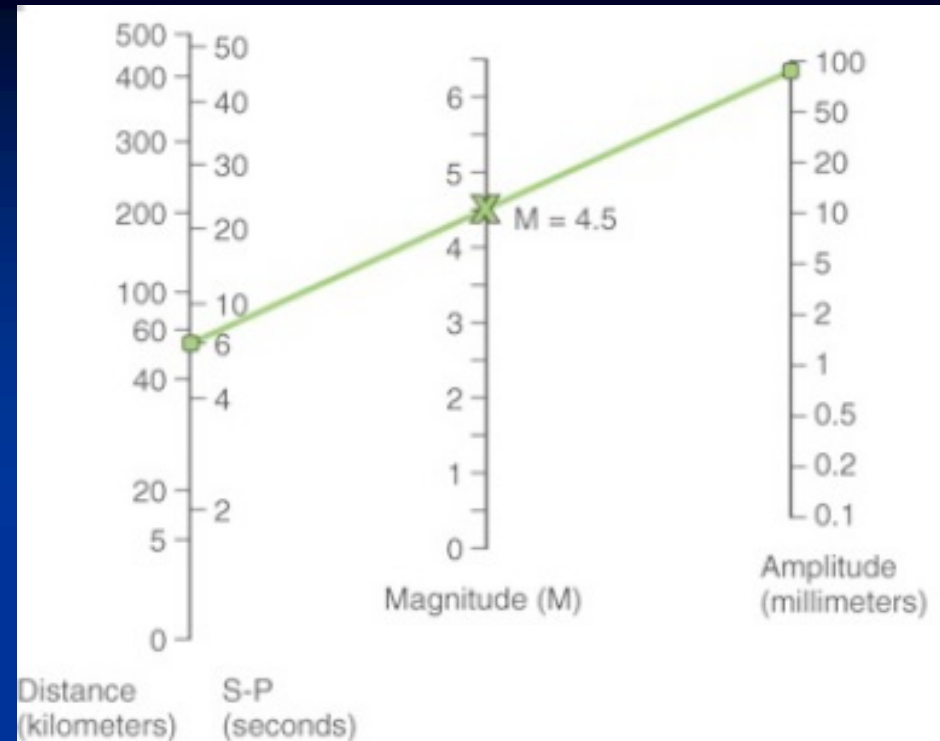
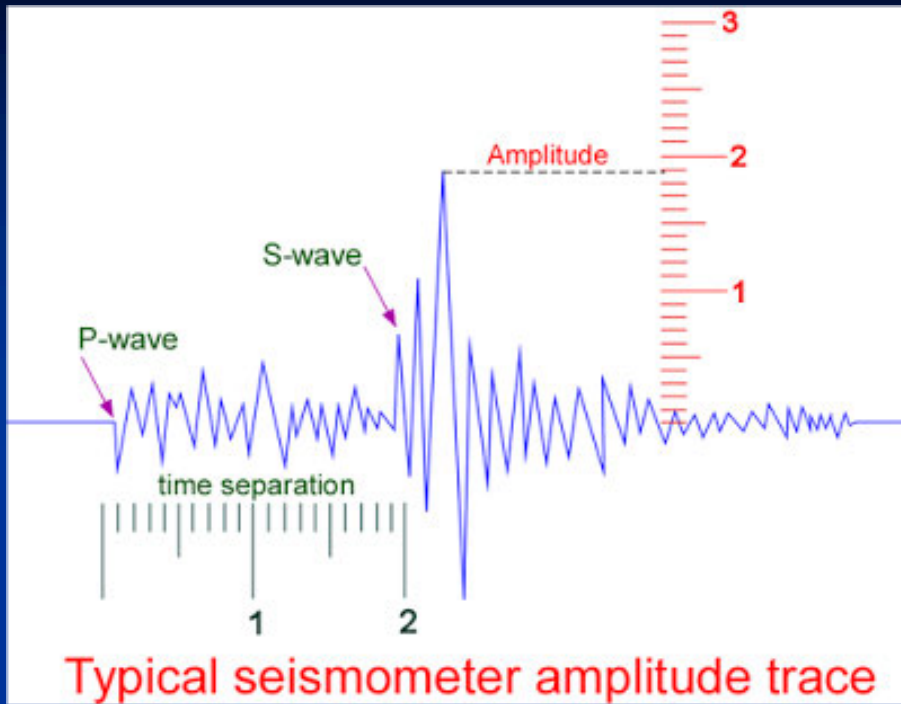
# Magnitudo Richter o locale ( $M_L$ )



$$M = \log_{10} \left( \frac{A}{A_0} \right)$$

$$M_L = \log(A/A_0) = \log A - 2.48 + 2.76\Delta.$$

# Sismometro Wood-Anderson



- Valido solo per la California
- Valido per un solo tipo di sismometro
- Dipende dal modello geologico del sottosuolo



$$M = \log\left(\frac{A}{T}\right) + f(\Delta, h) + C_r + C_s$$

M seismic magnitude

A amplitude

T period

f correction for distance and depth

$C_s$  correction for site

$C_r$  correction for source region

$M_L$  Local magnitude

$m_b$  body-wave magnitude (1s)

$M_s$  surface wave magnitude (20s)

- Le correzioni dipendono dal modello geologico
- I terremoti profondi producono meno onde di superficie (sottostimati usando  $M_s$ )
- I terremoti possono avere diversa durata a parità di ampiezza massima

**SEISMIC MOMENT  $M_0$  =  
fault area \* slip \* rigidity  
(dyn-cm)**

**MOMENT MAGNITUDE  $M_w$  =  
 $\log M_0 / 1.5 - 10.73$**

# Magnitude <energy>

- Compares logarithmic of amplitude with distance from epicenter
- Types depending on instrumentation:

Name	Description	Period (s)
Ml	Local Magnitude	0.1 – 1.0 Wood-Anderson type seismograph
Mb	Body Magnitude	1.0 – 5.0
<b>Ms</b>	<b>Surface Magnitude</b>	20
Mw	Moment Magnitude	> 200



- There are different types of magnitude depending on type of seismograph used:  $M_L$ ,  $m_b$ ,  $M_s$ ,  $M_w$ ,  $M_{wp}$ , etc.
- Magnitude scale is open ended (no limit)

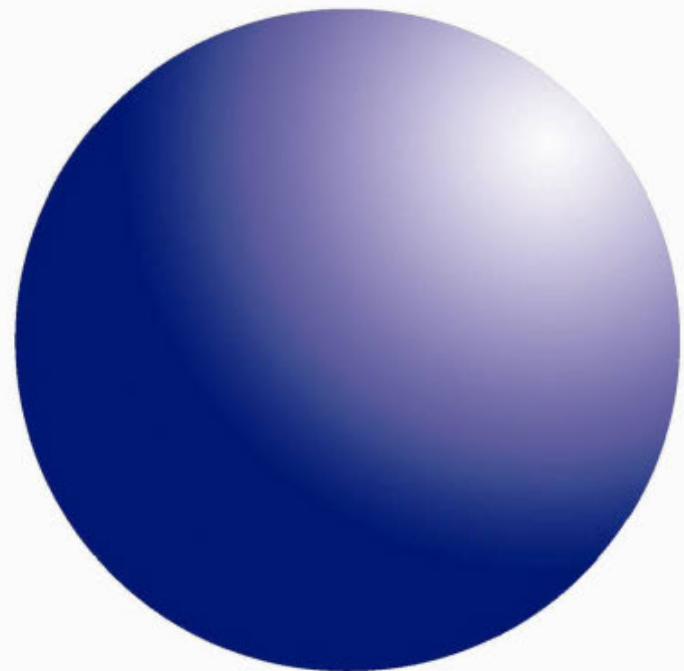
**Magnitude**

5.0

6.0

7.0

**Energy  
Released**

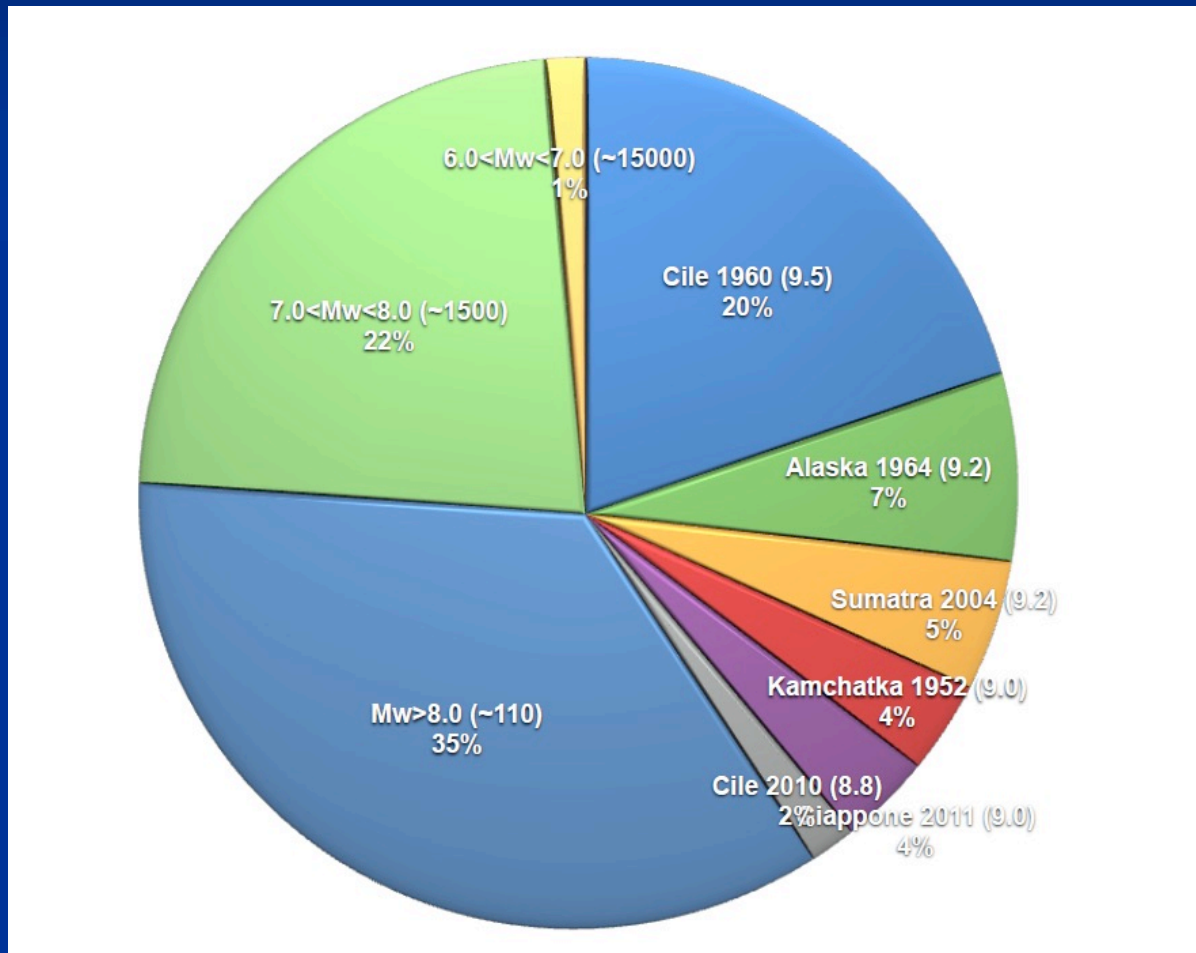


**Amount of Energy Released during an Earthquake  
is approximately 32 times higher**



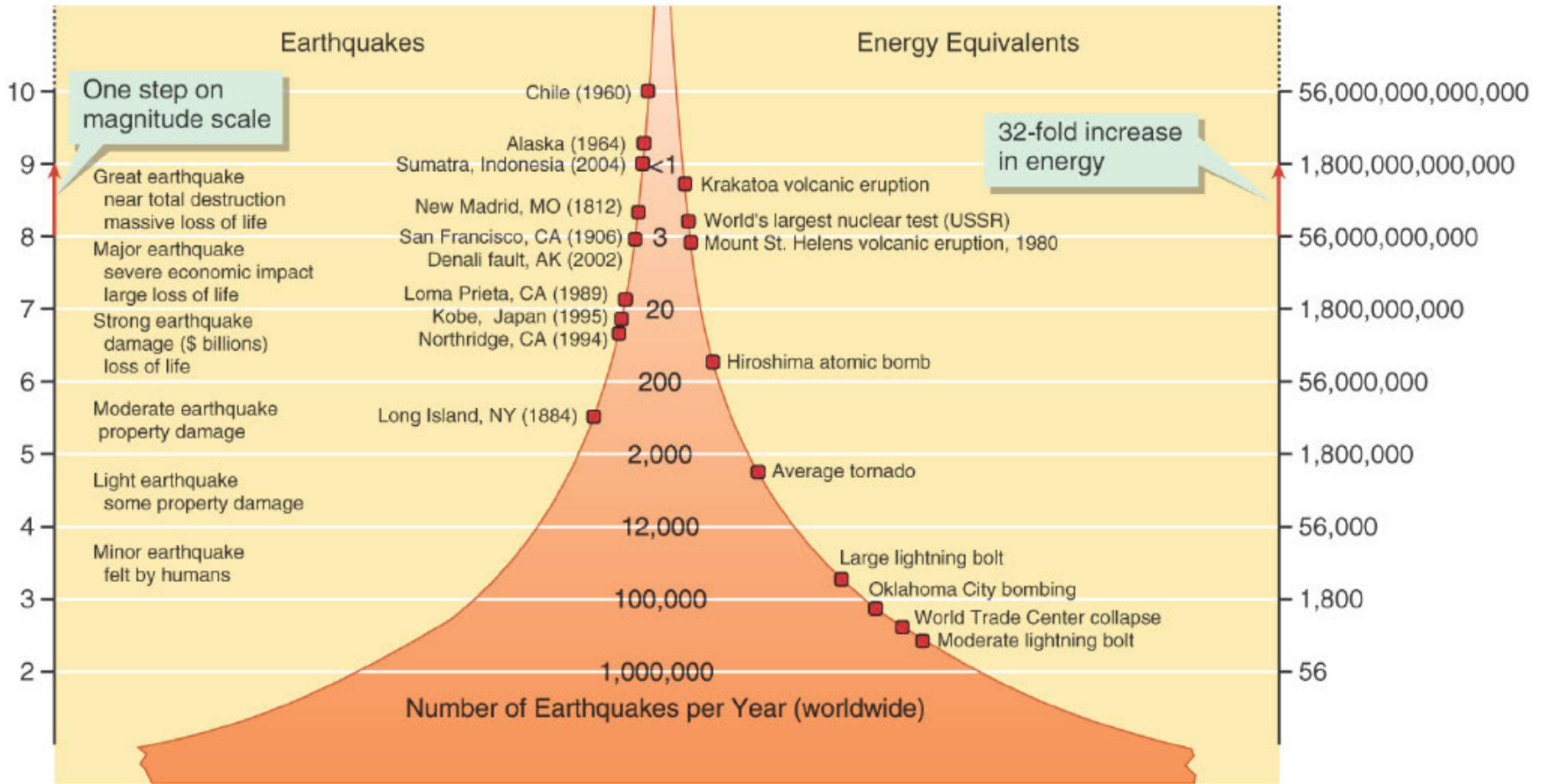
Richter Magnitude (M)	Approximate TNT for Seismic Energy Yield	Example
<b>0.5</b>	<b>5.6 kg (12.4 lb)</b>	<b>large Hand grenade</b>
1.0	32 kg (70 lb)	Construction site blast
<b>4.0</b>	<b>1 kiloton</b>	<b>Small atomic bomb</b>
<b>5.0</b>	<b>32 kiloton</b>	<b>Nagasaki atomic bomb</b>
<b>7.8</b>	<b>1 gigaton</b>	<b>1990 Baguio (Luzon) earthquake (67,000x hiroshima)</b>
<b>9.3</b>	<b>32 gigatons</b>	<b>2004 Indian Ocean earthquake</b>
9.5		1960 Chile earthquake (strongest recorded earthquake)
10.0	1 teraton	estimate for a 2 km rocky meteorite impacting at 25 km/s
<b>12.0</b>		<b>Catastrophic to whole earth</b>

# Energia rilasciata dai terremoti



Moment  
Magnitude

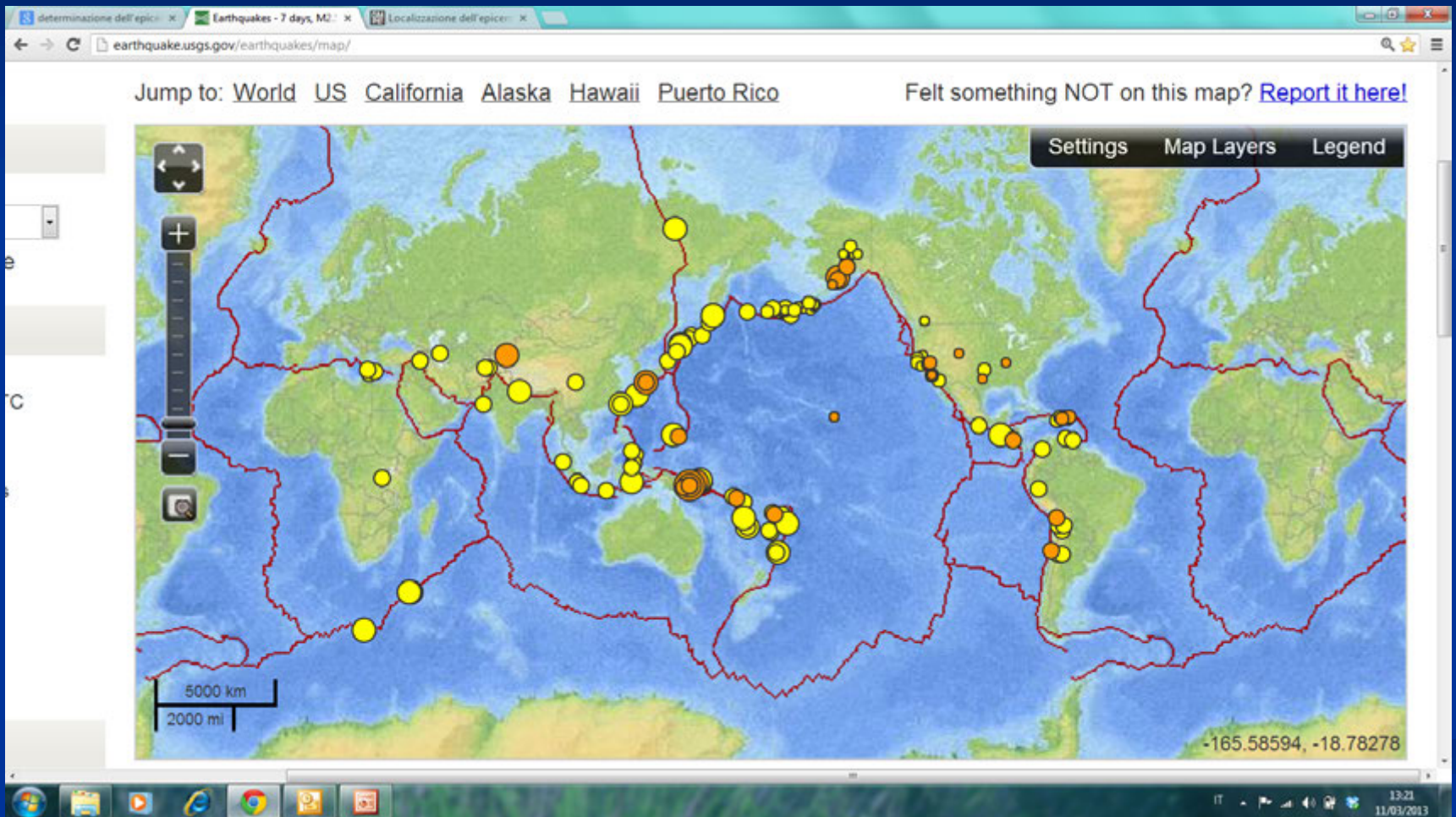
Energy Release  
(equivalent kilograms of explosive)



