FAGLIE CAPACI – FRANE SISMOINDOTTE EFFETTI DI SITO – DANNI ALLE STRUTTURE

Jesi, 20 Dicembre 2016

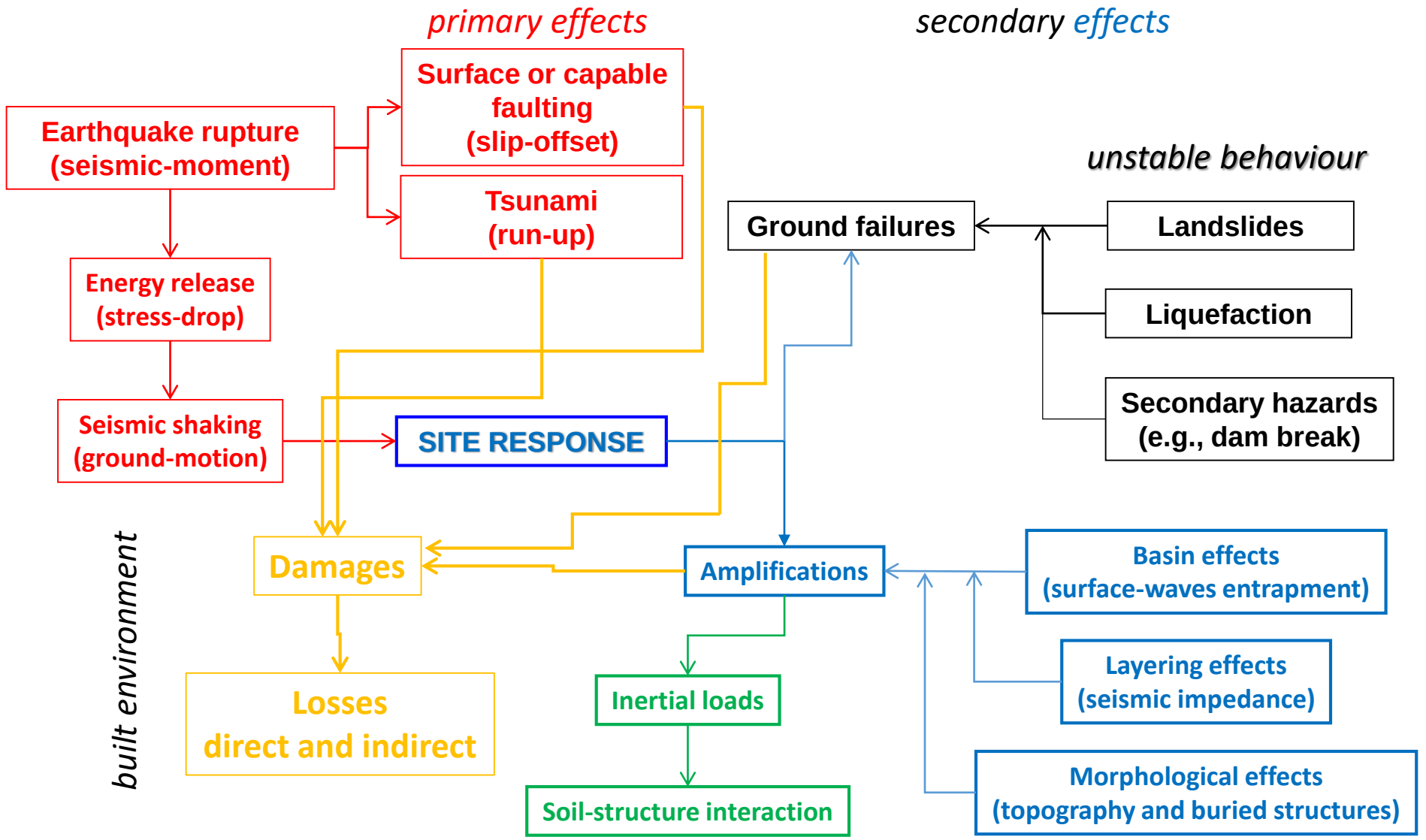
EFFETTI COSISMICI E FRANE SISMOINDOTTE

ROBERTO W. ROMEO

DOCENTE DI RISCHIO SISMICO

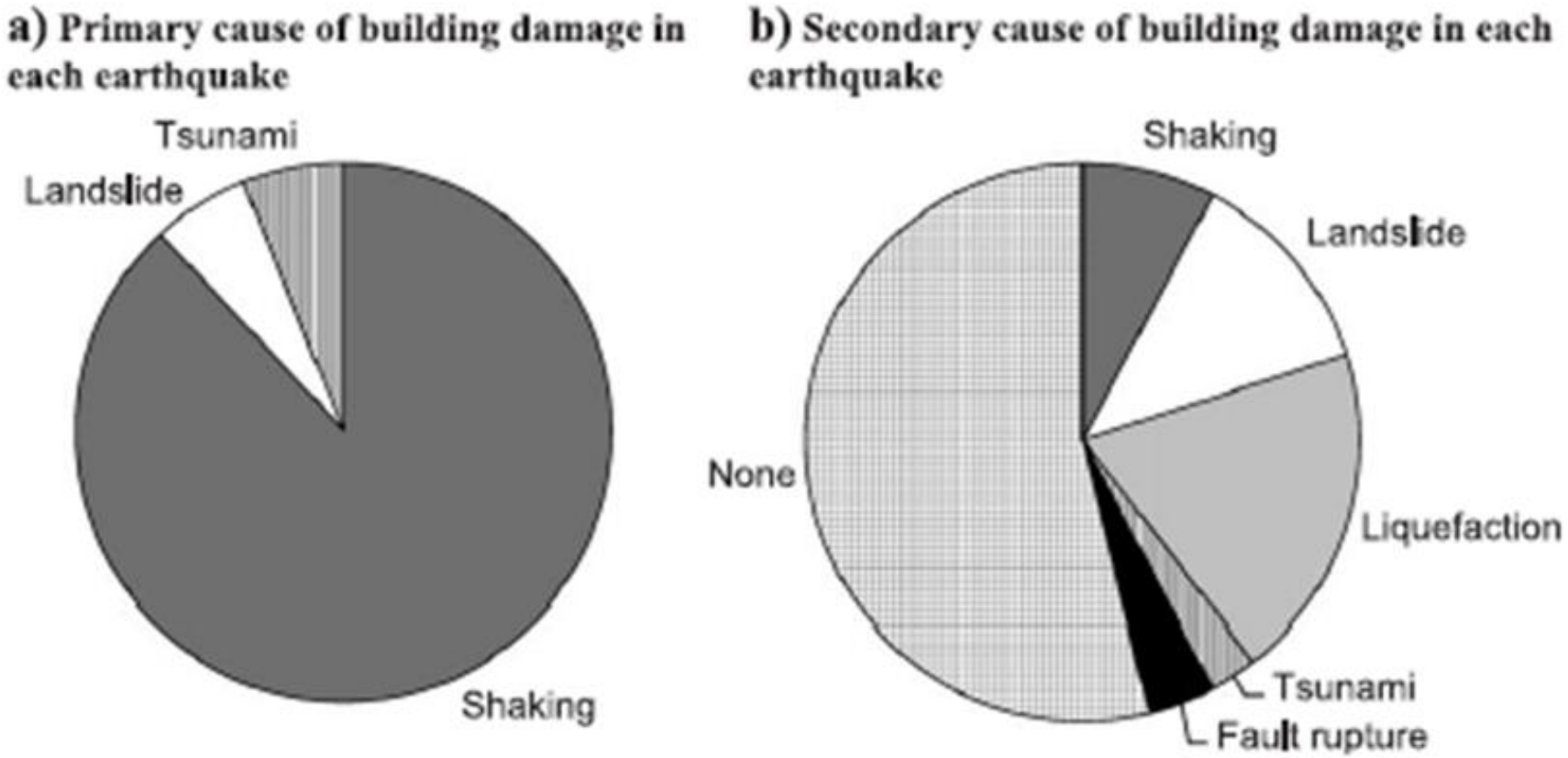
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI URBINO

Relationship of Site Response with Seismic Hazard, Risk and Design



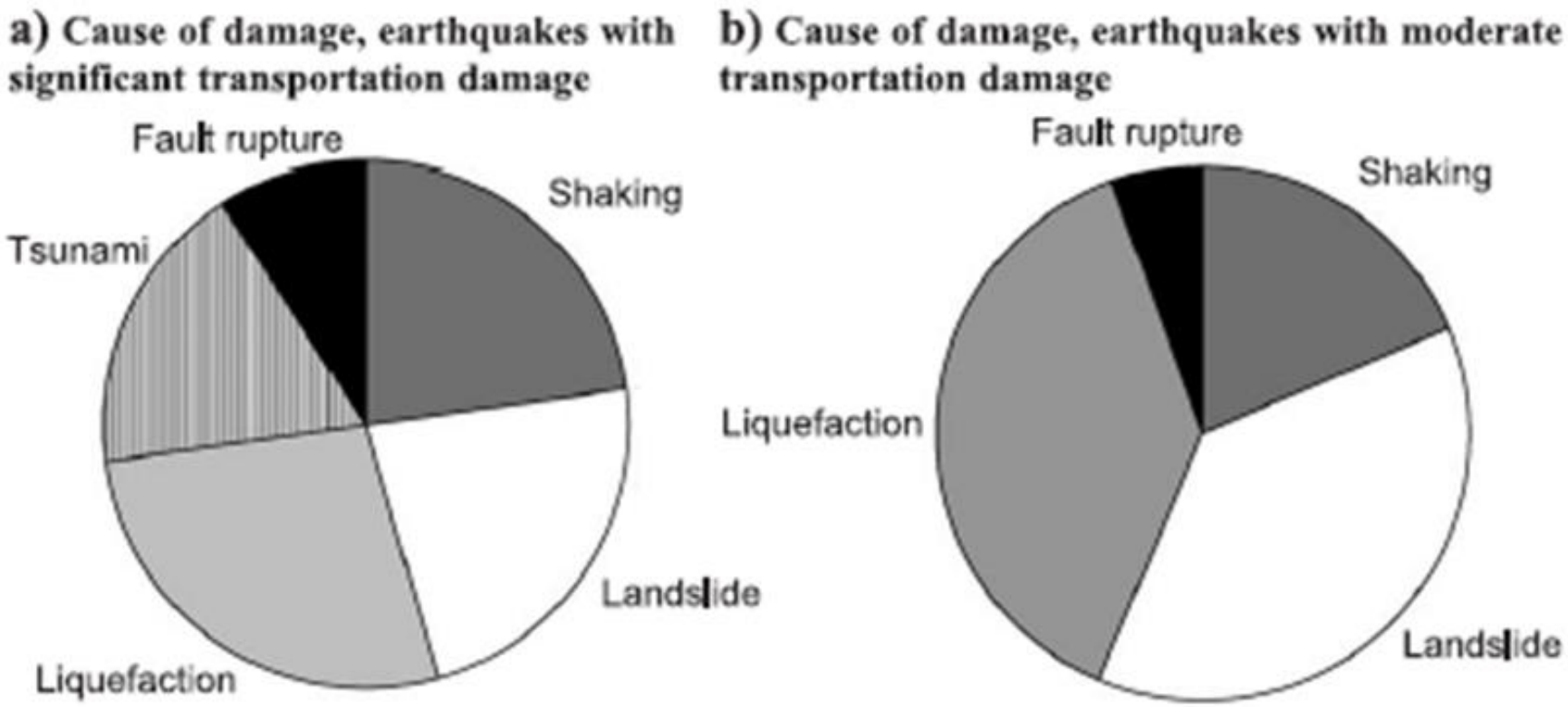
by Romeo, IAEA 2012

Cause di danneggiamento a strutture



After Bird & Bommer, 2004

Cause di danneggiamento a infrastrutture di comunicazione



After Bird & Bommer, 2004

Perdite Dirette e Indirette

- Lo scuotimento (GS) è spesso la causa principale delle perdite dirette (danneggiamento), ma le deformazioni del suolo (GF) che interessano infrastrutture e servizi (lifelines) sono spesso la causa delle perdite indirette dovute alla interruzione delle attività produttive e delle operazioni di soccorso, i cui costi possono superare largamente i costi dovuti alle perdite dirette (es. Kobe, 1995: 11 vs. 100 billion $, due to GS and GF-liquefaction, respectively)

Vulnerabilità dei sistemi

- Le vie di trasporto e comunicazione (con la sola eccezione dei ponti) sono in genere più vulnerabili alle GF (frane in primis) che al GS
- Le infrastrutture costiere o limitrofe a corsi d'acqua sono particolarmente soggette a liquefazione e spandimenti laterali a causa della presenza di terreni recenti soffici e al loro grado di saturazione
- I danni alle lifelines sono spesso la combinazione di danni a sistemi e componenti che possono a loro volta indurre danni collaterali. Es.: i gasdotti possono provocare incendi e la simultanea rottura di acquedotti ne inpedisce il controllo favorendone la diffusione (effetto domino).

