



La microzonazione sismica: aspetti metodologici e implicazioni socio- politiche

Dario Albarello

Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente

dario.albarello@unisi.it



18 Febbraio 2017, Acquasanta terme (AP)

Uno degli obiettivi più importanti della ricerca sismologica è fornire informazioni riguardo ai futuri terremoti in modo da preparare le comunità locali (grandi o piccole che siano) a fronteggiarne gli effetti



Pescara del Tronto, 24 Agosto 2016 (circa 40 vittime)

Per ridurre gli effetti dei terremoti è necessario

- *adottare regole costruttive efficaci per i nuovi edifici*
- *pianificare e sostenere il miglioramento sismico degli edifici esistenti dando priorità alle situazioni più critiche*
- *sviluppare forme di pianificazione territoriale volte a ridurre il livello di esposizione nelle aree a maggiore pericolosità*
- *preparare piani di emergenza calibrati sulle specifiche caratteristiche delle singole aree interessate dal futuro terremoto*

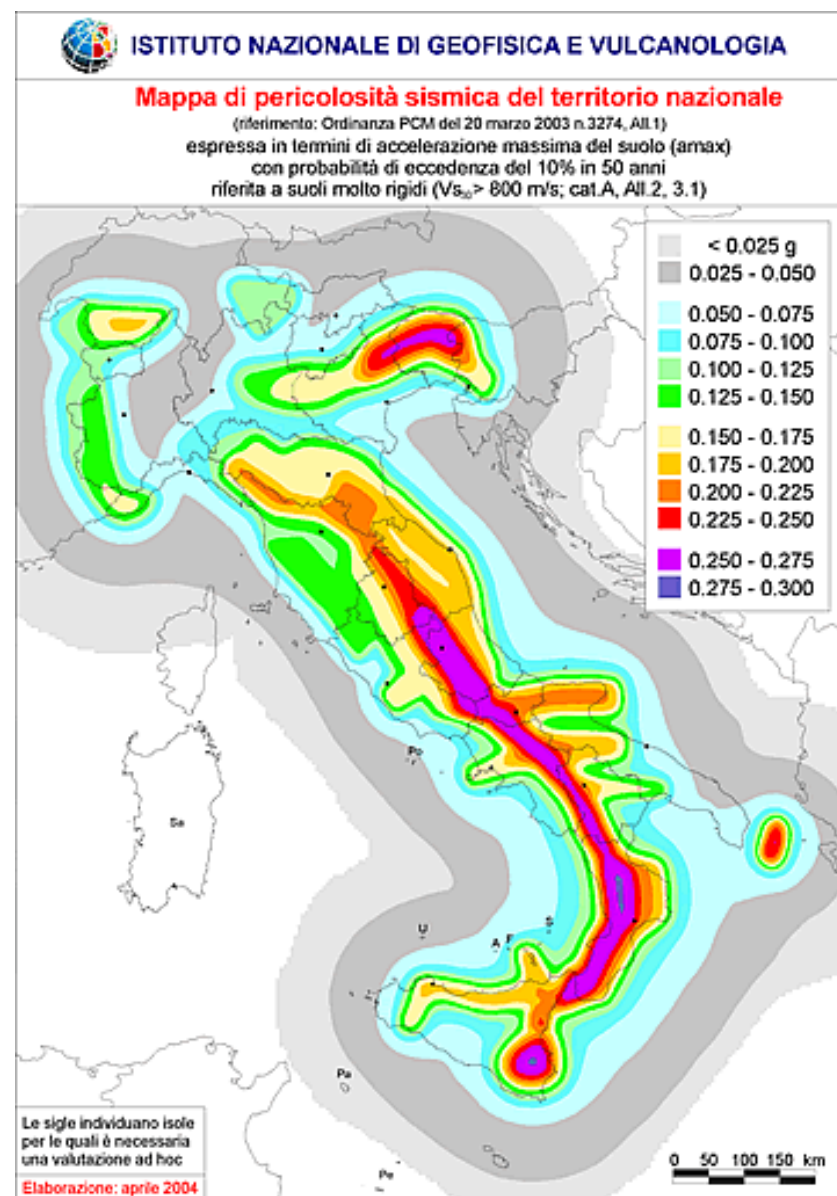
Tutte queste azioni sono **costose** (sia in termini di costi diretti che di mancati introiti) e richiedono **tempi lunghi** (anni o decine di anni) per la loro piena messa in opera

Perché tutto questo sia attuabile è necessario che le attività siano **sostenibili** e siano sviluppate con il pieno **consenso** delle popolazioni coinvolte, degli operatori economici che agiscono su quel territorio e delle autorità politiche che li amministrano

Questo implica che la determinazione e la gestione del rischio sismico non possono essere considerate solamente un **problema scientifico** e che le sue forti implicazioni **politiche e sociali** non debbano essere ignorate dagli scienziati e dai tecnici

In generale, la definizione della pericolosità sismica è condotta a scala 'nazionale' ed è sostanzialmente finalizzata alla progettazione

Questo tipo di stima tiene conto solo della distribuzione, geometria ed attività delle zone sismogeniche e delle modalità di propagazione a lungo raggio delle onde sismiche