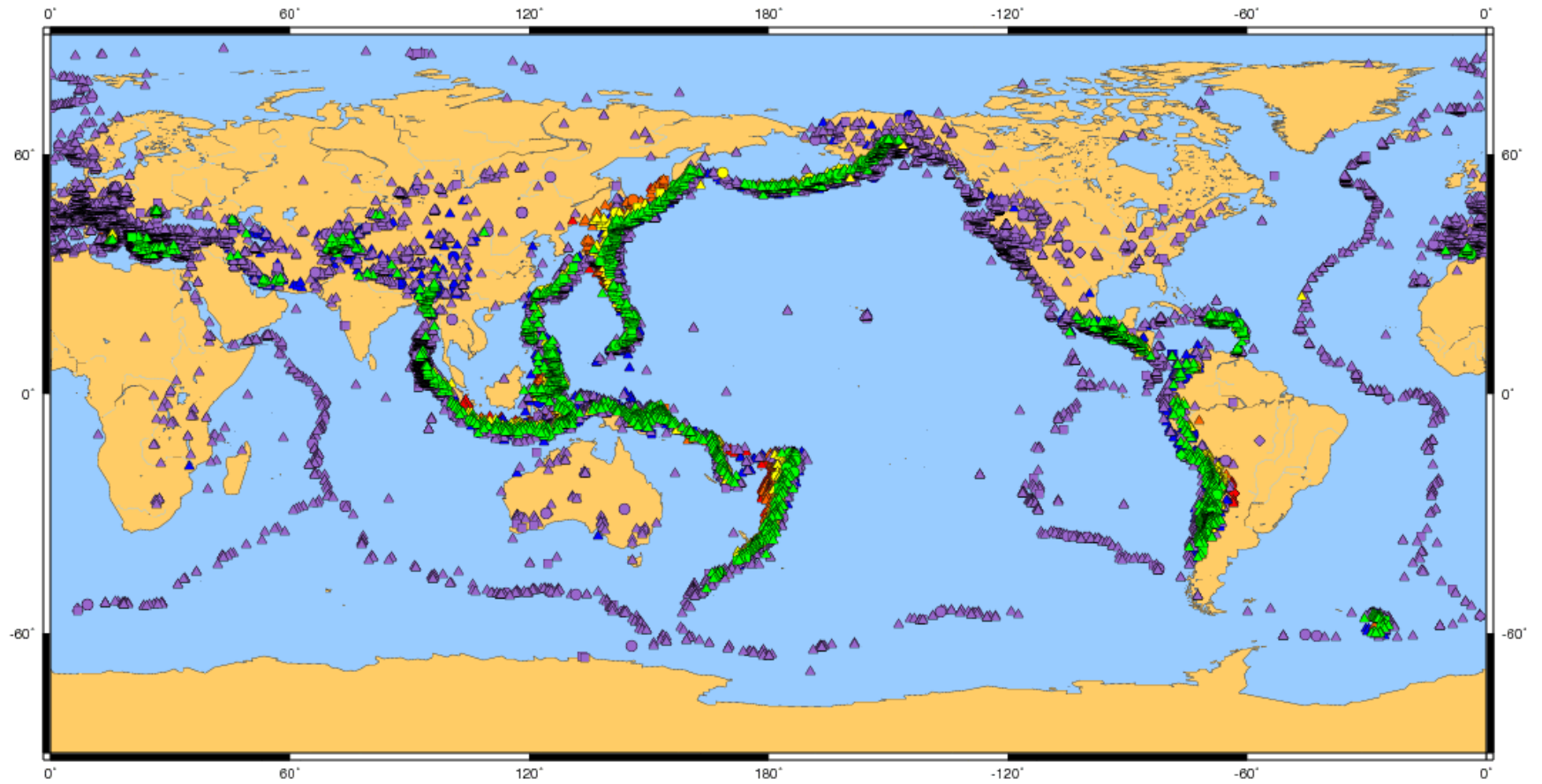
Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.



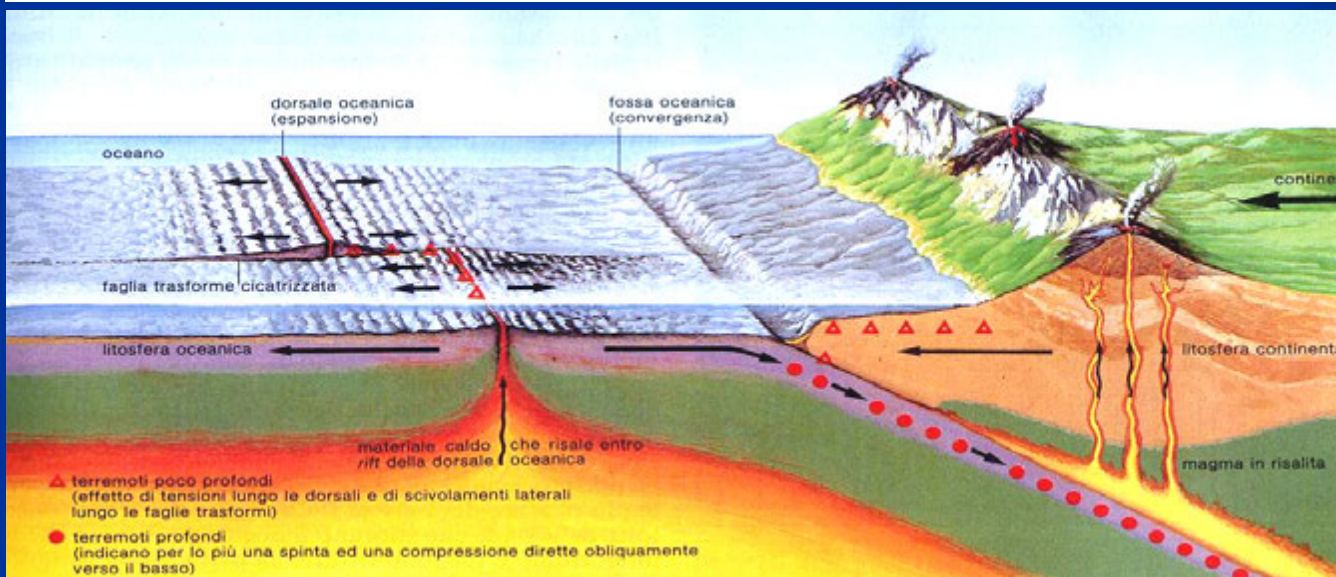
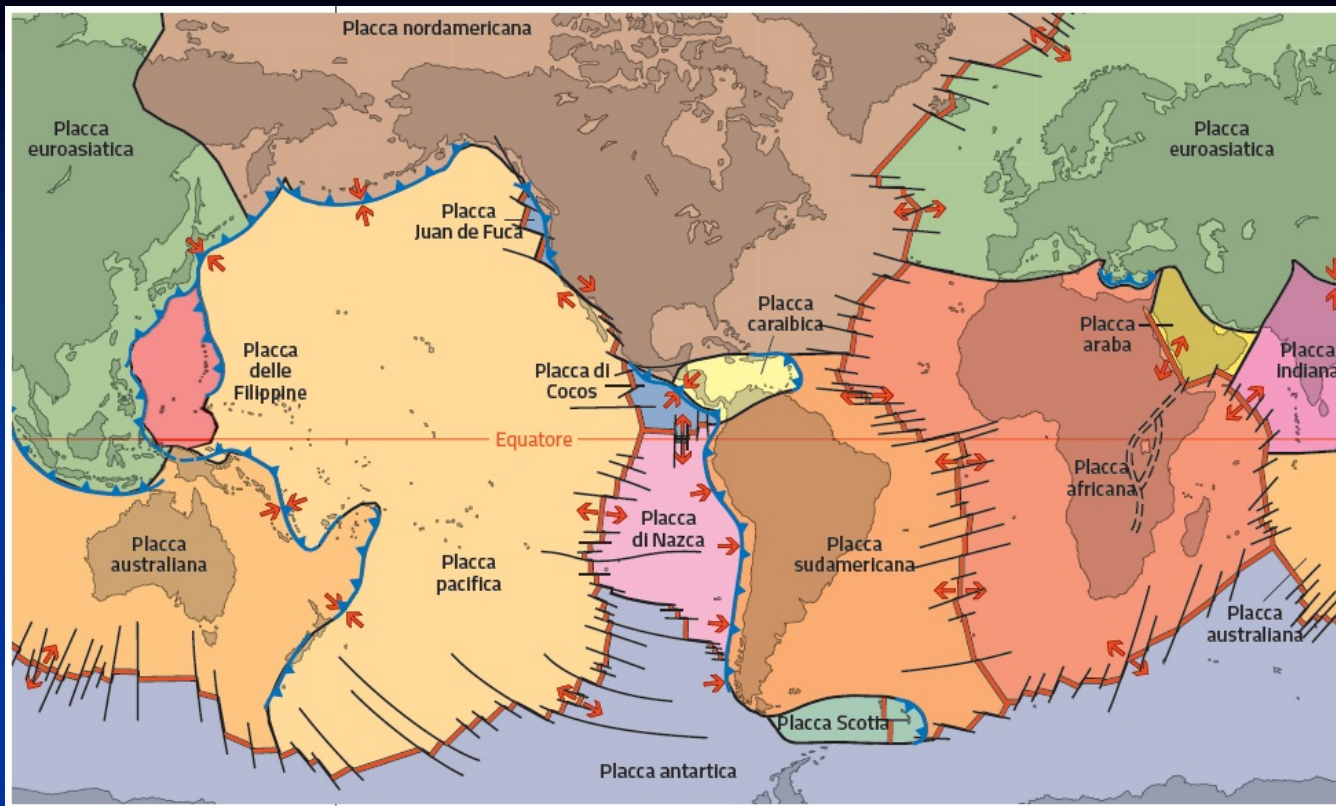
Terremoti con  $M > 3$  registrati in una settimana.



2004/03/24 to 2005/03/24











# European Seismic Hazard Map

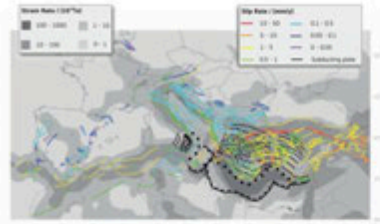
edited by D. Giardini, J. Woessner, and L. Danaciu, Swiss Seismological Service, ETH Zurich, August 2013

Europe has a long history of destructive earthquakes, and seismic risk can severely affect our modern society, as recently shown by the 2009 event (Turkey) and the 2011's major (Japan) events. Seismic hazard defines the likelihood of ground shaking associated with the occurrence of earthquakes. Assessing seismic hazard is the first step to evaluate seismic risk, the likelihood of damage and loss for the area of interest (depending on vulnerability factors such as the type, age and value of buildings and infrastructure, population density, and so on). High hazard areas not necessarily imply high risk. Frequent low magnitude events in high hazard but poorly populated areas, while moderate earthquakes in densely populated areas may create high risk.

The national program "Seismic Hazard Assessment in Europe (SHARE)" was established by the EU-RTD to allow the first ever complete, state-of-the-art hazard model, applying state-of-the-art (SOT) methods. SHARE contributes its results as a regional program to the Global Earthquake Model (GEM) program initiated by the Organisation for Economic Co-operation and Development.

The SHARE hazard results describe the potential shaking associated with future earthquakes in Europe and serve as input for mitigation actions such as seismic risk assessment and earthquake resistant design, ensuring stronger and multi-story buildings and critical infrastructures such as bridges or dams. Through contribution at the European level, these hazard results will help harmonize the new generation of national seismic hazard assessments and serve as a benchmark for the revision of the European seismic building code Eurocode 8. The data assembled by SHARE on earthquakes and faults will accelerate the generation of new scientific and technical knowledge to improve seismic hazard assessments in Europe.

## Active Faults in Euro-Mediterranean Region



The map shows active faults and subduction zones in the Euro-Mediterranean region compiled for the SHARE Euro-Mediterranean Database of Seismogenic Faults (DSF). Active faults are differentiated by color (from north-south) to show varying degrees of seismicity: strike-slip faults are shown in red, normal faults in green, and thrust faults in blue. The background shows the estimated rate of deformation of the Earth's crust in centimeters per year (SHARE database of geodesy and geodesy data).

## Seismic Hazard Assessment

The SHARE seismic hazard is assessed with a time-independent probabilistic approach, following three main steps:

We collect all the data to characterize the occurrence of earthquakes: we compile catalogues of past earthquakes, as documented by their damaging effects through history, and since 1800 with modern instrumental records (SHARE European Earthquake Catalogue (SEEK)). We map active faults such as the North-Atlantic faults and subduction zones (e.g. where the African plate sinks below the European plate) included in the European Database of Seismogenic Faults (DSF). We then estimate the strike and slip of deformation of the Earth's crust as observed by the Global Positioning System. We then combine these data to create models describing the distribution of future expected seismicity.

We also compile the instrumental recordings of strong ground motion generated by past earthquakes. We use these recordings to characterize the attenuation of seismic waves and to construct Strong Motion Prediction Equations (SMPE) describing the expected amplitudes of the seismic waves as a function of magnitude, distance and regional geology. The most appropriate SMPEs are selected by an independent panel of experts and calibrated for the SHARE strong ground motion database.

We combine models of future expected earthquakes with SMPEs to generate maps of expected ground shaking in a given time period, with the relevant uncertainties. To fully characterize the hazard, SHARE maps different ground motion parameters (i.e. ground acceleration from 5 to 10 seconds, ground velocity and displacement) for return periods ranging between 20 and 1,000 years (annual exceedance probabilities ranging from 10<sup>-1</sup> to 10<sup>-4</sup>), covering the values needed for standard buildings (ground motion expected in 100-475 years) as well as for critical infrastructures such as dams or bridges, which need an additional higher ground shaking occurring with return periods of 1,000-10,000 years. Using the 10th European Hazard engine, we compute the hazard for an average rock condition (class rock with the Rq=1000). We computed hazard curves, uniform hazard spectra and disaggregation results for more than 100,000 sites on land within Europe and Turkey, spaced 10 km from each other.

The SHARE results do not reduce the existing national design regulations and seismic provisions, which must be checked for future design and construction of buildings.

## Map Content

The European Seismic Hazard Map displays the ground shaking (i.e. Peak Horizontal Ground Acceleration, PGA) to be reached or exceeded with a 10% probability in 50 years. This information value represents the shaking to be expected during the human life time in an standard building, corresponding to the average occurrence of such ground motions every 475 years, as prescribed by the national building codes in Europe. It's important to note that these values can be exceeded with a 10% probability every 10 years.

The ground shaking is expressed in terms of the peak horizontal acceleration  $a$ . The SHARE peak ground acceleration value curves range from 0.1 to over 1.0g. Low hazard areas (Peak  $a$ ) are colored in blue-green, moderate hazard areas in yellow-orange and high hazard areas (Peak  $a$ ) in red-brown.

## Acknowledgements

Supported by the EU 7<sup>th</sup> Framework Program, SHARE brought together leading scientists from 18 research institutions and 13 countries from Europe, Africa and Turkey, over 70 commissioning, geologists, geomorphologists, seismologists, earthquake engineers, computer scientists, mathematicians and software operators formed the core team of the share project, with more than 250 additional European experts participating in workshops during their respective and data.

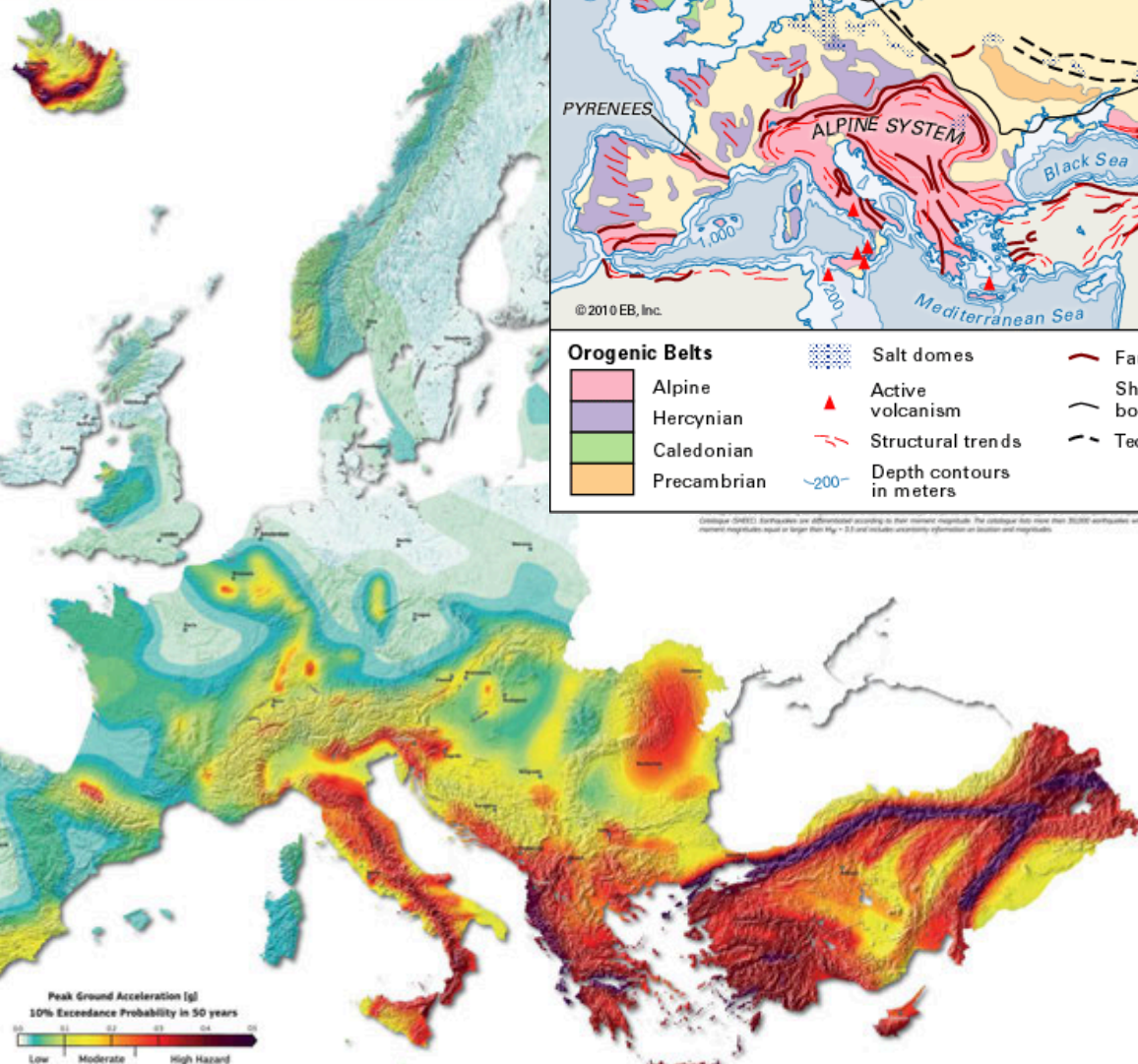
SHARE was funded by the EU-RTD 2007-2013 under grant agreement no. 020687. Many institutions used additional national and international funding sources to support the participation of their scientists.

Maps were created using GMT (Masson and Smith, 2002) and the poster assembled with Adobe Illustrator CS3.

Use this map on:

D. Giardini, J. Woessner, L. Danaciu, F. Cotton, G. Strobal, A. Prieto and L. Tommasi and the SHARE consortium, SHARE European Seismic Hazard Map: Peak Ground Acceleration, 10% Exceedance Probability, in 50 years, doi: 10.1007/978-3-642-31004-6\_10, ISBN 978-3-642-31004-6.

Online access to SHARE products is provided through the project website and the European Facility for Earthquake Hazard and Risk (EFHR). Please find project information at [www.share-project.org](http://www.share-project.org) and [www.efhr.org](http://www.efhr.org).