Effetto scala

- Nell'intero cratere del terremoto GS è la causa principale di danno, tuttavia localmente le GF possono risultare la causa dominante dei danni e delle perdite, come nel caso del terremoto di Izmit (Turchia 1999) dove nella città di Adapazari i danni furono dovuti prevalentemente alla liquefazione. Ma anche in Italia si è avuto recentemente un esempio simile …

EMILIA 2012, M6.0

Danni indipendenti vs. danni cumulati

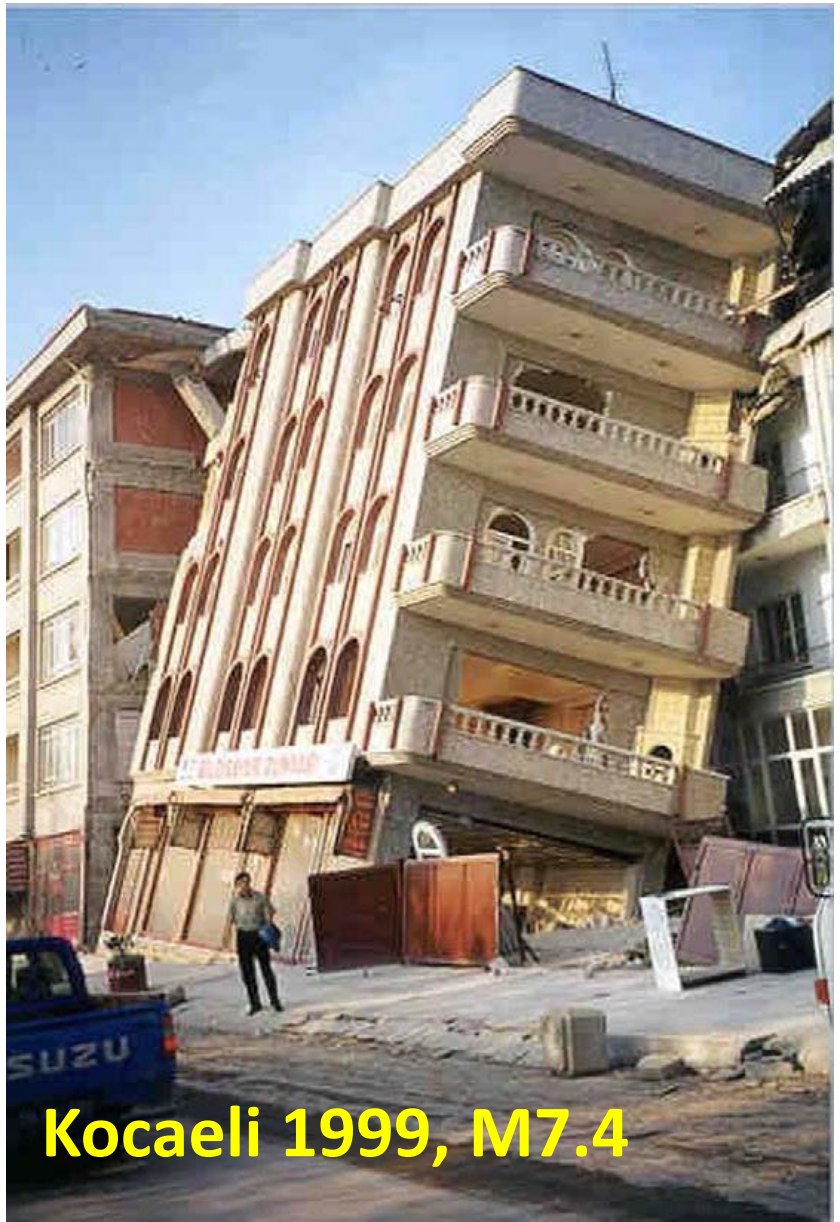
- $P(DS>ds \mid GS \cup GF) = P(ds \mid GS)$ OR $P(ds \mid GF) = P(ds \mid GS) + P(ds \mid GF) - P(DS>ds \mid GS \cap GF)$

  dove il danno è dovuto a GS oppure a GF (es. basculamento di edifici senza lesioni da taglio, collasso da frana senza che edifici contigui abbiano subito danni evidenti)

- $P(DS>ds \mid GS \cap GF) = P(ds \mid GS)$ AND $P(ds \mid GF) = P(ds \mid GS) \cdot P(ds \mid GF)$

  dove il danno è dato dall'effetto combinato di GS e GF (es. cedimenti e/o perdita di capacità portante dovuto all'eccentricità del carico prodotta dai danni dovuti al GS)

Only GF



Kocaeli 1999, M7.4

GS followed by GF

Chi-Chi 1999, M7.6

Wu-Feng primary school (0.8g): 1999 Chi-Chi (Taiwan) M7.6

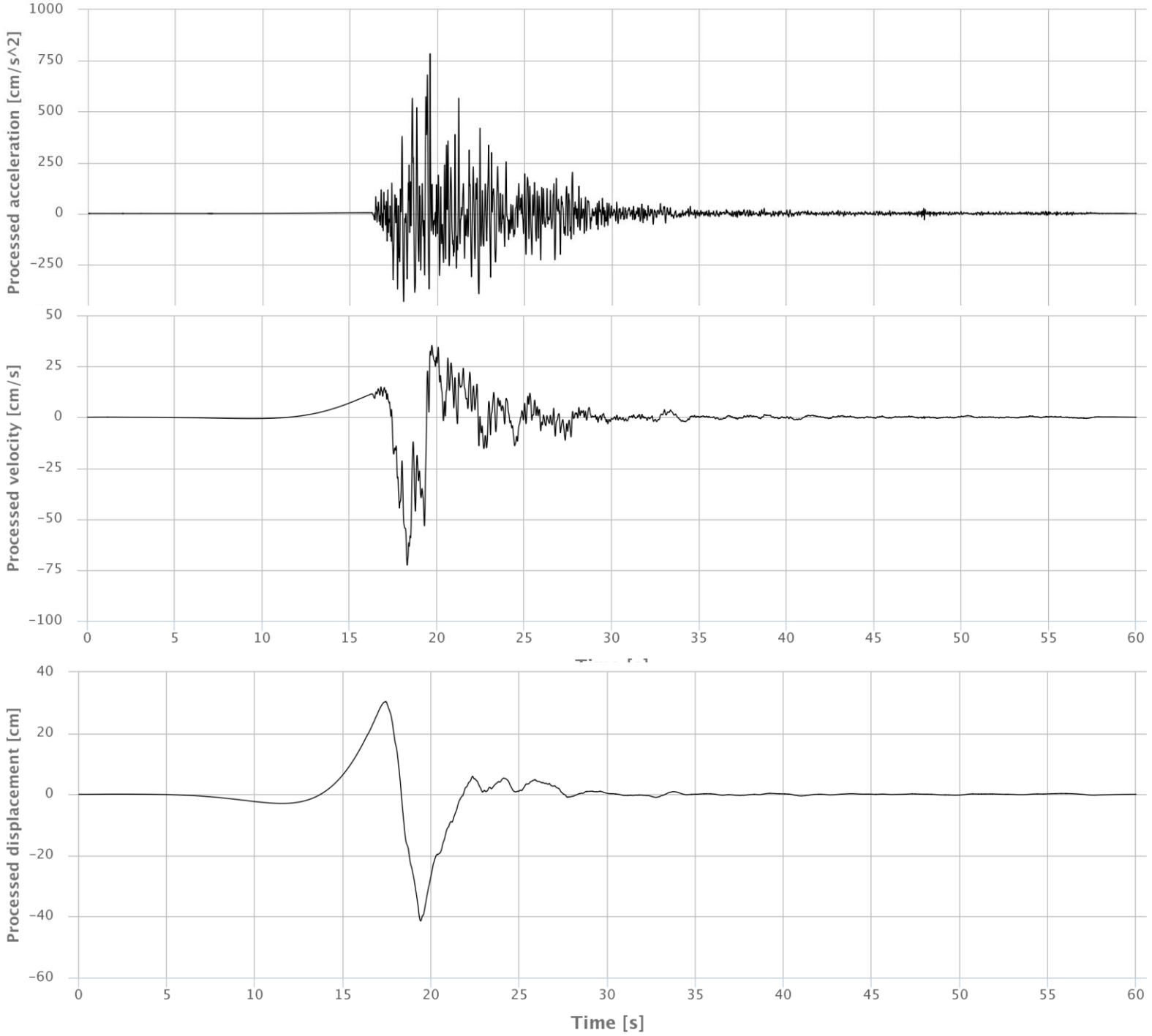
Galleria Tre Valli Umbra

Las Colinas (St. Tecla) landslide, El Salvador 2001 M7.6: **cause of damage and death**

