

# Sismicità storica dell'area e dati strumentali della sequenza sismica



**Dario Albarello**

*Università degli Studi di Siena*



**Francesca Pacor**

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sez. Milano*



**Romano Camassi**

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sez. Bologna*

Si è spesso sentito dire che il terremoto che nel Maggio 2012 ha colpito la Pianura Padana è stato un evento **inaspettato** che ha **sorpreso** le popolazioni e gli scienziati per la forma che ha assunto (lungo sciame sismico, “**strani fenomeni**” di liquefazione, ecc.) e per l’entità dell’evento (“catastrofico”)

**E’ totalmente falso!**

Che i terremoti avessero in passato colpito con modalità analoghe a quelle osservate un anno fa la zona e lasciato tracce nella cultura locale è un dato facilmente accertabile anche solo sulla base dell’iconografia sia popolare che colta



Ferrara, 1570



Argenta, 1624

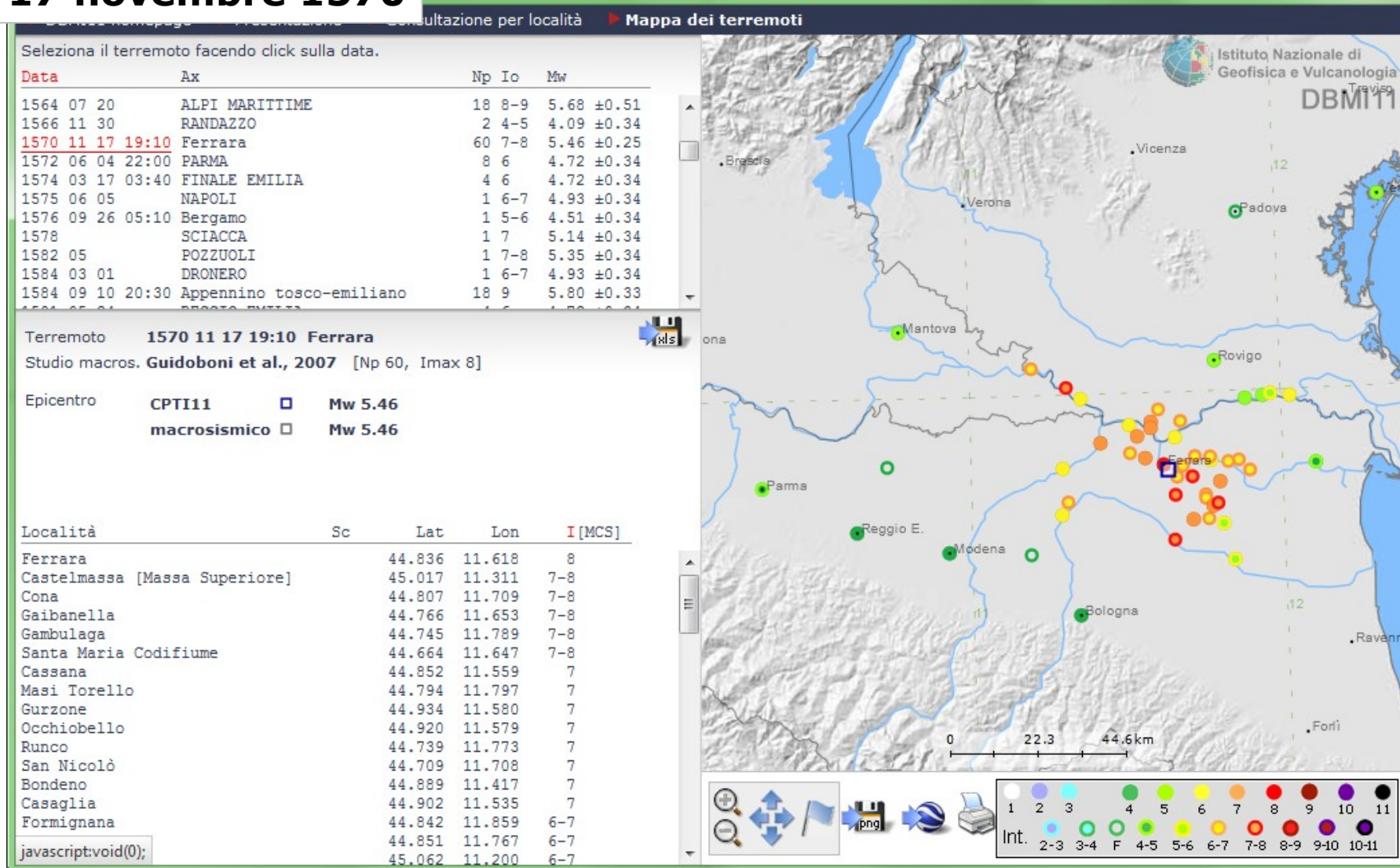


San Francesco Solano, dettaglio  
(Cento, 1a metà XVIII sec.)

San  
Francesco  
Solano  
protettore dai  
terremoti,  
Mirandola  
XVIII sec.



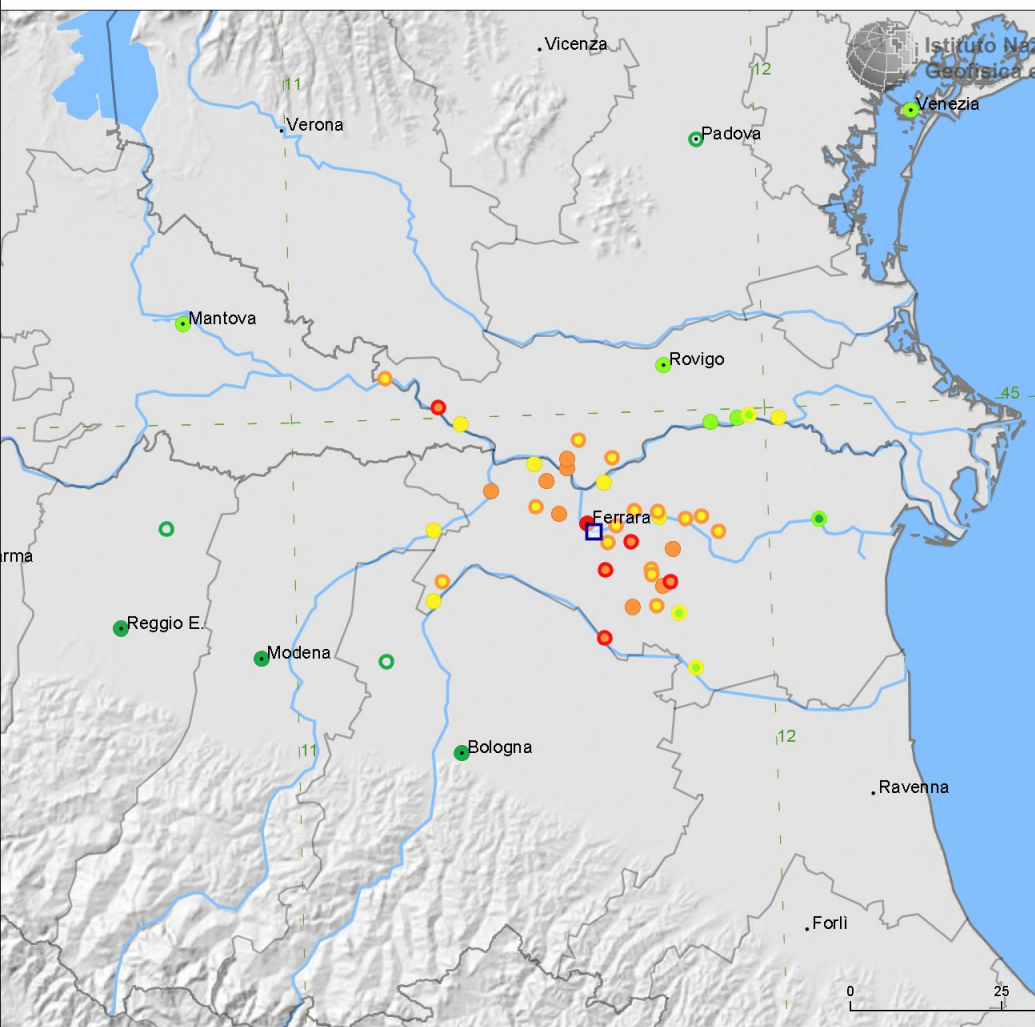
17 novembre 1570


<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

Sismicità storica dell'area e dati strumentali della sequenza sismica

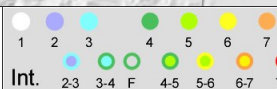
Terremoto del 17 novembre 1570 19:10:-- , Ferrara  
Studio macrosismico Guidoboni et al., 2007 [Np 60, I<sub>max</sub> 8]