**Orogenic Belts**

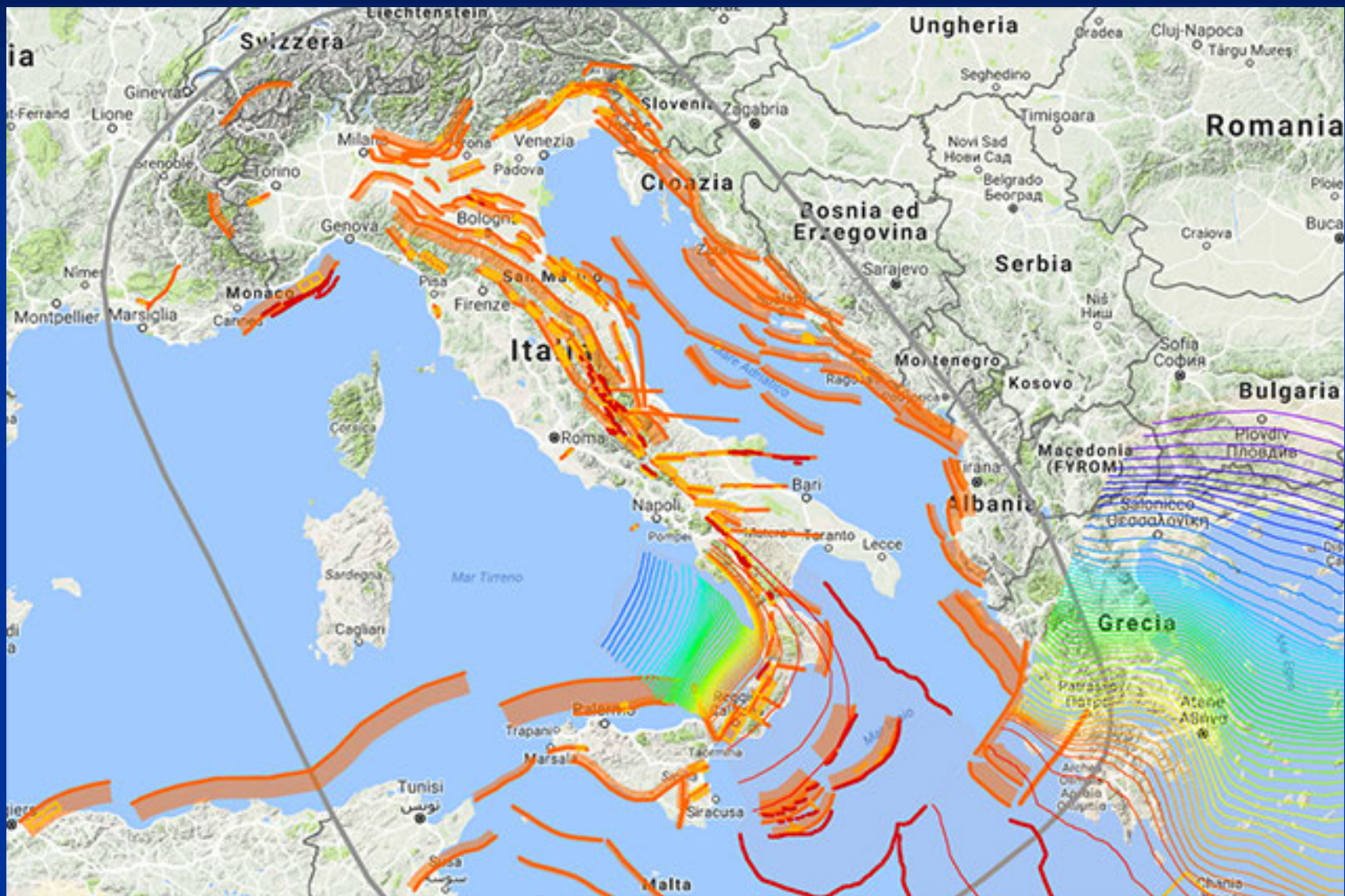
- Alpine
- Hercynian
- Caledonian
- Precambrian

**Other Symbols:**

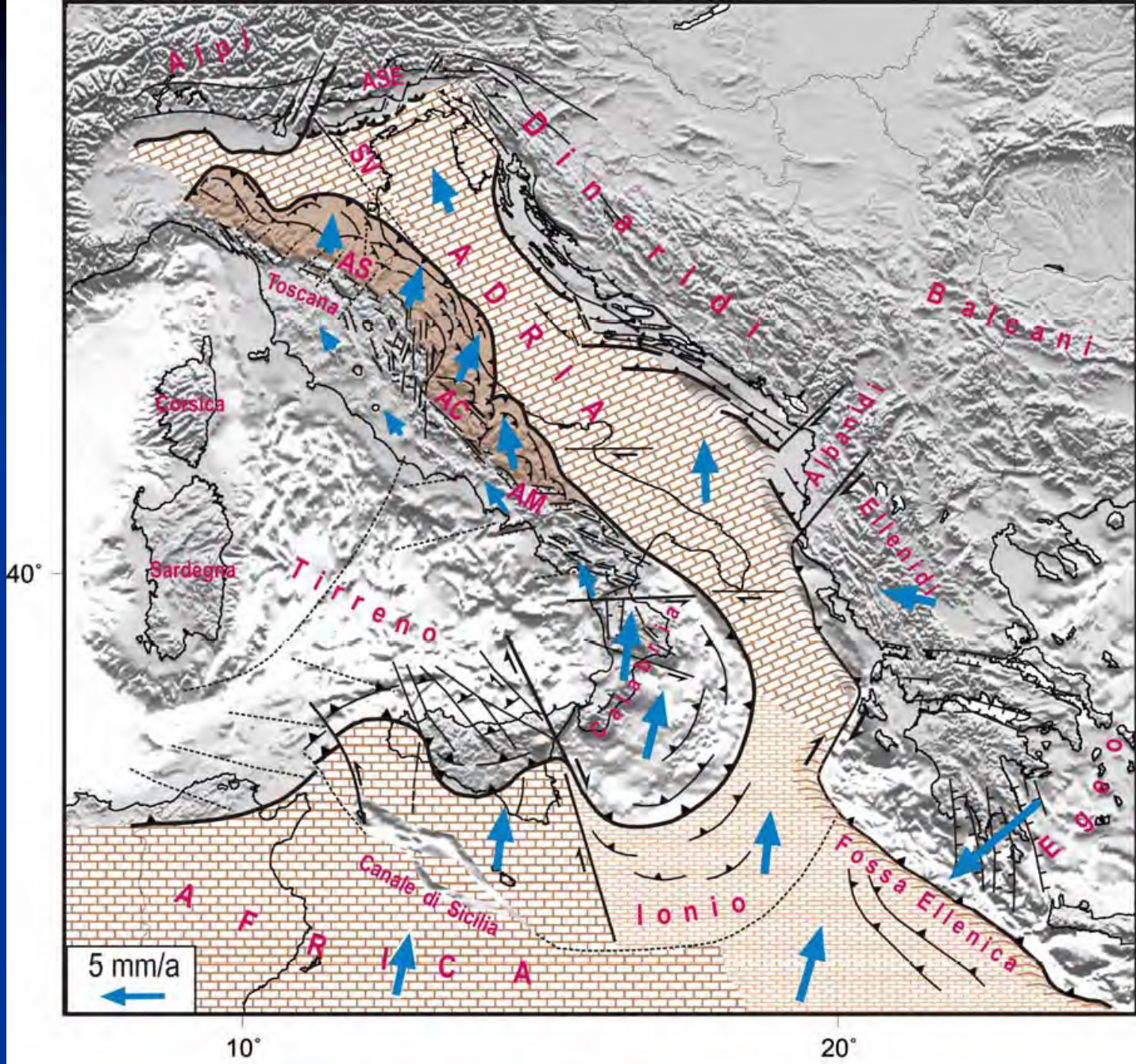
- Salt domes
- Active volcanism
- Structural trends
- Depth contours in meters
- Faults
- Shield boundaries
- Tectonic seams

Contourline (SHARE). Earthquakes are differentiated according to their moment magnitude. The contourline also marks the SHARE earthquakes with moment magnitudes equal or larger than 4.5. A 10 km radius uncertainty information on location and magnitude.





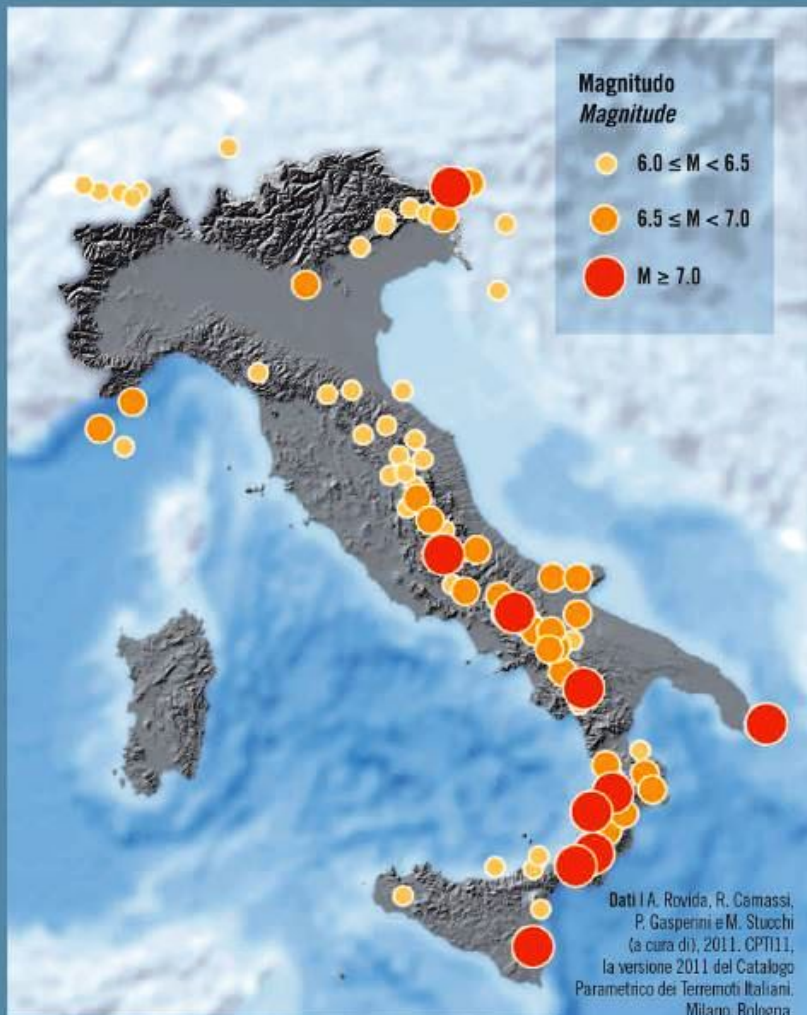




5 mm/a

-   
1
-   
2
-   
3
-   
4
-   
5
-   
6
-   
7





**Magnitudo**  
**Magnitude**

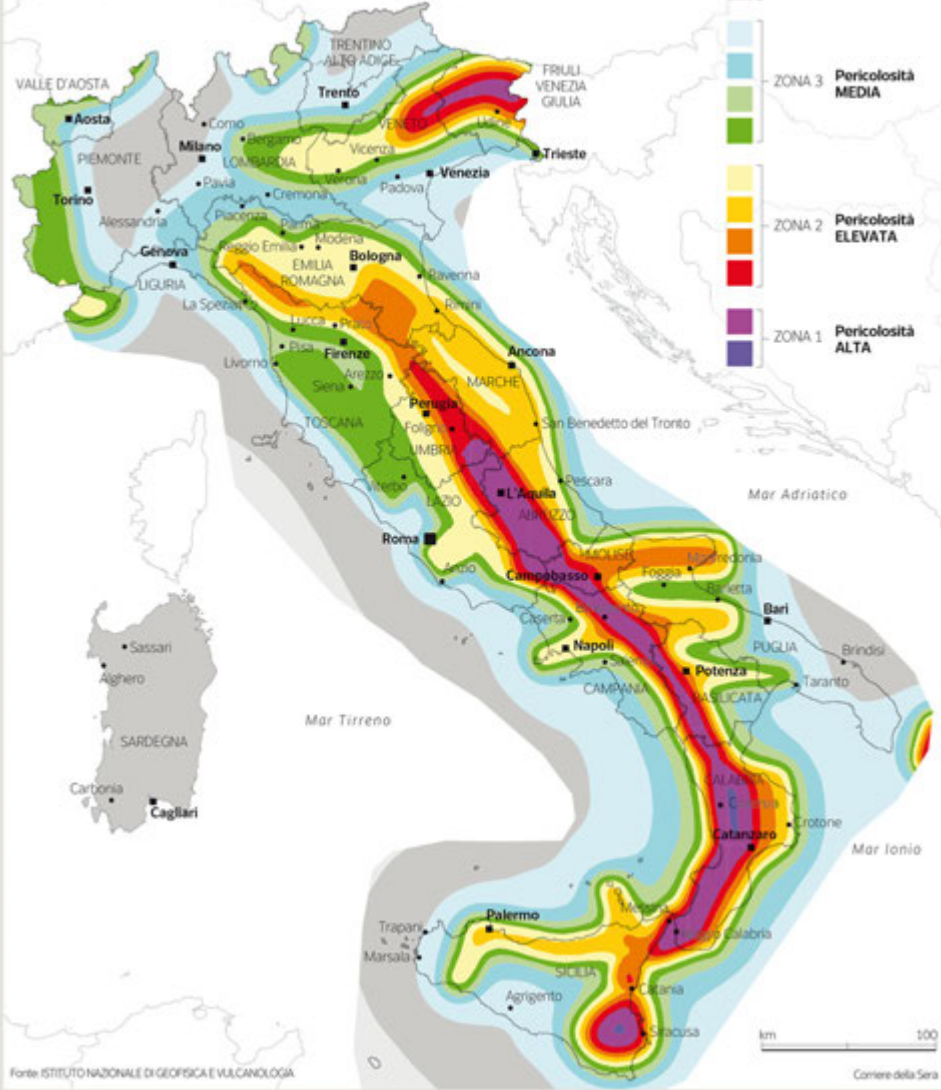
- 6.0 ≤ M < 6.5
- 6.5 ≤ M < 7.0
- M ≥ 7.0

Dati I.A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPT11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPT11>, doi: 10.6092/INGV.IT-CPT11

**Forti terremoti | 1000 - 2006**  
Large earthquakes | 1000 - 2006

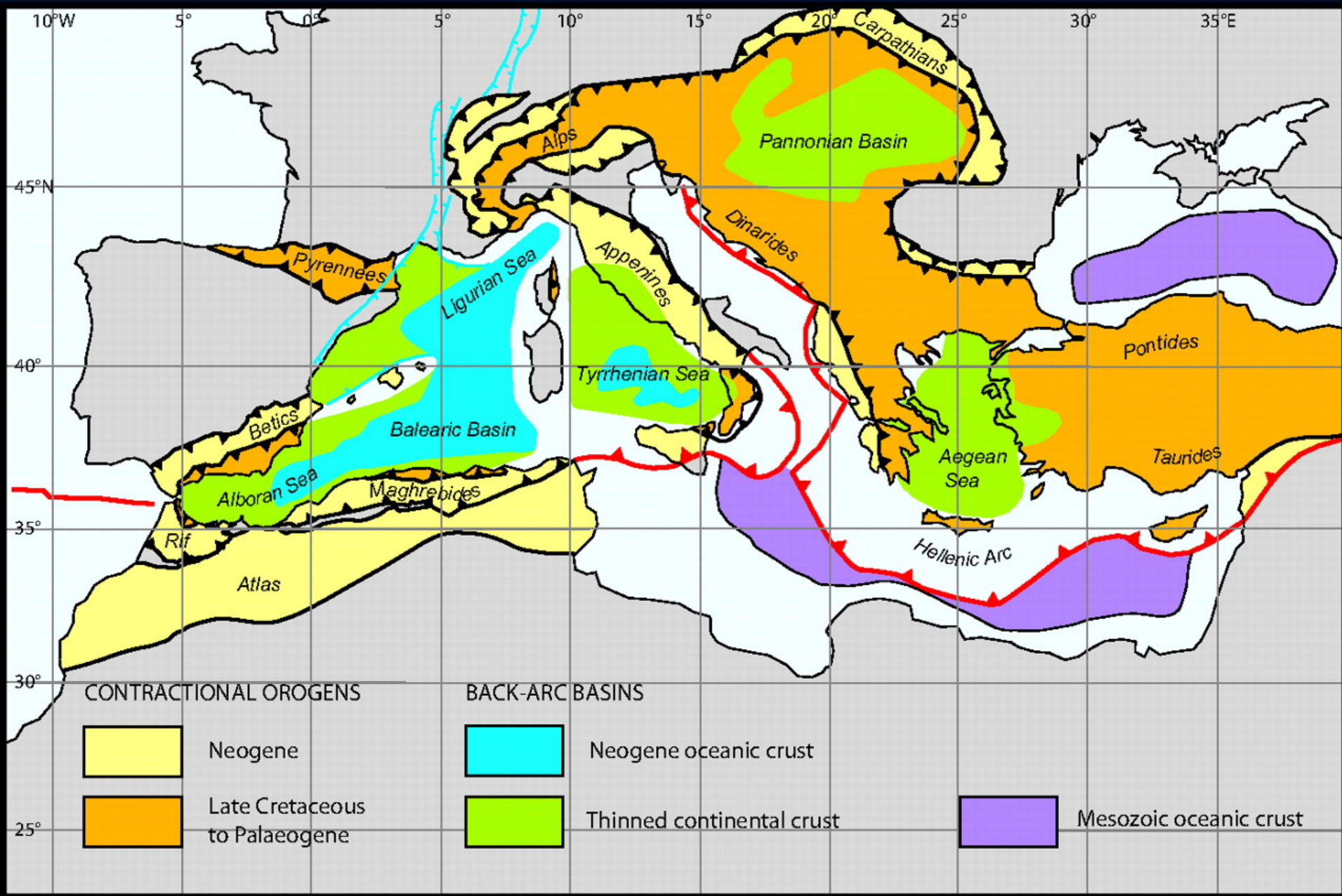
**Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale**

La Carta della pericolosità sismica realizzata dall'Ingv è pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale si basa sull'accelerazione massima del suolo prevista conseguente alle onde sismiche (S) in suoli omogenei rigidi entro una profondità di 30 metri. L'Italia è stata suddivisa in quattro zone di pericolosità



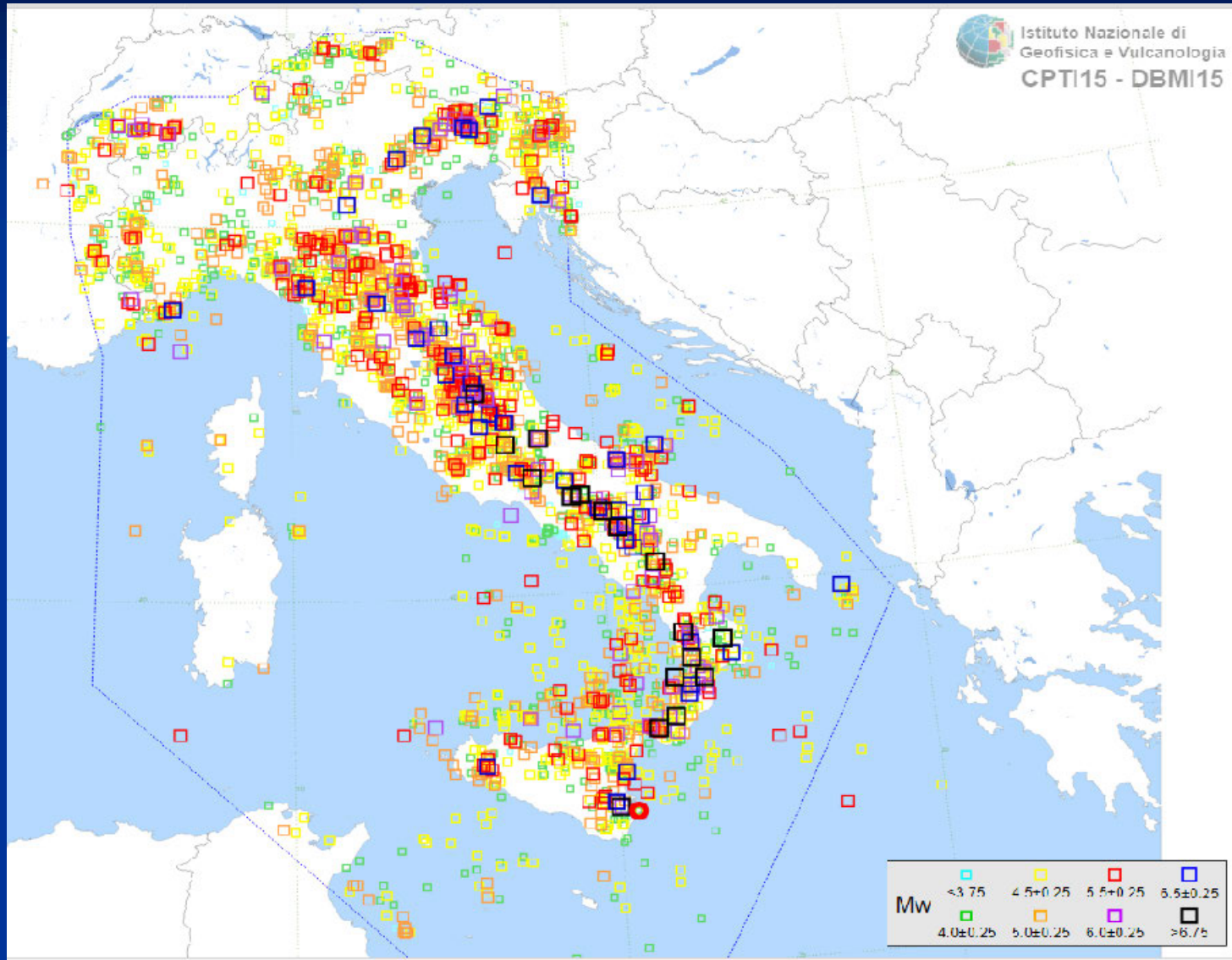
LEGENDA

- ZONA 4 Pericolosità BASSA
- ZONA 3 Pericolosità MEDIA
- ZONA 2 Pericolosità ELEVATA
- ZONA 1 Pericolosità ALTA



