

# Convegno ReLUIS

## Kick off del Progetto DPC\_ReLUIS 2024-2026

**Napoli, 17-18 ottobre 2024**

### **WP 18 - Input sismico, normativa e microzonazione** **Roberto Paolucci, Sebastiano Foti**

## Il progetto Reluis WP18 – 2022-24

### Contributi normativi relativi ad Azione Sismica

- **TASK 1** Fattori di struttura «risk-targeted»  
(Resp. UniNA, G. Baltzopoulos)
- **TASK 2** Parametri correttivi near-source sulle azioni sismiche di progetto  
(Resp. INGV–MI, S. Sgobba)
- **TASK 3** Azione sismica verticale  
(Resp. UniPV, C. Lai)
- **TASK 4** Fattori di sito nelle norme e nella Microzonazione sismica  
(Resp. UniSi, D. Albarello)
- **TASK 5** Terremoto di progetto  
(Resp. PoliMI, R. Paolucci)

# Il progetto Reluis WP18 – 2022-24

## Contributi normativi relativi ad Azione Sismica

### ➤ TASK 1 Fattori di struttura «risk-targeted»

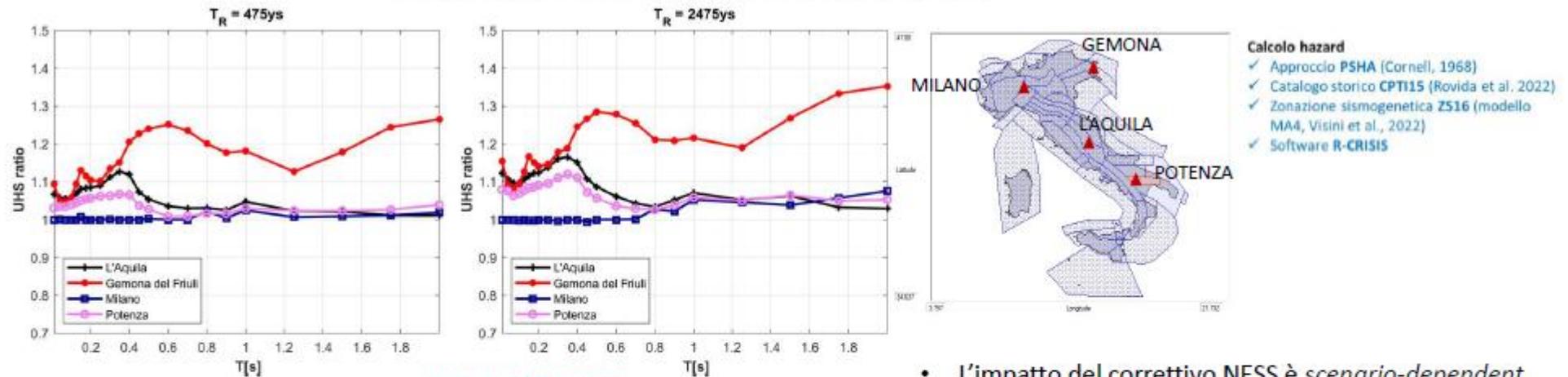
- Can we obtain uniform reliability via risk-targeted behavior factors?
  - Maybe, but we can only do that for medium to high seismic hazard sites
  - We can't really tell which sites from 475y return period elastic demand spectra alone
  - We'd need to be site- and structure-specific
  
- Can we define a Risk-Targeted design spectrum to the same end?
  - Assuming collapse fragility a-priori may still leave us with uneven reliability
  - Reliability might look uniform using Sa(T) as intensity to predict collapse, but if we look at better predictor IMs, the advantage seems less obvious

# Il progetto Reluis WP18 – 2022-24

## Contributi normativi relativi ad Azione Sismica

### ➤ TASK 2 Parametri correttivi near-source sulle azioni sismiche di progetto

#### Impatto del correttivo globale NESS – ITA18



$$UHS_{ratio} = \frac{UHS(ITA18-NESS)}{UHS(ITA18)}$$

Site	Contributing SZ (ZS16)	M-R disagg (475y)	M-R disagg (2475y)	Prevailing SOF
L'AQUILA	ZS24-ZS25-ZS26-ZS23-ZS33	5.72-0	6-0	NF
GEMONA	ZS3-ZS4-ZS2-ZS1-ZS13	5.32-0	5.56-0	TF
POTENZA	ZS36-ZS33-ZS37-ZS35	5.78-13	5.94-9	NF
MILANO	ZS3-ZS4-ZS6-ZS7-ZS11	4.99-57	5-45	TF/SS

