

29 Dicembre 2013-ore 18.08  
Cause e dinamiche del sisma del Matese

# Sismicità storica ed effetti ambientali nell'area del Matese

Sabina Porfido  
CNR-IAMC  
Napoli

Piedimonte Matese 30 Gennaio 2014



- **Sismicità dell'Appennino meridionale**
  - **Analisi di alcuni forti eventi**
- **Sintesi dei principali effetti sismoindotti**
  - **Implicazioni**
  - **Conclusioni**



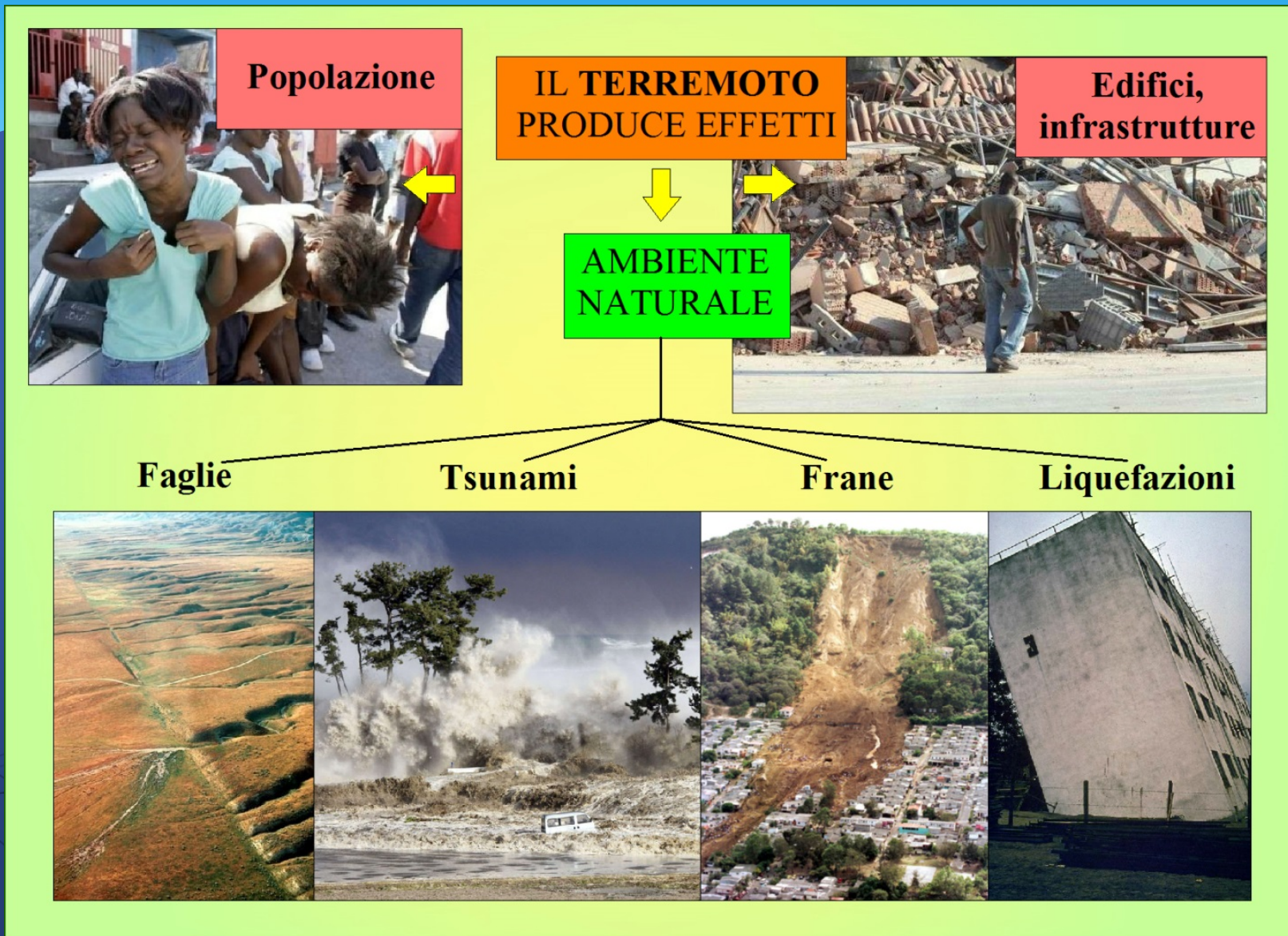
# Cultura della prevenzione

Conoscenza del territorio in  
prospettiva sismica

Pianificazione territoriale nel  
rispetto della normativa sismica  
vigente

Attuazione dei piani di  
Protezione civile per la riduzione  
dei rischi

# Intensità ed effetti sull'uomo, sulle cose e sull'ambiente fisico



# Intensità

La prima scala macrosismica risale  
al 1564 Jacopo Castaldi

l'Intensità di un  
terremoto si  
definisce in base alla  
classificazione degli  
effetti prodotti dal  
sisma  
sull'uomo,  
sul costruito  
sull'ambiente  
naturale

- I - Sisma non percepito dall'uomo; registrato solo dai sismografi.
- II - Percepito ai piani alti delle case (i quali oscillano più dei piani a terra) da persone sensibili.
- III - Percepito da più persone, oscillazione di oggetti appesi e vibrazioni.
- IV - Oscillazioni e vibrazioni anche di automezzi, tintinnio di vetri, vibrazioni di vasellame, scricchiolio di pareti.
- V - Scossa che sveglia chi dorme, scricchiolii, tintinnii, spavento; cadono calcinacci.
- VI - Fa fuggire le persone all'aperto, produce rumori e boati, fa cadere oggetti pesanti, provoca qualche lesione agli edifici.
- VII - Provoca panico, caduta di intonachi, camini e tegole, rottura di vetri, danni di scarsa entità ai muri, piccole frane in materiali sciolti, suono di campane, onde sugli specchi d'acqua.
- VIII - Si sente anche guidando automezzi, danneggia murature anche buone ma non di cemento armato; provoca la caduta di torri, palizzate, alberi e l'apertura di crepacci nel suolo.
- IX - Distrugge edifici non particolarmente resistenti, rompe tubazioni sotterranee, provoca ampi crepacci nel terreno, apre crateri con espulsione di sabbia e fango.
- X - Distrugge buona parte degli edifici, danneggia dighe ed argini, devia fiumi e rotaie, provoca grandi frane, sposta orizzontalmente i terreni che si sono fessurati.
- XI - Rovina completamente gli edifici, rompe ogni tubazione, tronca le comunicazioni, provoca un gran numero di vittime.
- XII - Distrugge ogni opera umana, sposta grandi masse rocciose o vasti tratti di terreno in cui si aprono larghi crepacci, lancia in aria oggetti, provoca grandi frane e può causare migliaia di vittime.



# Intensità:

## SCALA DELLE INTENSITA'

**I:** Scossa non percepibile, registrata solo dai sismografi



**II:** Scossa leggermente percepibile



**III:** Scossa flebilmente percepita



**IV:** Scossa percepita dalla maggioranza delle persone



**V:** Panico. Risveglio anche delle persone addormentate



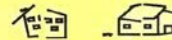
**VI:** Fragore e panico generale. Danni lievissimi alle costruzioni (crepe negli intonaci e nelle pareti non portanti)



**VII:** Danni lievi alle costruzioni (crepe presenti anche nei muri portanti)



**VIII:** Distruzione di qualche edificio



**IX:** Distruzione di edifici e generale danneggiamento. Gli effetti sul terreno sono ben evidenti



**X:** Distruzione generale. Significativi effetti sul terreno



**XI:** Catastrofe. Grandi effetti sul terreno

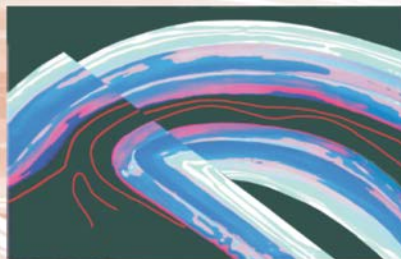


**XII:** Grandiosi effetti sul terreno





INTENSITY SCALE ESI 2007  
 La Scala di Intensità ESI 2007



Editors  
 L. GUERRIERI, E. VITTORI

# ESI scale 2007

Michetti A.M., Esposito E., Guerrieri L., Porfido S., Serva L., Tatevossian R., Vittori E., Audemard F., Azuma T., Clague J., Comerci V., Gurpinar A., Mc Calpin J., Mohammadioun B., Morner N.A., Ota Y. and E. Roghozin

INTENSITY SCALE 2007 - ESI 07

(Michetti et al., 2008)

<http://www.cnr.it/cnr/news/CnrNews?IDn=1736>

OBSERVED	RUPTURES		UPLIFT/SUBSID		CRACKS		MOVEMENTS		ENVIRONMENTAL EFFECTS ARE VERY RARE AND CANNOT BE USED AS DIAGNOSTIC		ANOMALIES		SHAKING		AFFECTED AREA AND TYPE OF RECORD	
	Offset	Length			Width	Length									Affected Area	Type of Record
IV	ABSENT	ABSENT	Rare and local	Rare and local	Rare and local	Rare and local	Only dehydrated levels (esemplari)	cm	Temporary sea-level changes	Temporary level changes	Temporary F+Q changes		Rare and local	Local within epicentral zone	Geological frequent and exceptionally geomorphological	
VII	Rare and local	Permanent ground dislocations (< 10 cm)	mm, cm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	1 cm	50 cm	Silt	dm	Waves < 1 m	Temp. turbidity changes	Temp. F+Q changes		10 km <sup>2</sup>			
VIII	1 m	< 1 m	cm, dm	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	1 m	1 m	Sand	1-2 m	Temp. temperature changes	Temp. spring drying	H <sub>2</sub> O		100 km <sup>2</sup>			
X	10-100 km	< 10 m	m, dm	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0.5 m	0.5 m	Sand boils	3-5 m	Tsunami-like	Permanent river changes			1,000 km <sup>2</sup>			
XI	10-100 km	> 10 m	m	> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	> 5 m	> 5 m	Gravel	> 10 m	Giant waves	Base-level changes in springs, rivers, aquifers			10,000 km <sup>2</sup>			
XII	> 100 km	> 10 m	m	> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	> 5 m	> 5 m	Tsunami-like	Giant waves	Tree branches and tree-trunk falling, rupture, etc...				50,000 km <sup>2</sup>			

Michetti et al., 2007. Environmental Seismic Intensity scale - ESI 2007. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 74. Servizio Geologico d'Italia, APAT, Rome, Italy  
 Silva et al., 2008. Catalogue of the geological and environmental effects of earthquakes in Spain in the ESI-2007 Macroseismic scale. Cong. Geol. Esp. Gran Canaria, Spain

[http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4020-43994\\_198/fulltext.html](http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4020-43994_198/fulltext.html)



La scala ESI 2007 è strutturata in dodici gradi. Il titolo di ciascun grado riflette la severità del terremoto ed il ruolo degli effetti sull'ambiente. Nella descrizione sono riportate in primo luogo le caratteristiche degli **effetti primari** ossia la **fagliazione superficiale** e le altre **deformazioni di origine tettonica**. Quindi gli **effetti secondari** sono descritti in termini di **area totale di occorrenza**, raggruppate nelle diverse categorie e ordinate in senso crescente a seconda del grado in cui essi iniziano a manifestarsi

**CHART OF THE INQUA ENVIRONMENTAL SEISMIC INTENSITY SCALE 2007 - ESI 07**  
by The Spanish Working Group (modified from Silva et al., 2008)

ESI 2007	PRIMARY EFFECTS		SECONDARY EFFECTS WITH GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL RECORD				OTHER SECONDARY EFFECTS WITH MINOR GEOLOGICAL RECORD		AFFECTED AREA AND TYPE OF RECORD			
	SURFACE RUPTURES	TECTONIC UPLIFT/SUBSID	GROUND CRACKS	SLOPE MOVEMENTS	LIQUEFACTION PROCESSES	ANOMALOUS WAVES AND TSUNAMIS	HYDROGEOLOGICAL ANOMALIES	TREE SHAKING	Affected Area	Type of Record		
OBSERVED <b>A</b>	I-III	Offset	Length	ENVIRONMENTAL EFFECTS ARE VERY RARE AND CANNOT BE USED AS DIAGNOSTIC								
	IV	ABSENT	ABSENT	Rare and local	Rare and local	Only dewatered levels (seismites) 1 cm, 3 cm, 50 cm	cm, dm, Waves < 1 m	Temporary level changes, Temp. turbidity changes, Temporary F+Q changes		Rare and local	Geological frequent and exceptionally geomorphological	
DAMAGING <b>B</b>	VII	Rare and local	Permanent ground dislocations (< 10 cm)	cm, mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	1 m	1-2 m	Temp. temperature changes, Temp. spring drying		Local within epicentral zone	Geological and geomorphological frequent and frequently geomorphological	
	VIII	cm, hm	< 1 m	dm, m	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>	1 m	3-5 m	H <sub>2</sub> O	100 km <sup>2</sup> , 1.000 km <sup>2</sup> , 5.000 km <sup>2</sup>			
DESTRUCTIVE <b>C</b>	X	dm, km	< 10 m	m, dm	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0.5 m	> 10 m	Permanent river changes	10.000 km <sup>2</sup> , 50.000 km <sup>2</sup>			
	XI	dm, metric	> 10 m	> 1 m	> 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	0.5 m	> 5 m					
VERY DESTRUCTIVE <b>C</b>	XII	10-100 km		m	Giant Landslides							
	XII	> 100 km		> 5 m	Far-field (200-300 km) significant landsliding							
		Dip and strike-slip offset of coseismic ruptures	Permanent ground dislocation	Width and length of cracks and fractures in soils and rocks	Bulk volume of mobilised material	Dimension of liquified levels and sand boils	Transitory sea-level changes, standing waves and Tsunamis	Base-level changes in springs, rivers, aquifers	Tree branches and tree-trunk falling, rupture, etc...			

Michetti et al., 2007. Environmental Seismic Intensity scale - ESI 2007. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 74. Servizio Geologico d'Italia, APAT, Rome, Italy  
Silva et al., 2008. Catalogue of the geological and environmental effects of earthquakes in Spain in the ESI-2007 Macroseismic scale. Cong. Geol. Esp. Gran Canaria, Spain



B. 1 - Ranges of surface faulting parameters (primary effects) and typical extents of total area (secondary effects) for each intensity degree.

- Valori di riferimento per ciascun grado di intensità relativo ai parametri di fagliazione superficiale (effetti primari) e all'area totale degli effetti secondari.

I <sub>0</sub> Intensity	PRIMARY EFFECTS		SECONDARY EFFECTS
	SURFACE RUPTURE LENGTH	MAX SURFACE DISPLACEMENT / DEFORMATION	TOTAL AREA
IV	-	-	-
V	-	-	-
VI	-	-	-
VII	(*)	(*)	10 km <sup>2</sup>
VIII	Several hundreds meters	Centimetric	100 km <sup>2</sup>
IX	1 - 10 km	5 - 40 cm	1000 km <sup>2</sup>
X	10 - 60 km	40 - 300 cm	5000 km <sup>2</sup>
XI	60 - 150 km	300 - 700 cm	10000 km <sup>2</sup>
XII	> 150 km	> 700 cm	> 50000 km <sup>2</sup>

(\*) Limited surface fault ruptures, tens to hundreds meters long with centimetric offset may occur essentially associated to very shallow earthquakes in volcanic areas.