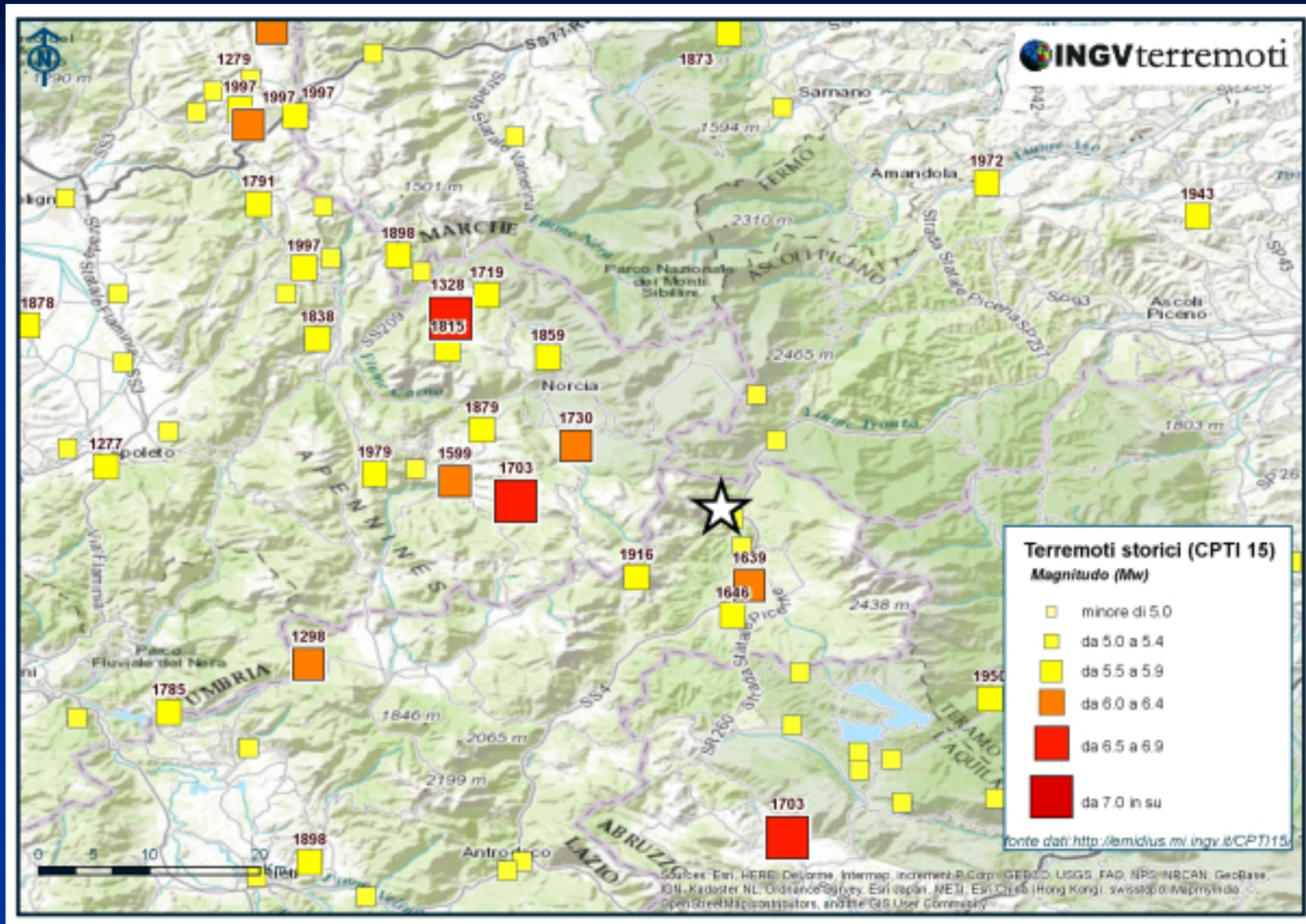


# Catalogo CPT15



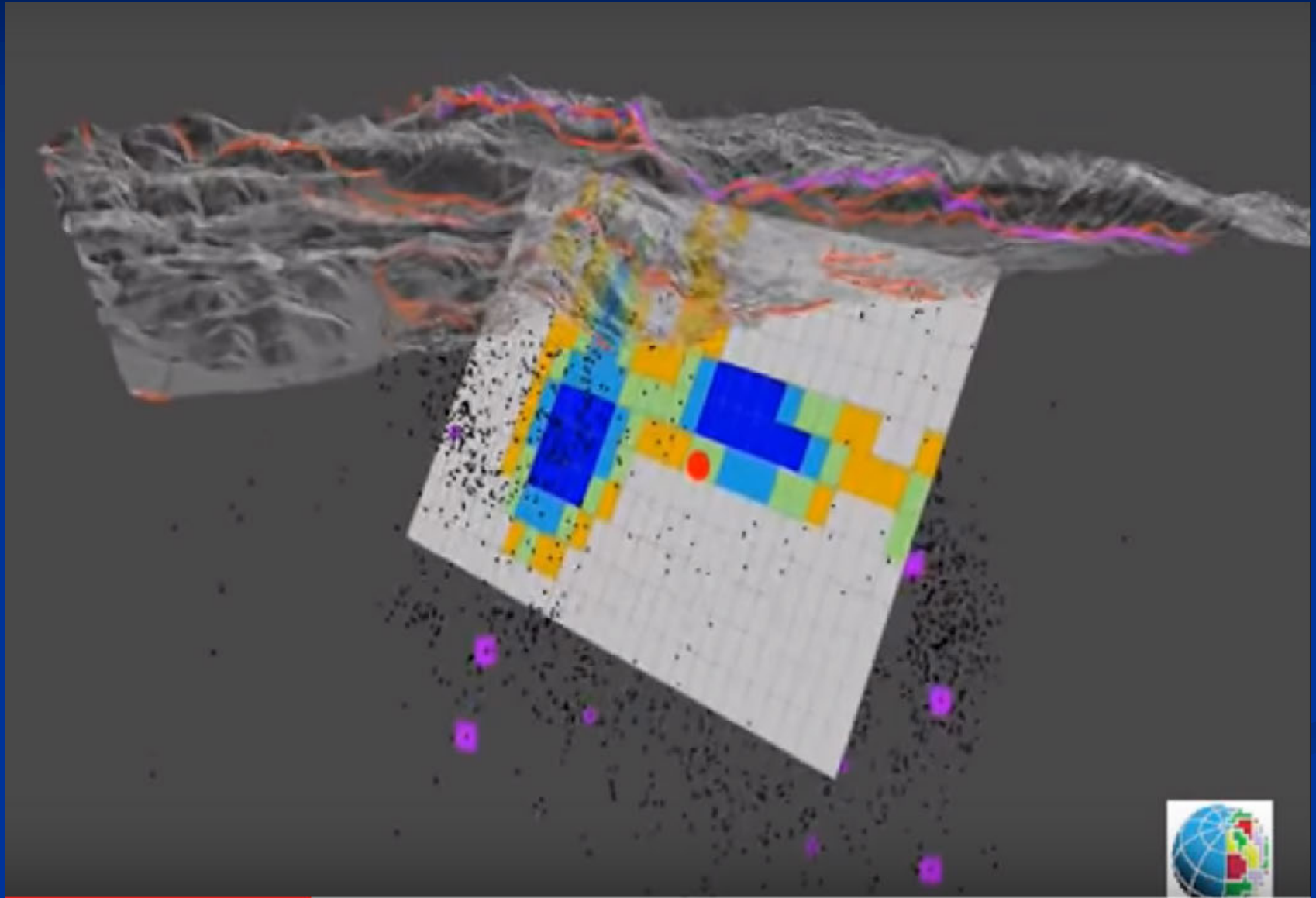


# Terremoto di Amatrice: sismicità storica



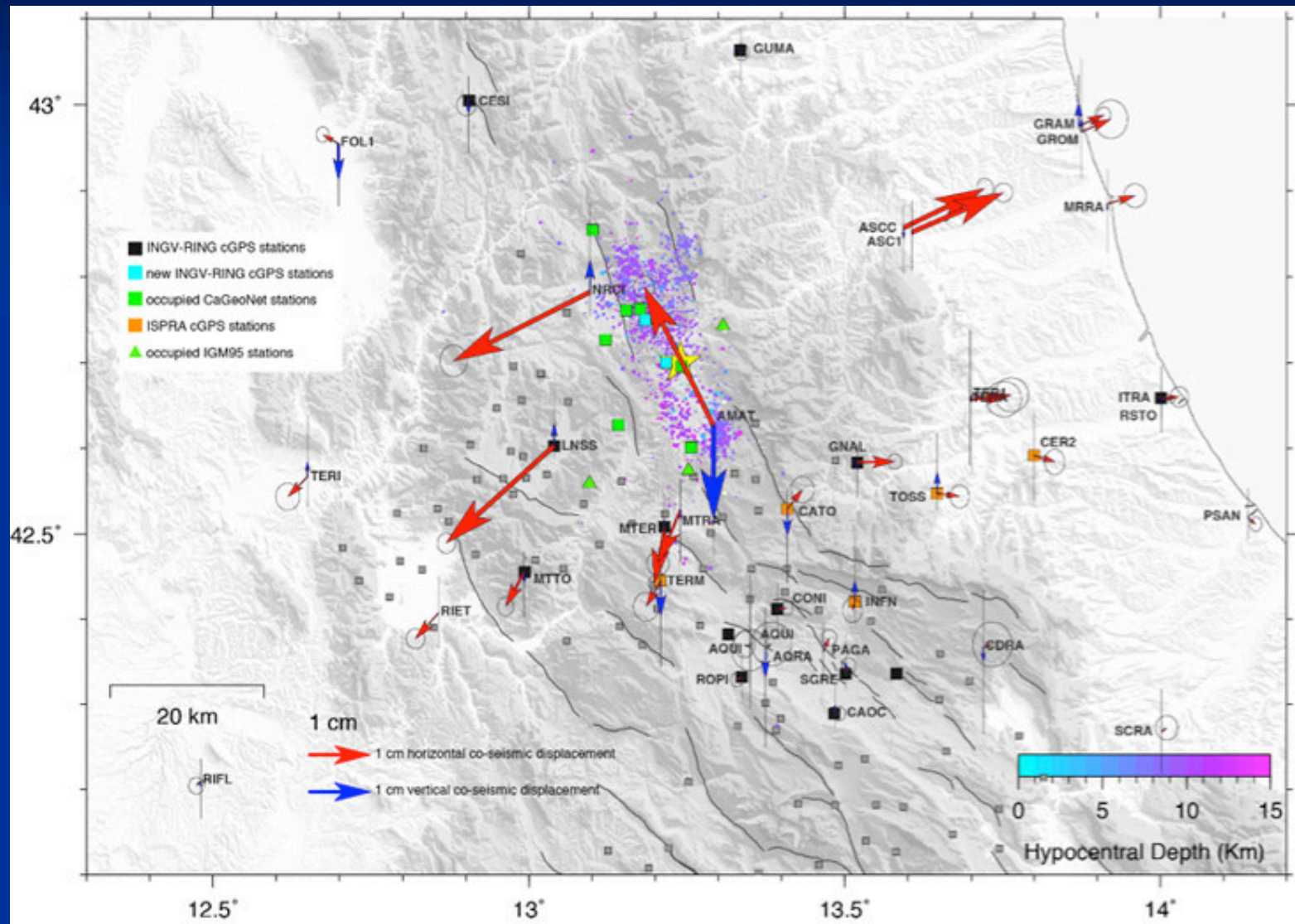
La notte tra 7 e 8 ottobre 1639 un evento molto simile a quello del 2016

# Modello 3D del terremoto di Amatrice, max = 1,3 m

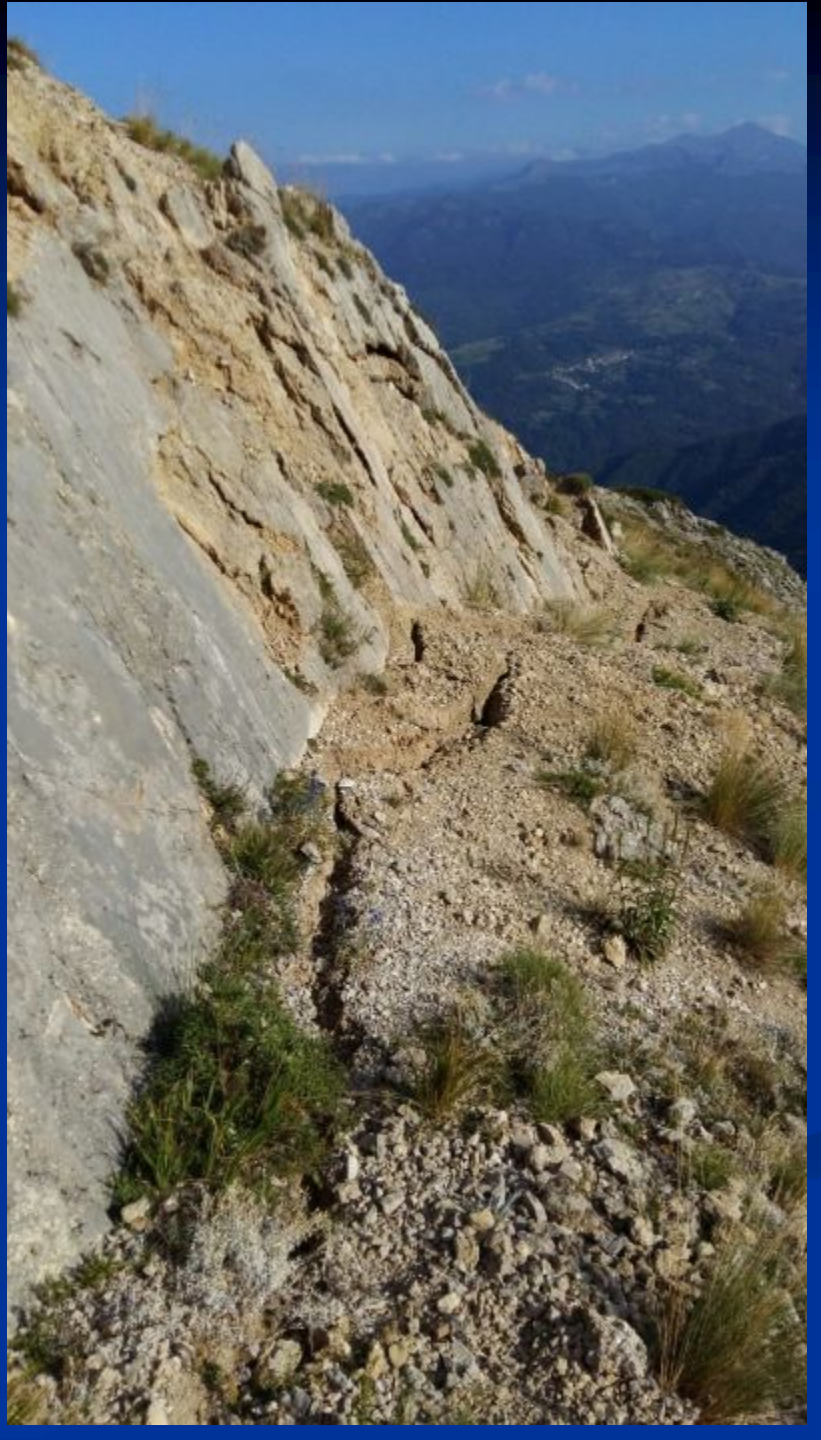




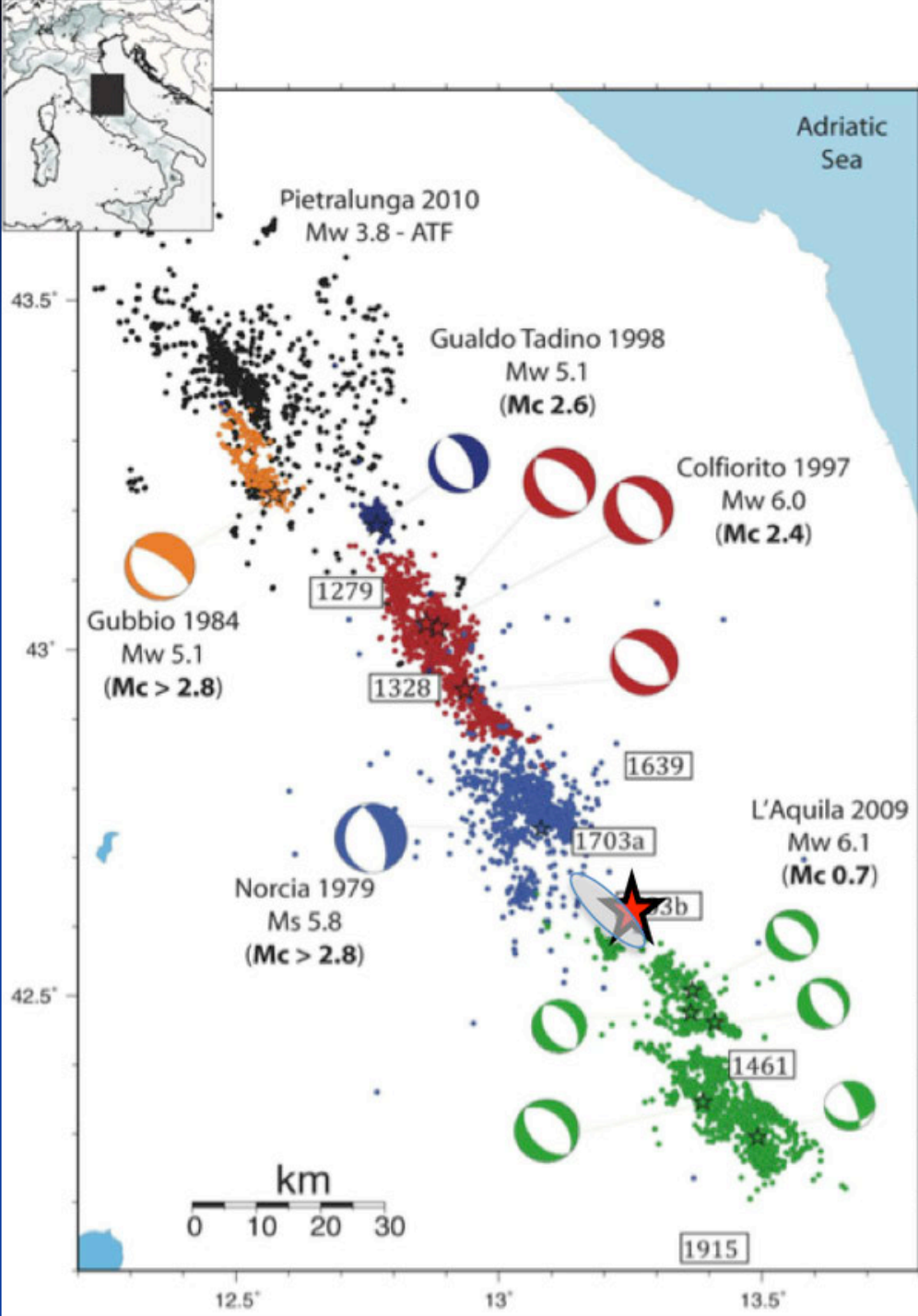
# Spostamento lungo la faglia











Sequenze degli ultimi decenni nel settore dell'Appennino centrale interessato dalla sequenza di Amatrice iniziata con il terremoto del 24 Agosto 2016 (stella rossa e area grigia). I simboli azzurri identificano la sequenza della Valnerina (Norcia) del 1979; i simboli arancione identificano la sequenza sismica di Gubbio del 1984; i simboli rossi la sequenza di Colfiorito del 1997 (noti anche come terremoti Umbria-Marche); i simboli blu scuro la sequenza di Gualdo Tadino del 1998; i simboli verdi la sequenza dell'Aquila del 2009; infine, i simboli neri a nord ovest identificano la sismicità dell'alta valle del Tevere e la sequenza di Pietralunga del 2010.

