La microzonazione sismica tra pianificazione urbanistica e progettazione di opere

Giuseppe Naso
Dipartimento della protezione civile
Servizio Rischio Sismico

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

La microzonazione sismica

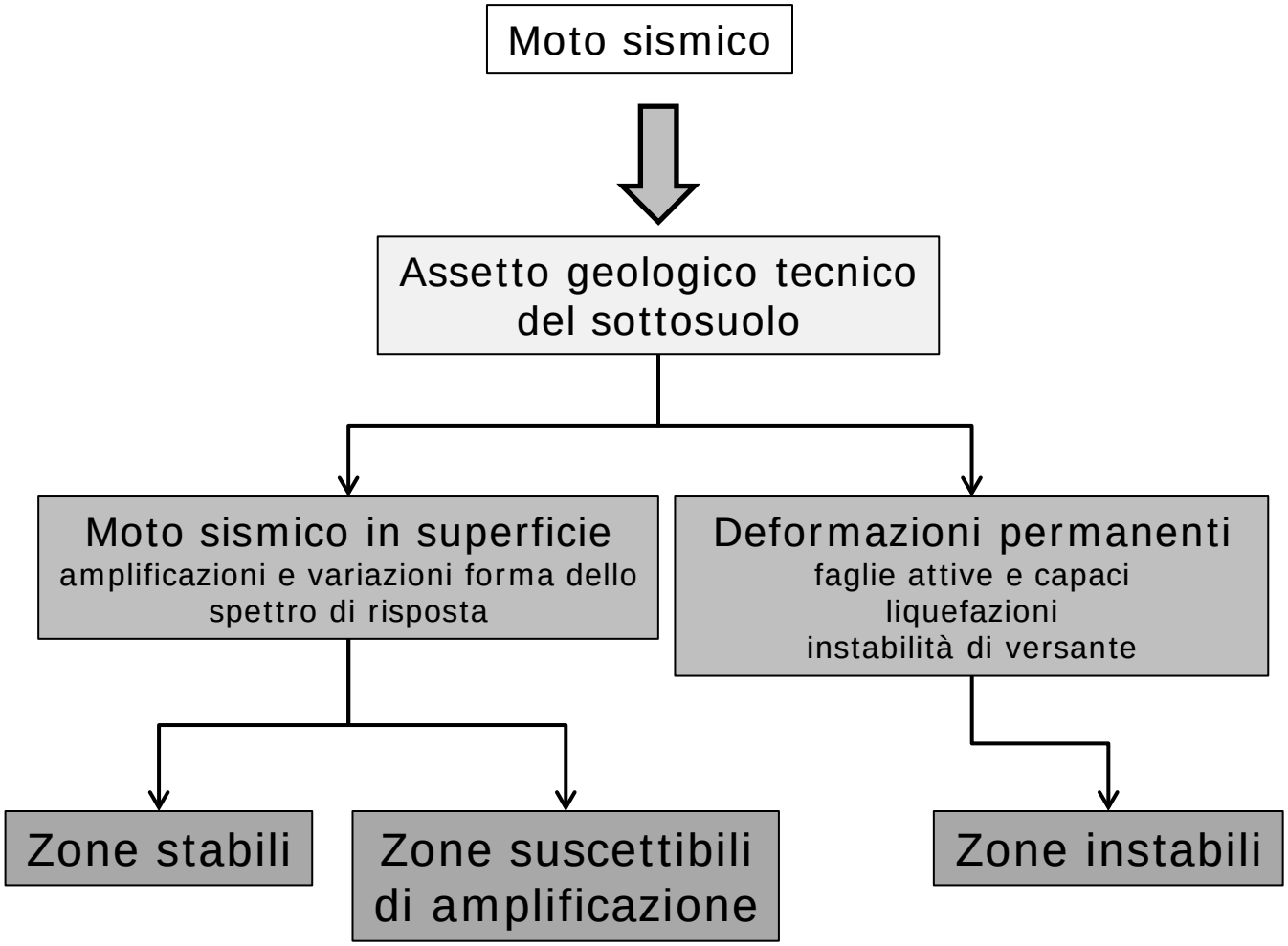
- Il fenomeno fisico

Forzante

Contesto fisico

Effetti sul territorio

Microzonazione sismica



La microzonazione sismica

- Le applicazioni

Pianificazione territoriale (anche dell'emergenza)

Progettazione di opere

La microzonazione sismica

- le amplificazioni litostratigrafiche

Gli studi sono condotti per **3 livelli di approfondimento**

Le zone suscettibili di amplificazione sono caratterizzate quantitativamente nei livelli di approfondimento 2 e 3.
Questi livelli consentono di associare alle microzone, definite nella Carta di livello 1:

- valori dei **fattori di amplificazione, FA** (livello 2 con procedure semplificate: *abachi* e/o livello 3 con un rapporto tra spettri di risposta)

- **spettri di risposta** sismica in superficie (limitatamente al livello 3).