- L'impatto del correttivo NESS è *scenario-dependent*
- Il modello ITA18 già cattura bene le feature NS in sof NF
- L'incremento ai lunghi  $T_r$  è relativamente modesto
- **OPEN ISSUE:** approccio forse non idoneo all'applicazione in hazard (modello a zone) ma più adatto al calcolo nel modello a faglia o nei calcoli di scenario ?

# Il progetto Reluis WP18 – 2022-24

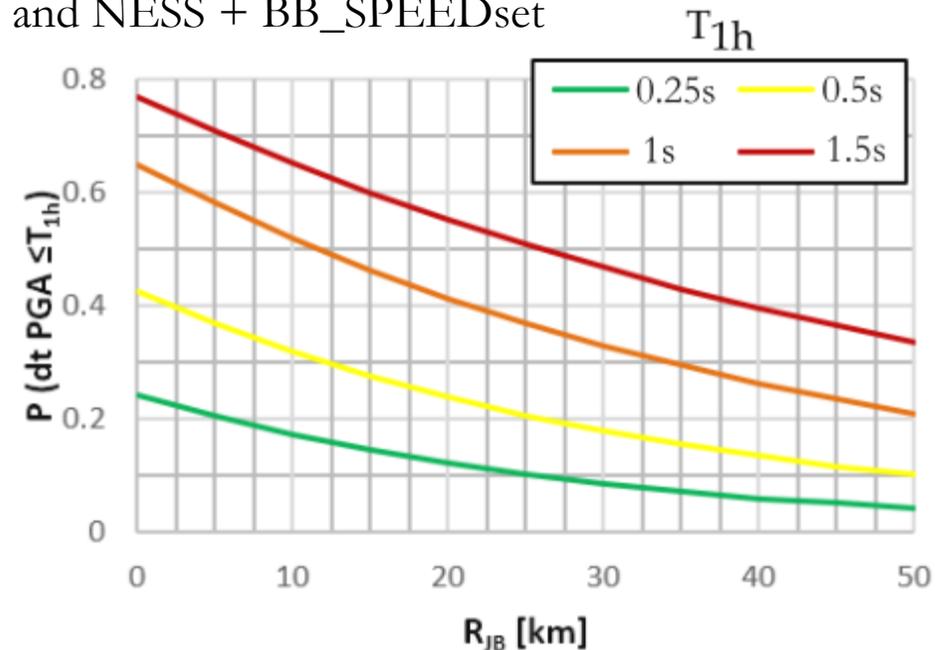
## Contributi normativi relativi ad Azione Sismica

### ➤ TASK 3 Azione sismica verticale

Definition of synchronism conditions of the vertical V and horizontal H seismic actions

1. Catalogue-based investigations for the synchronism conditions at **near-field conditions**.
2. Analytical study of basin-induced synchronism conditions at **far-field conditions**.
3. Effects of synchronism in the **response of a simple two degree-of-freedom system** (i.e., portal frame)

