



LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

A PIERLUIGI FRIELLO: UN GEOLOGO PROFESSIONISTA, UN AMICO

MICROZONAZIONE SISMICA ED EFFETTI DI SITO: IL RUOLO DEL GEOLOGO, METODI E TECNICHE OPERATIVE

7 APRILE 2022

*Geologo Massimo Amodio
Ordine dei Geologi del Lazio
A.P. n.617 – maxamo@fastwebnet.it*



PARTE PRIMA: CENNI DI SISMOLOGIA – PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO – MACROZONAZIONE SISMICA

“MICROBREAK”

PARTE SECONDA: EFFETTI DI SITO E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE (MICROZONAZIONE SISMICA)



PARTE TERZA: PROGETTAZIONE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

“MICROBREAK”

PARTE QUARTA: STRUMENTAZIONE, TECNICHE DI PROSPEZIONE, ANALISI DEI DATI

LA SISMOLOGIA E LA PROFESSIONE DEL GEOLOGO

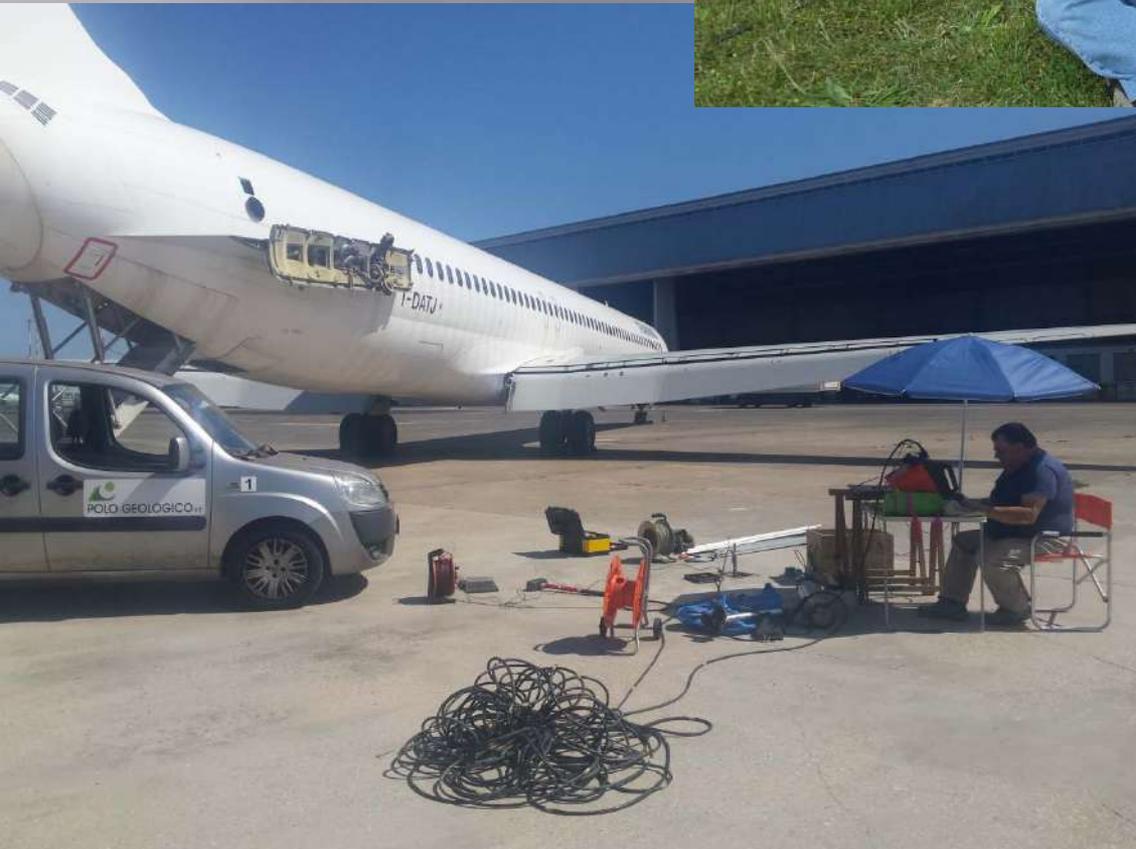
Parte Prima - Cenni di Sismologia

DUE PAROLE SULLA

PROFESSIONE DEL GEOLOGO

Pierluigi Friello
"Giggi"

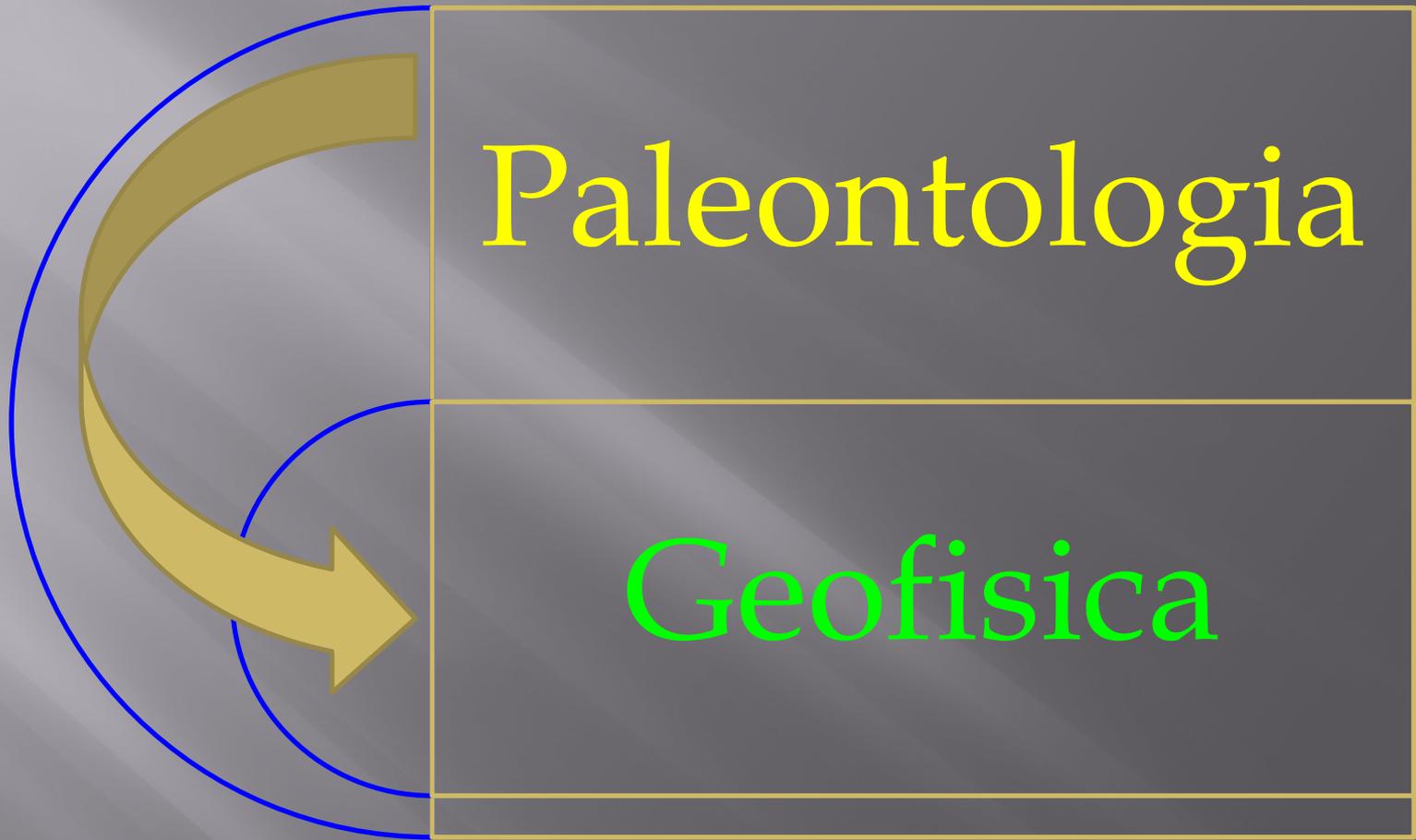
Geologo



Giggi era scientificamente,
culturalmente ed
umanamente il “Figlio” di
Giovanni “Jack” Pallini







RICERCA & DIDATTICA

Un po' di Storia Sismica "recente" della nostra Nazione

Molise 2002 M1 5,8; 30 vittime

	Lat	Lon	Prof.	Io	Mw	TMw	Rt	Np	Imax (MCS)	DBMI11
CPTI11	★	41.716	14.893		5.74 ± 0.09	Inso				
macro-sismico	□	41.695	14.925	7-8	5.18 ± 0.23	Bx	Bosi et al., 2002	51	8-9	visualizza mdp
strumentale	★	41.716	14.893	25.00	5.74 ± 0.09	MT	Castello et al., 2006			

terremoto con effetti cumulati

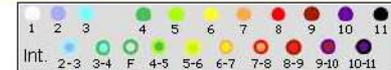
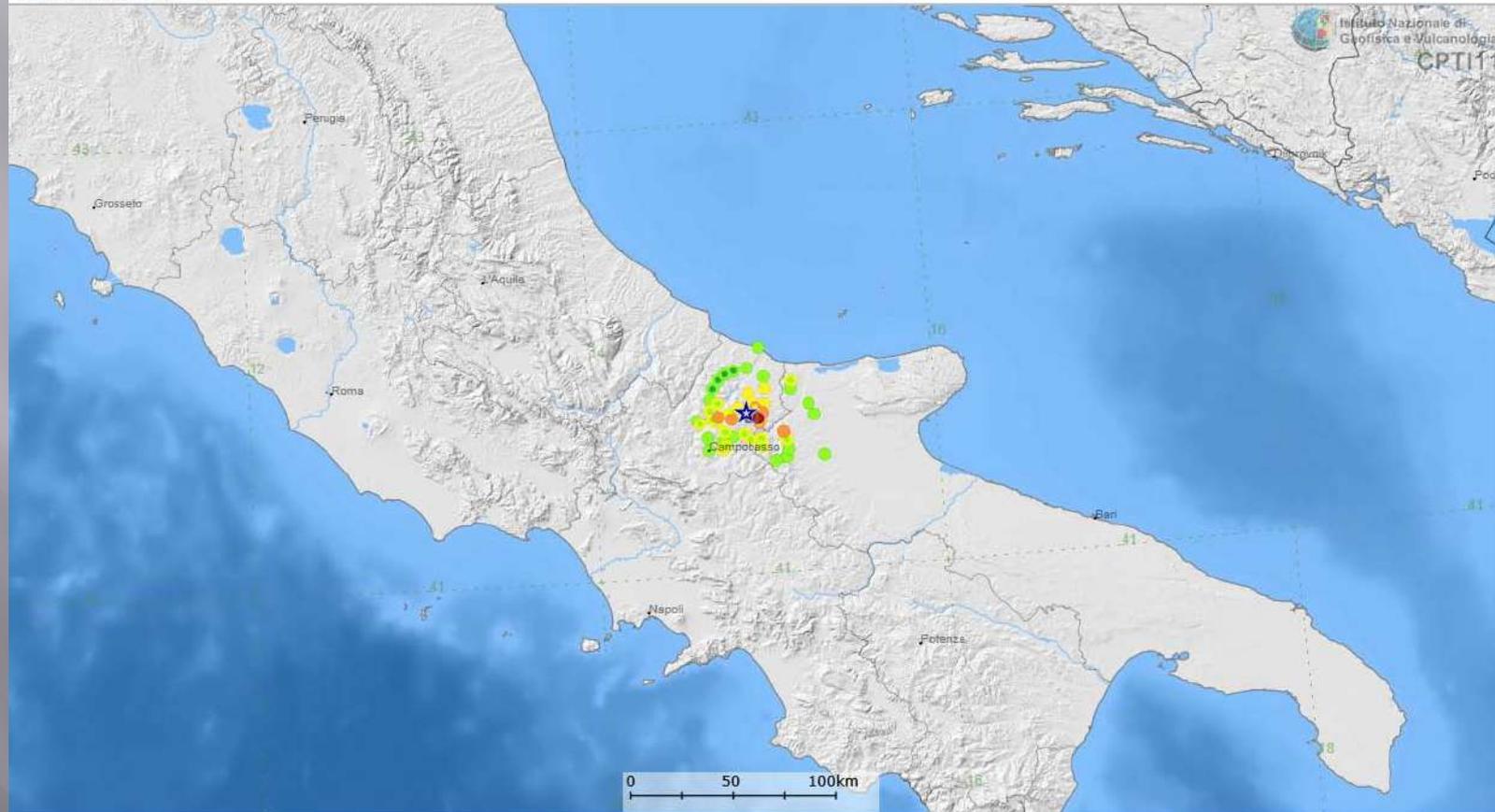