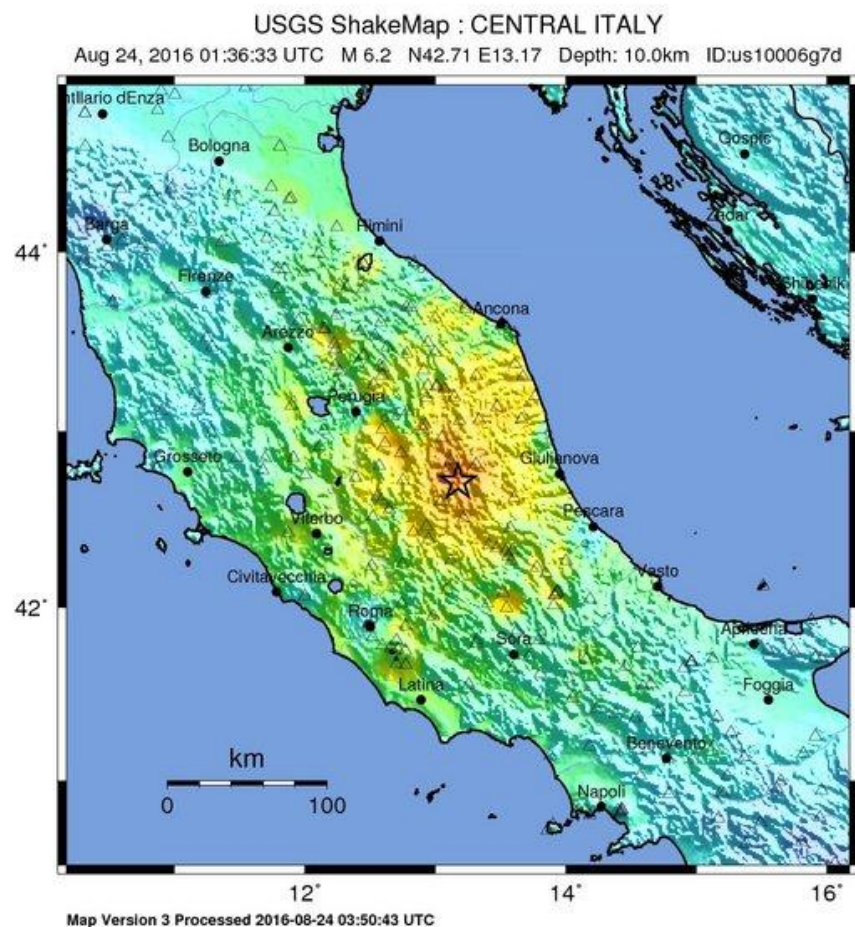


D'altro canto, la pericolosità sismica è intrinsecamente “locale” in quanto i terremoti sono **vissuti** alla scala della piccola comunità



Amatrice, 24 Agosto 2016 (circa 200 vittime)

Questo è particolarmente vero in paesi come l'Italia dove il tessuto antropico è essenzialmente costituito da una rete di insediamenti di piccole dimensioni e con una forte identità storica

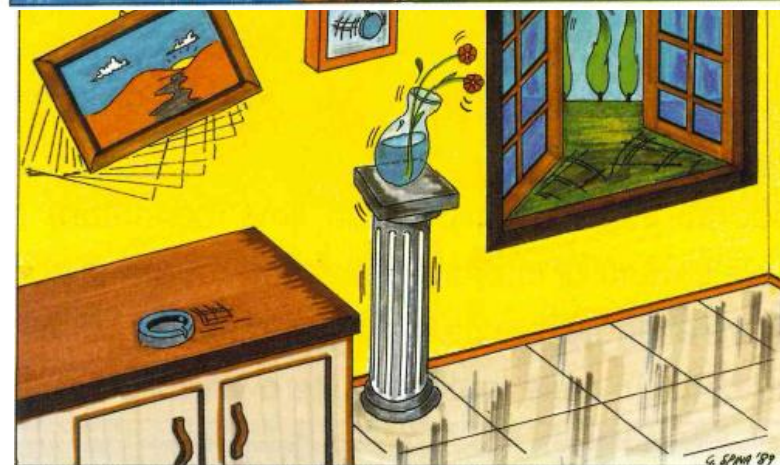
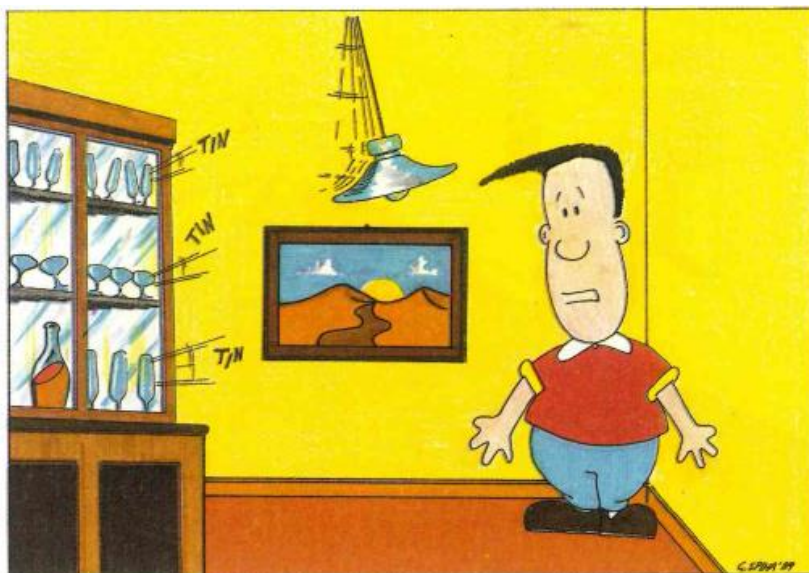


PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.06	0.2	0.8	2.0	4.8	12	29	70	>171
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.08	0.3	0.9	2.4	6.4	17	45	>120
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Faenza and Michelini, 2010, 2011

