



SECURE

REGIONAL-SCALE EARTHQUAKE GROUND MOTION PREDICTIONS
THROUGH PHYSICS-BASED AND EMPIRICAL APPROACHES:
A CASE STUDY CENTRAL ITALY

Costruzione e analisi di dataset di registrazioni e dati macrosismici per le attività di ricerca del progetto SECURE



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Giovanni Lanzano



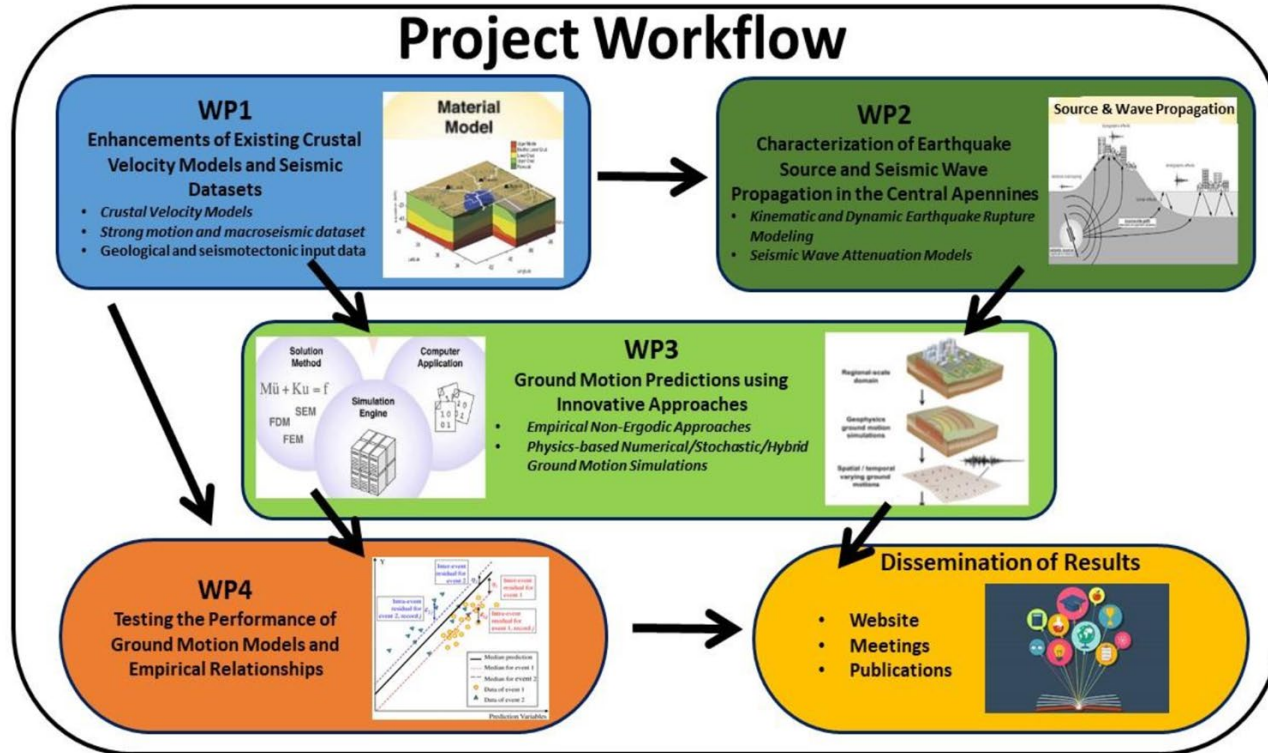
**PIANETA
DINAMICO**
WORKING EARTH

con la collaborazione di:

S. Sgobba, F. Pacor, D. Spallarossa, A. Rovida, A. Antonucci, A.A. Gomez-Capera, L. Colavitti, L. Vitrano, M. Picozzi

Progetto SECURE

Regional-Scale Earthquake Ground Motion PrediCtions ThroUgh Pyhsics-based and EmpiRical ApproachEs: A Case study Central Italy (SECURE)



Dataset Pianeta Dinamico Task S3 2020-2022



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Central Italy dataset (CI)

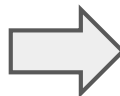
DESCRIPTION

This page provides the data and products (parametric table and related research elaborations) associated with the Central Italy dataset described below.

This dataset consists of high-quality accelerometric and velocimetric waveforms related to stations and earthquakes located in Central Italy since 2009. It mainly includes events from normal faults that belong to the major seismic sequences that have occurred in Italy in the last 20 years (i.e. 2009, L'Aquila Mw 6.1; 2016-2017, Amatrice-Visso-Norcia Mw 6.5; 2018, Muccia Mw 4.6). The overall dataset analyzed in this study consists of more than 30,000 waveforms of 456 earthquakes in the magnitude range between 3.2 and 6.5, and 460 stations within 120 km from the epicenter. The bulk data is characterized by low magnitudes (70% of the recordings have magnitudes less than 4 and more than 80% is in the distance range between 20 and 120 km).

The high density of events and stations in the study region, featured by dense azimuthal sampling of source-to-site ray paths, has allowed to produce several products related to seismological and geophysical parameters for ground motion prediction, which are downloadable below.