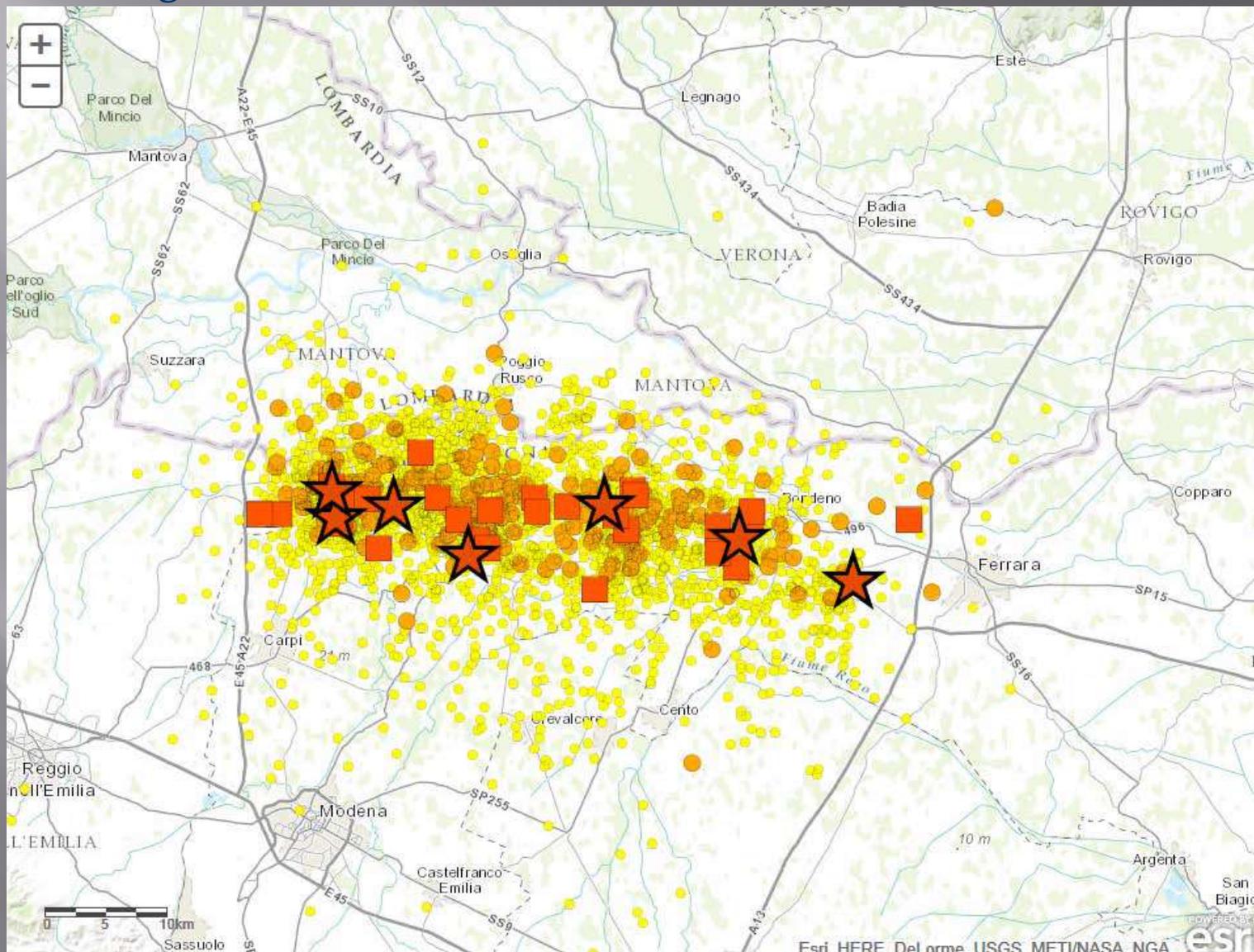
Foto fornite dal Geol. Antonio Colombi







Emilia Romagna 2012 Mw 5,8; 27 vittime



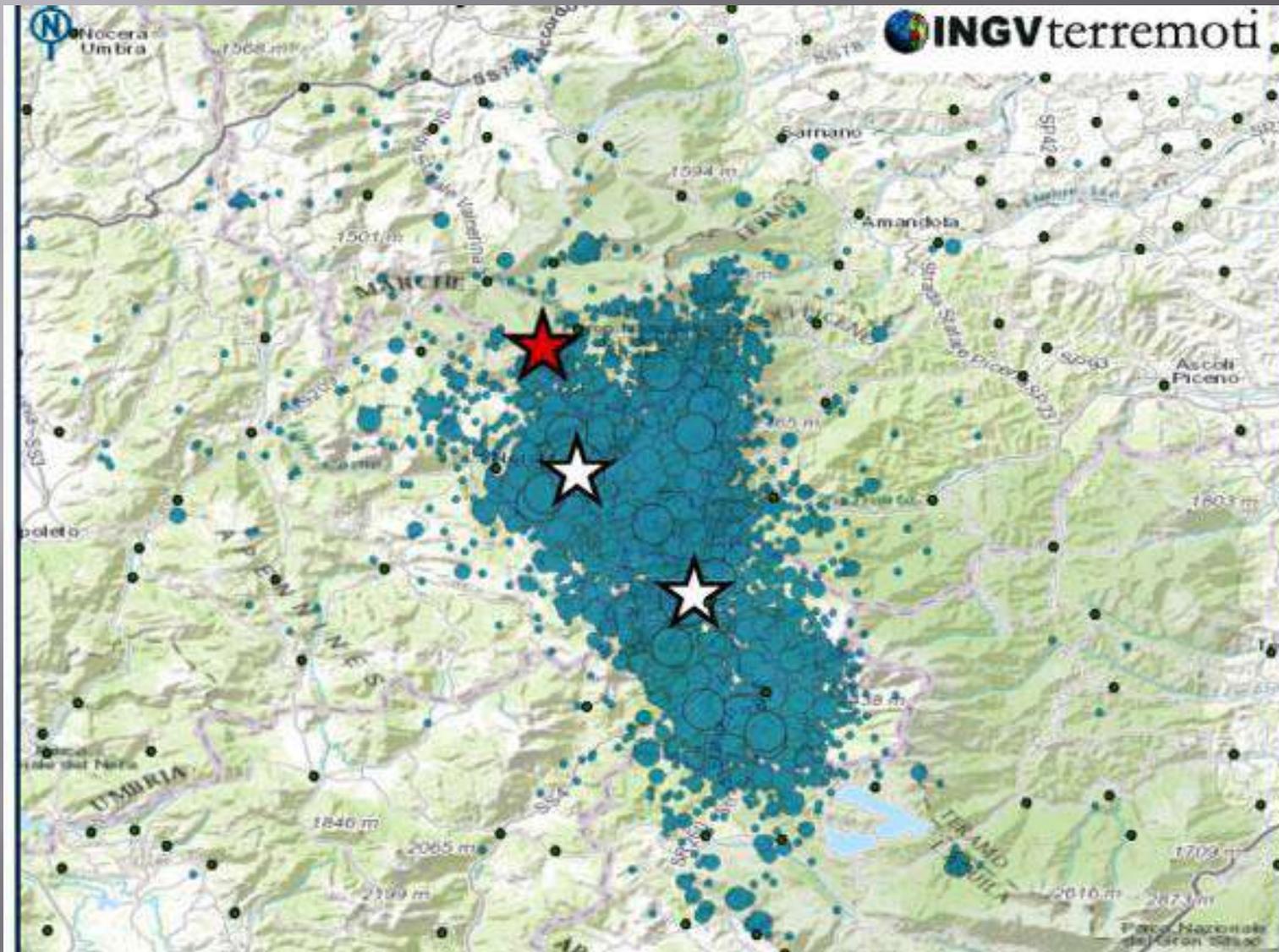




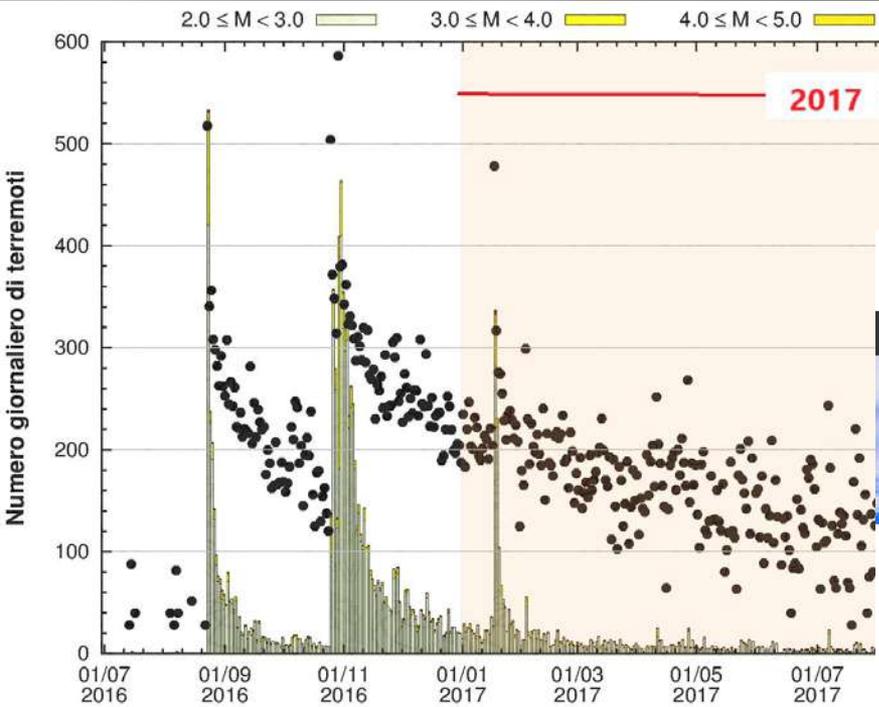


Lazio - Marche - Abruzzo - Umbria 2016

Mw 6,0; 298 vittime



La sequenza sismica in Italia centrale 2016-2017



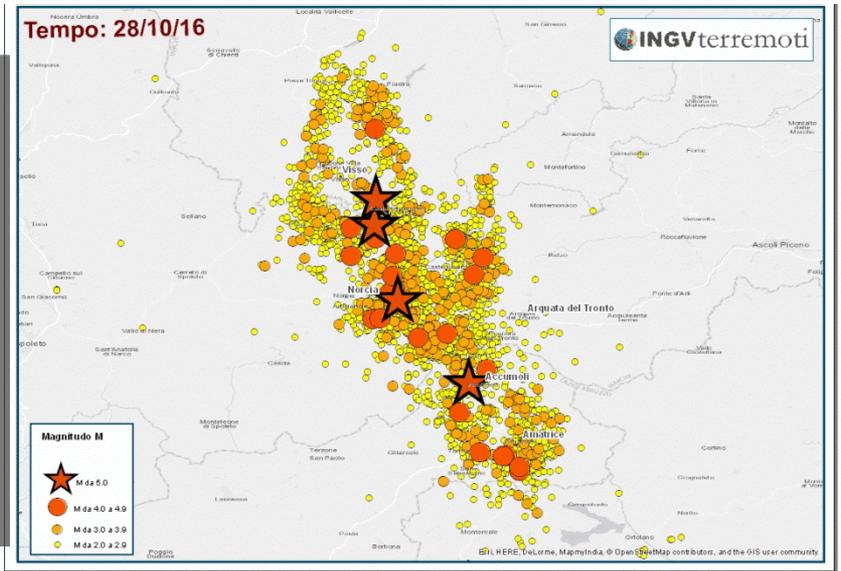
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Lista terremoti | Reti sismiche | Dati in tempo reale+ | Osservatori e Centri+ | INGVterremoti+ | Guida al Sito | Contatti