Epicentro CPTI11   
macrosismico 



Istituto Nazionale di  
Geofisica e Vulcanologia

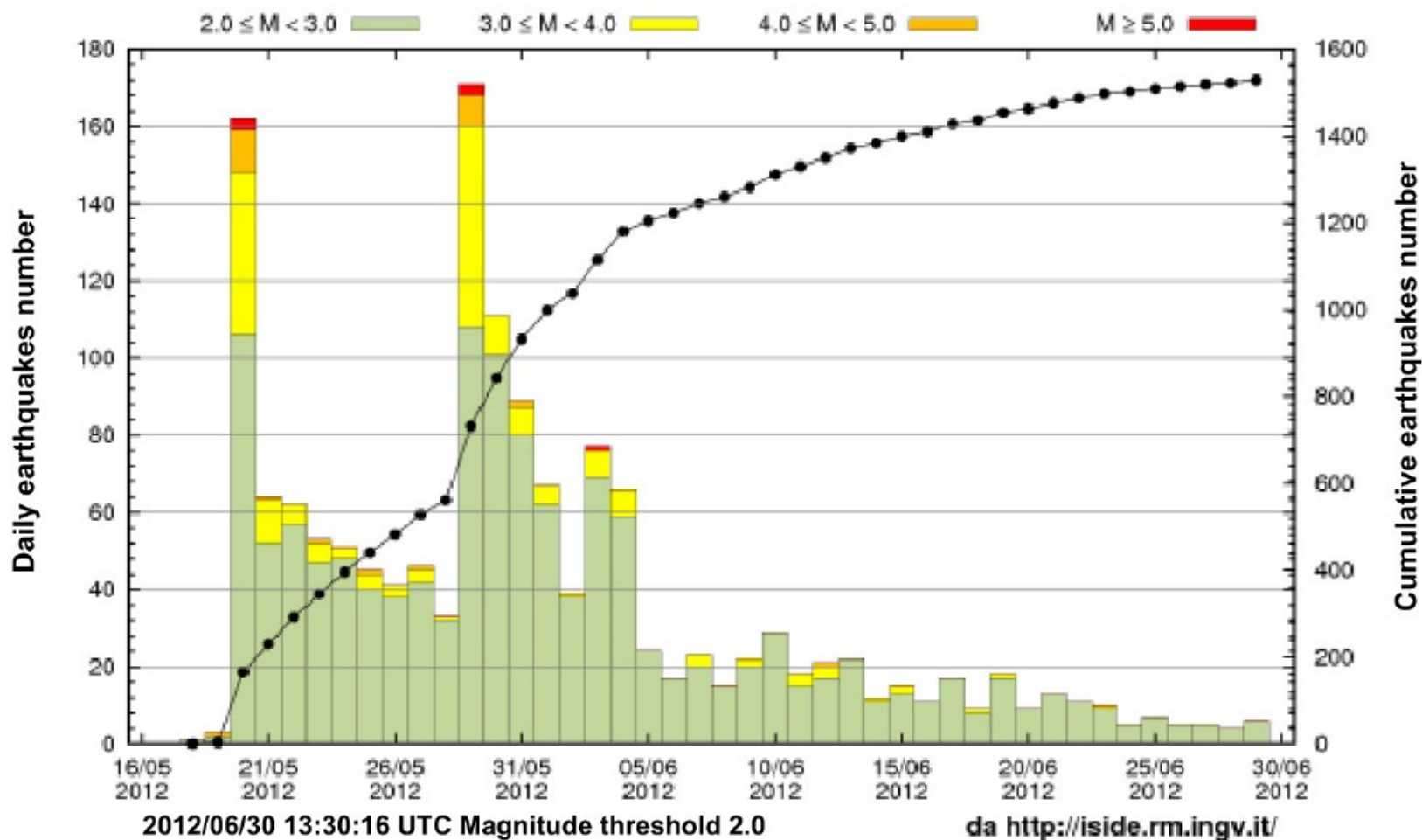
DBMI11



Dati e mappe interrogabili:  
<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

“Di 16 novembre [1570] la notte cominciò il terremoto a **Ferrara** con ruina di molti edifici durò lungo tempo [...] Ricordo come **li sedici novembre la notte seguente** alle hore 9 cominciò un terremoto spaventevole per il quale casorno camini e merli assai e trette da cinque a sei volte l’uno doppio l’altro distanti ma non come il primo. **La notte seguente [...] ne trette un altro** per il quale casorno case **et alle hore 3 della medesima notte ne trette un altro** tanto terribile et spaventoso che tanto male quante mai fosse in Ferrara onde in tutte le chiese di Ferrara ne casorno parte di la fazzada come S. Andrea, S. Maria in Vado, S. Francesco, S. Paolo, il Duomo, il muro della crosara verso il corso [...] parte di S. Domenico [...] la lozza dei Callegari, il Palazzo della Razione et de li contrarii, quasi tutti in terra palacii et case infinite et il restante tutte le case di Ferrara tute schiappate et parte rotte per la qual cosa quasi tutti gli uomini di Ferrara si ritirarono negli orti [...] **io stetti per due mesi et dieci giorni successivi dentro un tinazzo con grande disagio della mia famiglia [...]**” [Giornali di Ferrara, BAV, XVI]

La lunga durata delle sequenze sismiche in quest'area non è stata smentita dall'ultimo evento



## ***la liquefazione [e altre 'stranezze'] Terremoto di FERRARA del 1570***

“[...] nelli giorni del terremoto venuto nella città di Ferrara, et incominciato dal primo di novembre incognitamente, et riconosciuto nelli sedici di esso mese dell'anno **MDLXX**. [...] incominciando dal giorno dedicato a tutti i santi nel quale facendosi sentire, secondo l'havemo potuto intendere dagli habitatori de **le ville del territorio ferrariense** dove è la illustre et inclyta città di Ferrara, come havemo sudetto nel discorso della qualità di questo anno. Fu nel vero udito da **paesani** del primo novembre, con certo **sorte di strepito** senza tremito **ribombare et risuonare esso portentoso effetto, tirando molti scopij, come lontane artiglierie** [...] et il mercoledì fu udito il simile et de dì et di notte il giovedì anchora, **et i pozzi in alcune case s'intorbidarono l'acque, si sentivano come mugiti per l'aria simili a quelli del mare [...]** **A Ficarolo buttò atterra una Villa vi uccise undici persone, munì alcuni pozzi di arena, mandò fuori dell'acque putridi dalla terra [...]**