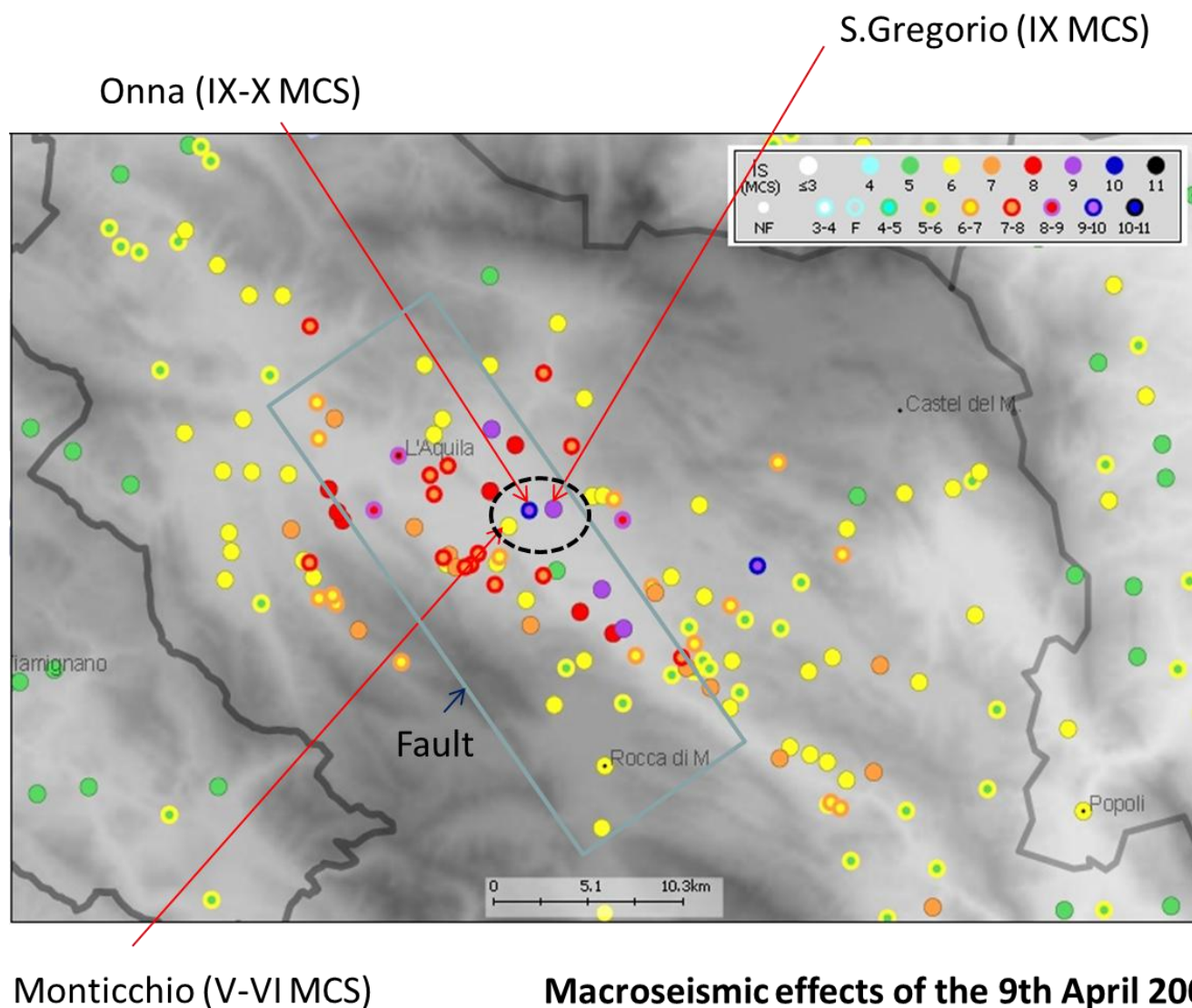
Questa percezione non dovrebbe essere ignorata dagli scienziati che, invece, tendono ad avere del terremoto una **visione globale** dell'evento sismico e questa può **ostacolare** una corretta comunicazione della pericolosità sismica alle popolazioni esposte ai futuri terremoti

La percezione condivisa del terremoto è più simile a quella offerta ad una lettura in **chiave macrosismica** dell'evento



dove il terremoto è descritto come uno **scenario** di effetti legato all'esperienza **individuale** e di **comunità**

Ed è proprio questa lettura del terremoto a mettere in maggiore evidenza il carattere intrinsecamente **“locale”** della pericolosità sismica, anche dal punto di vista dell’osservazione scientifica



Macroseismic effects of the 9th April 2009 L'Aquila mainshock (Central Italy)



S. Gregorio (IX MCS)



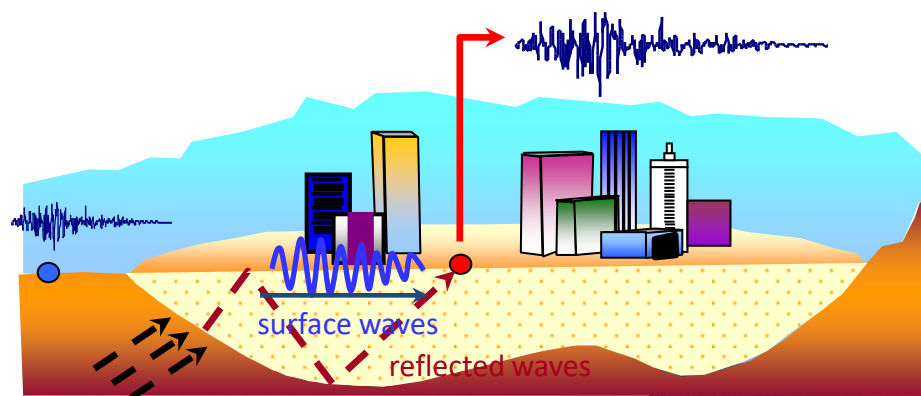
Poca differenza nel livello di vulnerabilità e forti differenze negli effetti

E' noto come questi effetti siano legati alla presenza di condizioni geomorfologiche e sismostratigrafiche che generano forme transienti di interferenza costruttiva nei terreni **stabili** o deformazioni permanenti (frane, liquefazioni, fagliazione superficiale) nei terreni **instabili**

Questi fenomeni sono generati da strutture geologiche caratterizzate da dimensioni dell'ordine di grandezza delle lunghezze d'onda corrispondenti a frequenze di vibrazione responsabili dei fenomeni di risonanza nel costruito

*Per valori di V_s dell'ordine di qualche centinaio di m/s (che sono tipiche del primo sottosuolo) e periodi propri delle strutture dell'ordine del secondo, le caratteristiche morfologiche e sismostratigrafiche di maggiore interesse sono dell'ordine delle **centinaia di metri***

