



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

# Elementi di geofisica per la Protezione Civile

Introduzione

Giovanni Costa - [costa@units.it](mailto:costa@units.it)

## Attività - Protezione Civile Nazionale

*Previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, gestione e superamento dell'emergenza* sono le attività di protezione civile individuate dalla Legge n. 225 del 1992, istitutiva del Servizio Nazionale, richiamate poi dall'art. 2 del Codice della Protezione Civile del 2018.

Obiettivi principali di queste attività sono la *tutela della vita, dei beni, degli insediamenti, degli animali e dell'ambiente dai danni o dal pericolo di danni causati da calamità naturali o dall'attività dell'uomo*.

Questa rete di competenze trova il suo punto di raccordo nelle funzioni di indirizzo e coordinamento affidate al Presidente del Consiglio dei Ministri, che le esercita avvalendosi del Dipartimento della Protezione Civile.

**Previsione – Prevenzione – Emergenza – Superamento emergenza**



## Previsione

Le attività di previsione giocano un ruolo fondamentale sia per l'**allertamento** del Servizio Nazionale, sia per la **pianificazione di protezione civile**.

Sono svolte con il concorso di *soggetti scientifici, tecnici e amministrativi* competenti con l'obiettivo di identificare e studiare gli scenari di rischio e, quando possibile, di preannunciare, monitorare, sorvegliare e vigilare gli eventi e i livelli di rischio attesi.



## Prevenzione

La prevenzione consiste nell'insieme delle attività, strutturali e non strutturali – svolte anche in forma integrata – mirate a evitare o a ridurre i possibili danni in caso di calamità.

La **prevenzione non strutturale** di protezione civile comprende le attività di allertamento del Servizio Nazionale finalizzate a preannunciare, se possibile, e a monitorare gli eventi e l'evoluzione degli scenari di rischio; la pianificazione di protezione civile; *la formazione degli operatori del Sistema*.

Sono importanti attività di prevenzione non strutturale anche *l'informazione alla popolazione, la diffusione della conoscenza e della cultura della protezione civile*, l'applicazione e l'aggiornamento della normativa di settore, la promozione e l'organizzazione di esercitazioni a ogni livello territoriale.

Le attività di **prevenzione strutturale** di protezione civile prevedono, invece: la partecipazione alla stesura di linee di indirizzo e alla programmazione di interventi per la mitigazione dei rischi; la realizzazione di interventi per la mitigazione dei rischi in caso di emergenza.



## Emergenza

La gestione dell'emergenza comprende le misure e gli interventi messi in campo per **assicurare il soccorso e l'assistenza alle comunità colpite da una calamità** e agli animali. Comprende inoltre la realizzazione di interventi urgenti, il ricorso a procedure semplificate e le attività di informazione alla popolazione.

Per le **emergenze di rilievo nazionale**, il Consiglio dei Ministri delibera lo stato di emergenza su proposta del Presidente del Consiglio, acquisita l'intesa della Regione o della Provincia Autonoma interessata. Lo stato di emergenza può essere dichiarato al verificarsi o nell'imminenza di calamità naturali o eventi connessi all'attività dell'uomo sul territorio nazionale, ma anche in caso di gravi eventi all'estero nei quali la protezione civile italiana partecipa direttamente.

Per assicurare l'impiego tempestivo di forze e risorse, anche prima della delibera dello stato di emergenza, il Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Capo del Dipartimento della Protezione Civile e su richiesta della Regione o Provincia Autonoma interessata, può decretare lo stato di mobilitazione del Servizio Nazionale. La mobilitazione straordinaria, coordinata dal Dipartimento, supporta i sistemi regionali attraverso il coinvolgimento delle colonne mobili di altre Regioni e Province Autonome, del volontariato organizzato di protezione civile e delle strutture operative nazionali.

## Superamento emergenza



Oltre alla gestione dell'emergenza, il Servizio Nazionale della Protezione Civile ha anche il compito di **favorire il ritorno alle normali condizioni di vita e di lavoro delle comunità colpite** dalla calamità.

Quest'obiettivo si realizza attraverso il ripristino dei servizi essenziali, la riduzione del rischio residuo nelle aree interessate, la ricognizione dei danni subiti dalle realtà economiche e produttive, dai beni culturali, dal patrimonio edilizio, dalle strutture e infrastrutture pubbliche e private con la conseguente adozione delle prime misure necessarie a fronteggiarli.

## Comunità scientifica e Protezione Civile

In Italia la protezione civile è organizzata in Servizio Nazionale, un sistema integrato che comprende tutte le **forze messe in campo dallo Stato**.

L'articolo 13 del Decreto Legislativo n.1 del 2 gennaio 2018 individua come Strutture operative del Servizio Nazionale:

- il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, quale componente fondamentale della protezione civile
- le Forze Armate
- le Forze di Polizia
- gli **Enti e Istituti di ricerca** di rilievo nazionale con finalità di protezione civile, anche organizzati come Centri di Competenza

## Comunità scientifica e Protezione Civile

- l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e il Consiglio Nazionale delle Ricerche
- le strutture del Servizio Sanitario Nazionale
- il volontariato organizzato di protezione civile iscritto nell'Elenco nazionale del volontariato di protezione civile
- l'Associazione della Croce Rossa Italiana e il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico
- il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
- le strutture preposte alla gestione dei servizi meteorologici a livello nazionale
- Sempre l'art. 13 del Codice individua i soggetti che concorrono alle attività di protezione civile: ordini e collegi professionali (con i rispettivi Consigli nazionali), **enti, istituti**, agenzie nazionali, aziende, società e altre organizzazioni pubbliche o private che svolgono funzioni di protezione civile.



## Protezione Civile

- Rischio sanitario.
- Rischio incendi boschivi.
- Rischio vulcanico.
- Rischio maremoto.
- Rischio meteo-idro.
- Rischio nucleare.
- Rischio sismico.
- Rischio industriale di incidente rilevante.



## Protezione Civile

Negli anni, la competenza in materia di protezione civile è progressivamente passata dallo Stato ai governi regionali e alle autonomie locali. Le tappe principali di questo processo sono state il Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e la modifica del Titolo V della Costituzione con la Legge Costituzionale n. 3 del 18 ottobre 2001. Con quest'ultima legge la protezione civile è divenuta materia di legislazione concorrente, per cui, salvo che per la determinazione dei principi fondamentali, il potere legislativo spetta ai governi regionali. Ogni Regione si è organizzata con un proprio sistema di protezione civile.

È compito delle Componenti di protezione civile, ai vari livelli, ***approfondire la conoscenza dei rischi*** e individuare gli interventi utili a ridurre la probabilità che si verifichino eventi disastrosi o a limitare il possibile danno. Tra queste azioni sono fondamentali l'informazione alla popolazione e la comunicazione dei comportamenti da adottare in relazione ai rischi del territorio.

## Rischio sismico - Previsione

Oggi la scienza non è ancora in grado di prevedere il tempo ed il luogo esatti in cui avverrà il prossimo terremoto. L'unica previsione possibile è di tipo statistico, basata sulla conoscenza della sismicità che ha storicamente interessato il nostro territorio e quindi sulla ricorrenza dei terremoti.

Sappiamo quali sono le aree del nostro Paese interessate da una elevata sismicità, per frequenza ed intensità dei terremoti, e quindi dove è più probabile che si verifichi un evento sismico di forte intensità, ma non è possibile stabilire con esattezza il momento in cui si verificherà.

La **previsione di tipo probabilistico** consente di individuare le aree pericolose e di classificarle in funzione della probabilità che si verifichino forti terremoti e della frequenza con cui ce li possiamo aspettare. Per definire con maggiore precisione l'intervallo di tempo in cui in un dato luogo ci si può aspettare con maggiore probabilità un terremoto, occorrerebbe conoscere quanta energia si è accumulata nella struttura sismogenetica che può scatenare un terremoto in quel luogo e il modo in cui si libererà l'energia, cioè se un po' per volta con molte scosse di bassa magnitudo, oppure con pochi eventi molto forti. Ma anche attraverso lo studio approfondito delle strutture sismogenetiche non saremmo in grado di stabilire il momento esatto in cui avverrà il prossimo terremoto.

Negli ultimi anni la scienza ha fatto notevoli progressi nello studio dei **precursori sismici**, ovvero di quei parametri chimici e fisici del suolo e del sottosuolo che subiscono variazioni osservabili prima del verificarsi di un terremoto. In futuro lo studio sistematico di questi precursori potrebbe consentire di fissare l'istante iniziale del terremoto, anche se si dovranno evitare falsi allarmi, che potrebbero risultare ancora più dannosi.

## Rischio sismico - Prevenzione

Il Dipartimento elabora i criteri e le metodologie per la valutazione e la riduzione del rischio sismico, sviluppa le competenze tecnico-scientifiche per la previsione dell'impatto del terremoto sul territorio e opera per l'ottimizzazione degli interventi in condizioni di emergenza e di ricostruzione post-sisma.

Inoltre, formula indirizzi in ordine alla classificazione sismica e alla normativa per le costruzioni in zona sismica, dà supporto tecnico ed assistenza alle altre amministrazioni centrali e periferiche dello Stato e **monitora il territorio per determinare rapidamente le caratteristiche e gli effetti dei terremoti**. Promuove e realizza iniziative di sensibilizzazione sui temi del rischio sismico e della prevenzione, come ad esempio la mostra itinerante **Terremoti d'Italia**.

Questi compiti vengono svolti con il **supporto scientifico e operativo dei centri di competenza per il rischio sismico**: Ingv - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, per gli aspetti sismologici, ReLUIS - Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e Eucentre - Centro Europeo per la formazione e la ricerca in ingegneria sismica, per gli aspetti ingegneristici.

Un'efficace strategia di mitigazione del rischio sismico richiede un costante impegno per migliorare le conoscenze sulle cause del fenomeno, approfondire gli studi sul comportamento delle strutture sottoposte alle azioni sismiche e migliorare gli interventi in emergenza.

Il rischio sismico, infatti, oltre che al verificarsi del fenomeno fisico, è indissolubilmente legato alla presenza dell'uomo. Poiché non è possibile prevedere il verificarsi dei terremoti, l'unica strategia applicabile è quella di limitare gli effetti del fenomeno sull'ambiente antropizzato, attuando adeguate politiche di prevenzione e riduzione del rischio sismico.

## Rischio sismico – Scenari di danno

Dopo un evento sismico, le prime informazioni necessarie per le **attività di immediato intervento sono la dimensione, l'estensione e la localizzazione dei danni.**

Per questo sono indispensabili strumenti di valutazione costruiti sulla base di simulazioni di scenari di danno che consentano di pianificare e gestire il pronto intervento in tempo reale, prima ancora dei sopralluoghi. A questi strumenti devono essere associate attività di valutazione speditiva dei danni, per consolidare le analisi preliminari e le proiezioni realizzate sulla base dei primi dati strumentali registrati dalla rete sismica di monitoraggio. In caso di terremoti al di sopra della soglia del danno viene eseguito un rilievo macrosismico speditivo con finalità di indirizzo e coordinamento dei soccorsi e delle risorse in fase di emergenza. Il rilievo consiste nell'osservazione del livello di danneggiamento e della sua distribuzione nelle diverse località colpite attribuendo a ciascuna di esse un valore di intensità macrosismica espresso in gradi della scala Mercalli Cancani Sieberg (MCS).

**Nelle prime ore successive a un terremoto, è di fondamentale importanza conoscere quanto prima le dimensioni dell'evento e il suo impatto sul territorio e sulla popolazione per poter dimensionare i soccorsi e organizzarli adeguatamente.**

Il Dipartimento dispone di un sistema informativo territoriale (Gis) in grado di generare in tempo semi-reale uno scenario di simulazione delle conseguenze dell'evento sismico. In caso di terremoto di magnitudo significativa, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia trasmette al Dipartimento i **parametri focali (magnitudo e coordinate)** dell'evento. Viene immediatamente attivata una procedura automatica per la generazione di un rapporto che viene messo a disposizione della Protezione Civile entro 10 minuti dall'evento. Il rapporto contiene **dati, mappe e informazioni** relativi a tutti i comuni compresi in un raggio di 100 km intorno all'epicentro e in particolare:

- **descrizione del territorio** (aspetti antropici, fisici e amministrativi; caratteristiche degli edifici e delle infrastrutture; reti di monitoraggio sismico)
- **pericolosità** (zone sismogenetiche, terremoti storici, isosiste e piani quotati, attenuazione del moto del terreno)
- **vulnerabilità** (patrimonio edilizio, scuole, ospedali, rete stradale e ferroviaria)
- **esposizione** (caratteristiche e distribuzione della popolazione residente in ciascuna sezione censuaria)
- **valutazione preliminare dei danni e delle perdite** (abitazioni danneggiate e inagibili, stima dei morti e feriti, stima del danno economico).