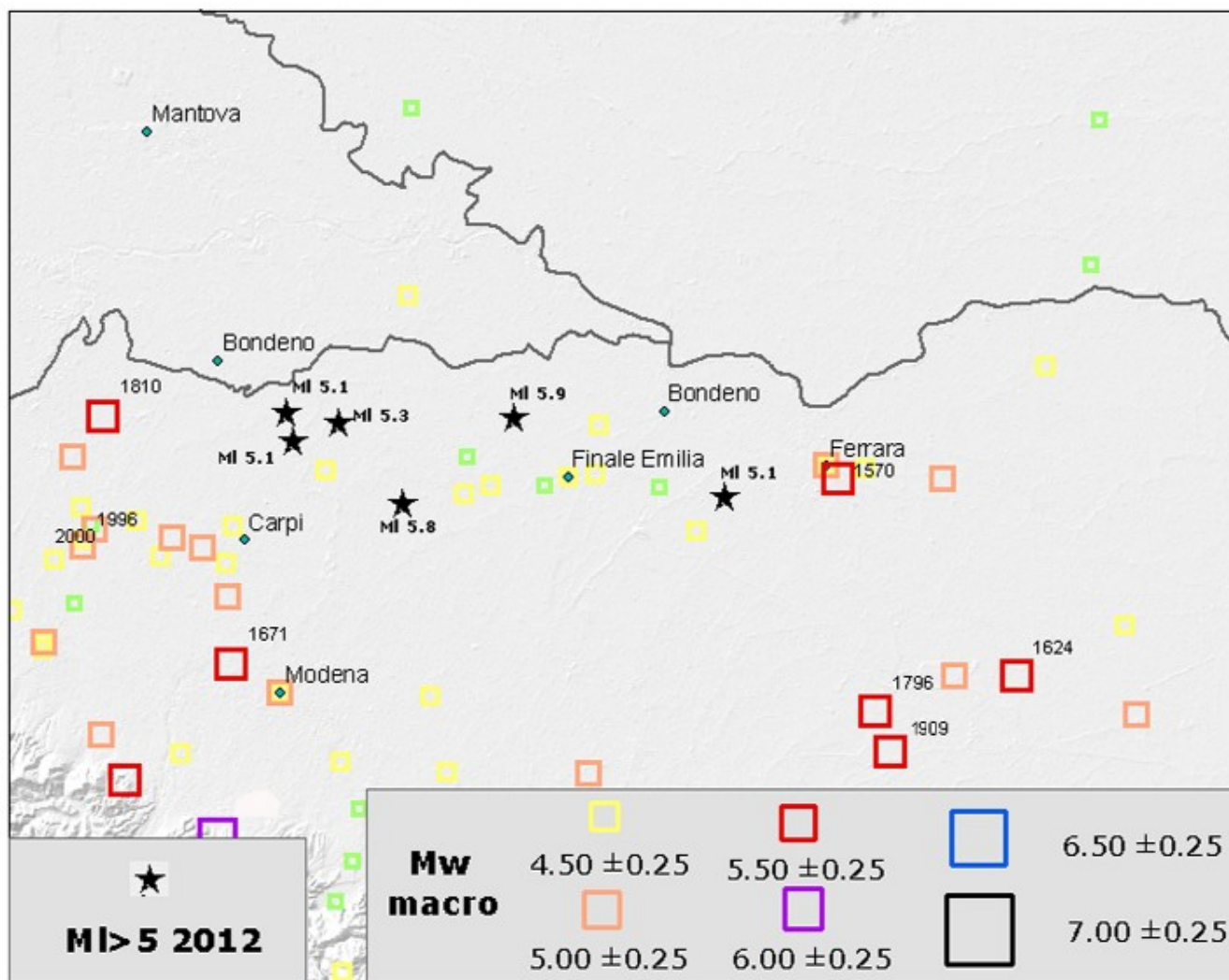
La Notte seguentemente era pioggia, in Ferrara fu sentito innumembrabili volte, che ne racconto sessanta chi più et chi meno, **et fuori di essa al Bondi luogo dodici miglia fu sentito stranamente, et a Ficarolo Vico a' sedici miglia con molto maggiore impito, dove deguastò** alcuni luoghi arati, munì [...] delli pozzi, buttando fuori tutta l'acqua, dove era stata una cora ò stagno d'acqua disseccato per forza d'arte, fece spaccature, **mandò fuori arena [...]**”

## **la liquefazione [e altre 'stranezze] Terremoto di ARGENTA del 1624**

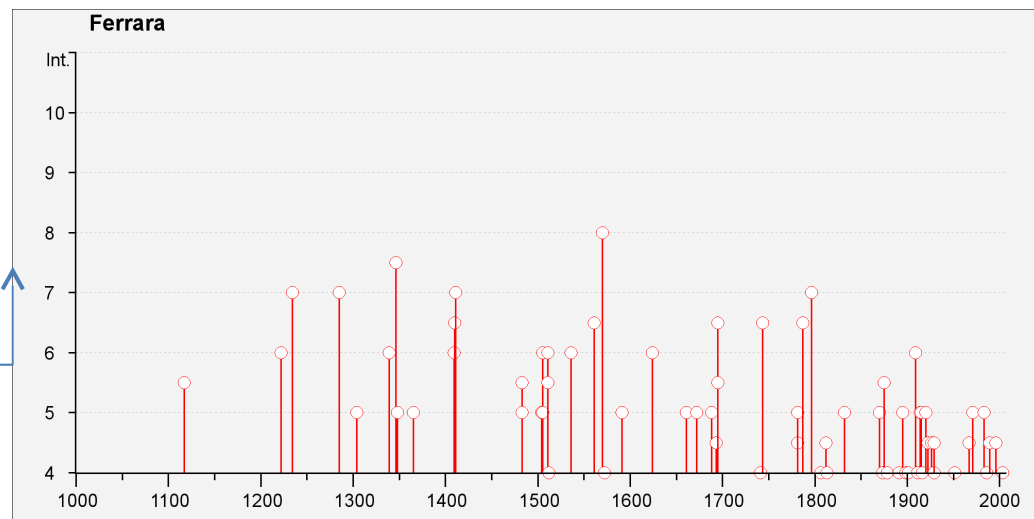
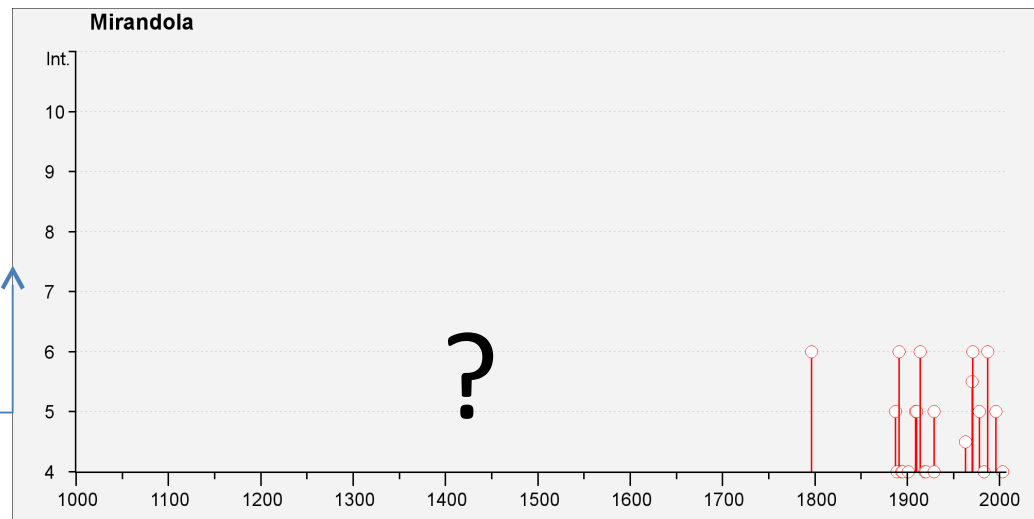
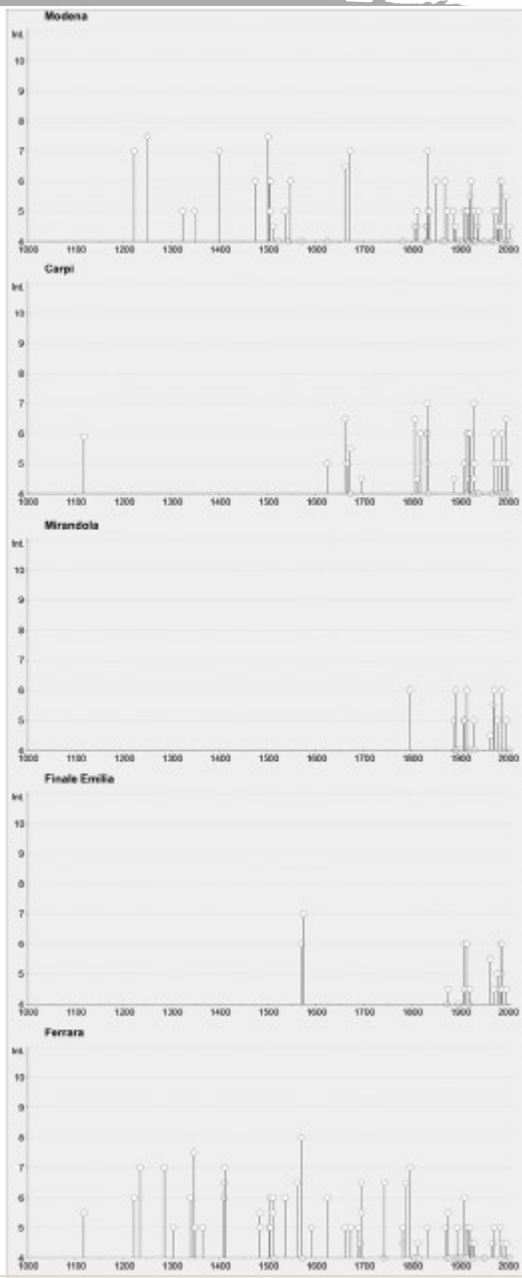
"[...] & hora è desolata, e guasta, rispetto al spaventoso, & improvviso Terremoto sentitosi in quella il dì 19 del Mese di Marzo del 1624 in Martedì [...] il quale successe circa le due hore di notte [...] **il rumore fù grandissimo**, che pose tanto spavento à tutti gli habitanti di quel loco [...] durò l'infelice caso tutta quella notte, & anco ogni giorno si è sentito, & ancora si sente qualche motivo, per la qualcosa è rovinata tutta la Chiesa [...] In somma questa povera, & infelice Terra è rovinata più delli duoi terzi, con morte di più di cinquanta persone [...] Il residuo di quelle persone terrazzani parte se ne sono andati ad habitare in altri Paesi, & parte si sono riduti alla Campagna, lontani dal Fiume più che hanno potuto, & si sono fabricato ivi casoni di frasche, & malta alla meglio che hanno potuto, & vi habitano di presente, ma sempre con timore di nuovo successo, & spavento del passato; **si vede in detta Terra tre grande aperture, fuori dalle quali è scaturito gran quantità d'arena, & si è visto, & si vede l'Acqua de' Pozzi alzarsi, & uscire fuori con impeto vehemente, accompagnata da molta arena, e vento terribilissimo"**