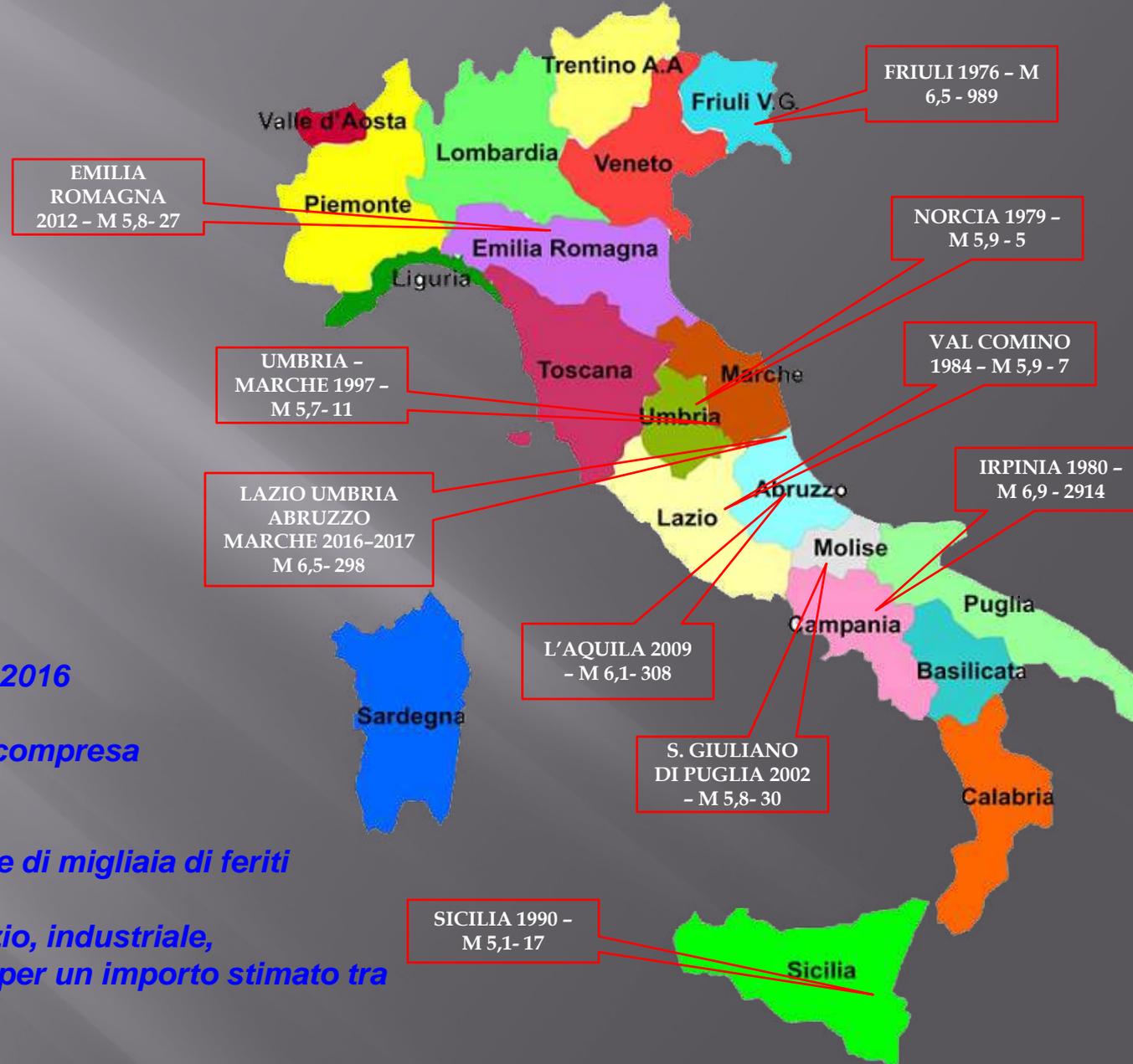
Fuso Orario: Italia | Dal 01-01-2016 al 12-07-2016 | Magnitudo: 5.5+ | Italia

Visualizzati 5 terremoti (Ordinamento Tempo Decrescente) | Esporta lista (UTC) -

Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine
2017-01-18 11:14:09	Mw 5.5	2 km NW Capittignano (AO)	10	42.53	13.28
2016-10-30 07:40:17	Mw 6.5	4 km NE Norcia (PG)	10	42.83	13.11
2016-10-28 22:02:43	ML 5.8	Tirreno Meridionale (MARE)	481	39.27	13.55
2016-10-26 21:18:07	Mw 5.9	3 km S Visso (MC)	10	42.91	13.09
2016-08-24 03:36:32	Mw 6.0	1 km W Accumoli (RI)	8	42.70	13.23







..... NEI 40 ANNI 1976 - 2016

- **10 eventi sismici con M compresa più o meno tra 5,5 e 6,5**
- **con 4606 vittime e decine di migliaia di feriti**
- **danni al patrimonio edilizio, industriale, artistico e monumentale per un importo stimato tra i 150 e i 250 MLD €**

magnitudo	Esplosivo Equivalente	Frequenza
0 - 0,5	1 chilogrammo	circa 8.000 al giorno
Da 1 a 1,5	Da 31,6 a 178 Kg	circa 3.000 al giorno
Da 1,5 a 2	Fino a 1 tonnellata	circa 1.000 al giorno
Da 2,5 a 3	Da 5,6 ton a 31,6 Ton	circa 130 al giorno
Da 3 a 4	Fino a 1000 Ton	circa 15 al giorno
Da 4 a 5	Fino a 31600 Ton	2-3 al giorno
Da 5 a 6	Fino a 1 milione Ton	120 all'anno
Da 6 a 7	Fino a 5,6 milioni Ton	18 all'anno
Da 7 a 8	Fino a 1 miliardo Ton	1 all'anno
8,5	5,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 5 anni
9	31,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 20 anni
10	1000 miliardi di tonnellate	sconosciuto

X 40 anni = 2800

Quindi in Italia si sono verificati circa lo 0,3 % dei terremoti di Magnitudo compresa tra 5,5 e 6,5 registrati, nello stesso intervallo di tempo, in tutto il Pianeta !!

COSA SI PUO' FARE ?

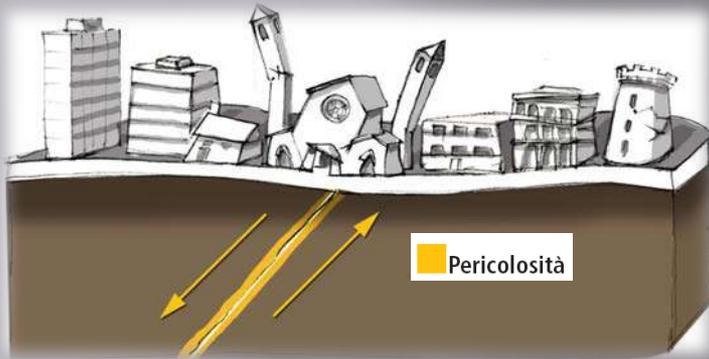
QUALI GLI ASSETS STRATEGICI DA METTERE IN CAMPO ?

QUALI LE LINEE DI RICERCA DA INTRAPRENDERE ?

QUALI GLI INPUT DA FORNIRE AL MONDO DEI DECISORI ?

Cos'è il RISCHIO sismico?

è il prodotto tra le 3 componenti:



Pericolosità sismica

probabilità di osservare un certo valore di scuotimento in un fissato periodo di tempo

