



PROVINCIA DI PISTOIA

Servizio Pianificazione Territoriale - S.I.T. - Turismo - Promozione - Commercio

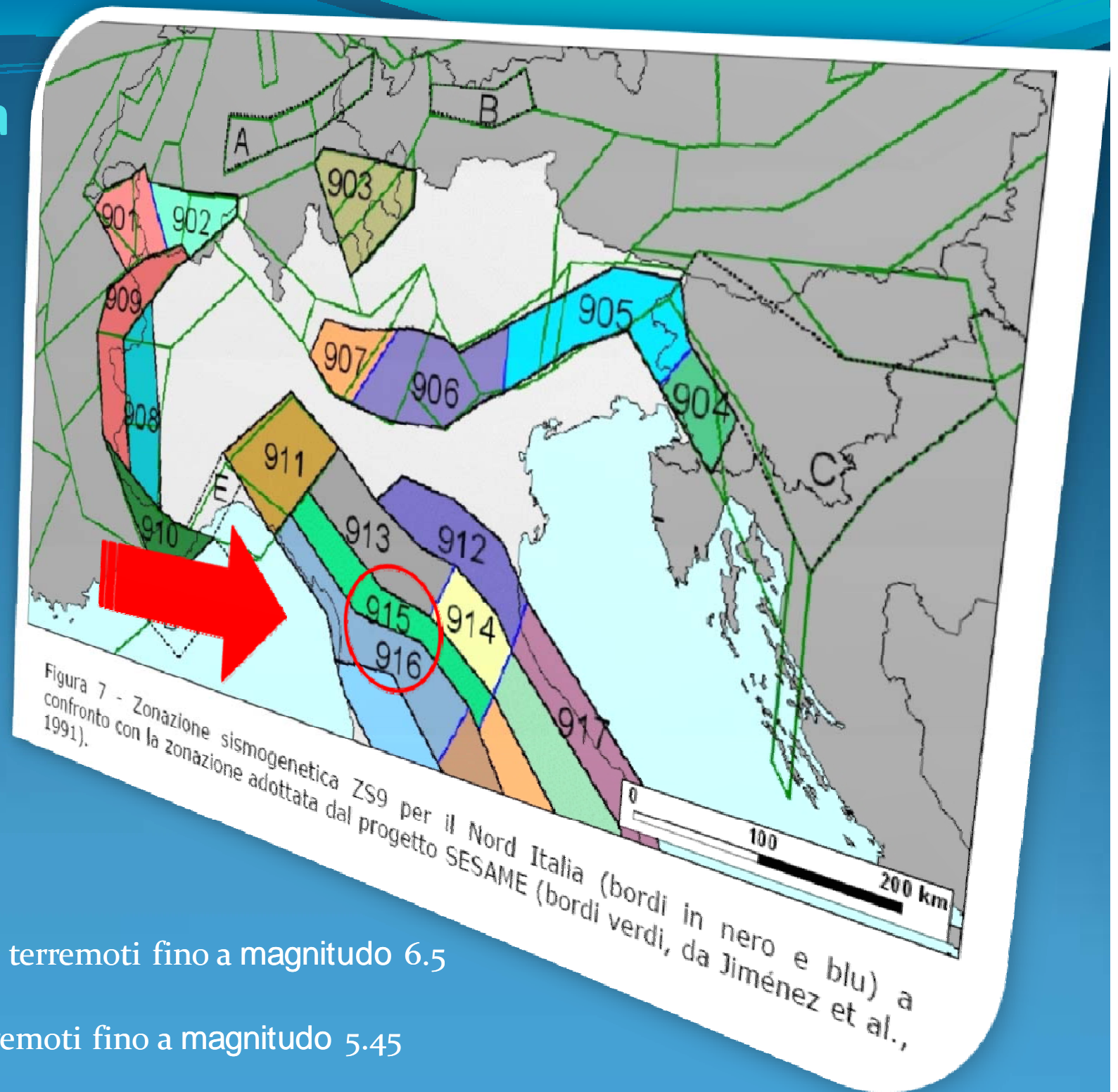


IL GIS PER L'ANALISI, LA PREVENZIONE E LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Dr. Enrico Bartoli
Geol. Marco De Martin Mazzalon



Zonazione sismogenetica (I.N.G.V. 2004)



Zona 915:

“Garfagnana – Mugello”; terremoti fino a magnitudo 6.5

Zona 916:

“Versilia – Chianti”; terremoti fino a magnitudo 5.45



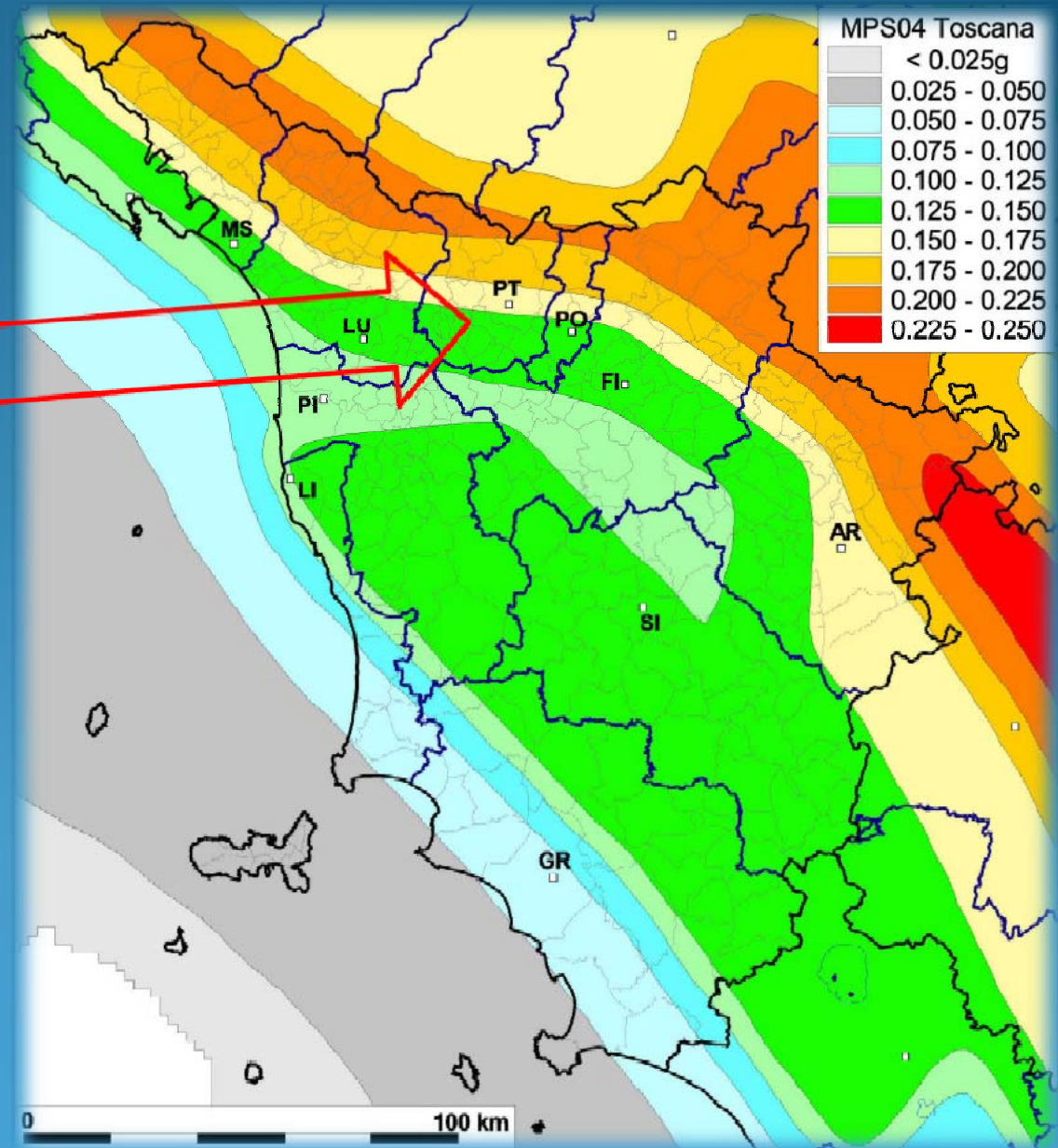
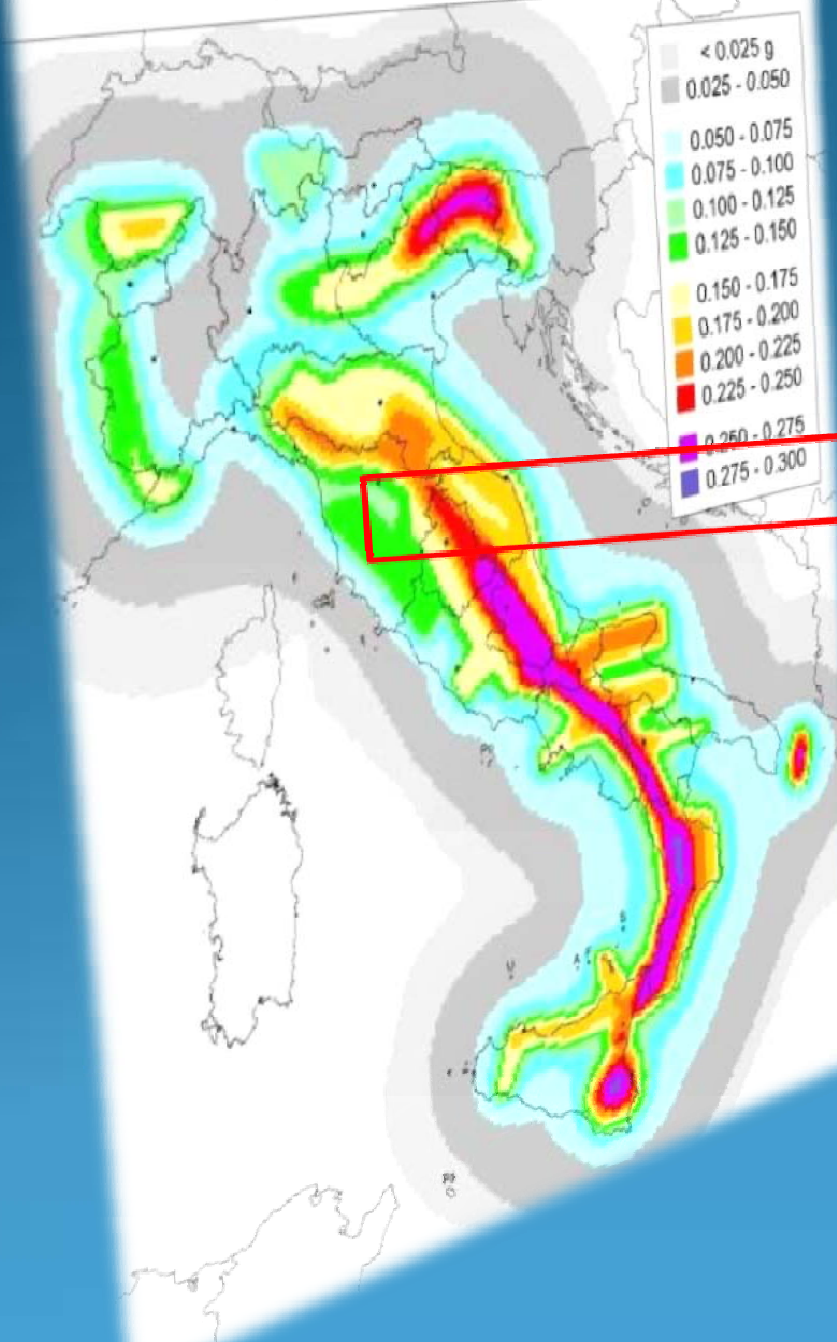
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

(riferimento: Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n.3274, Al.1)

Mappa dei picchi di accelerazione al suolo attese
per un tempo di ritorno di 50 anni