Environmental effects		Diagnostic range of intensity degrees	
SURFACE FAULTING AND DEFORMATION		VIII (*)	XII
A	HYDROLOGICAL ANOMALIES	IV	X
B	ANOMALOUS WAVES / TSUNAMIS	IV	XII
C	GROUND CRACKS	IV	X
D	SLOPE MOVEMENTS	IV	X
E	TREE SHAKING	IV	XI
F	LIQUEFACTIONS	V	X
G	DUST CLOUDS	VIII	VIII
H	JUMPING STONES	IX	XII

# Effetti secondari Esi scale 2007

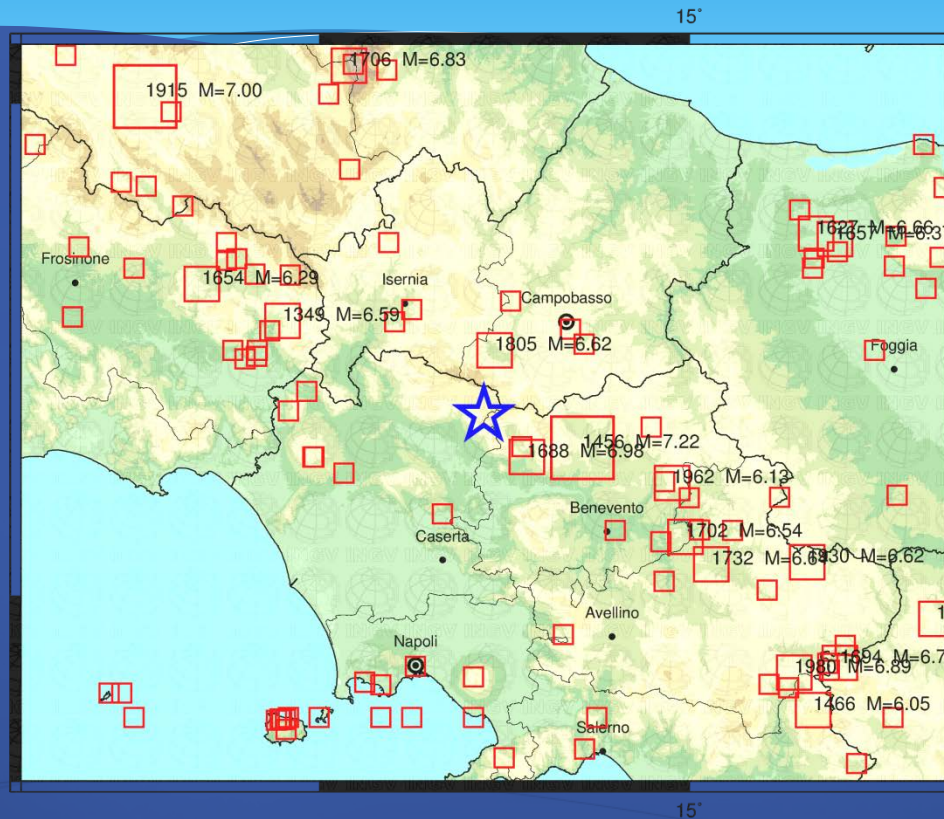
- \* **Variazioni idrologiche** Sono diagnostici a partire dal **IV** fino al **X** grado
- \* **Onde di tsunami:** dal **IV** fino al **XII** grado
- \* **Fratture al suolo:** dal **IV** fino al **X** grado
- \* **Movimenti di versante:** **IV** fino al **X** grado.
- \* **Scuotimenti degli alberi** dal **IV** fino al **XI** grado
- \* **Liquefazioni** : dal **V** fino al **X** grado
- \* **Nuvole di polvere** : a partire dall'**VIII** grado
- \* **Massi saltanti** : dal **IX** grado fino al **XII**

## Sismicità Storica

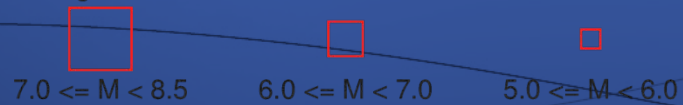
Evento del 2013-12-29 17:08:43 (UTC) – Magnitudo 4.9

Cataloghi della Sismicità Storica usati: cpt11

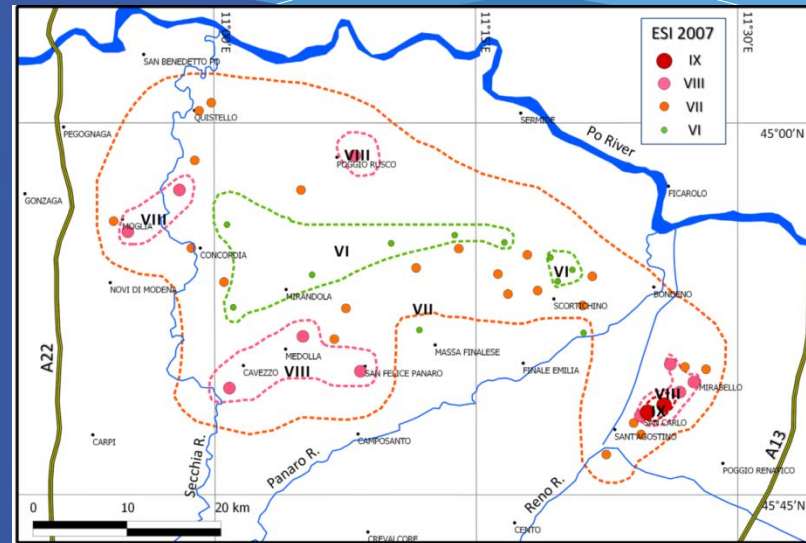
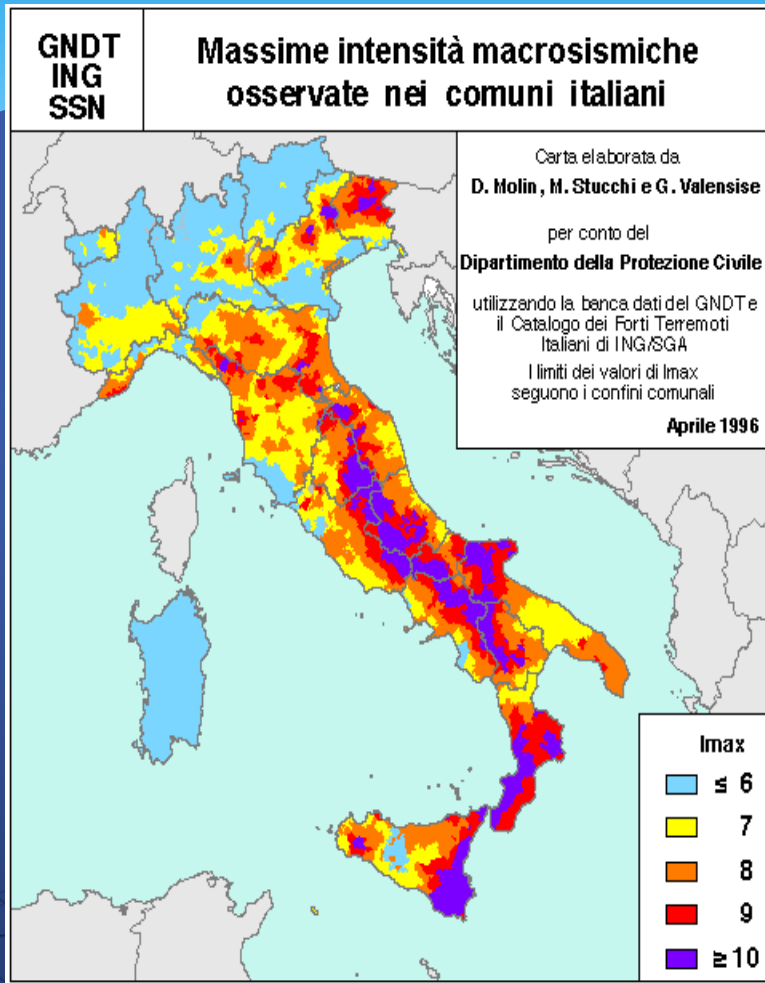
Soglia di Magnitudo Storici: 5.0 (etichetta  $\geq 6.0$ )



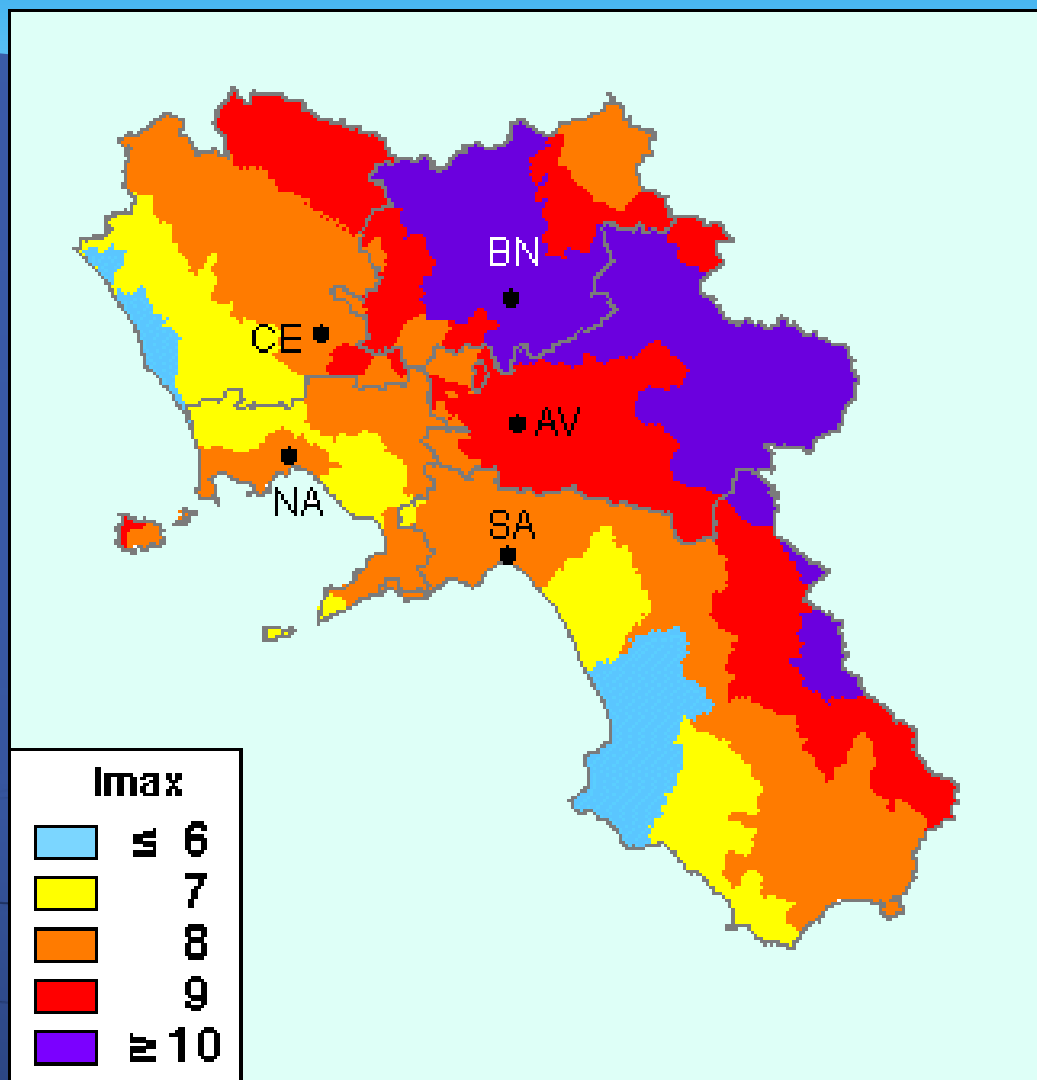
Legenda Terremoti Storici



# Massime Intensità osservate nei comuni italiani



# Massime Intensità osservate in Campania



## Conoscenza del territorio in prospettiva sismica

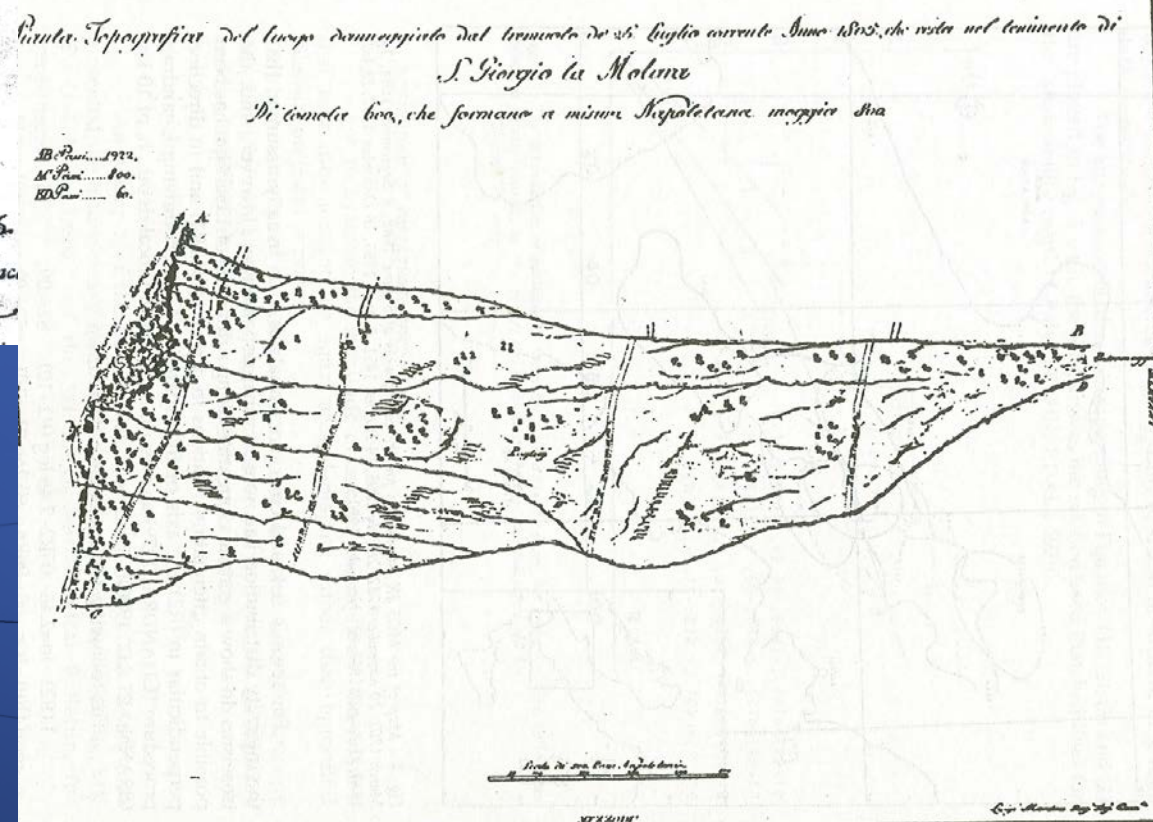
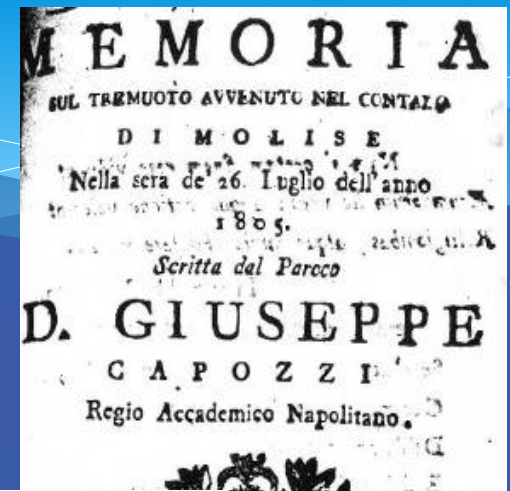
DATE	I (MCS)	M	Area epicentrale	Vittime
346 ( Alife 9)	9	6	SANNIO	
848 06 ( Telese 9-10)	9-10	6	SANNIO	
989 10 25	9-10	6	IRPINIA	
1125 10 11	9	5,7	SANNIO-MOLISE	
1293 09 04 (Bojano 9)	9	5,9	SANNIO	
1456 (Bojano 11, Alife 8-9, Cerreto S. 9)	11	7,2	MOLISE-BENEVENTANO	12.000-70.000
1466 01 14*	10	6	IRPINIA	
1561 08 19	10	6,3	VALLO DI DIANO	
1688 06 05	11	6,9-7	SANNIO	10.000
1694 09 08 *	11	6,9	IRPINIA-BASILICATA	6.000
1702 03 14	10	6,5	BENEVENTANO-IRPINIA	
1732 11 29	10-11	6,6	IRPINIA	4000
1805 07 26	10	6,6	MOLISE	6000
1853 04 09	10	5,6	IRPINIA	
1857 12 16	11	7	BASILICATA	13.000
1910 06 07	9	5,7	IRPINIA-BASILICATA	
1930 07 23	10	6,7	IRPINIA	1404
1962 08 21	9	6,1	IRPINIA	
1980 11 23*	10	6,9	IRPINIA-BASILICATA	3000