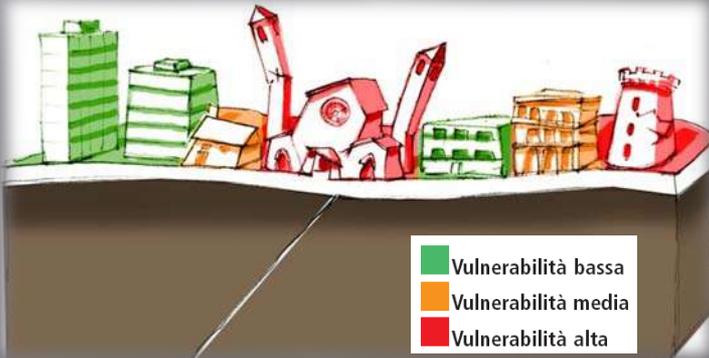
X



Valore esposto

quantificazione (economica, sociale, ecc.) dell'oggetto esposto a rischio

X

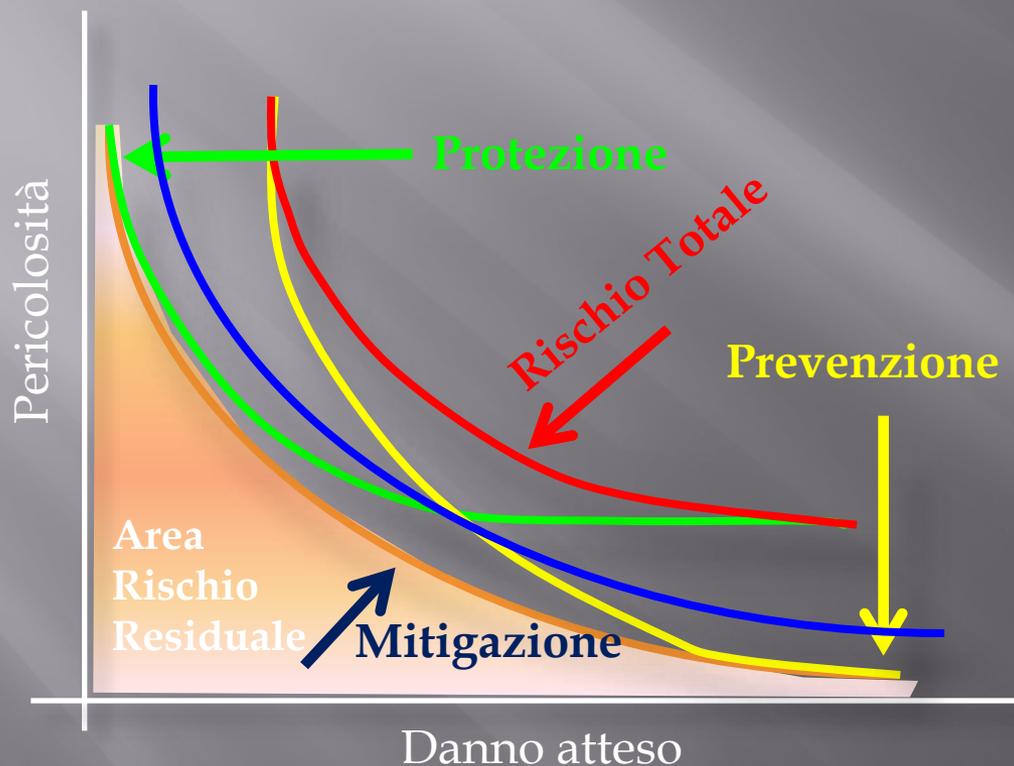


Vulnerabilità

propensione di un oggetto a subire danni o alterazioni

Per le molte variabili in gioco, **l'opzione RISCHIO ZERO NON è raggiungibile**

$$R = \text{Peric} \times \text{Vuln} \times \text{Espos}$$



nessuna delle attività di

PREVENZIONE

o di **PROTEZIONE**

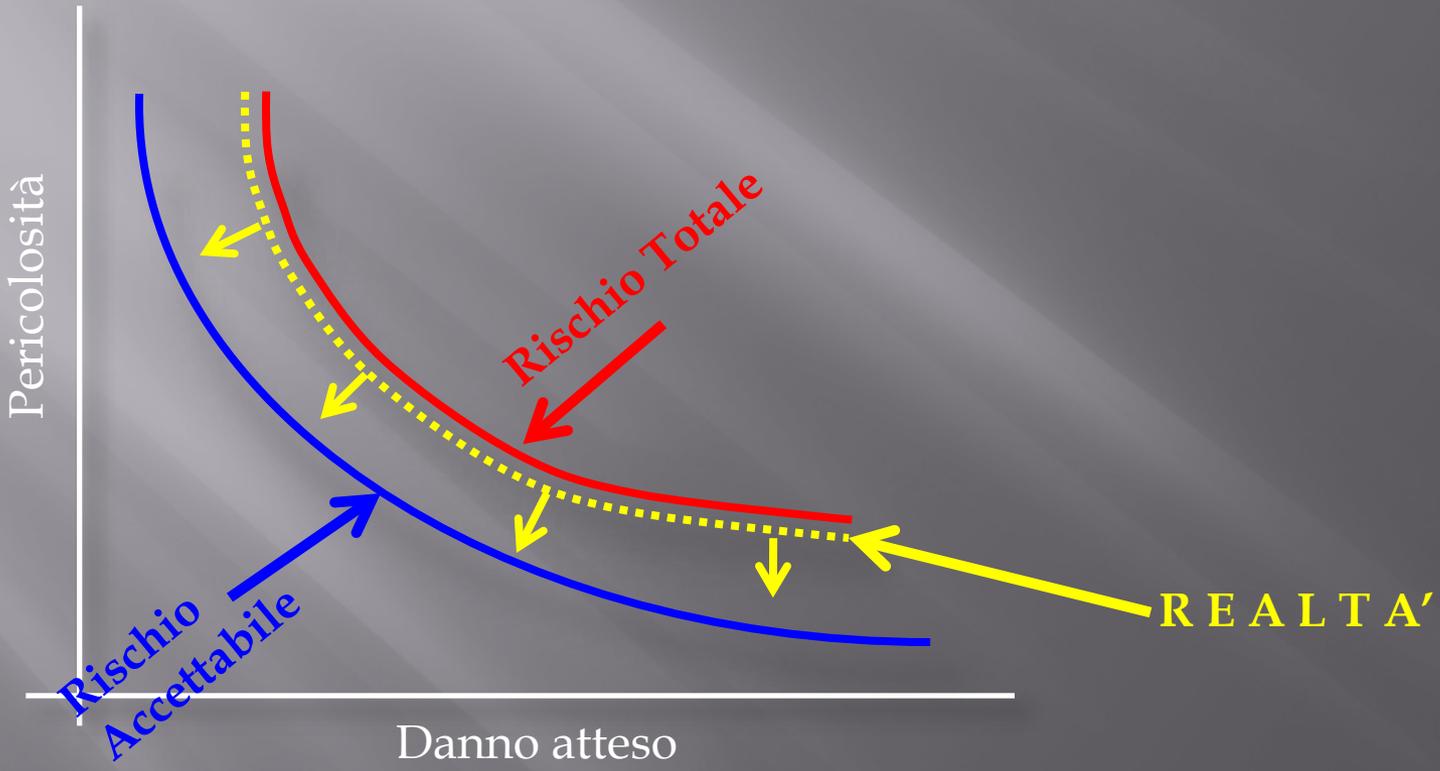
può eliminare completamente la possibilità di rischio soggetta a un regime di pericolosità.

Avremo sempre:

RISCHIO RESIDUALE: il rischio minimo possibile.

Attraverso i processi di MITIGAZIONE (Prevenzione e Protezione) si consegue un RISCHIO ACCETTABILE: rischio da accettare dopo aver fatto tutte le azioni di mitigazioni, nell'ambito delle nostre capacità tecnico-scientifiche e possibilità economiche.

Ecco spiegato il motivo per cui pur rientrando appieno nella statistica sismologica "planetaria" subendo "solo" 10 di M tra 5 - 6 in 40 anni abbiamo subito danni umani ed economici così ingenti !



Come possiamo portare la curva gialla verso la curva blu ?

PREVISIONE

= previsione deterministica o "predizione"



*NON E' UN TABU' Esempio di
PARKFIELD*

*..... IL MONDO DELLA RICERCA HA
PERSEGUITO QUESTA STRADA PER
20 – 30 ANNI*

*MA OGGI NON E' CONSIDERATO UN
ASSE PRIMARIO NELLE LINEE DI
RICERCA SISMOLOGICA*

*ANCHE SE ... NELLE NTC 2018 C'E' DI
NUOVO QUALCHE ACCENNO*

PREVENZIONE

= riduzione degli effetti



RICERCA

NORMATIVA

PROFESSIONE

LIVELLI

AZIONI

CONOSCENZA

(pericolosità sismica di base del territorio Nazionale e Regionale)

- Definizione Zone Sismogenetiche
- Individuazione meccanismi focali
- Macrozonazione Sismica

PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

- Microzonazione Sismica

PROGETTAZIONE

- Caratterizzazione geologica e sismologica del sito
- Risposta Sismica Locale



LA PREVENZIONE

DEL RISCHIO

SISMICO

SI SVILUPPA

SU 3 LIVELLI

LIVELLI

**CONOSCENZA DELLA
PERICOLOSITA'
SISMICA DEL
TERRITORIO** (Nazionale e
Regionale)

**PIANIFICAZIONE
TERRITORIALE**

PROGETTAZIONE

NORMATIVA

MODIFICHE ULTIMI 4 ANNI

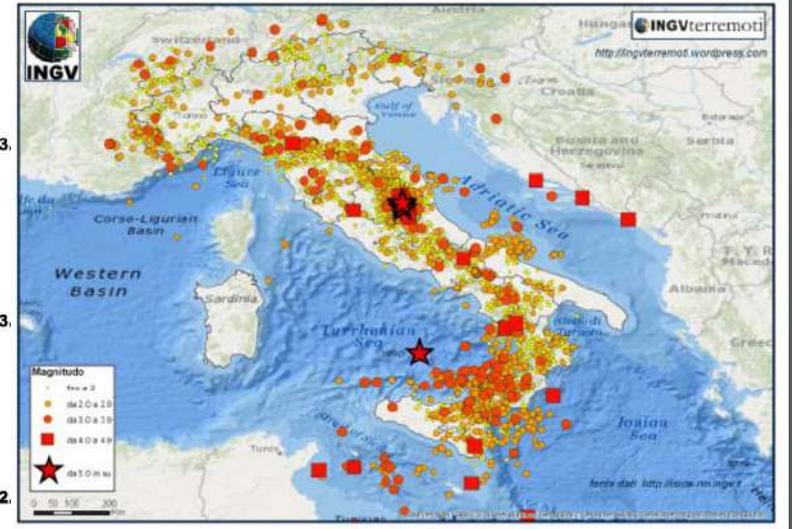
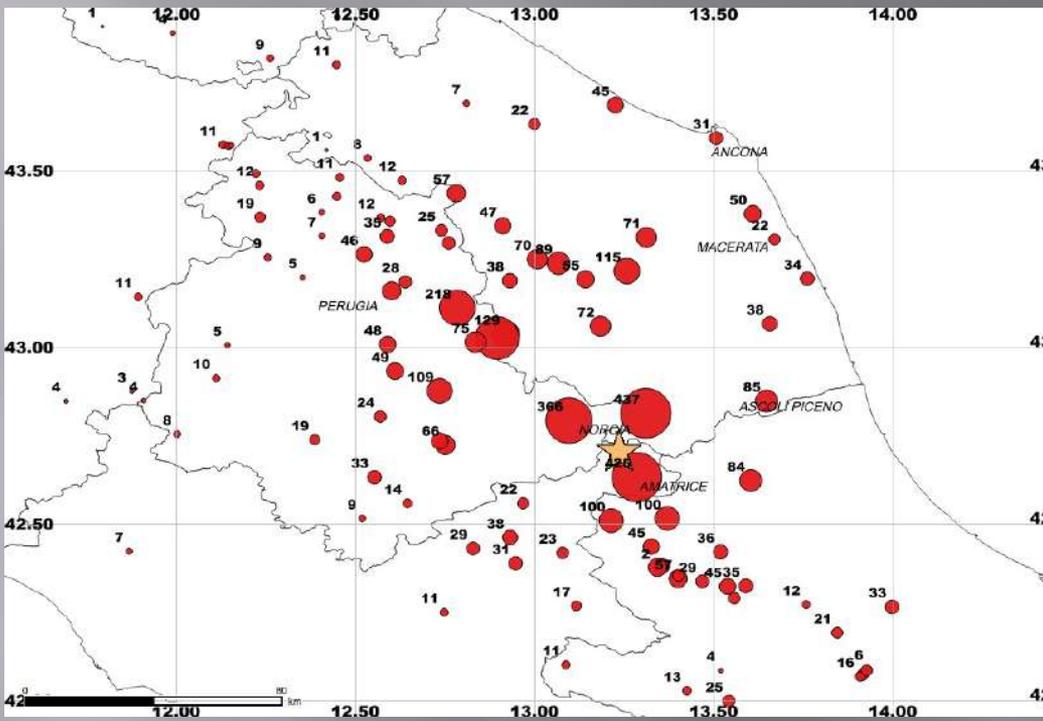
N.T.C. 2008 → N.T.C. 2018

**D.G.R. Lazio 375/2016 → Regolamento
Sismico n. 26 (ottobre 2020)**

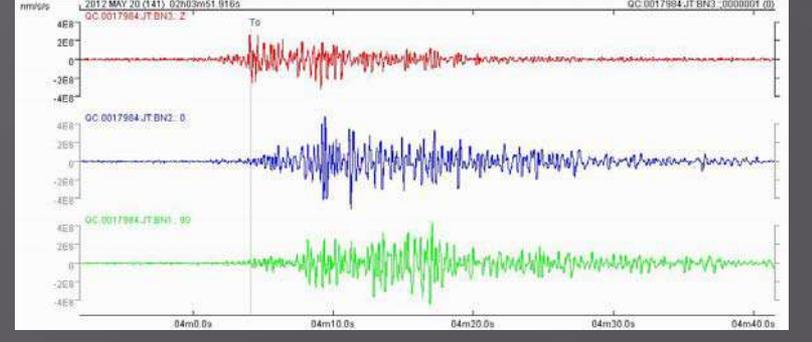
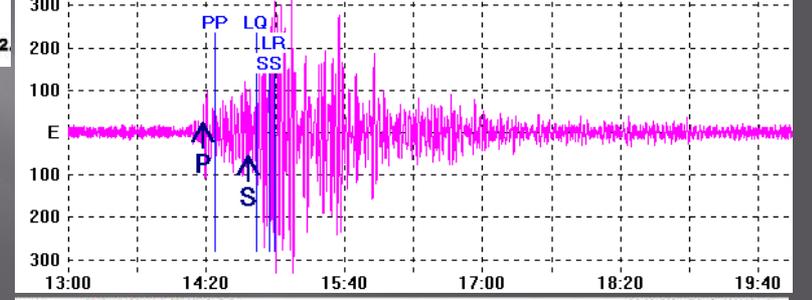
**D.G.R. Lazio 490/2011 → D.G.R. Lazio
155/2020 (M.S. Liv. 2)**

**D.G.R. Lazio 489/2012 → D.G.R. Lazio
493/2019**

***DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL
TERRITORIO
(Nazionale e Regionale)***

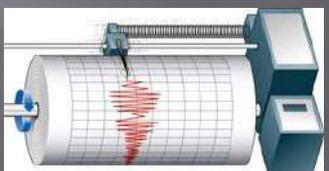


Start: 10/04/97 18:13:00 UTC Station: CARRARA ITALIA 44.005N 10.006E Samples: 136
 Comment: SISMA COLFIORITO (PG) M. 4.3 Max/Min: 370/-370 X: 7:00 Y: -3
 Event Mag: ML 4.3
 Org: 18:13:40.4 P: 18:14:15.9 S: 18:14:42.4 Diff: 26.5sec Dist: 2.16deg 240km 149mi Ma



COME SI MISURA UN TERREMOTO ?

COME SI LOCALIZZA UN TERREMOTO ?