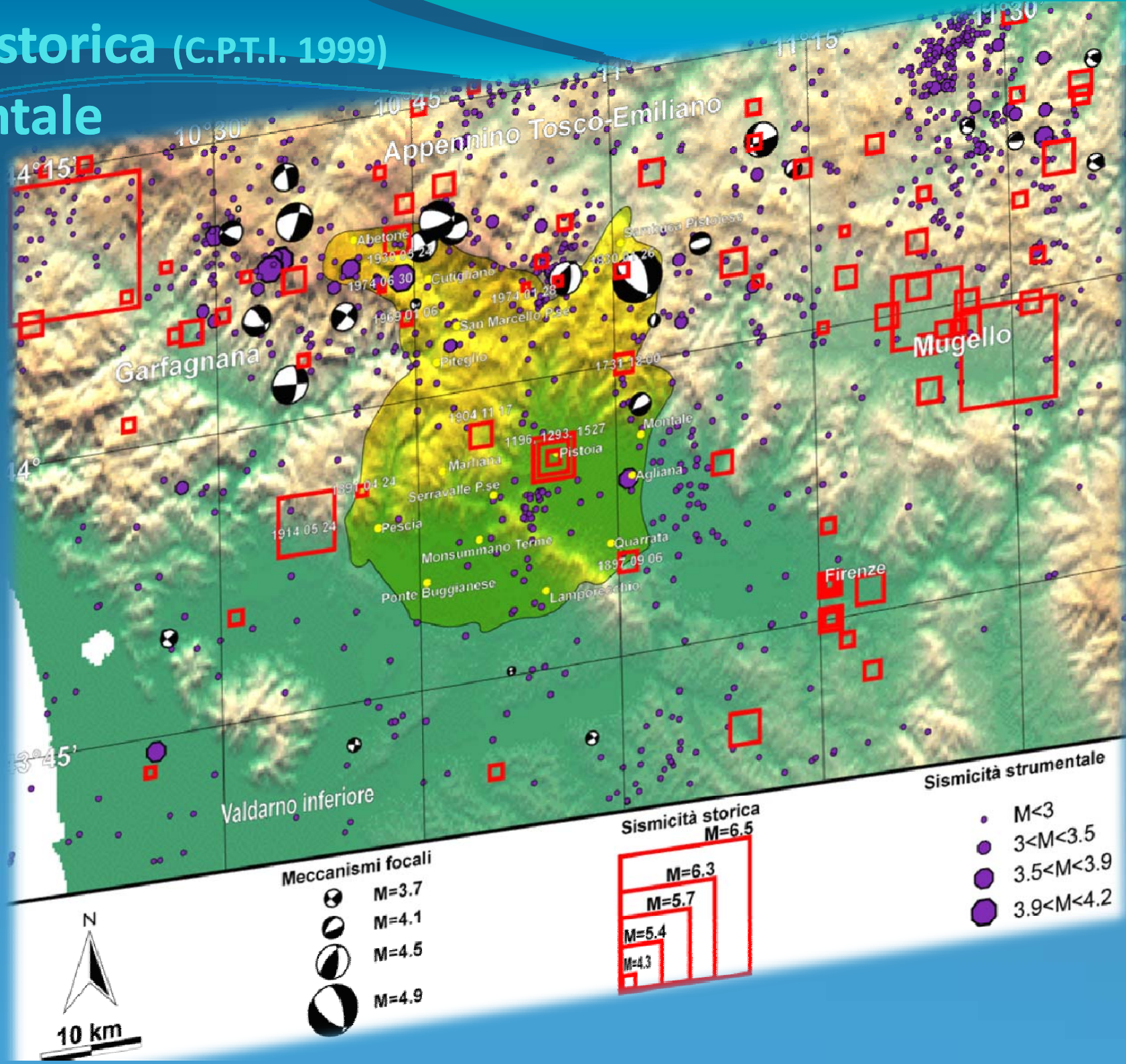
(OPCM n. 3275 del 20/03/2003)



Sismicità storica (C.P.T.I. 1999)

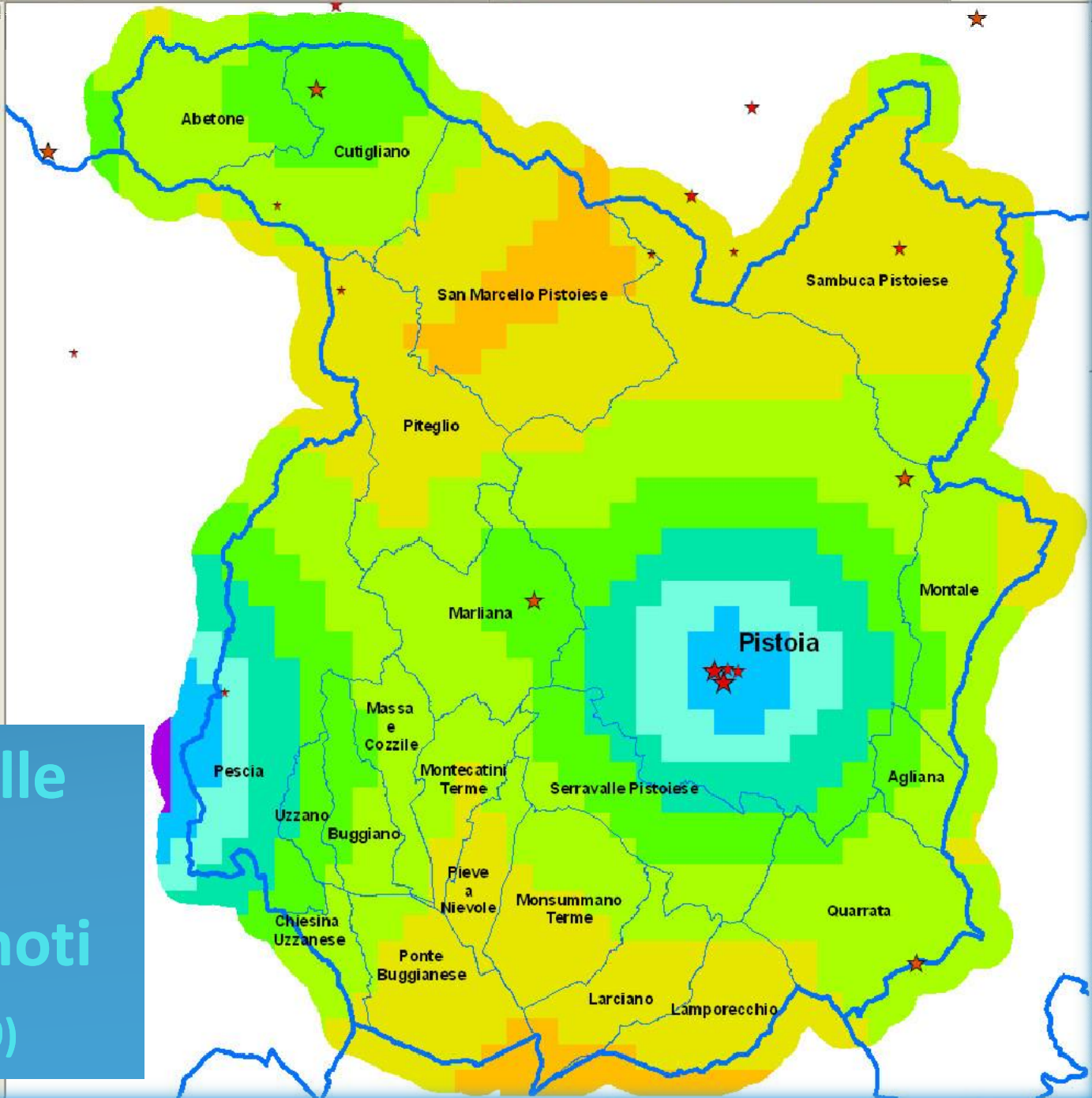
e strumentale

(I.N.G.V. 2004)



Layers

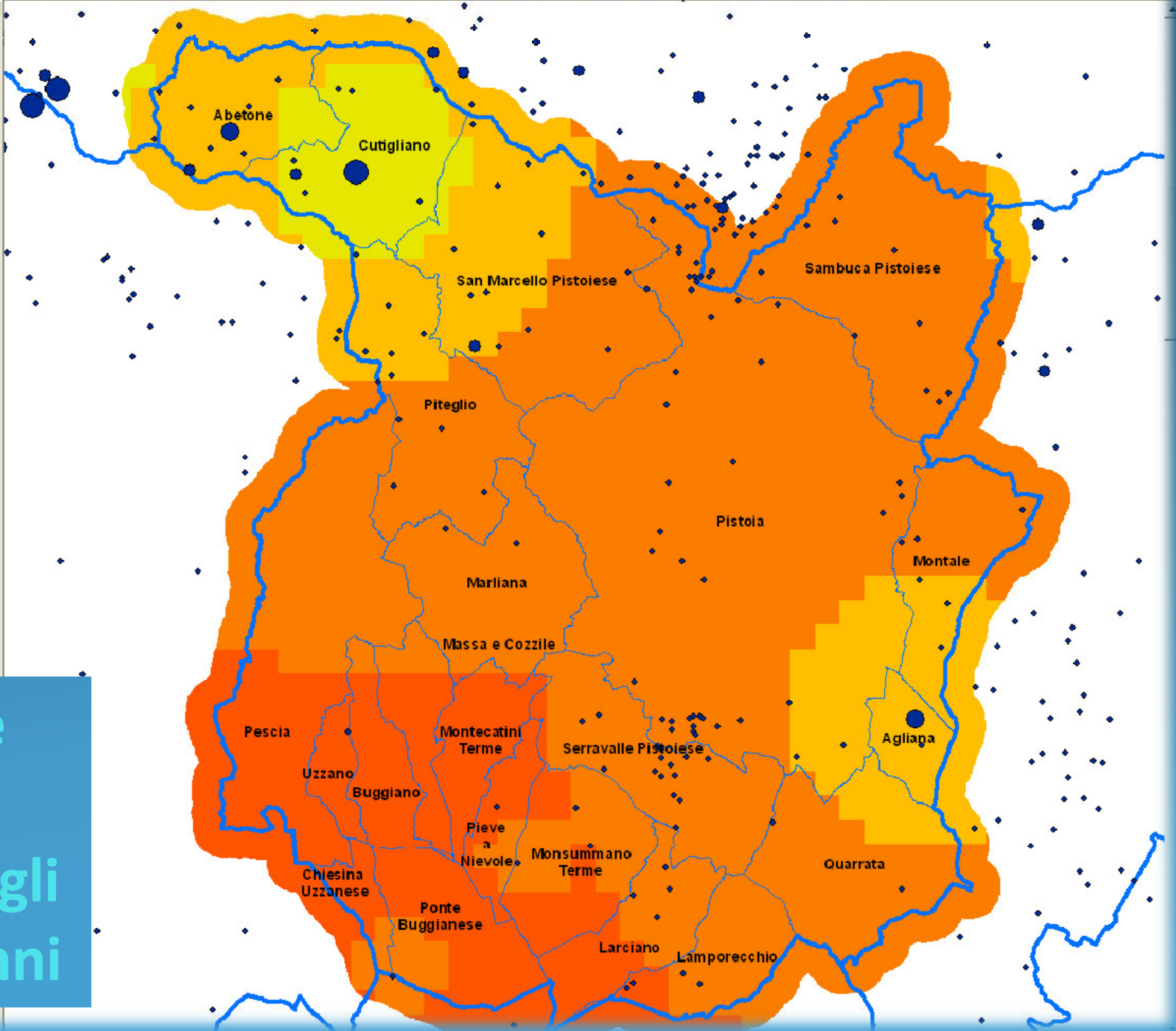
- Catalogo Parametrico Terremoti Italiani (1999)
 - ★ 3,0 - 4,1
 - ★ 4,1 - 4,5
 - ★ 4,5 - 4,9
 - ★ 4,9 - 5,5
 - ★ 5,5 - 6,5
- Limiti Comunali
- Limiti Provinciali
- Maschera
- Valutazione PGA da terremoti storici
 - 0 - 0,025
 - 0,025 - 0,05
 - 0,05 - 0,075
 - 0,075 - 0,1
 - 0,1 - 0,125
 - 0,125 - 0,15
 - 0,15 - 0,175
 - 0,175 - 0,2
 - 0,2 - 0,225
 - 0,225 - 0,25
 - 0,25 - 0,275
 - 0,275 - 0,3
- Sismi rilevati (ultimi 20 anni - fonte I.N.G.V.)
- Valutazione PGA (ultimi 20 anni)