Quindi, al contrario degli effetti di sorgente e propagazione a lungo raggio (che coinvolgono scale temporali e volumi assai difficilmente caratterizzabili), questi effetti si sviluppano all'interno di configurazioni di sottosuolo accessibili all'esplorazione: si tratta quindi di effetti in buona misura **prevedibili** all'interno di modelli quantitativi falsificabili sperimentalmente



E' quindi necessario che la stima della pericolosità sismica si definisca su una grande quantità di insediamenti di piccole dimensioni (migliaia di abitanti) e piccolo città (dell'ordine dei centomila abitanti) che caratterizzano il paesaggio antropico dell'Italia (e di molta parte dell'Europa)



L'unità politico amministrativa (e sociale) è quella della **municipalità** (circa 8100 in Italia): è a questa scala che le azioni di prevenzione possono essere effettivamente gestite con il coinvolgimento diretto delle popolazioni residenti

Va messo in chiara evidenza come questa stima “locale” della pericolosità sismica (la **microzonazione sismica**) è diversa dalle analisi di **risposta sismica locale** richieste per la progettazione (p.es., NTC08)

1. *La Microzonazione Sismica ha carattere **estensivo** in quanto ha come obiettivo la caratterizzazione della pericolosità relativa ad aree vaste (laddove la risposta sismica locale è **intensiva** in quanto focalizzata sul singolo manufatto)*
2. *La Microzonazione Sismica è uno strumento di **pianificazione territoriale e dell'emergenza** e non ha come obiettivo (almeno non prioritariamente) il supporto alla progettazione del singolo edificio*

Quindi la Microzonazione Sismica richiede lo sviluppo di specifici approcci che ne garantiscano l'effettiva applicabilità e l'efficacia rispetto agli obiettivi

In particolare, questi approcci devono essere:

1. *economicamente sostenibili (perché devono essere applicati su aree vaste)*
2. *applicabili da parte di professionisti ed tecnici pubblici*
3. *efficaci dal punto di vista tecnico (gli effetti attesi devono essere sufficientemente caratterizzati dalle tecniche di indagine e modellazione)*
4. *modulati in modo da fornire risultati utili per la definizione del rischio ed effettivamente applicabili dalle autorità locali per la gestione del loro territorio*

Sulla base di queste esigenze, è stato varato un vasto programma di attività che non ha paragoni a livello internazionale. Questo programma ha alcuni elementi essenziali

1. *Vengono identificati i **Comuni** come autorità responsabili della gestione amministrativa delle attività di microzonazione sismica e delle sue applicazioni e i **professionisti** (geologi, ingegneri, ecc.) come responsabili della attività tecnica*
2. *Viene lanciato un programma multi-annuale (7 a) con un finanziamento complessivo di circa 10^9 € (inclusivo delle attività di miglioramento sismico) per co-finanziare le attività attraverso le Regioni di appartenenza*

Questi fondi sono erogati a condizione che le stesse Autorità Regionali provvedano all'implementazione della microzonazione nella normativa urbanistica

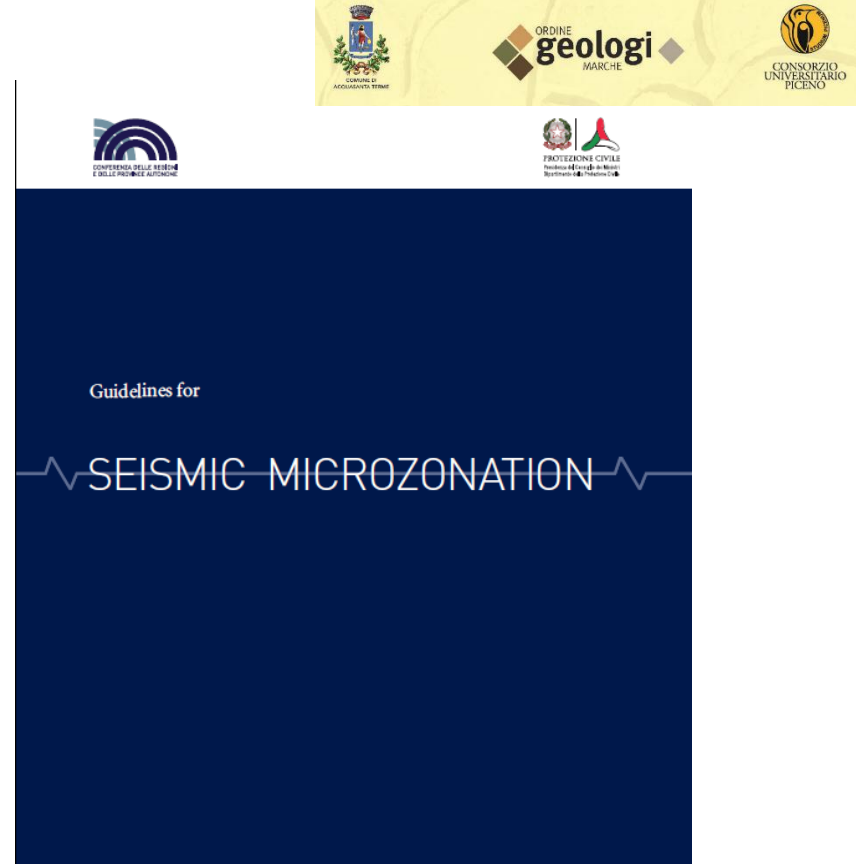
3. *Vengono identificati alcuni soggetti tecnici di alto livello (Istituzioni Accademiche e di Ricerca) che si coordinano nell'ambito di un **Centro per la Microzonazione Sismica e le sue Applicazioni**. Questi sono responsabili delle attività di formazione per i professionisti incaricati e di assistenza tecnica per le Autorità Regionali che gestiscono e controllano gli studi*



4. *Vengono definite delle linee guida per la redazione degli studi che sono condivise a scala nazionale ma vengono implementate dalla singole autorità regionali*