## Rischio sismico – Rilievi di agibilità

Per gestire efficacemente un'emergenza post sisma rivestono un ruolo fondamentale le attività speditive di valutazione del danno e dell'agibilità sul patrimonio edilizio pubblico, privato e sugli edifici di interesse culturale. Tali attività hanno infatti l'obiettivo di salvaguardare la pubblica incolumità, garantire, se possibile, il rientro tempestivo della popolazione nelle proprie abitazioni e realizzare le prime misure urgenti di messa in sicurezza degli edifici per ridurre i disagi delle persone colpite e gli ulteriori possibili danni.

In tali contesti sono chiamati a operare, da un lato, i Vigili del Fuoco che, nell'ambito delle proprie competenze e attribuzioni, tra le loro attività, realizzano rilievi speditivi per verificare e favorire la percorribilità delle strade, controllare la fruibilità dei fabbricati e perimetrare le aree da sottoporre a interdizione preventiva. Dall'altro lato, in simultanea, agiscono tecnici del Servizio Nazionale della protezione civile che, dotati di adeguate competenze professionali e opportunamente formati, hanno il compito di procedere all'analisi puntuale, seppur speditiva, degli edifici, realizzando sopralluoghi con l'ausilio di schede tecniche di valutazione (Scheda Aedes e GL-Aedes). A tale scopo con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'8 luglio 2014 è stato istituito il Nucleo Tecnico Nazionale che va nella direzione di razionalizzare, secondo uno schema predefinito in tempo di pace, la mobilitazione di tecnici esperti per le verifiche di agibilità post sismica in emergenza.

Ai tecnici da iscrivere nel Nucleo Tecnico Nazionale, provenienti dalla Pubblica Amministrazione, dalle organizzazioni di volontariato e da Ordini e Collegi professionali, sono rivolte le Indicazioni operative del 29 ottobre 2020, finalizzate a integrare le loro pregresse competenze ed esperienze professionali con conoscenze che ne consentano l'impiego nell'emergenza post-sismica.

Queste attività speditive post emergenza sismica richiedono un notevole grado di standardizzazione delle procedure e un controllo qualitativo costante nella gestione e organizzazione di rilevamenti e sopralluoghi. Con l'obiettivo di definire modalità coordinate e integrate di organizzazione e realizzazione di tali attività, il 12 febbraio 2021 sono state emanate dal Dipartimento le Indicazioni operative per il raccordo e il coordinamento delle attività di sopralluogo tecnico speditivo post-sisma

## Vulnerabilità sismica

La **vulnerabilità sismica** è la propensione di una struttura a subire un danno di un determinato livello, a fronte di un evento sismico di una data intensità.

Una delle cause principali di morte durante un terremoto è il crollo degli edifici. Per ridurre la perdita di vite umane, è necessario rendere sicure le strutture edilizie. Oggi, le norme per le costruzioni in zone sismiche prevedono che gli edifici non si danneggino per terremoti di bassa intensità, non abbiano danni strutturali per terremoti di media intensità e non crollino in occasione di terremoti forti, pur potendo subire gravi danni.

Un edificio può riportare danni strutturali agli elementi portanti (pilastri, travi) e/o danni non strutturali agli elementi che non ne determinano l'instabilità (camini, cornicioni, tramezzi). Il tipo di danno dipende da: struttura dell'edificio, età, materiali, luogo di realizzazione, vicinanza con altre costruzioni e elementi non strutturali. Quando si verifica un terremoto, il terreno si muove orizzontalmente e/o verticalmente, sottoponendo un edificio a spinte in avanti e indietro. L'edificio inizia così a oscillare, deformandosi. Se la struttura è duttile, e quindi capace di subire grandi deformazioni, potrà anche subire gravi danni, ma non crollerà. Il danno dipende anche dalla durata e dall'intensità del terremoto.

Dopo un terremoto, per valutare la vulnerabilità degli edifici è sufficiente rilevare i danni provocati, associandoli all'intensità della scossa. Più complessa è invece la valutazione della vulnerabilità degli edifici prima che si verifichi un evento sismico. Per questa sono stati messi a punto metodi di tipo statistico, meccanicistico, o i giudizi esperti.

I metodi di tipo statistico classificano gli edifici in funzione dei materiali e delle tecniche con cui sono costruiti, sulla base dei danni osservati in precedenti terremoti su edifici della stessa tipologia. Questa tecnica richiede dati di danneggiamento dei passati terremoti, non sempre disponibili, e non può essere utilizzata per valutare la vulnerabilità del singolo edificio, perché ha carattere statistico e non puntuale. I metodi di tipo meccanicistico utilizzano, invece, modelli teorici che riproducono le principali caratteristiche degli edifici da valutare, su cui vengono studiati i danni causati da terremoti simulati.

Infine, alcuni metodi utilizzano i giudizi esperti per valutare il comportamento sismico e la vulnerabilità di predefinite tipologie strutturali, o per individuare i fattori che determinano il comportamento delle costruzioni e valutarne la loro influenza sulla vulnerabilità.

Per poter valutare la vulnerabilità degli edifici su tutto il territorio nazionale è necessario ricorrere a metodi statistici che utilizzino dati omogenei sulle caratteristiche degli stessi. Per il territorio italiano sono disponibili i dati dei censimenti Istat sulle abitazioni, che vengono utilizzati nell'applicazione di metodi statistici.



## Esposizione

Il primo obiettivo di un programma generale di protezione dai terremoti è la salvaguardia della vita umana. Per questa ragione è molto importante valutare il numero delle persone coinvolte, decedute e/o ferite.

I motivi che causano la perdita di vite umane possono essere di diverso tipo: crollo di edifici, di ponti e altre costruzioni, ma anche incidenti stradali. A questi si aggiungono quelli legati a fenomeni innescati dal terremoto, come frane, liquefazione dei terreni, maremoti, incendi. Da alcune statistiche svolte sui principali terremoti nel mondo è stato rilevato che circa il 25 % dei morti causati da un terremoto sono dovuti a danni non strutturali degli edifici (caduta di tramezzi, vetrate, cornicioni, tegole, ecc.) e a fenomeni indotti dal terremoto.

Generalmente è possibile stimare, con un certo margine di errore e specialmente per i terremoti più forti, quante persone sono rimaste coinvolte, attraverso calcoli che si basano sul numero degli edifici crollati o danneggiati. Per poter fare queste stime sono necessarie alcune considerazioni su:

- il numero delle persone che abitano negli edifici
- l'orario del terremoto
- le possibilità di fuggire e/o di proteggersi
- il tipo di coinvolgimento delle persone (morte o ferite subite)
- la possibilità di morire anche successivamente alle attività di soccorso.

E' molto difficile stimare con precisione le conseguenze di un terremoto in termini di vite umane nei diversi momenti del giorno e dell'anno. Il numero di persone che risiedono in un'abitazione, infatti, varia da regione a regione, dalla città alla campagna e dipende dalle dimensioni del nucleo familiare. Inoltre, durante il giorno, il numero delle persone presenti in un edificio dipende dal suo utilizzo. Ad esempio, negli uffici, la presenza è massima nelle ore centrali del giorno ed è pressoché nulla durante la notte. In un'abitazione di città, invece, la presenza delle persone di sera e di notte è mediamente inferiore rispetto ad un'abitazione di campagna, perché esistono più attività, ludiche e lavorative, che si svolgono in quegli orari e spesso fuori casa. Il riferimento alla tipologia di edifici e ai relativi abitanti, comunque, può fornire una stima globale accettabile per terremoti violenti che interessino vaste aree.

Altro aspetto rilevante dell'esposizione è la presenza in Italia di un patrimonio culturale inestimabile, costituito dall'edificato corrente dei nostri centri storici, che ancora sfugge ad una quantificazione sistematica di consistenza e qualità.

Il primo passo per la prevenzione e mitigazione del rischio sismico del patrimonio storico architettonico è, ovviamente, la conoscenza dei beni esposti. È stato, perciò, avviato in collaborazione con il Ministero della Cultura- MiC un censimento a scala nazionale dei centri storici esposti al rischio e lo sviluppo di un metodo di indagine conoscitiva sulla vulnerabilità dell'edificato storico, attraverso messa a punto di un apposito strumento web "Centri Storici e Rischio Sismico - Csrs" di rilievo, da condividere con tutte le istituzioni competenti sul territorio.

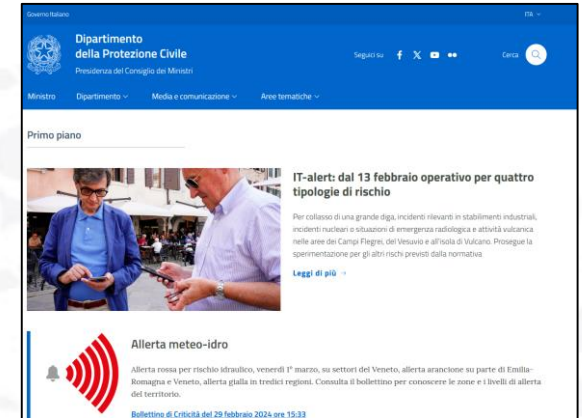
# PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile

<https://www.protezionecivile.gov.it/it/>

Roma



# PROTEZIONE CIVILE REGIONALE



**Protezione Civile**  
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

<https://www.protezionecivile.fvg.it/it>

Palmanova



Numero Verde  
**800 500 300**  
Protezione Civile

# RISCHIO

Una corretta valutazione del **rischio** sismico si basa sul confronto tra tre parametri determinanti:

**1. Pericolosità sismica (P):** coincide con la sismicità del luogo. Rappresenta la probabilità che terremoti di una certa entità si verifichino in una determinata zona e in un periodo specifico;

**2. Vulnerabilità sismica (V):** misura la disposizione di una costruzione a subire danni a causa di un sisma e la sua capacità o resistenza ad azioni sismiche;

**3. Esposizione (E):** incentrata sulla salvaguardia della vita umana, ipotizza l'insieme di vite umane e di risorse materiali che possono andare perduti per effetto del sisma.

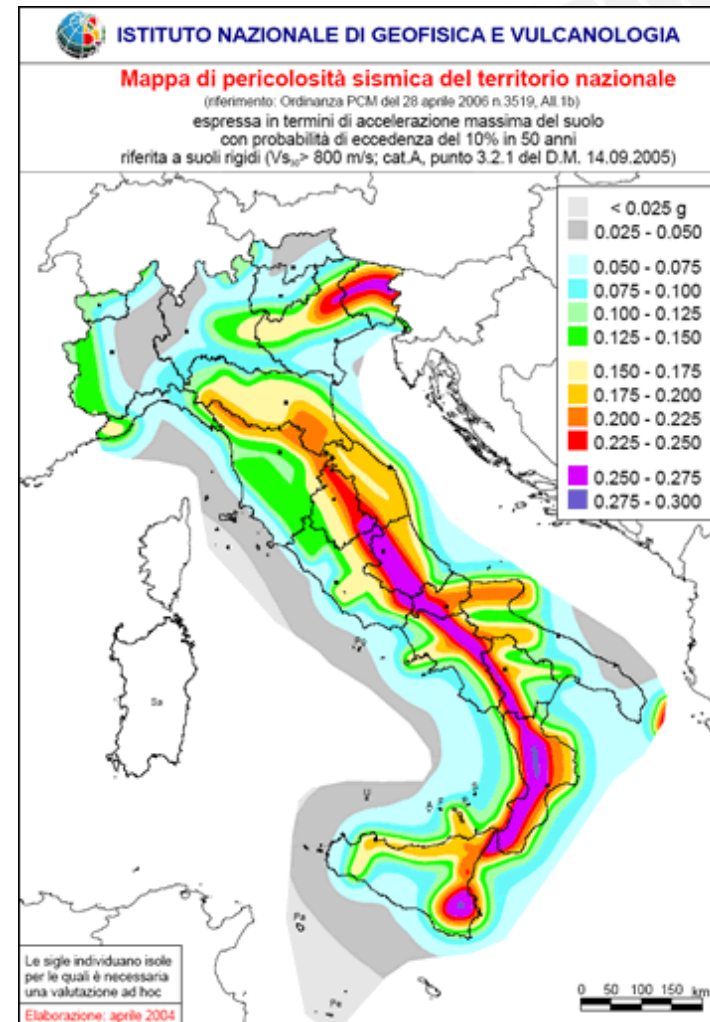
La definizione del rischio sismico è quindi data dalla seguente funzione:

$$R = P \times V \times E$$

# Pericolosità sismica del territorio nazionale

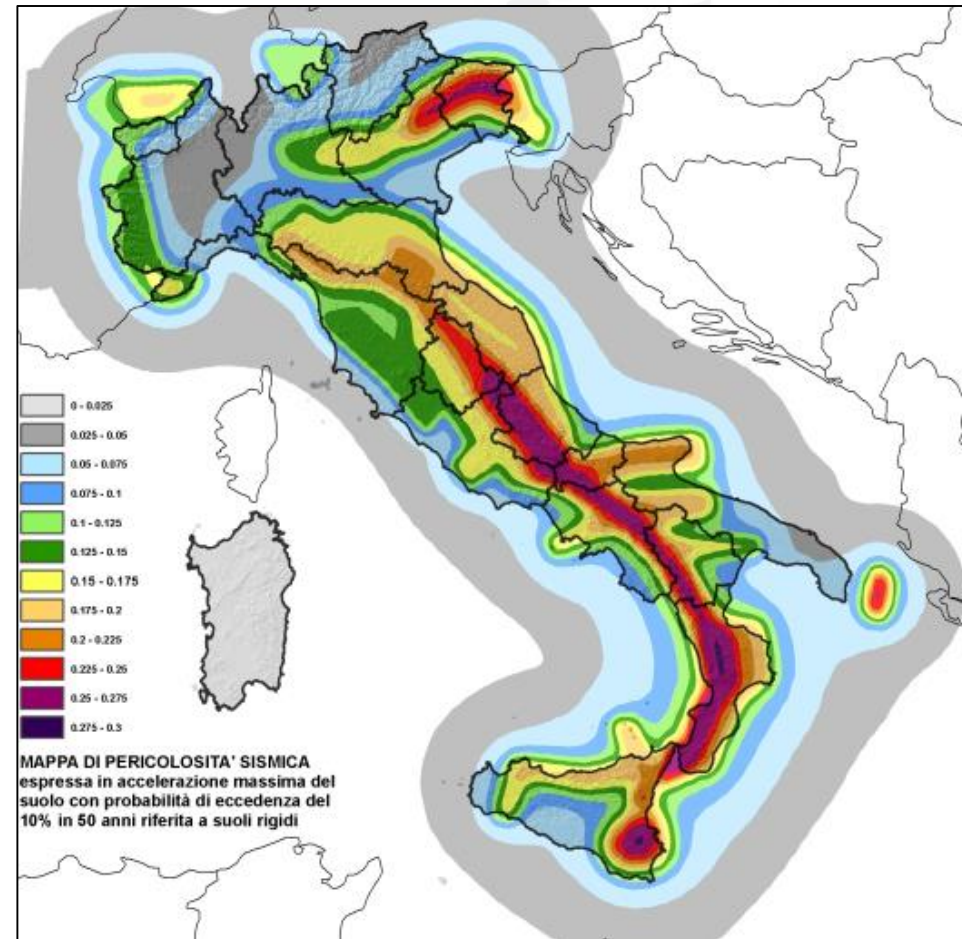
La mappa di pericolosità è uno strumento fondamentale per la realizzazione di misure di prevenzione che consentano di ridurre gli effetti dei terremoti, per esempio costruendo edifici resistenti alle vibrazioni dei terremoti più forti che possiamo aspettarci in una determinata zona. Sulla base della mappa di pericolosità sismica, infatti, la legge italiana ha classificato il territorio nazionale in 4 zone: dalla zona 1, dove potrebbero verificarsi terremoti molto forti, alla zona 4, a bassa pericolosità ma comunque a rischio per la presenza di edifici vulnerabili.

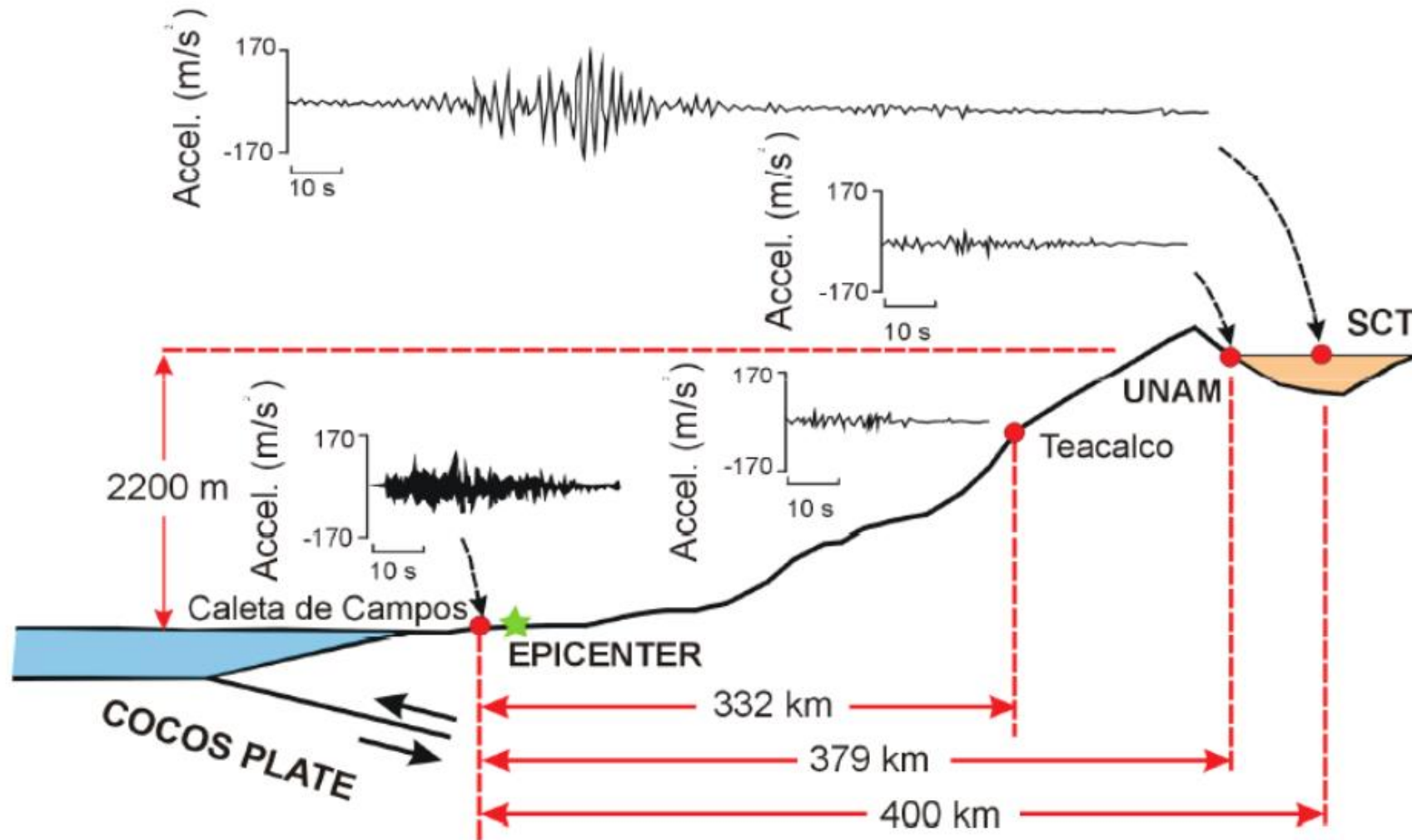
Circa il 60% dei comuni italiani è classificato nelle prime tre zone. I comuni devono rispettare precise norme sulla progettazione e realizzazione delle costruzioni nuove e sull'adeguamento di quelle vecchie. Tali norme, aggiornate nel luglio 2009, stabiliscono cosa deve essere fatto, in ogni punto del territorio nazionale, in fase di progettazione delle strutture e contengono inoltre nuove regole per il rafforzamento delle strutture esistenti.



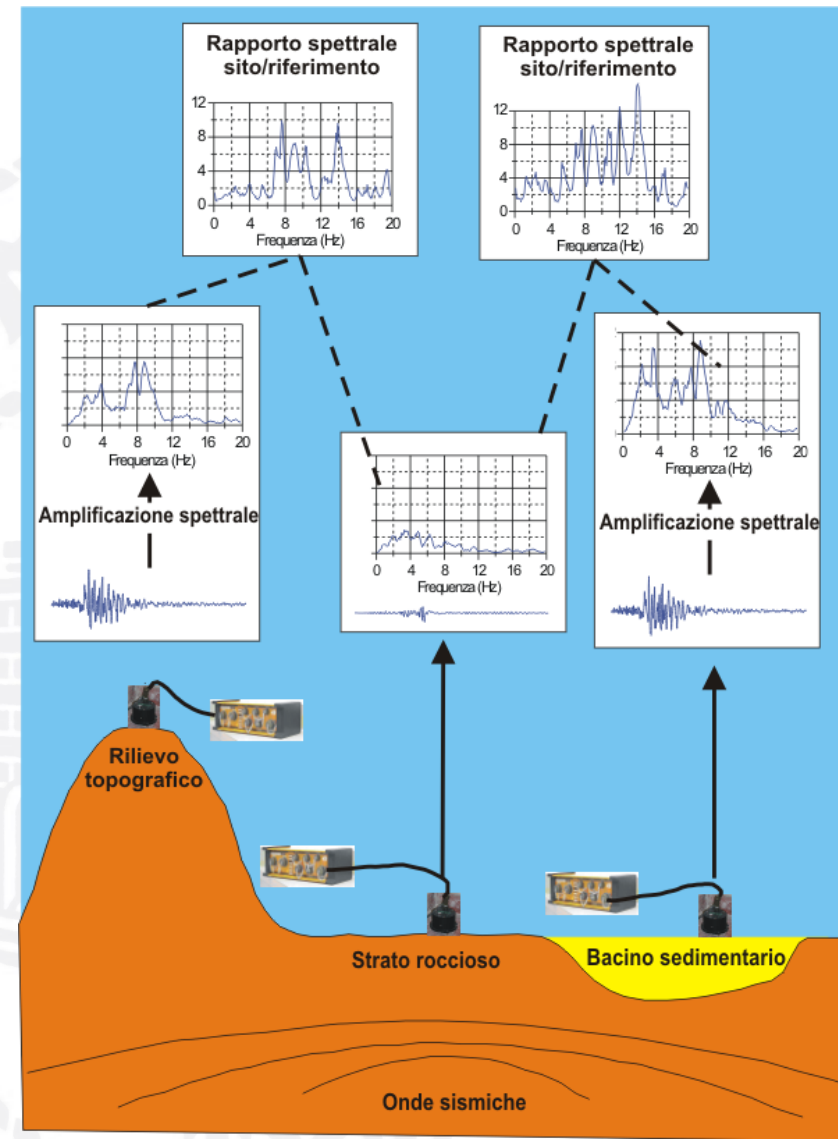
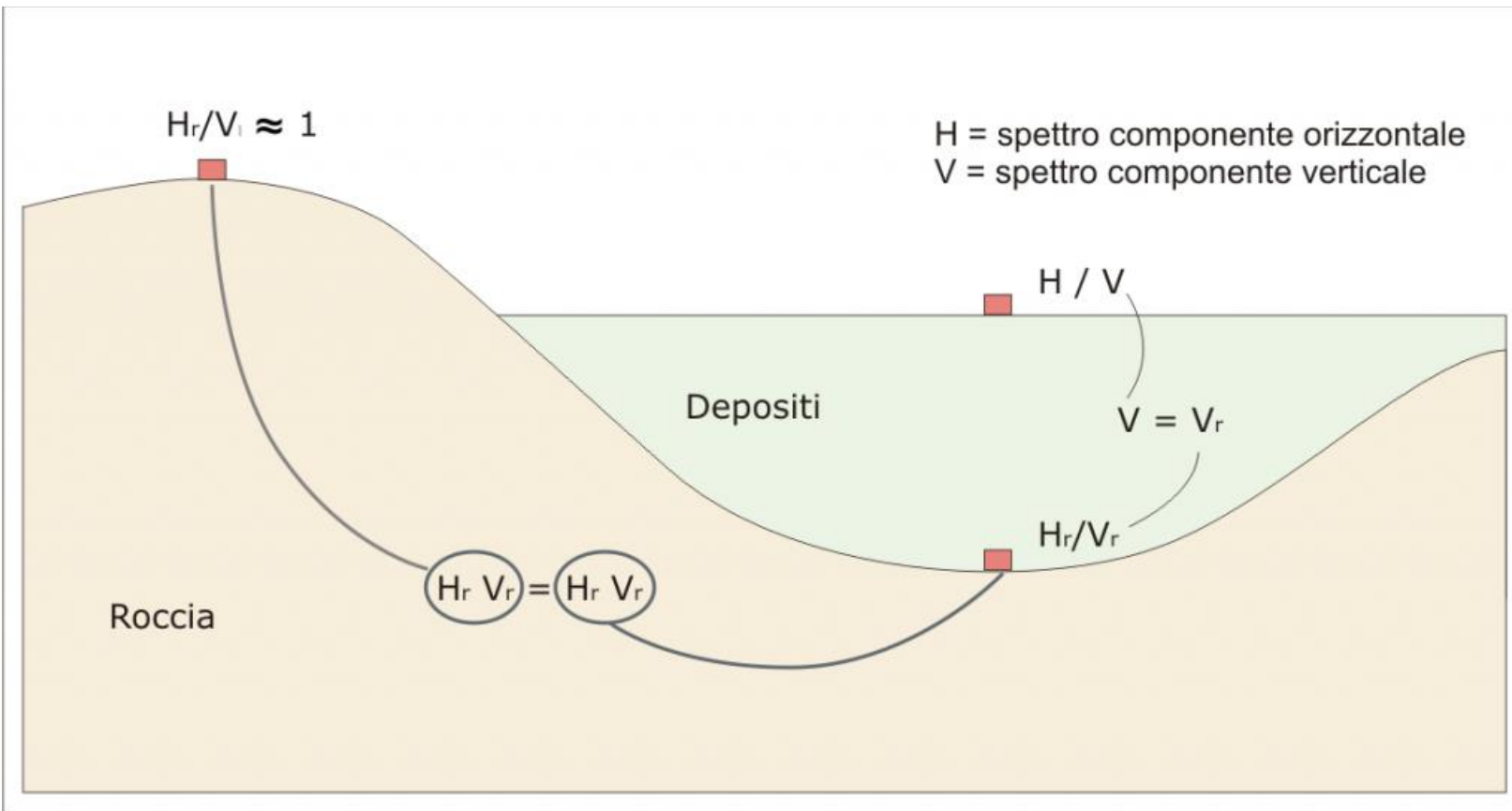
# Pericolosità sismica del territorio nazionale