Valutazione delle
PGA indotte
dai forti terremoti
storici (C.P.T.I. 1999)

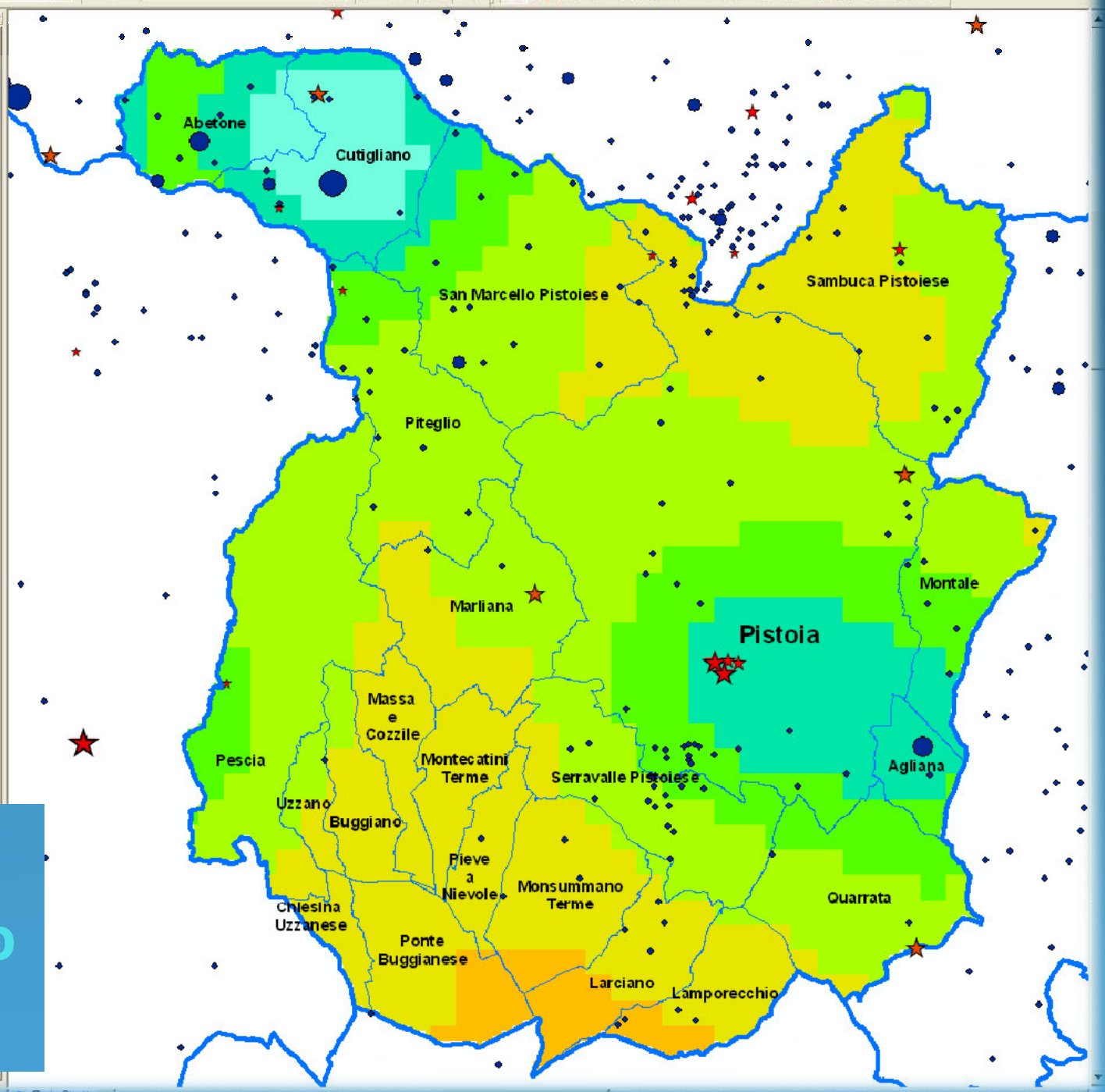
Layers

- Sismi rilevati (ultimi 20 anni - fonte I.N.G.V.)
 - 0 - 3,0
 - 3 - 3,5
 - 3,5 - 3,9
 - 3,9 - 4,2
- LIM COMUNALI_P
- REGIONE_PROV_P
- MASK_1200_MT
- Valutazione PGA (Ultimi 20 anni)
 - 0 - 0,025
 - 0,025 - 0,05
 - 0,05 - 0,075
 - 0,075 - 0,1
 - 0,1 - 0,125
 - 0,125 - 0,15
 - 0,15 - 0,175
 - 0,175 - 0,2
 - 0,2 - 0,225
 - 0,225 - 0,25
 - 0,25 - 0,275
 - 0,275 - 0,3

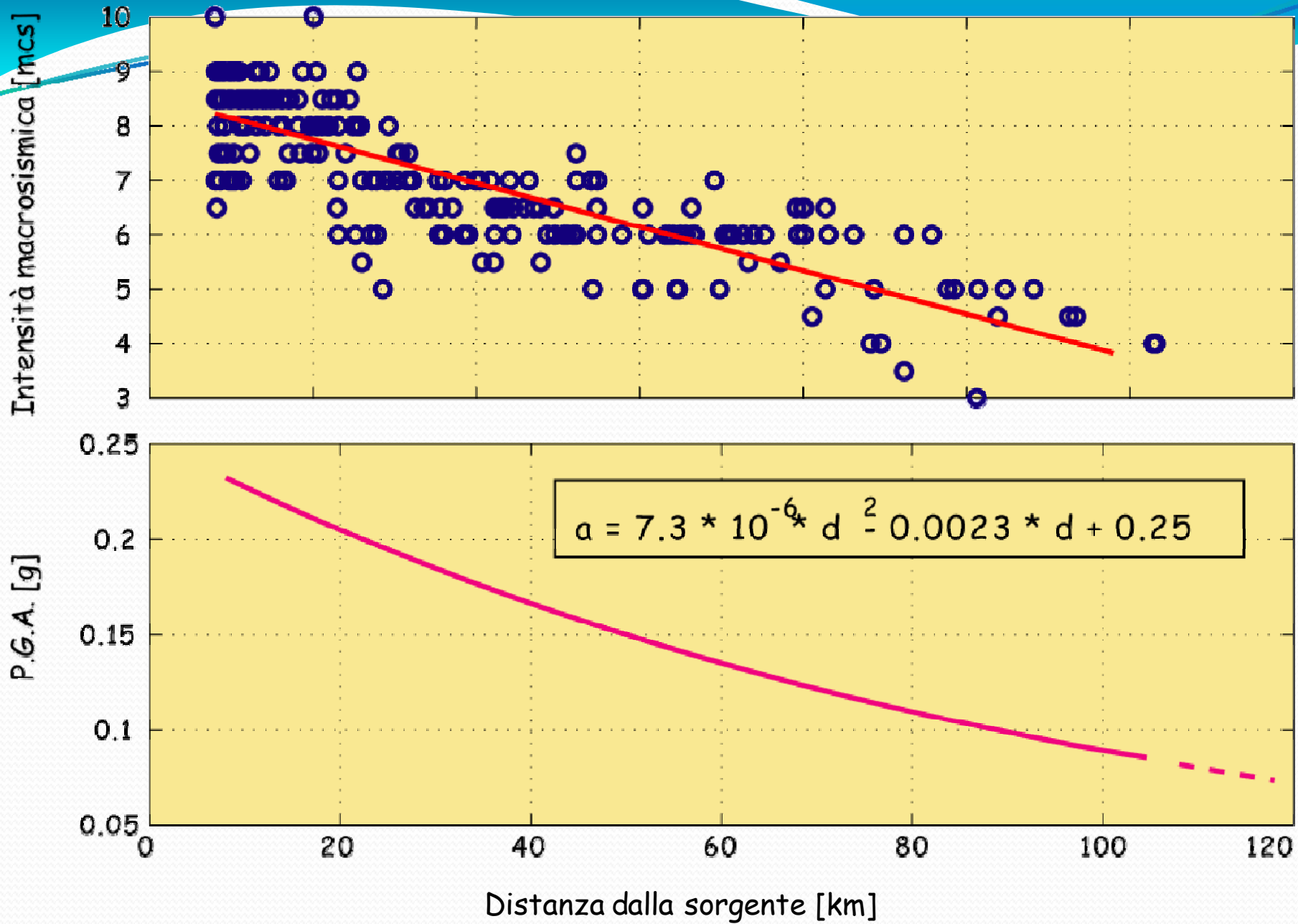


**Valutazione
delle PGA
risentite negli
ultimi 20 anni**

- Sismi rilevati (ultimi 20 anni - fonte I.N.G.V.)
 - 0 - 0,0
 - 3 - 3,5
 - 3,5 - 3,9
 - 3,9 - 4,2
- Catalogo Parametrico Terremoti Italiani (1999)
 - 3,6 - 4,1
 - 4,1 - 4,5
 - 4,5 - 4,9
 - 4,9 - 5,5
 - 5,5 - 6,5
- Limiti Comunali
- Limiti Provinciali
- Maschera
- Effetto sismico totale
 - 0 - 0,025
 - 0,025 - 0,05
 - 0,05 - 0,075
 - 0,075 - 0,1
 - 0,1 - 0,125
 - 0,125 - 0,15
 - 0,15 - 0,175
 - 0,175 - 0,2
 - 0,2 - 0,225
 - 0,225 - 0,25
 - 0,25 - 0,275
 - 0,275 - 0,3
- Valutazione PGA da terremoti storici
- Valutazione PGA (ultimi 20 anni)



Valutazione Effetto Sismico Totale (P.G.A.)