# Metodologia

Approccio multidisciplinare :  
geologi, sismologi, storici, ingegneri

- \* Raccolta ed analisi critica della bibliografia esistente
- \* ( a carattere storiografico, tecnico-scientifico)
- \* Ricerca di nuove fonti documentarie originali coeve agli eventi sismici
- \* (fonti archivistiche, manoscritti inediti, diari, etc)
- \* Rilevamenti diretti sul terreno, analisi delle fotografie aeree
- \* Riscontri: testimonianze dirette
- \* --> attribuzione Intensità ---> piano quotato --> tracciamento isosiste --  
---> individuazione delle zone sorgenti

METODOLOGIA







CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

PROGETTO FINALIZZATO «GEODINAMICA»

BASILICATA  
EMILIA-ROMAGNA

CAMPANIA  
TOSCANA

## Scientific papers

### INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA

VINCENZO COTECCHIA

GROUND DEFORMATIONS AND  
SLOPE INSTABILITY PRODUCED BY THE EARTHQUAKE  
OF 23 NOVEMBER 1980 IN CAMPANIA AND BASILICATA

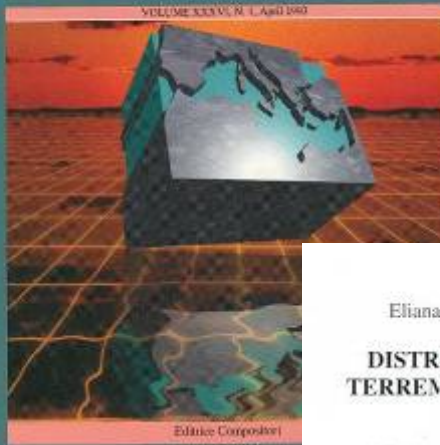
Estretto da  
Proceedings of the International Symposium on  
ENGINEERING GEOLOGY PROBLEMS IN SEISMIC AREAS  
BARI, 1980 - VOLUME 1

Istituto Nazionale di Geofisica

# ANNALI DI GEOFISICA

Special issue on the meeting  
«IRPINIA DIECI ANNI DOPO»  
Sorrento  
November 19-24, 1990

VOLUME XXXVI, N. 1, 40 1990



Ediz. Comp. Inter

ITALIAN

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

GRUPPO NAZIONALE PER LA  
DIFESA DALLE CATASTROFI  
IDROGEOLOGICHE

ISTITUTO DI RICERCA PER LA  
PROTEZIONE IDROGEOLOGICA  
NEL BACINO PADANO

CONVEGNO INTERNAZIONALE - INTERNATIONAL CONFERENCE

**ALBA96**

LA PREVENZIONE DELLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE:  
IL CONTRIBUTO DELLA RICERCA SCIENTIFICA

PREVENTION OF HYDROGEOLOGICAL HAZARDS:  
THE ROLE OF SCIENTIFIC RESEARCH



A cura di Fabio Luino - Edited by Fabio Luino

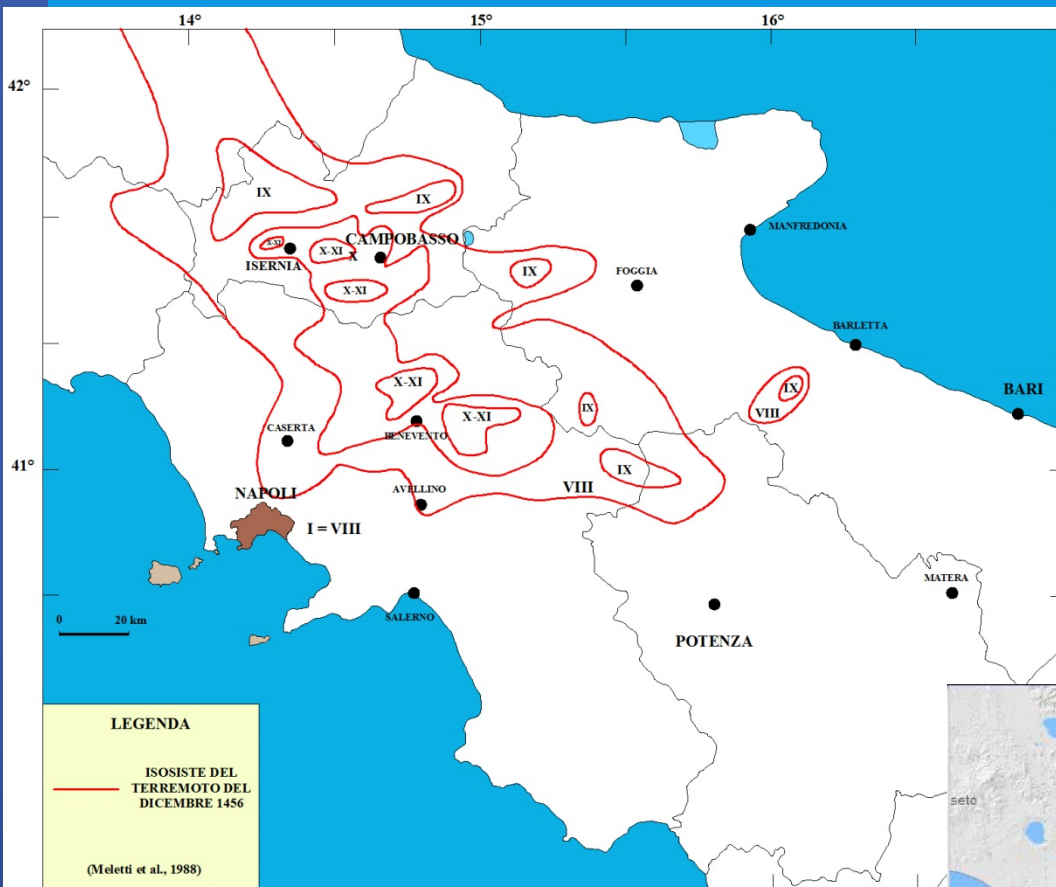
5-7 Novembre 1996 - Alba (Italia)

Eliana Esposito<sup>1</sup>, Arturo Gargiulo<sup>2</sup>, Gianmaria Iaccarino<sup>2</sup> & Sabina Porfido<sup>1</sup>

### DISTRIBUZIONE DEI FENOMENI FRANOSI RIATTIVATI DAI TERREMOTI DELL'APPENNINO MERIDIONALE. CENSIMENTO DELLE FRANE DEL TERREMOTO DEL 1980

<sup>1</sup> CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Via A. Vespucci 9, 80142 Napoli - ITALIA

<sup>2</sup> Università degli Studi di Napoli «Federico II», Dipartimento di Scienze della Terra, L.go S. Marcellino 10,  
80138 Napoli - ITALIA

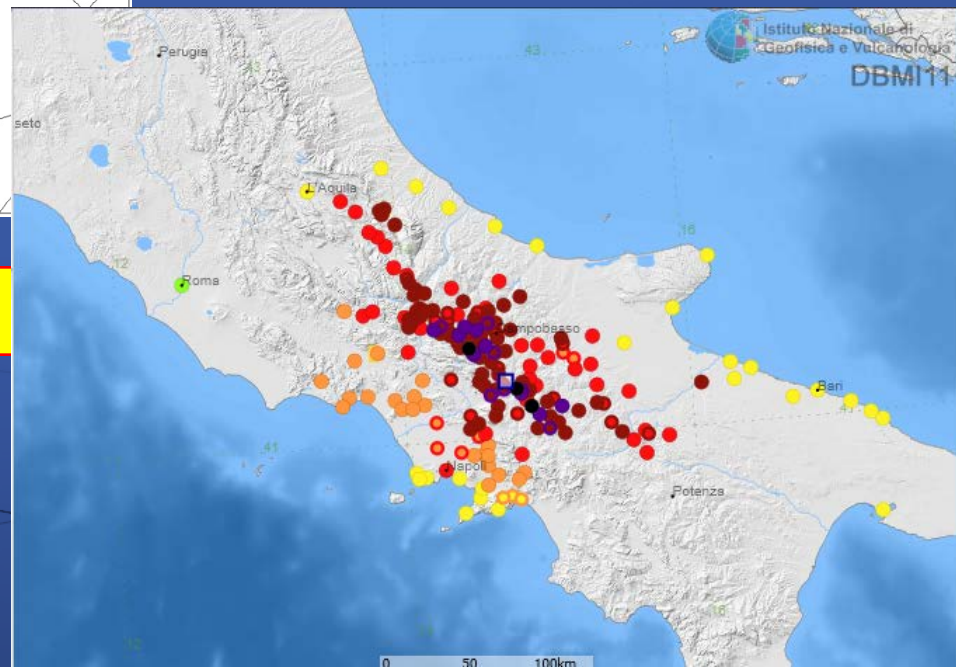


Il terremoto del 1456 può essere considerato uno degli eventi più catastrofici della storia sismica italiana, con l'attivazione di più segmenti di faglia, ad andamento appenninico, che provocarono danni a partire dall'Aquilano sino alla Puglia.

Diverse le aree epicentrali individuate, tra cui una ricade nell'ambito del territorio sannita, con intensità massime pari all'XI grado MCS.

- XI MCS - Fragneto l'Abate, Paduli
- X MCS - Apice, Pescosannita
- IX-X MCS - Casalduni, Limata, Monteleone
- IX MCS - Cerreto Sannita, Civitella Licinio, Durazzano, Guardia Sanframondi, Morcone, Pago Veiano, Pietraraja, Reino, Sant'Agata dei Goti, Tocco Gaudio, Venticano, Vitulano
- VIII-IX - MCS Benevento, Dugenta

1456	11	7,2	IRPINIA-BASILICATA
------	----	-----	--------------------



# Effetti sismoindotti – eventi del 1456 (CFTI, 1997)

In diverse località (Benevento, Isernia, Napoli, Castellammare di Stabia, Ascoli Satriano e Fornelli) si aprirono fenditure nel terreno e si intorbidarono le sorgenti; gli effetti più rilevanti avvennero a Bojano, che fu sommersa dalle acque, probabilmente a causa di una frana che interruppe il corso del fiume Biferno, e a Castel di Sangro, che fu investita da una frana staccatasi dal monte soprastante. Nel porto di Napoli il mare si agitò fortemente e tutte le imbarcazioni alla fonda cozzarono pericolosamente le une contro le altre, una si sfasciò completamente.



## Effetti indotti dal terremoto del 1456

- \* **Fratture**- Benevento, Isernia, Napoli, Castellammare di Stabia, Ascoli Satirano.
- \* **Variazioni idrologiche**- Bojano, Castel di Sangro, Napoli
- \* **Frane** – Bojano etc.

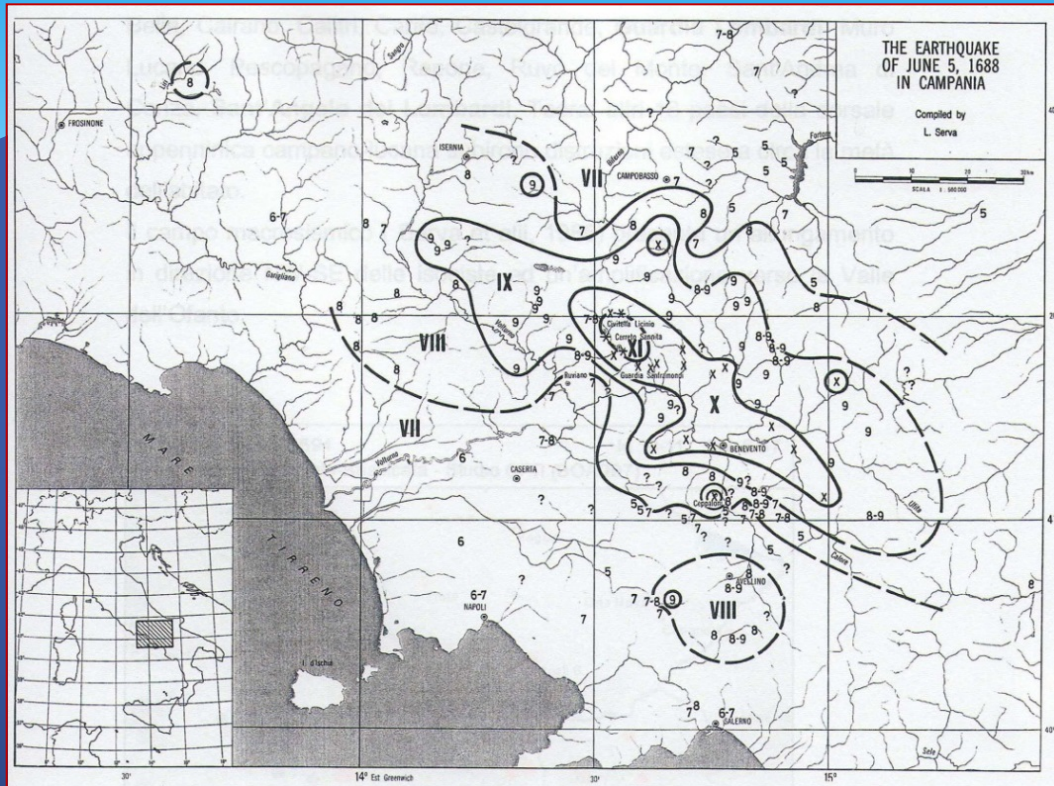
1688 06 05

11

6,7

SANNIO

10.000



Questo terremoto fu disastroso soprattutto per il Beneventano, in particolare per tutte le località poste sul versante SW del Matese, colpendo violentemente anche l'Irpinia.

Cerreto Sannita e Civitella Licinia subirono il danneggiamento maggiore, raggiungendo l'XI MCS.

Cerreto è stato ricostruito in un sito diverso, Civitella è oggi una piccola frazione di Cusano Mutri.