Per questo l'INGV ha realizzato la mappa della **pericolosità sismica** ([zonesismiche.mi.ingv.it](http://zonesismiche.mi.ingv.it)). Questa mappa si basa sull'analisi dei terremoti del passato, sulle informazioni geologiche disponibili e sulle conoscenze che si hanno sul modo in cui si propagano le onde (e quindi l'energia) dall'ipocentro all'area in esame. Confrontando tutte queste informazioni è possibile ottenere i valori di scuotimento del terreno in un dato luogo a causa di un probabile terremoto, vicino o lontano che sia: tali valori sono espressi in termini di **accelerazione massima orizzontale del suolo** rispetto a  **$g$**  (l'accelerazione di gravità). La stima della pericolosità sismica fornisce l'accelerazione massima attesa su suolo rigido con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Questa mappa, in continuo aggiornamento, mostra la pericolosità delle varie zone dal minimo (colore grigio) al massimo (colore viola).





*Schema sismogrammi relativi alla citta del Messico che mostrano l'amplificazione del bacino dove sorge Citta del Messico.*

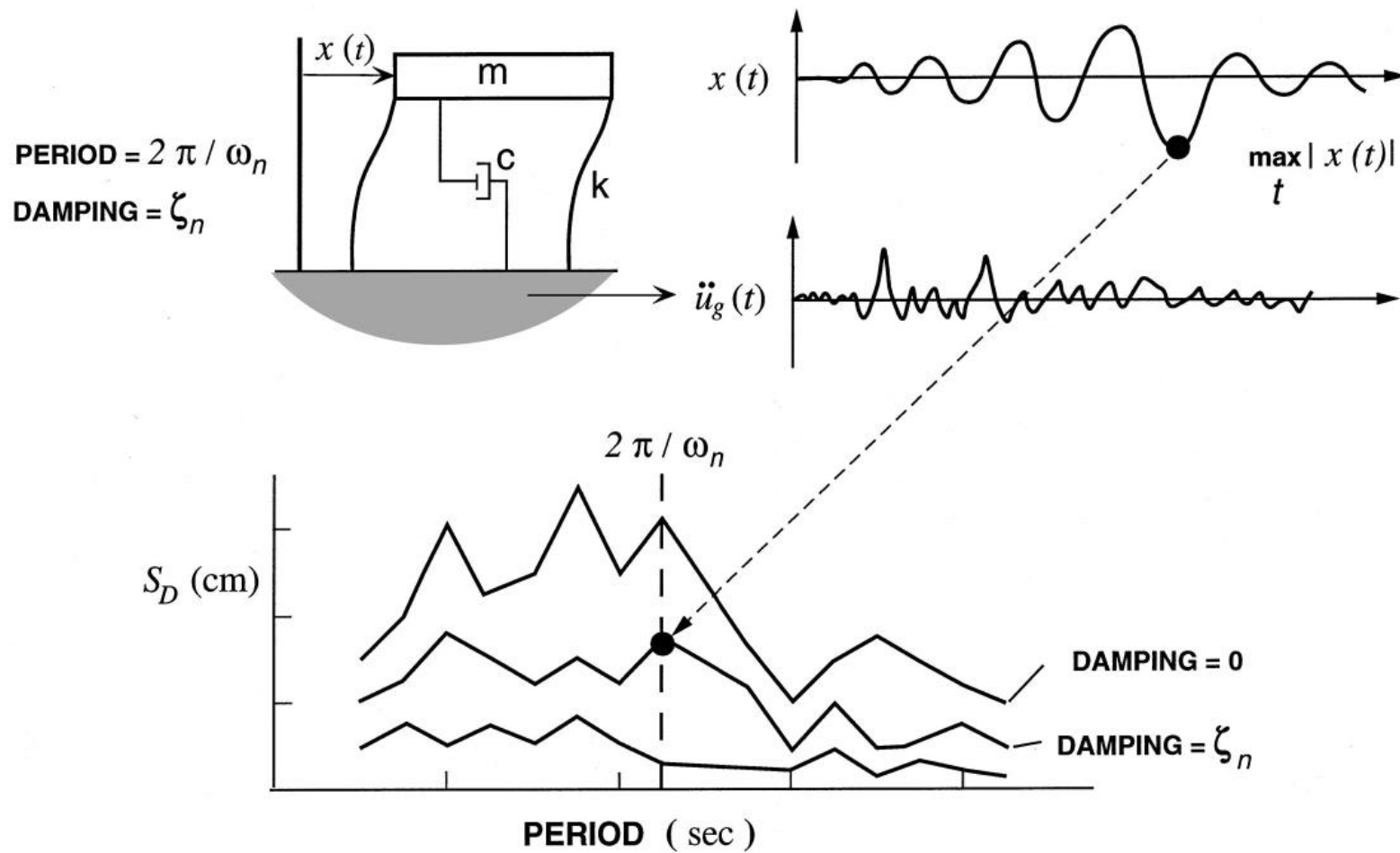


## H/V Rapporti spettrali - Nakamura







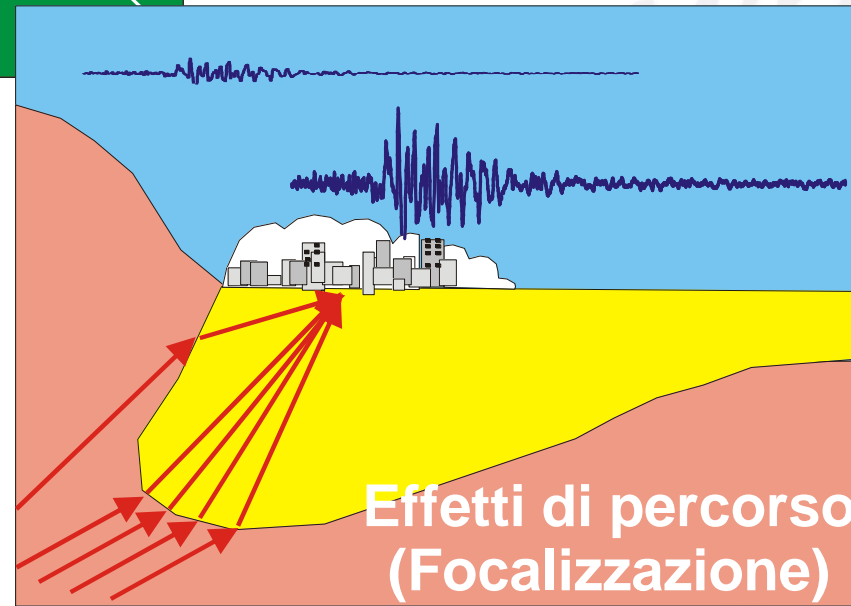
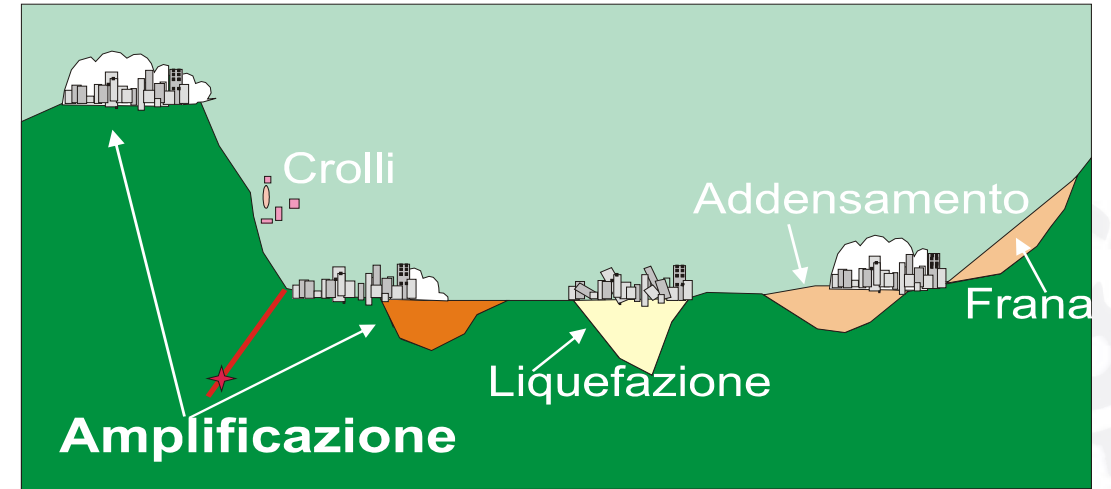
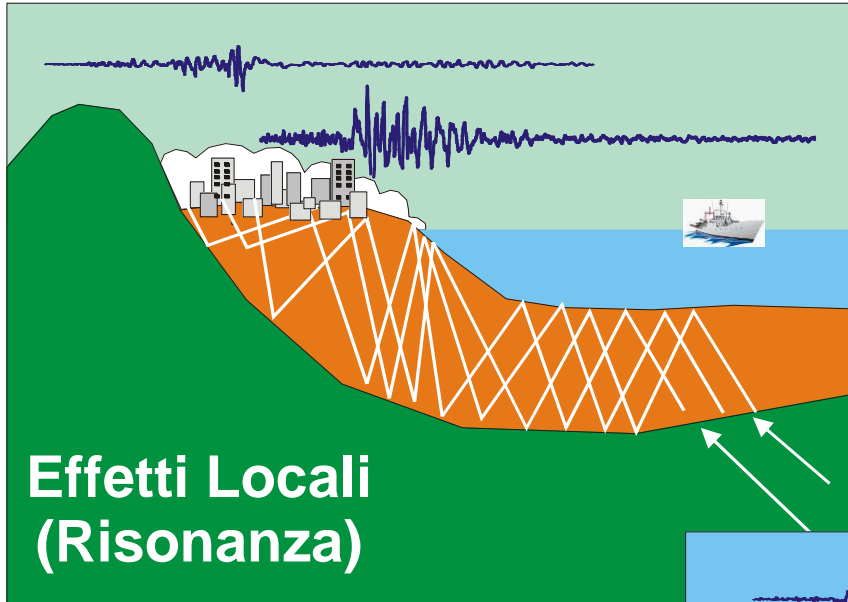


Se con  $x_g(t)$  si indica lo spostamento impresso al suolo dal terremoto e con  $x(t)$  lo spostamento della massa  $m$  rispetto al suolo, l'equazione differenziale che governa il problema delle oscillazioni forzate si scrive:

$$m\ddot{x}(t) + b\dot{x}(t) + kx(t) = -m\ddot{x}_g(t)$$

in cui la costante  $k$  è la rigidezza del sistema e  $b$  è la costante associata allo smorzatore del sistema di tipo viscoso.