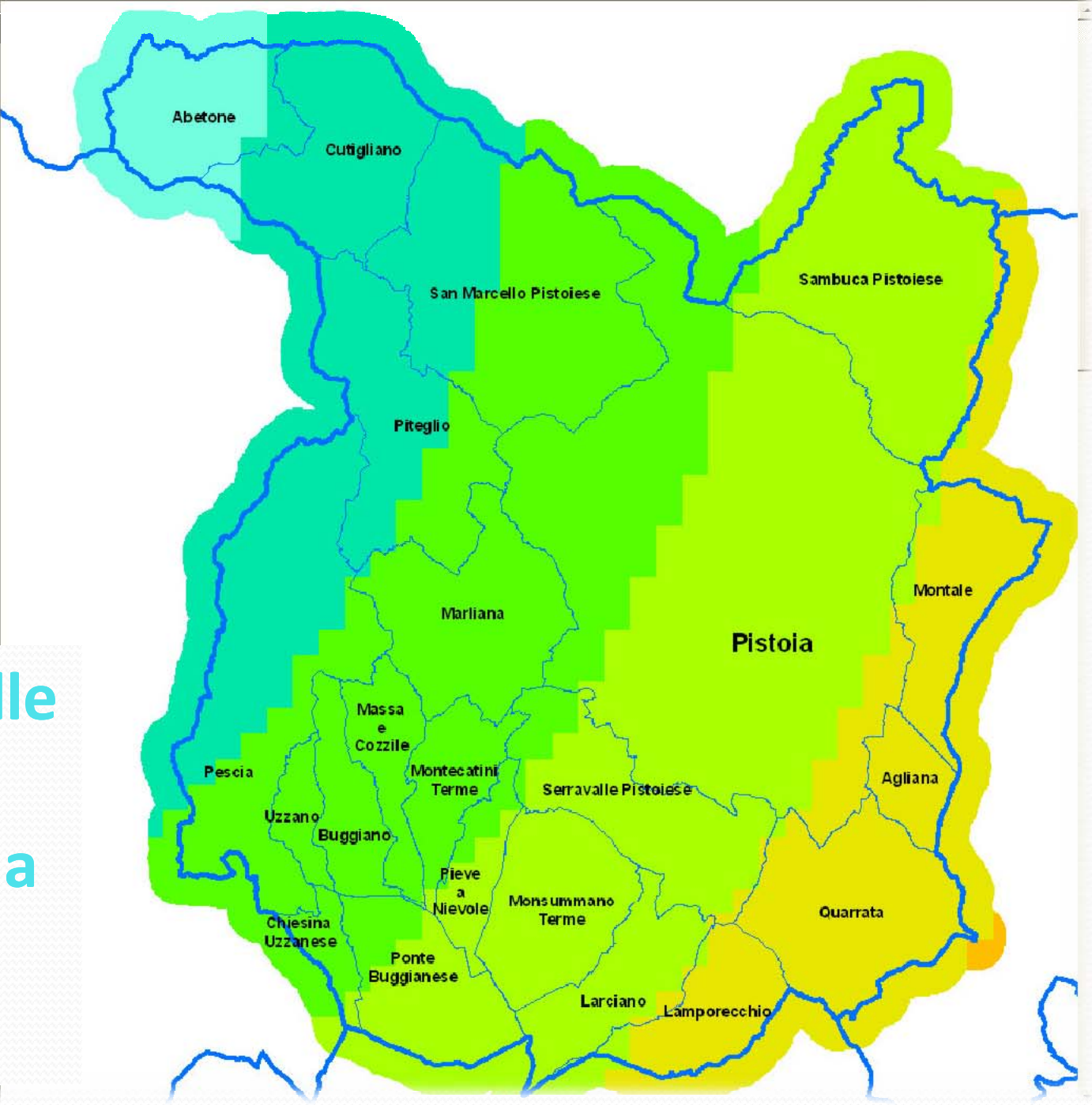
Modello d'attenuazione valutato dal campo macrosismico del terremoto della Garfagnana (1920, M=6.5)

Layers

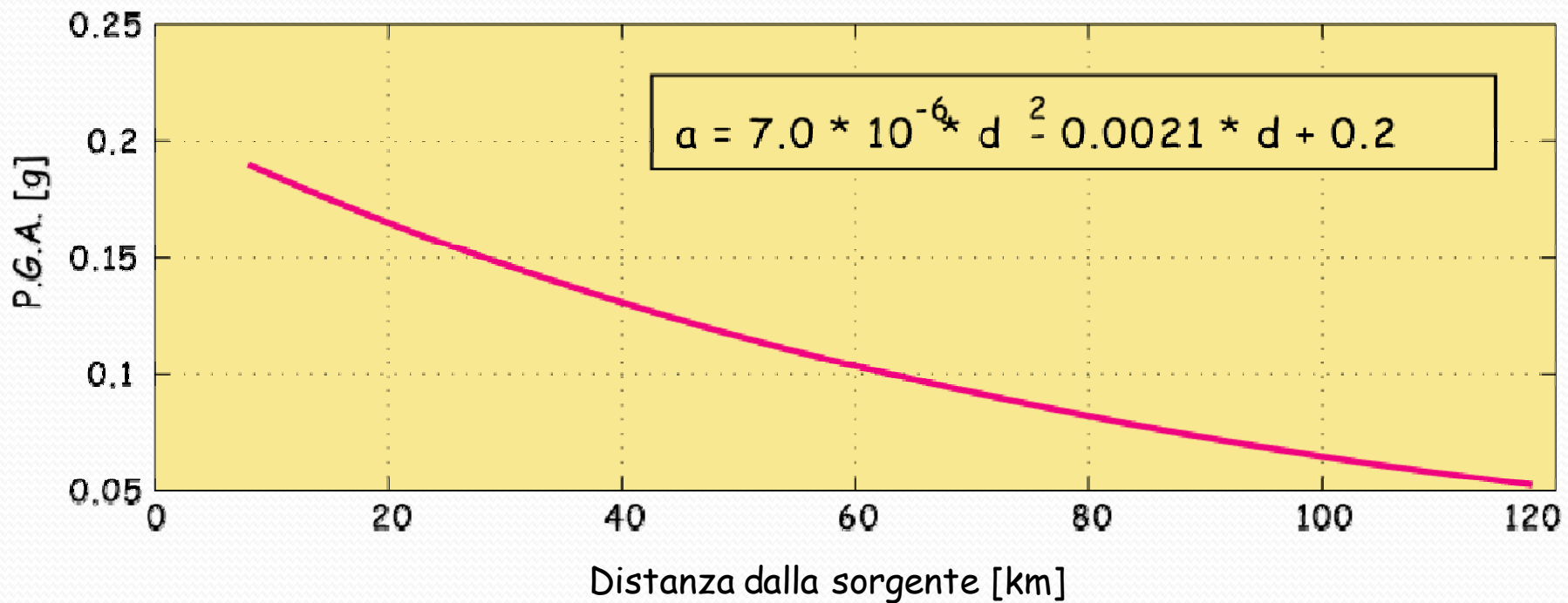
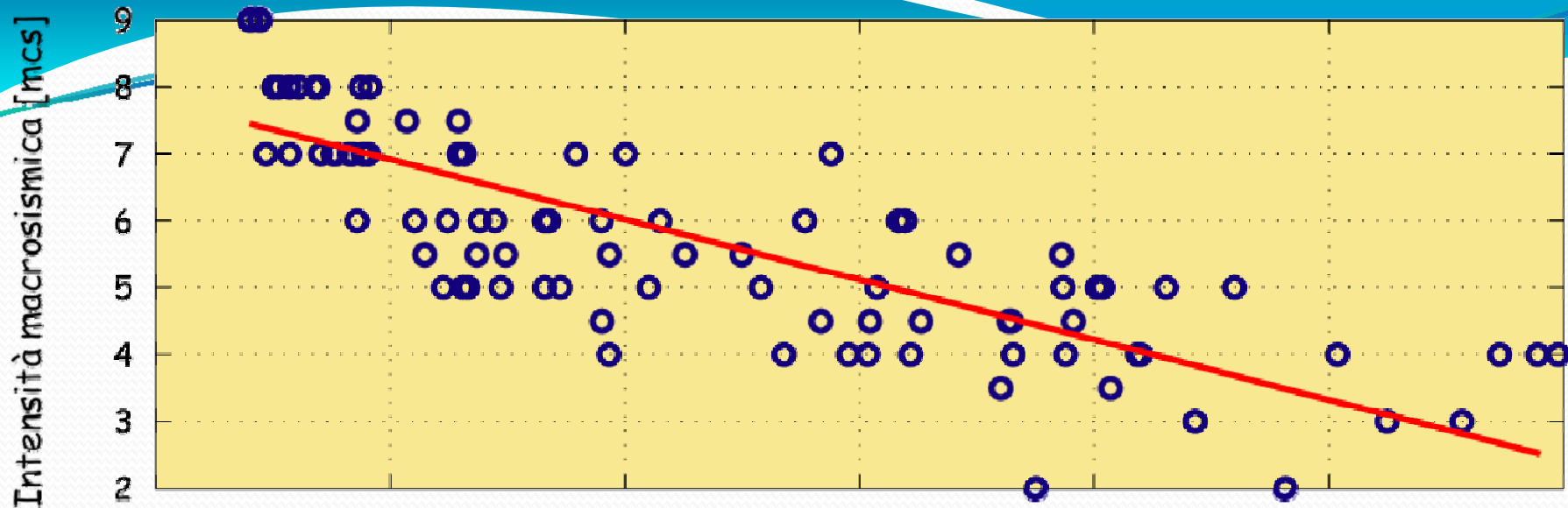
- Sismi rilevati (ultimi 20 anni - fonte I.N.G.V.)
- Catalogo Parametrico Terremoti Italiani (1999)
- Limiti Comunali
- Limiti Provinciali
- Maschera
- Valutazione PGA indotta dal sisma Garfagnana 1920

0 - 0,025
0,025 - 0,05
0,05 - 0,075
0,075 - 0,1
0,1 - 0,125
0,125 - 0,15
0,15 - 0,175
0,175 - 0,2
0,2 - 0,225
0,225 - 0,25
0,25 - 0,275
0,275 - 0,3

- Effetto sismico totale
- Valutazione PGA da terremoti storici
- Valutazione PGA (ultimi 20 anni)



Valutazione delle
PGA indotte
dall'evento della
Garfagnana
(1920, M=6.5)



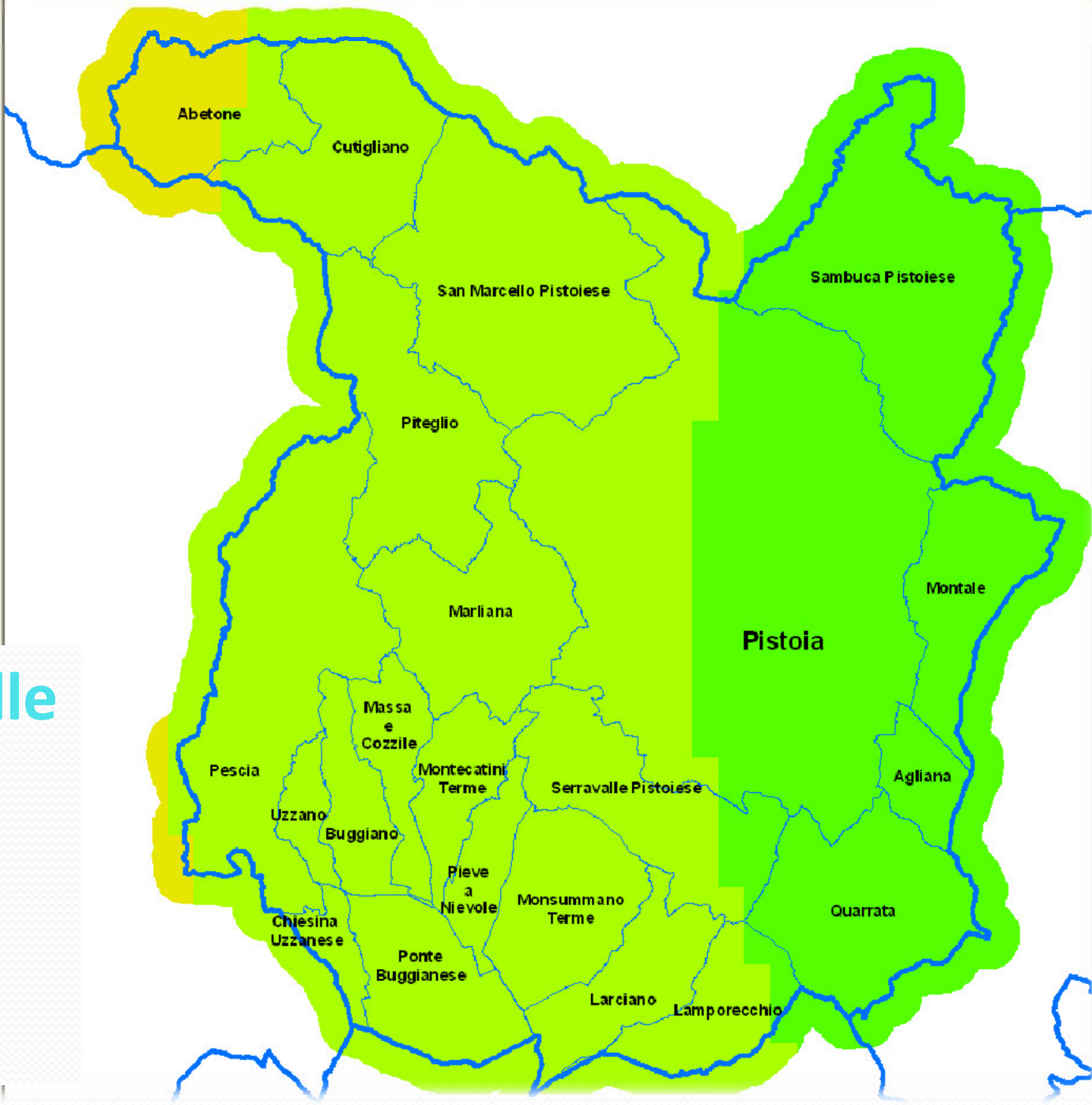
Modello d'attenuazione valutato dal campo macrosismico del terremoto del Mugello (1919, M=6.18)