## Terremoto del 1688 nel Sannio

*In Alvignano, e nella Vallata di Piedimonte sua Diocesi precipitate pure infinite case si veggono, e morte molte persone, essendovi similmente osservato per qualche tempo il Fiume alquanto torbido, e non correre, secondo il solito costume (Magnati, 1688)*

**( IX MCS; 8 ESI)**

*Cerreto Sannita ...in una montagna si è aperta una voragine dalle quale esce una gran quantità di acqua sulfurea. (Conforto, 1930)  
la Diocesi cadde dal tremuoto mentre la terra si scosse venendone gran fragore, i monti Mettendo grandissimi sassi mostrarono tosto ribollire e aprirsi (Mazzacane, 1908) (IXMCS; 8 ESI)*

### **Piedimonte Matese**

*Nel tempo che durò il terremoto mancò il corso al fiume che si scaturisce dalla suddetta terra di Piedimonte alla falda della montagna del Matese e doppo passato ritornò l'acqua in maggior copia ma torbida puzzolente e caldissima, avendo nel Matese medesimo spazzato monti e nel Piano fatte diverse aperture con sorgenti d'acqua (Anonima Vera , 1688.)*

*Si fermò per buona pezza il corso di 2 grosse sorgenti che hanno lor origine dalle montagne di quel luogo .... (Bulifon1693) (IXMCS; 8 ESI)*

## Terremoto del 1688 nel Sannio

### **San Giorgio la Molara**

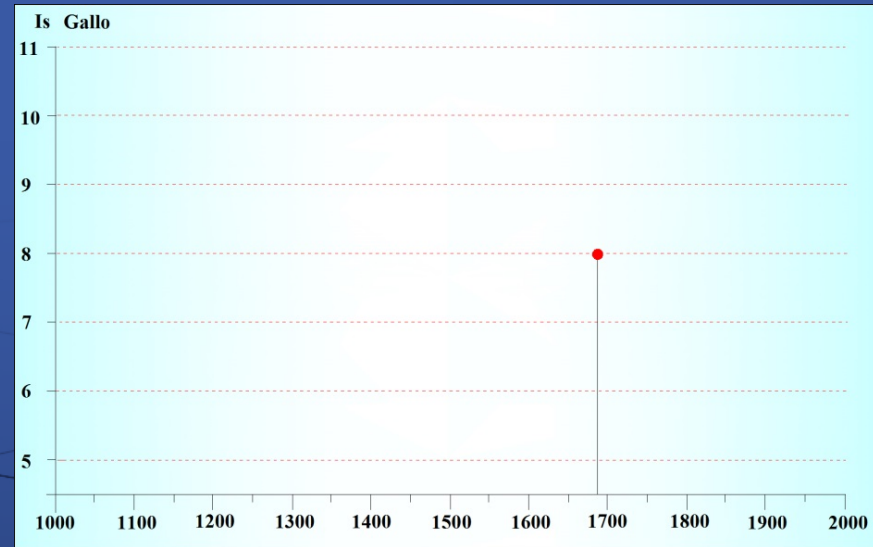
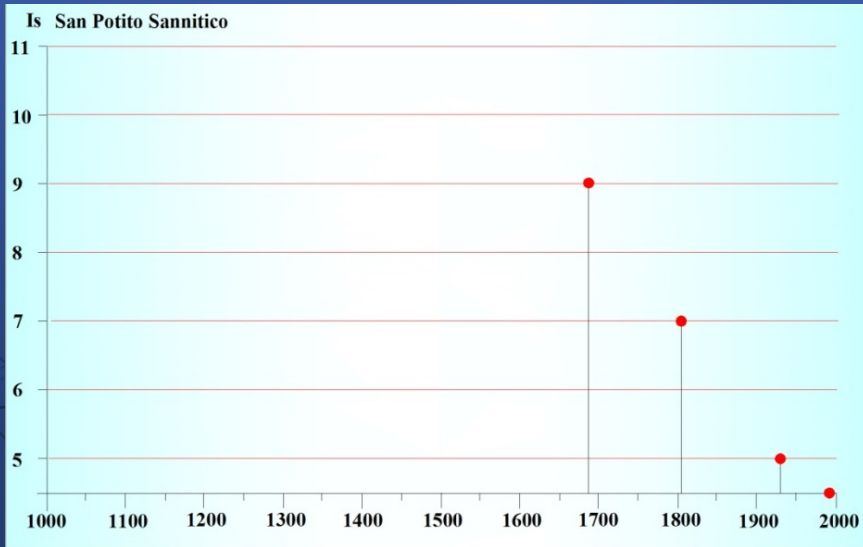
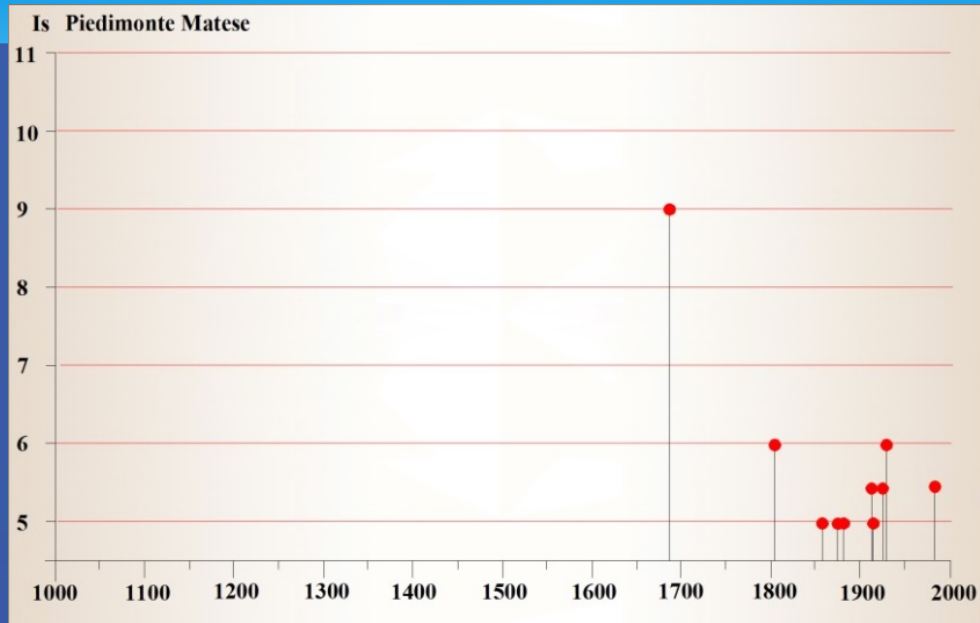
*Si è aperta una voragine di 3 palmi larga, due miglia circa di lunghezza che avendosi voluto misurare il fondo non si trova. (Anon., Ver. Horr.)*

*Dove vi sono stati scuotimenti horribilissimi, con morte di quattro persone, e dove riguarda la parte di Mezzogiorno in circuito di sei miglia si sono aperte voraggini amplissime, & innumerabili, & alcune così grandi, che si hanno assorbiti molini, & altri edificij, de' quali non si riconoscono li legni, e tutta la Diocesi di quella Metropoli hà patito danno molto notabile. (Magnati, 1688) (IXMCS; 8 ESI)*

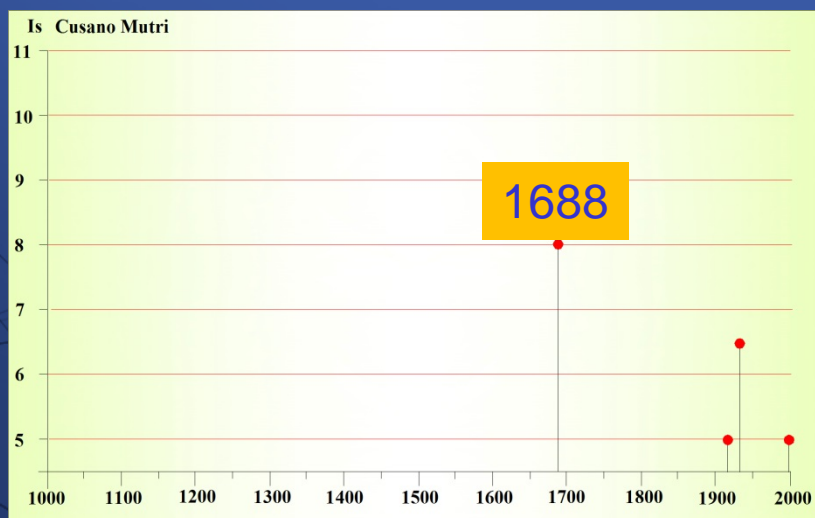
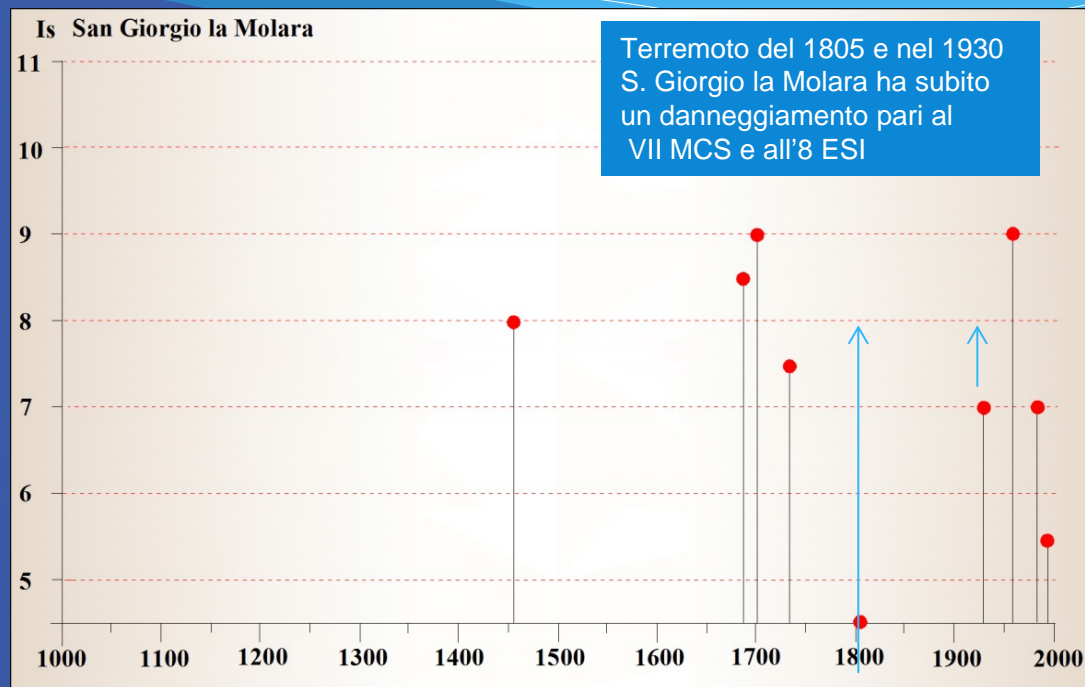
### **San Lorenzello**

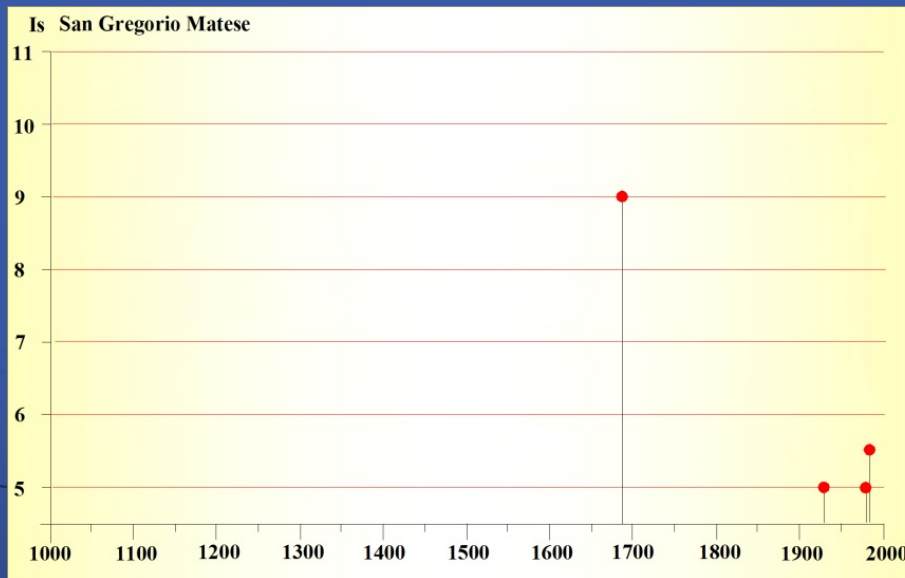
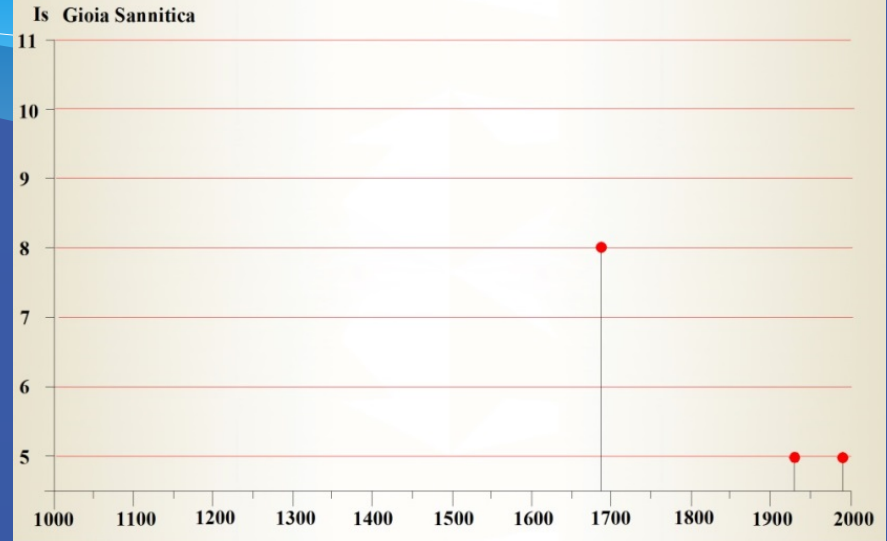
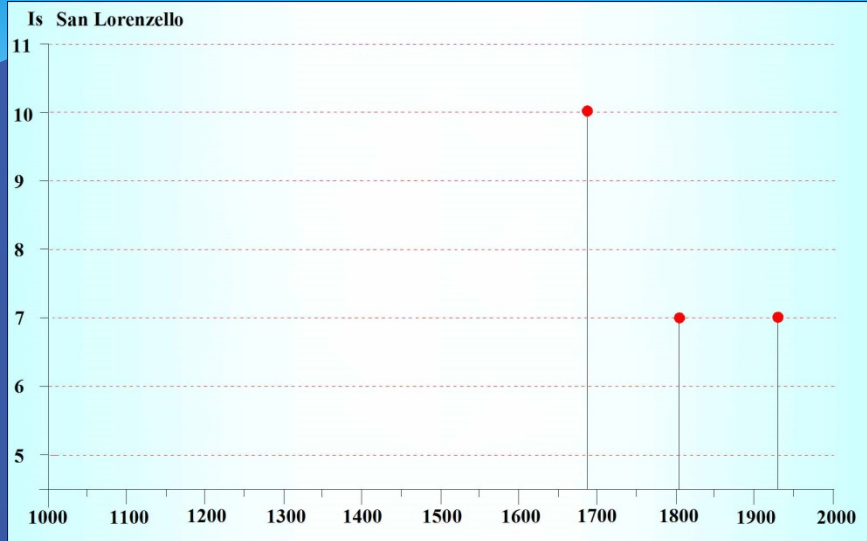
*E' totalmente profondata, per averla abbattuta un monte chiamato M. Erbano, per esservi precipitata buona parte di esso co pietre e sassi infiniti sopra quella terra e di 1000 anime che vi si numeravano,..vi sono rimaste da 400. (Magnati,1688)*