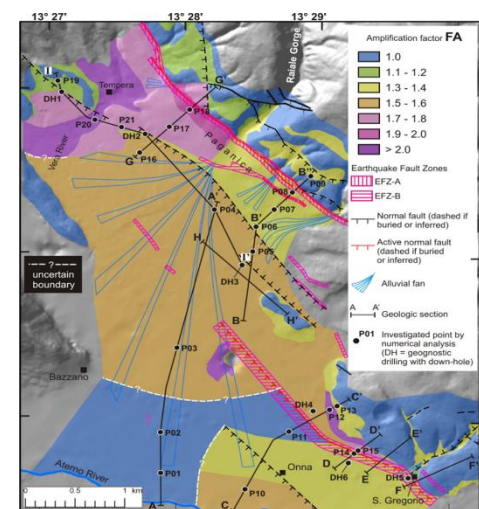
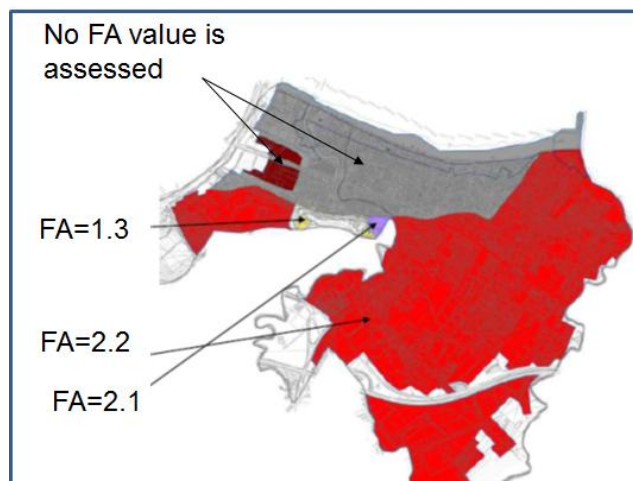
Queste linee guida costituiscono l'elemento tecnico di base e sono il risultato di un accordo generale fra le Autorità nazionali (il Dipartimento delle Protezione Civile) e Regionali, la comunità scientifica (Centri di Ricerca e Università) e le associazioni professionali implicate (Geologi, Ingegneri ed Architetti)

Nella loro prima versione furono rilasciate nel 2008 e poi integrate nel 2010 e nel 2011 da modifiche frutto delle recenti esperienze (L'Aquila 2009, Emilia-Romagna 2012)
Si tratta di line-guida che vengono implementate in forma potenzialmente diversa nelle diverse Regioni

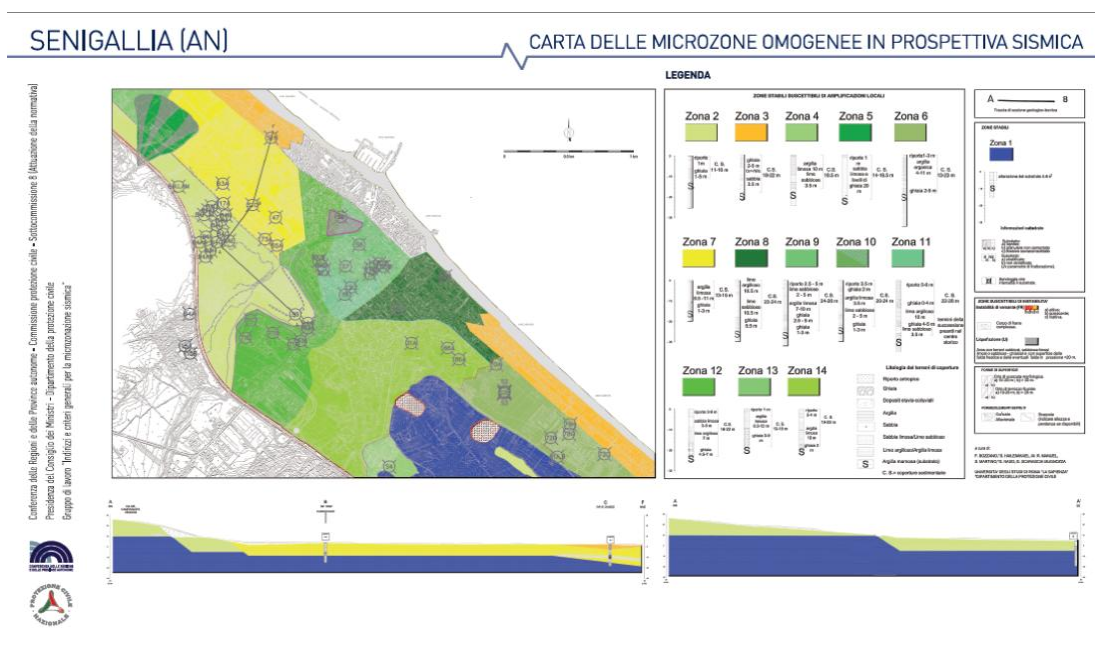


L'elemento chiave delle linee guida è il carattere progressivo delle attività necessarie alla definizione della pericolosità locale

In particolare, in funzione dei diversi contesti, obiettivi e risorse disponibili, vengono definiti **tre livelli di approfondimento** caratterizzati da crescenti complessità ed impegno economico, prevedendo per ciascun livello specifici risultati caratterizzati da modalità di implementazione differenziate e regolate dalle Autorità Regionali