<https://shake.mi.ingv.it/central-italy/>



1. **CI-FAS_flatfile:**
https://doi.org/10.13127/CI_dataset/CI-FAS_flatfile
2. **CI-SA_flatfile:**
https://doi.org/10.13127/CI_dataset/CI-SA_flatfile
3. **CI-GIT:** https://doi.org/10.13127/CI_DATASET/CI-FAS_GIT
4. **CI-FAS_GMM:**
https://doi.org/10.13127/CI_dataset/CI-FAS_GMM
5. **CI-FAS_GMM_one:**
https://doi.org/10.13127/ci_dataset/ci-fas_gmm_one
6. **CI-FAS_GMM_step:**
https://doi.org/10.13127/ci_dataset/ci-fas_gmm_step
7. **CI-FAS_Directivity:**
https://doi.org/10.13127/ci_dataset/CI-FAS_directivity

- **Iscrizione al Registro Dati INGV**
- **Digital Object Identifier (DOI)**
- **Licenze di utilizzo: CC-BY 4.0**
- **Ringraziamenti**

Dataset per SECURE

- ITACAext 2.0
- Dataset Amatrice-Visso-Norcia (AVN)
- Dataset per la calibrazione di IPE
- Dataset per la calibrazione/testing di GMICE

ITACAext 2.0

Caratteristiche: dataset di registrazioni a scala nazionale che contiene principalmente dati di terremoti forti in Italia dal 1972

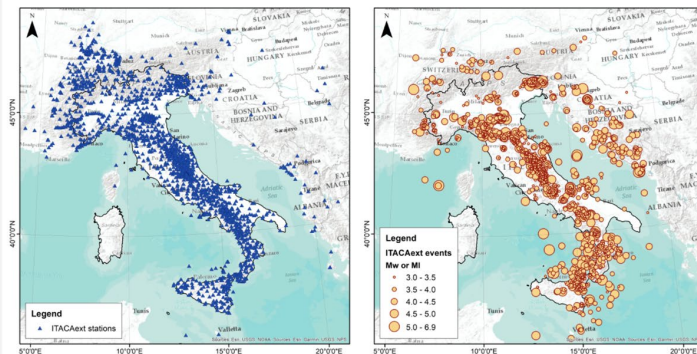
Obiettivi: studio della variabilità spaziale del moto sismico in Italia, costruzione di un modello di predizione regionalizzato, dataset per scopi applicativi/ingegneristici.

Team: Lanzano G. (referente), Pacor F., Sgobba S., Vitrano L., Brunelli G., Luzi L.

ITACAext 1.0

- **Registrazioni accelerometriche in ITACA ($M > 3.0$)** -> per catturare lo scaling con la magnitudo dai deboli ai forti terremoti
- **Registrazioni velocimetriche dal 2010** -> per descrivere meglio la variabilità spaziale
- **Stime di magnitudo da cataloghi INGV** (TDMT, RCMT, sala)
- **Localizzazione dal catalogo INGV**
- **Struttura simile a ESM flatfile** (Lanzano et al., 2019)
- **Parametri:** PGA, PGV, Spectral Acceleration per le 3 componenti, RotD50

ITACAext flatfile: tabella di metadati e parametri dello scuotimento sismico



Il flatfile **ITACAext** è una tabella parametrica contenente metadati e misure di intensità relative a forme d'onda manualmente processate, rilevanti per l'analisi del moto sismico in Italia.

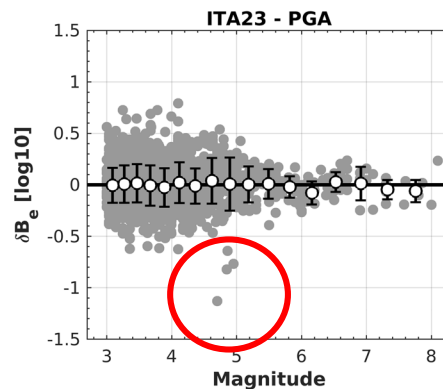
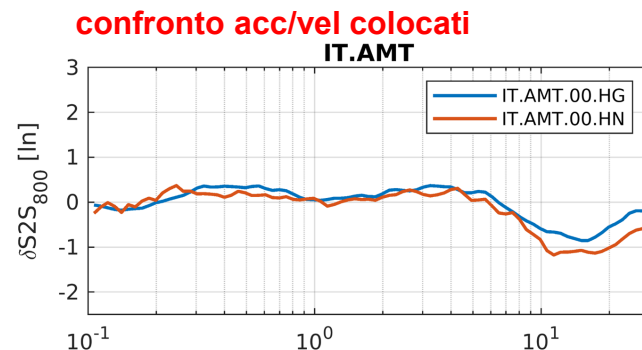
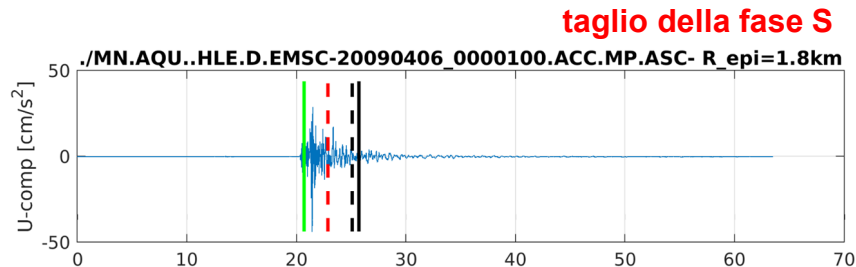
Il flatfile è costituito dai dati archiviati in ITACA fino al 31 dicembre 2020 ed è stato integrato con le registrazioni velocimetriche di circa 120 eventi di piccola magnitudo che si sono verificati nelle aree meno campionate d'Italia (Liguria, Piemonte e Sicilia occidentale), avendo cura di escludere le registrazioni affette da fenomeni di saturazione strumentale. Per i terremoti avvenuti ai confini italiani, sono state aggiunte anche le registrazioni delle reti dei paesi vicini, come Francia, Svizzera, Slovenia, Albania e Montenegro, al fine di migliorare il campionamento spaziale e azimutale dell'evento.