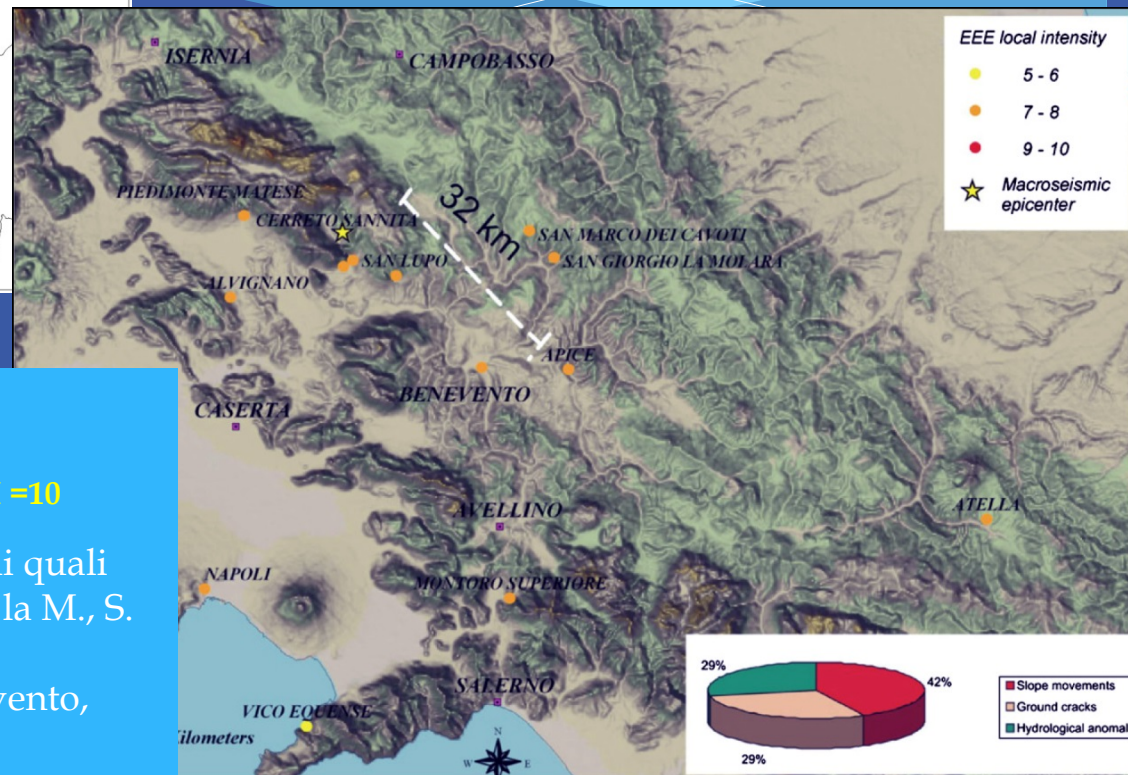
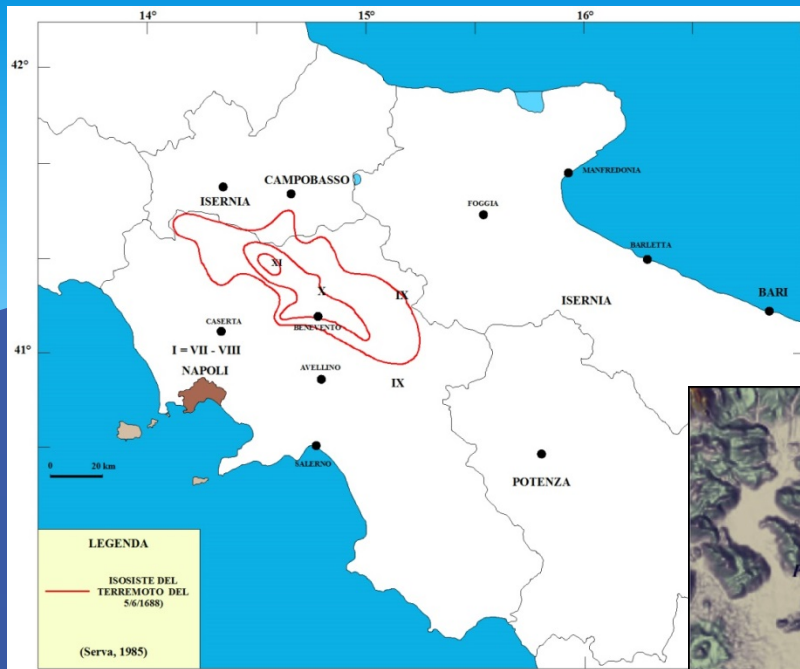
**(XMCS; 8 ESI)**











## Terremoto del Sannio del 1688

Lunghezza Faglia stimata = 32 km

**Area totale degli effetti gravitativi = 1,700 Km<sup>2</sup> IESI = 10**

(Serva et AL., 2007)

14 località interessate da fenomeni ambientali quali  
**Frane 42%** ( Benevento, Cerreto S., S. Giorgio la M., S. Lupo S. Marco dè C.,...)

**Variazioni idrologiche 29%** (Alviignano, Benevento, Piedimonte..)

**Fratture 29%**

( Serva et al., 2007)

Terremoto di S. Anna  
del 26 luglio 1805, Molise  
(Esposito et al., 1987)



1805 07 26

11

6,7

MOLISE

6000



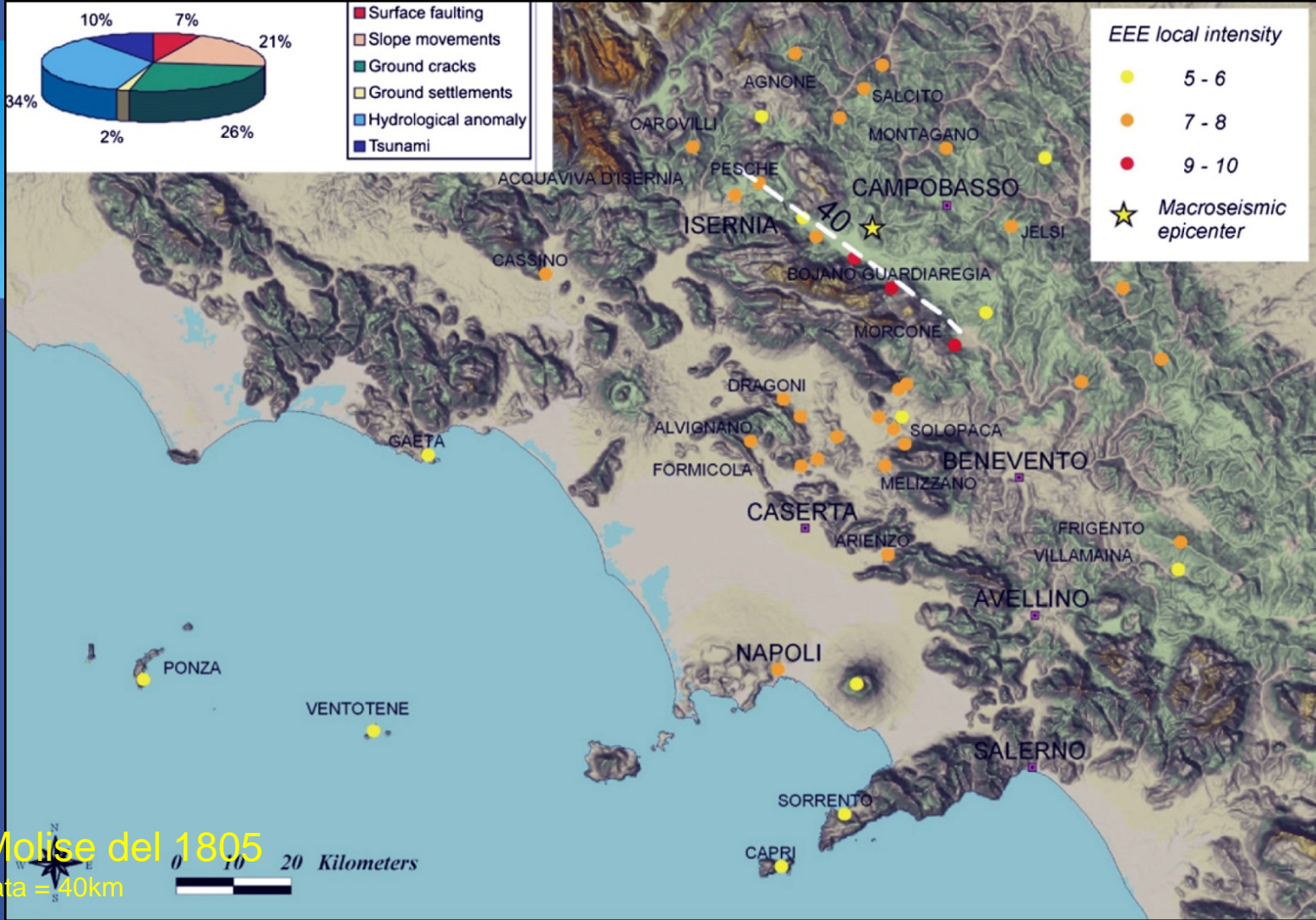
## Effetti idrologici indotti dal terremoto del 1805

- \* Imponenti fenomeni idrologici si verificarono in alcune località del Molise, così come riportato da Poli, Comandante della Real Accademia Militare e Membro Britannico della Società Reale di Londra (1806):
- \* *“Né furono meno ragguardevoli i fenomeni riguardanti le acque; perciocchè fin dal giorno precedente al tremuoto le acque delle fontane di Bojano naturalmente fredde trovaronsi di avere acquistato un certo grado di tiepidezza, ed osservossi torbida la sorgente del fiume Trigni, che passa per la detta città. In Isernia disseccaronsi le grandi sorgenti di acqua, che per via di un superbo canale costruito dagli antichi romani vi s'intromettono; e'l gran rivo, che passa per Agnone, onde formasi poi il fiume Trigno, s'inaridì. Il dì 27 luglio, seguente a quello del Tremuoto, sursero nella città di Bojano tre grandi torrenti d'acqua, somiglianti ad altrettanti fiumi, che inondarono in breve tempo tutta la contrada. Proseguirono essi a scorrere in tal modo per lo spazio di venti giorni; indi diminuendosi gradatamente, sonosi ora ridotti a piccoli rivi. Le acque del fiume Trigni, e del Biferno, come altresì quelle di tutte le sorgenti divennero sì torbide, e fangose, che per tre giorni consecutivi apparivano nere come l'inchiostro”.*
- \* Aumenti di portata in sorgenti furono osservati in almeno 16 località situate prevalentemente a SSW del Monte Matese. Contemporaneamente quattro nuove sorgenti furono osservate nelle località di **S. Salvatore Telesino (CE), Morcone (BN), Monte Matese e Boiano (CB)**. In quest'ultima località la sorgente, localizzata proprio nel paese, fu attiva almeno per i due mesi successivi all'evento sismico, con una **“notabile e non indifferente quantità di acqua”**
- \* (Pepe, 1806).

# VARIAZIONI IDROLOGICHE ASSOCIATE AL TERREMOTO DEL 26 LUGLIO 1805

## Porfido, 2014

N.	Località	Aumento di portata sorgenti	Nuove sorgenti	Intorbidamento	Disseccamento	Variazioni chimico-fisiche sorgenti	Esondazione fiumi
1	Agnone				X		
2	Alviglianello				X		
3	Alvigliano	X					
4	Arienzo	X					
5	Bojano	X					
6	Caiazzo	X					
7	Caserta	X					
8	Cassino					X	
9	Castelvetere	X		X			
10	Cerreto Sannita	X		X			
11	Dragoni	X		X			
12	Formicola	X				X	
13	Frigento				X		
14	Isernia				X		
15	Lago Matese		X				
16	Madonna dell'Arco	X					
17	Melizzano	X					
18	Morcone	X	X	X		X	
19	Piana di Monteverna	X		X			
20	Pietraroia	X					
21	S. Giorgio la Molarata						X
22	S. Salvo		X	X		X	
23	S.S. Giovanni e Paolo	X					
24	Schiavi			X		X	
25	Solopaca	X					
26	Telese			X		X	
27	Villamaina					X	



**Area totale interessata dagli effetti gravitativi= 5,300Kmq IESI =10**

50 località interessate da fenomeni sull'ambiente quali

**Frane 21%** Dragoni, Pietraroja, S. Giorgio la Molara,.....;

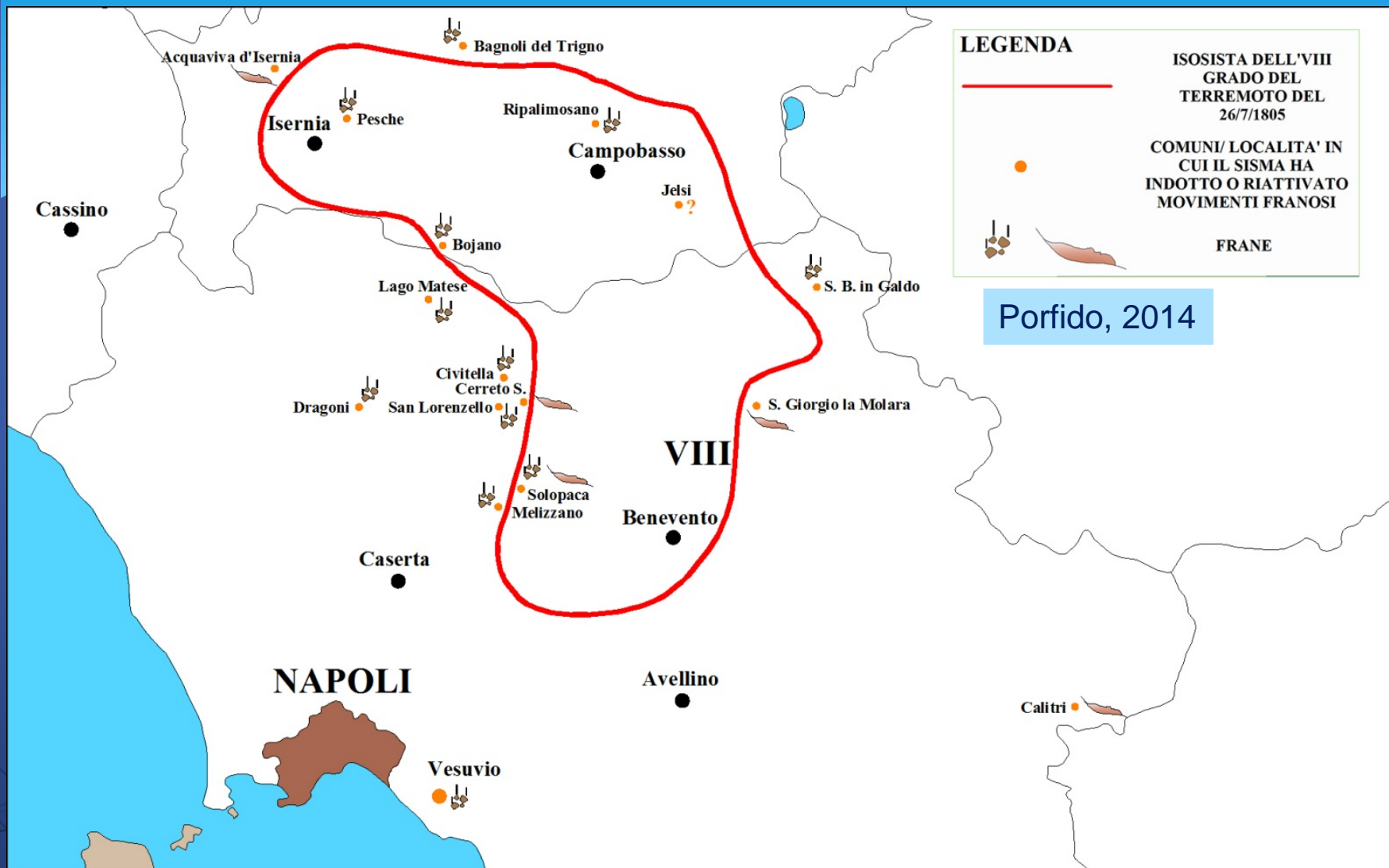
**Variazioni idrologiche 34%** Alvignano, Arienzo, Bojano, Castelvenere, Ruviano...