# EFFETTI LOCALI INDOTTI DA UN EVENTO SISMICO



# Effetti di sito



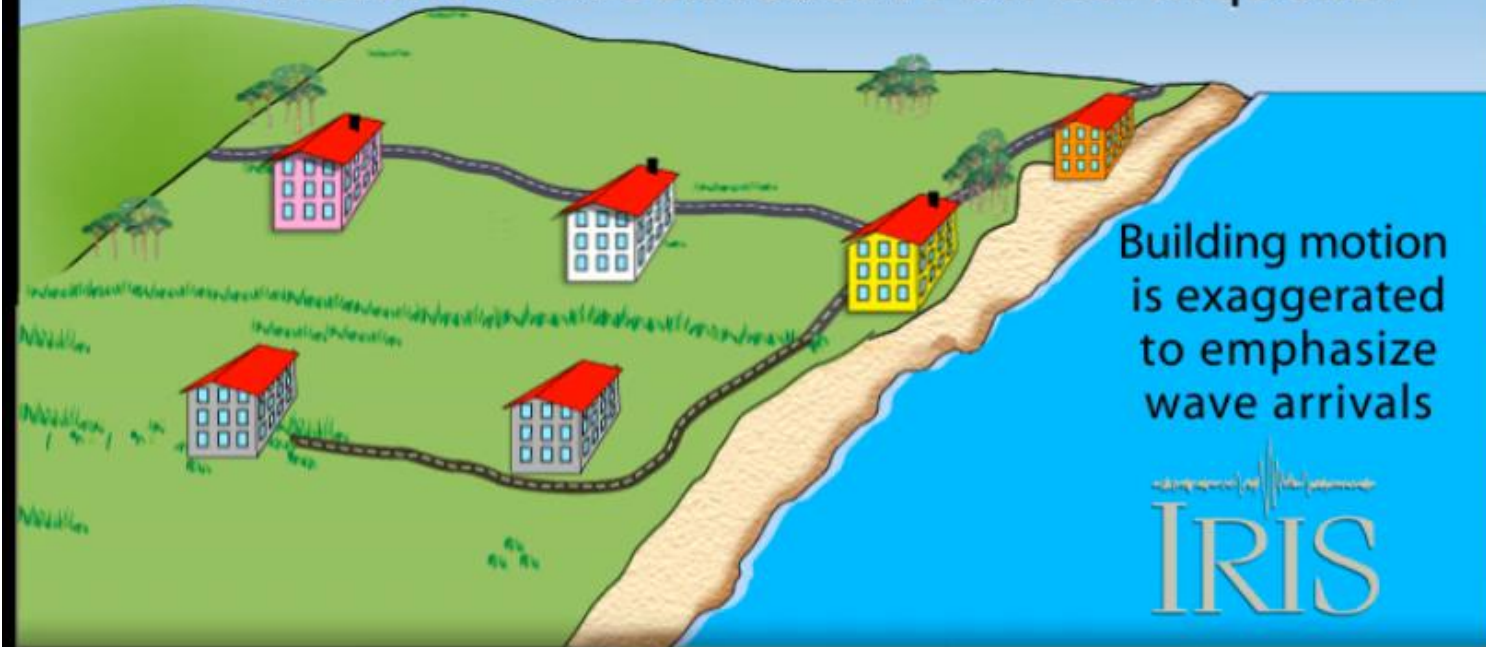
3 factors required for liquefaction to occur

- 1) Loose, granular sediment
- 2) Water saturated sediment
- 3) Strong shaking



# Effetti di sito

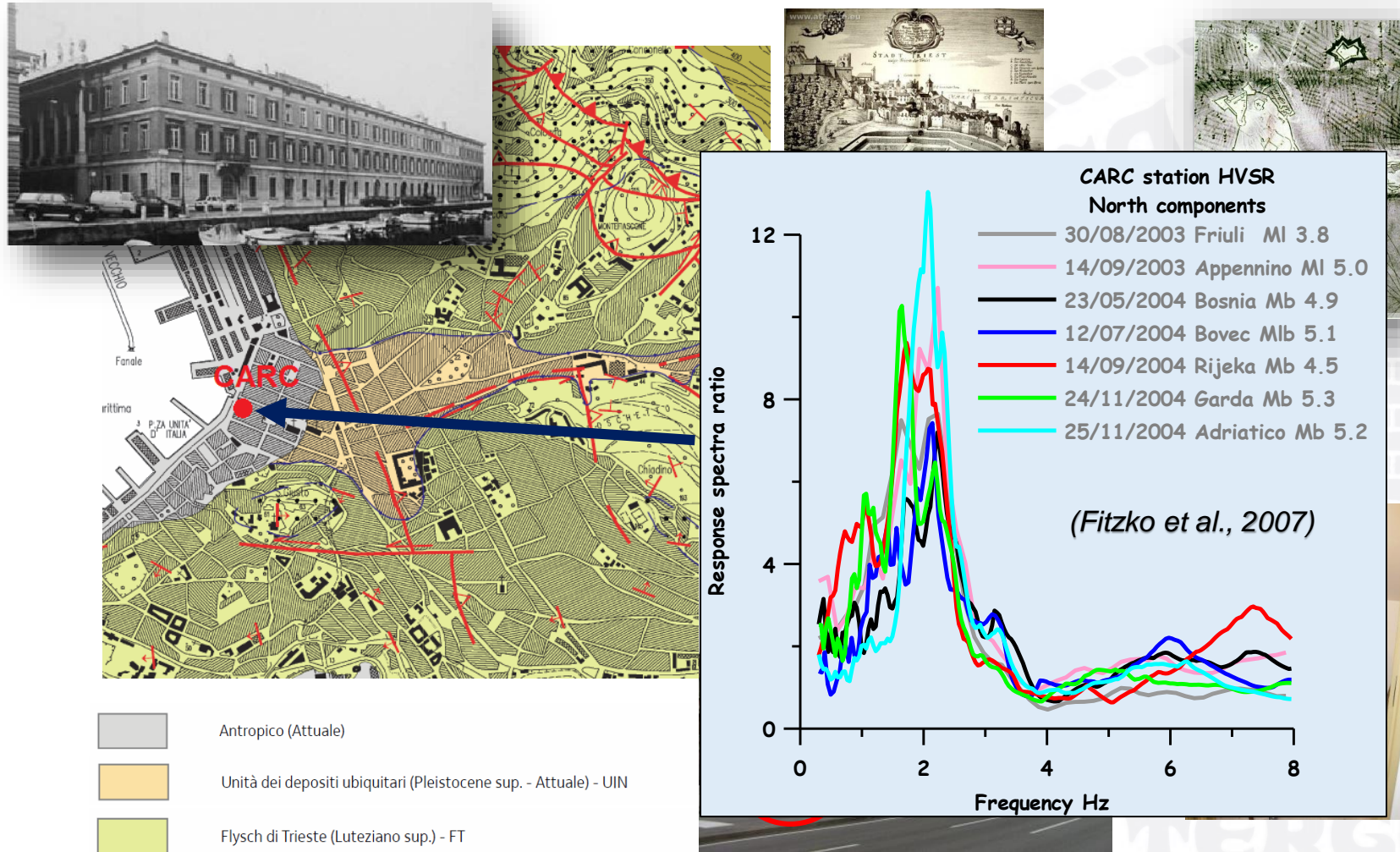
How will 3 buildings, engineered equally, on different bedrock react to an earthquake?



Two variables affect damage during earthquake:

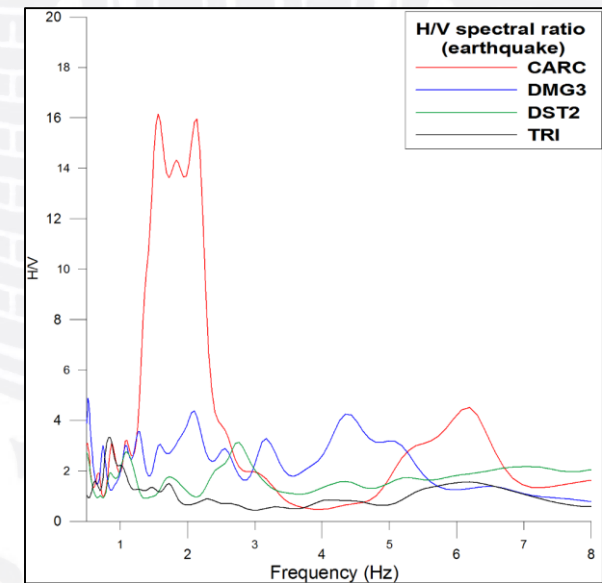
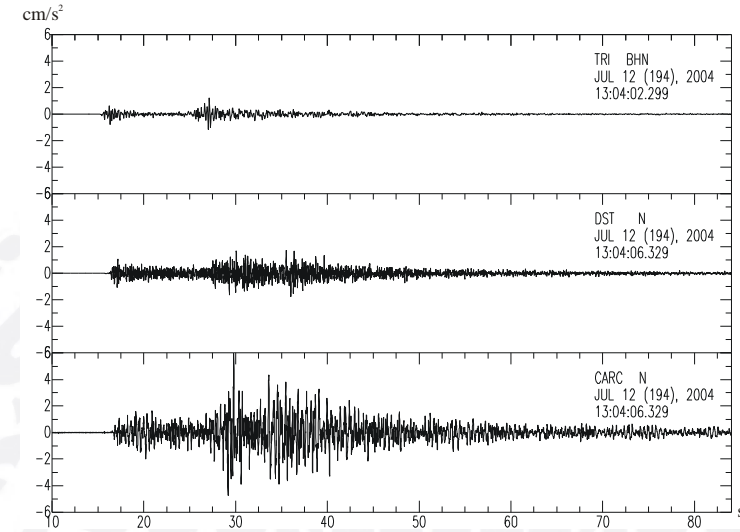
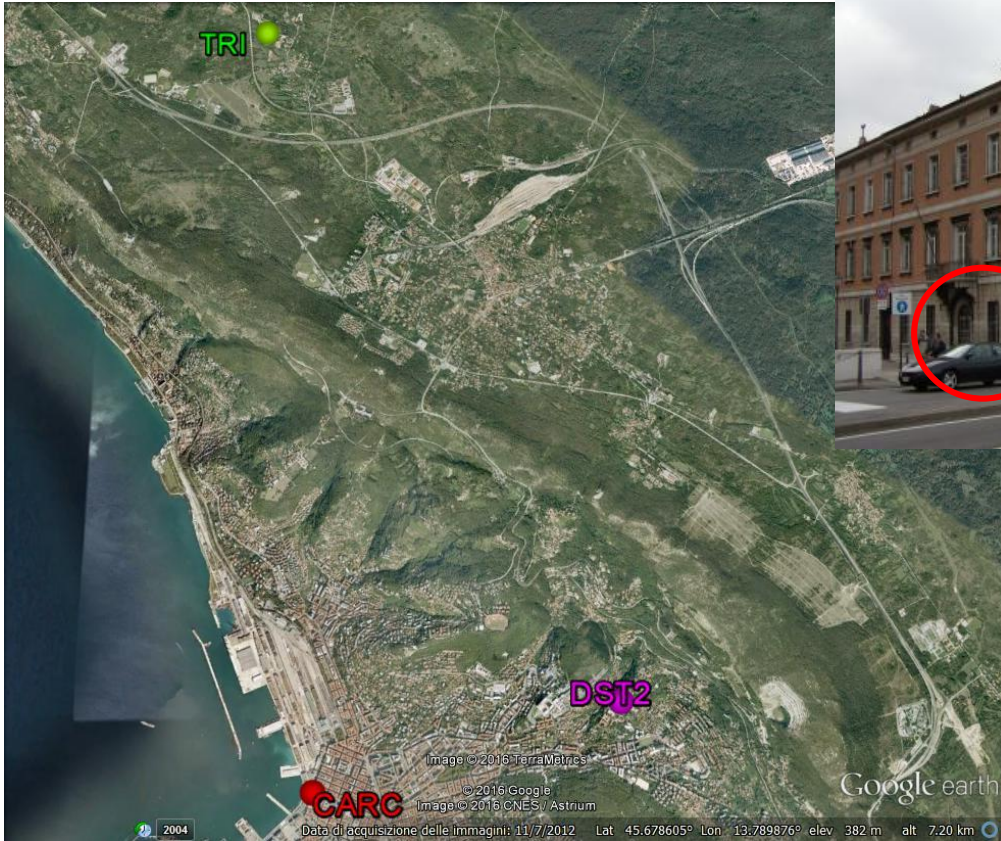
- 1) Intensity of shaking (*felt motion, not magnitude*)
- 2) Engineering