Predictive models for  $P(|SP| \leq X_t)$  by using NESS and NESS + BB\_SPEEDset

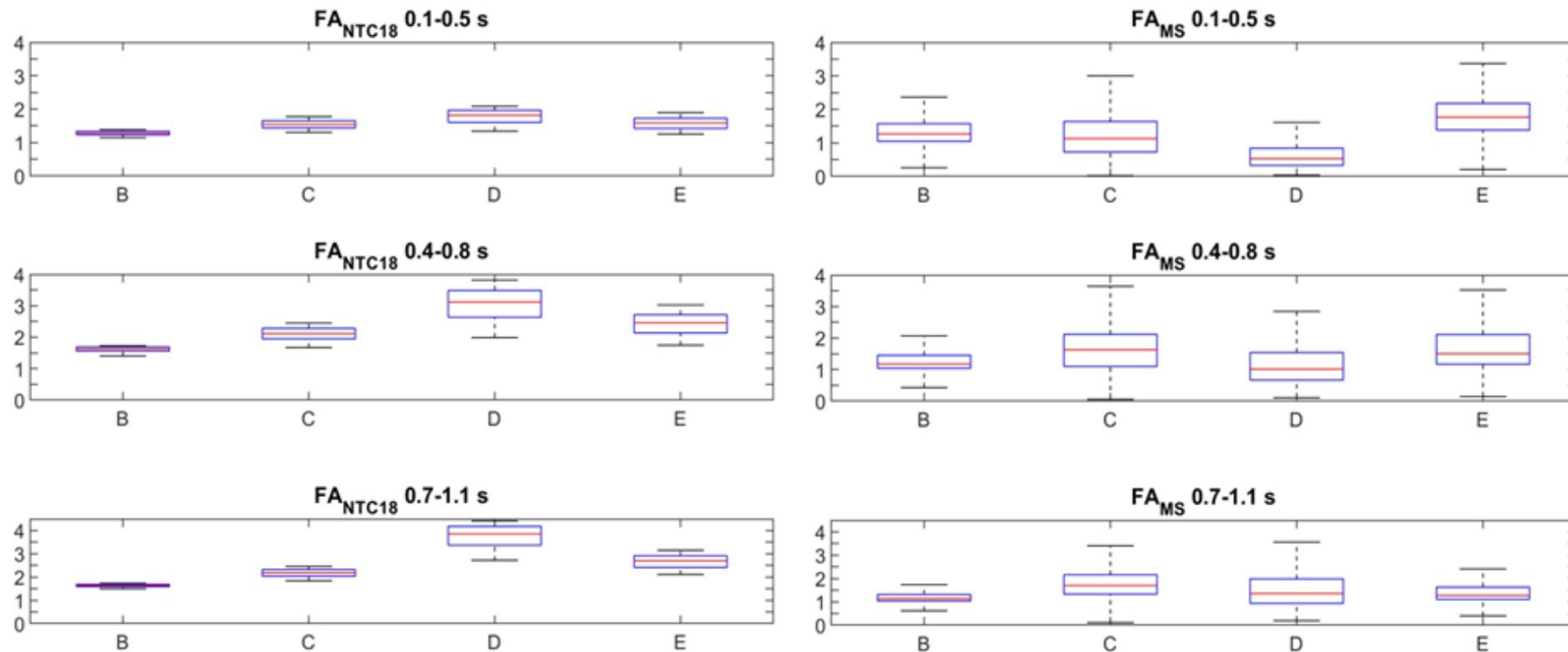


Synchronism more likely for stiff sites (site classes A and B) than compliant sites (site classes C, D and E).

# Il progetto Reluis WP18 – 2022-24

## Contributi normativi relativi ad Azione Sismica

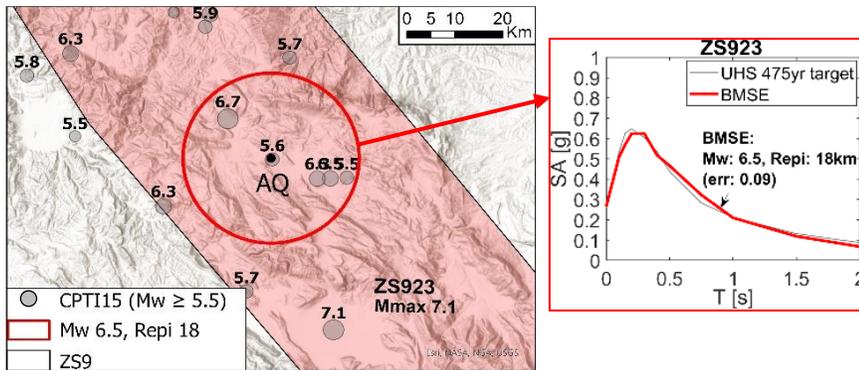
### ➤ TASK 4 Fattori di sito nelle norme e nella Microzonazione sismica