Fratture 26%

Liquefazioni 2%; Tsunami 10%

( Esposito et al., 1987; porfido et al., 2007, Serva et al., 2007)





Porfido, 2014



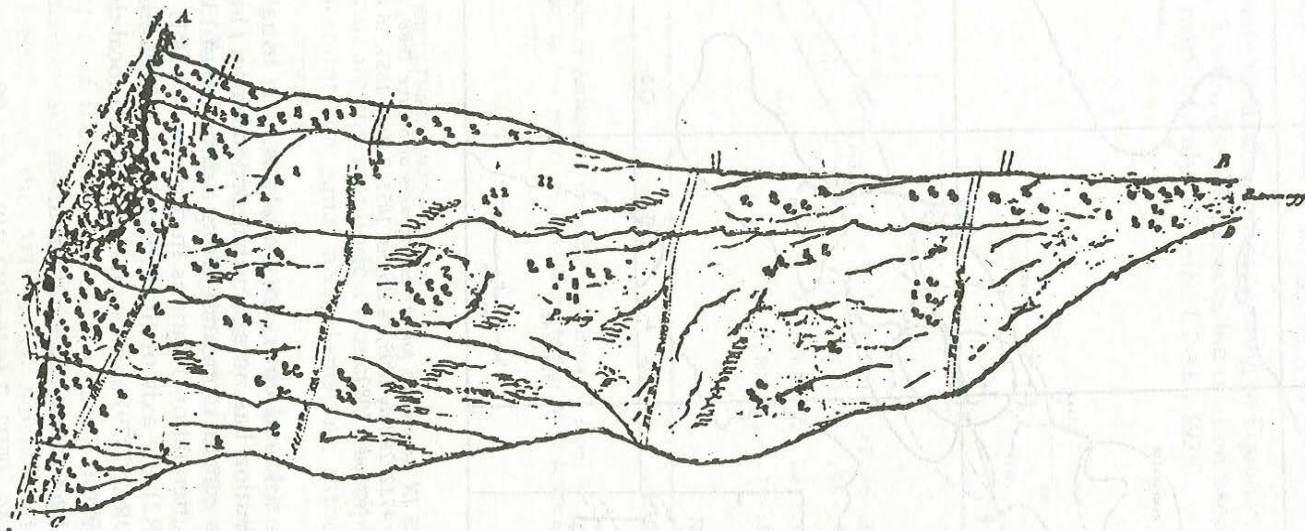


# Terremoto del 1805- Pianta della frana innescatasi a San Giorgio la Molara ( VII MCS, 8 ESI)

*Pianta Topografica del luogo danneggiato dal terremoto de' 25 luglio corrente Anno 1805, che vider nel territorio di  
S. Giorgio la Molara*

*Di simolea boe, che formano le misure Napoleonea. incognita sua*

BB. Pasi..... 1922.  
M. Pasi..... 800.  
ED. Pasi..... 60.



*Scala di una Pasa. 80000 metri*

1772/1818

*Luigi Marchese Ing. Geog. Civ.*



# FRANA INDOTTA DAL SISMA DEL 1980 ( VII MCS ; 8 ESI)



# EFFETTI SUI MANUFATTI



Fenomeni franosi innescati dai terremoti  
 l'esempio di SAN GIORGIO LA MOLARA (BN)  
 Porfido, 2014

SAN GIORGIO LA MOLARA (BN)	Intensità MCS	Distanza dall'epicentro	Intensità epicentrale	Magnitudo
1688*	VIII-IX	30	XI	6.9
1694	VIII (area)	60	X-XI	7
1805*	VII	40	XI	6.7
1857	VI (area)	120	XI	7
1910			IX-X	5.8
1930*	VIII	60	X	6.5
1962*	IX	Area Epicentrale	IX	6.2
1980*	VII	60	X	6.9

Porfido, 2014



1930 07 23

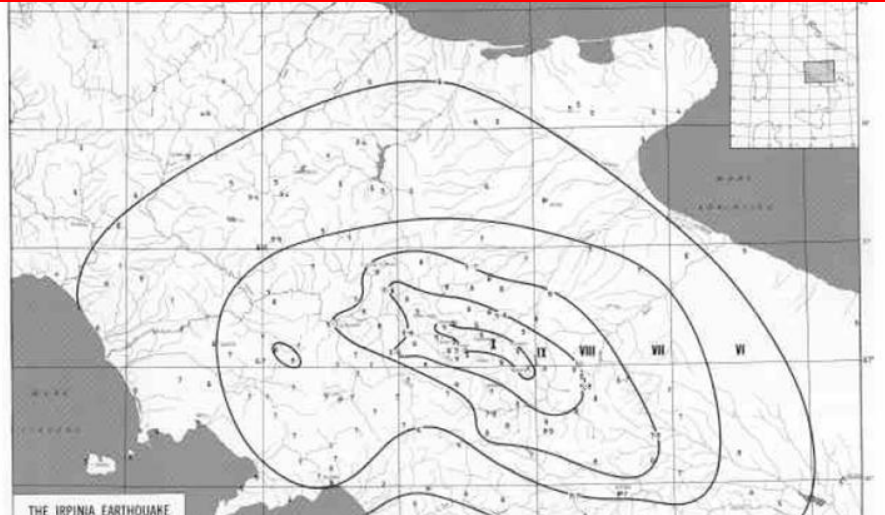
10

6,7

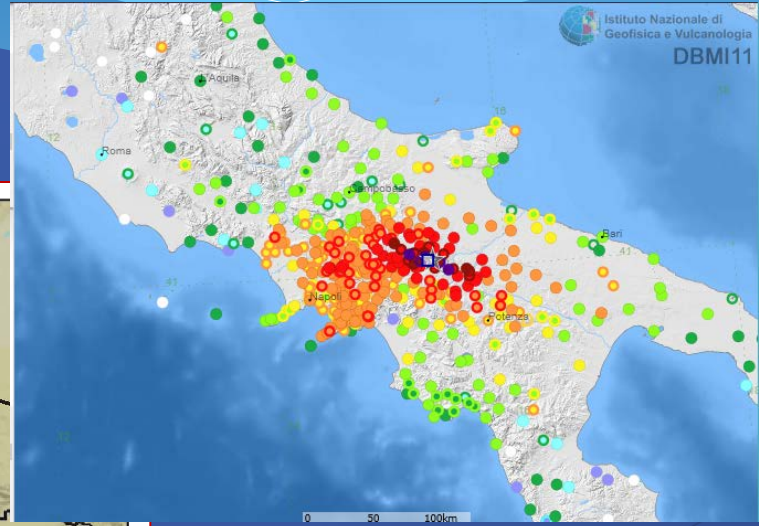
IRPINIA

1404

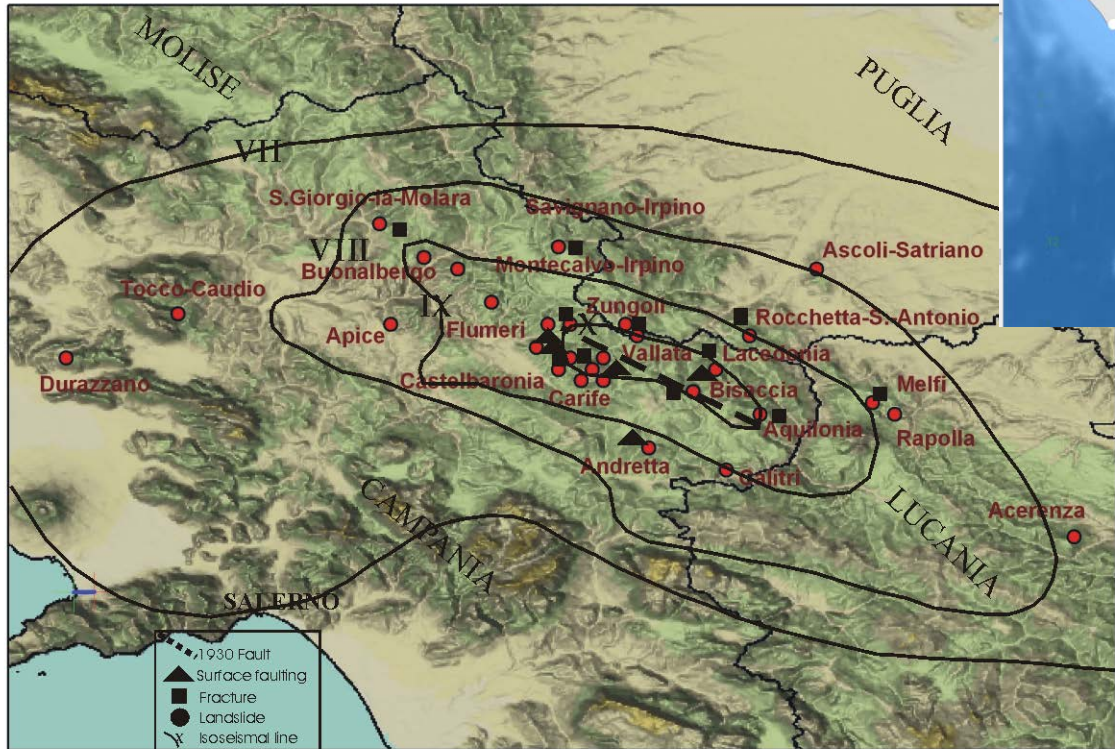
# Terremoto irpino del 23 luglio 1930

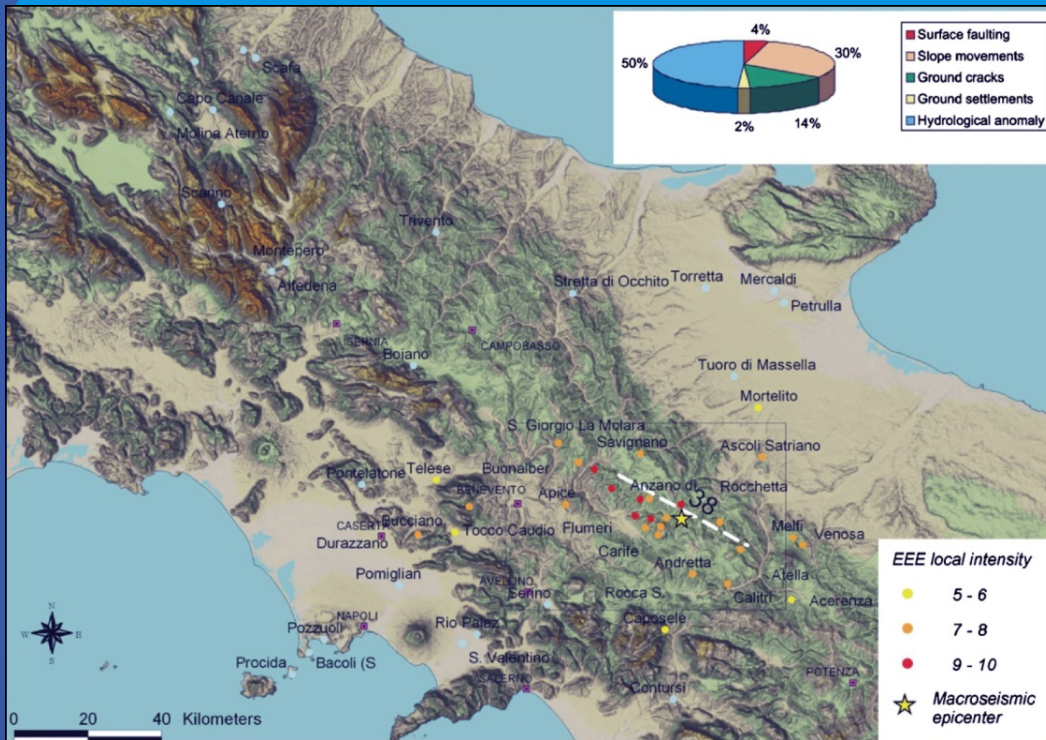


THE IRPINIA EARTHQUAKE OF



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
DBMI11





## Terremoto del 1930

Lunghezza Faglia stimata = 38 km  
 Area totale degli effetti gravitativi = 3,900 Km<sup>2</sup> I = 10ESI

60 località interessate da fenomeni sull'ambiente,

Frane 30%

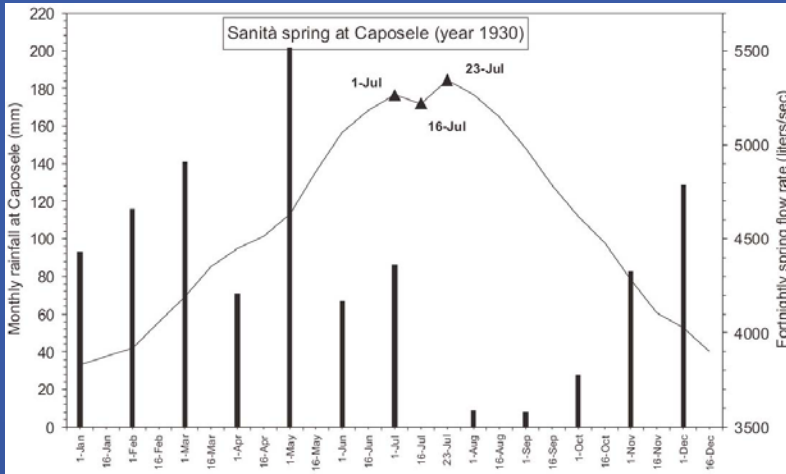
Fratture 14%

Variazioni idrologiche 50%

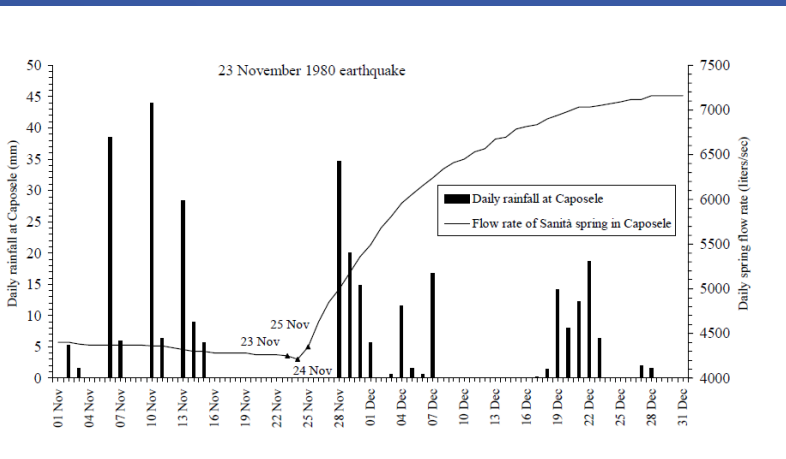
Liquefazioni 2% (Porfido et al., 2002, 2007, Serva et al., 2007)