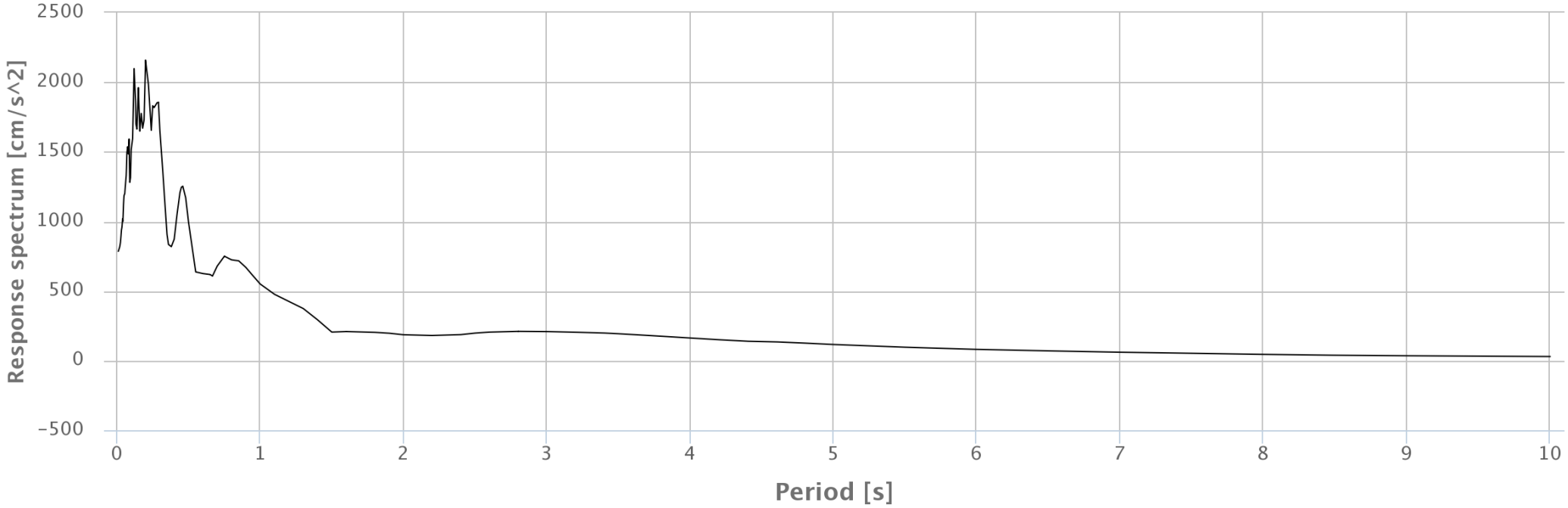
FRANA DI PESCARA DEL TRONTO

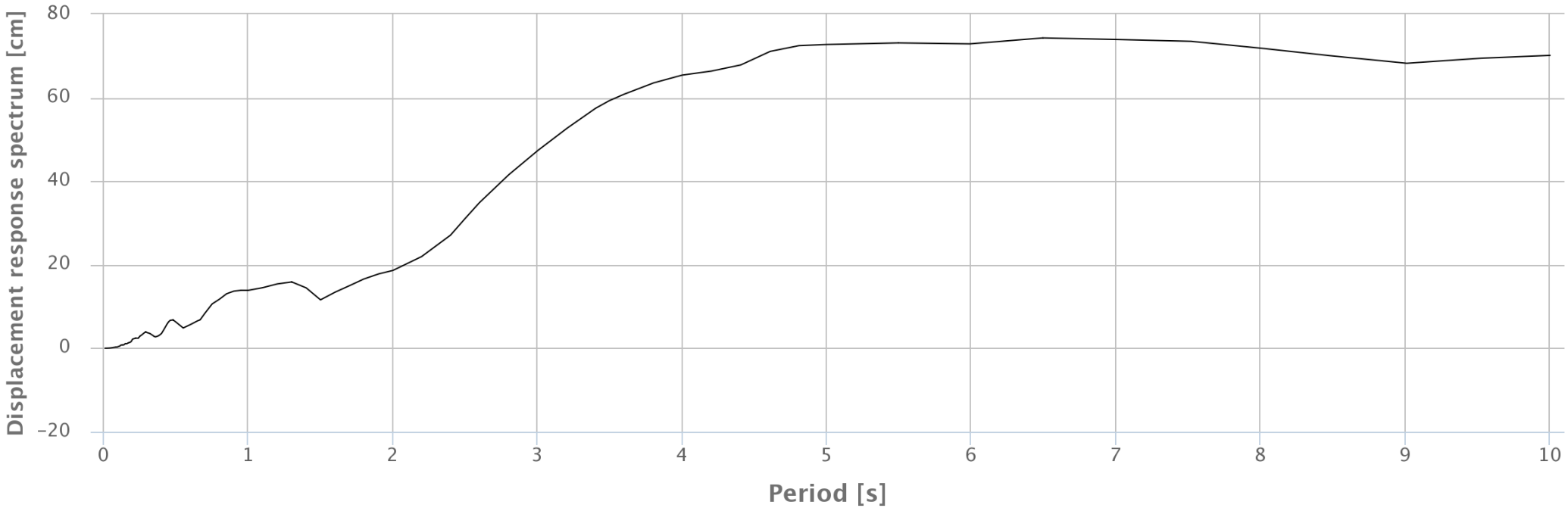
Immaterialità delle cause

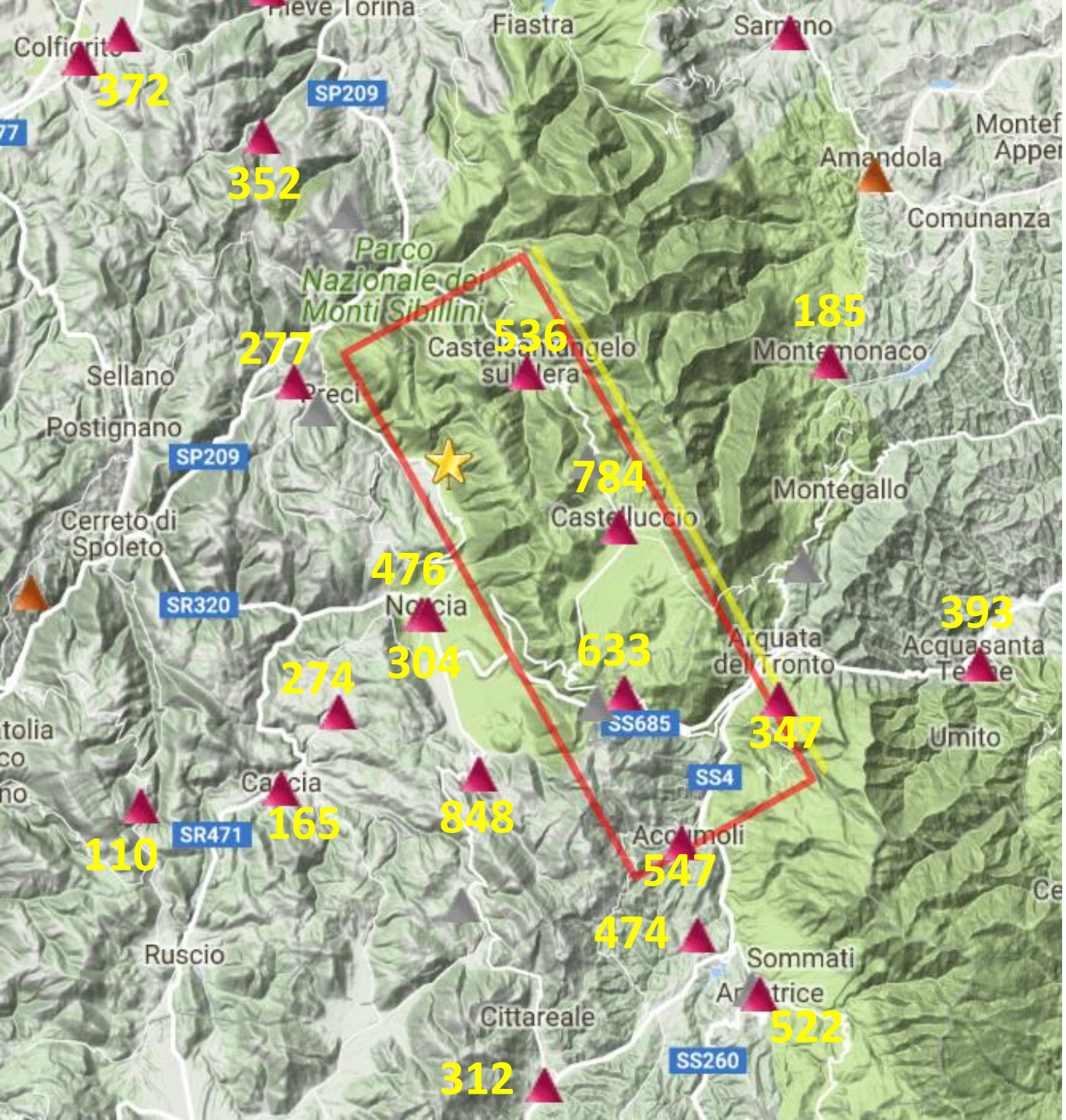
San Lorenzo e Flaviano, Amatrice



Registrazioni di Castelluccio di Norcia del terremoto del 30/10/2016 M6.5

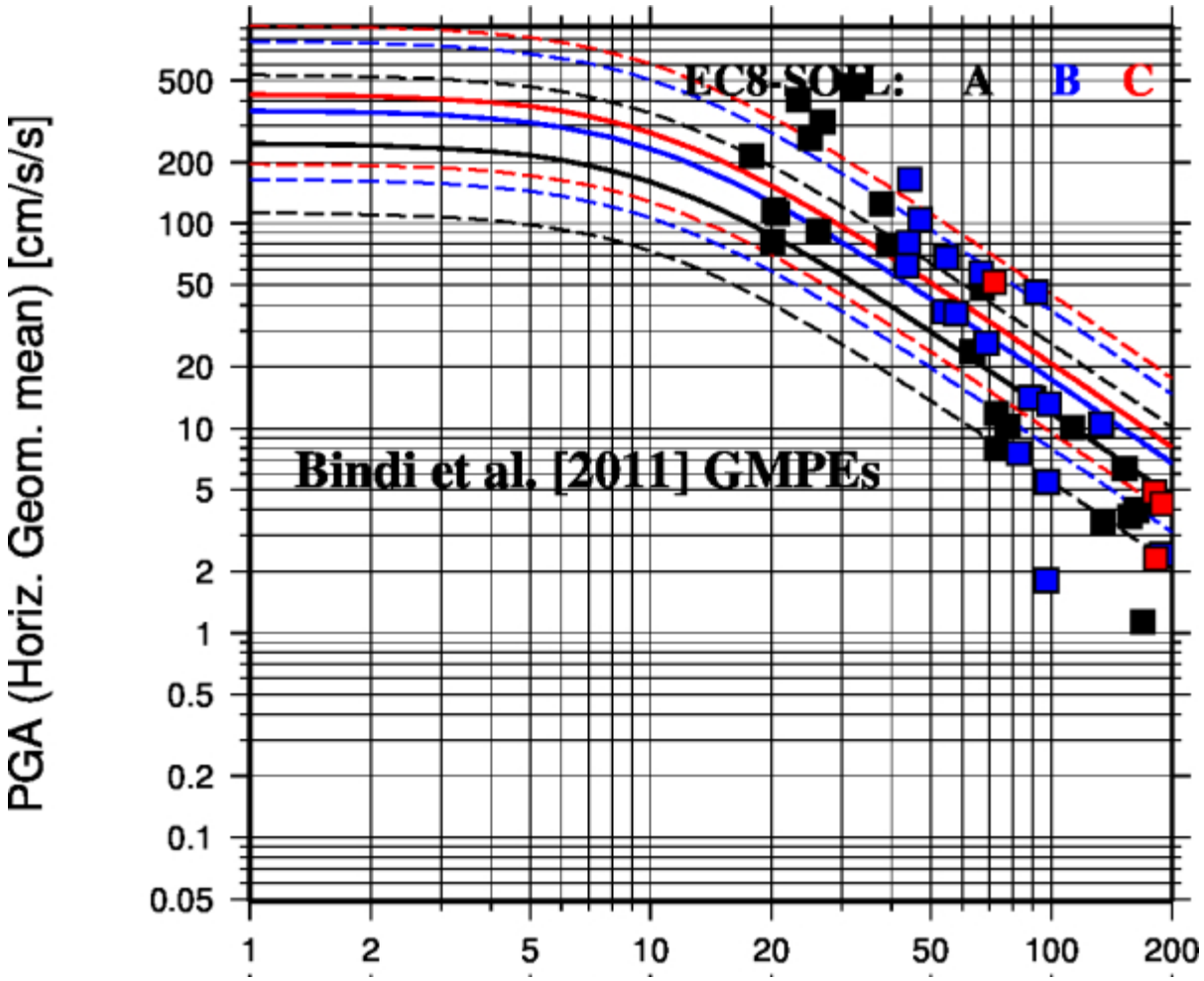

Response spectrum [cm/s^2]
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Period [s]