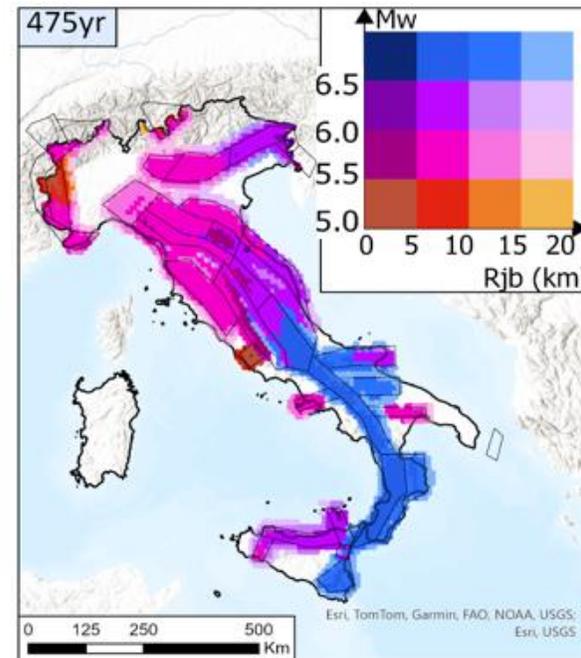
# Il progetto Reluis WP18 – 2022-24

## Contributi normativi relativi ad Azione Sismica

### ➤ TASK 5 Terremoto di progetto

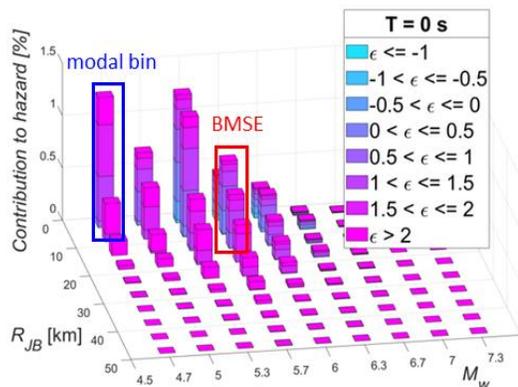


### Best Matching Scenario Earthquakes (BMSE)



- Il BMSE è definito dalla coppia ( $M_w$ - $R$ ) con il moto mediano del suolo che meglio approssima l'UHS in un ampio intervallo di periodi
- Può supportare la selezione dei moti di input per quelle applicazioni che richiedono una compatibilità spettrale ad ampio spettro
- può essere associato in modo univoco a uno spettro elastico di progetto, senza bisogno di disaggregazione
- gli accelerogrammi selezionati non necessitano di scalatura in ampiezza

### BMSE and disaggregation



## UR WP18 2024-26

N.	RESPONSABILE SCIENTIFICO	UNIVERSITÀ	DIP.	Partecipazione TASK	Responsabilità Task
1	Paolucci Roberto	Politecnico di Milano	D.I.C.A.	1-2-3	1-3
2	Sgobba Sara	INGV	INGV	2-3-4	3
3	Baltzopoulos Georgios	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Di.St.	1-3	1
4	Lai Carlo	Università degli Studi di Pavia	DICAr	2-3-4	4
5	Albarello Dario	Università degli Studi di Siena	DSFTA	1-2	2
6	Foti Sebastiano	Politecnico di Torino	DISEG	2	2
7	Pagliaroli Alessandro	Università di Chieti-Pescara	DIG	2	
8	Lanzo Giuseppe	Università Sapienza di Roma	DISeG	2-4	

# Il progetto Reluis WP18 - Input sismico, normativa e microzonazione

	<b>Task</b>	<b>UR Resp</b>	<b>Obiettivi principali</b>
<b>1</b>	<b>Pericolosità sismica e normativa</b>	<b>POLIMI</b> (Paolucci)  <b>UNINA</b> (Baltzopoulos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stato dell'arte sulle applicazioni di approcci probabilistici (PSHA) e deterministici (DSHA) di stima della pericolosità sismica in ambito normativo internazionale;</li> <li>- stato dell'arte sui vantaggi e limiti dell'applicazione di approcci risk-based ai fini normativi;</li> <li>- valutazione dei requisiti ottimali di un modello di pericolosità sismica nel contesto normativo italiano e delle informazioni ad esso associate (e.g., trattamento incertezze, disaggregazione, categoria di sito di riferimento);</li> <li>- approcci di validazione e sanity check di modelli PSHA (basati tipicamente su dati macrosismici storici o su dati accelerometrici), consistenti con i requisiti delle applicazioni normative.</li> </ul>