# Variazioni idrologiche: l'esempio delle sorgenti di Caposele (portata media 5000l/s)

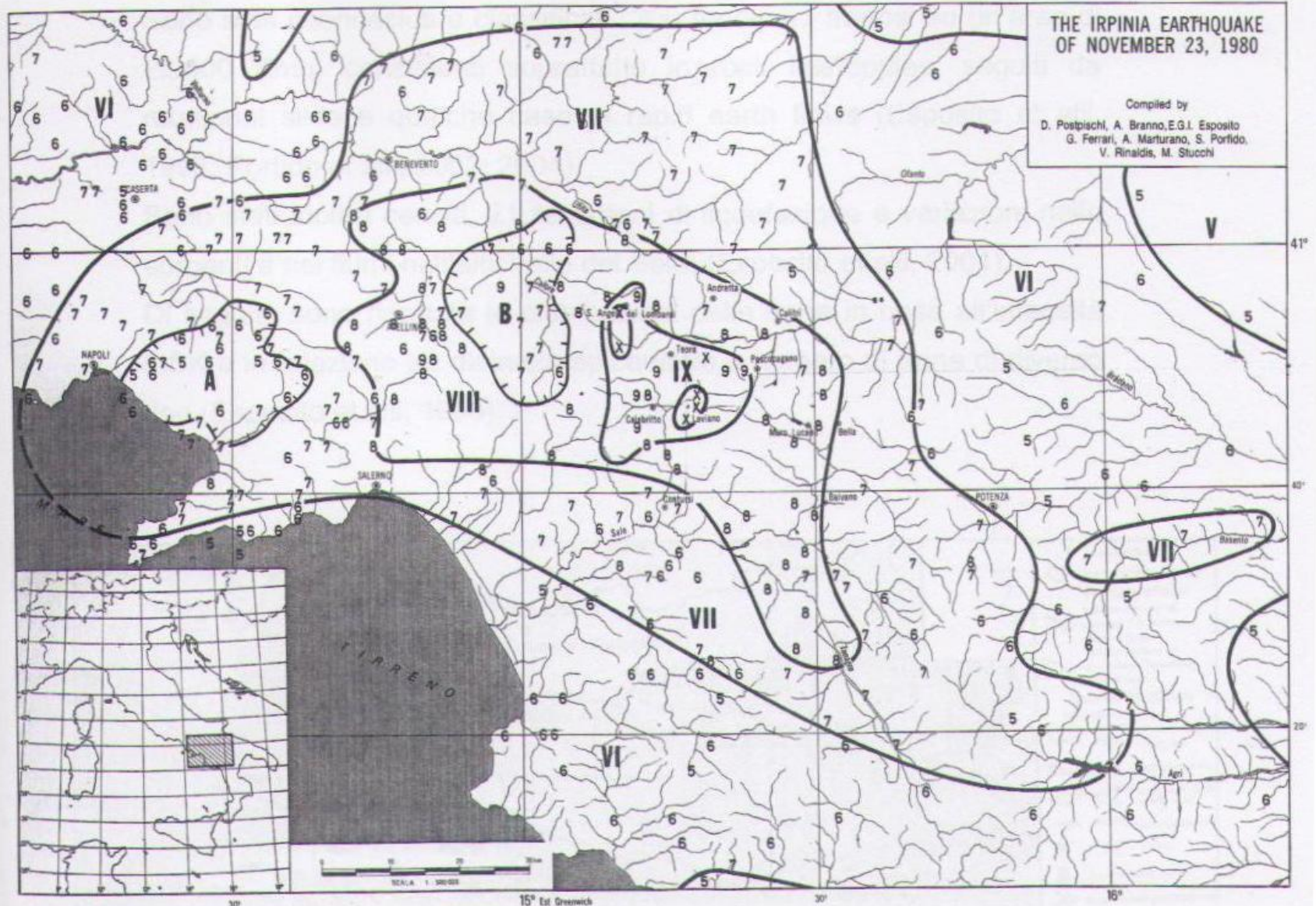


**1930 Irpinia earthquake-Caposele spring at 22.5 km from the fault. A discharge increase of 150 liters/sec (about 3%) was measured a few hours after the seismic event, compared to the measurement on 16 July 1930, a week before the earthquake**



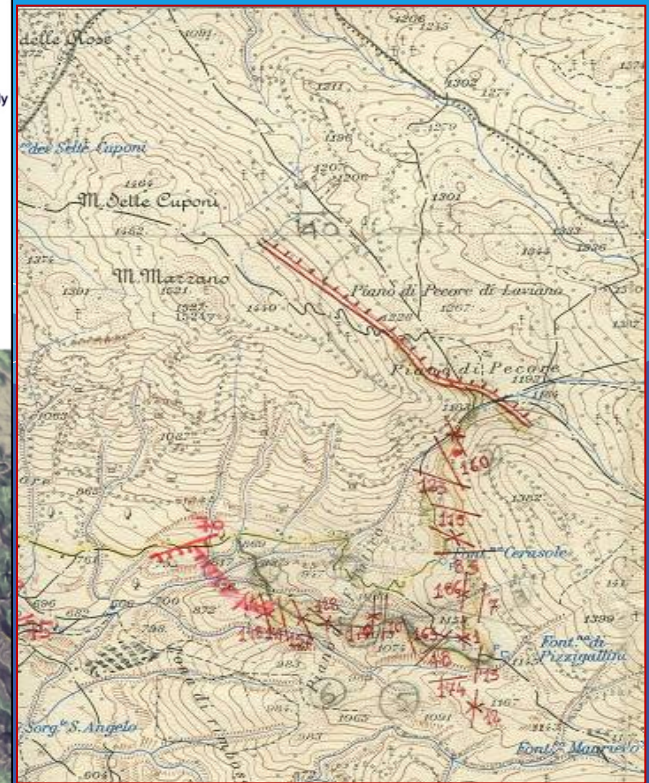
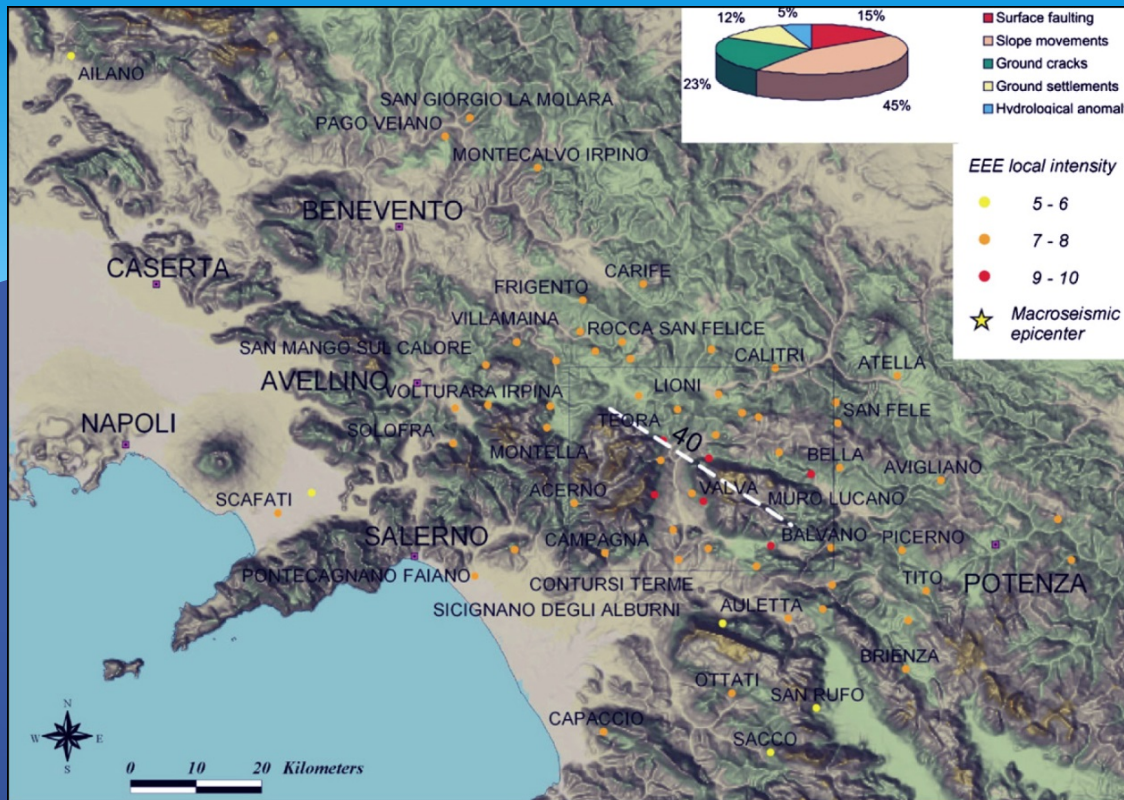
**1980 Irpinia-Basilicata earthquake-Caposele spring at 5 km from the fault. Flow of the Caposele spring increased of 3000 l/s. A general increase in discharge was observed for a period of 6 to 12 months after the earthquake**





Terremoto del 23 novembre 1980,  
(Postpischl et al.,1985)





Terremoto del 1980

Lunghezza Faglia stimata = 40 km

Area totale degli effetti gravitativi= 7,400Kmq

**I =10ESI**

**66 località interessate da fenomeni sull'ambiente, quali  
Frane 45%, Fratture 23%,5%Variazioni idrologiche,12% Liquefazioni**

(Porfido et al., 2002, 2007, Serva et al., 2007)

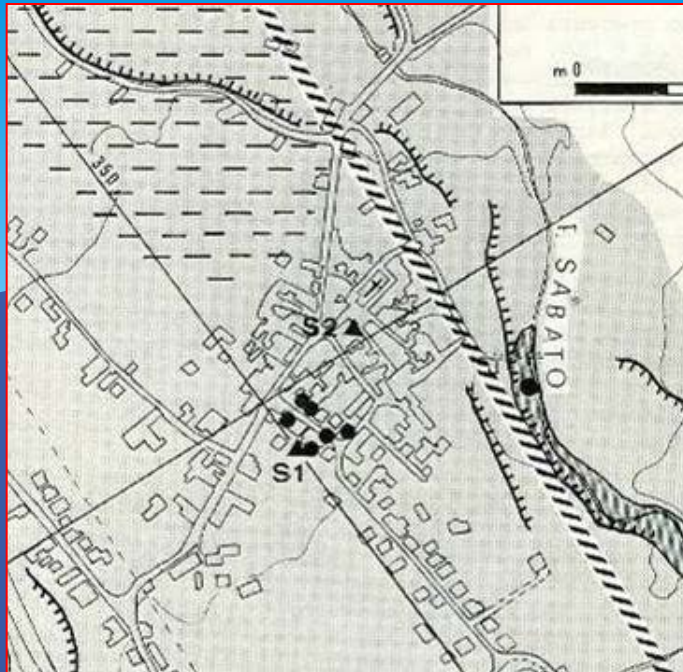
1980- Effetti del terremoto sull'ambiente fisico , fenomeni di fagliazione superficiale



1980- Effetti del terremoto sull'ambiente fisico ,  
fenomeni di fagliazione superficiale



1980- Effetti sismoidotti

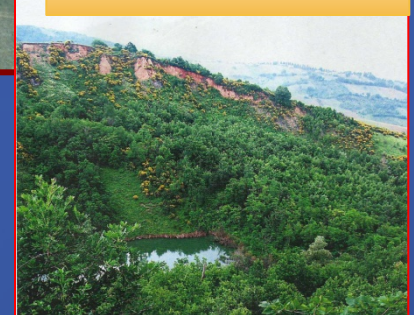


1980-S. Michele di Serino I= IX MCS



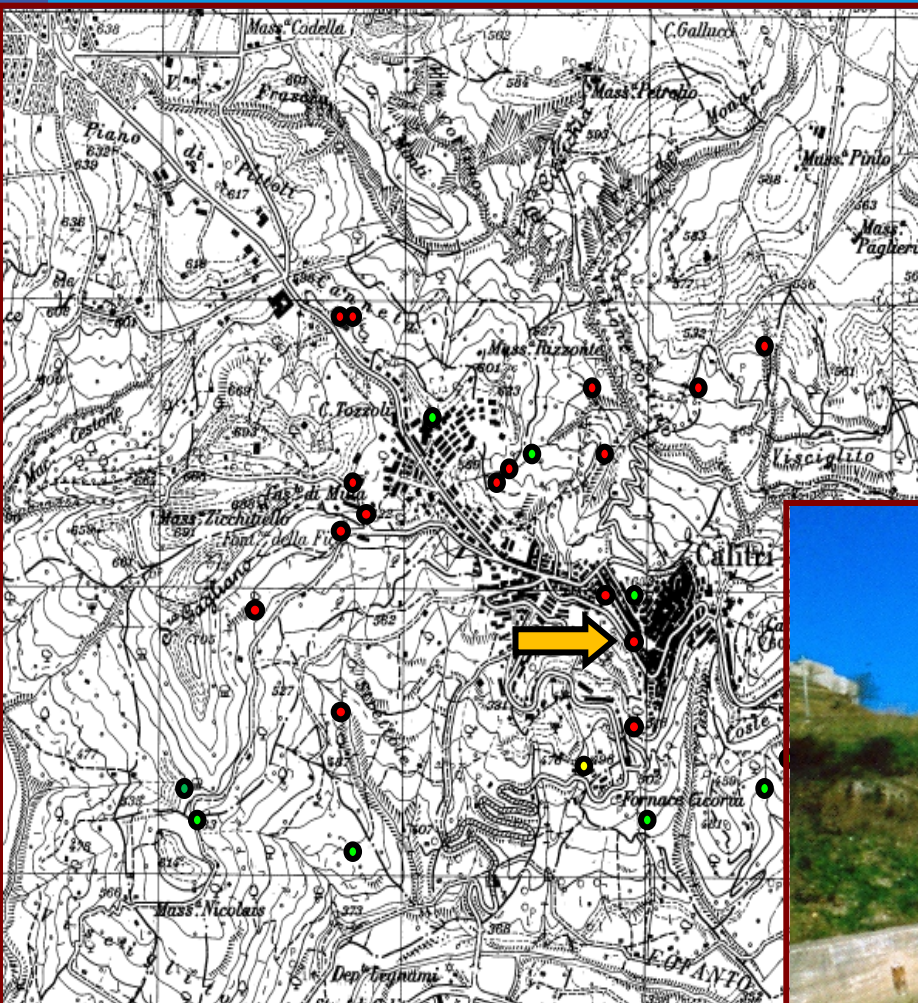
1980-Calitri I = VIII MCS

S. Angelo dei L.  
I = X MCS



1980-Caposele I = X MCS





1980, earthquake Calitri (Av)  
ESI 2007 Intensity 8



# 1980



**1980, campania-basilicata- effetti primari e secondari**  
(Porfido et al., 2002)

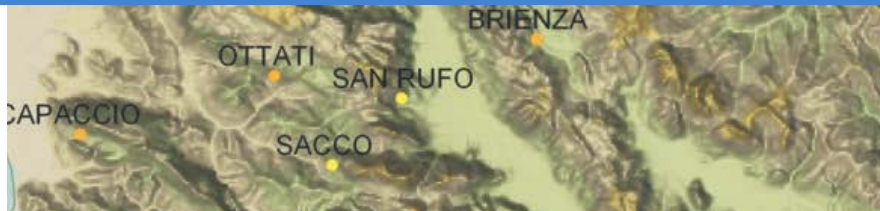


Locality	Latitude	Longitude	Type of effect	Site distance	$I_{MCS}$
Acerno	40,44N	15,03E	SM	27	8
Ailano	41,23N	14,12E	SM	118	5
Andretta	40,55N	15,19E	SM, GC	17	7
Atella	40,52N	15,39E	SM	25	7
Auletta	40,33N	15,25E	SM	33	8
Avigliano	40,39N	15,43E	SM	32	6
Balvano	40,39N	15,3E	SM	20	8
Bella	40,45N	15,32E	SM, SF	16	8
Brienza	40,28N	15,37E	GC	40	7
Brindisi di Montagna	40,36N	15,56E	SM	55	6
Buccino	40,37N	15,22E	SF	12	8
Caggiano	40,34N	15,29E	SM	28	7
Calabritto	40,47N	15,13E	SM, HA, SF, GC	13	9
Calitri	40,53N	15,25E	SM	16	8
Campagna	40,39N	15,06E	SM	25	6
Capaccio	40,25N	15,04E	SM	48	6
Caposele	40,48N	15,12E	GC, GS, HA, SM	6	9
Carife	41,01N	15,12E	SM, GC	29	7
Cassano Irpino	40,52N	15,01E	HA	23	7
Castelfranci	40,55N	15,02E	SM, GC	30	7