Scorrendo la storia sismica sono molti gli eventi noti che hanno interessato l'area nel corso dei secoli



# E qualcosa (forse molto) è ancora da scoprire sugli effetti dei terremoti del passato



**Tracce di terremoti sconosciuti ai cataloghi con effetti di danno**

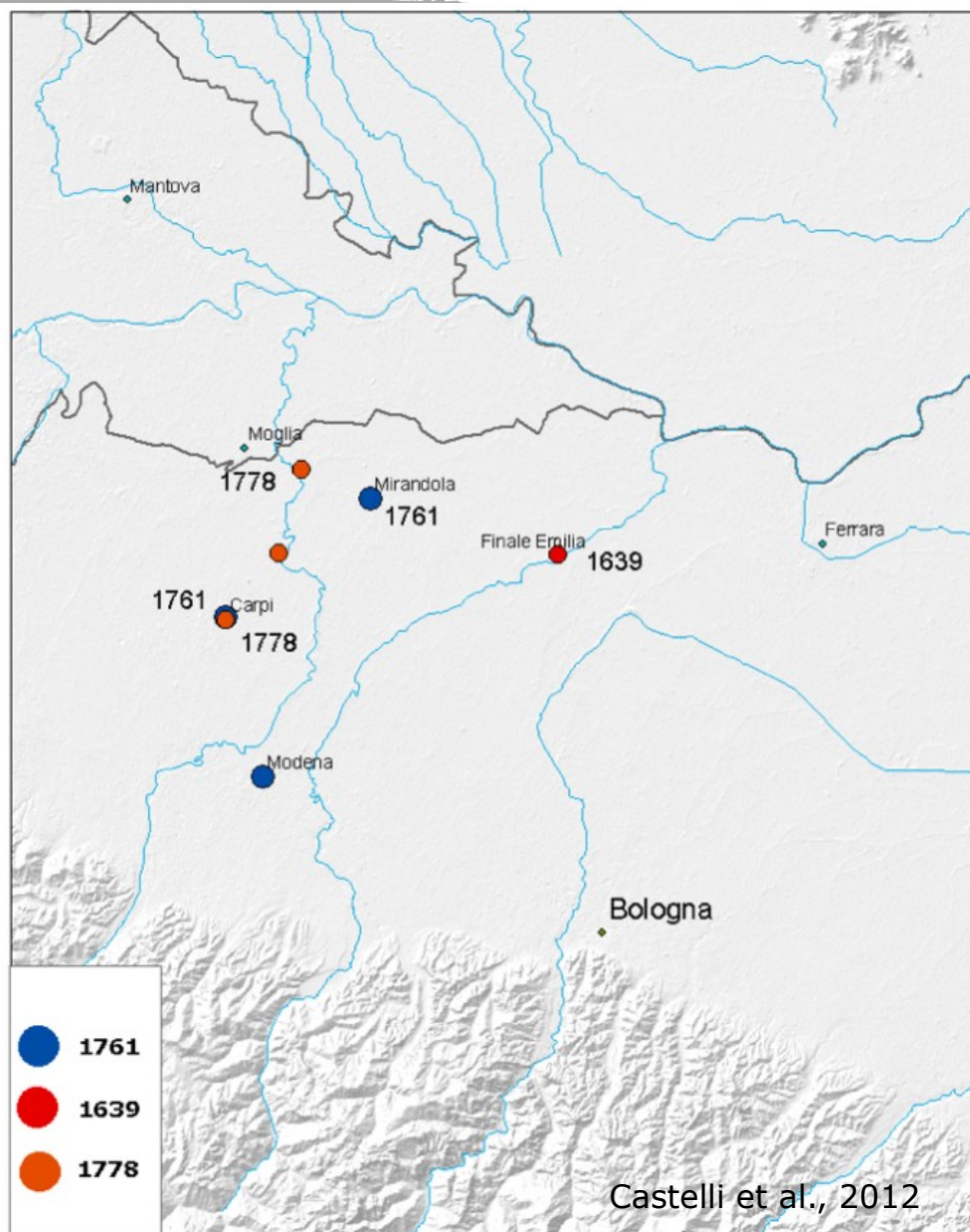
"[**Finale Emilia**] In tali tempi frattanto improvvisamente li **6 d'Aprile [1639]** alle tre di notte a cagione di gagliardissimo terremoto cadero case, e cammini, sotto le quali ruine restò morta la Moglie d'Antonello del Vecchio...".