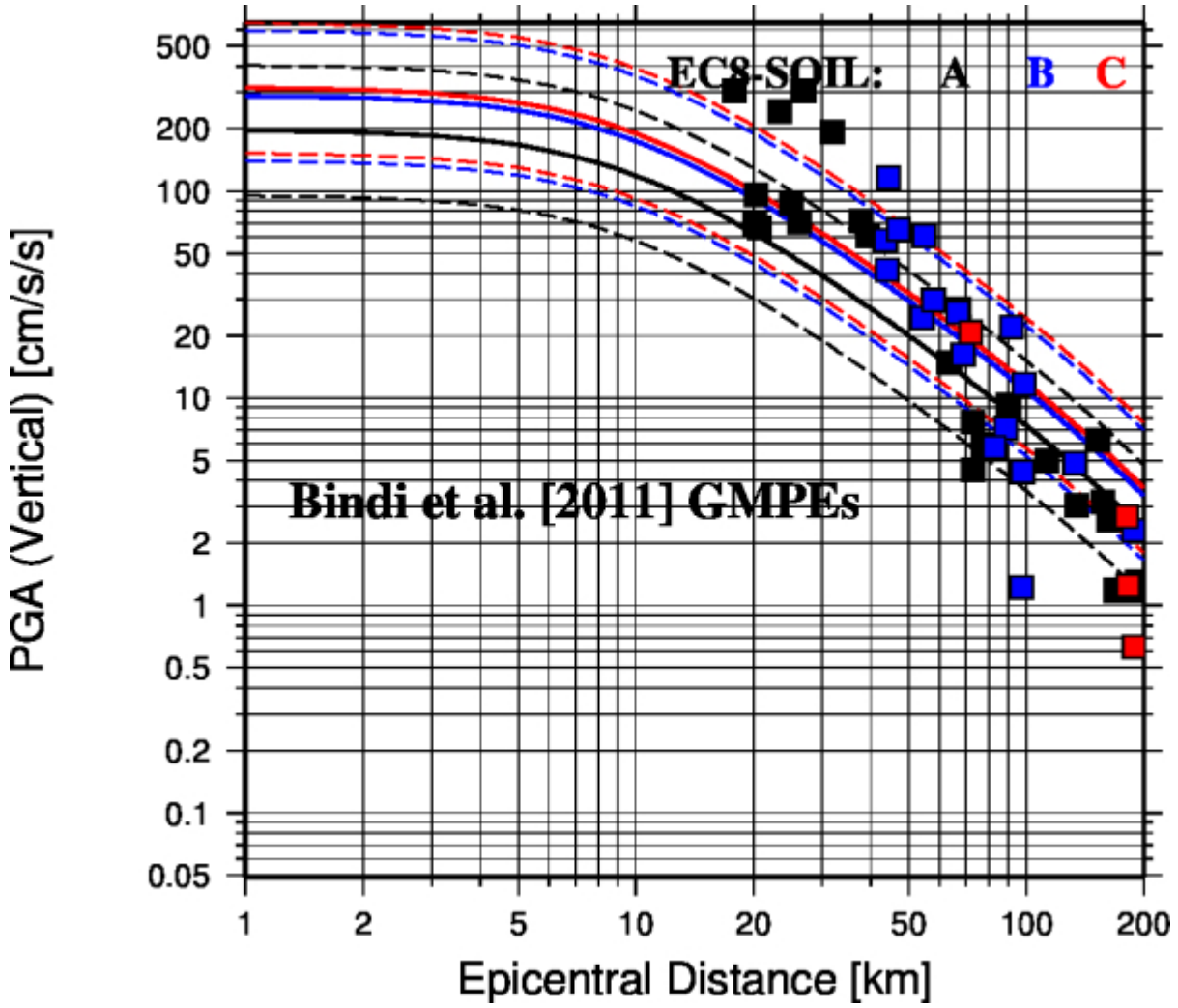

Displacement response spectrum [cm]
80
60
40
20
0
-20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Period [s]



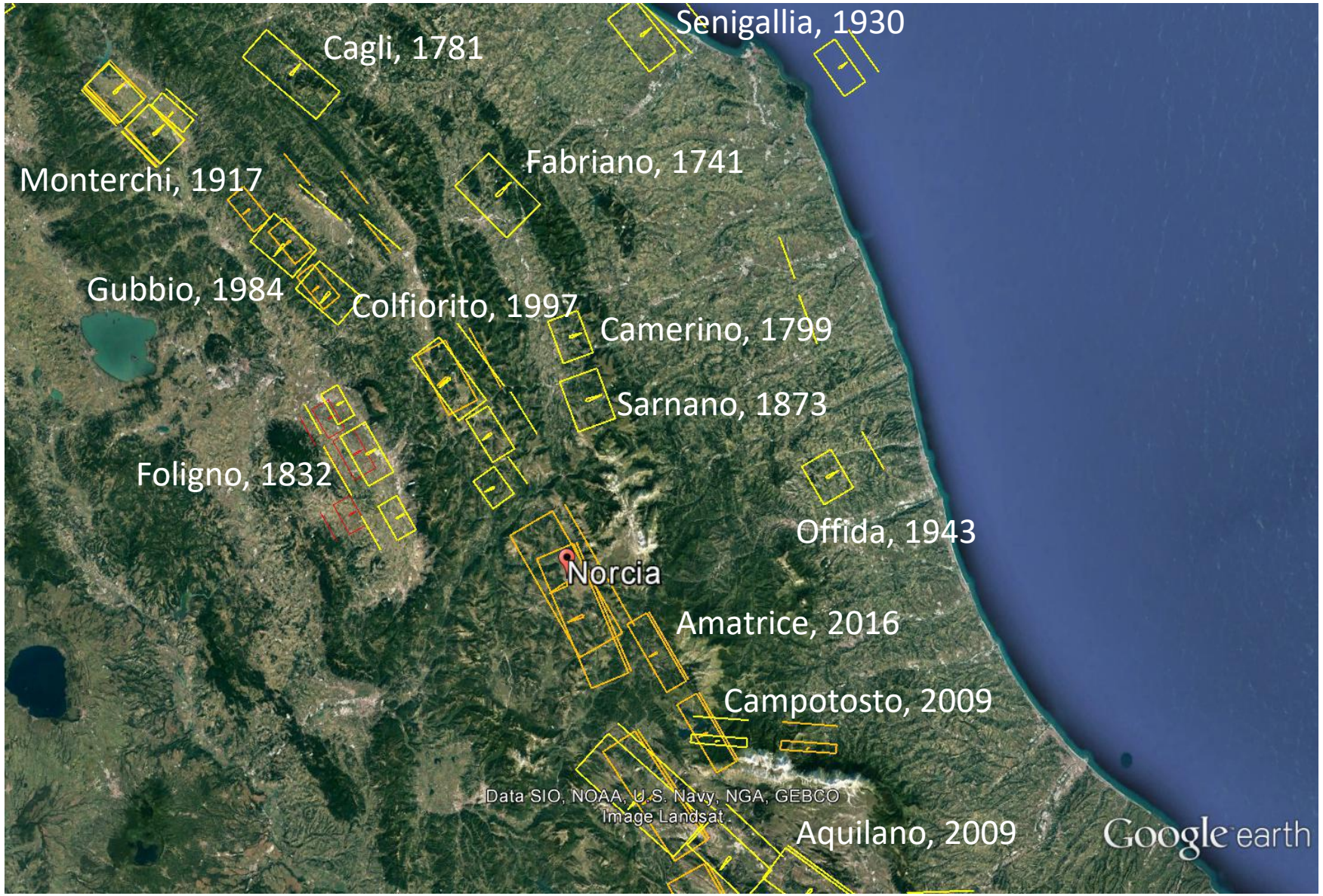
Stazione	Sito	PGA
Savelli	A*	848
Castelluccio di Norcia	A*	784
Forca Canapine	B*	633
Accumoli	A*	547
Castelsantangelo sul Nera	C*	536
Amatrice	B*T1	522
Norcia	B-T1	476
Domo	B*	474
Acquasanta Terme	C*	393
Colfiorito	C*	372
Montecavallo	B*	352
Spelonga	B*	347
Cittareale	C*	312
Norcia le Castelline	C*	304
Castelvecchio	B*	277
Avendita	A*	274
Montemonaco	A*	185
Cascia	B-T3	165
Poggiodomo	B*	110