La microzonazione sismica

- le amplificazioni litostratigrafiche

Ai fini dell'utilizzazione di risultati sull'amplificazione conviene definire **periodi di interesse** in funzione del numero di piani in elevazione degli edifici da progettare o da verificare (e in prima approssimazione, con caratteristiche strutturali omogenee).

N piani	Htot[m]	T1ca[s]	T1mur[s]
1	3,3	0,18	0,12
2	6,6	0,31	0,21
3	9,9	0,42	0,28
4	13,2	0,52	0,35
5	16,5	0,61	0,41
6	19,8	0,70	0,47
7	23,1	0,79	0,53
8	26,4	0,87	0,58
9	29,7	0,95	0,64
10	33	1,03	0,69

I periodi in tabella possono essere raggruppati in **tre classi di intervalli**:

0.1-0.5 s
0.4-0.8 s
0.7-1.1 s

La microzonazione sismica

- le amplificazioni litostratigrafiche

I **fattori di amplificazione (FA)** sono espressi come il rapporto, per un determinato intervallo di periodi T, tra il moto alla superficie del sito d'interesse e il moto alla superficie di un sito di riferimento, calcolato secondo la seguente relazione:

$$FA = \frac{\int_{T_1}^{T_2} Sa \, dT}{\int_{T_1}^{T_2} Sb \, dT}$$

Dove:

- Sa è lo spettro di risposta elastico (in accelerazione) della componente orizzontale del moto sulla superficie libera al di sopra della copertura
- Sb è lo spettro di risposta elastico (in accelerazione) al sito di riferimento
- T1 e T2 rappresentano gli estremi dell'intervallo di periodi considerati (0.1-0.5; 0.4-0.8;0.7-1.1)

Per le zone stabili il FA è uguale a 1.0.

La microzonazione sismica

- il parametro H_{MS}

Si vuole allora costruire un parametro sismico che, a partire dai valori di **FA** calcolati negli studi di MS e la **pericolosità sismica di base** del territorio indagato, consenta di stimare il livello di pericolosità sismica delle diverse parti del territorio, permettendo anche un confronto con analoghe stime ottenute in altre aree

In particolare tale parametro sismico dovrà:

- "contenere" i FA delle carte di MS;
- permettere di stabilire una graduatoria assoluta di pericolosità sismica.

Questo parametro di pericolosità sismica è denominato

H_{MS}

La microzonazione sismica

- il parametro H_{MS}

La procedura “standard” per ciascuna zona omogena prevede i seguenti passi:

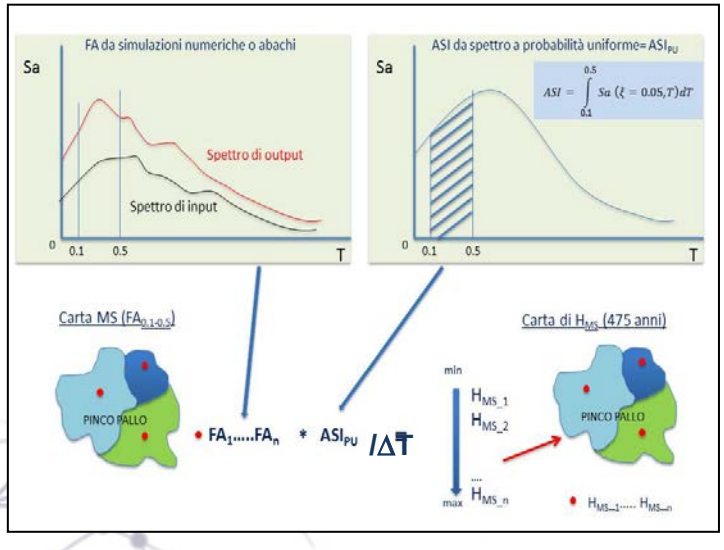
1) calcolo dei **FA** in pseudoaccelerazione, in uno o più intervalli di periodi previsti, compatibili con l’edificato dell’area considerata.