Layers

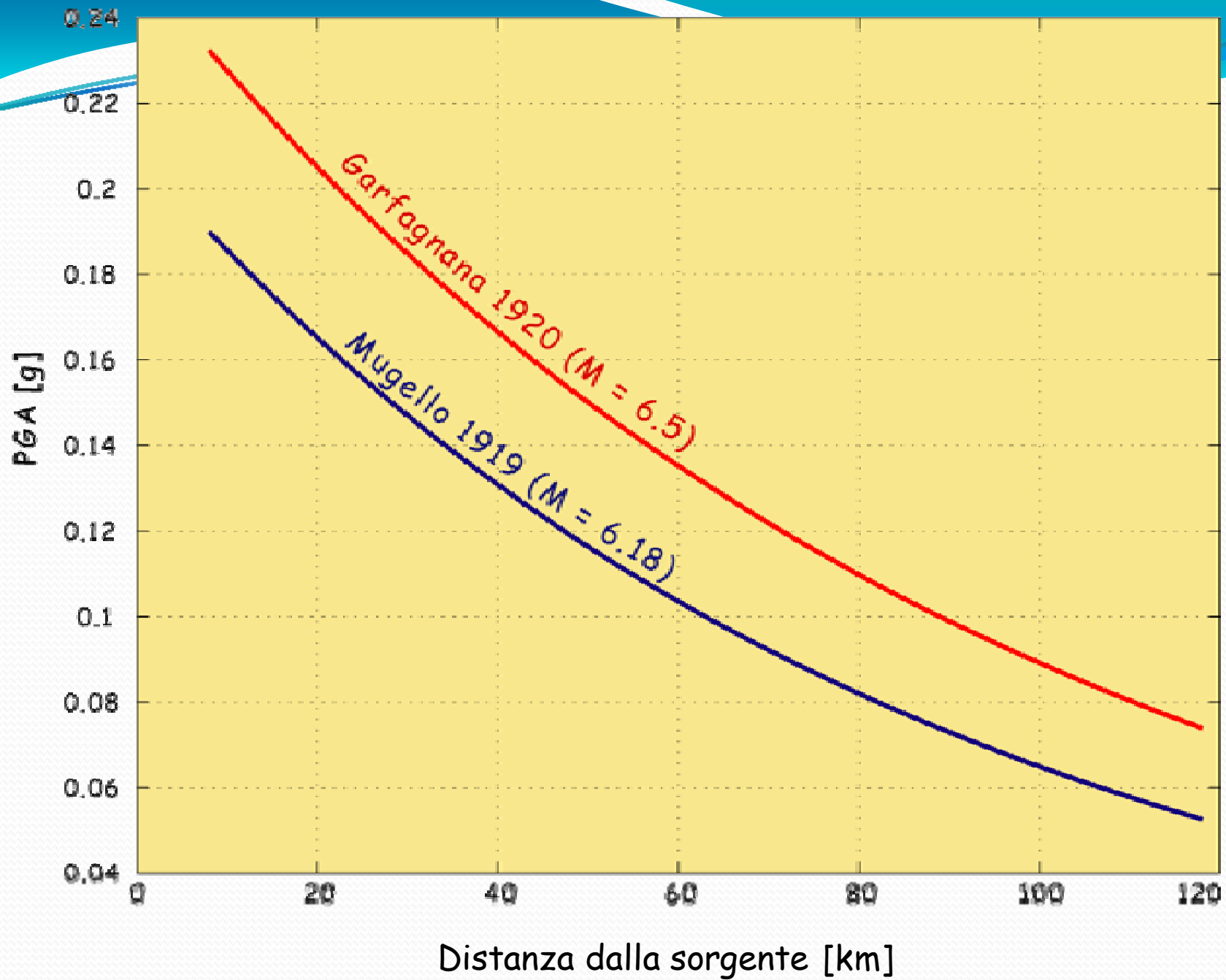
- Sismi rilevati (ultimi 20 anni - fonte I.N.G.V.)
- Catalogo Parametrico Terremoti Italiani (1999)
- Limiti Comunali
- Limiti Provinciali
- Maschera
- Valutazione PGA indotta dal sisma Mugello 1919

0 - 0,025
0,025 - 0,05
0,05 - 0,075
0,075 - 0,1
0,1 - 0,125
0,125 - 0,15
0,15 - 0,175
0,175 - 0,2
0,2 - 0,225
0,225 - 0,25
0,25 - 0,275
0,275 - 0,3

- Valutazione PGA indotta dal sisma Garfagnana 1920
- Effetto sismico totale
- Valutazione PGA da terremoti storici
- Valutazione PGA (ultimi 20 anni)



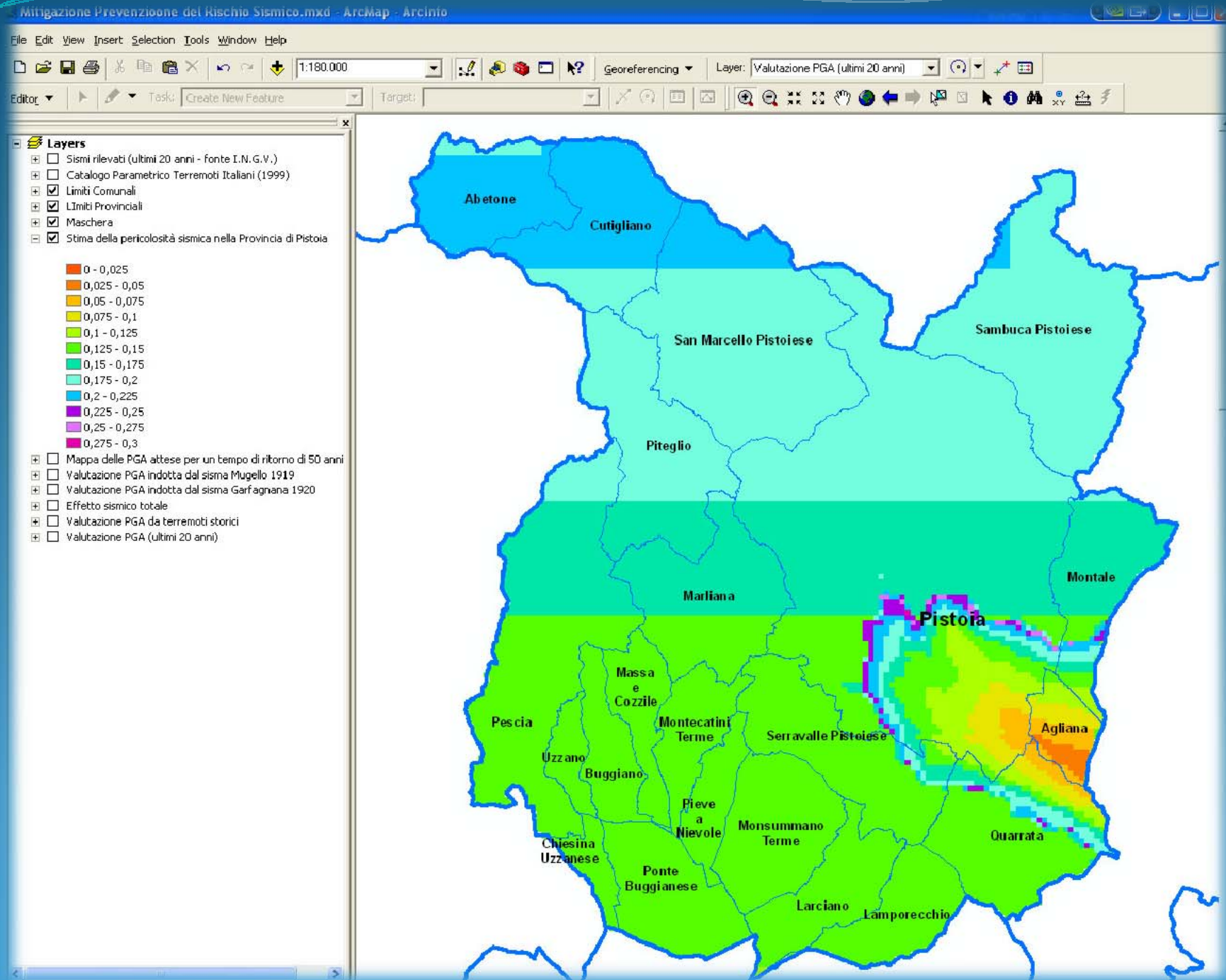
**Valutazione delle
PGA indotte
dall'evento del
Mugello
(1919, M=6.18)**



Leggi di attenuazione sismica

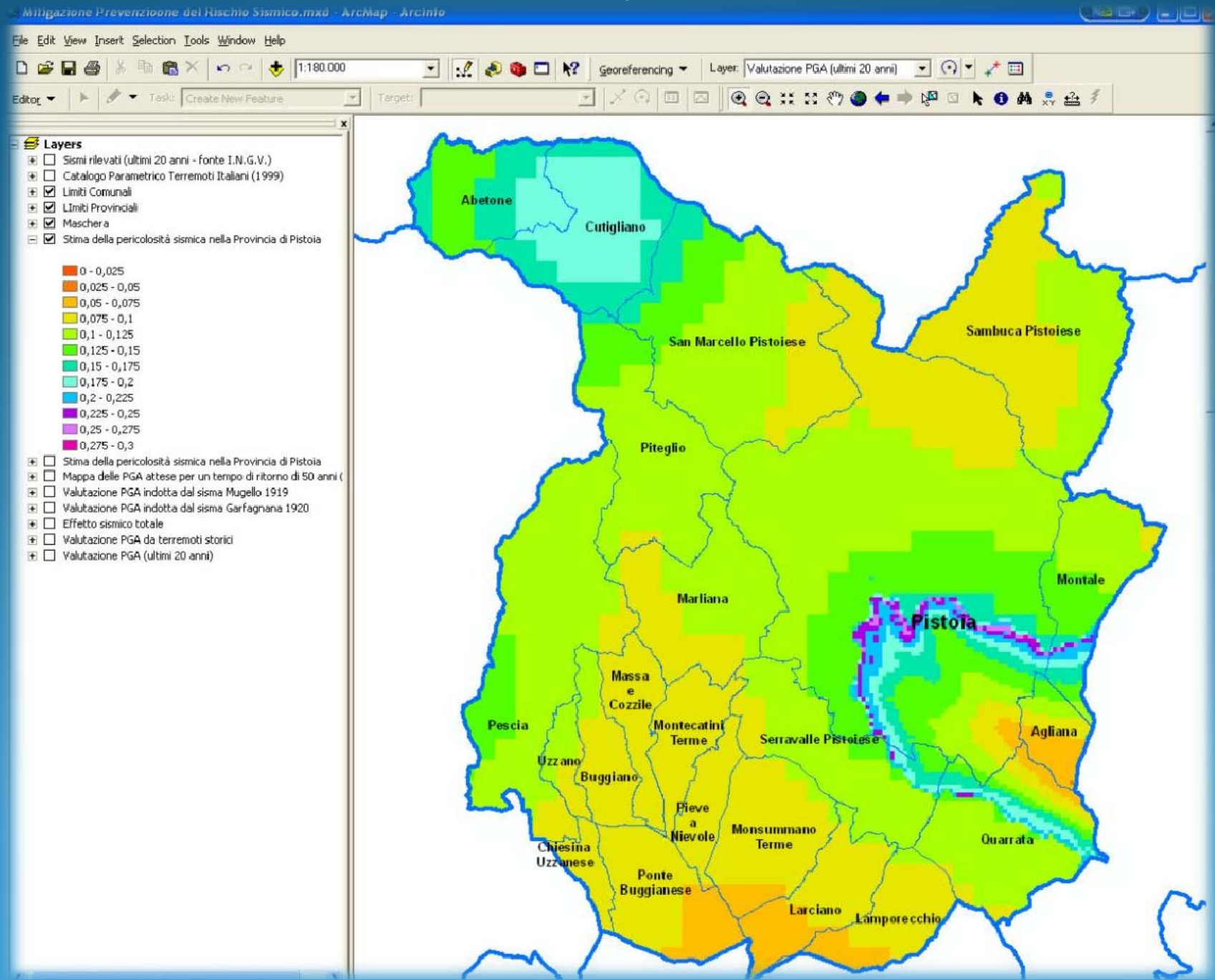
Stima della pericolosità sismica nella Provincia di Pistoia