RETE SISMICA NAZIONALE

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

<http://cnt.ingv.it>



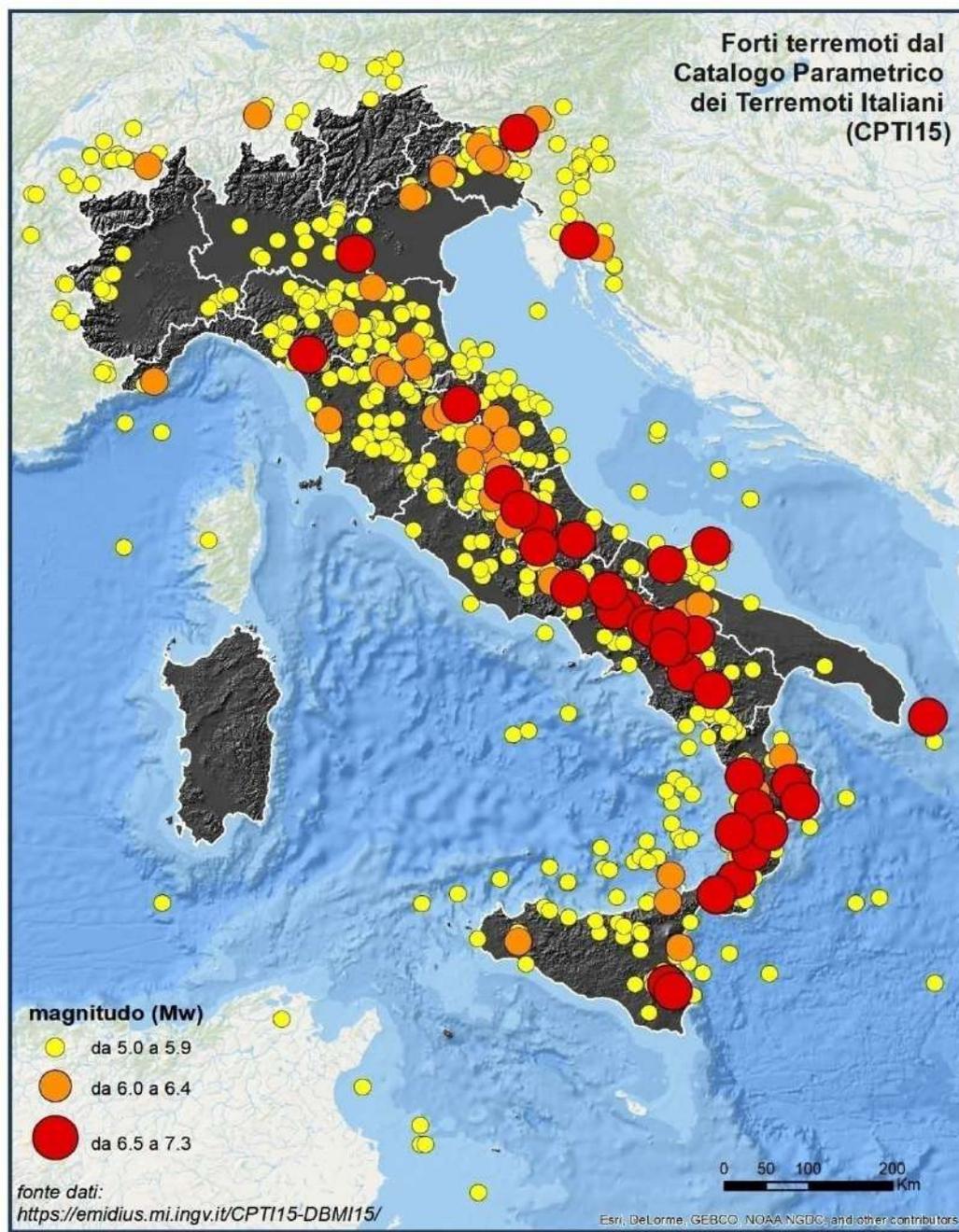
Circa 500 Stazioni sismiche dislocate su tutto il territorio nazionale e tutte teleconnesse con la sala sismica INGV



I forti terremoti del passato dall'anno 1000 al 2014 circa 4500 terremoti

La grandezza del simbolo è proporzionale alla magnitudo stimata M_w ed è una approssimativa rappresentazione in pianta del volume di roccia coinvolto dalla rottura. *In mappa quelli di $M_w \geq 5.0$.*

I terremoti in rosso hanno $M_w \geq 6.5$

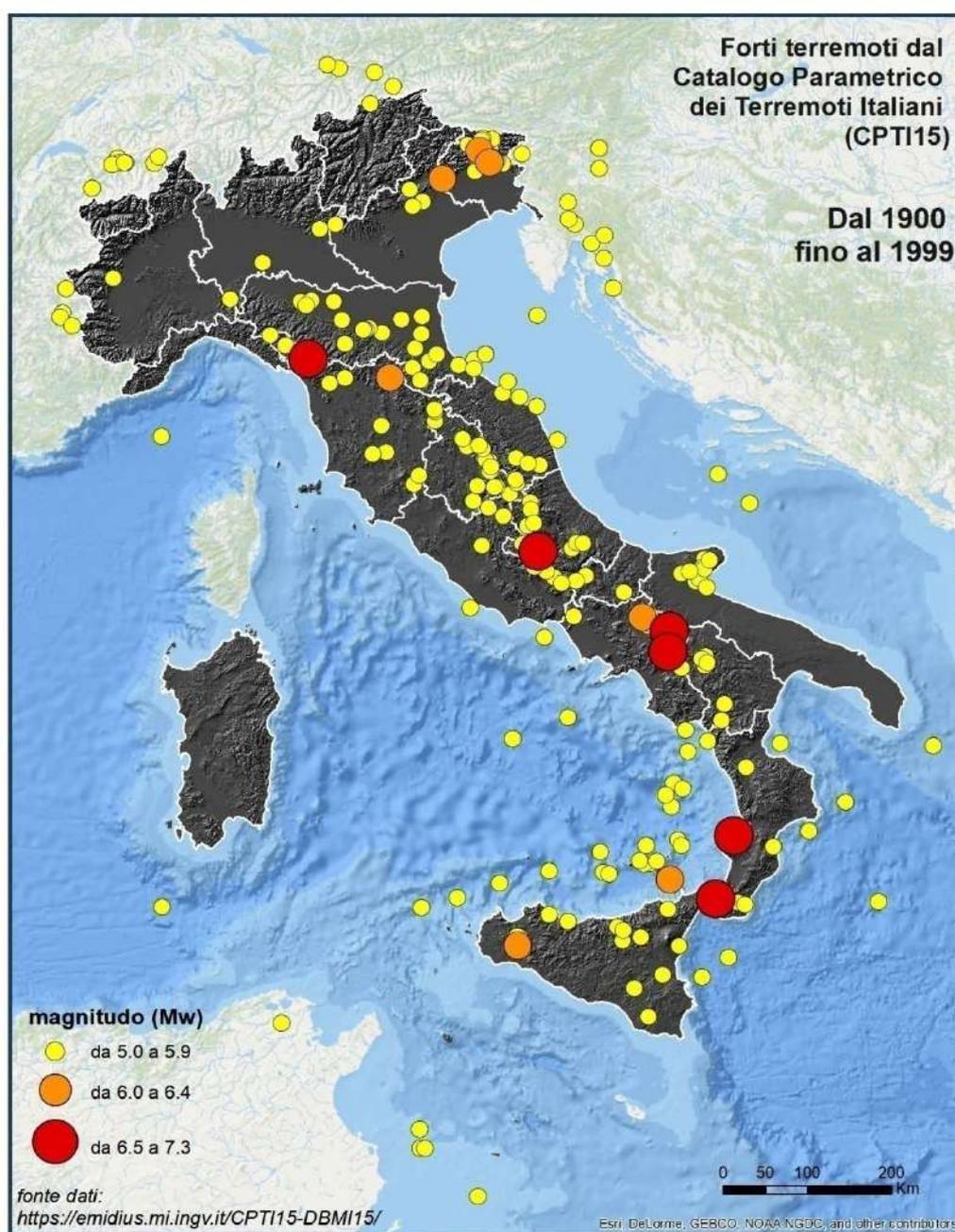


I forti terremoti del secolo scorso

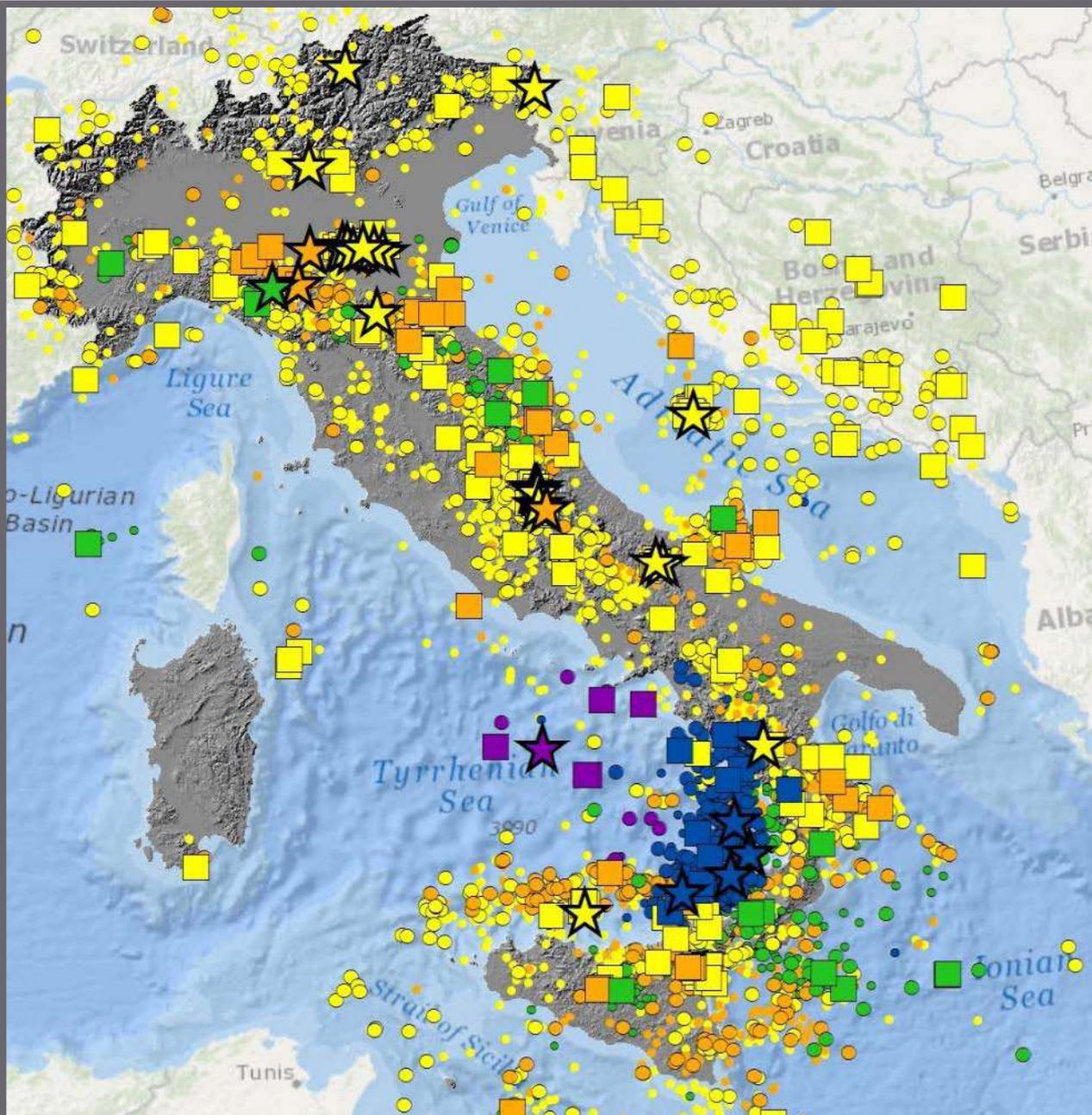
dall'anno 1900 al 1999

La grandezza del simbolo è proporzionale alla magnitudo stimata M_w ed è una approssimativa rappresentazione in pianta del volume di roccia coinvolto dalla rottura. *In mappa quelli di $M_w \geq 5.0$.*