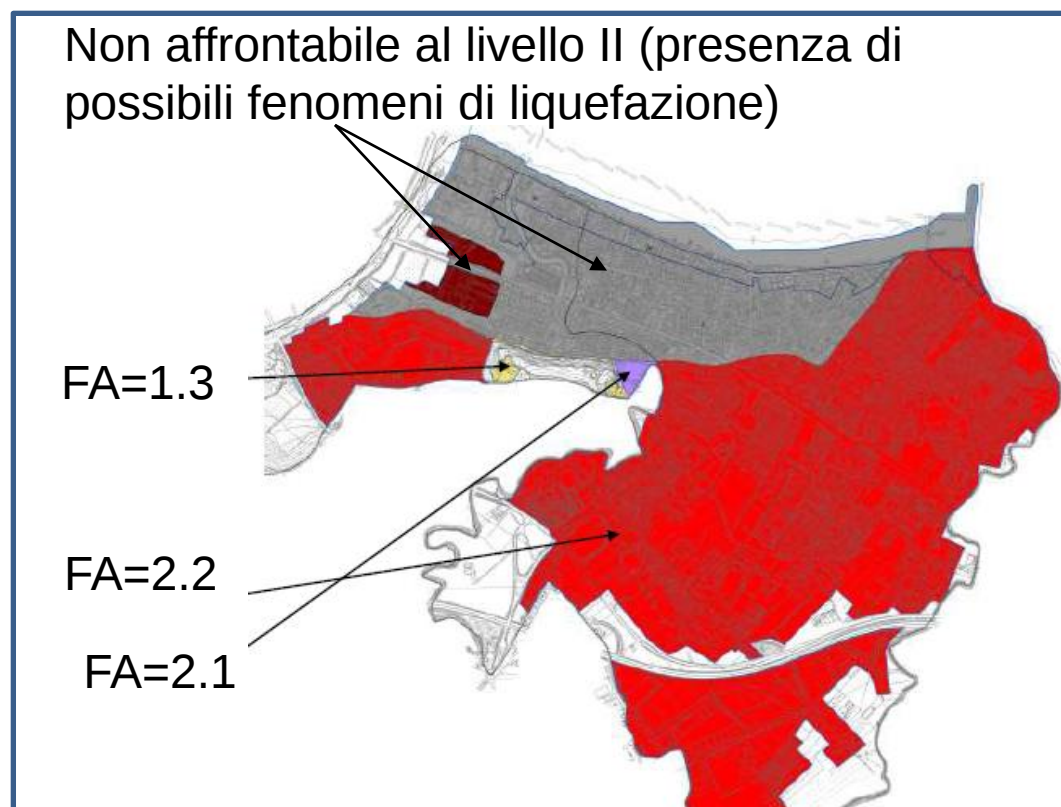


Uno degli esiti del primo livello è la costruzione di una base dati georeferenziata che raccoglie e caratterizza le informazioni disponibili

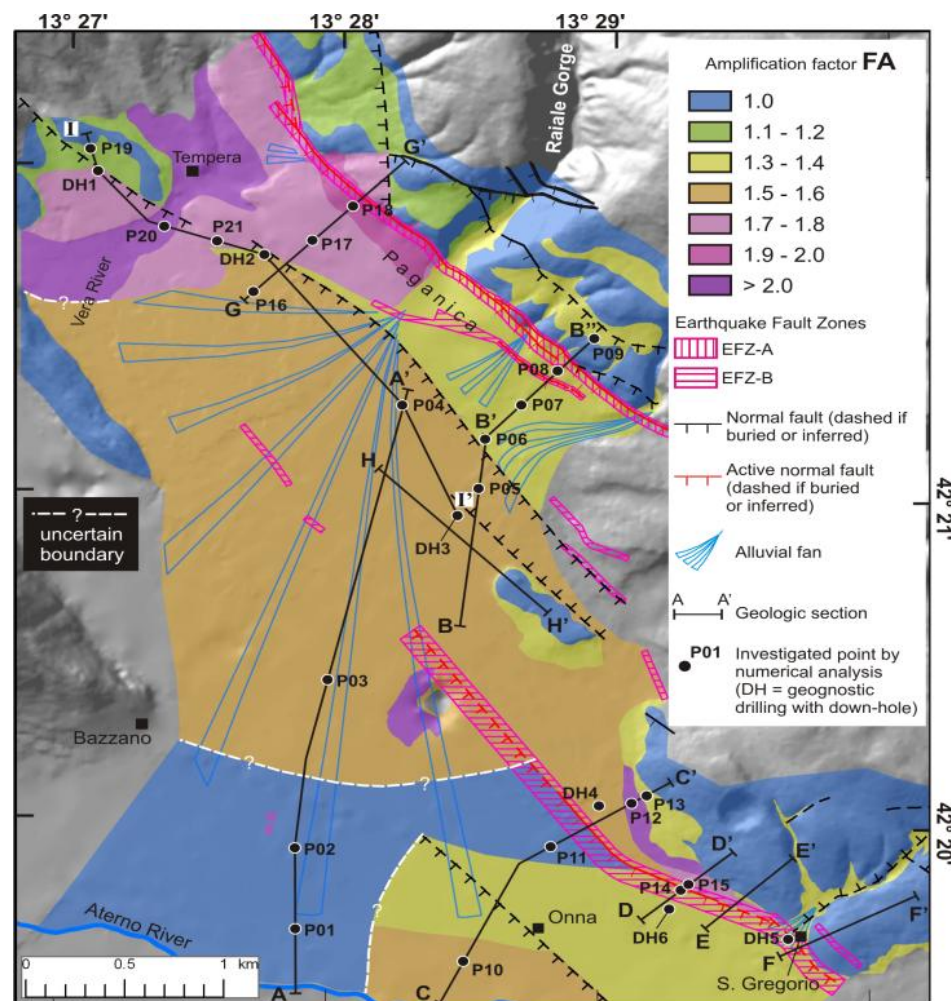


Il **Secondo livello**, dota la carta di primo livello di elementi quantitativi (fattori di amplificazione) relativamente ai soli fenomeni di amplificazione lito-stratigrafica 1D. Queste stime vengono condotte a partire da misure geofisiche di superficie a basso costo e adottando modelli semplificati. Di fatto queste analisi riguardano solo le parti del territorio dove questi approcci sono effettivamente applicabili

L'esito di questa carta è una differenziazione del livello di pericolosità sismica che caratterizza le diverse parti del territorio soggette a fenomeni di amplificazione stratigrafica