# Palazzo Carciotti, Borgo Teresiano, Trieste



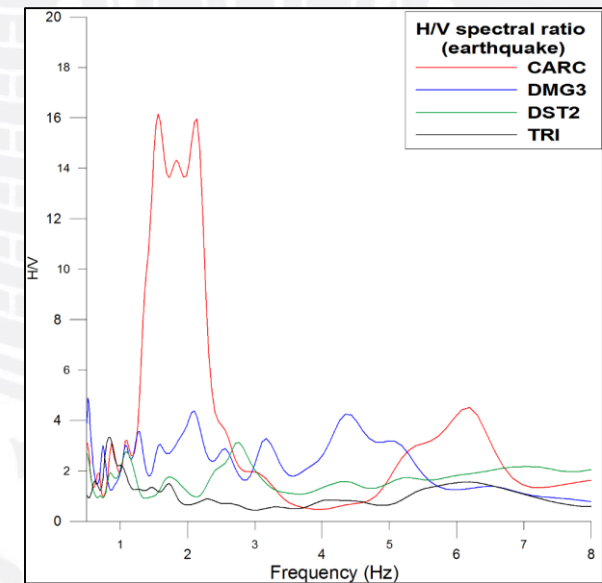
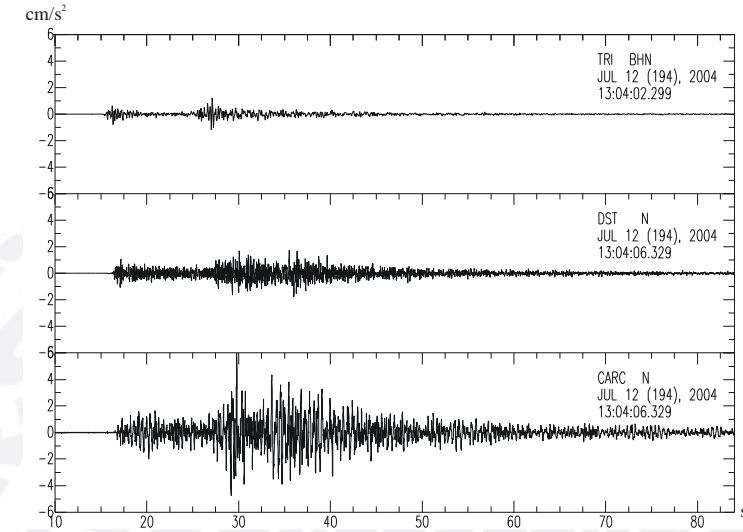
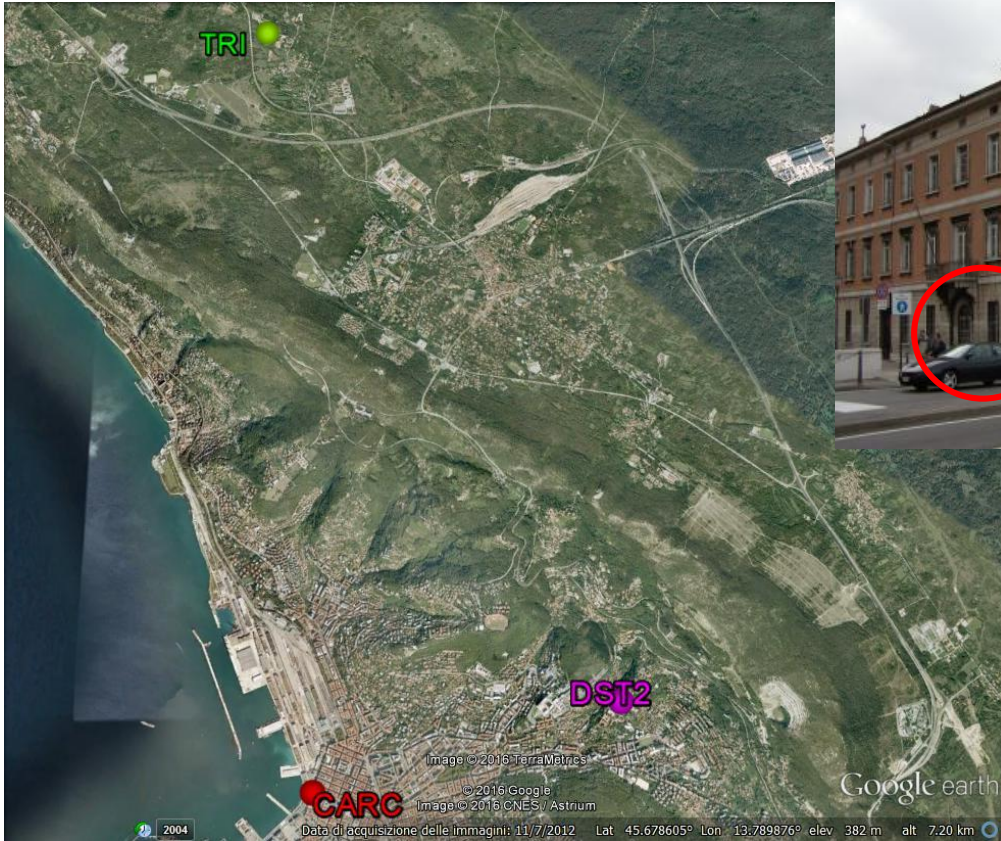
Stazione CARC - Borgo Teresiano - Trieste

# Palazzo Carciotti, Borgo Teresiano, Trieste

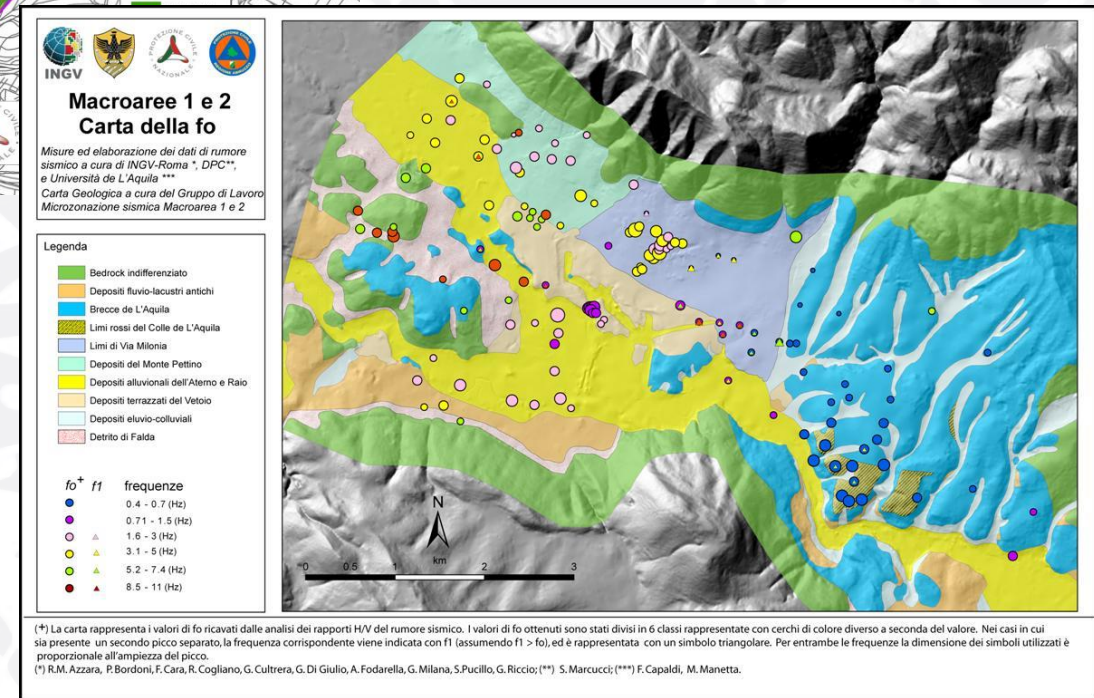
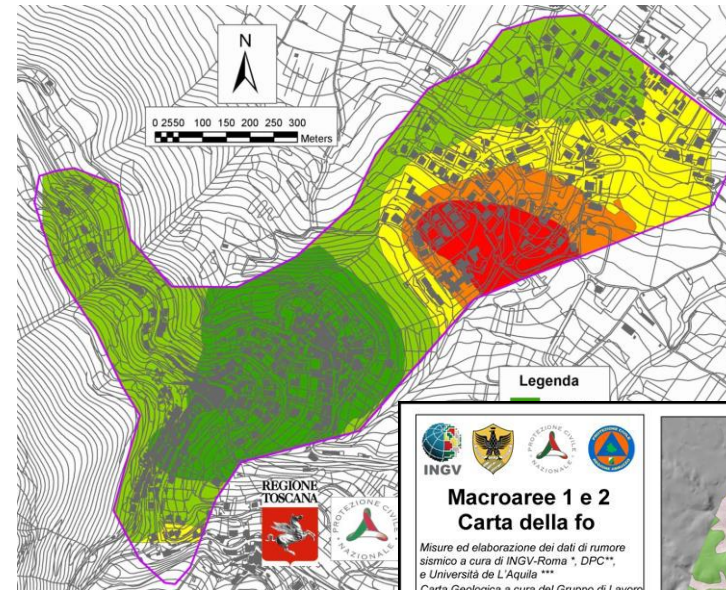
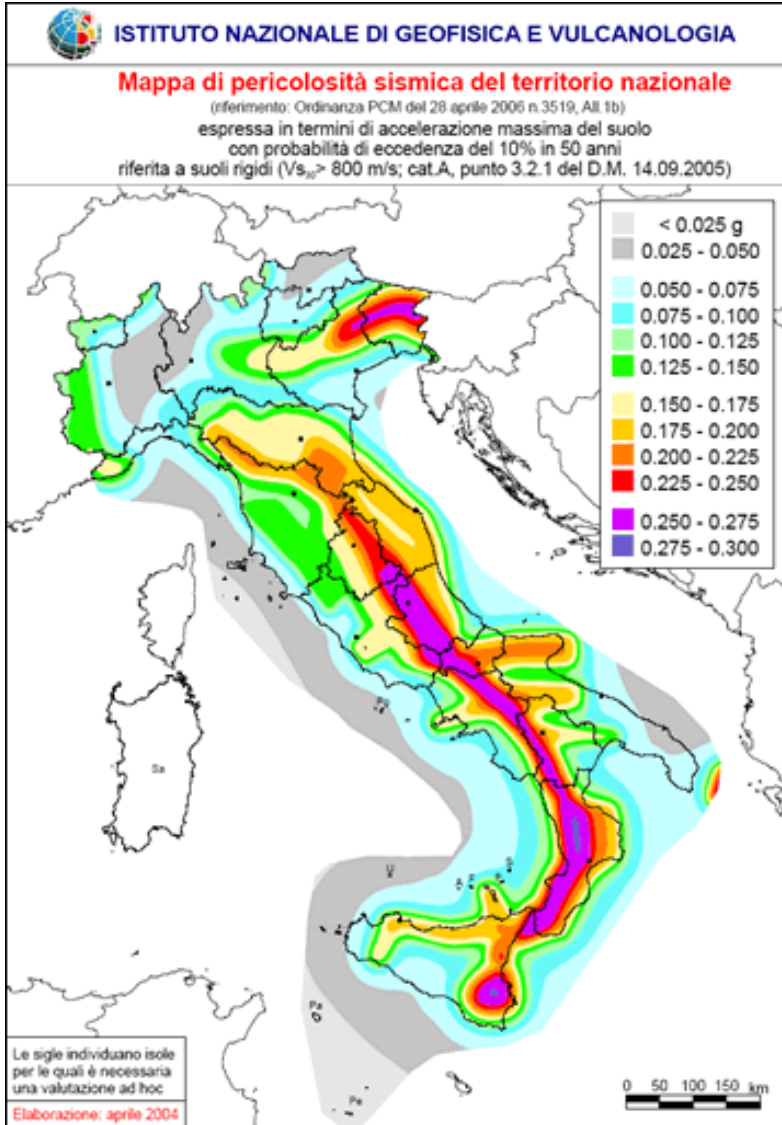




# Palazzo Carciotti, Borgo Teresiano, Trieste



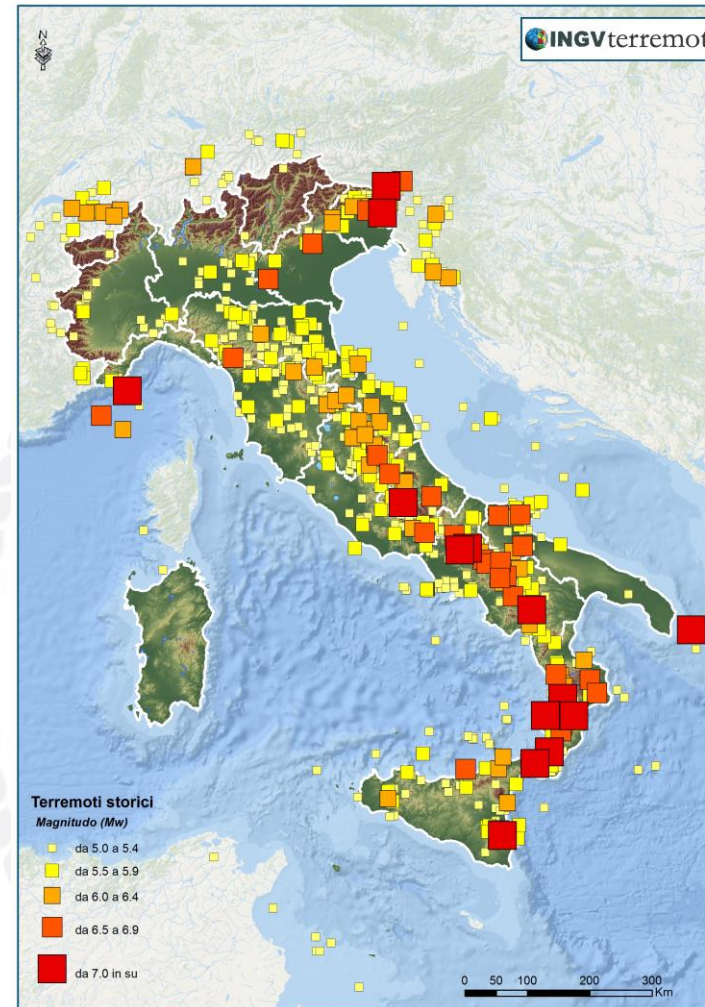
# Microzonazione sismica



# Terremoti passati

Guardando la mappa dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 2006, è facile notare che i **terremoti spesso avvengono in zone già colpite in passato**. Gli eventi storici più forti si sono verificati in Sicilia, nelle Alpi orientali e lungo gli Appennini centro-meridionali, dall'Abruzzo alla Calabria. Ma ci sono stati terremoti importanti anche nell'Appennino centro-settentrionale e nel Gargano. In particolare, **dal 1900 ad oggi si sono verificati 30 terremoti molto forti ( $M_w \geq 5.8$ )**, alcuni dei quali sono stati catastrofici. Qui di seguito li riportiamo in ordine cronologico. **Il più forte tra questi è il terremoto che nel 1908 distrusse Messina e Reggio Calabria.**