I terremoti in rosso hanno $M_w \geq 6.5$



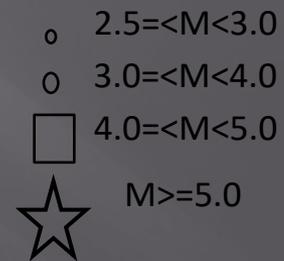
La sismicità dal 2000 al 2012



Profondità

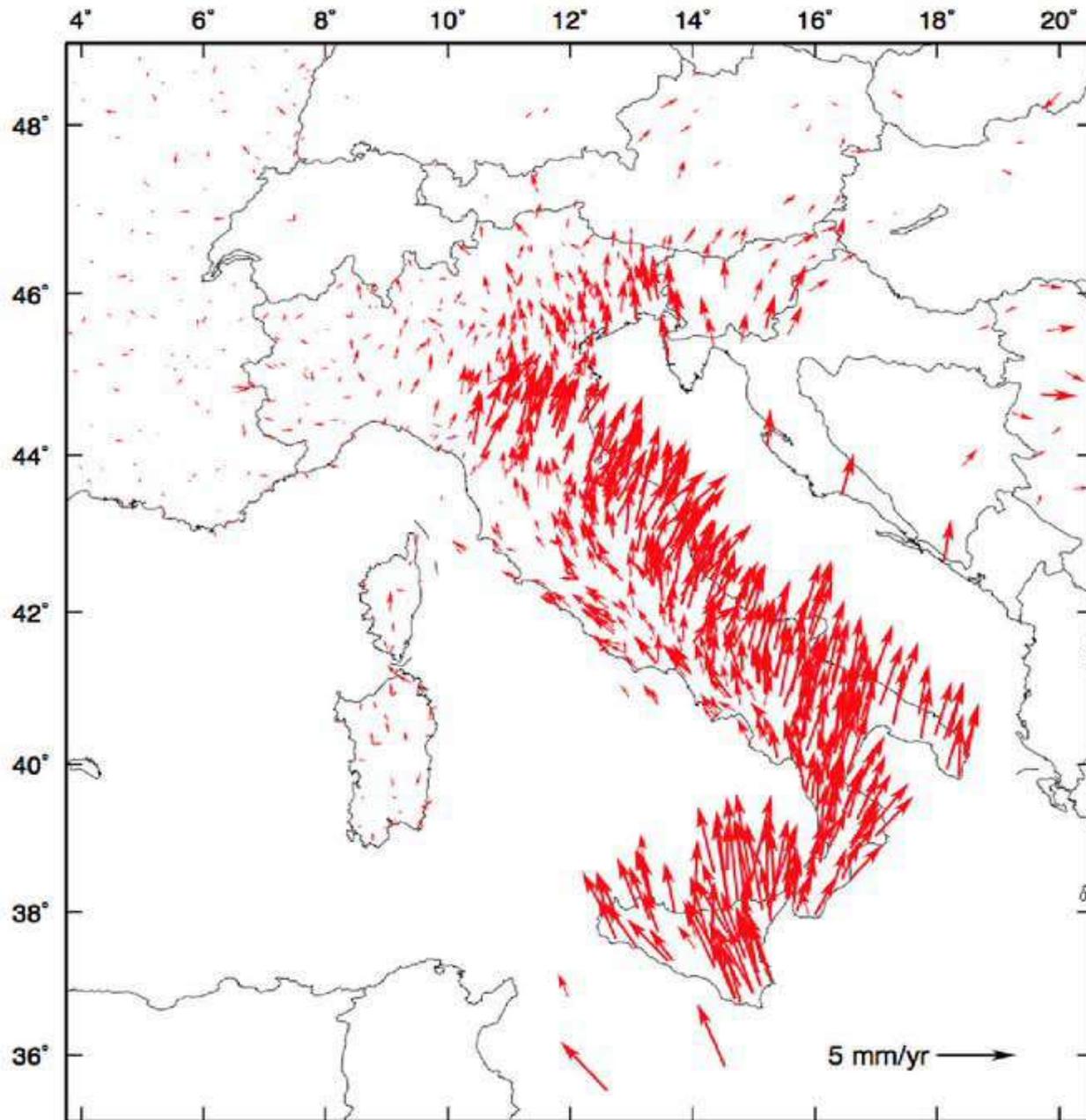


Magnitudo



Terremoti con $M \geq 2.5$

CSI e www.iside.ingv.it



GPS data

- GPS velocity field from CNT-Geodetic Analysis Working Group (Devoti et al., 2016)
- 934 continuous CGPS
- Min. obs. interval 3.5 yrs
- 84 stations excluded (volcanic areas, discrepant with regional velocity)

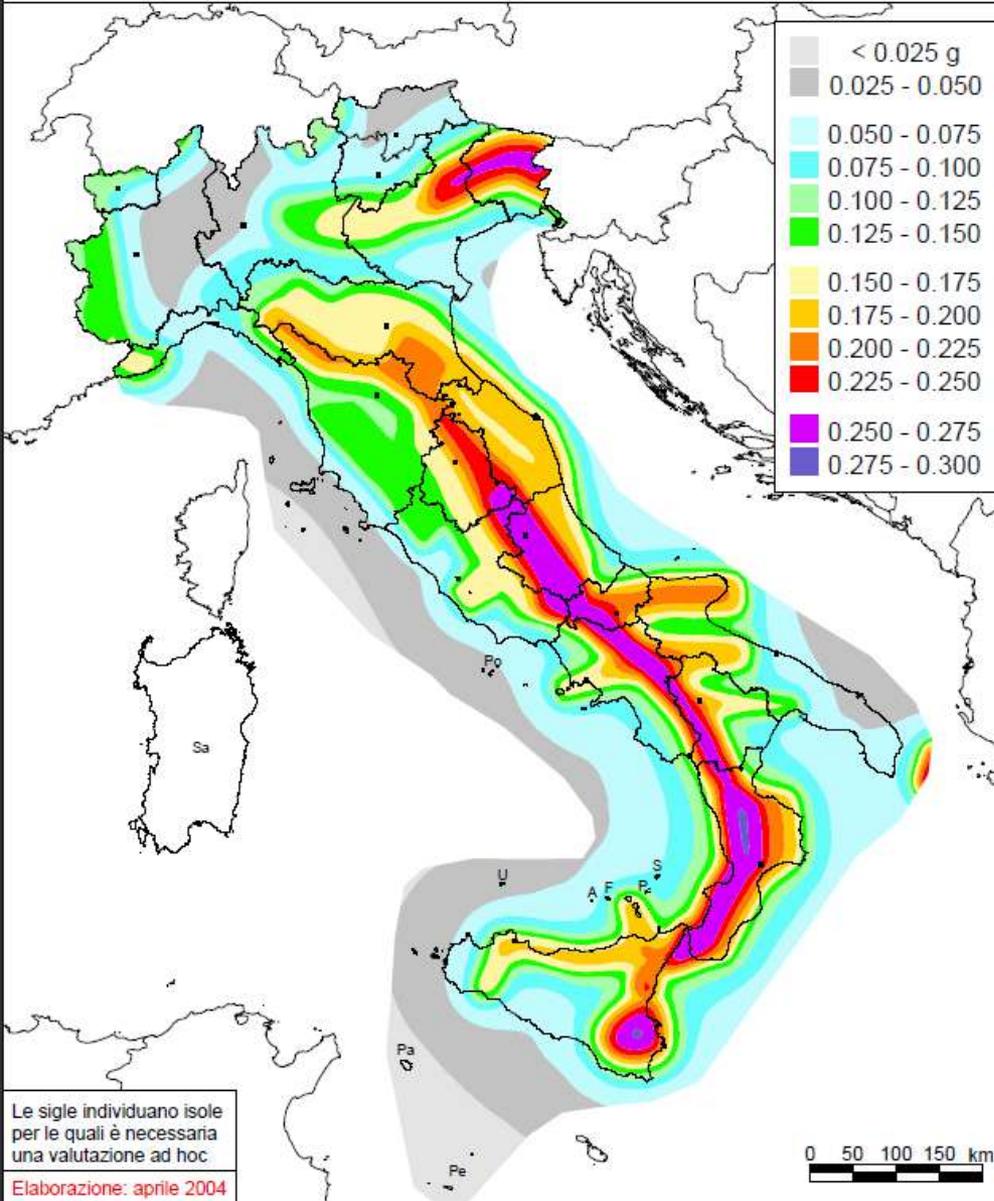


Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

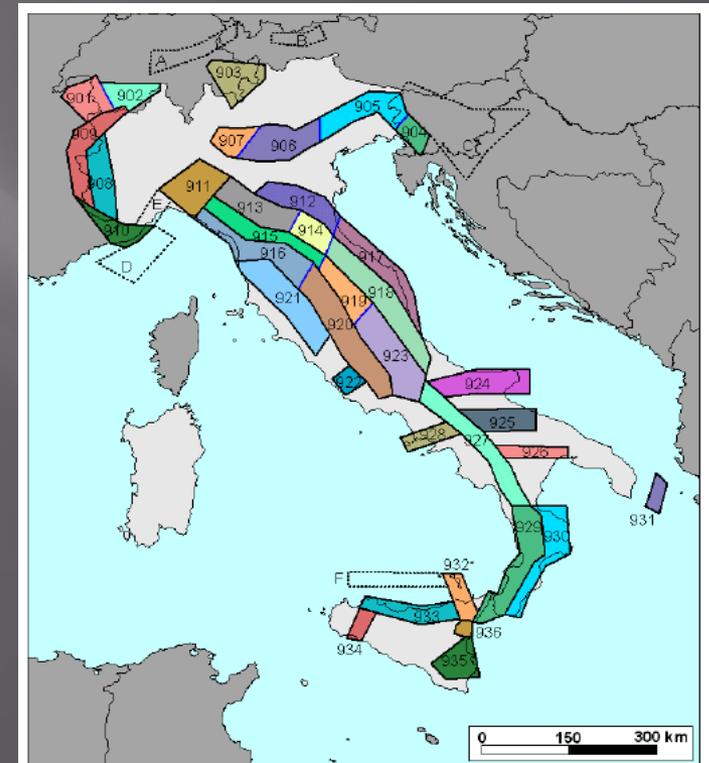
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.





Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

Selezione Mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a:

Parametro dello scuotimento:

Probabilità in 50 anni:

Percentile:

Periodo spettrale (sec.):

Ridisegna mappa

Navigazione

Scala: (Valori consentiti: 50.000 - 5.000.000)

Scala:

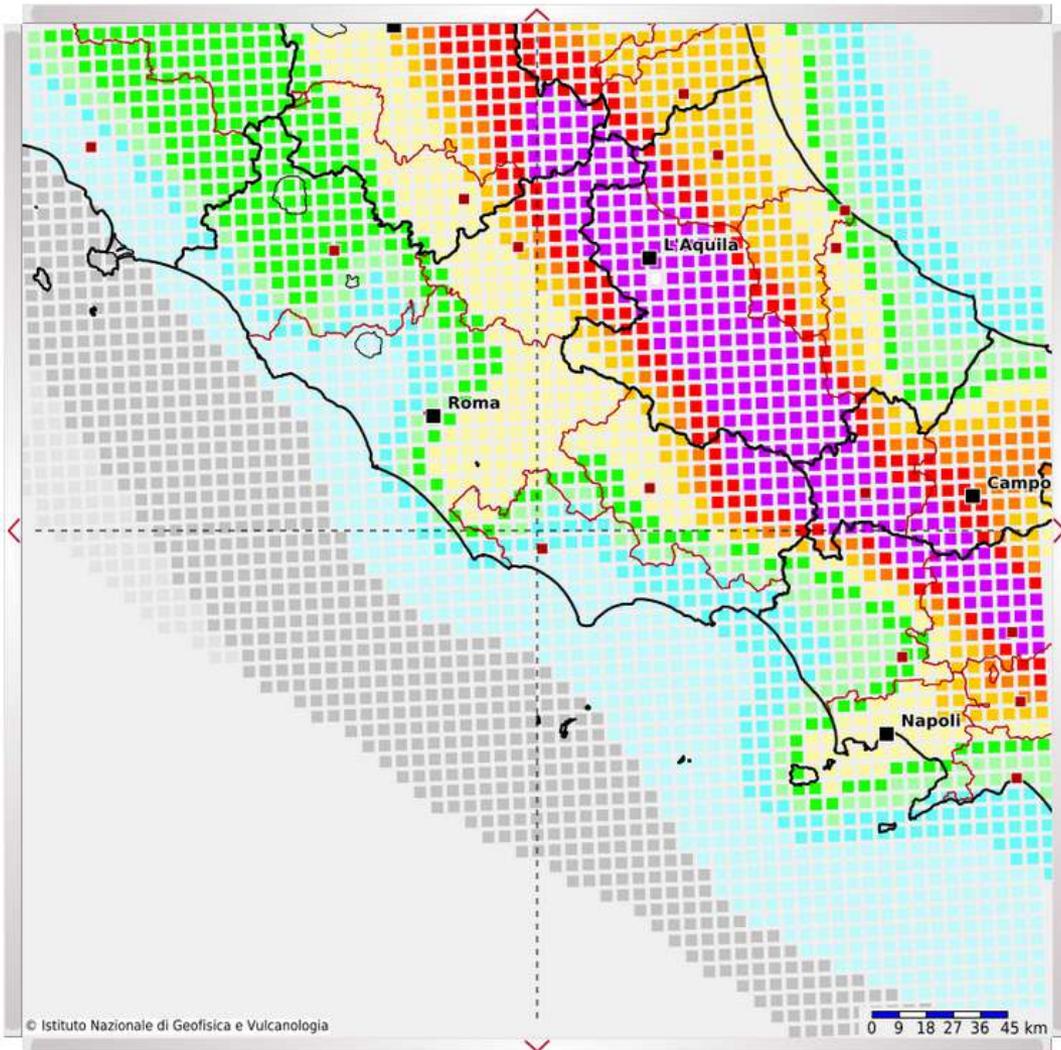
Coordinate del centro della mappa

Lat.:

Long.:

Ricerca Comune

Il nome contiene:



Legenda

< 0.025g
0.025-0.050
0.050-0.075
0.075-0.100
0.100-0.125
0.125-0.150
0.150-0.175
0.175-0.200
0.200-0.225
0.225-0.250
0.250-0.275
0.275-0.300
0.300-0.350
0.350-0.400
0.400-0.450
0.450-0.500
0.500-0.600
0.600-0.700
0.700-0.800
0.800-0.900
0.900-1.000
1.000-1.250
1.250-1.500
1.500-1.750
1.750-2.000

Copyright



© Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

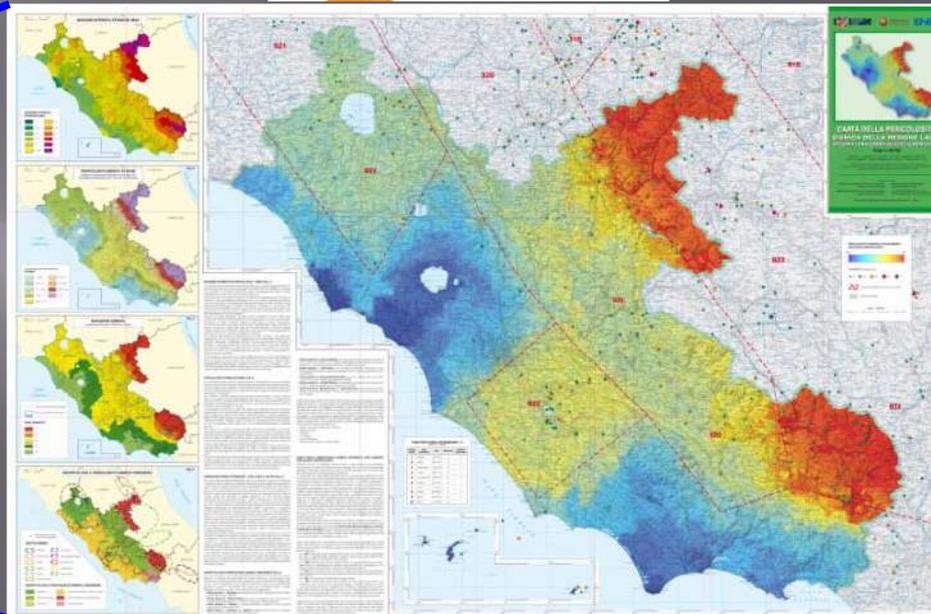
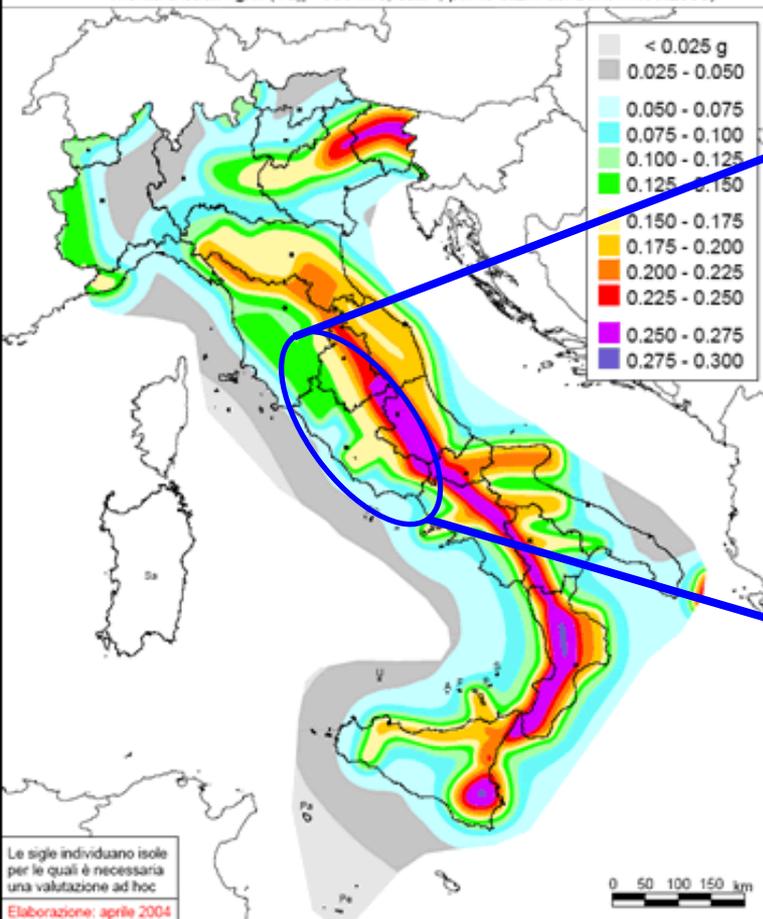
0 9 18 27 36 45 km



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

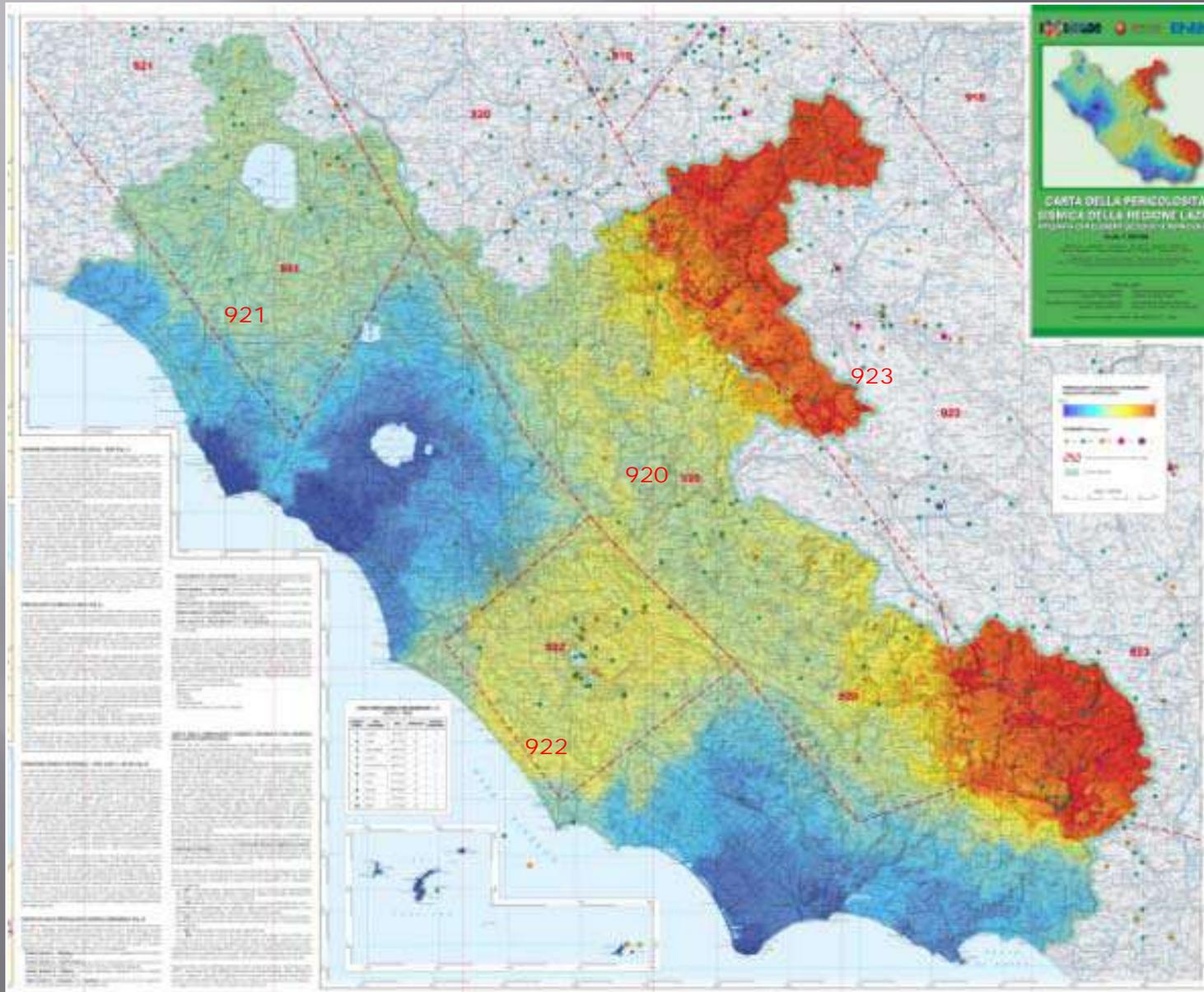
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(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)



LO SCENARIO SISMICO

*Carta della Pericolosità Sismica della Regione Lazio
combinata con elementi geologici e geomorfologici
ENEA – Regione Lazio*



Zone Sismogenetiche (Progetto ZS9)

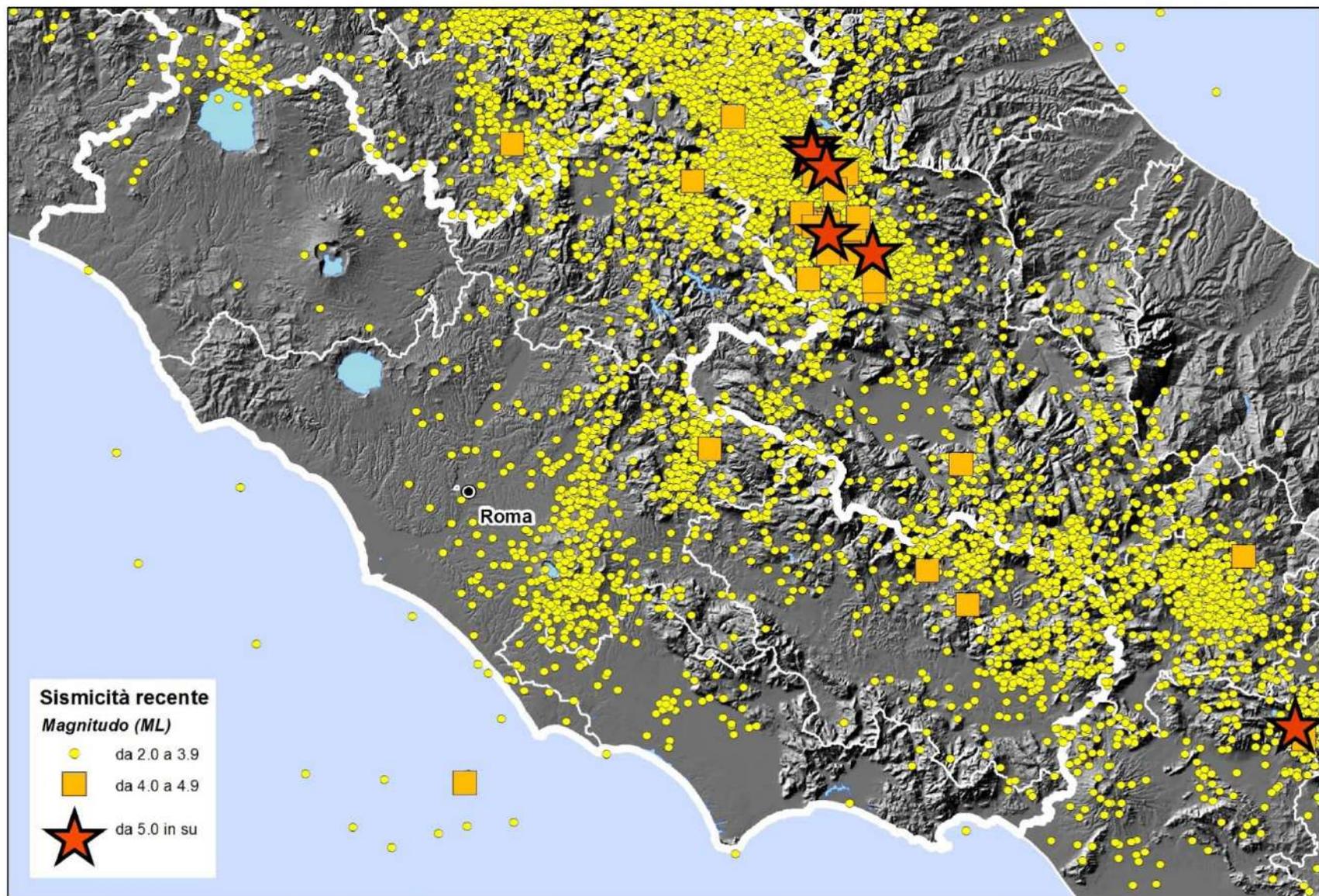
920 – Settore tirrenico a tettonica distensiva "sismicità bassa con sporadici eventi a M relativamente elevata"