# Task 1 Pericolosità sismica e Normativa

(1) stato dell'arte sulle applicazioni di approcci probabilistici (PSHA) e deterministici (DSHA) di stima della pericolosità sismica in ambito normativo internazionale

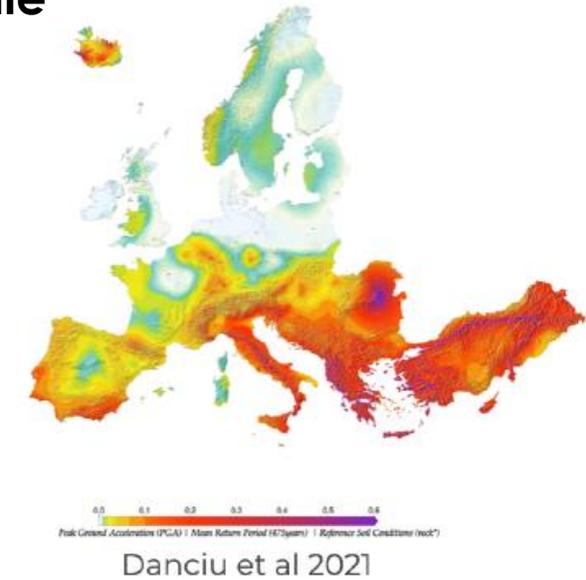
✓ come è recepito il modello ESHM20 in ambito europeo?

*USGS National Seismic Hazard Maps - Research article*

✓ quali novità dagli USA?

**The 2023 US 50-State National Seismic Hazard Model: Overview and implications**

✓ quali novità da altri paesi?

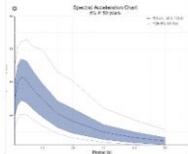
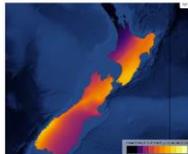
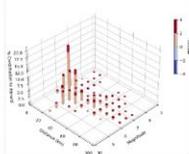


✓ altre esperienze: Cina, Cile, Romania ...

✓ Giappone

**NSHM** Hazard Ruptures Coming Features Resources Help 

**Te Taura Matapae Pūmate Rū i Aotearoa • New Zealand National Seismic Hazard Model**  
a GNS Science led research programme

<b>About</b> Background Information. 	<b>Curves and Spectra</b> Site hazard and UHS plots. 	<b>Hazard Maps</b> Hazard levels across NZ. 	<b>Rupture Explorer</b> Filter and animate ruptures. 	<b>Disaggregations</b> Source breakdowns. 	<b>Science Reports</b> Model reports and datasets. 
--	--	---	--	---	--

## Il progetto Reluis WP18 - Input sismico, normativa e microzonazione

	Task	UR Resp	Obiettivi principali
2	<b>Categorizzazione sismica del sottosuolo, fattori di amplificazione nella normativa e microzonazione sismica</b>	<b>POLITO</b> (Foti)  <b>UNISI</b> (Albarellò)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stato dell'arte sulla categorizzazione del sottosuolo e sull'applicazione di fattori di sito in ambito normativo internazionale;</li> <li>- analisi dell'approccio previsto nella nuova versione di EC8-1 in relazione alle procedure attualmente in vigore (NTC2018) e al futuro recepimento degli eurocodici in ambito nazionale;</li> <li>- analisi incrociate sui database di risposta sismica locale sviluppati nelle precedenti annualità del progetto ReLUIIS nell'ambito del WP16-Task1;</li> <li>- considerazioni sulla compatibilità tra categoria di sito di riferimento nella normativa e nella PSHA e sulla definizione coerente in ambito normativo di spettri a pericolosità uniforme per categorie di sottosuolo amplificative;</li> <li>- come sfruttare l'informazione dalla MZS nel contesto normativo italiano: nuove proposte di categorizzazione del sottosuolo che sfruttino la MZS e i relativi fattori amplificativi in ambito normativo. E' prevista a questo scopo una interazione con il Centro per la Microzonazione Sismica.</li> </ul>

## Task 2: Analisi comparativa approcci semplificati

1. Definizione delle metriche di confronto (2024)
2. Comparazione degli approcci per la valutazione dei fattori di amplificazione stratigrafica:
  - NTC 2018
  - EC8 (new version)
  - Lai et al.