**15 Dicembre 1761**

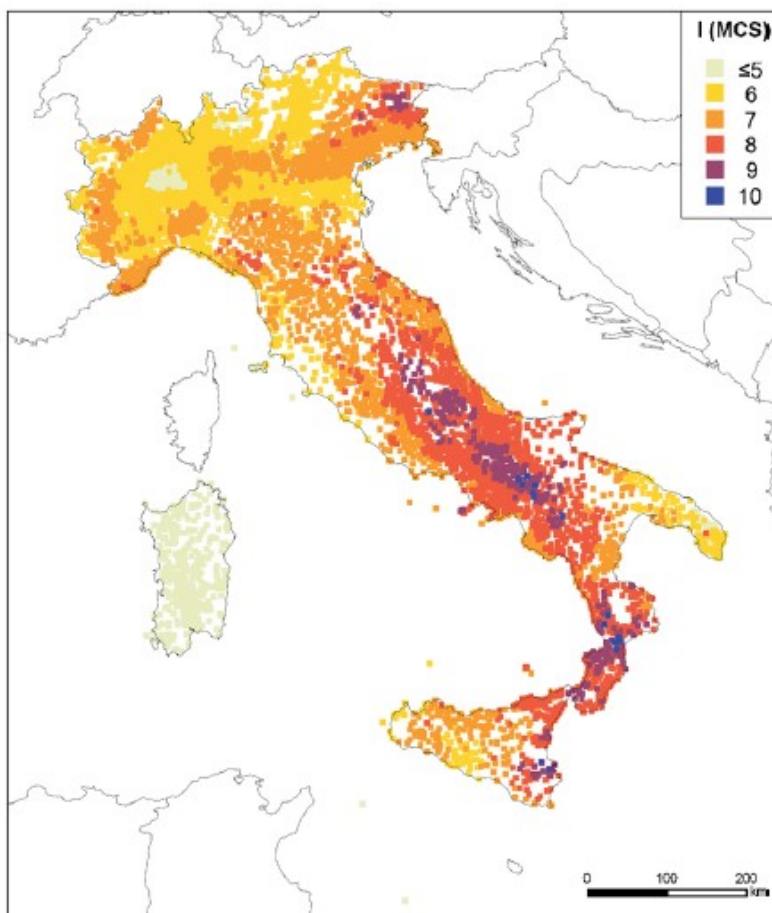
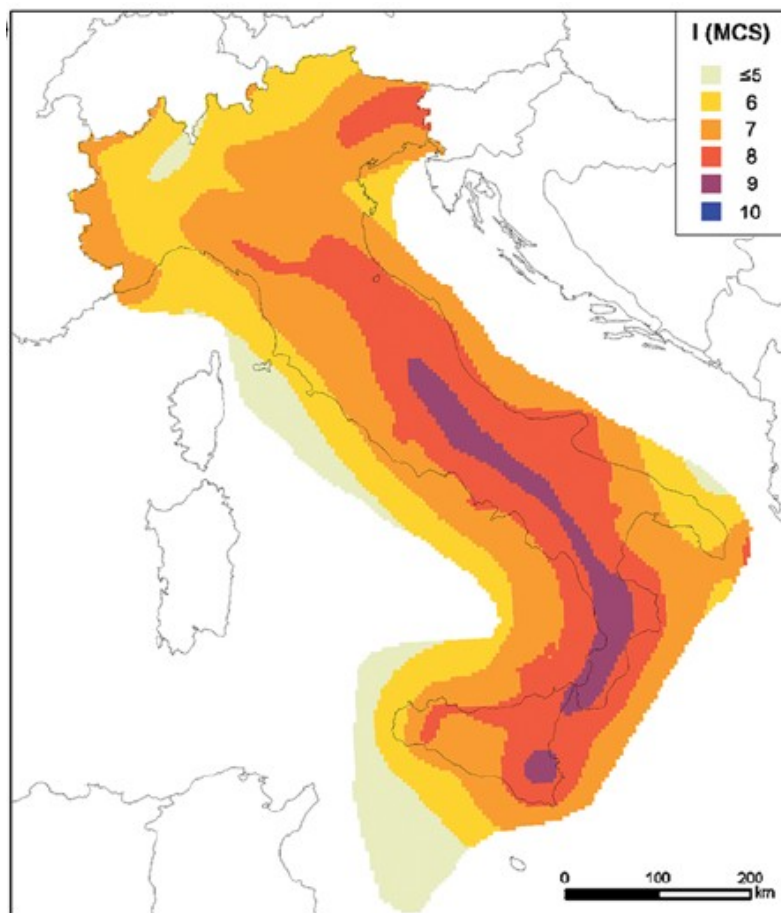
In giorno di martedì verso le ore 24 1/2 (sic) successe una grande scossa di terremoto che spaventò tutto il popolo di **Carpi**.

**11 Maggio 1778**

In venerdì [1] alle ore 3 minuti 50 si sentì una orrenda scossa di terremoto [...] e dal primo fino al giorno lunedì 11 Maggio fuori di **Carpi** a **Rovereto** specialmente quasi ogni giorno ne scoppiarono varie scosse, ma il suddetto giorno 11 alla stessa ora se ne sentì una più orribile [...] che tutta la città restò in spavento [...] S'andarono sentendo [...] ora leggiere ed ora gagliarde, di modo che gli abitanti della Villa di **Rovereto** e tutti quelli della **Concordia** dormivano a cielo aperto...

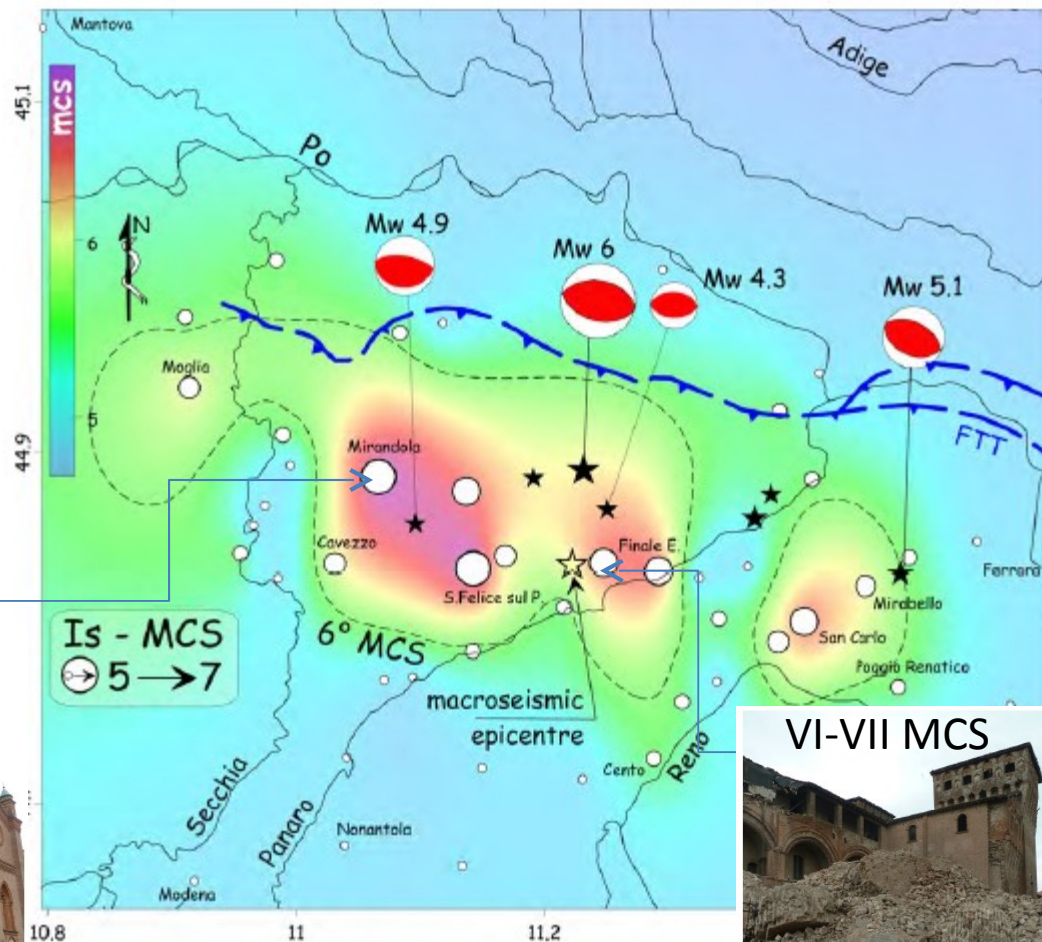


Ma queste informazioni erano in grado di suggerire l'effettiva pericolosità sismica dell'area?