https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet_32/#/products/itacaext_flatfile

Brunelli G., Lanzano G., D'Amico M.C., Felicetta C., Luzi L., Mascandola C., Pacor F., Russo E., Sgobba S. (2022) ITACAext flatfile [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). DOI: 10.13127/itaca32/itacaext_flatfile.1.0

ITACAext 2.0

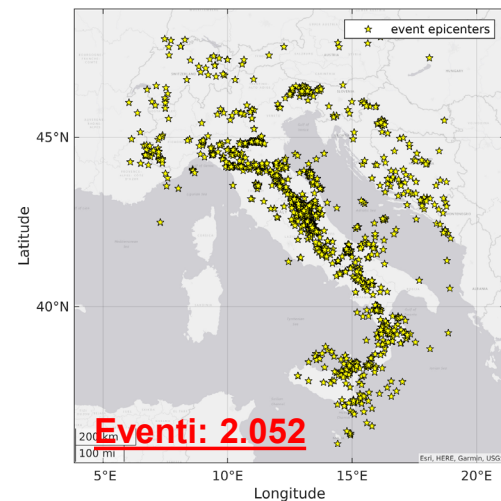
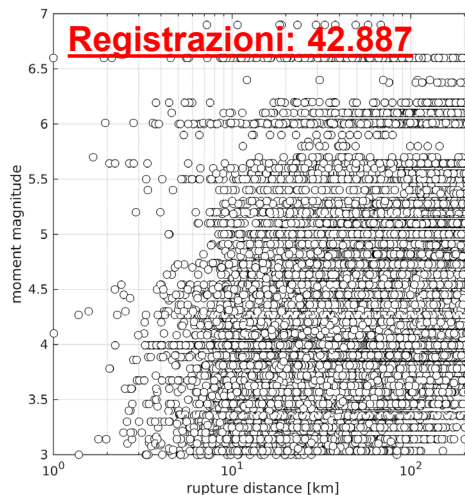
- **Aggiornamento registrazioni a 12/2022** (inclusa sequenza Marchigiana)
- **Standardizzazione alla Mw RCMT** tramite leggi di conversione ad-hoc (Brunelli et al. 2023)
- **Revisione localizzazione per il centro italia CAT3** (Spallarossa et al.)
- **Aggiornamento parametri di sito (VS,30)**
- **Flatfile per FAS** (tutto il segnale e tagliato sulle onde S)
- **Analisi di qualità del dataset** (consistency check, confronto acc/vel colocati, flag attivi crostali)
- **Tabelloni per GITpy** (D'Amico et al.)
- **Verrà pubblicato a Marzo 2024 su ITACA**
- **Paper in preparazione**



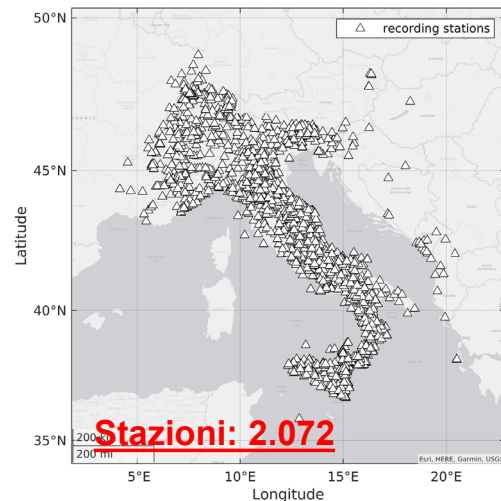
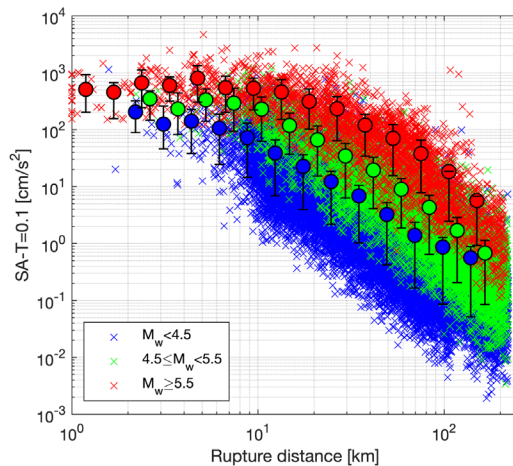
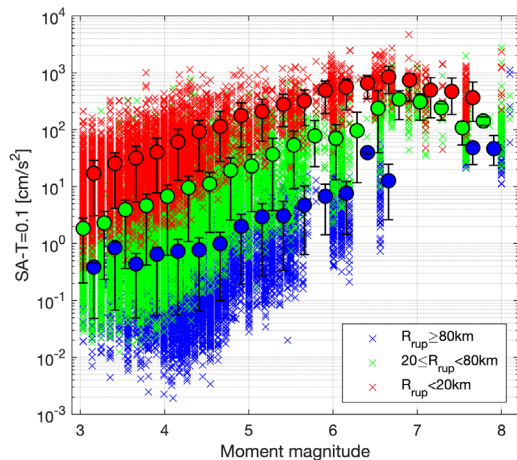
analisi dei residui
per identificare gli
outliers