921 – Area Vulsina caratterizzata da elevato flusso di calore; "diffusa sismicità di energia moderata, con pochi eventi a M più elevata"

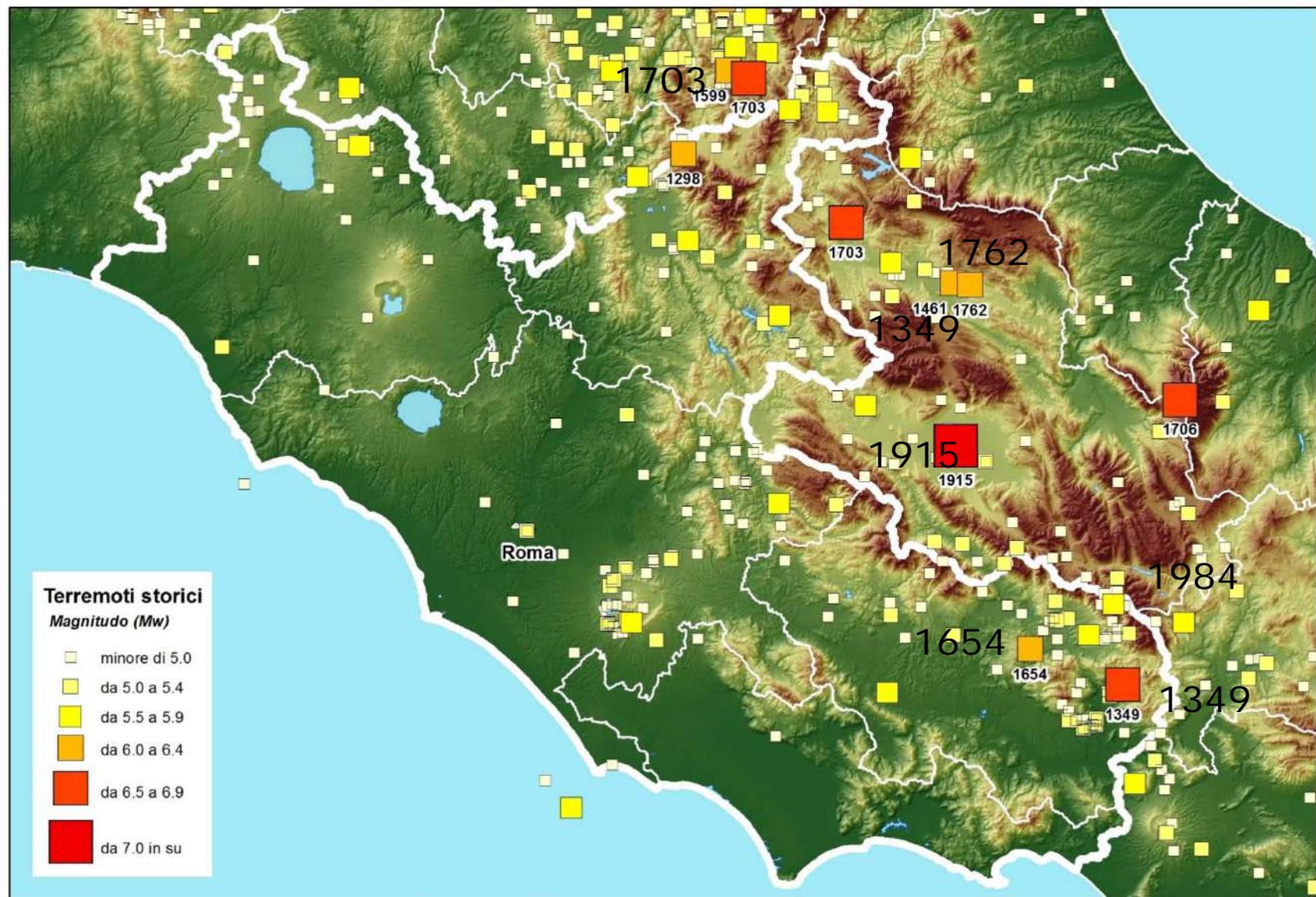
922 – Area Colli Albani "sismicità diffusa con moderato rilascio di energia e pochi eventi a M più elevata"

923 – area che include le "sorgenti sismogenetiche responsabili dei terremoti a M più elevata che hanno interessato l'Appennino centrale"

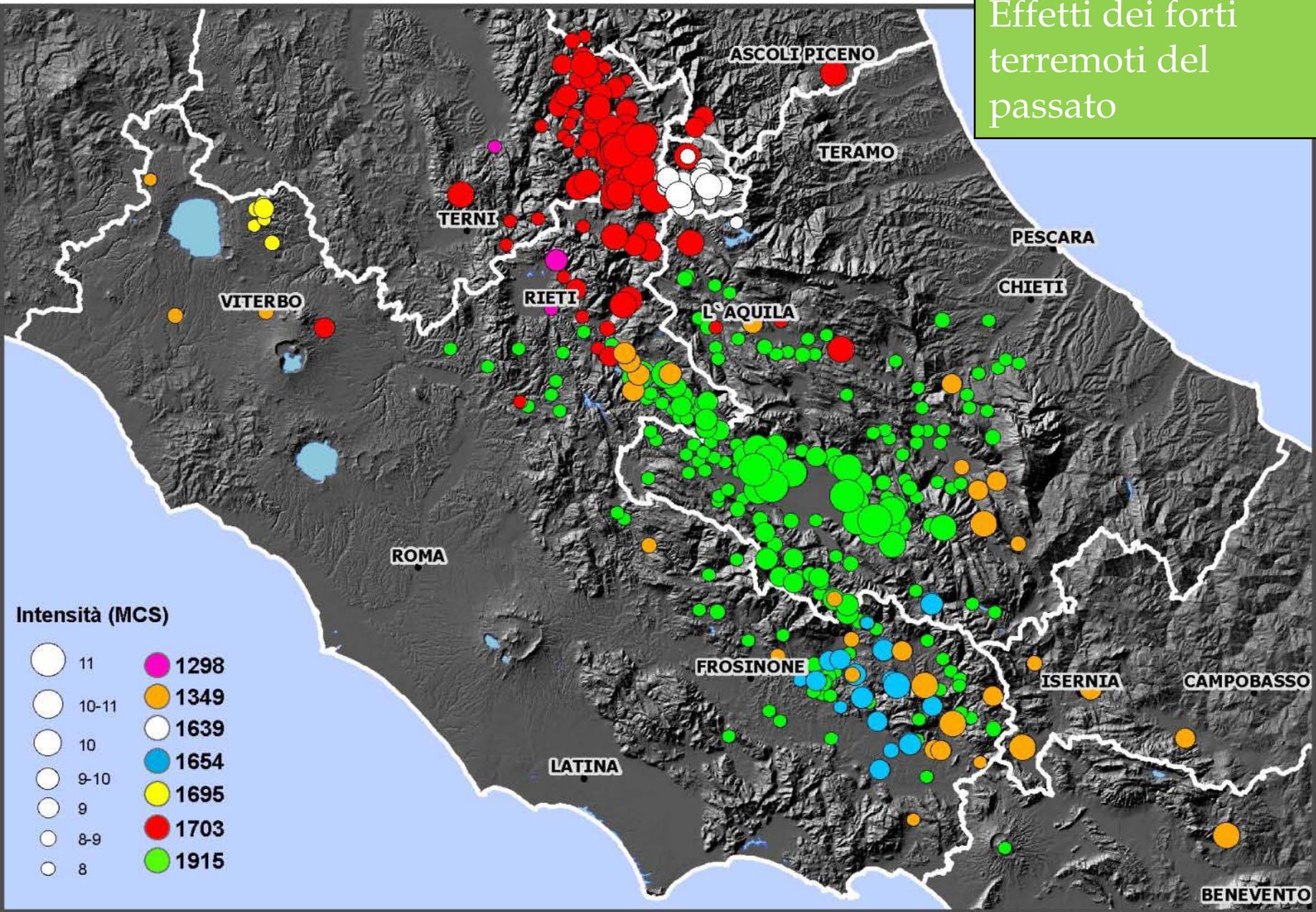
La sismicità dal 1981 al 2014



La sismicità storica



Effetti dei forti terremoti del passato



Intensità (MCS)

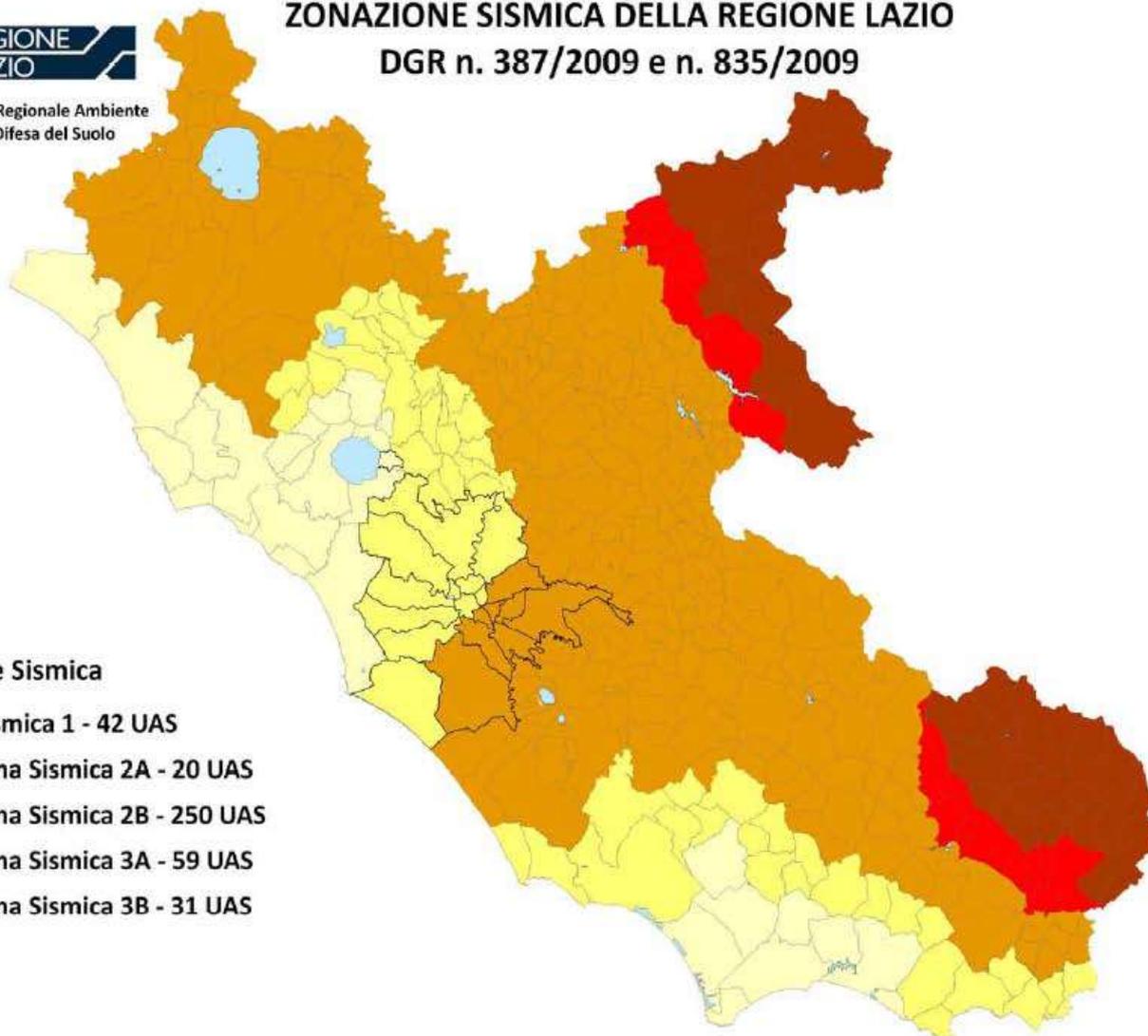
11	1298
10-11	1349
10	1639
9-10	1654
9	1695
8-9	1703
8	1915



Direzione Regionale Ambiente
Area Difesa del Suolo

ZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO

DGR n. 387/2009 e n. 835/2009



Zonazione Sismica

-  Zona Sismica 1 - 42 UAS
-  Sottozona Sismica 2A - 20 UAS
-  Sottozona Sismica 2B - 250 UAS
-  Sottozona Sismica 3A - 59 UAS
-  Sottozona Sismica 3B - 31 UAS
-  laghi