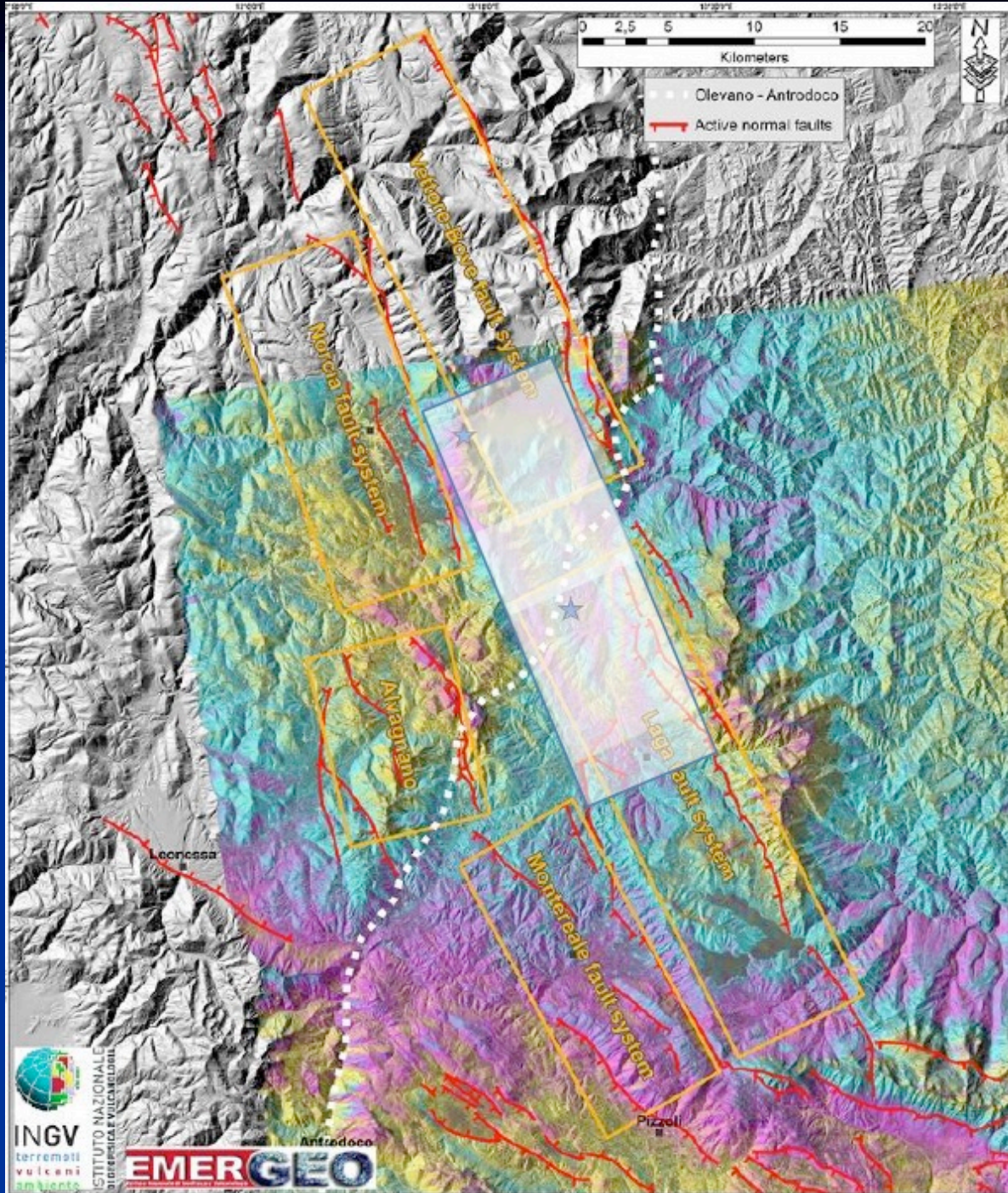
# INGV – Primo rapporto di sintesi sul terremoto di Amatrice

La struttura sismogenetica è orientata in direzione NNW-SSE (direzione appenninica) e si estende per circa 25-30 km tra i comuni di Norcia e Amatrice per una larghezza di circa 10-12 km ed una profondità di 10-12 km. Questo volume sismogenetico è caratterizzato dalla presenza di diversi segmenti di faglia di una certa complessità strutturale. La scossa principale del 24 Agosto 2016  $M_L$  6.0 ha verosimilmente rotto un segmento di faglia orientato NNW-SSE e immergente verso SW. La rottura cosismica ha avuto inizio nei pressi della città di Accumoli e sembra essersi propagata bilateralmente verso S-SE in direzione di Amatrice e verso N-NW in direzione di Norcia. Il massimo della deformazione cosismica è ubicato nei pressi di Accumoli. Non è ancora chiaro se esiste continuità tra le due parti di faglia che hanno generato la scossa principale di  $M_L$  6.0, vale a dire se sia rotto un unico segmento di faglia, oppure se la rottura cosismica abbia interessato due segmenti differenti separati dalla discontinuità strutturale dell'Olevano-Antrodoto.

La sismicità del volume sismogenetico nel settore NW (quello compreso tra Accumoli e Norcia) è molto dispersa e suggerisce l'attivazione di diversi segmenti di faglia a seguito della scossa principale del 24 agosto. In particolare, l'andamento delle repliche mostra l'attivazione del segmento di faglia del Monte Vettore (Figura 5) e di diverse strutture antitetiche immergenti verso NE.

Le repliche di magnitudo maggiore sono concentrate ai margini del volume sismogenetico, sia a NW sia a SE. In particolare, la sismicità nella zona di Amatrice mostra l'attivazione del sistema di faglie dei Monti della Laga, già attivato durante la sequenza dell'Aquila del 2009 (come mostrato nella Figura 19 e 20).







$$R = E \times V \times P$$

E = Esposizione

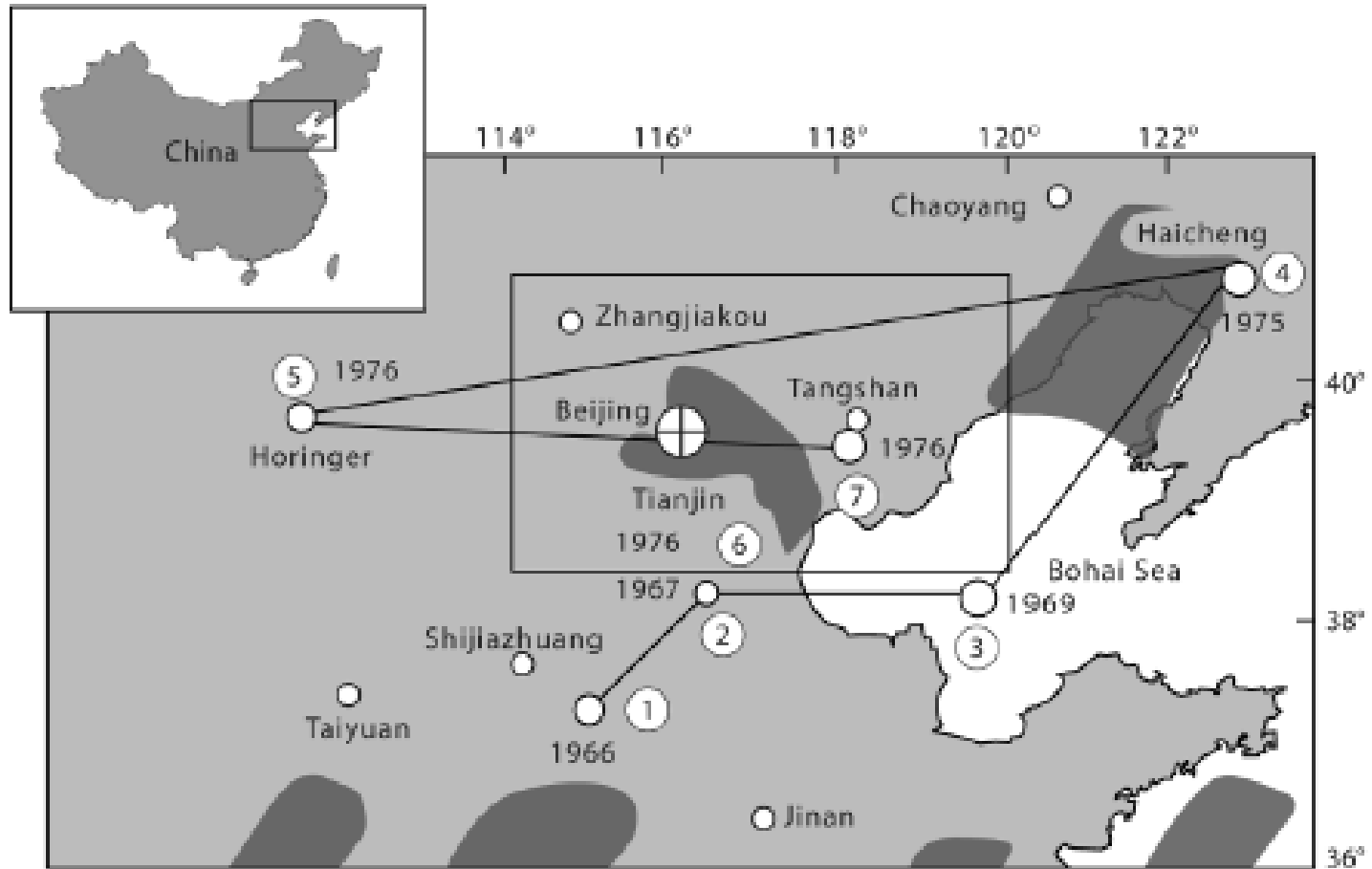
V = Vulnerabilità

P = Pericolosità

# Analisi della pericolosità

## Previsione a

- Lungo termine
- Medio termine
- Breve termine



**Figure 1.1.** The northern region of China that suffered high seismic activity in the 1970s. Numbers in circles (1–7) show migration of large earthquakes through the region with time (between 1966 and 1976). The shading marks areas of expected high- to medium-range earthquake hazard (i.e., magnitudes between 5 and 6), as predicted at a national meeting of seismologists in 1974 (modified from Chen Yong *et al.*, 1988).



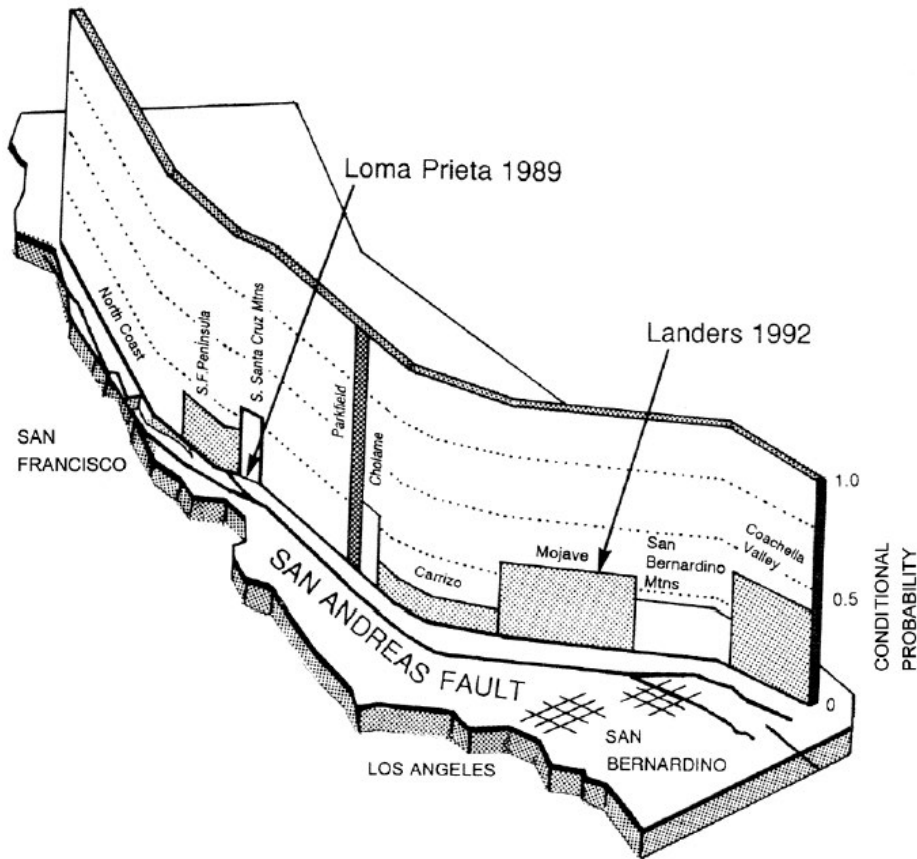
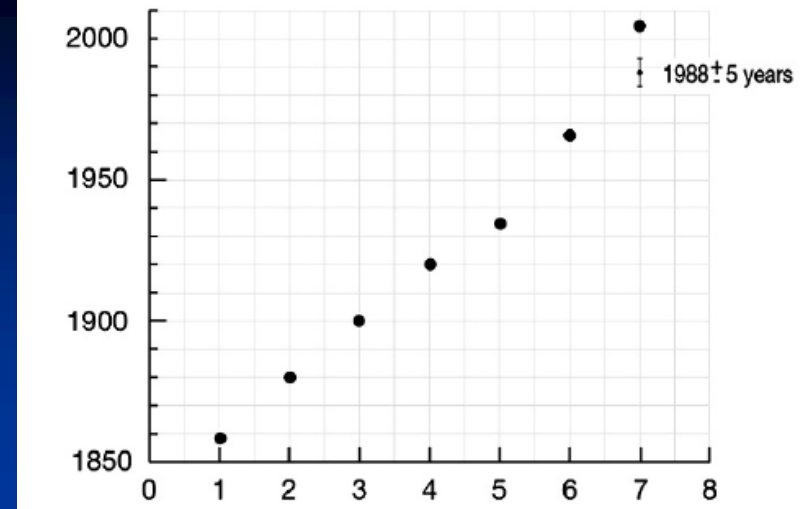


Figure 1.2. A map of California showing forecast probabilities of earthquakes to occur between 1988 and 2018 in the San Andreas Fault Zone. The map was published by the Working Group on Californian Earthquake Prediction and by the U.S. National Earthquake Prediction Evaluation Council. The figure shows the Parkfield fault segment's very high probability of suffering a large earthquake within the next 30 years (reproduced from Filson, 1988).



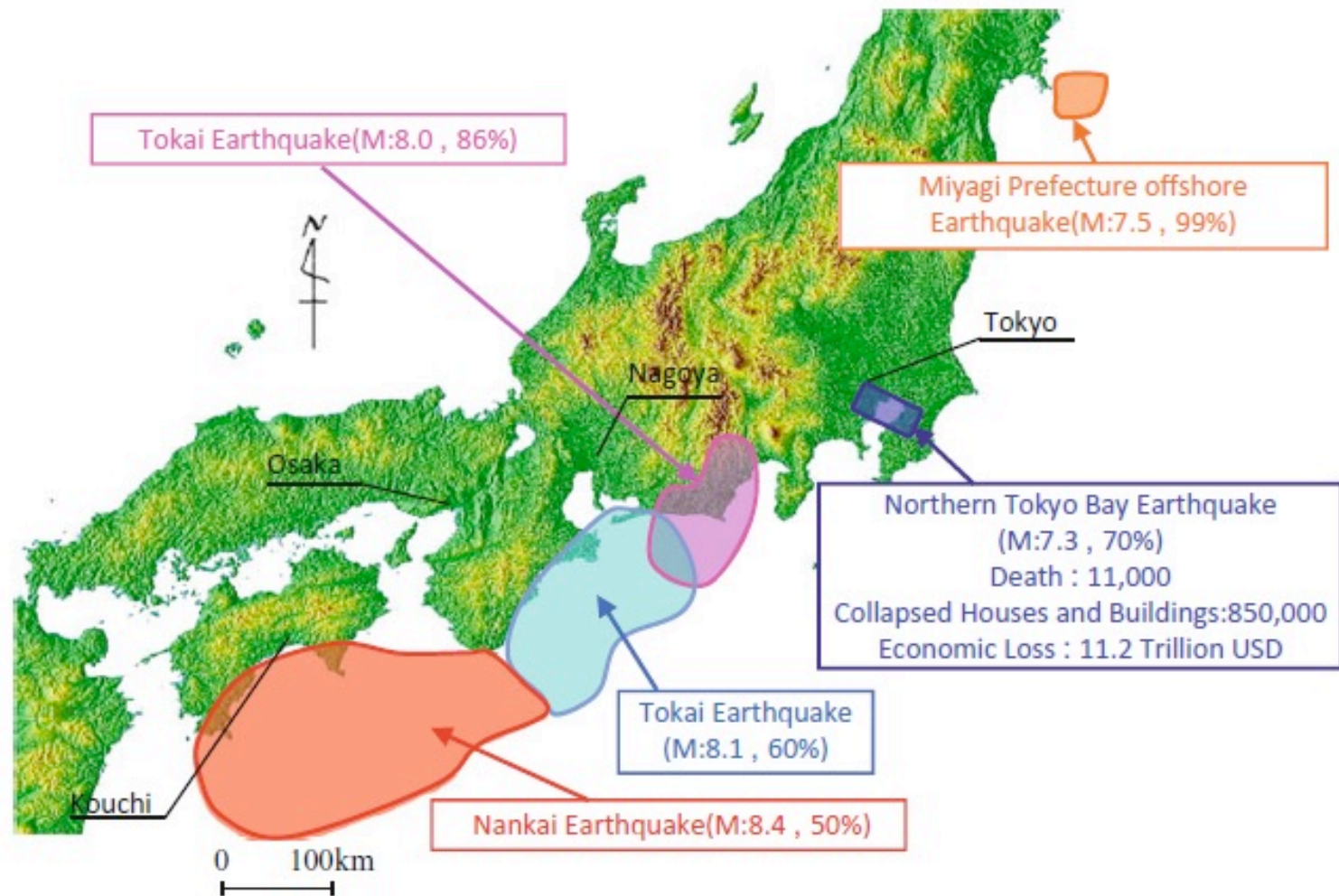
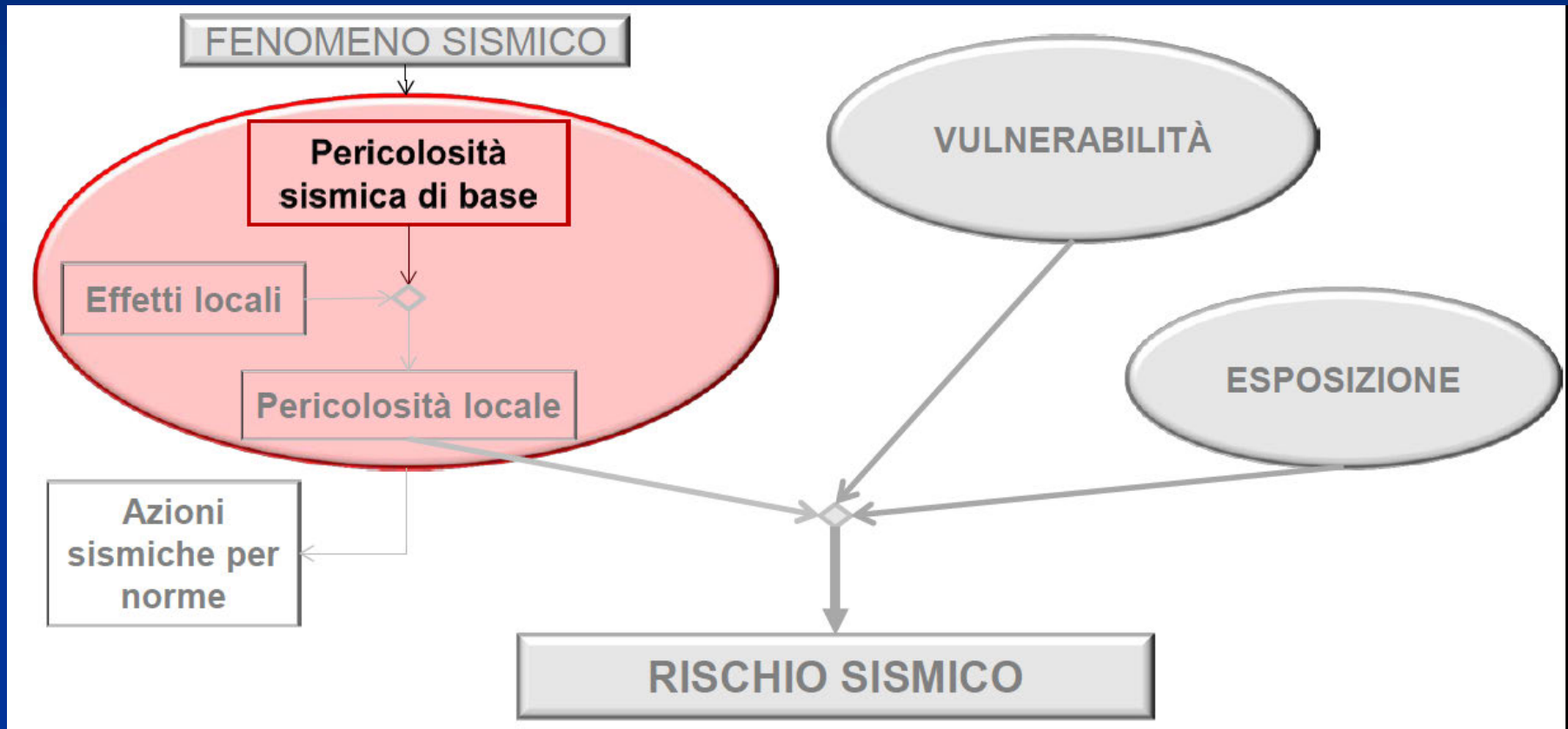