ITACAext 2.0

- Flag per gli eventi crostali
- Flag per mainshock/aftershock



ITACAext + NESS



Dataset Amatrice-Visso-Norcia (AVN)

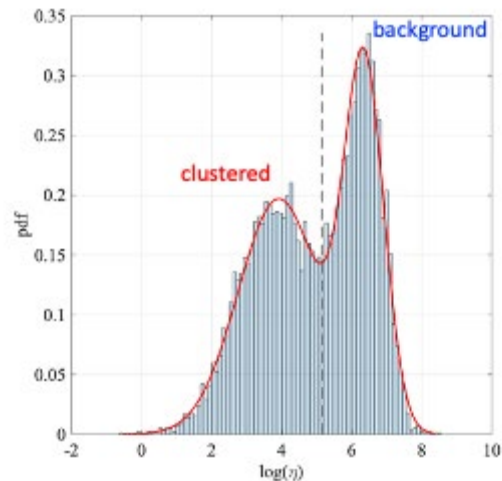
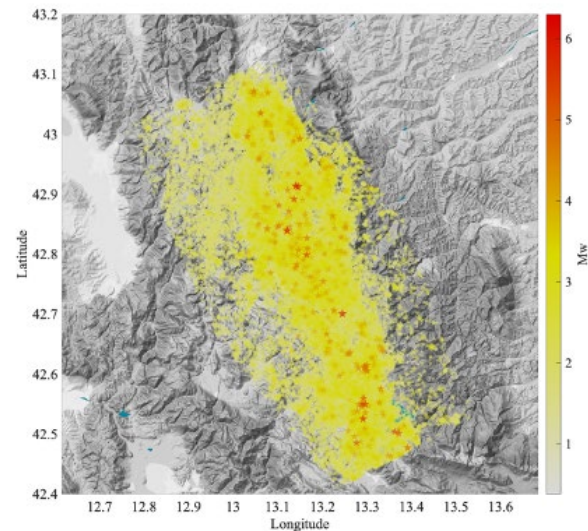
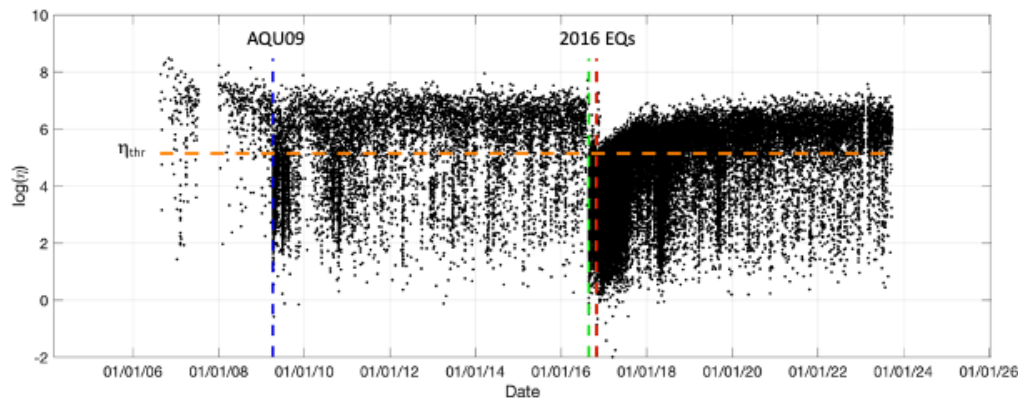
Caratteristiche: dataset a scala locale che contiene principalmente registrazioni di terremoti da deboli a forti nell'area di Amatrice-Visso-Norcia dal 2006 al 2023

Obiettivi: studio della variabilità temporale del moto sismico durante una sequenza, costruzione di un modello di predizione non-ergodico non-stazionario e studio dell'evoluzione temporale dei contributi di percorso, sorgente e sito.

Team: Spallarossa D. (referente), Picozzi M., Bindi D., Colavitti L., Tarchini G.