Terzo livello, si occupa di tutte le aree dove i metodi di secondo livello sono inapplicabili (per esempio in presenza di marcate variazioni laterali di impedenza sismica) e dove sono attesi fenomeni di **instabilità** o di **deformazioni** permanenti del suolo (frane e liquefazione)
Prevede specifiche e costose analisi che però vengono applicate a porzioni relativamente piccole del territorio



Esito di questa carta è la definizione di indici di pericolosità alle instabilità (frane, liquefazioni) e la stima di fattori di amplificazione nelle aree soggette ad affetti 2D

E' oggi in discussione (soprattutto in merito alle attività di ricostruzione post-sisma) un'applicazione della Microzonazione Sismica di Livello III **estesa all'intero areale**

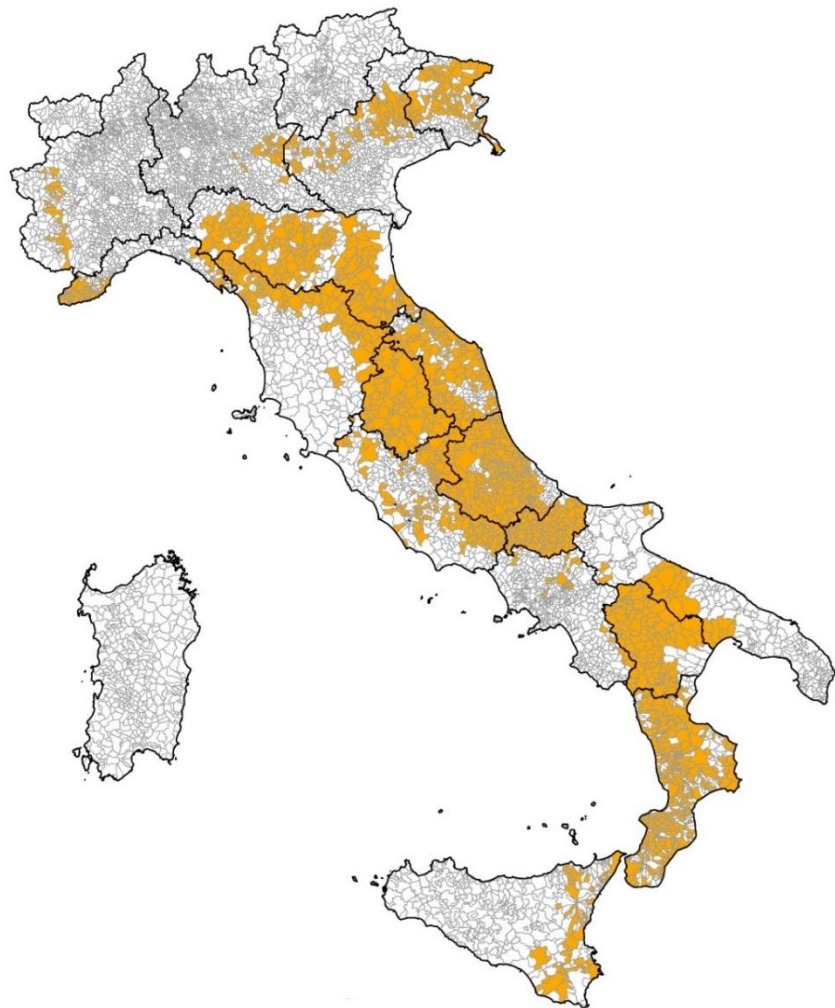
In questo caso, verrebbero utilizzate in maniera estensiva procedure di modellazione numerica (1D-2D) per fornire Spettri di Risposta Elastici validi per l'intero territorio (con l'esclusione delle zone instabili)

La principale differenza rispetto agli studi di risposta sismica locale, sarebbe l'implementazione di un livello di variabilità dei parametri (profilo di Vs, curve di decadimento) all'interno di areali cui le stime si riferiscono

Scopo di questo genere di analisi sarebbe quello di fornire indicazioni direttamente utilizzabili per la progettazione

Si tratterebbe comunque di spettri di risposta validi arealmente che andrebbero comunque confrontati con quelli previsti dalle Norme NTC08 in un'ottica conservativa

Nei 7 anni di attività del piano (2010-2016), a partire dalle valutazioni di pericolosità di riferimento, sono state preliminarmente identificate come prioritarie 3896 municipalità (PGA caratterizzata da una probabilità di eccedenza del 10% in 50 a $\geq 0.125g$)



Al 1 Settembre 2016)

2097 studi erano stati pianificati

1115 sono stati completati

982 sono in corso di completamento

La grande maggioranza è costituita da studi di livello I

Ma al di là di questi numeri (che sono anche funzione delle diverse capacità gestionali delle diverse amministrazioni) ci sono importanti risultati meno evidenti che pure sono stati raggiunti

- 1. Un grande numero di professionisti, tecnici e amministrazioni locali (dell'ordine diverse migliaia) è stato coinvolto direttamente nelle attività di microzonazione sismica contribuendo alla generale consapevolezza delle popolazioni circa il livello di pericolosità che caratterizza il loro territorio*
- 2. Molte centinaia di professionisti (per la maggior parte geologi) e volontari sono stati formati riguardo alla microzonazione sismica e alla definizione della pericolosità sismica*

Questo corpo di cittadino e tecnici rappresentano un presidio territoriale diffuso che risulterà utile nel sostegno delle attività di prevenzione e riduzione del rischio sismico

3. *E' stato definito e messo alla prova un protocollo metodologico coerente (Linee Guida per la Microzonazione Sismica). Sono state sviluppate nuove procedure di indagine e, soprattutto, sono state ampiamente disseminate.*

Questo è il risultato di una stretta collaborazione fra tecnici accademici e non accademici che ha permesso un incontro assai fruttuoso fra conoscenze scientifiche avanzate e istanze applicative: sia la ricerca che la pratica professionale ed istituzionale traggono grandi vantaggi da questo sforzo metodologico

4. *Un elemento chiave dell'approccio adottato è stato la sua **gradualità**. Questo ha garantito la sua vasta applicabilità ma ha anche fatto in modo che solo il primo livello e marginalmente il secondo sono stato effettivamente sviluppati*

Questo potrebbe essere considerato poco soddisfacente a causa del carattere semi-qualitativo di questo tipo di microzonazione

Tuttavia bisognerebbe porsi il problema: cosa è meglio? Avere a disposizione una conoscenza di dettaglio su poche località o disporre di stime grossolane ma efficaci su centinaia di località? Quale di queste due opzioni è quella più efficace?