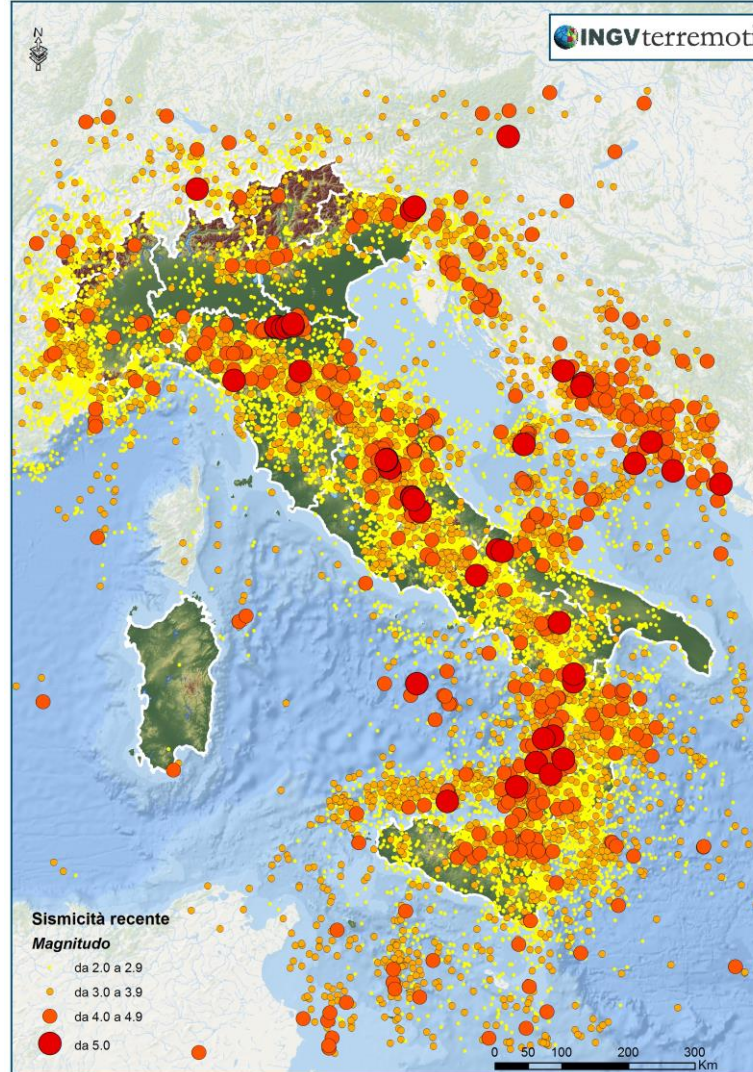
La sismicità dall'anno 1000 al 2006 by INGV



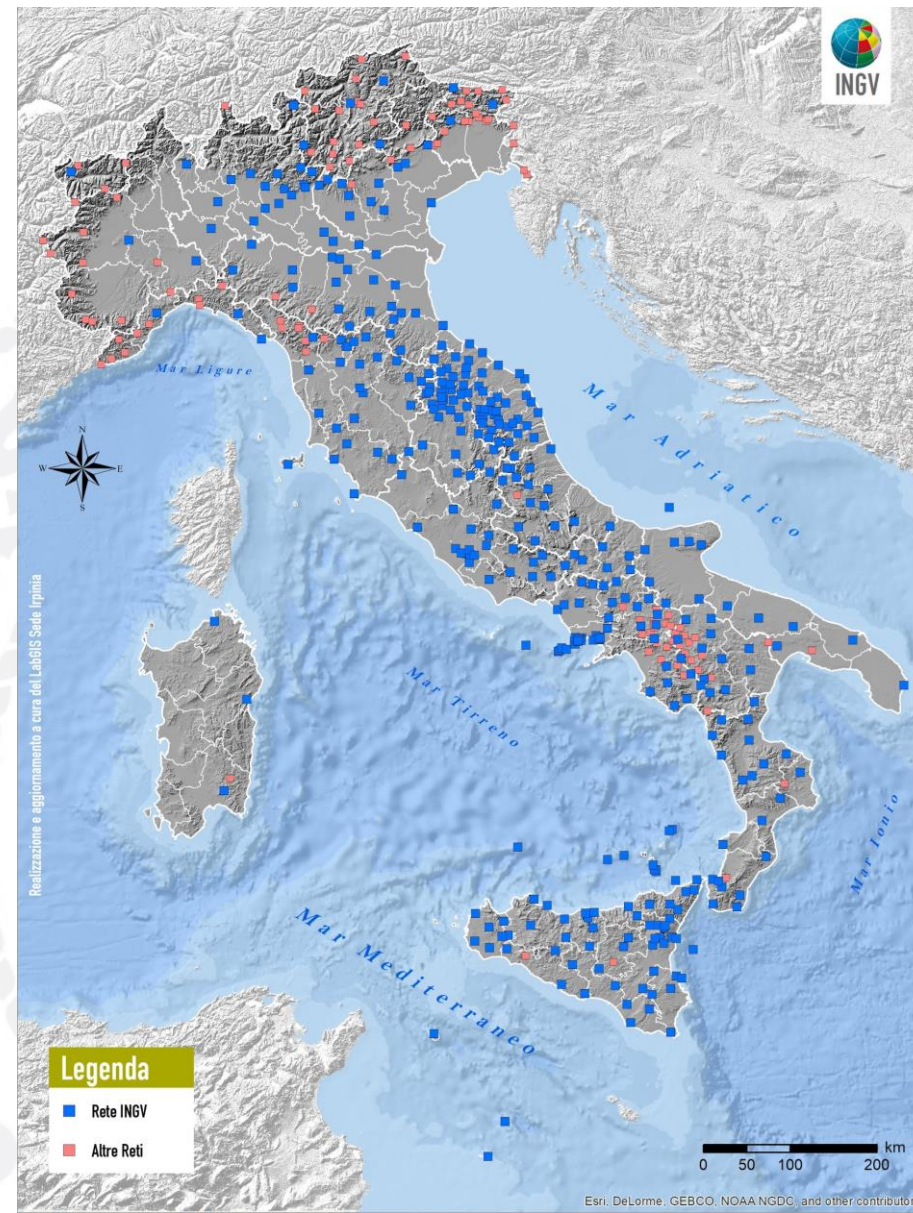
# Terremoti recenti

Guardando la mappa degli ultimi 30 anni (1985-2014) di sismicità si nota che i terremoti recenti sono localizzati in aree distribuite principalmente lungo la fascia al di sotto degli Appennini, dell'arco Calabro e delle Alpi.

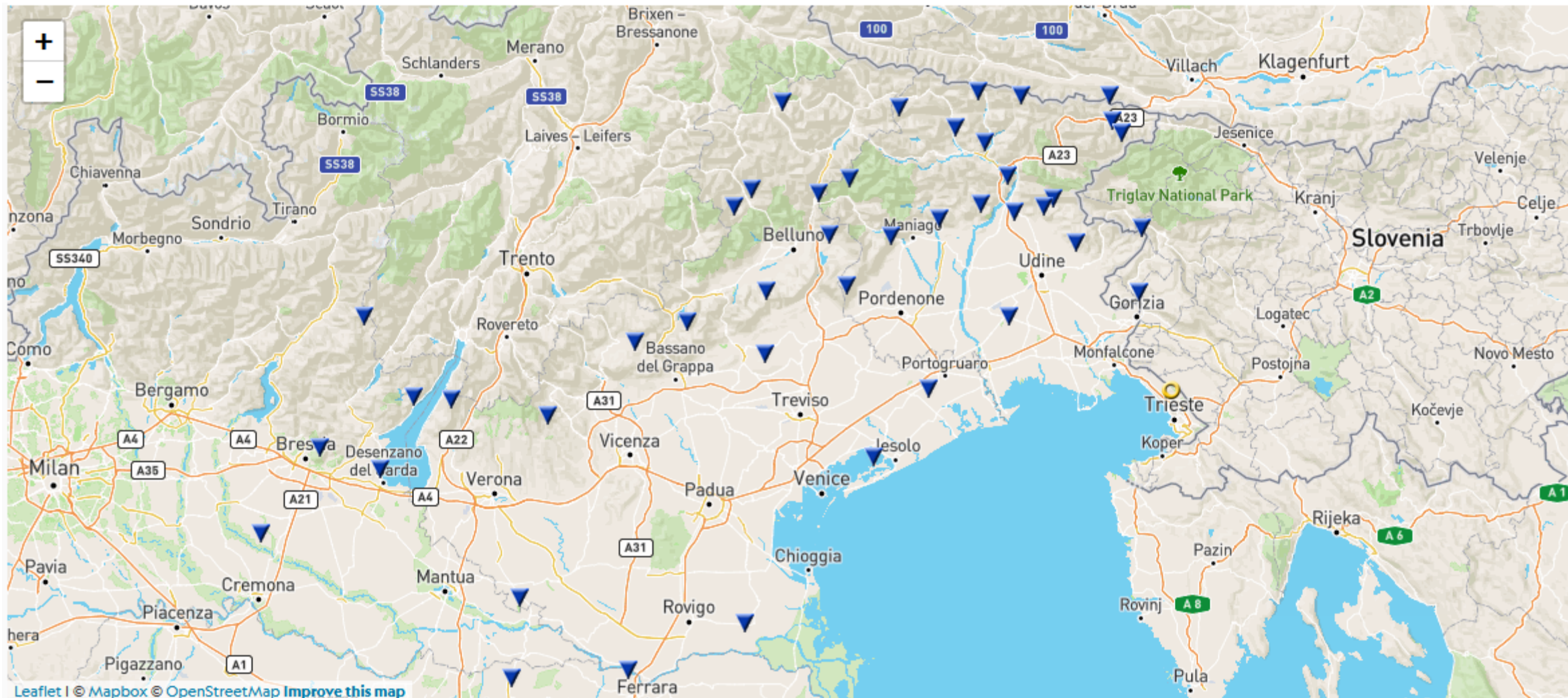
La sismicità dal 1985 al 2014. Sono mostrati i terremoti di magnitudo  $ML \geq 2.0$  registrati dalla Rete Sismica Nazionale