Dati sperimentali (UniCH, UniPV, INGV ?) + database stocastico RSL (PoliTO, UniCH ?)

(database da precedenti annualità ReLUIS)

3. Proposta di adozione per NTC

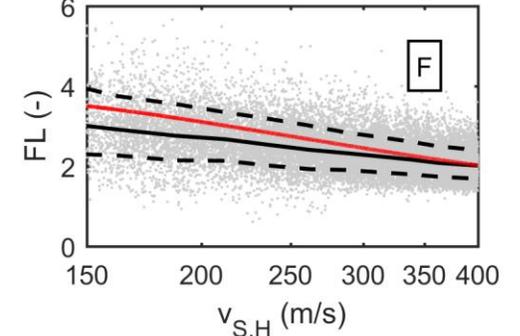
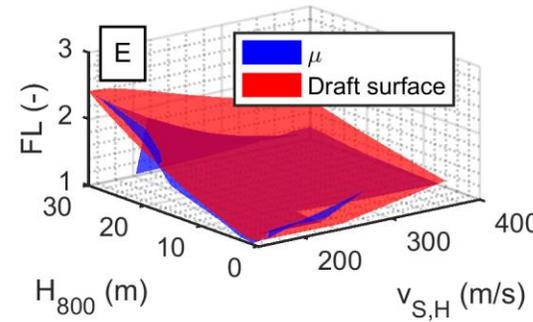
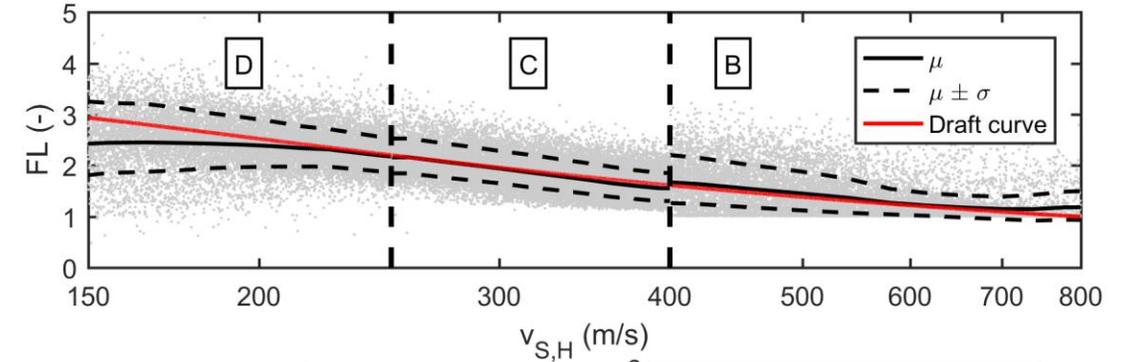
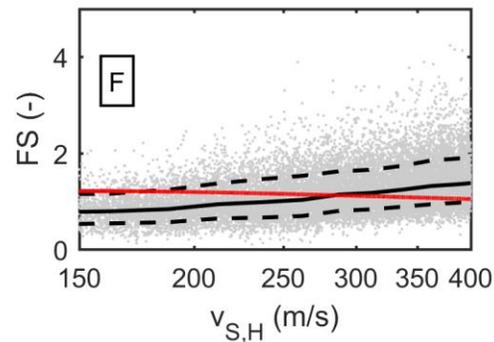
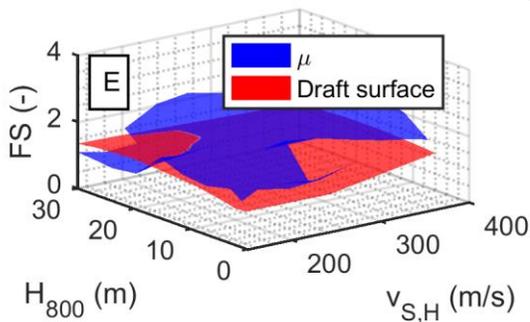
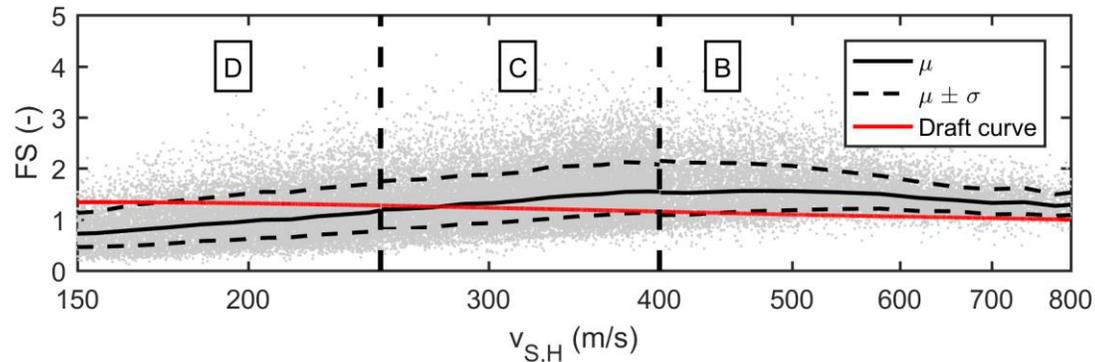
# Esempio su nuovo EN1998 1-1