Catalogo N3

- ~74700 terremoti nell'area Amatrice-Visso-Norcia
- rilocalizzazione degli eventi (miglioramento della stima della profondità dell'evento)
- stima della ML, Mw da RAMONES (<https://distav.unige.it/rsni/ramones.php?lang=it>)
- clustering con la distanza generalizzata secondo Zaliapin et al. (2013)

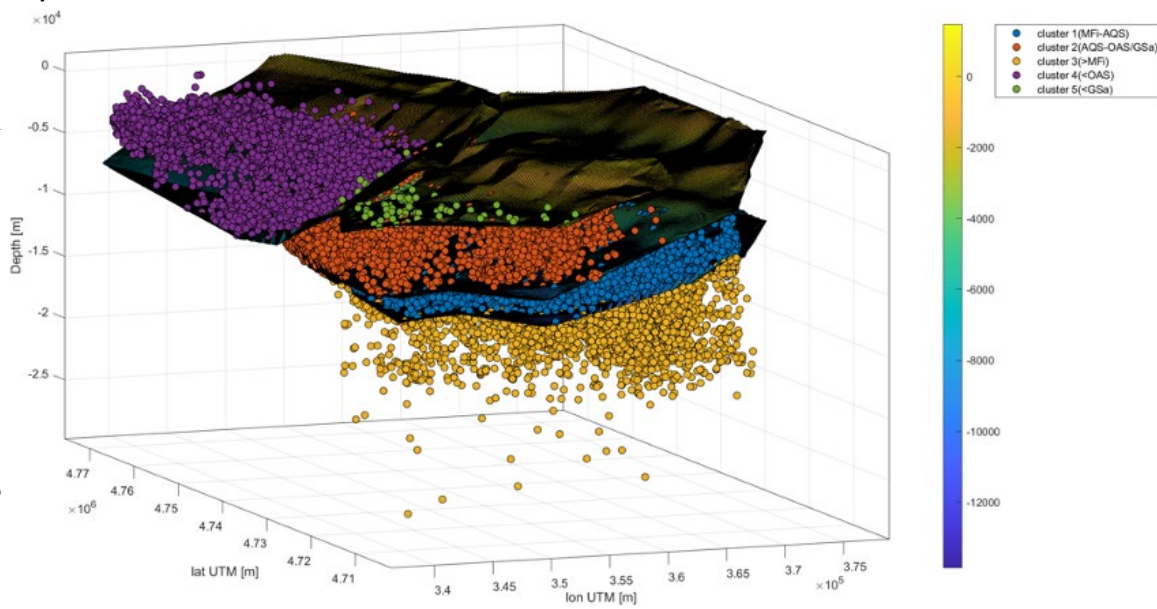
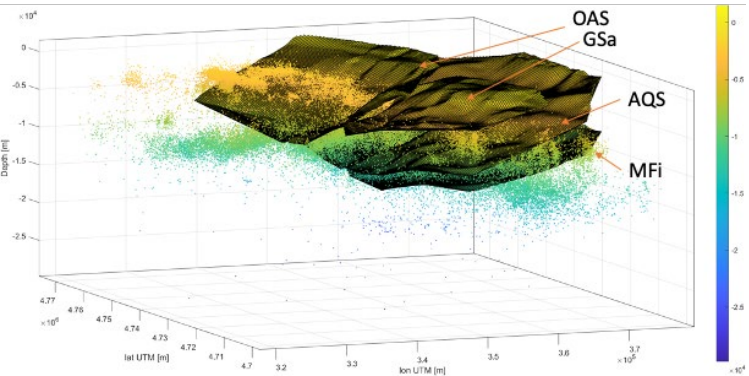


Clustering 3D

- criteri geologici per identificare meglio gli effetti di sorgente e propagazione mediante gli effetti misti del modello (termini dL2L e dP2P)
- strutture 3D a partire dai dati del modello RETRACE3D (Di Bucci et al., 2021), considerando i thrust principali.
- DOMINI o UNITA' GEOLOGICHE di riferimento per il clustering, le porzioni di crosta comprese tra le principali strutture di faglia introdotte.
- Con queste informazioni si identificano 5 cluster

Thrust considerati:

Montagna dei Fiori (MFi)
Acquasanta splay (AQS)
Olevano-Antrodoco-Sibillini (OAS)
Gran Sasso (Gsa)