Anche adottando metodi diversi, un'analisi statistica della sismicità storica effettuata nel 2010 suggeriva (anche senza tenere conto delle nuove scoperte) che la massima intensità ragionevolmente attesa nell'area per un periodo di 50 anni era VI o VII MCS

Quello che è avvenuto non è più di quanto ci si potesse aspettare sulla base della sismicità passata



V MCS



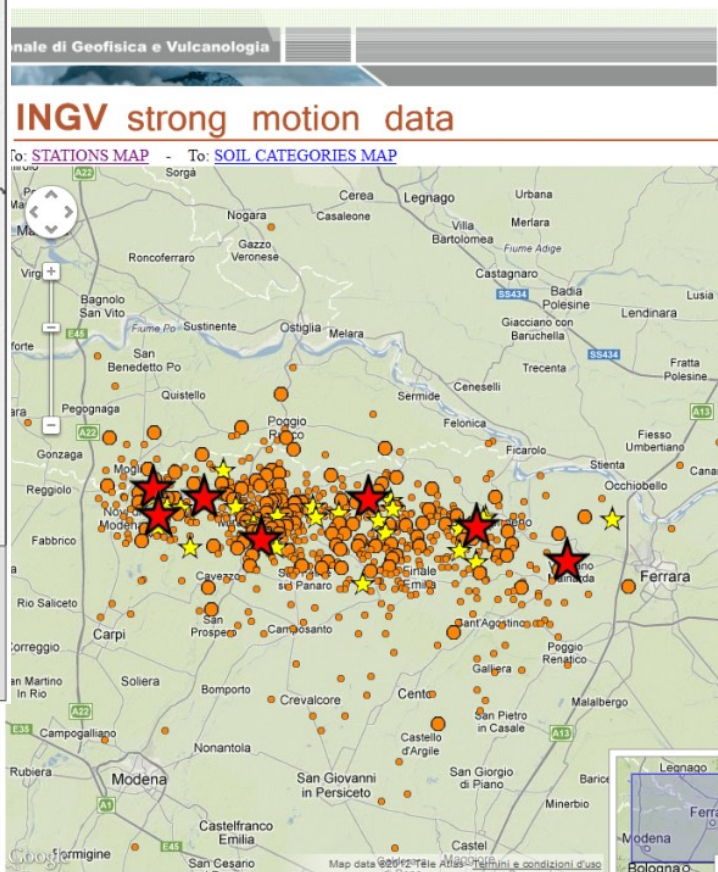
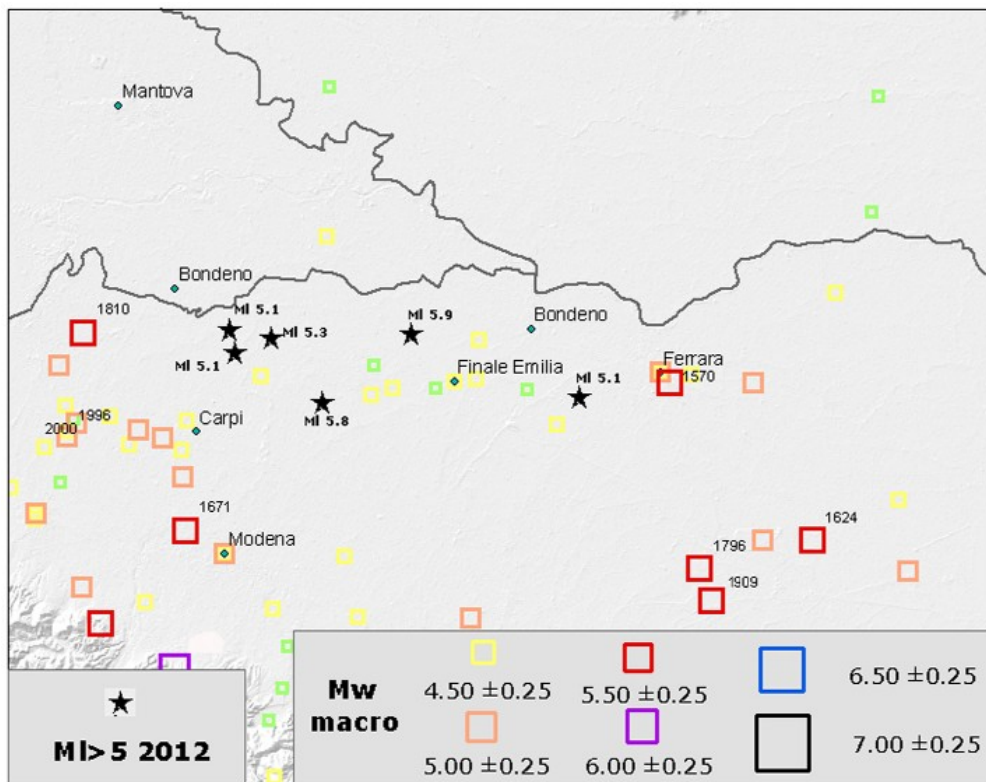
VII MCS



VI-VII MCS



Anche la distribuzione della sismicità del passato ricalca quella registrata nel corso della crisi sismica del 2012



PGV min [cm/s] 0.0 PGV Max [cm/s] 9999  
 Station All Comp All  
 Site All

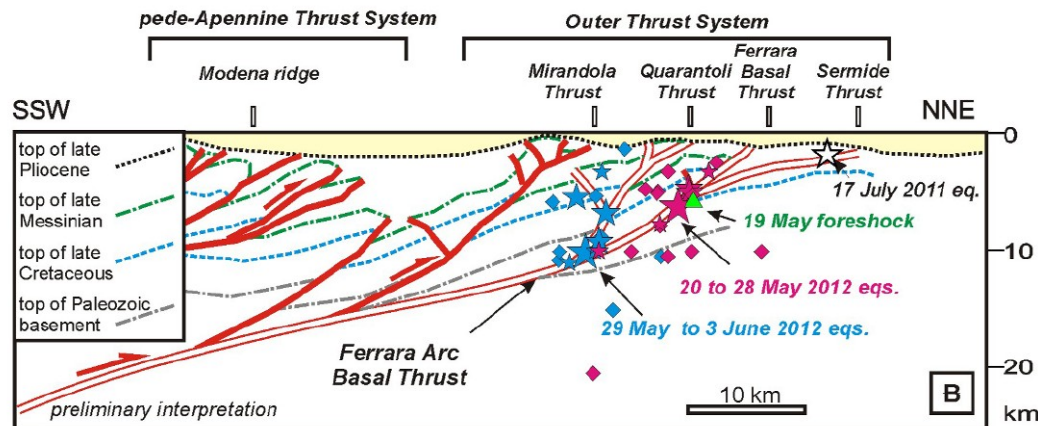
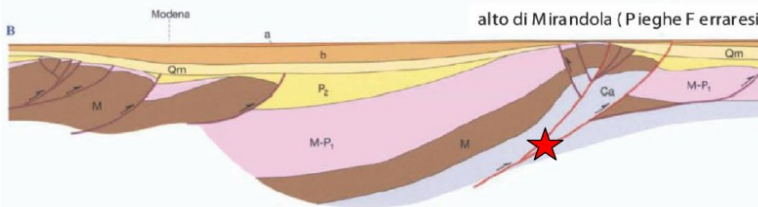
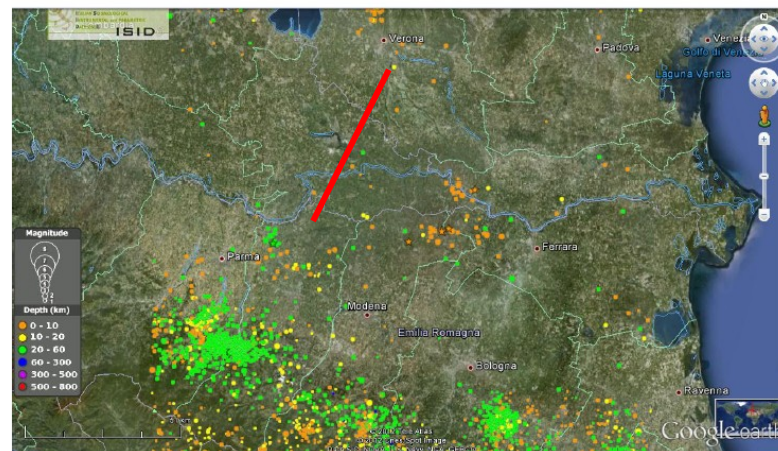
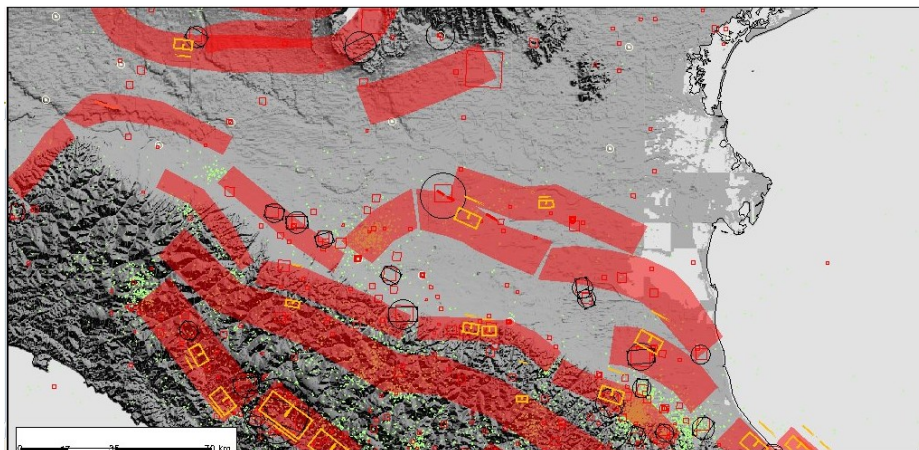
ISMD can be quoted as:  
 INGV Strong Motion Data working group (2012)  
<http://www.mi.ingv.it/ISMD/>  
 Massa, M., Lovati, S., Puglia, R., Ameri, C., Sudati, D., Russo, E., Franceschina, G., Luzi, L., Pacor, F., Augliera, P.