Fig. 6.1 Earthquakes predicted before Tohoku earthquake (Central Disaster Management Council, M: magnitude on Japan meteorological agency scale, probability of occurrence within next 30 years)

# Analisi della pericolosità





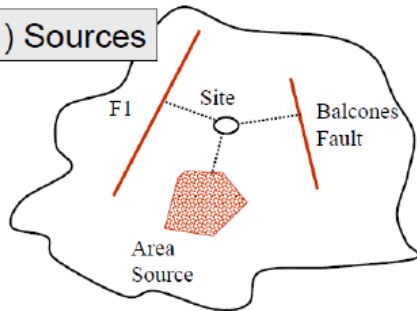
- Concettualmente si può definire come il **livello di scuotimento** (entità del moto del suolo) che è **lecito attendersi** in una determinata area (senza considerare gli effetti locali)
- È una caratteristica del sito/area, **non dipende dalle strutture** presenti
- Per calcolarla esistono molteplici metodologie, basate comunque su conoscenze di geologia strutturale e dati sulla **sismicità storica**
- Ci sono diversi **parametri per misurare la pericolosità** sismica (es.: max. accelerazione al suolo  $a_g$ , accelerazione spettrale, ecc.). Molto spesso, anche se un po' limitativo, la pericolosità è espressa relativamente ad un solo **periodo di ritorno**
- Il risultato di base di un'analisi di pericolosità è la **distribuzione degli eventi risentiti al sito** al di sopra di una fissata soglia (del parametro scelto)

**Sviluppata nel 2004, calcolo basato sull'approccio "Cornell" (1968) o "Metodo delle zone sorgenti"**

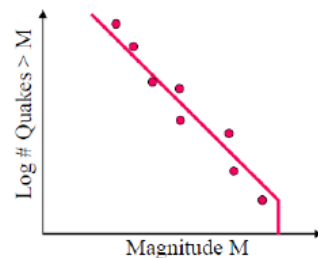
**Dati di Base:**

- Catalogo degli eventi
- Zone sorgenti
- Leggi di attenuazione

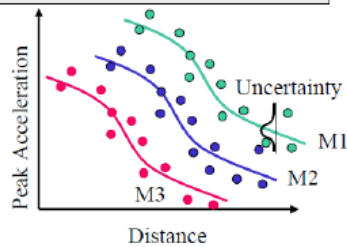
### (1) Sources



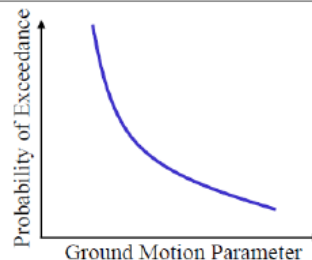
### (2) Recurrence



### (3) Ground Motion



### (4) Probability of Exceedance

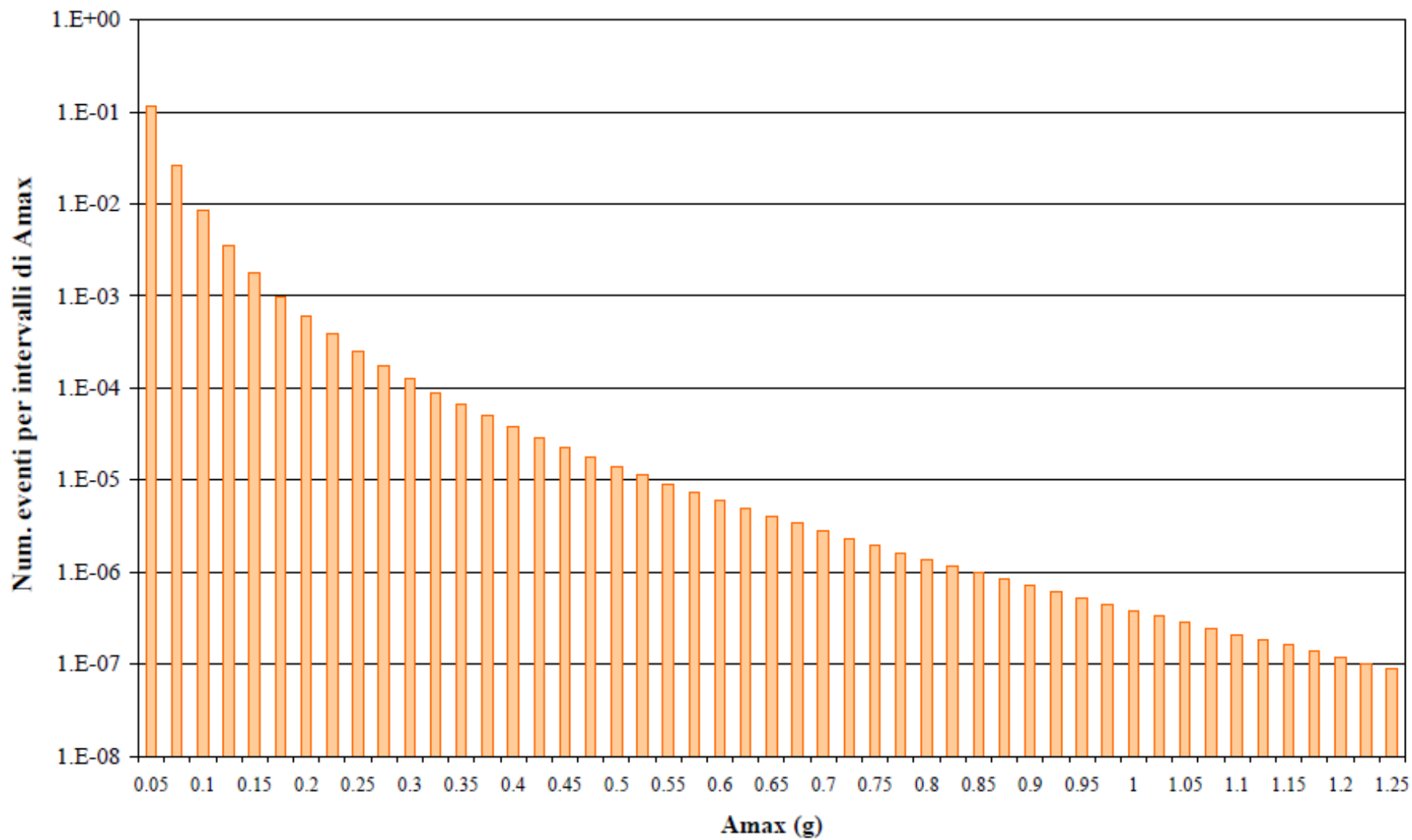


Il metodo prevede i seguenti passi:

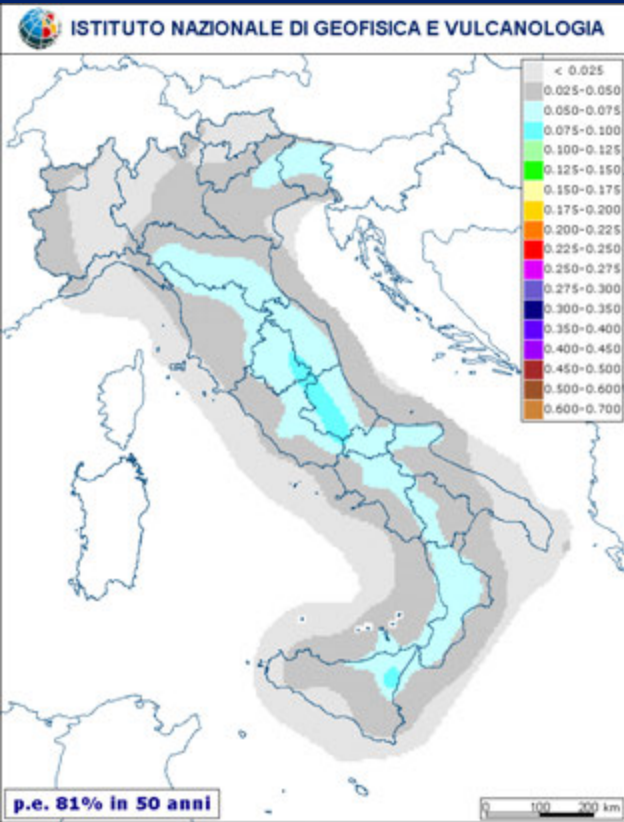
- selezione degli eventi del catalogo da utilizzare con specifiche ipotesi (1)
- definizione della 'sismicità' delle zone sismogenetiche (2)
- applicazione delle leggi di attenuazione agli eventi presenti nelle zone sismogenetiche (3). Si valuta se gli eventi sono risentiti al sito con un valore del parametro scelto (es.:  $a_g$ ) al di sopra una soglia fissata
- costruzione della distribuzione degli eventi al sito e relativa funzione di probabilità di eccedenza (1-F) (4)
- calcolo dei parametri di pericolosità basandosi su tale distribuzione

Per ogni step ci sono specifiche ipotesi da assumere e metodi da applicare

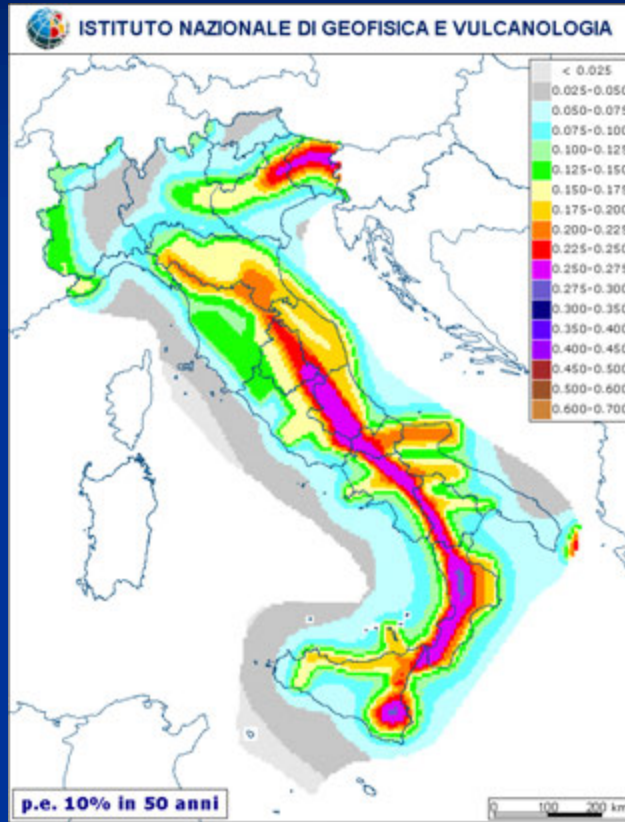




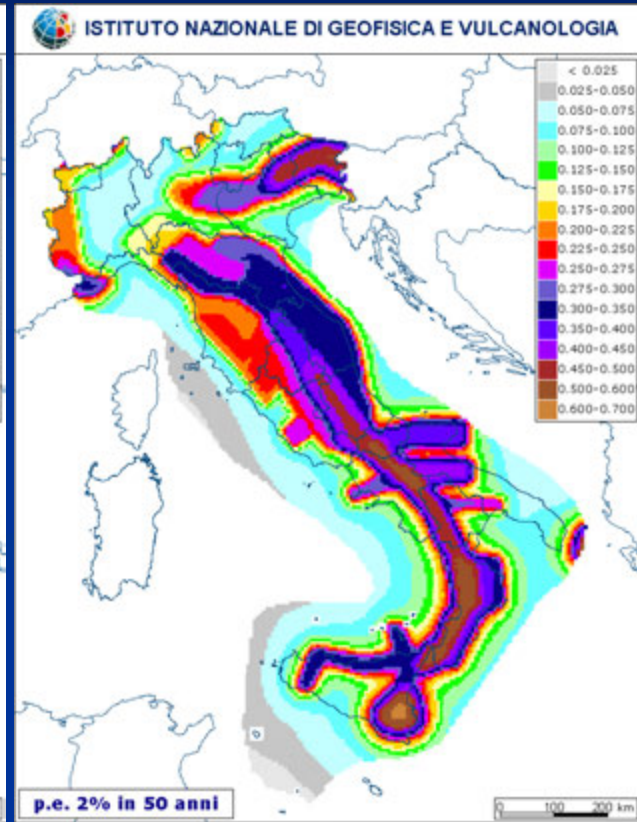
81%

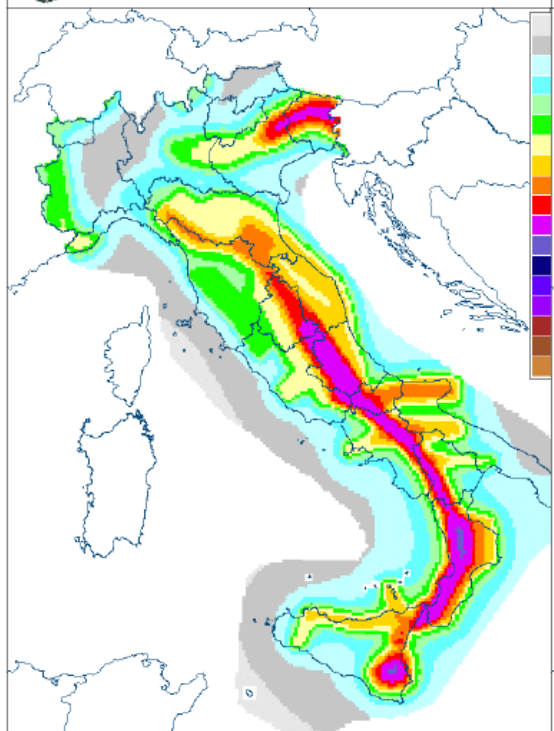


10%

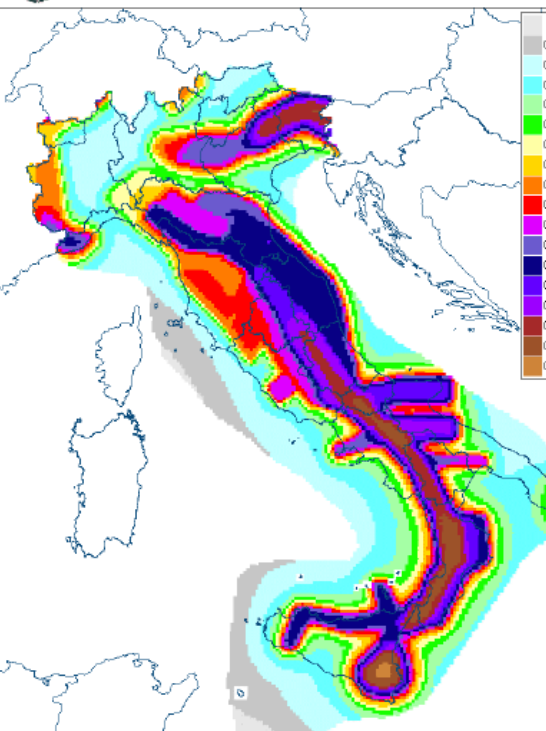


2%

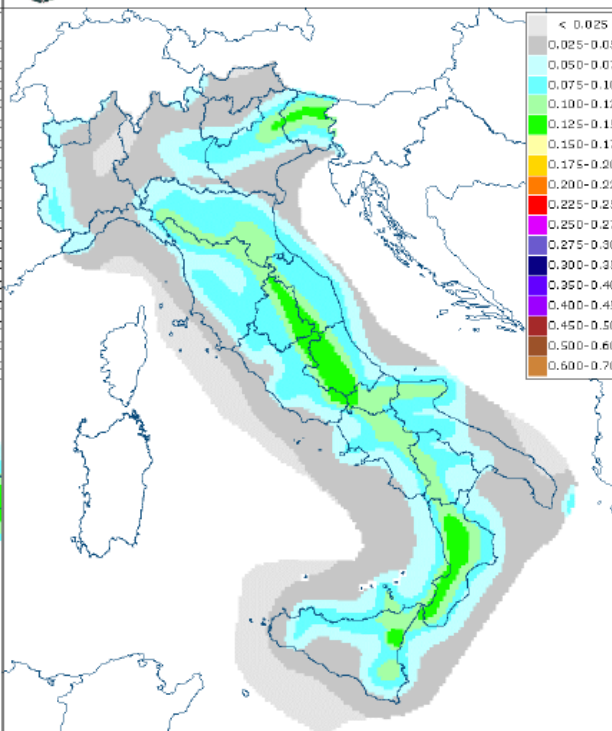




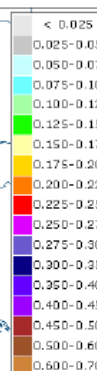
p.e. 10% in 50 anni **Tr=475 anni**



p.e. 2% in 50 anni **Tr=2475 anni**



p.e. 39% in 50 anni **Tr=101 anni**



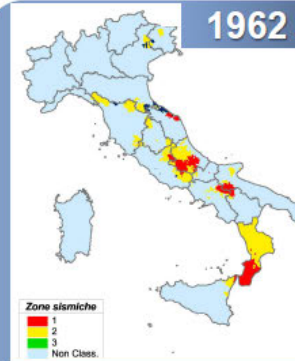




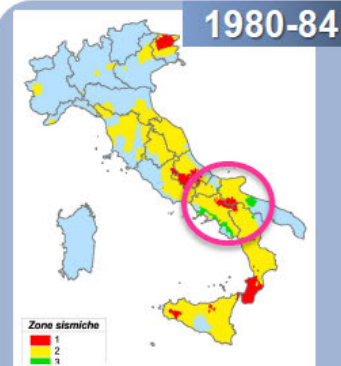
- Zone colpite dal sisma/ eventi significativi in passato
- Tecniche per ricostruzione e costruzione nuovi edifici

1909 -  
1962

- Zone colpite da eventi
- Gestire ricostruzione e finanziamenti
- Classificazione non ai fini di una reale prevenzione