GROUND MOTION



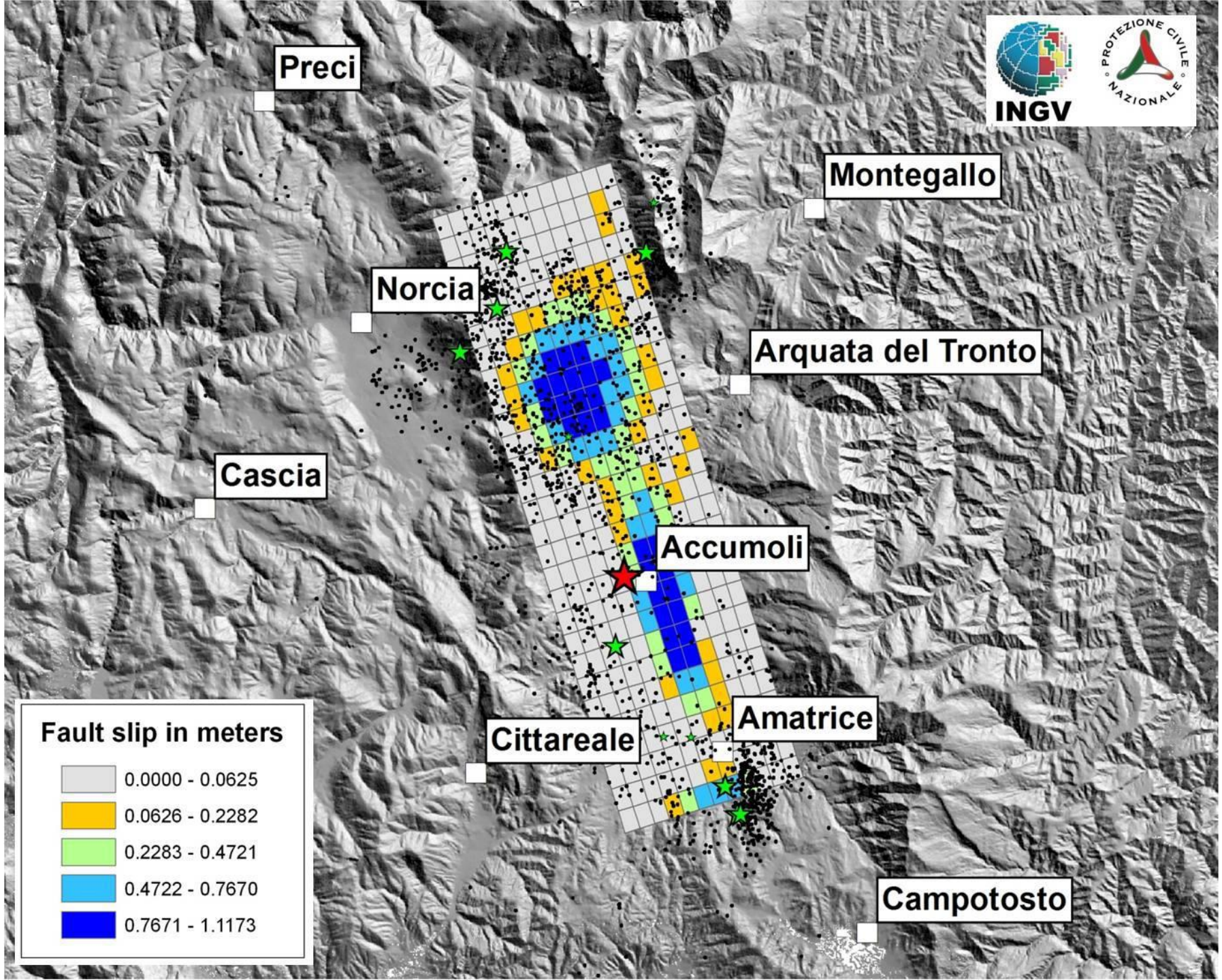


Un complesso sistema di faglie fragmentate e interconnesse

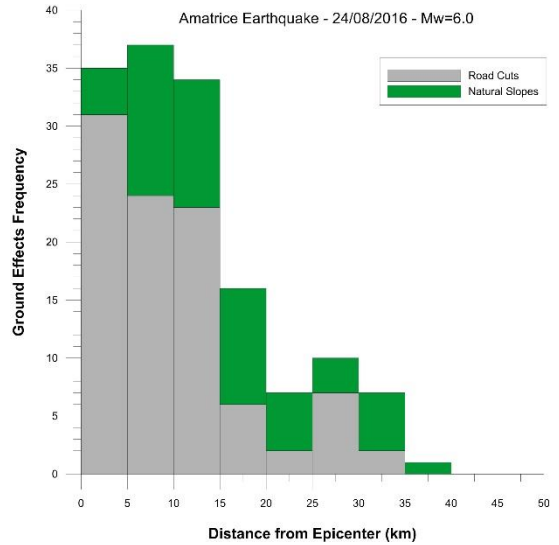


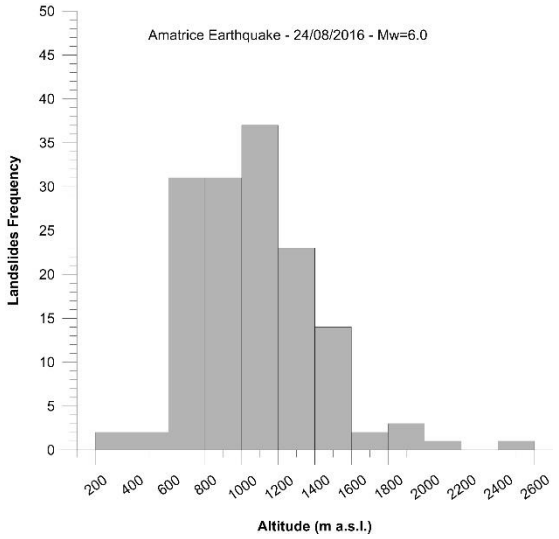
LOOK FOR THE VILLAGE …

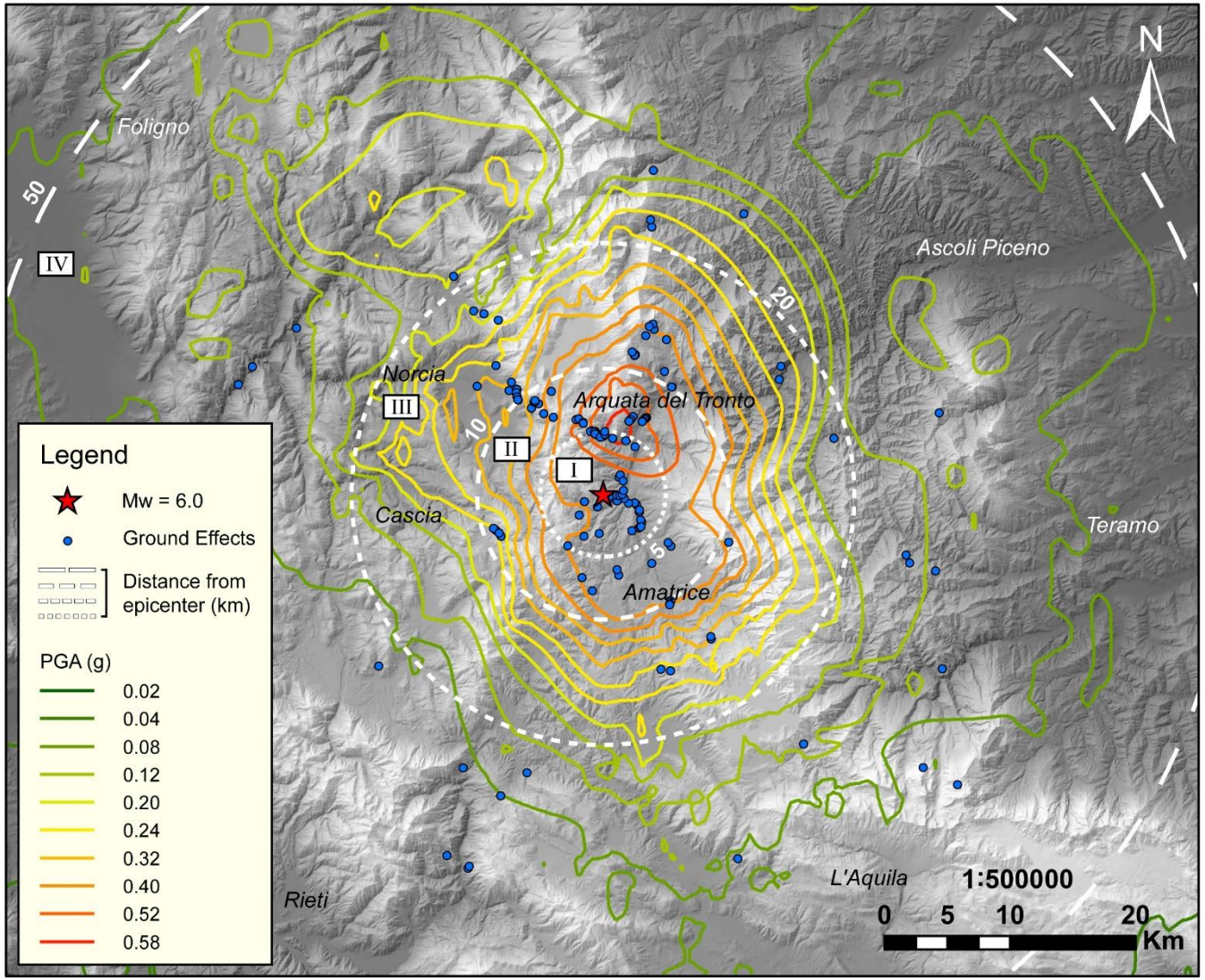
AND FIND THE FAULT!



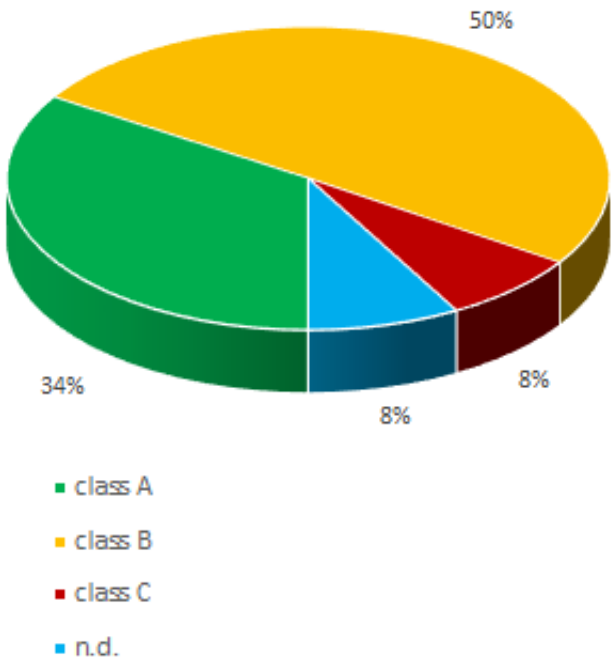
Amatrice earthquake: preliminary analysis of effect distribution





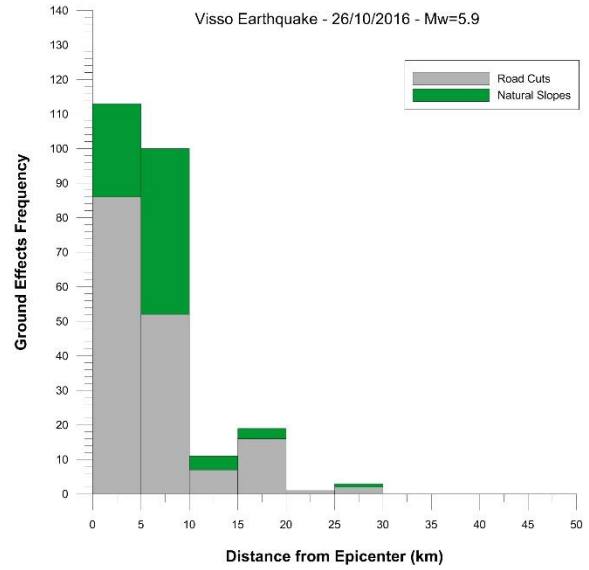


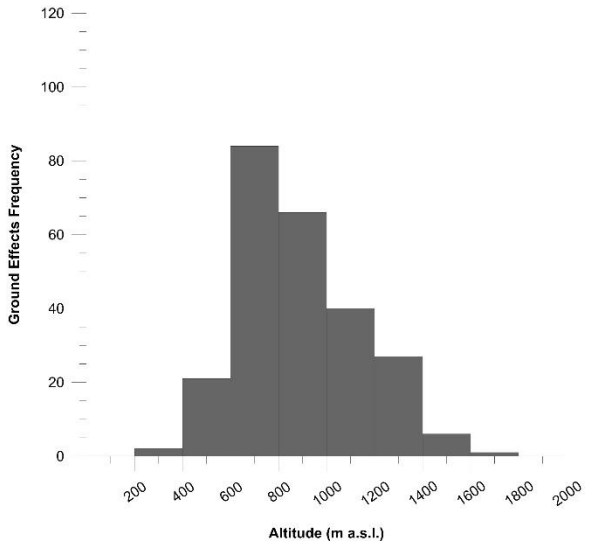
CEDIT inventory on 2016: the Amatrice earthquake