**SEISMIC SEQUENCE magnitude M<sub>L</sub>**

- events < 3.0
- 4.0 ≤ events < 5.0
- 3.0 ≤ events < 4.0
- events ≥ 5.0



Del resto, l'esistenza di strutture sepolte in grado di provocare eventi sismici era nota e cartografata ben prima dell'ultima sequenza sismica

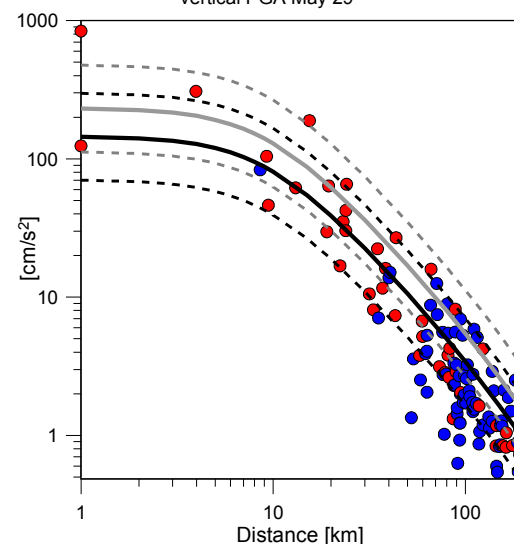
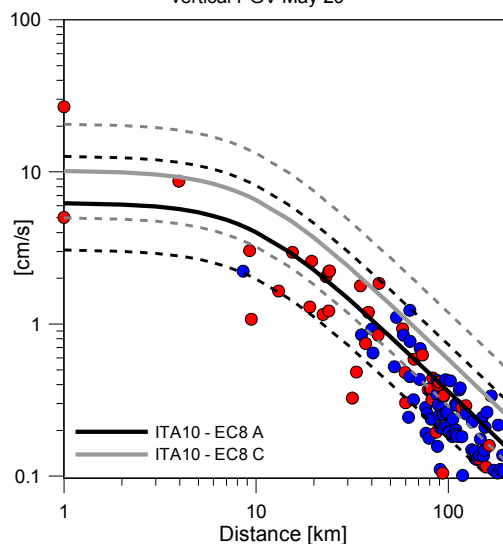
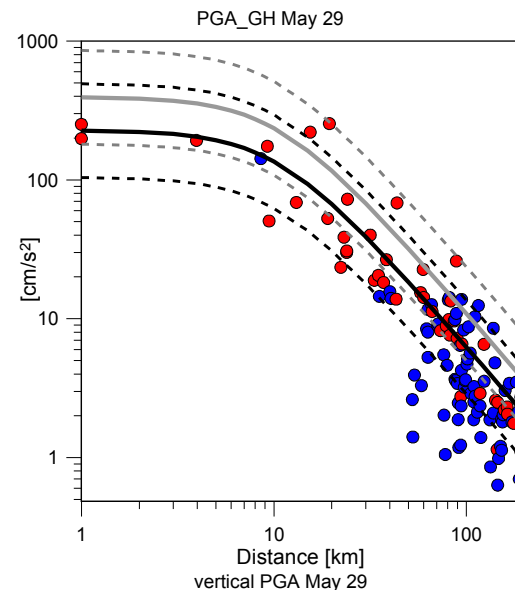
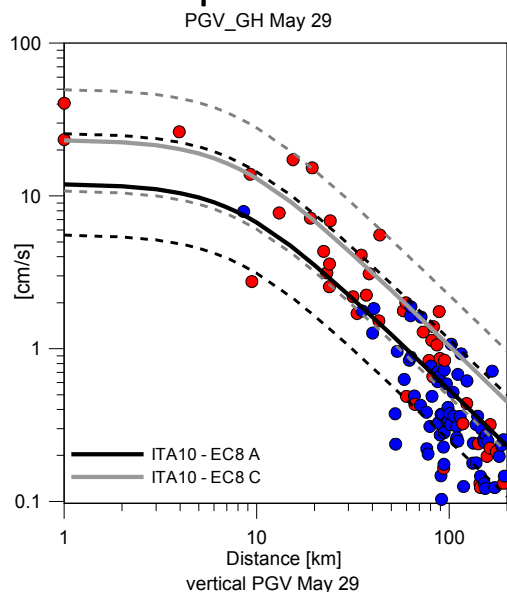


E lungo queste strutture si è effettivamente disposta la sismicità osservata durante la crisi sismica del 2012

Sismicità storica dell'area e dati strumentali della sequenza sismica

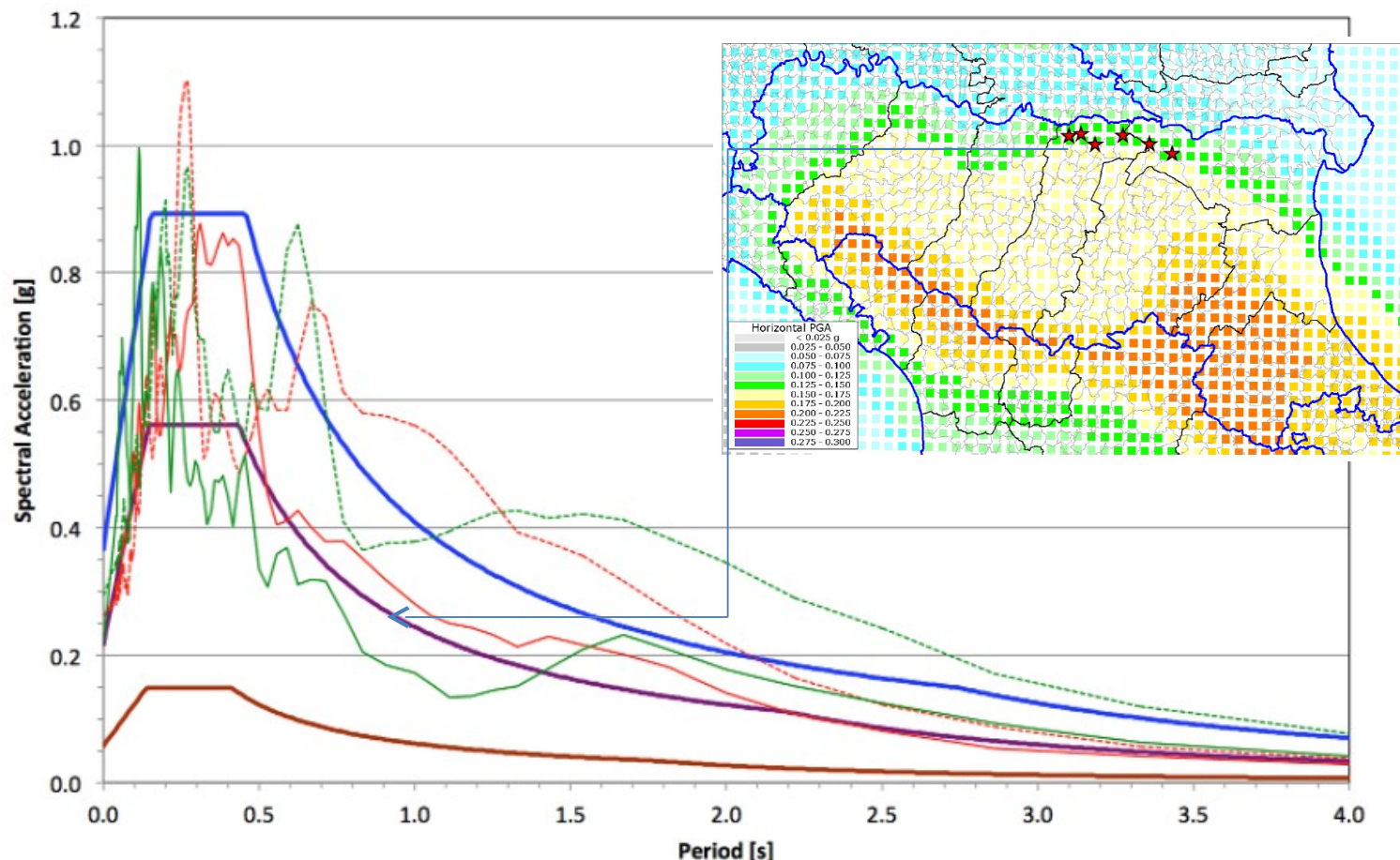
Ma spostandoci dalla macrosismica (e dal rischio) a qualcosa di più legato alla progettazione, cosa potevamo aspettarci in termini di spettri di risposta?