# RETE SISMICA NAZIONALE



# RETE SISMICA OGS



# RETE ACCELEROMETRICA NAZIONALE



Friuli Venezia Giulia  
Accelerometric Network – RAF



Costa et al. 2010  
<http://rtweb.units.it/>

Irpinia  
Seismic Network – ISNET

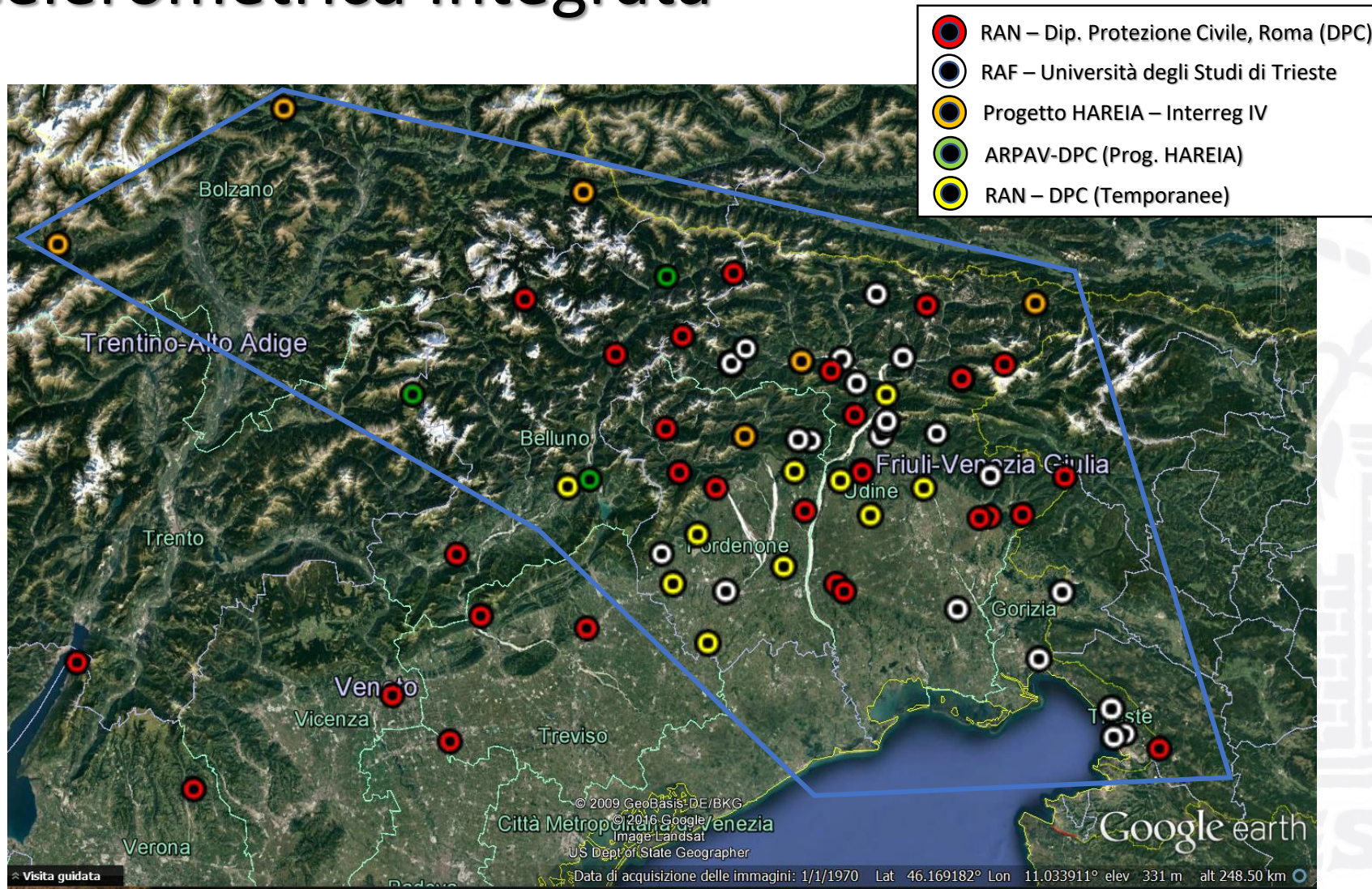


Weber et al. 2007  
<http://isnet.na.infn.it/>

Gorini et al. 2010  
<http://www.protezionecivile.it/>



# Rete Accelerometrica Integrata

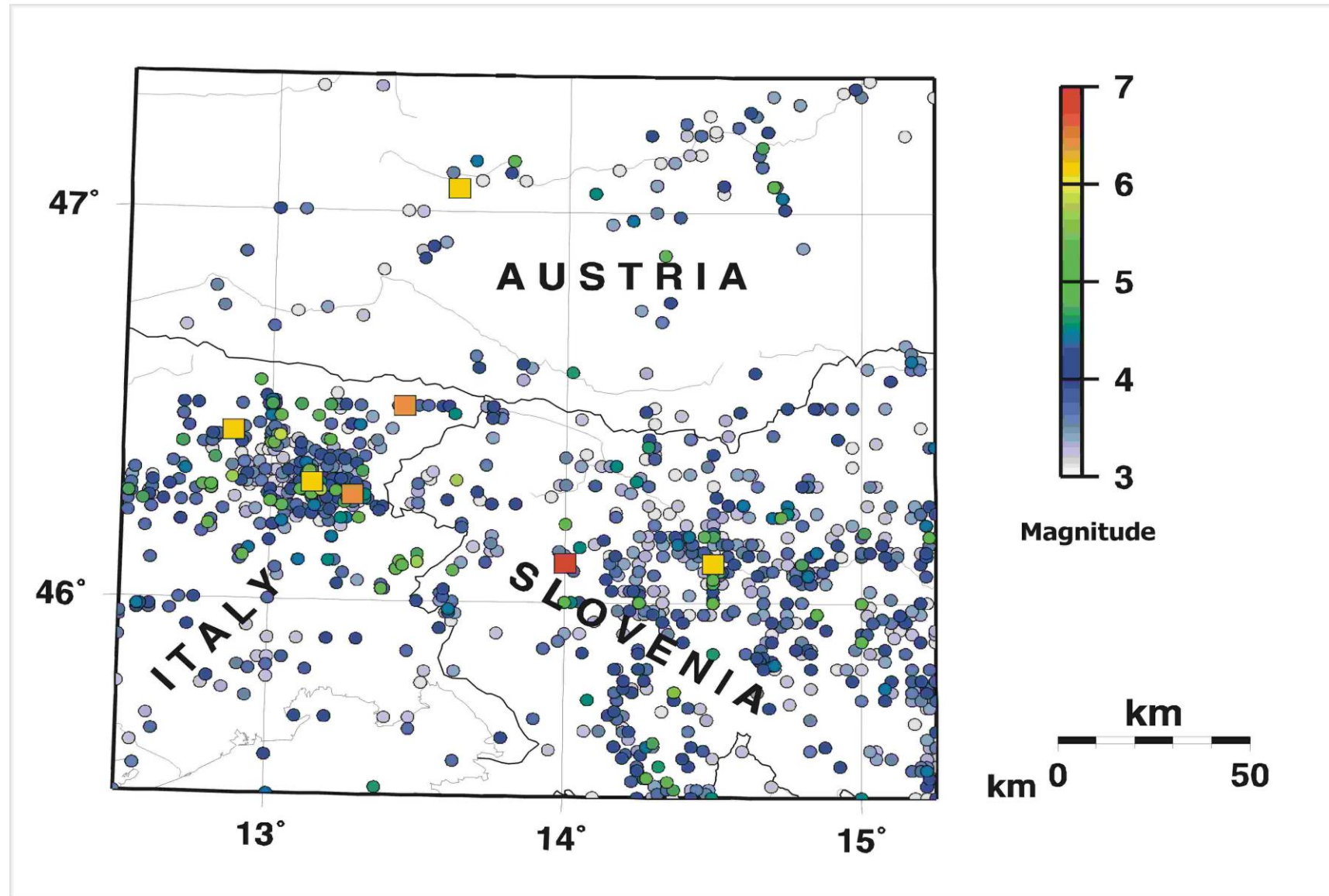




# Cost Effective accelerometers



# Sismicità storica alpi sud-orientali

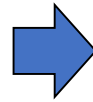
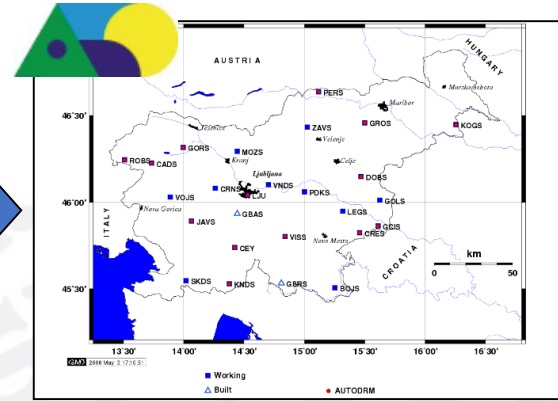
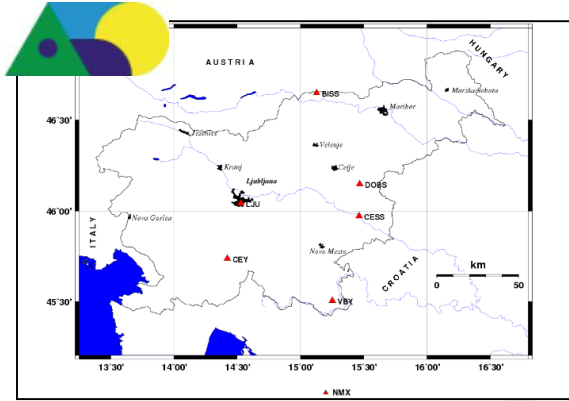


# Monitoraggio sismica transfrontaliero



BOVEC 1998

Živčić, (Susans, 2007)



THE INTERREG IIIA PROJECTS

"TRANS-NATIONAL SEISMOLOGICAL NETWORK IN THE SOUTH-EASTERN ALPS"

FASTLINK

HAREIA  
Historical And Recent Earthquakes in Italy and Austria

*Trans-National Seismological Networks in the South-Eastern Alps*

CE3RN

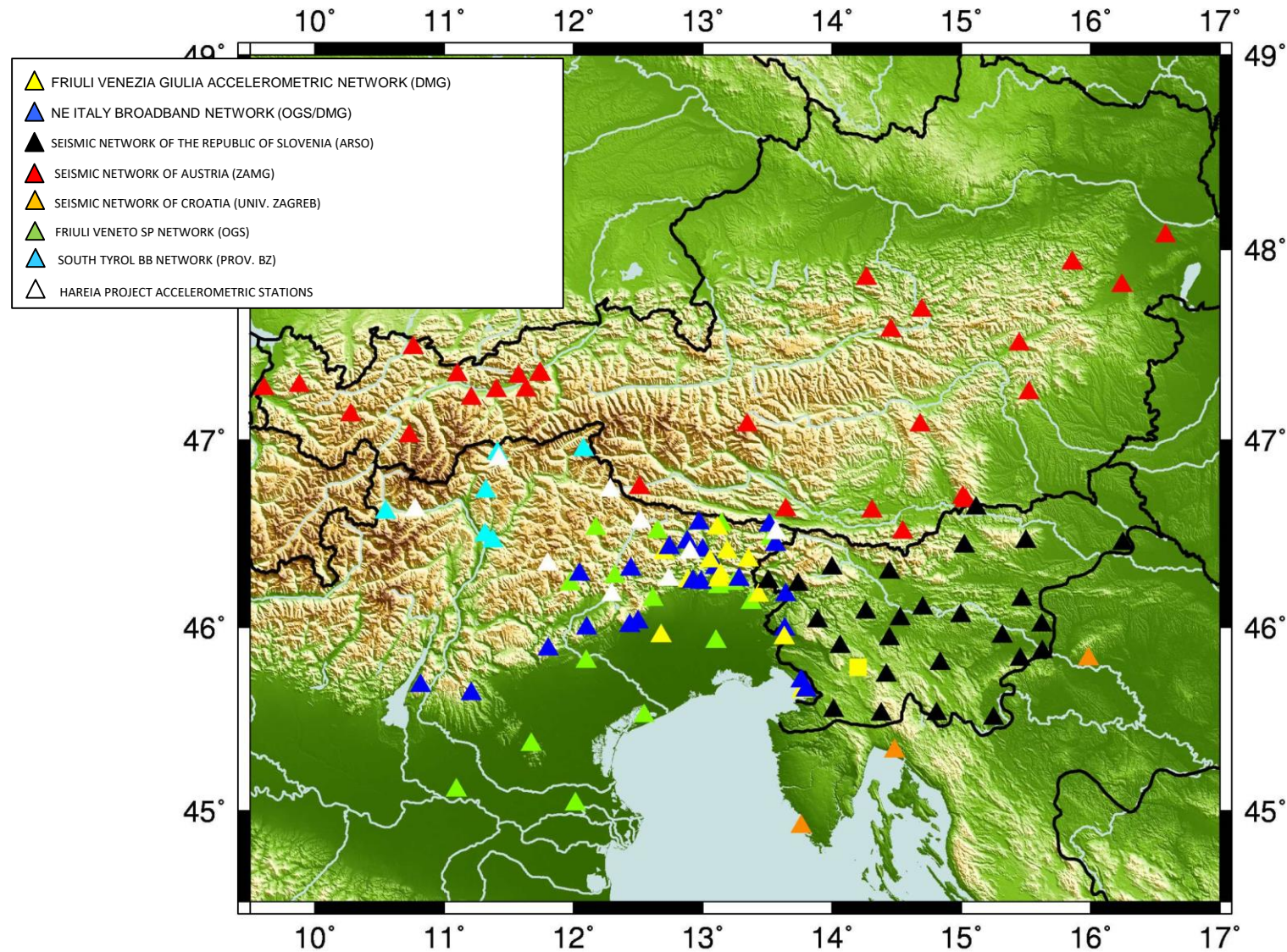


BOVEC 2004

*Trans-National Seismological DATABASE*  
**2003-2015**



# CE<sup>3</sup>RN Central and Eastern European Earthquake Research Network - 2016



# CE<sup>3</sup>RN Central and Eastern European Earthquake Research Network - 2016