Utilizzando le PGA fornite dall'INGV e la stima della vulnerabilità sismica della Pianura pistoiese

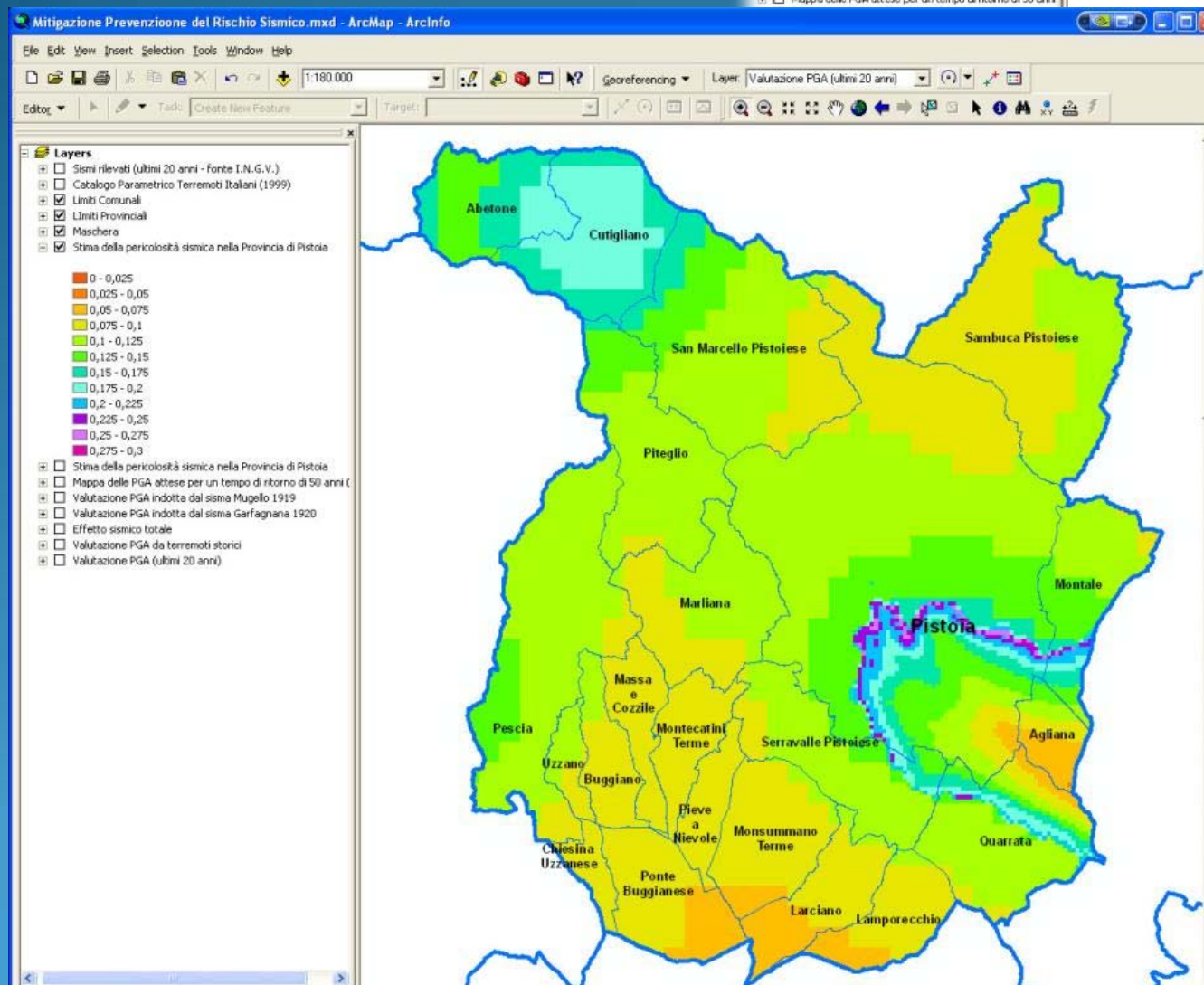
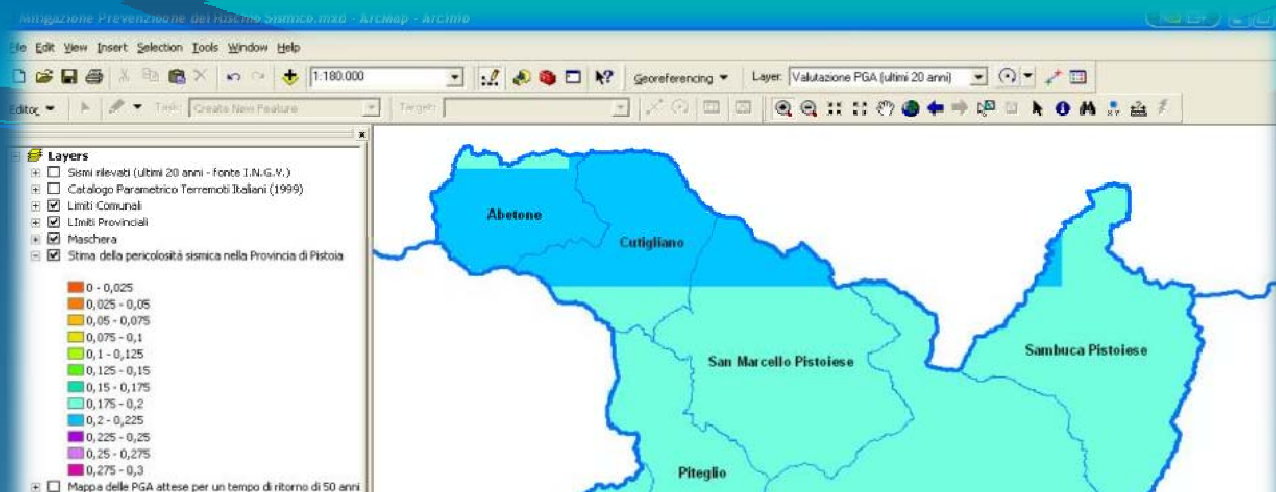


Stima della pericolosità sismica nella Provincia di Pistoia

Utilizzando le PGA ricostruite con i dati storici e strumentali e la stima della vulnerabilità sismica della Pianura pistoiese



Dal confronto tra le banche dati geografiche di pericolosità ottenute ...



... risulta evidente che la distribuzione delle P.G.A. sul territorio è determinata dai fattori di amplificazione locale

L'analisi di questi dati ha fornito le seguenti indicazioni:

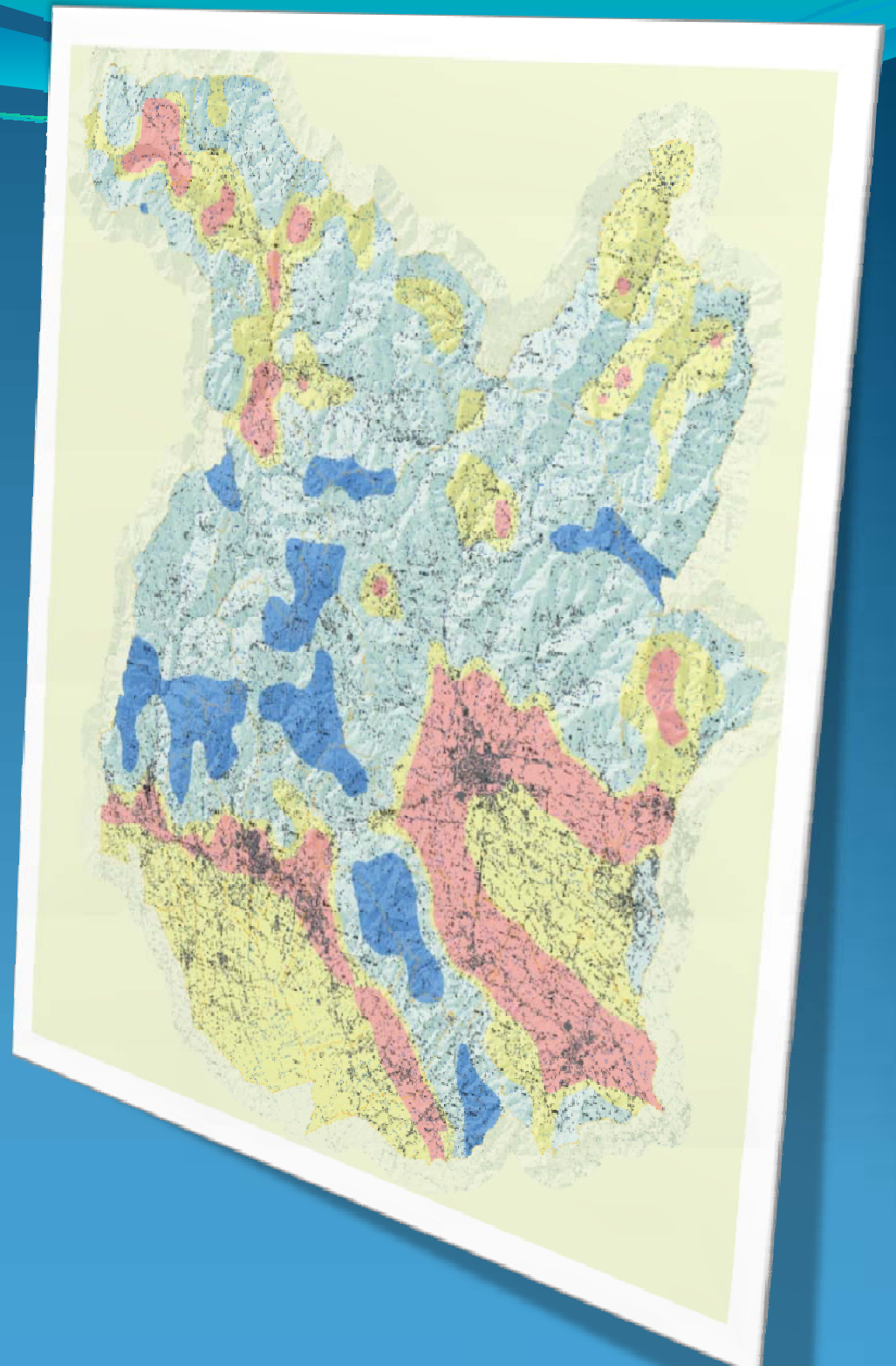
- ❑ La Provincia di Pistoia è sede di una sismicità locale importante, con una intensità del terremoto confrontabile con le magnitudo stimate dei due più forti eventi sismici del Mugello e della Garfagnana.
- ❑ Le accelerazioni al suolo attese nel territorio della Provincia di Pistoia vedono una distribuzione decrescente dei valori d'accelerazione procedendo verso la parte meridionale (cioè da nord a sud) della Provincia, quindi contraria a quella della cartografia allegata alla Ordinanza PCM n. 3274/2003 (Del.G.R. 604/2003) ed a quella più recente allegata alla O.P.C.M. 3519/2006 (Del.G.R. 431 del 19/6/2006), dove i comuni più sismici sono nel settore est della Provincia.
- ❑ Ha evidenziato che le aree dove l'effetto sismico ha avuto maggiore importanza.
- ❑ Ha evidenziato che tali aree sono concentrate prevalentemente nelle zone di bordo-valle, molto popolate e che le morfologie sepolte sono una delle principali cause di amplificazione sismica sul territorio della Provincia di Pistoia.