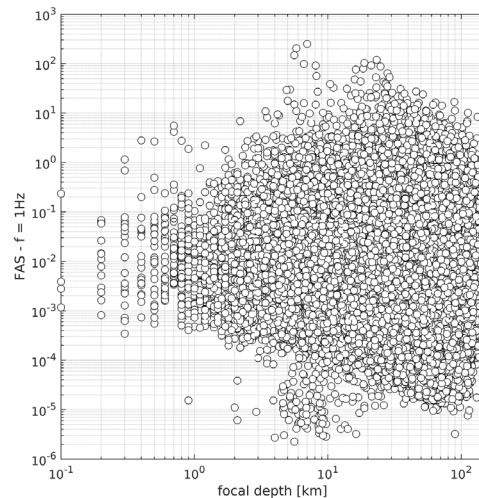
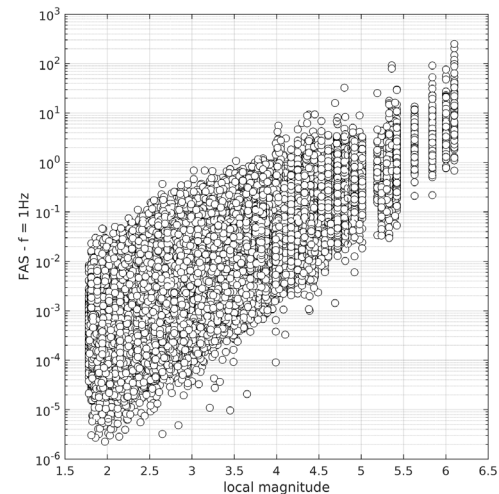
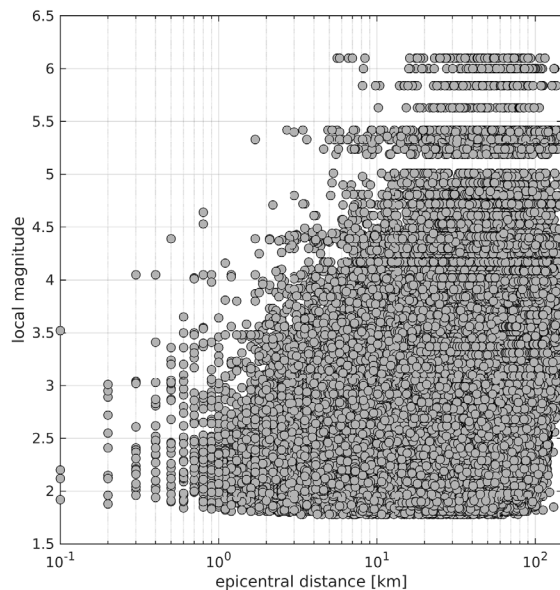
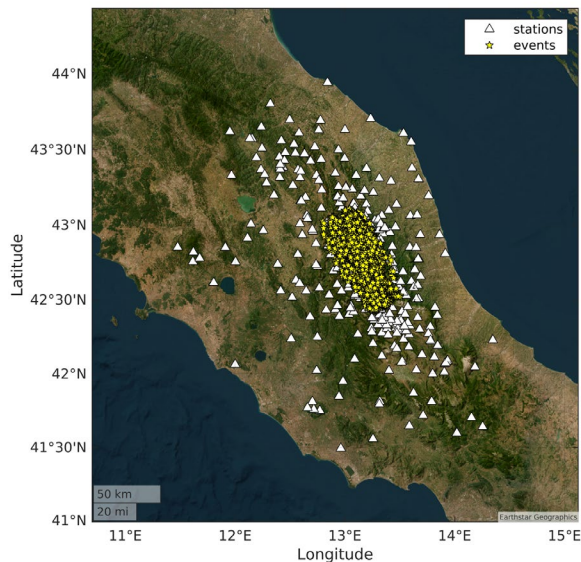
Estrazione di un tabellone per GMM

Tabellone parametrico $M > 1.8$ per le ordinate FAS

Registrazioni: 434.551

Eventi: 9.948

Stazioni: 452



Dataset per la calibrazione di IPE

Caratteristiche: dataset a scala nazionale di eventi con parametri strumentali e dati di intensità macrosismica

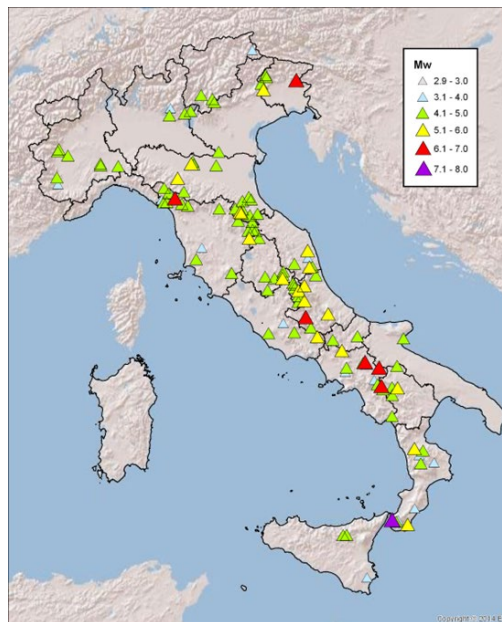
Obiettivi: studio dell'attenuazione dell'intensità macrosismica, costruzione di un modello di predizione nazionale e regionalizzato

Team: Rovida A., Gomez Capera A.A., Antonucci A., D'Amico V., Sgobba S., Lanzano G.