5. *Questi studi hanno permesso la raccolta di una enorme quantità di informazioni standardizzate che erano disperse in una miriade di archivi locali pubblici e privati*

L'implementazione di questi dati all'interno di una base dati geografica (come richiesto dalla microzonazione di livello I) che deve essere trasmessa al Dipartimento della Protezione Civile per una fase di controllo, sta permettendo la definizione di un grande magazzino di informazioni georeferenziate di tipo geologico, geofisico e geotecnico che rappresenta una risorsa di grande importanza per studi futuri

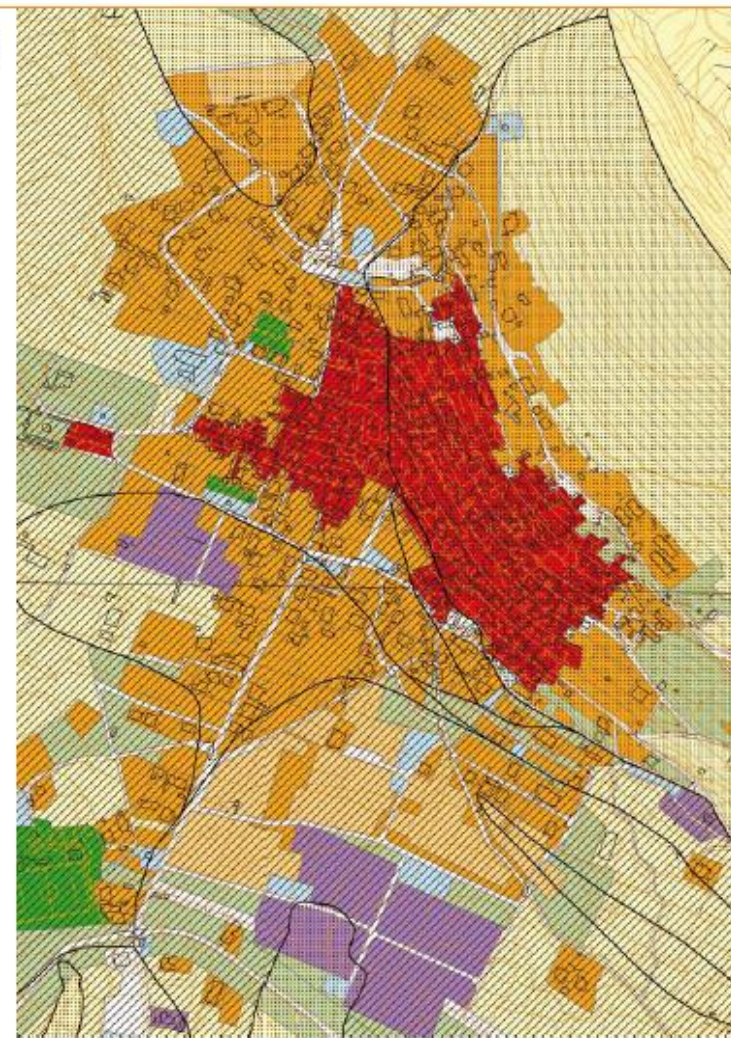
Il problema che ora si pone riguarda l'implementazione di queste carte come elemento informativo addizionale per la pianificazione territoriale del Comune interessato

Le modalità di implementazione dei diversi livelli di microzonazione rappresentano uno snodo cruciale dell'intera procedura

Questo snodo ha carattere **essenzialmente politico** ed è stato risolto (parzialmente) solo da poche amministrazioni regionali

BARISCIANO

Figura 2.3 - Barisciano: capoluogo. Sovrapposizione microzonazione sismica e zone territoriali omogeneizzate dello strumento urbanistico vigente.



La possibile implementazione di questi studi riguarda diversi ambiti

- 1. Identificazione delle aree di intervento prioritario per la riduzione del livello di vulnerabilità degli edifici strategici o nell'edilizia privata*
- 2. Perimetrazione di eventuali zone di esclusione in fase di pianificazione territoriale*
- 3. Sviluppo di piani di emergenza*
- 4. Definizione di priorità ed entità dei controlli da parte delle Autorità (Geni Civili) sui nuovi progetti*
- 5. Vincoli alle modalità di valutazione dei carichi sismici in fase di progettazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (p.es., imponendo studi di risposta sismica locale 1D-2D per la progettazione in zone ad alta pericolosità)*

Come si vede riguardano competenze che fanno capo ad autorità differenti che operano a scale diverse e questo non semplifica (politicamente) il problema

In conclusione

Le comunità tecniche e scientifiche italiane hanno sviluppato un approccio integrato e sostenibile alla pericolosità sismica che implica il diretto coinvolgimento delle Autorità locali e di tecnici opportunamente preparati che operano permanentemente nel territorio

Questo approccio ha un numero di applicazioni (di tipo tecnologico, pedagogico e politico) e la sua efficacia potenziale dipenderà anche dalla capacità delle piccole comunità di promuovere e sostenere azioni preventive avvantaggiandosi delle conoscenze e competenze tecniche maturate durante le attività di microzonazione

Senza questo approccio «dal basso» (bottom up) che coinvolge direttamente le comunità locali sarà difficile in futuro superare le difficoltà relative all'implementazione di una efficace politica di riduzione del rischio sismico e fronteggiare così futuri eventi potenzialmente disastrosi