Densità di Probabilità di Amplificazione (D.P.A.)

Per definire l'importanza di questi effetti all'interno del territorio provinciale e costituire una base per la classificazione preliminare di pericolosità sismica per effetto di sito della Provincia, è stata realizzata la banca dati geografica delle D.P.A.

Tale DB definisce arealmente la distribuzione della densità di probabilità degli effetti locali tramite l'elaborazione dei dati geologici e geomorfologici esistenti.

Alla banca dati geografica sono stati collegati degli indirizzi di approfondimento per gli strumenti urbanistici, attraverso un lavoro congiunto tra Provincia di Pistoia, Servizio Sismico Regionale e Dipartimento di Scienze della Terra (Laboratorio di Geofisica Sperimentale) dell'Università di Firenze.



CRITERI DI REALIZZAZIONE

Il DB geografico delle DPA si basa sulla predisposizione di un grid a maglia di 100 mt a cui vengono associati dei valori indicativi relativi alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche che determinano gli effetti di amplificazione sismica.

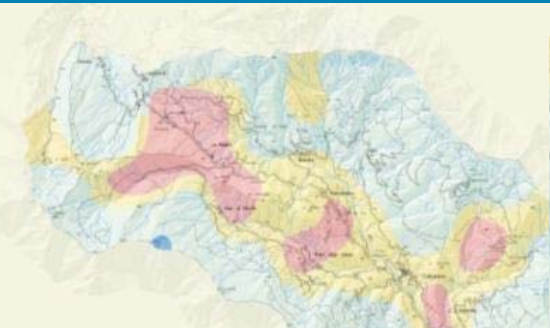
In particolare ...

Probabilità d'amplificazione per cause geologiche:

1. substrato roccioso pre-Quaternario affiorante (valore 0)
2. bacini Quaternari con spessore dei sedimenti superiore ai 100 metri (valore 1)
3. depositi Quaternari con spessore inferiore a 100 m, aree di fondovalle alluvionale, aree di frana e caratterizzate da estesi coltri detritiche (valore 2)

Probabilità d'amplificazione per cause morfologiche:

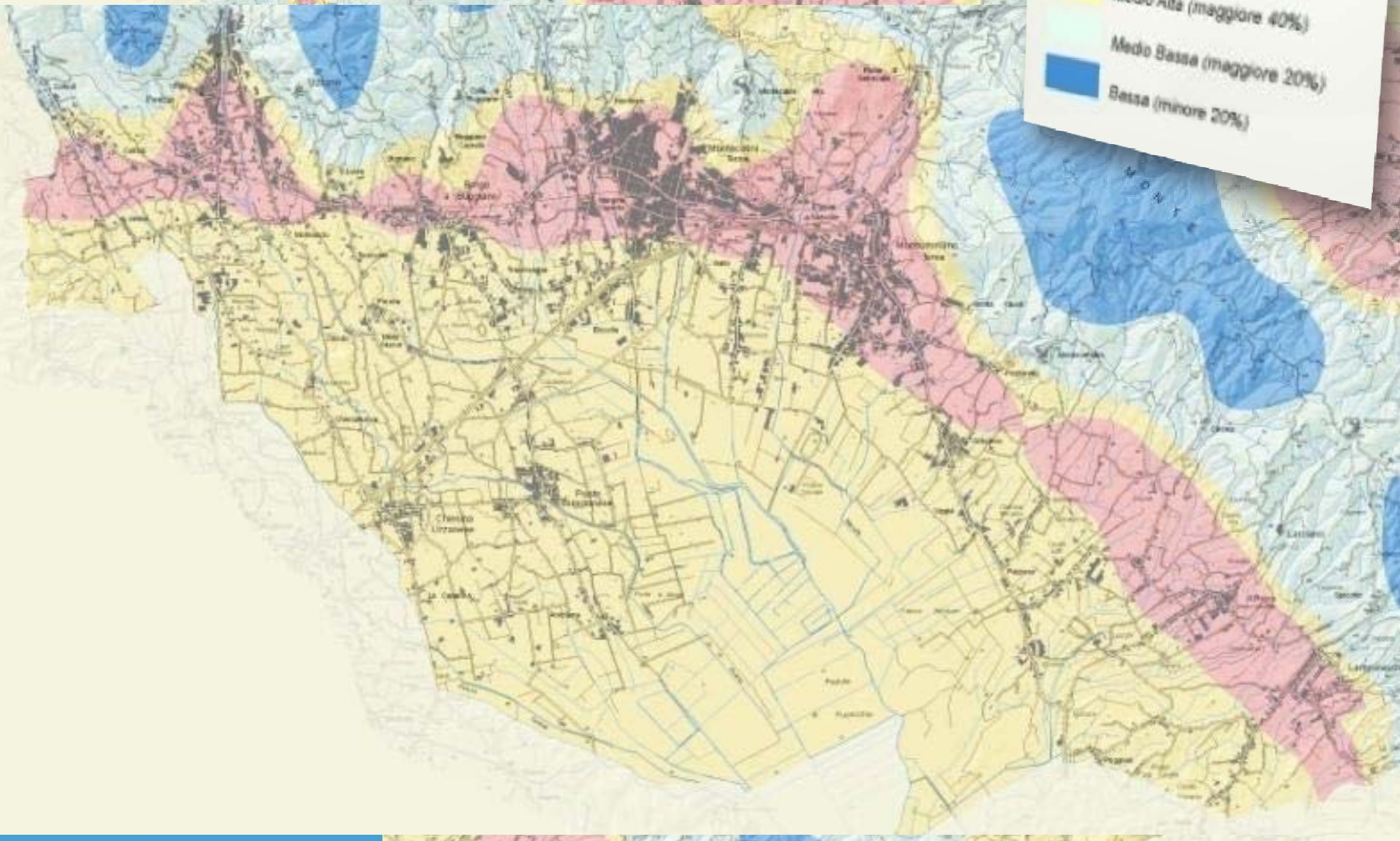
1. pendenze inferiori a 20° (valore 0)
2. pendenze inferiori a 35° (valore 1)
3. pendenze superiori a 35° (valore 2)



LEGENDA

Classi di pericolosità sismica

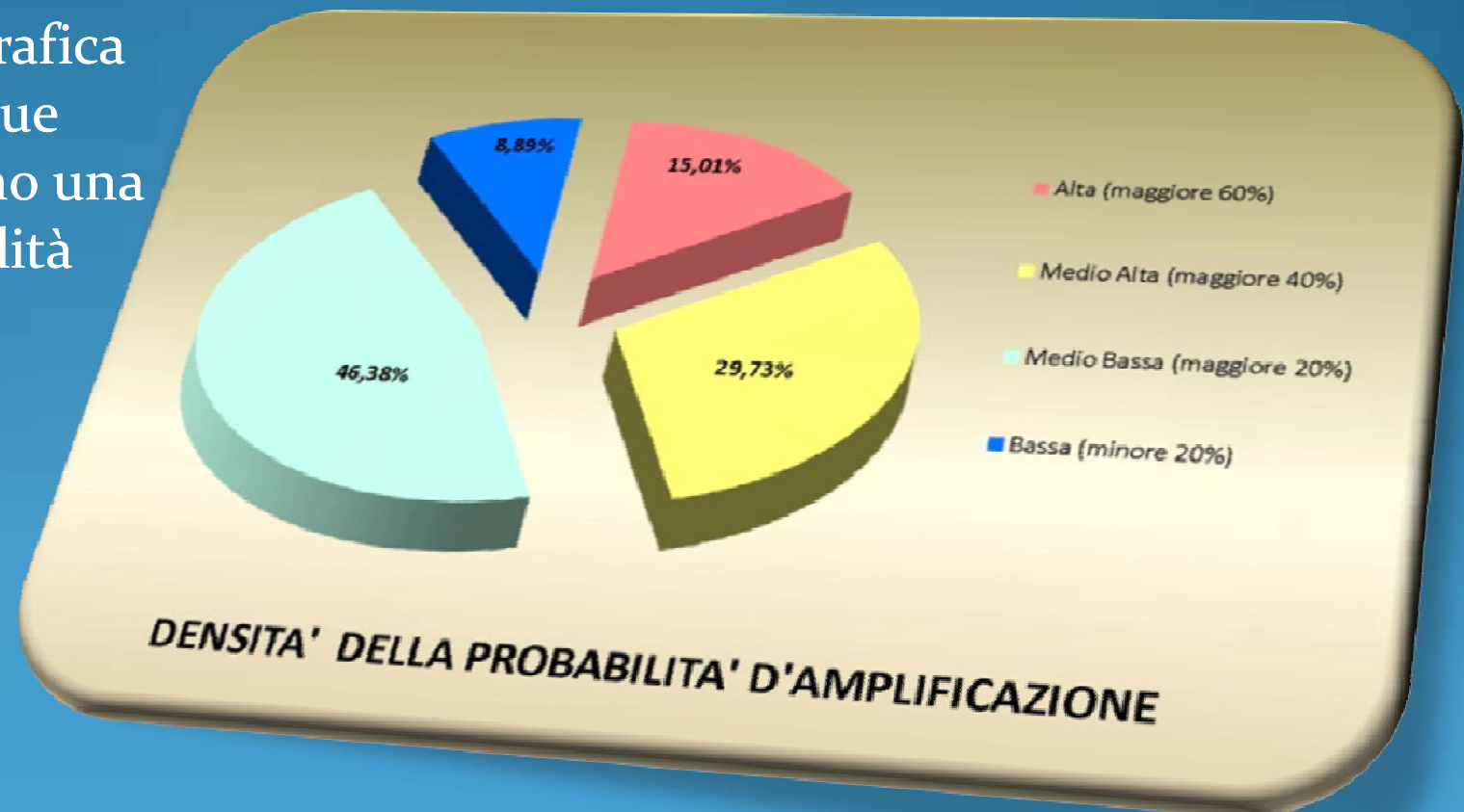
- Alta (maggiore 60%)
- Medio Alta (maggiore 40%)
- Medio Basso (maggiore 20%)
- Bassa (minore 20%)



DEFINIZIONE

La D.P.A. è un parametro che fornisce la probabilità che possano verificarsi fenomeni di amplificazione sismica ed è quindi da intendersi come una distribuzione di probabilità sul territorio provinciale.

La banca dati geografica delle D.P.A. distingue 4 classi che indicano una densità di probabilità di amplificazione crescente.



Limiti di criticità del db della D.P.A.

- ❑ La banca dati è qualitativa.
- ❑ La scarsità di informazioni geologiche e soprattutto la mancanza di dati geofisici e geotecnici del sottosuolo porta inevitabilmente ad una incerta discretizzazione del modello.
- ❑ L'attribuzione di pesi indicativi alle classi costituisce un'ulteriore limitazione che influisce fortemente sui risultati finali.
- ❑ L'assunzione del limite dei 100m di profondità per i sedimenti, è stato un accorpamento inevitabile vista la mancanza di dati del sottosuolo, ma ovviamente determina delle incertezze.