- Definizione metriche di amplificazione:

Short period spectral amplification factor  $FS = \frac{I_s}{I_r}, \quad I = \int_{0.07}^{0.4} S_e(T) dT$

Long period spectral amplification factor  $FL = \frac{I_s}{I_r}, \quad I = \int_{0.7}^2 S_e(T) dT$

- Procedura di verifica su database stocastico della risposta sismica di sito:



@a<sub>g</sub> = 1,16 m/s<sup>2</sup>

Paolucci et al., BEE 2021

# Fattori di sito e MZS

1. Proposta di indice di confronto tra NTC e MZS (2024)
2. Individuazione di casi di studio e valutazione di efficacia della procedura (2025)
3. Redazione di linee guida (2026)

Proposta preliminare basata sul confronto  $FA_{MZS}$  vs.  $FA_{NTC}$  (rispetto a sottosuolo Classe A)

$$\frac{FA_{MZS}}{FA_{NTC}} \begin{cases} \leq 1 & \rightarrow SA = SA_{NTC} \\ > 1 & \rightarrow SA = SA_{NTC} \times \frac{FA_{MZS}}{FA_{NTC}} \end{cases}$$

(cioè il rapporto  $\frac{FA_{MZS}}{FA_{NTC}}$  sostituisce  $S_T$  nella definizione dello spettro di normativa)