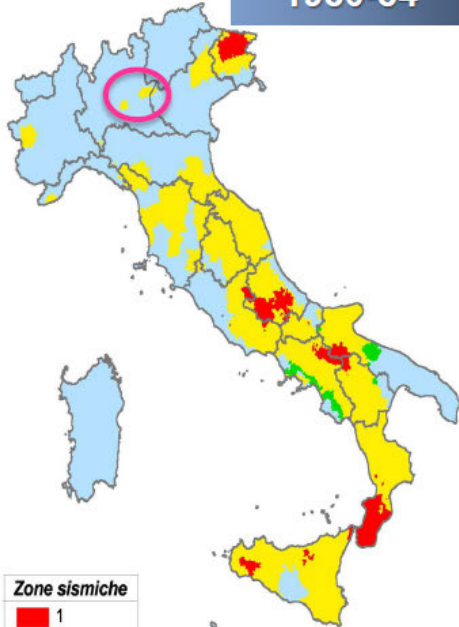


Aspetti preventivi della classificazione: non norme per la ricostruzione, ma per la costruzione in zone sismiche



- Mappa sull'intero territorio nazionale
- Criteri basati su analisi di pericolosità (PFG-CNR)
- Introduzione zona 3

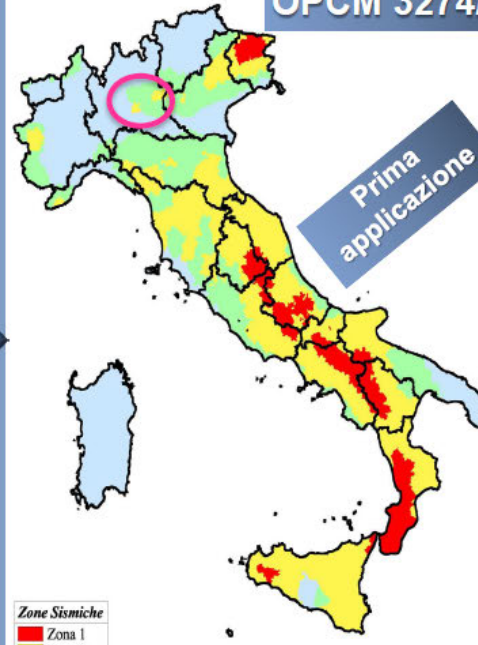
1980-84



Zone sismiche



OPCM 3274/03



Zone Sismiche



A tutti i comuni italiani è attribuita una zona sismica

Emanati:

- Mappa di prima applicazione (da studio del '97)

Nel caso di comuni già classificati, si mantiene la zona a rischio più elevato

- Criteri basati su  $a_g$  475 anni (non utilizzati per la mappa di prima applicazione)

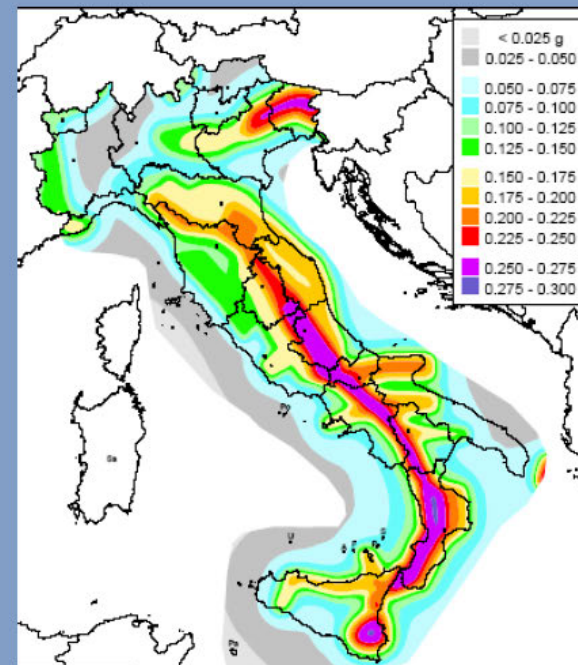
## Criteri OPCM 3274/03 - OPCM 3519/06

ZONA	$a_{\max}$ con $T_r=475$ anni
1	$a_{\max} > 0.25g$
2	$0.15g < a_{\max} \leq 0.25g$
3	$0.05g < a_{\max} \leq 0.15g$
4	$a_{\max} \leq 0.05g$

[...] Devono essere evitate situazioni di forte disomogeneità nelle zone sismiche ai confini tra regioni diverse. A tal fine, l'individuazione delle medesime dovrà tenere conto di un elaborato di riferimento compilato in modo omogeneo a scala nazionale, secondo i criteri esposti più sopra [...]

OPCM 3274/03- AII.1

Mapa di pericolosità 2004,  
OPCM 3519/06 ( $a_{\max}$   $T_r = 475$  anni)





### FINO AGLI ANNI '60

interventi dopo un sisma nelle zone colpite, a volte specifici indirizzi e finanziamenti per la ricostruzione e per la costruzione, delle nuove strutture

### DA ANNI '70 E IN PARTICOLARE DOPO '80

si è considerata la classificazione anche da un punto di vista preventivo

Classificazione = identificazione delle aree più o meno sismiche (da analisi di pericolosità) e definizione di misure preventive più idonee per limitare gli effetti dannosi di un futuro sisma

ES: OPCM 3274/03 e 3519/06, per ogni zona definito il valore di  $A_{max}$  di ancoraggio dello spettro di risposta elastico

Omogeneizzazione del livello di attenzione nella progettazione, per tutte le aree della zona che potevano essere caratterizzate anche da sismicità diverse tra di loro

Stretto legame tra la zona sismica e le azioni per la progettazione delle strutture in tale zona

**STATO**  
preposto per la  
classificazione  
sismica e per le  
normative  
tecniche

**D.Lgs  
112/98**

«Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997, n.59»

**STATO**: “criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e alle norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone”

(art. 93 comma 1g)

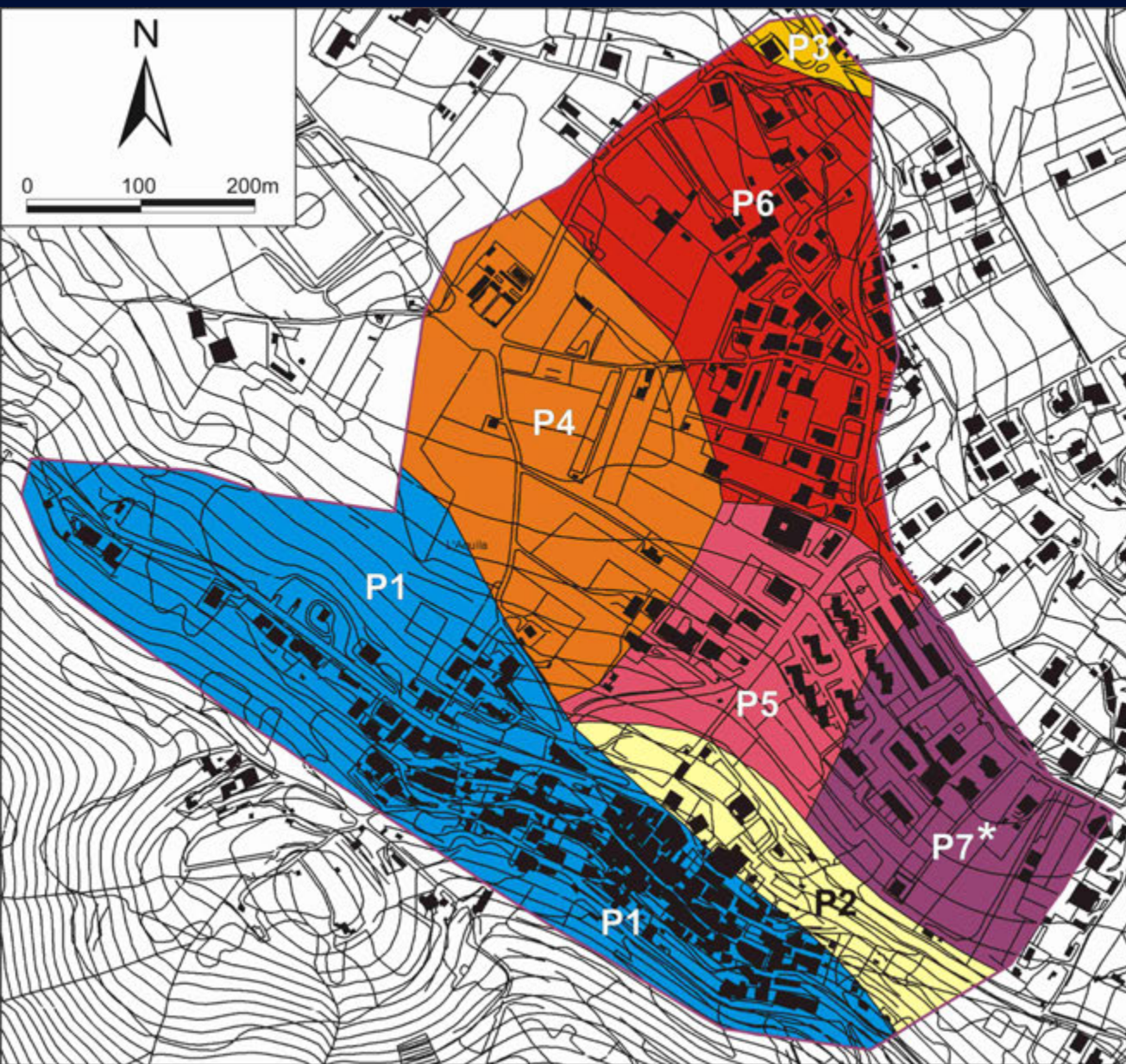
**REGIONI**: “individuazione delle zone sismiche, la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”

(art. 94 comma 2a)

**Alcuni tra gli altri compiti normativi spettanti alle Regioni:**

- la competenza di stabilire le modalità e criteri per l'esercizio delle funzioni di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche (in armonia con il DPR n. 380 del 6 giugno 2001)
- determinazione dei criteri per l'esecuzione di studi di microzonazione sismica





**PROGETTO MICROZONAZIONE SISMICA  
PER LA RICOSTRUZIONE  
(L'AQUILA, evento sismico 6 aprile 2009)**

Coordinamento Regionale  
Prevenzione Sismica

**CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (livello 3)  
Comune dell'Aquila - Località Pianola**

Responsabile del Progetto: Ing. G. Fianchisi<sup>1)</sup>, Geol. M. Baglione<sup>2)</sup>  
 Coordinamento tecnico: Geol. P. Fabbroni<sup>1)</sup>, Geol. V. D'Intinante<sup>2)</sup>, Geol. F. Vannini<sup>2)</sup>  
 Analisi numeriche: Ing. Tito Sano<sup>2)</sup>  
 Editing e Allestimento Grafico: Geol. V. D'Intinante<sup>2)</sup>

(1) Regione Toscana, Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica  
 (2) Consulente Dipartimento Protezione Civile Nazionale



GENNAIO 2010

**ZONE STABILI**

P1		FA	FV
		1	1

**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**

ZONA	FA	FV
P2	1.1	1.3
P3	1.1	1.3
P4	1.5	2.5
P5	2.0	1.4
P6	2.3	2.9
P7*	1.2	2

\* La zona P7, pur essendo caratterizzata da valori di FA ed FV inferiori rispetto ad altre zone, presenta condizioni di pericolosità legate a motivi di natura geotecnica, quali cedimenti differenziali e/o liquefazione per le quali si consigliano approfondimenti d'indagine

area d'indagine

### EMANAZIONE DELLE NTC08

Le azioni per la progettazione non dipendono più dalla zona sismica, sono relative ad ogni sito e dipendono dalla stato limite, dal tipo e dalla classe d'uso della struttura e sono direttamente ottenute dall'analisi di pericolosità di riferimento (allegati A e B alle NTC08)



SI È SVINCOLATO L'ASPETTO PROGETTUALE DALLA CLASSIFICAZIONE SISMICA



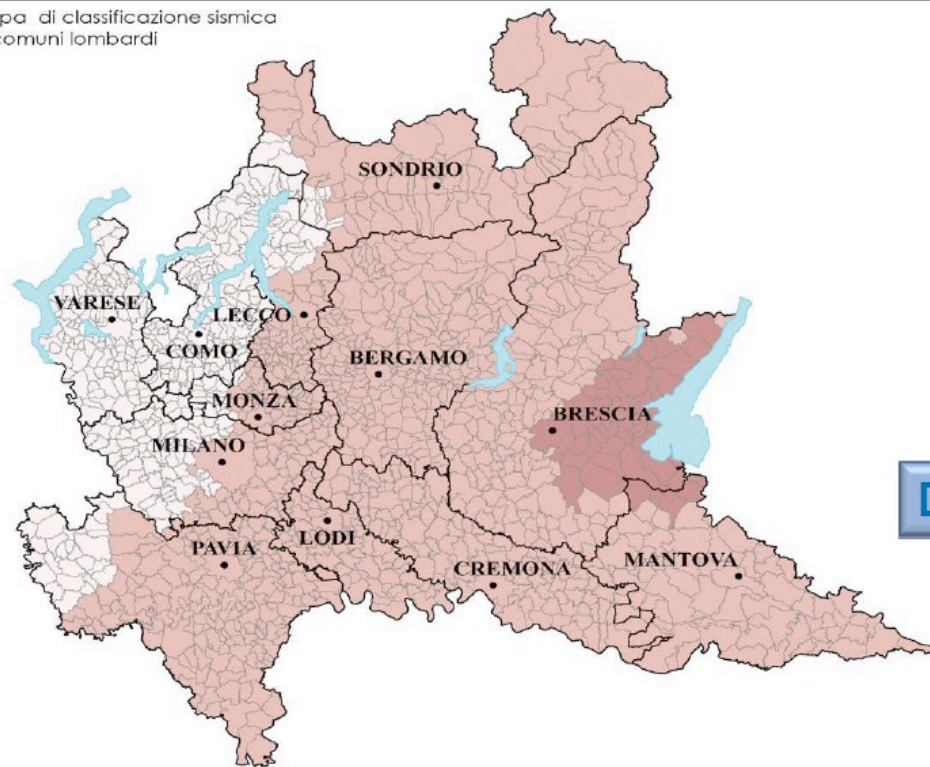
Il concetto di classificazione perde buona parte del suo significato di prevenzione delegandolo al calcolo della pericolosità relativo ai diversi periodi di ritorno specificati nelle NTC08

Rimangono correlate alla classificazione le scelte regionali circa i controlli sull'applicazione delle norme e le determinazioni in base alle quali si devono implementare i diversi livelli di microzonazione sismica

**NB:** Nelle NTC08 rimane un riferimento alle zone quando si definiscono le semplificazioni progettuali nei comuni in zona 4



Mappa di classificazione sismica  
dei comuni lombardi



Regione Lombardia

Zone di classificazione sismica dei  
comuni ai sensi dell'Ord. PCM 3274  
del 20 marzo 2003.

	n° comuni
zona 4	446
zona 3	1028
zona 2	57

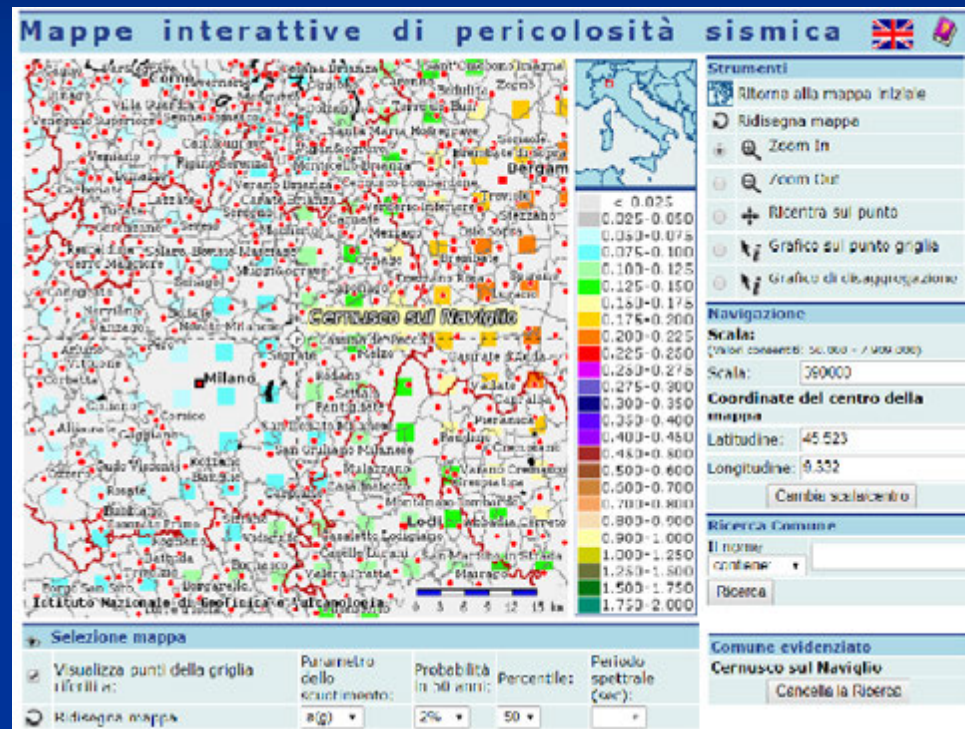
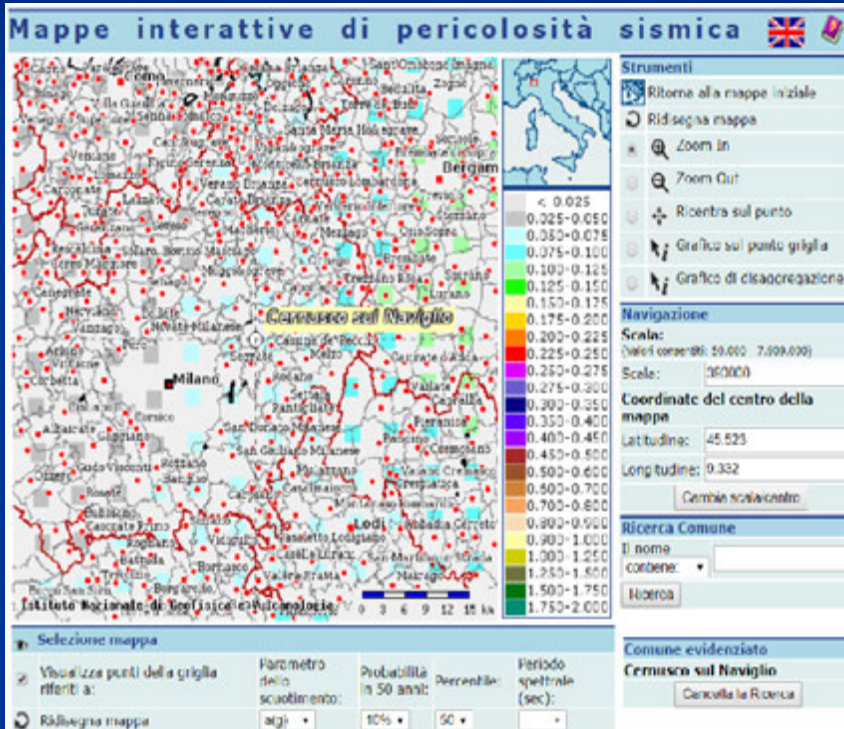
**D.G.R. 11/07/2014 - N. X/2129**

U.O. Sistema Integrato di Prevenzione  
Struttura Prevenzione Rischi Naturali  
luglio 2014