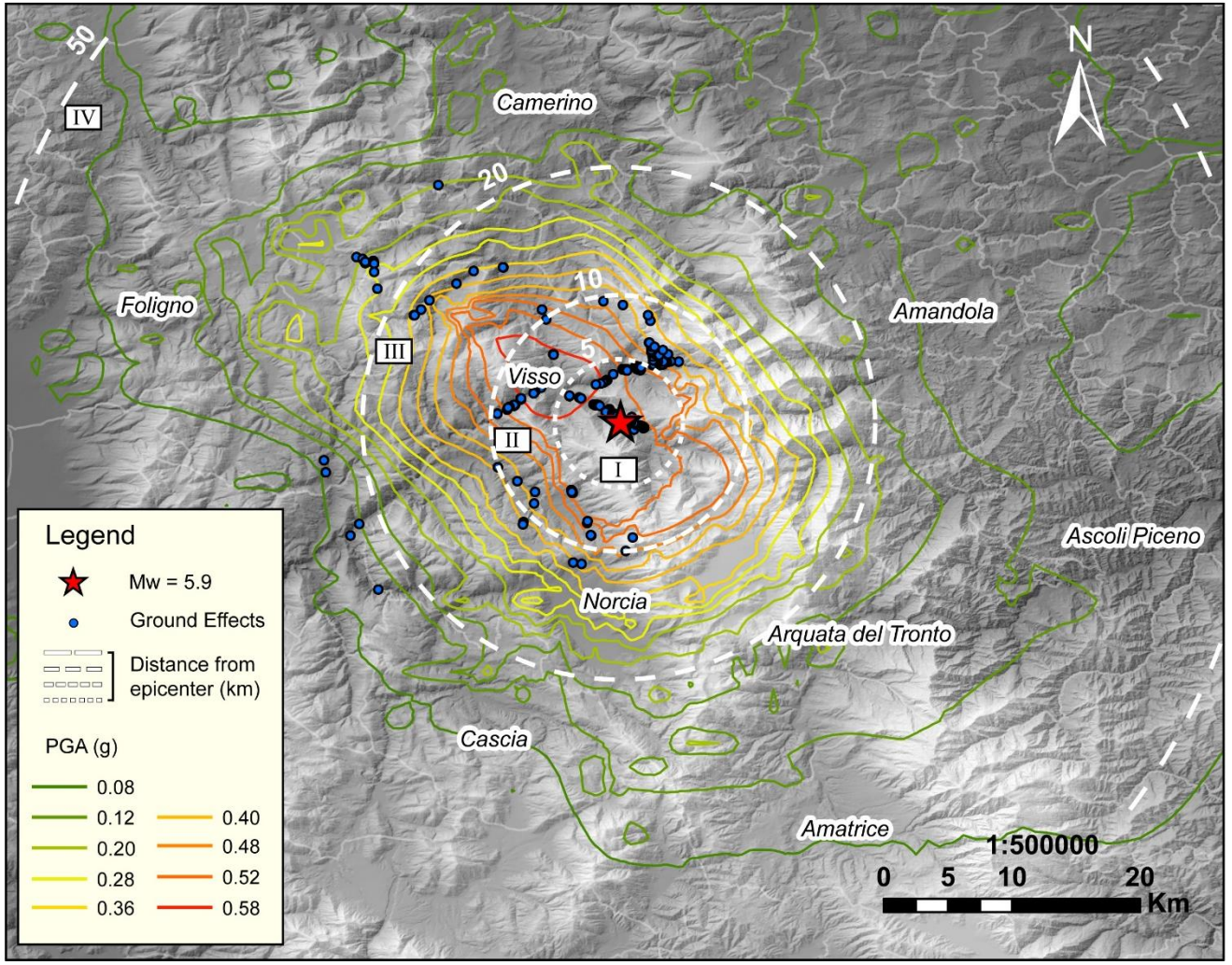


- class A: volume <=1 m^3
- class B: 1 <volume<=5 m^3
- class C: volume>5 m^3

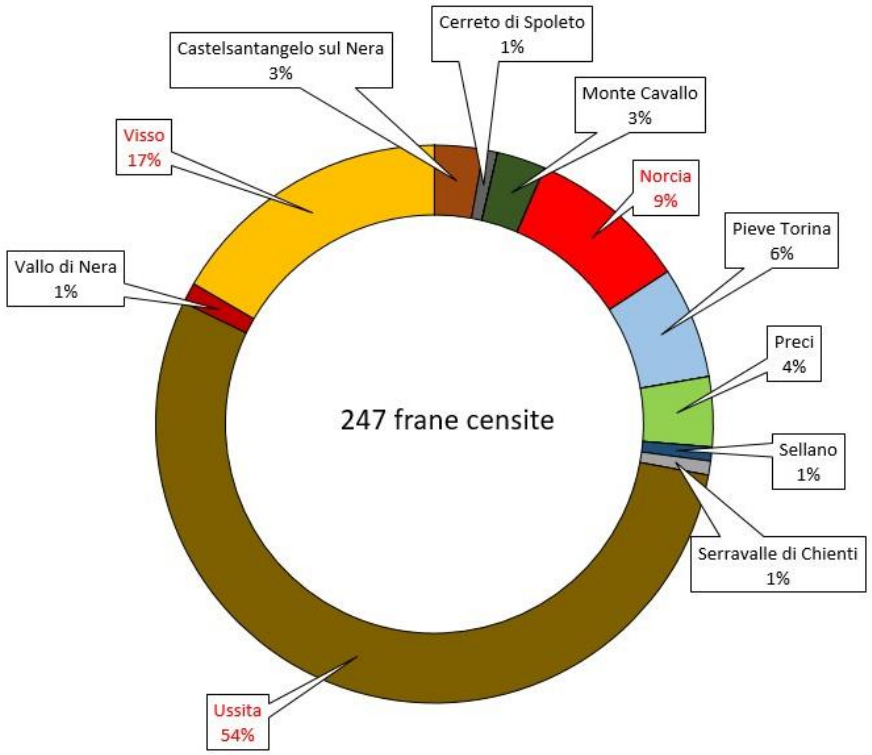
Visso earthquake: preliminary analysis of effect distribution