Dataset attuale

➤ 119 terremoti di CPTI15

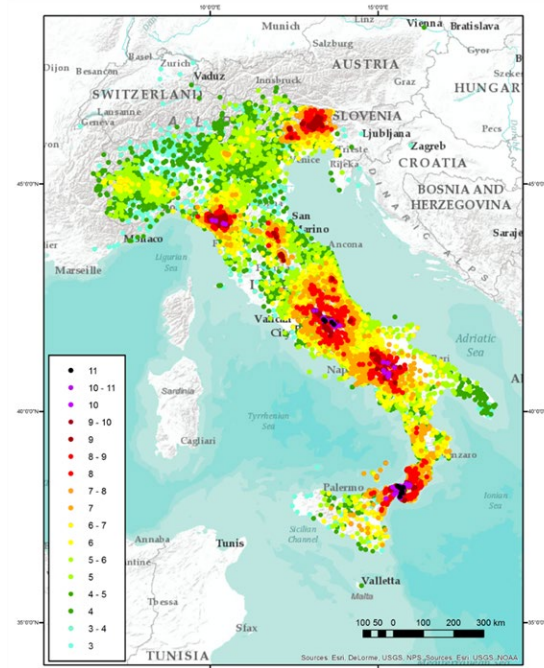
- Periodo: 1908 - 2013
- Mw: 3.8 - 7.1
- Profondità < 35 km



➤ 16.260 dati di intensità di DBMI15

- Intensità: 3 - 11 MCS
- Intensità max: 5 - 11 MCS
- Distanze epicentrali: 0.1 - 634 km

Gomez-Capera et al. 2023



Dataset aggiornato

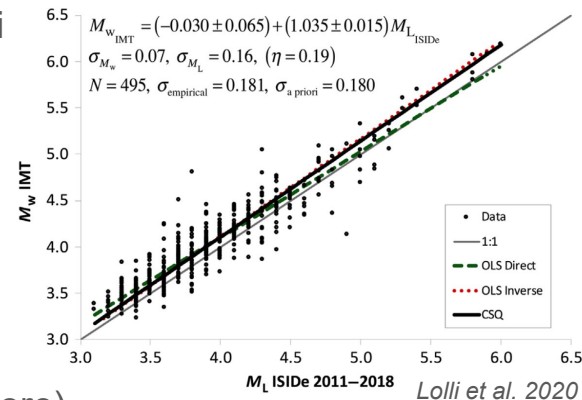
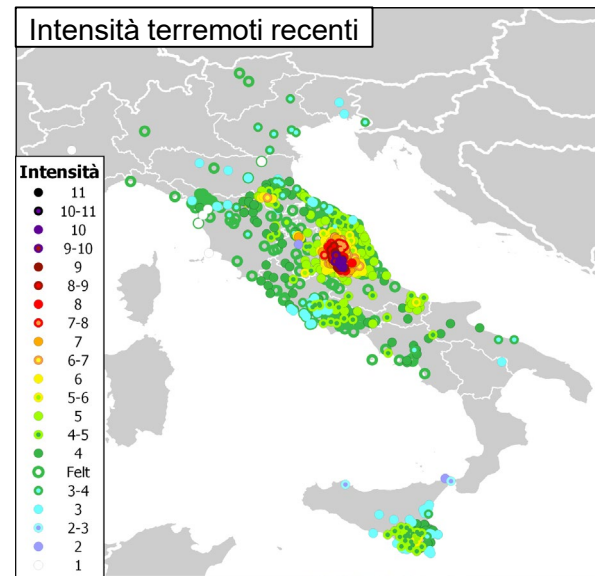
1. Aggiornamento dati macrosismici

- Coerenti con la prossima versione di DBMI
- Rilievi macrosismici QUEST di terremoti recenti dopo il 2015 (e.g., Rossi et al. 2019; Tertulliani et al. 2022; Antonucci et al. 2023; Bernardini & Ercolani 2023)
- Revisione dei dati del Bollettino Macrosismico 1981-2005 (Rossi et al. 2022; Tertulliani et al. 2024)

2. Aggiornamento parametri strumentali

- Coerenti con la prossima versione di CPTI
- Mw da Homogenized Instrumental Seismic Catalog HORUS 1960-oggi (Lolli et al. 2020)
- Localizzazioni strumentali dal Catalogo delle Localizzazioni ASSolute CLASS 1981-2018 (Latorre et al. 2023)
- Rebuilt ISC Bulletin 1964-2010 (Storchak et al. 2017, 2020)

3. Integrazione di ulteriori nuove metriche della distanza (e.g. Joyner-Boore)



Lolli et al. 2020

Dataset per la calibrazione/testing GMICE

Caratteristiche: dataset a scala nazionale di eventi con registrazioni strumentali e dati di intensità macrosismica