10 %

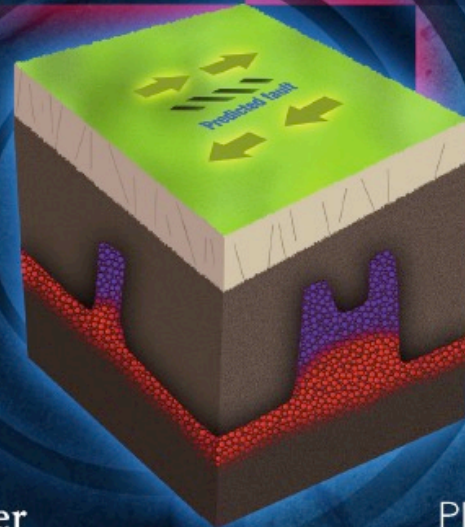
2 %



# ADVANCES IN EARTHQUAKE PREDICTION

**Research and Risk Mitigation**

Ragnar Stefánsson



 Springer

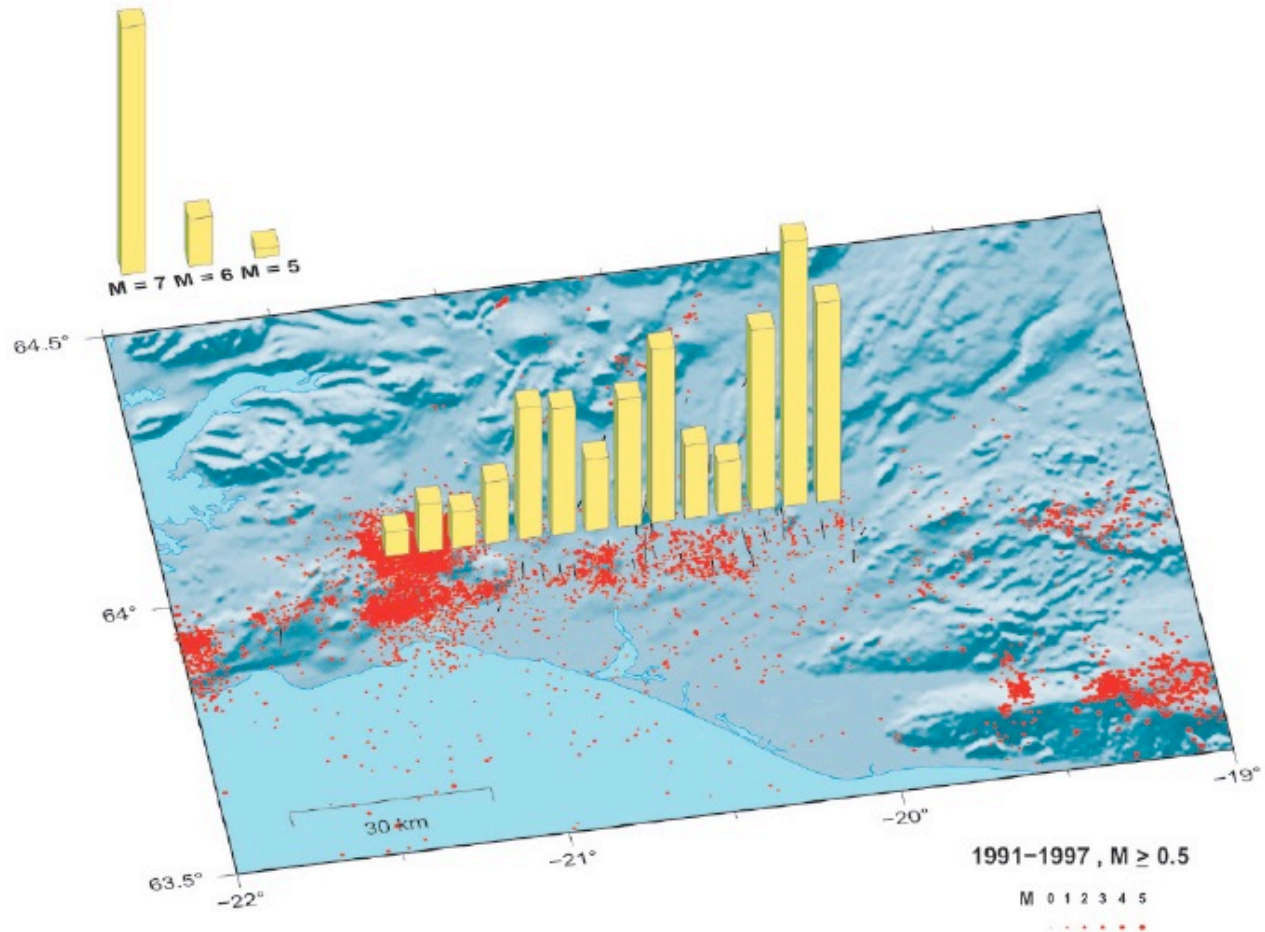
 PRAXIS

# Precursori

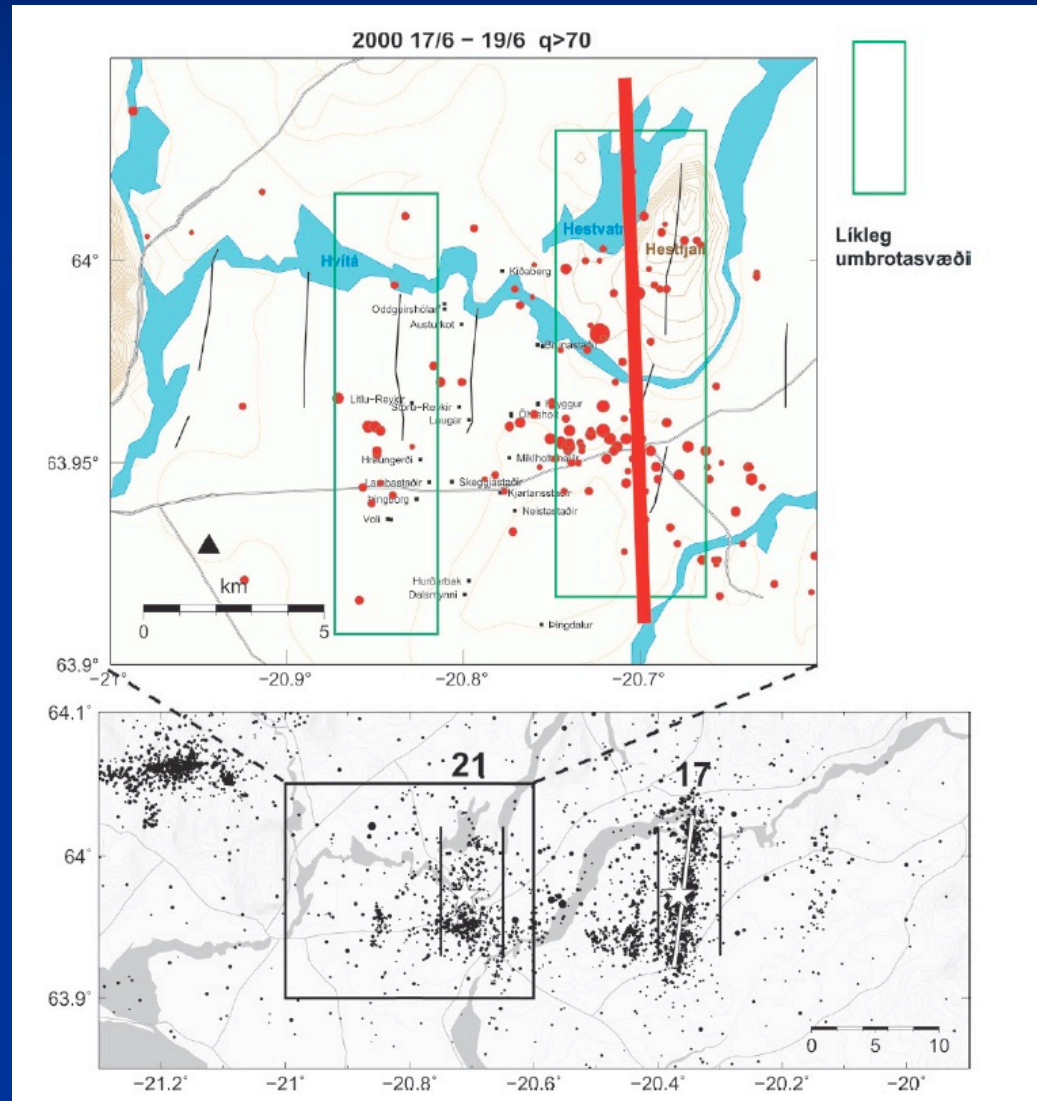
- **Variazione nella sismicità**
- **Deformazioni del suolo in superficie**
- **Deformazioni del suolo in profondità**
- **Variazioni nel campo di stress**
- **Variazione dei livelli di falda**
- **Variazione della geochimica delle acque**
- **Anomalie nelle emissioni di radon**



# Dove?



# Quando?



# Early Warning Information System

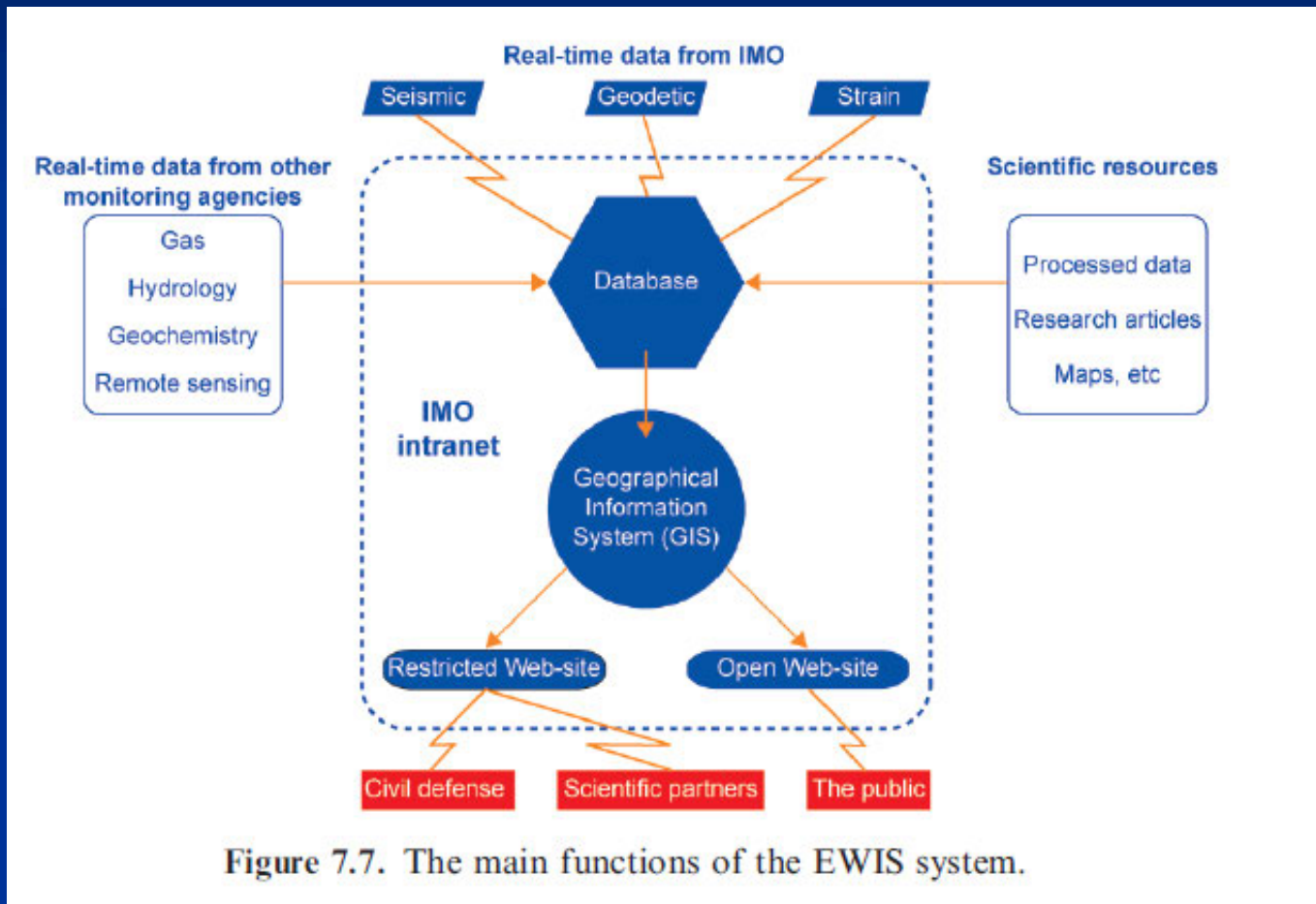


Figure 7.7. The main functions of the EWIS system.



# La sentenza di condanna degli scienziati della Commissione Grandi Rischi per il terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009

commissione grandi rischi x sky L'Aquila, Commissione G x C Processo l'Aquila, conda x R Terremoto L'Aquila, scien x R Terremoto L'Aquila, scien x Condanna Grandi rischi, i x  
www.corriere.it/cronache/12\_ottobre\_22/sentenza-grandi-rischi\_a6f15a5e-1c59-11e2-b6da-b1ba2a76be41.shtml

» Corriere della Sera > Cronache > *Processo l'Aquila, condannati tutti i membri della commissione «Grandi rischi»*

LA CONDANNA INFLITTA DAL GIUDICE UNICO MARCO BILLI

## Processo l'Aquila, condannati tutti i membri della commissione «Grandi rischi»

*Sei anni per omicidio colposo plurimo e lesioni colpose: rassicurazioni circa l'improbabilità di una forte scossa*



Storica condanna per i membri della commissione Grandi rischi: sei anni di reclusione per tutti gli imputati, sei esperti e il vice direttore della protezione civile, Bernardo De Bernardinis. È questa la decisione del giudice unico Marco Billi che ha condannato i componenti della commissione Grandi rischi, in carica

Location, Facebook, Lock, Email, -A, A+

Commenti dei lettori 273

8,3mila 29 210

Mi piace +1 Tweet

NOTIZIE CORRELATE



Advanced Technologies in Earth Sciences

Friedemann Wenzel  
Jochen Zschau *Editors*

# Early Warning for Geological Disasters

Scientific Methods and Current Practice



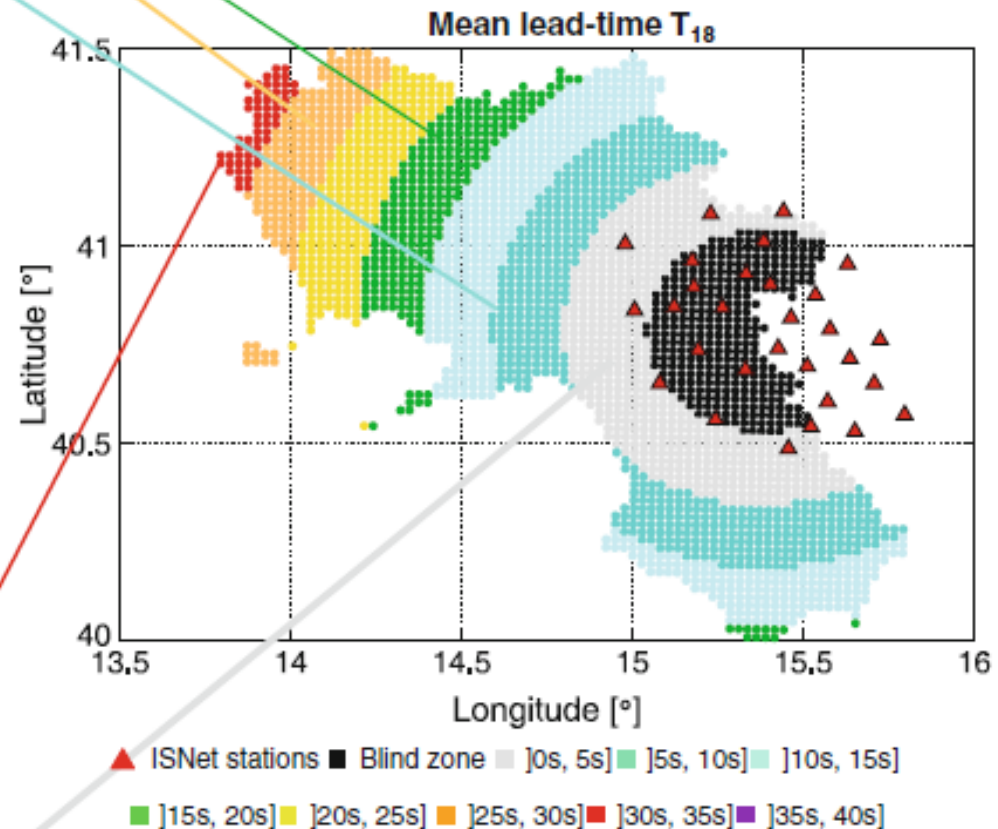
GEOTECHNOLOGIEN



Springer

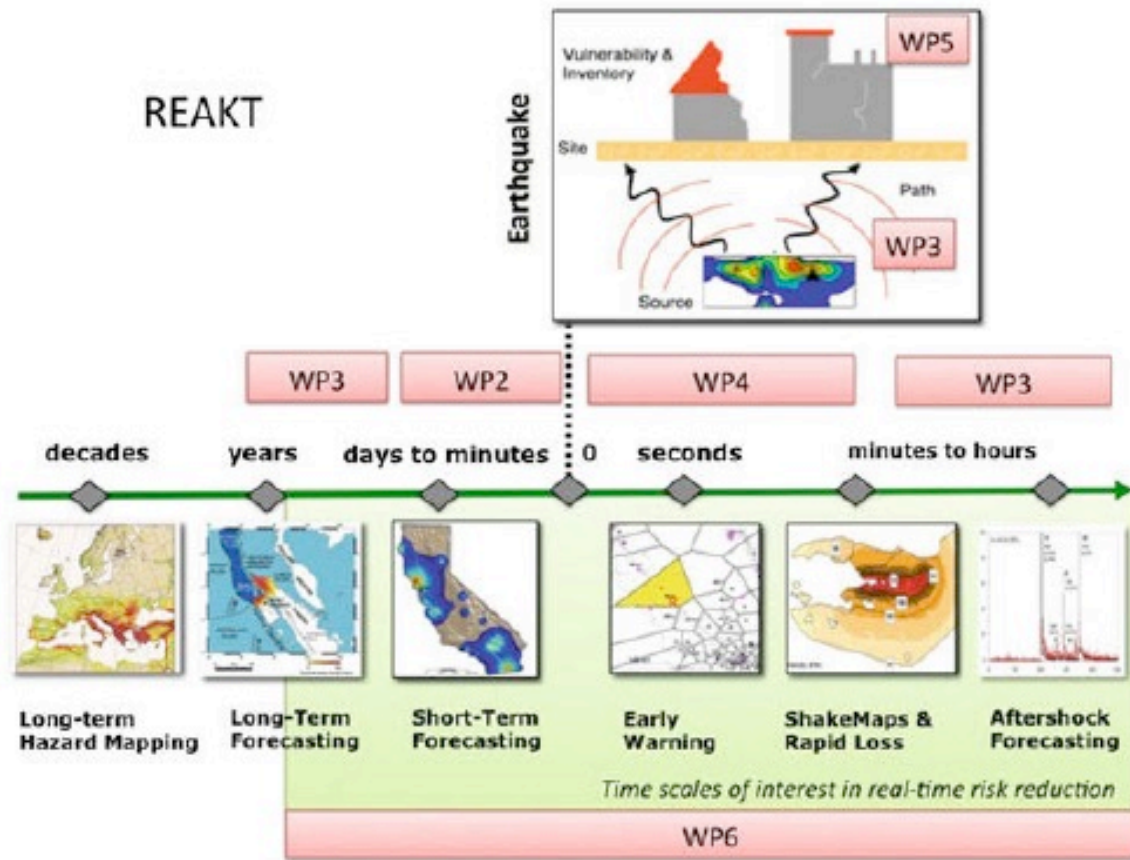
- Suspending work in progress in operating rooms (-20-30sec).
- At home, moving away from large appliances or pieces of furniture and taking cover under a table or other object that provides protection (-5-10 sec).
- Outdoors, looking out for collapsing objects and taking shelter in a sturdy building (-5-10sec).
- Stopping hazardous work (e.g., in building yards) (-5-10sec).
- Moving away from hazardous chemical systems and machinery (-5-10sec).
- In public buildings, do not panic and do not rush for the exit or stairs, following the attendant's instructions (-10sec).
- Stopping elevators at the nearest floor and opening its doors immediately (-5-10sec).
- Activating backup and turning off important computers (-5-10sec).
- Slowing down trains and stopping them if necessary/possible (a few tens of seconds dependent on train speed).
- Preventing planes from landing (a few tens of seconds).
- Semi-active structural control (-1sec).
- Turning all the traffic lights on the freeway to red to alert drivers and stop traffic (-5 sec).

- Controlling production lines (-15sec).
- Shutdown of critical systems (bio-medical equipments in hospitals, reactors and hazardous equipments in energy and chemical plants) and lifelines/pipelines (-20sec).



**Fig. 17.8** Design lead-time map for the Campania region (southern Italy); modified from Iervolino et al. (2009)





**Fig. 5.2** Sketch of the different components and different time scale to be integrated in the used system level approach

**GRAZIE**