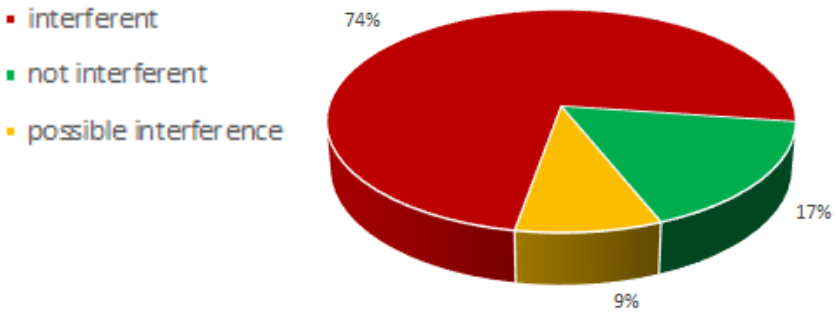


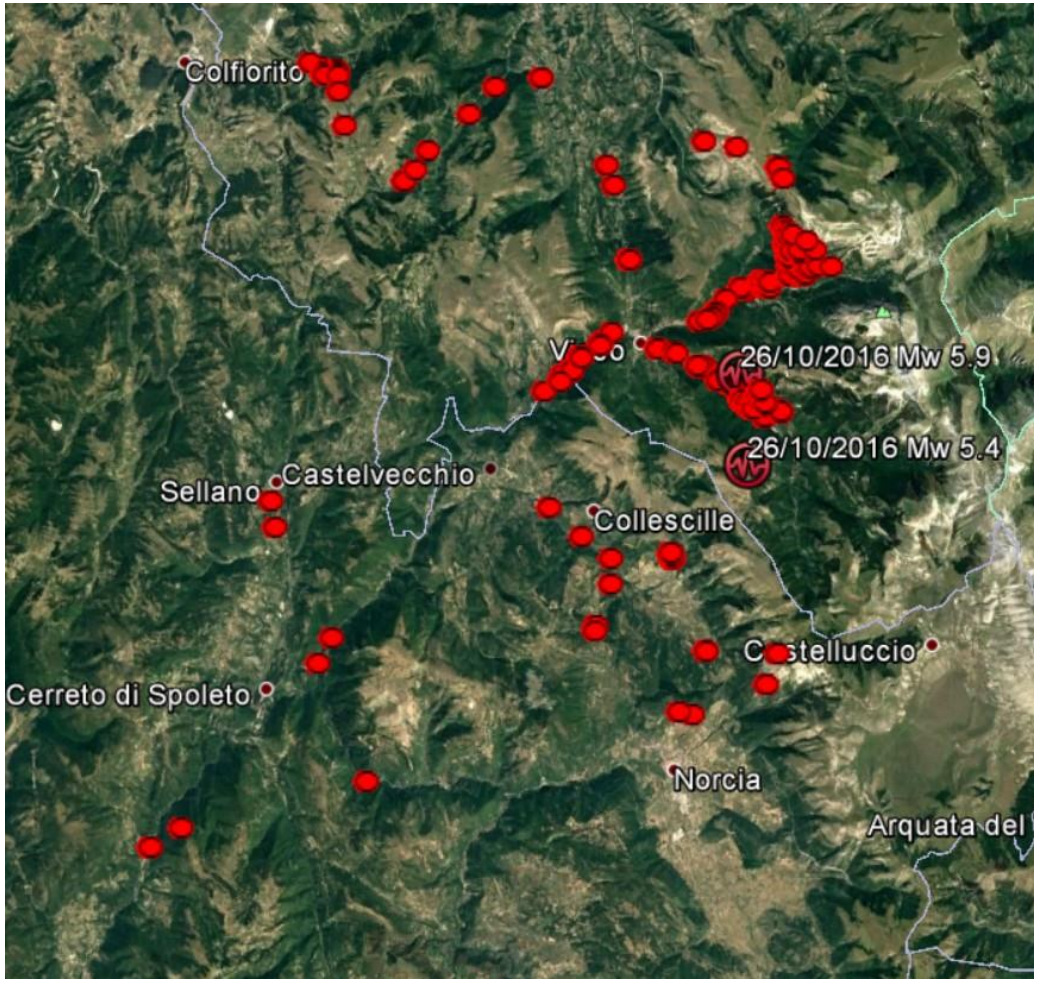




26th October 2016 Visso earthquake: CEDIT inventory

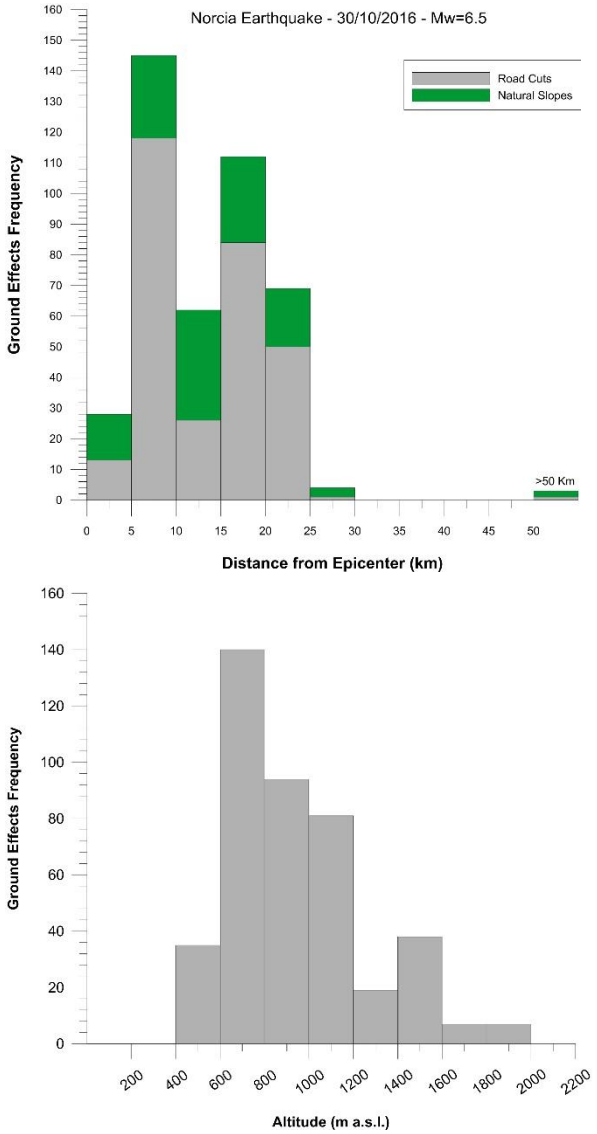


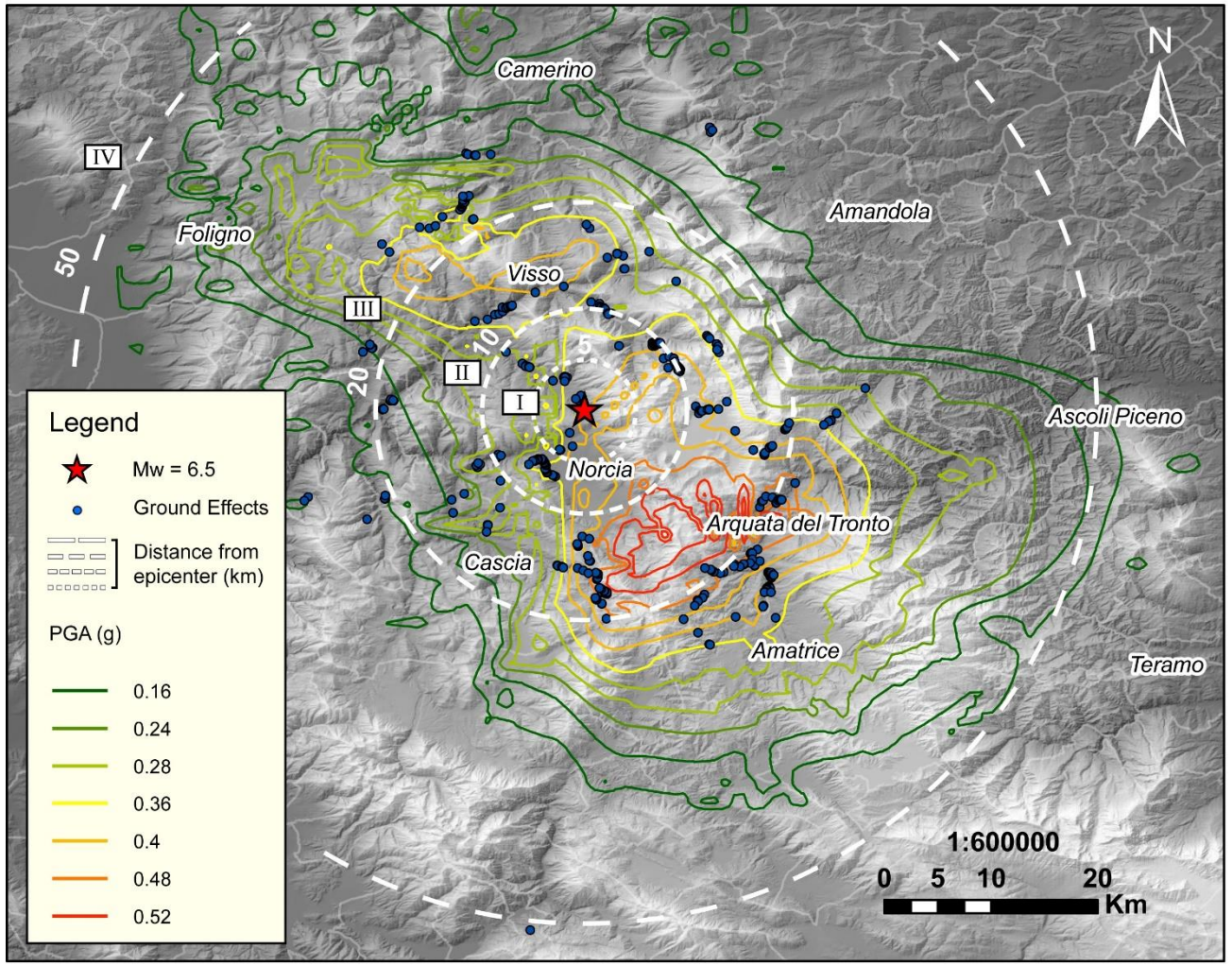




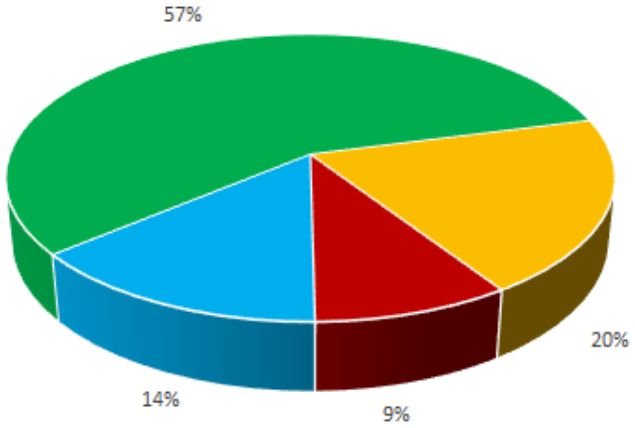
Investigated area ≈ 1725 km^2

Norcia earthquake: preliminary analysis of effect distribution

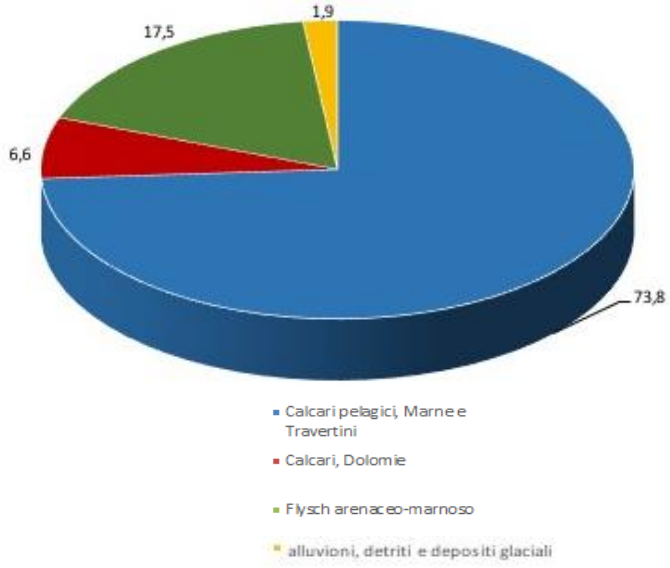


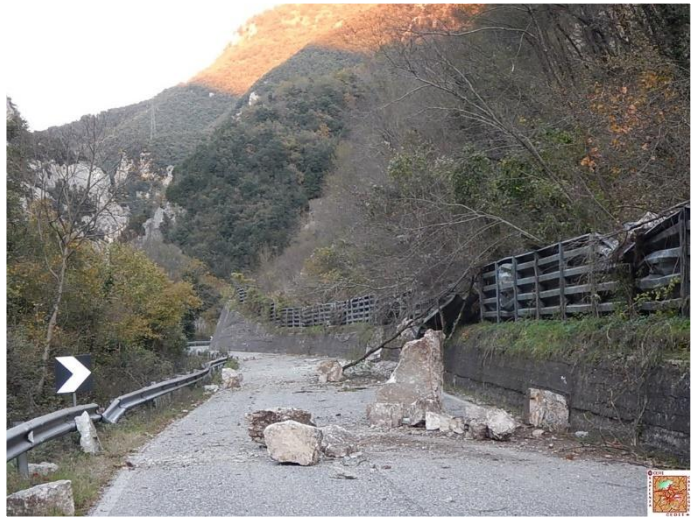


30th October 2016 Norcia earthquake: CEDIT inventory



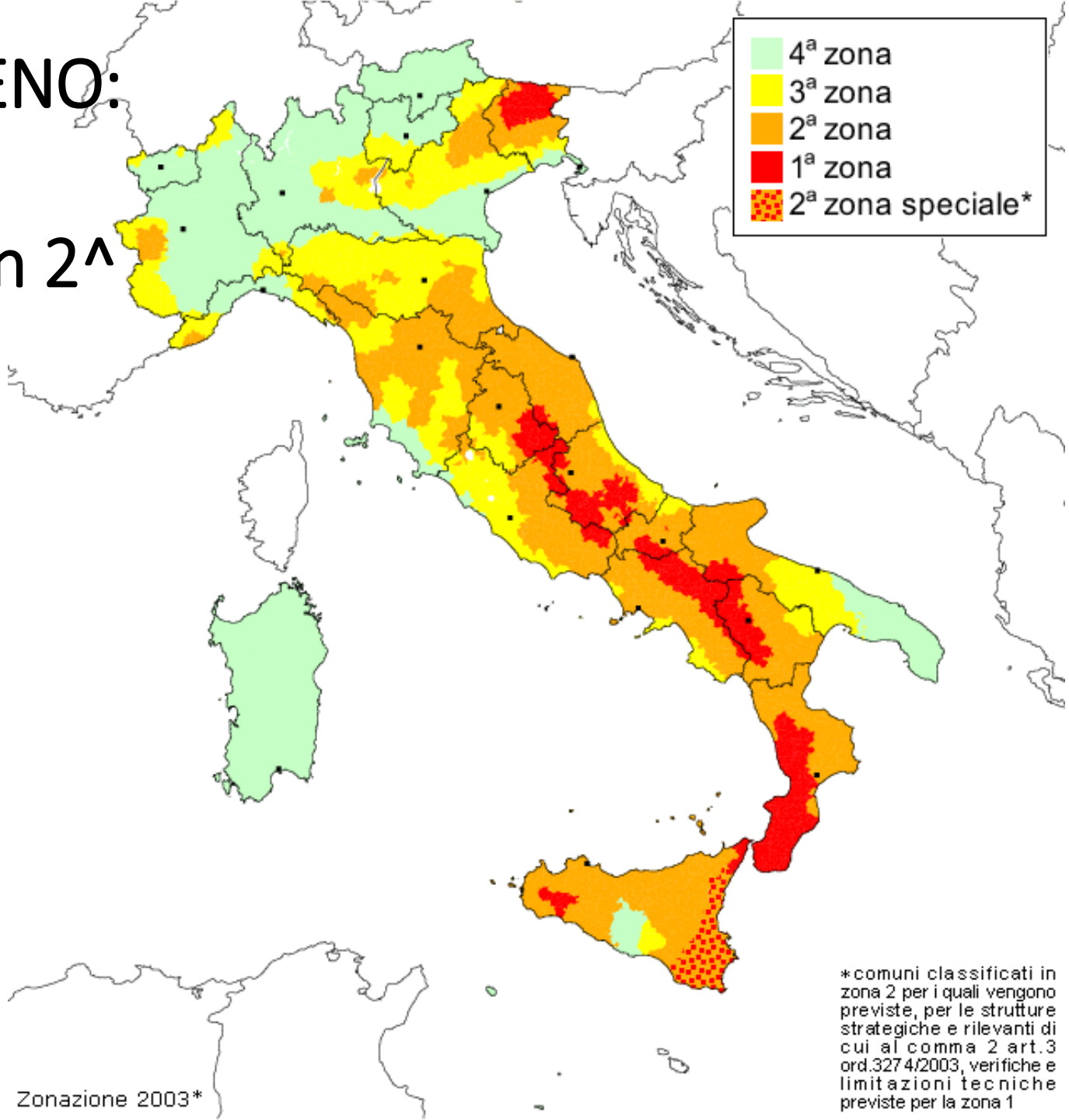
- class A: volume <=1 m^3
- class B: 1 <volume<=5 m^3
- class C: volume>5 m^3