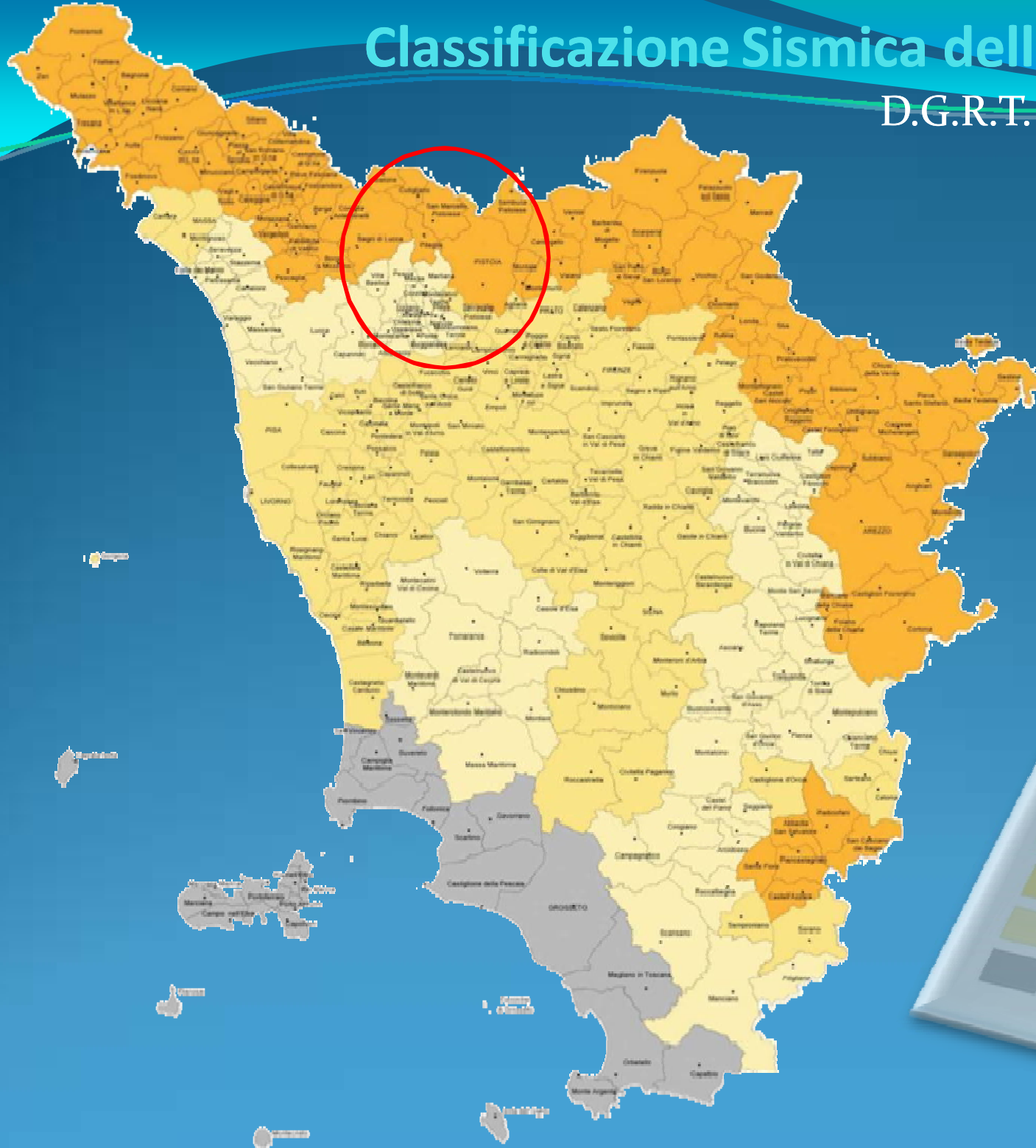
Limiti di efficacia della normativa vigente in Toscana

Regolamento di Attuazione del 27 Aprile 2007 - N. 26/R
in applicazione della L. R. 3 Gennaio 2005 - N.1

La banca dati relativa alle Z.M.P.S.L. (Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale), in funzione della sismicità di base (aggiornata con D.G.R.T. 19 Giugno 2006 – N. 431), individua arealmente tutti quegli elementi che possono creare un aumento della pericolosità sismica locale di un'area attraverso l'accentuarsi di effetti sismici locali e/o indotti.

Classificazione Sismica della Regione Toscana

D.G.R.T. 19 Giugno 2006 – N. 431



- ❑ Le Z.M.P.S.L. devono essere individuate in tutti i Comuni, tranne quelli classificati in zona 4, ed è limitata ai centri urbani più significativi.
- ❑ Le Z.M.P.S.L. si basano su elementi e valutazioni di tipo qualitativo, derivanti dalle conoscenze geologiche e geomorfologiche acquisite. Ne deriva che il grado di approfondimento degli aspetti di pericolosità sismica è strettamente correlato alla quantità e qualità dei dati disponibili.
- ❑ In fase di Piano Strutturale, per l'individuazione Z.M.P.S.L., non sono in genere da prevedersi, indagini geognostiche, geotecniche o geofisiche specifiche.
- ❑ A livello di Regolamento Urbanistico devono essere eseguite specifiche indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche per la corretta definizione dell'azione sismica solo nei casi di frane attive e terreni di fondazione soggetti a liquefazione dinamica nei Comuni in Zona 2.
- ❑ Difficoltà di correlazione tra le "Categorie di suolo di fondazione" del D.M. 14 Settembre 2005 con le tipologie indicate nelle Z.M.P.S.L.

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- ❑ Maggiore consapevolezza del rischio sismico ed avvio di un processo partecipativo con le amministrazioni comunali.
- ❑ Organizzazione di una banca dati di tutte le indagini geognostiche.
- ❑ Le indagini realizzate ex-novo secondo le modalità e i criteri delle “Istruzioni Tecniche di Programma della Valutazione degli Effetti Locali (V.E.L.)”.
- ❑ Migliore individuazione e perimetrazione dei centri urbani significativi e degli elementi di pericolosità sismica riportati nella cartografia Z.M.P.S.L.
- ❑ Miglioramenti delle conoscenze disponibili finalizzate alla ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico del sottosuolo.

APPLICAZIONI

- ❑ Aggiornamento del **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale**
(VARIANTE GENERALE – Approvata con D.C.P. 21 Aprile 2009 – n. 123)
- ❑ Base conoscitiva per gli Strumenti Urbanistici comunali
- ❑ Aggiornamento del Piano Provinciale di Protezione Civile
(stralcio – Rischio Sismico)

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

L.R. 3 Gennaio 2005 - n° 1
Variante Generale



Provincia di Pistoia

Fragilità sismica

P. 09

Responsabile del procedimento
Dr. Agr. Renato Ferretti

Dirigente del Dipartimento Pianificazione Territoriale, Agricoltura, Turismo e Promozione
Servizio Pianificazione Territoriale, SIT, Promozione, Turismo e Commercio

Progetto a cura del
Dr. Agr. Renato Ferretti

coordinamento generale del progetto, infrastrutture, paesaggio e valutazione integrata
Dr. Agr. Renato Ferretti
Dr. Enrico Bartoli

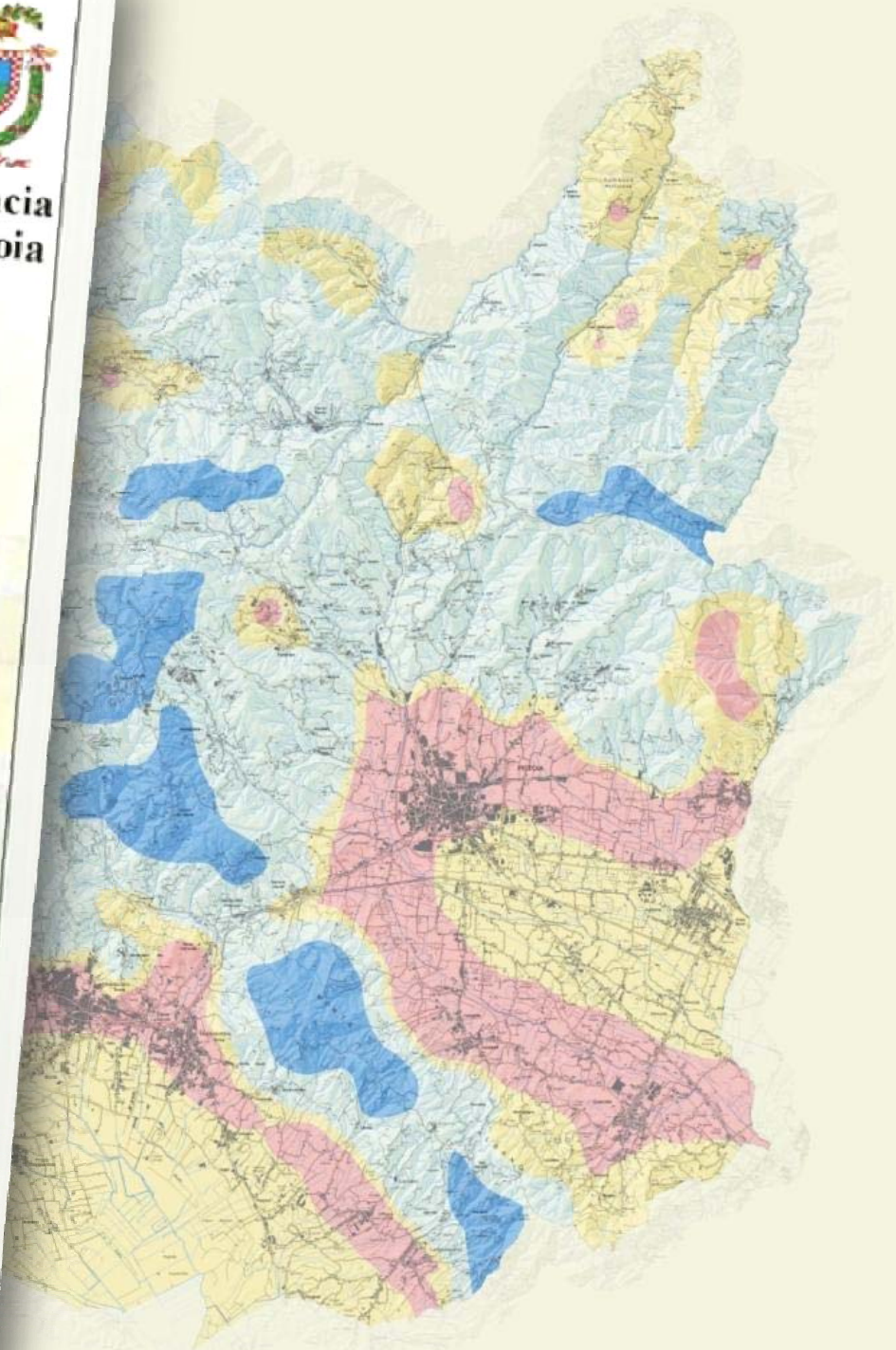
Arch. Giuseppina Di Loreto - Arch. Silvia Lombardi - Arch. Francesca Simonetti
aspetti informatici e cartografici
aspetti geologico-ambientali
aspetti urbanistici

Aspetti del territorio rurale, delle risorse territoriali e paesaggistiche
Ilaria Bonanno
Giovanni Cotza

Informatizzazione
Walter Tosi
Alessandro Caselli

Collaborazione generale
Carlo Selmi

APPROVATO
D.C.P. n° 123 del 21.04.2009



Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
L.R. 3 Gennaio 2005 - n° 1
Variante Generale

Fragilità sismica
P. 09

Responsabile del procedimento
Dr. Agr. Renato Ferretti

Direttore del Dipartimento Pianificazione Territoriale, Agricoltura, Turismo e Promozione
Servizio Pianificazione Territoriale, SIT, Promozione, Turismo e Commercio

Dr. Agr. Renato Ferretti

coordinamento generale del progetto, infrastrutture, paesaggio e valutazione integrata
Dr. Agr. Renato Ferretti
Dr. Enrico Bartoli

Dr. Giuseppina Di Loreto - Arch. Silvia Lombardi - Arch. Francesca Simonetti
aspetti informatici e cartografici
aspetti geologico-ambientali
aspetti urbanistici

Aspetti del territorio rurale, delle risorse territoriali e paesaggistiche
Ilaria Bonanno
Giovanni Cotza

Informatizzazione
Walter Tosi
Alessandro Caselli

Collaborazione generale
Carlo Selmi

APPROVATO
D.C.P. n° 123 del 21.04.2009

LEGENDA

Classi di pericolosità sismica

- Alta (maggiore 60%)
- Medio-Alta (maggiore 40%)
- Medio-Bassa (maggiore 20%)
- Bassa (minore 20%)



Scala 1:50000