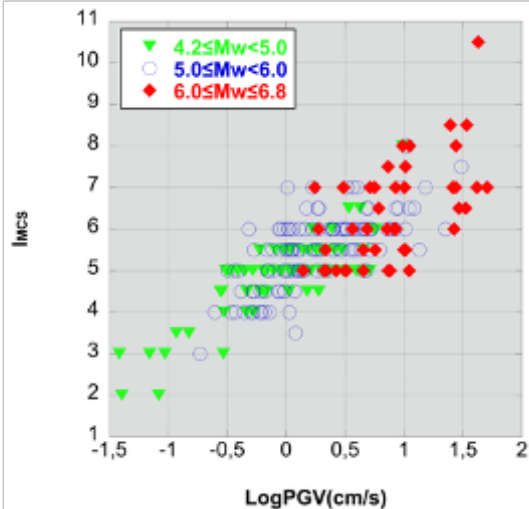
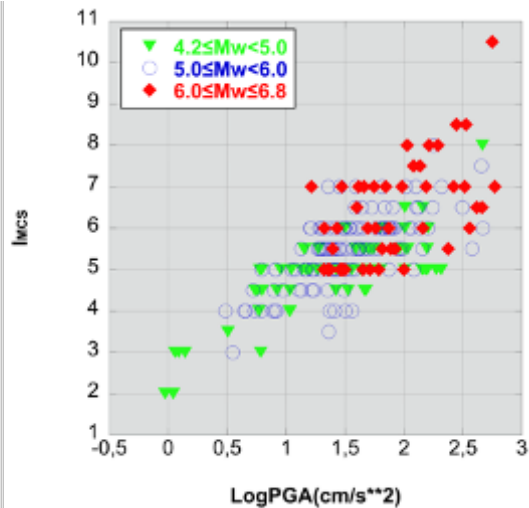
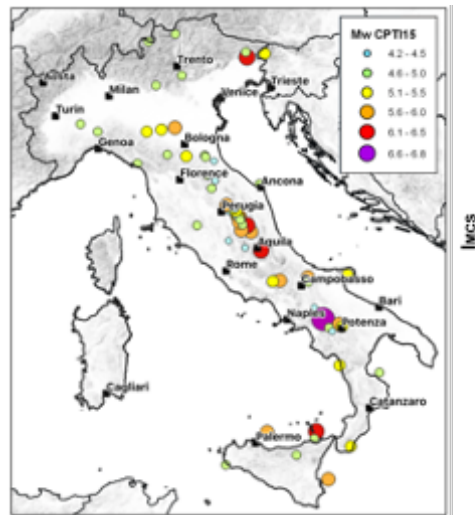
Obiettivi: calibrare e testare modelli di conversione intensità macrosismica e parametri del ground motion

Team: Gomez Capera A.A., Lanzano G., Rovida A., Antonucci A., D'Amico V., Sgobba S.

Dataset attuale

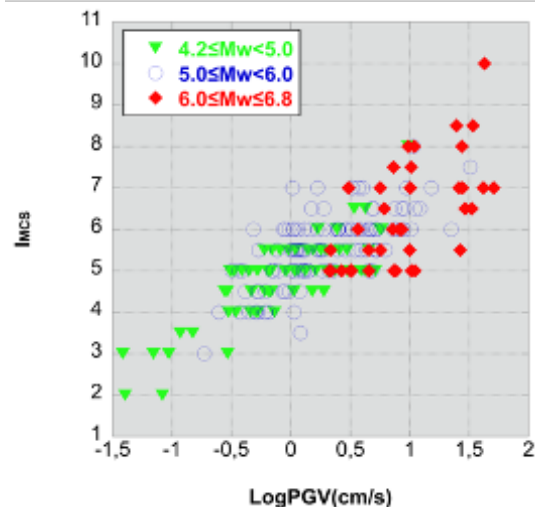
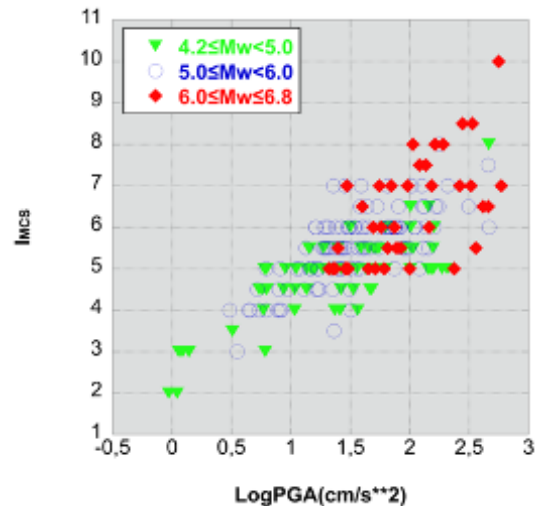
- **67 terremoti di CPTI15**
Periodo: 1972 - 2016
Mw: 4.2 - 6.8
- **150 stazioni di accelerazione (ITACA3.0) associate ai punti di intensità macrosismica (DBMI15)**
- **240 coppie Intensità Macrosismica-GMPs**
Intensità: 2 – 10/11 MCS
PGA: 0.938 – 587.200 cm/s²
PGV: 0.038 – 50.640

Gomez et al. (2020)



Dataset in preparazione

- **65 terremoti di CPTI15**
Periodo: 1972 - 2016
Mw: 4.2 - 6.8
- **142 stazioni di accelerazione (ITACAext 2.0) associate ai punti di intensità macrosismica (DBMI15)**
- **226 coppie Intensità Macrosismica-GMPs**
Intensità: 2 – 10 MCS
PGA: 0.938 – 587.200 cm/s²
PGV: 0.038 – 50.640



Disseminazione dei prodotti

- Pubblicazioni scientifiche (data paper)
- Assegnazione DOI (se necessario)
- Preparazione pagina web da cui scaricare il prodotto
- Ringraziamenti