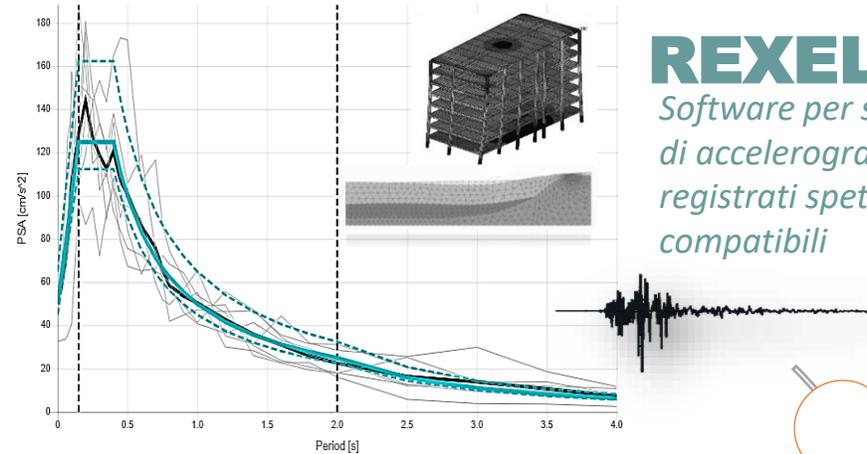
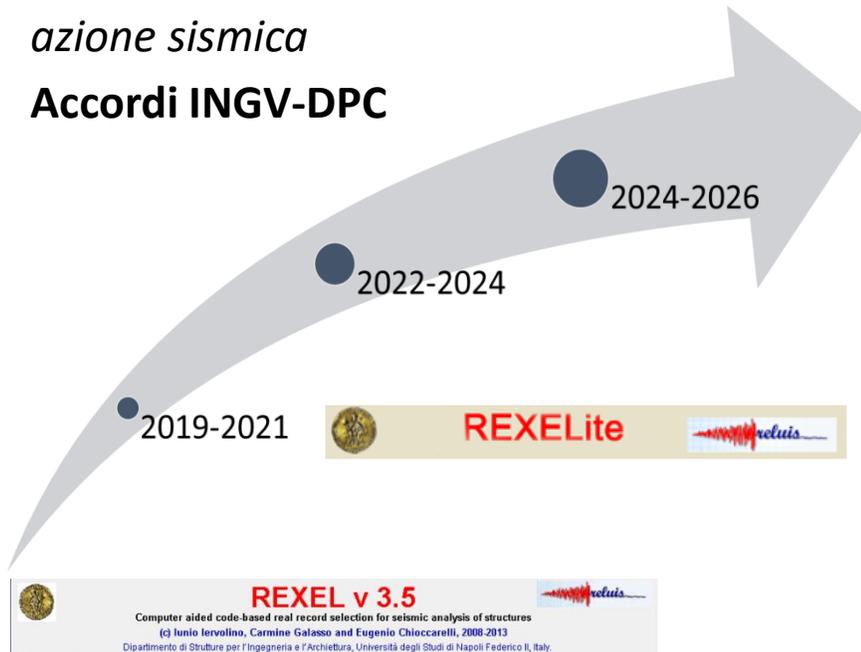
Vantaggio: può essere applicata a tutti gli studi di microzonazione cambiando la metrica di definizione di FA  
Inoltre l'implementazione per i professionisti sarebbe molto semplice perché basata direttamente sulle mappe e sulla valutazione di  $FA_{NTC}$  che può essere ottenuta con un semplice script

## Il progetto Reluis WP18 - Input sismico, normativa e microzonazione

	Task	UR Resp	Obiettivi principali
3	<b>Terremoto di progetto e selezione di accelerogrammi</b>	<b>INGV-MI</b> (Sgobba)  <b>POLIMI</b> (Smerzini)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aggiornamento ed espansione delle banche dati di accelerogrammi, sia da registrazioni di terremoti reali in campo vicino che da simulazioni numeriche</li> <li>- Valutazione e implementazione di vari criteri per definire lo spettro obiettivo nella selezione di accelerogrammi spettro-compatibili</li> <li>- Inclusione di criteri di compatibilità spettrale con un focus sulla selezione multi-componente (aggiornamento normativo, introduzione di obiettivi per la componente verticale in linea con lo stato dell'arte più recente, proposta V/H ReLUI5 ecc.)</li> <li>- Definizione del Terremoto di Progetto: stato dell'arte e nuove proposte</li> </ul>

# Task 3 - Terremoto di progetto e selezione di accelerogrammi

**Programmi ReLUI5 WP18 –**  
*Contributi Normativi relativi ad*  
*azione sismica*  
**Accordi INGV-DPC**



**REXELweb**  
*Software per selezione*  
*di accelerogrammi*  
*registrati spettro-*  
*compatibili*

**Miglioramento**  
**tool di selezione**  
**accelerogrammi**  
**per l'INPUT**  
**SISMICO**



**Applicazioni ingegneristiche e sintesi normativa**

## Il progetto Reluis WP18 - Input sismico, normativa e microzonazione

	Task	UR Resp	Obiettivi principali
4	<b>Caratterizzazione delle componenti verticali del moto sismico per analisi strutturali</b>	<b>UNIPV</b> (Lai)	<ul style="list-style-type: none"><li>- stato dell'arte sulla quantificazione dell'azione sismica verticale in ambito normativo internazionale;</li><li>- formalizzazione di criteri di simultaneità dei picchi delle componenti V e H in campo vicino e in campo lontano;</li><li>- criteri di selezione accelerogrammi con componente verticale;</li><li>- implementazione dei criteri nel modulo di selezione accelerogrammi sviluppato nel Task 3.</li></ul>