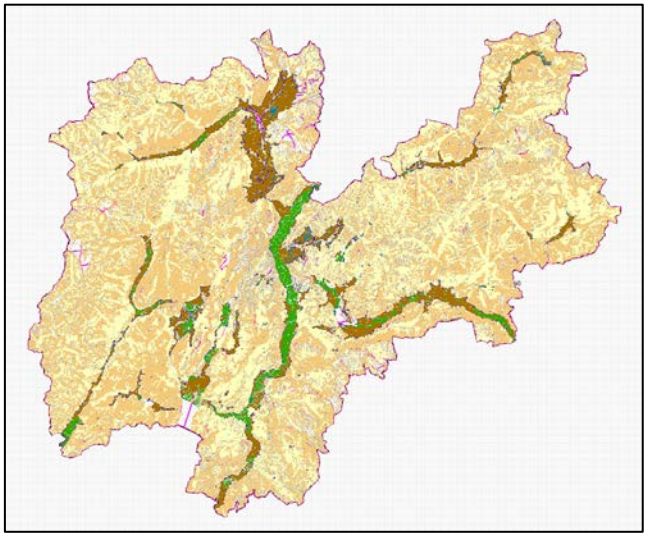
Gli input sismici, utilizzati nelle simulazioni numeriche o nella costruzione degli abachi litostratigrafici, dovranno essere spettrocompatibili con lo spettro di pericolosità di base, con un tempo di ritorno di 50, 100 e 475 anni, negli intervalli di periodi scelti.

2) calcolo dell’integrale, negli intervalli di periodi scelti, dello **spettro probabilistico di pericolosità di base** a probabilità uniforme (PU) in pseudoaccelerazione, con un tempo di ritorno di 50, 100 e 475 anni.

L’integrale dello spettro in accelerazione è l’Acceleration Spectrum Intensity (ASI in Von Thun *et alii*, 1988), quindi si farà riferimento a questo integrale come ASI_{PU}, che viene calcolato nel baricentro del centro abitato.

3) calcolo di $\mathbf{H_{MS} = ASI_{PU} * FA / \Delta T}$.





La microzonazione sismica

• il parametro H_{MS}

- Il parametro H_{MS} è rappresentativo della pericolosità sismica di una data porzione del territorio, tenendo conto dei risultati degli studi di MS.

- A partire dai valori di H_{MS} risulta possibile confrontare il livello di pericolosità di aree diverse del territorio nazionale.

- Per omogeneità con le procedure già adottate in alcune normative regionali, i valori di H_{MS} sono raggruppati in quattro classi, che in definitiva sono **4 classi di pericolosità sismica**.

- Si definiscono soglie di definizione delle classi per i valori di H_{MS}. Queste soglie distinguono pericolosità, **“Bassa”, “Media”, “Alta”, “Molto alta”**.