Complessivamente, per quanto riguarda i valori di picco in accelerazione e velocità (PGA e PGV), le relazioni di attenuazione più recenti avrebbero consentito delle previsioni ragionevoli (per quanto affette da marcate incertezze) di quanto effettivamente osservato





Me se l'analisi si sposta all'intera forma spettrale le cose cambiano in maniera significativa



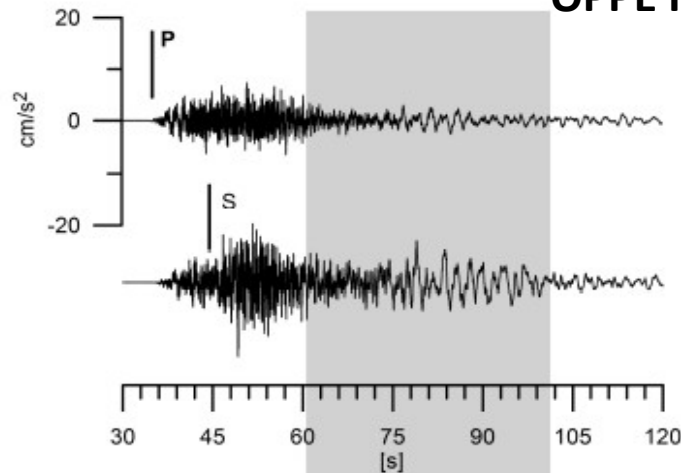
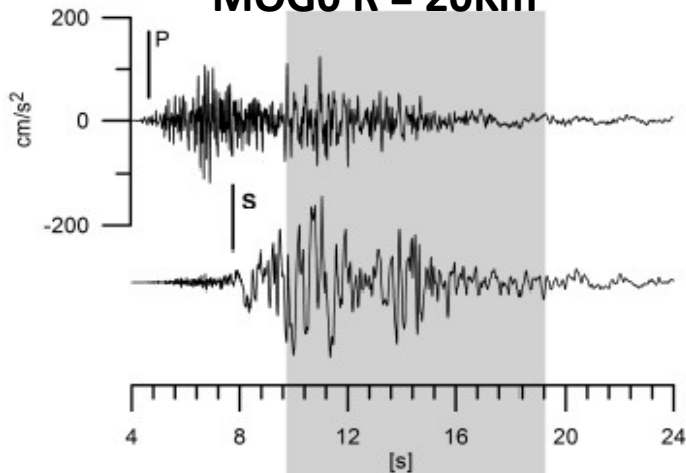
Il confronto fra gli spettri attesi e le osservazioni accelerometriche a Mirandola sembrano suggerire un comportamento “strano” rispetto alle attese

In effetti le osservazioni mostrano la presenza di fasi caratterizzate da lunghi periodi e parzialmente “inattese” per terremoti con queste caratteristiche

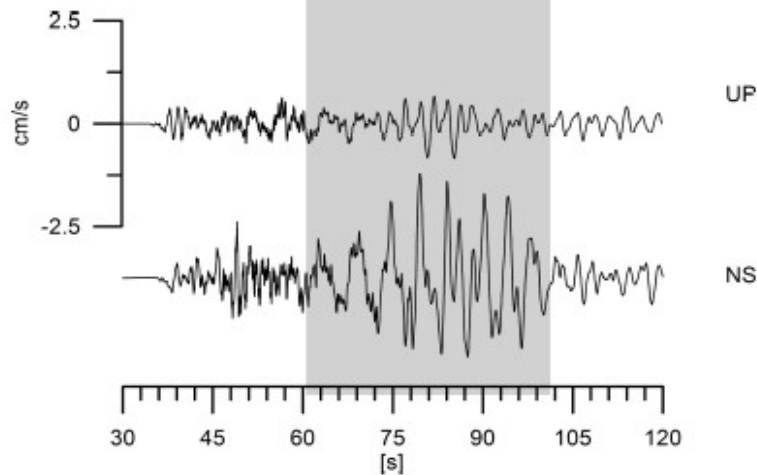
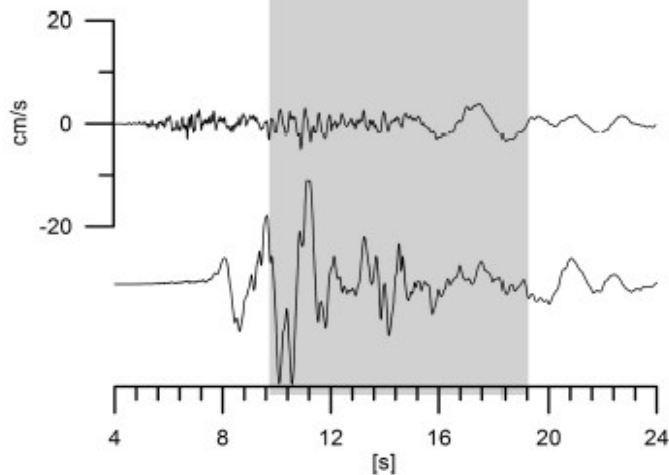
Acceleration

**MOG0 R = 20Km**

**OPPE R = 50 Km**



Velocity



(a)

(b)

**2012, May 29 - M 5.9**

from Luzi et al.2013, accepted to SRL



# Conclusioni

Si ripete spesso che i terremoti sono eventi inattesi e imprevedibili

Il problema è che questa affermazione (troppo spesso ripetuta) è **solo parzialmente vera** e **non** implica una nostra effettiva incapacità di fornire una forma di **previsione** (sempre **incerta** ma **affidabile**) su quanto può avvenire in un prossimo futuro

Lo studio della sismicità passata, dell'assetto geologico e delle caratteristiche lito-stratigrafiche dell'area colpita dal terremoto del 2012 ha mostrato che quanto è avvenuto è quello che effettivamente ci si poteva aspettare (e ci si aspettava) sulla base delle conoscenze disponibili **prima** del terremoto

Il problema della prevenzione **non** sta allora nell'impossibilità di valutare scenari **verosimili** per il futuro, quanto nella nostra effettiva capacità di “**assumerci il rischio**” dando corpo a scelte **consapevoli** e **lungimiranti**, mettendo in campo per tempo le risorse necessarie per fare fronte ai pericoli **attesi** e utilizzando le **previsioni disponibili per scelte di priorità**