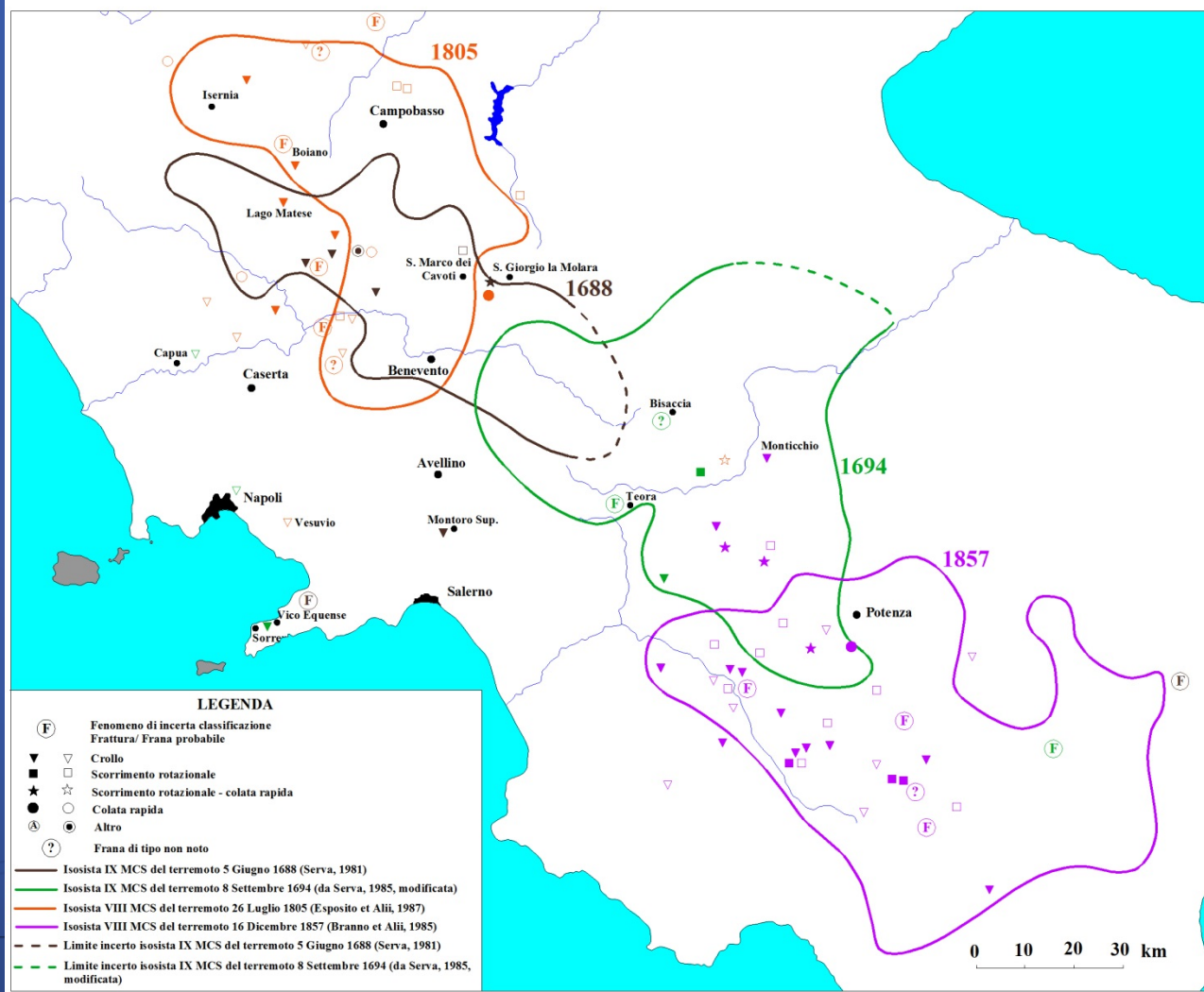


- Il terremoto è un fenomeno naturale
- Tende a ripetersi nelle stesse zone, nel corso degli anni
- Provoca, generalmente, anche gli stessi effetti sull'ambiente naturale

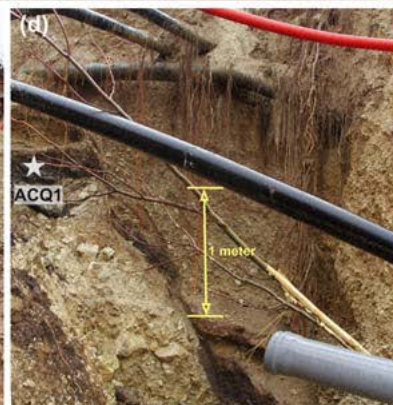
San Gregorio Magno	40,66N	15,40E	SF	20	8	10
S. Mango	40,57N	14,58E	SM, GC	20	9	8
San Marzano sul Sarno	40,46N	14,35E	GS	59	6,5	8
S. Michele di Serino	40,52N	14,51E	GS	33	9	6
Solofra	40,49N	14,5E	SM, GC	43	8	8
S. Rufo	40,26N	15,27E	SM	40	7	8
Teora	40,51N	15,15E	GC	10	9	6
Tito	40,34N	15,4E	GC, SM	32	7	8
Torella dei Lombardi	40,56N	15,06E	SM	27	8	8
Vaglio Basilicata	40,39N	15,55E	SM	50	5	8
Valva	40,43N	15,15E	GC, SF, SM	10	8	7
Vietri di Potenza	40,35N	15,3E	GC, SF, SM	35	8	8
Villamaina	40,58N	15,05E	SM	25	8	8
Volturara Irpina	40,52N	14,54E	GS	28	8	7



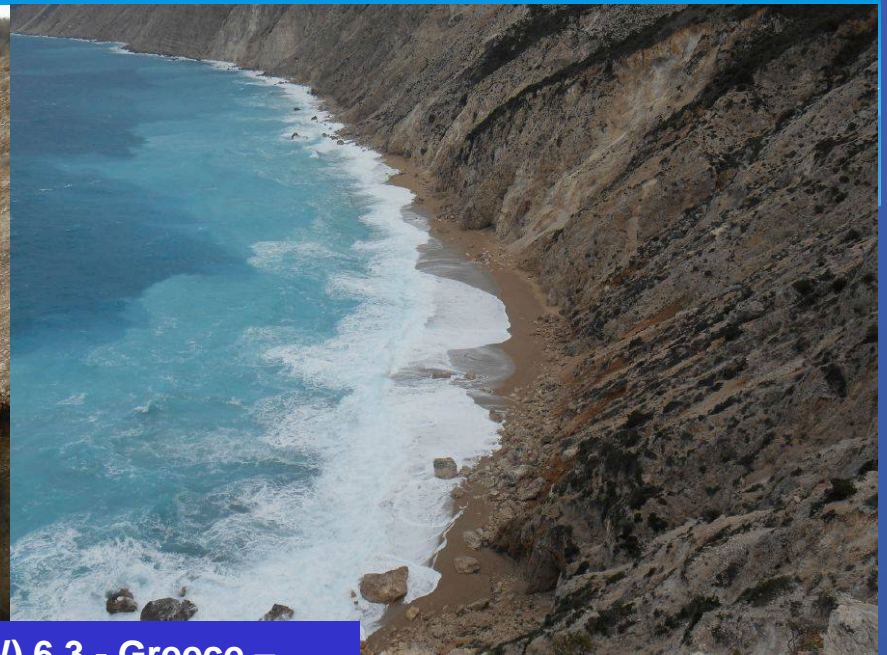
## Carta delle frane riattivate dai terremoti del 1688, 1694, 1805 1857.



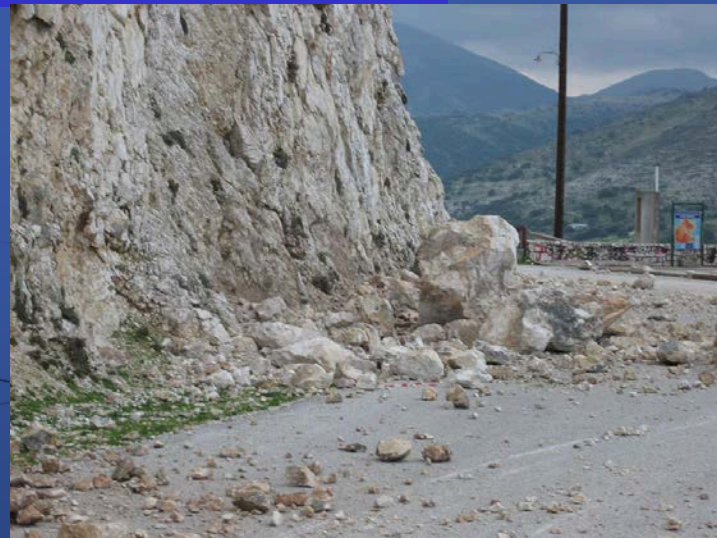
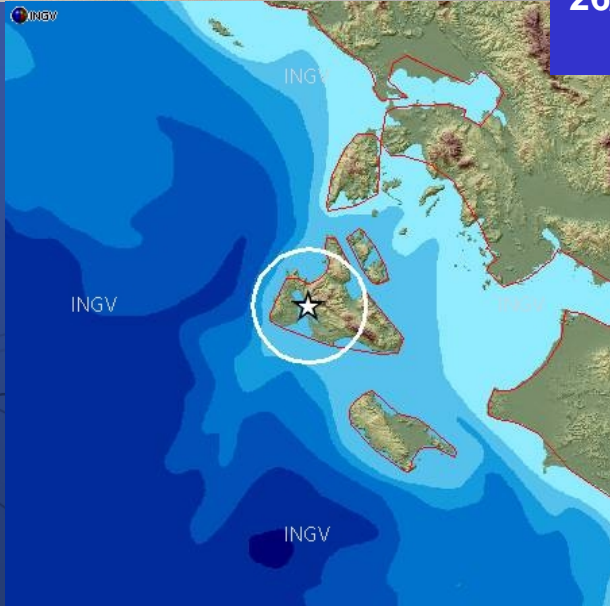




Terremoto de L'Aquila  
6 Aprile 2009 M=6.3



Magnitudo(MW) 6.3 - Greece –  
Evento su terraferma  
26/01/2014 14:55:44 (italiana)



## Primary effects



**Pianificazione territoriale**  
**Possiamo realmente ricostruire**  
**in una zona sismica senza**  
**tenere in considerazione**  
**gli effetti sismoindotti??**

## Secondary effects area

Fenomeni gravitativi,  
Grecia 2014



## Active faults distribution



Faglia di Paganica -L'Aquila 2009

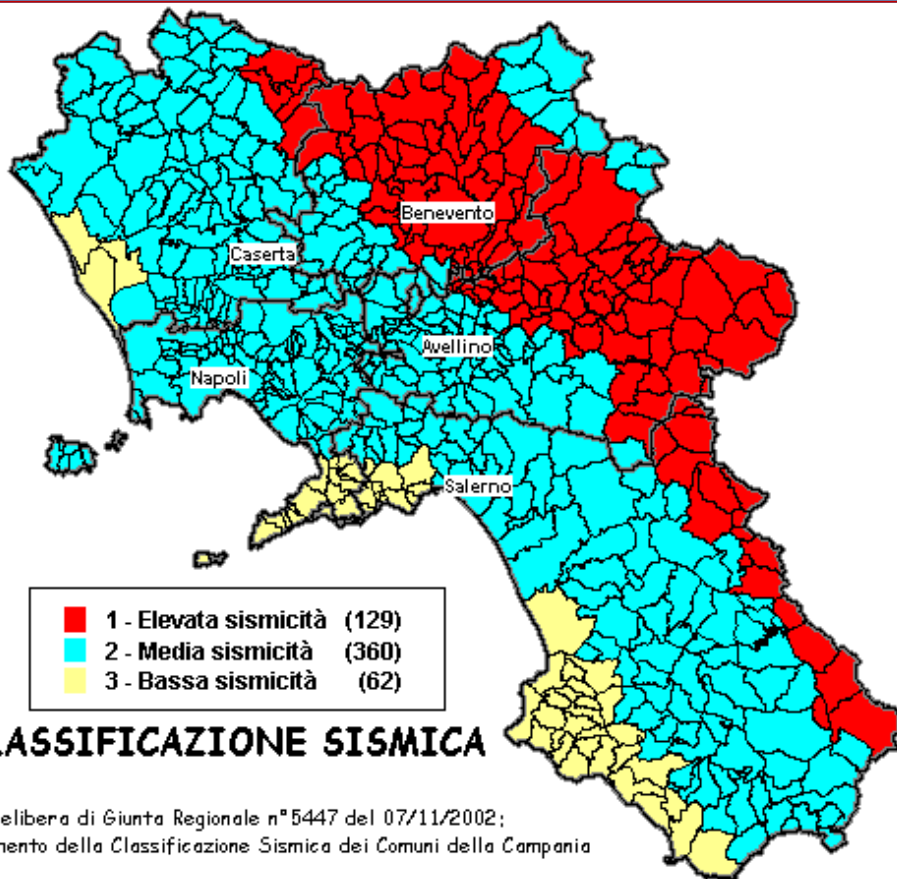


Kashiwazaki, 2007



Liquefazioni , terremoto Emilia

## Pianificazione territoriale nel rispetto della normativa sismica vigente



### Provvedimenti nazionali Norme Tecniche per le Costruzioni

Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)

### Provvedimenti Regionali:

- Deliberazione di Giunta Regionale n° 5447 del 07/11/2002 - Aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Campania, con allegati (Avellino - Benevento - Caserta - Napoli - Salerno).

## ..prevenzione....?

- \* ..prevenzione....?
- \* Lunghi periodi di assenza di sismicità rilevante, inducono i cittadini e gli amministratori a sottovalutare o addirittura rimuovere del tutto il problema.
- \* Andrebbe adottata una strategia di prevenzione e di riduzione della vulnerabilità sismica su scala nazionale, da affiancare ai piani di emergenza a scala locale

Grazie per l'attenzione !

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

<http://www.iamc.cnr.it/IAMC/iamc>

<http://www.cnr.it/istituti/FocusByN.html?cds=002&nfocus=8>

<http://www.cpo.cnr.it/novita/esi2007.htm>

<http://www.isprambiente.gov.it/site/it->

[IT/Progetti/INQUA\\_Scale/Environmental\\_Seismic\\_Intensity\\_Scale\\_](IT/Progetti/INQUA_Scale/Environmental_Seismic_Intensity_Scale_)

[http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/INQUA\\_Scale/Documenti/\\_ESI\\_2007/default.html](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/INQUA_Scale/Documenti/_ESI_2007/default.html)

<http://scholar.google.it/citations?user=D2c15cMAAAAJ&hl=it>

<http://eprints.bice.rm.cnr.it/3077/>

<http://www.dta.cnr.it/content/view/5641/2/lang,it/>

<http://earthquake-report.com/2013/01/07/damaging-earthquakes-2012-database-report-the-year-in-review/>

<http://www.romagnagazzette.com/2012/05/29/terremoto-in-emilia-romagna-ultimi-aggiornamenti-sale-a-16-il-numero-delle-vittime/>

<http://www.terra.unimore.it/gallery/index.php?id=3>

<https://cnr-it.academia.edu/sabinaporfido/Analytics#overview>

[https://www.academia.edu/2485395/TERREMOTO DEL 23 NOVEMBRE 1980 30 anni di ricerca](https://www.academia.edu/2485395/TERREMOTO_DEL_23_NOVEMBRE_1980_30_anni_di_ricerca)

[http://www.almanacco.cnr.it/reader/cw\\_usr\\_view\\_articolo.html?id\\_articolo=4548&giornale=4543](http://www.almanacco.cnr.it/reader/cw_usr_view_articolo.html?id_articolo=4548&giornale=4543)

Esposito E, Porfido S (2010) Gli effetti cosismici sull'ambiente fisico per la valutazione della vulnerabilità del territorio.

In: Gizzi FT, Masini N (eds) Dalle Fonti all'Evento. Percorsi strumenti e metodi per l'analisi del terremoto del 23 luglio 1930 nell'area del Vulture. EESI, Napoli, pp 129–142. ISBN 978-88-495-2050-7

Esposito E, Luongo G, Marturano A, Porfido S (1987) II



Michetti AM, Esposito E, Guerrieri L, Porfido S, Serva L, Tatevossian R, Vittori E, Audemard F, Azuma T, Clague J, Comerci V, Gurpinar A, McCalpin J, Mohammadioun B, Morner NA, Ota Y, Roghozin E (2007) Intensity scale ESI 2007. In: Guerrieri L, Vittori E (eds) Memorie descrittive carta geologica d'Italia, vol 74. APAT, Servizio Geologico d'Italia–Dipartimento Difesa del Suolo, Roma, p 53

Porfido S, Esposito E, Vittori E, Tranfaglia G, Michetti AM, Blumetti AM, Ferrelli L, Guerrieri L, Serva L (2002) Areal distribution of ground effects induced by strong earthquakes in the southern Apennines