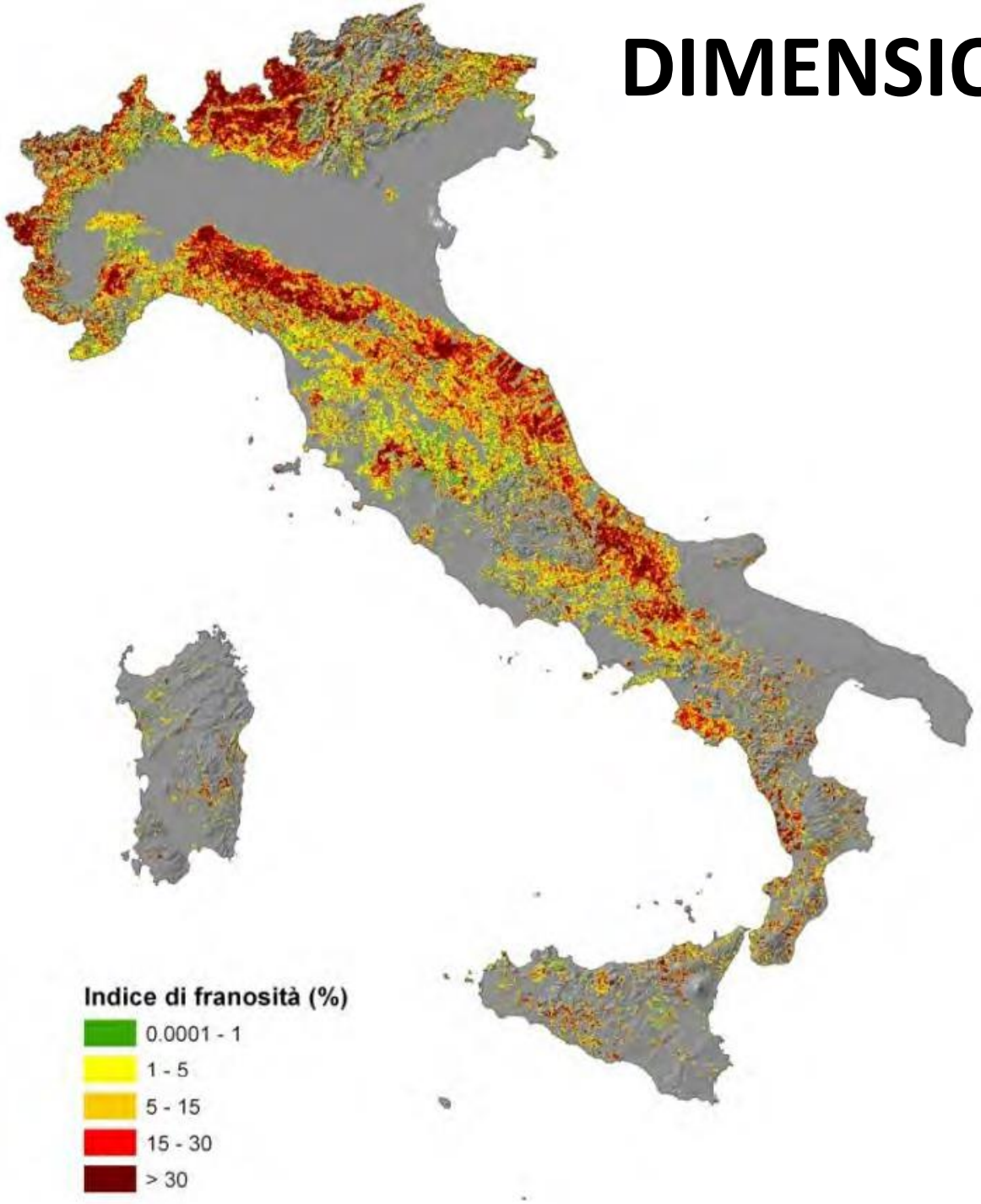


LE DIMENSIONI DEL FENOMENO: LA SISMICITÀ

Le Marche sono quasi tutte in 2^ zona sismica

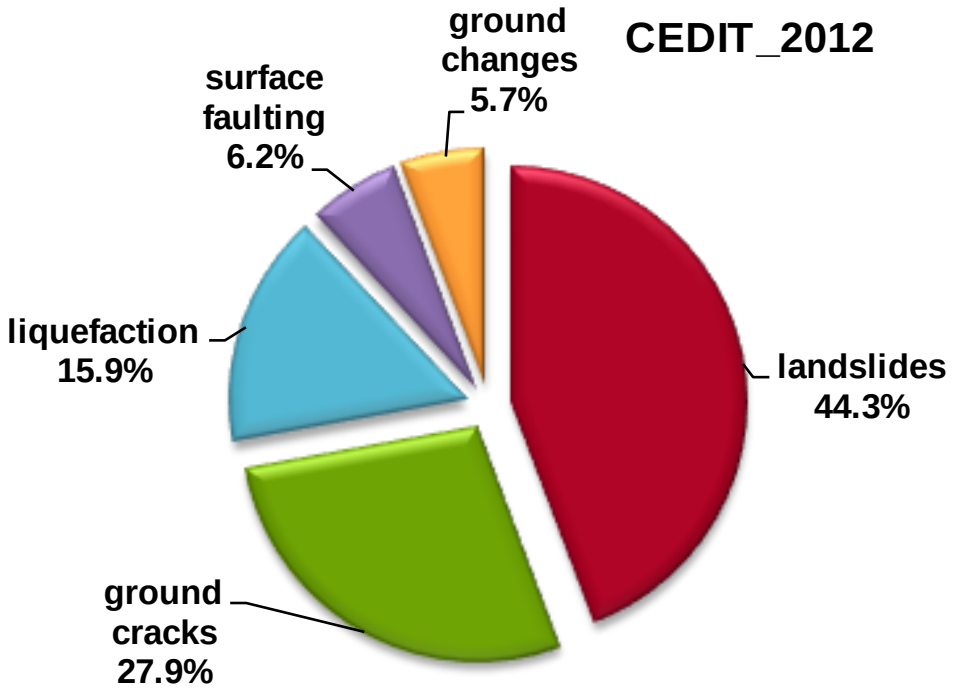


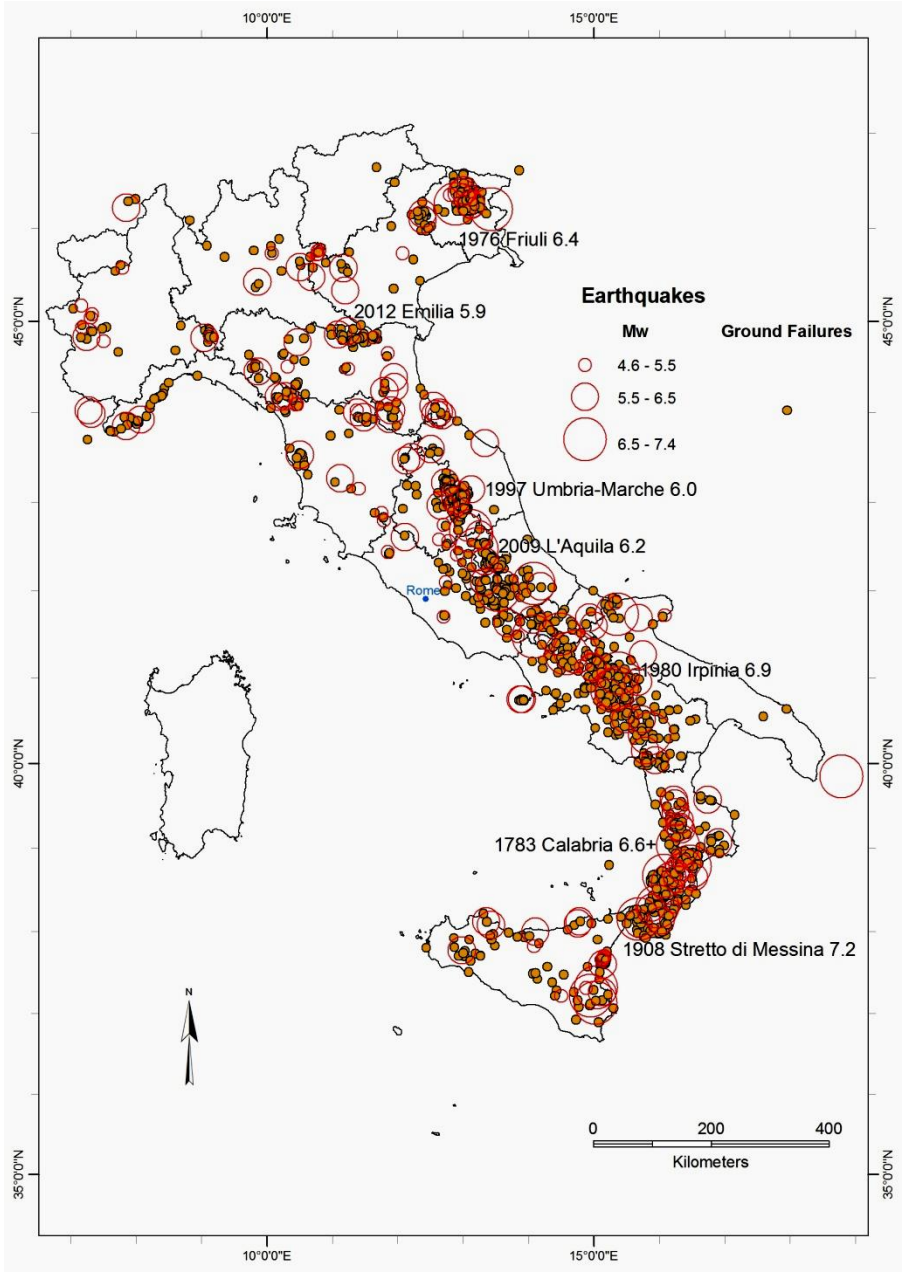
DIMENSIONI DEL FENOMENO: LA FRANOSITÀ



Le Marche hanno un rapporto di area in frana sulla superficie totale
di circa il 20%

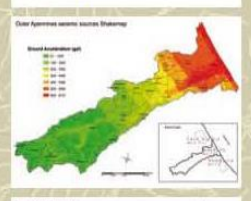
CEDIT, http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp

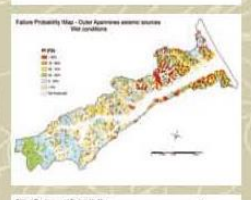
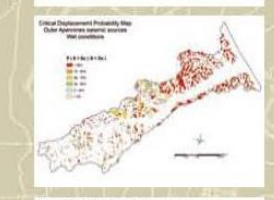
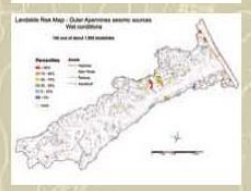




from Martino & Romeo, 2013

Romeo e Tiberi
2013



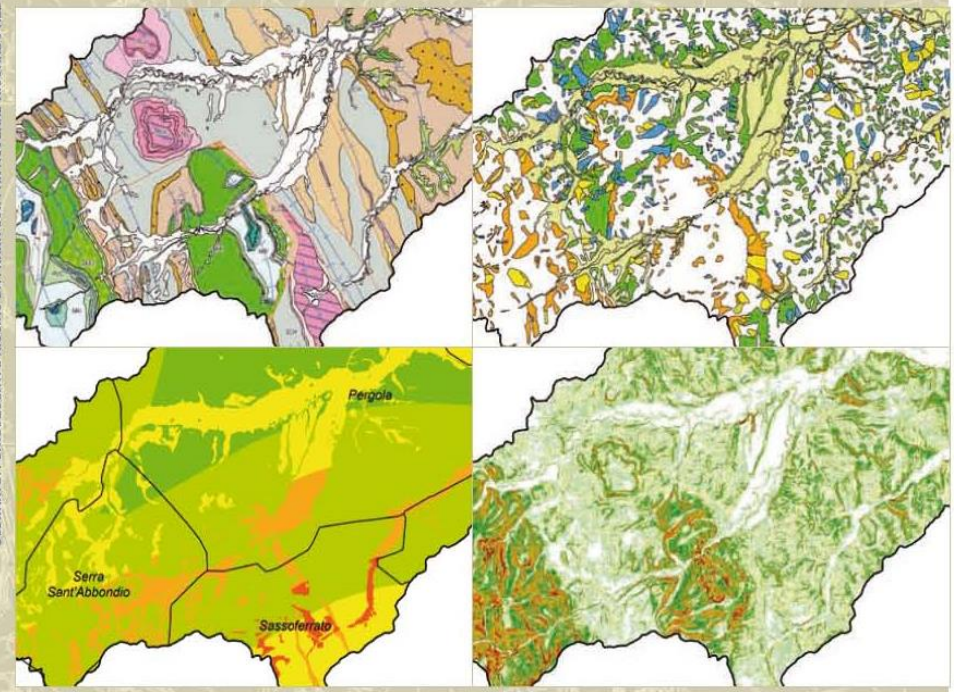
ISBN 978-88-96204-12-2

Regione Marche
Dipartimento per le Politiche Integrate
di Sicurezza e per la Protezione Civile

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"
Dipartimento di Scienze della Terra
della Vita e dell'Ambiente (DiSTeVA)

SCENARI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO DA FRANA CON PARTICOLARE RIGUARDO ALL'INNESCO DA TERREMOTI

SCENARI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO DA FRANA CON PARTICOLARE RIGUARDO ALL'INNESCO DA TERREMOTI



A cura di Roberto W. Romeo e Pierpaolo Tiberi

PER CONCLUDERE

- Le GF hanno la potenzialità di incidere considerevolmente sui danni e le perdite dovute al GS e di produrre effetti negativi di lungo termine
- Tuttavia, siccome l'instabilità dei versanti è un processo naturale di raggiungimento di un equilibrio, ciò che rende una frana un DISASTRO è solo la presenza umana
- Pertanto, ciò che conta in definitiva + che la pericolosità in sé è il RISCHIO (= perdita),
- E allora …

Il percorso virtuoso per la prevenzione del rischio sismico:

- **Pericolosità Sismica** di base (macrozonazione) per la definizione dello scuotimento atteso in condizioni di sito di riferimento e la gestione tecnico-amministrativa a livello di unità minima territoriale (comune) e per la …
- **Microzonazione Sismica** per la corretta pianificazione dell'uso del territorio ai fini della prevenzione del rischio e l'indicazione degli approfondimenti necessari ai fini della …
- **Risposta Sismica Locale** e **Analisi di Stabilità del Sito** per la progettazione di opere e interventi

FINE