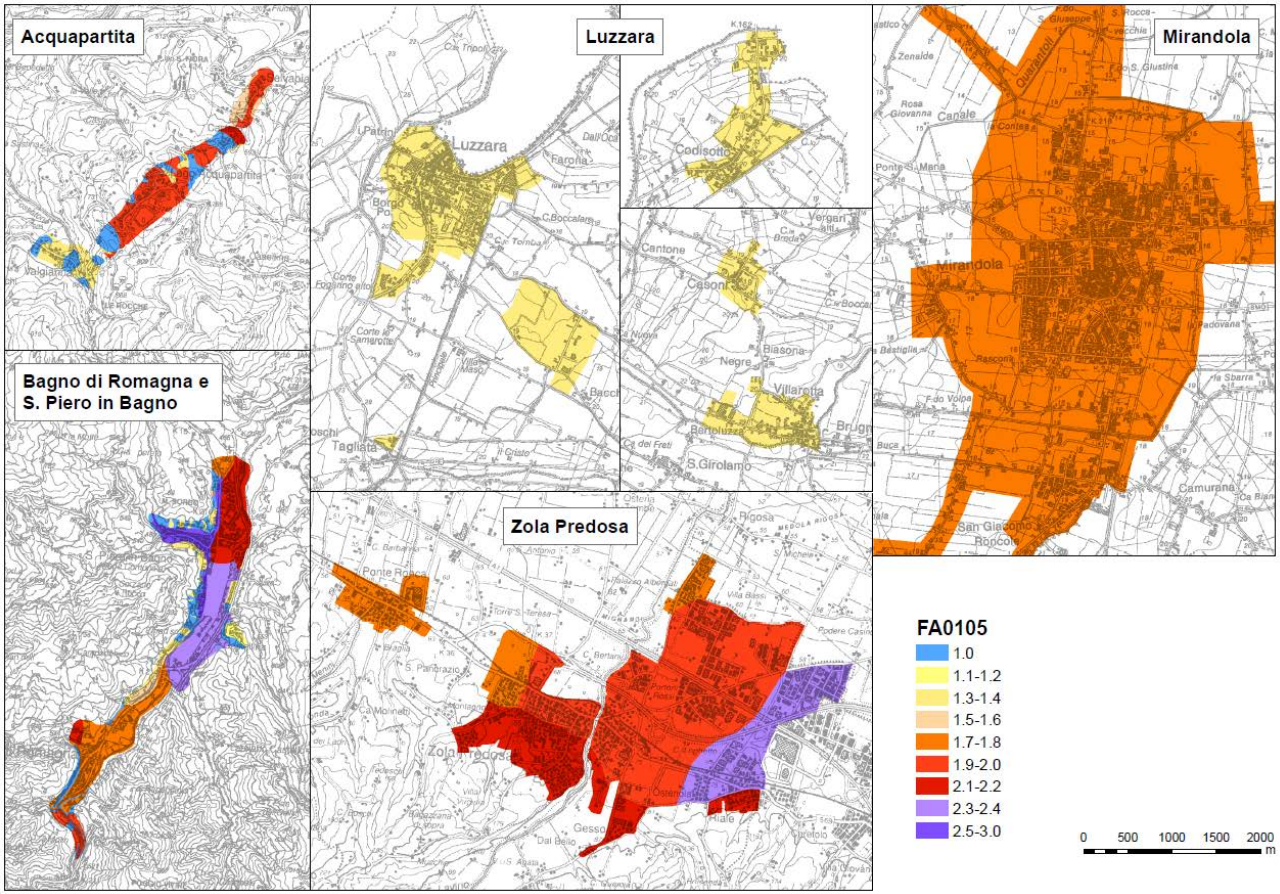
Pericolosità sismica	Bassa	Media	Alta	Molto Alta
$H_{MS}=ASI_{PU}*FA/\Delta T$ (cm/s^2)	≤175	$175 < H_{MS} \leq 325$	$325 < H_{MS} \leq 1235$	>1235

I valori di soglia delle classi della tabella 1 sono stati definiti empiricamente, attraverso valutazioni di studi di microzonazione sismica di livello 2 e 3 e valutazioni del danno potenziale associato ai quattro livelli di pericolosità

La microzonazione sismica

- Il parametro H_{MS}

Un esempio in Emilia Romagna: nonostante una pericolosità di base di valore medio, i FA elevati ($1,7<FA_{0105}<2,4$) determinano nella zona del margine della Pianura Padana (Zola Predosa) e nell'area di alto strutturale sepolto (Mirandola) alti valori di pericolosità assoluta ($H_{MS}>225$), maggiori di quelli di alcune zone di Bagno di Romagna a più alta pericolosità di base.



Da Martelli e Ercolessi, 2017

La microzonazione sismica

- applicazioni urbanistiche

Pericolosità sismica	Bassa	Media	Alta	Molto Alta
$H_{MS}=ASI_{PU}*FA/\Delta T$ (cm/s^2)	≤175	$175 < H_{MS} \leq 325$	$325 < H_{MS} \leq 1235$	>1235

Categorie urbanistiche / Pericolosità	AREE EDIFICATE	AREE DA EDIFICARE	AREE trasformabili con limitazioni
Bassa			
Media			
Alta			
Molto alta			

La microzonazione sismica

- applicazioni urbanistiche

Pianificazione interventi

Categorie urbanistiche / Pericolosità	AREE EDIFICATE	AREE DA EDIFICARE	AREE trasformabili con limitazioni
Bassa	Graduatoria priorità di intervento per livelli di pericolosità	Norme e regolamenti regionali per livelli di pericolosità	Norme e regolamenti regionali per livelli di pericolosità
Media			
Alta			
Molto alta			

Monitoraggio e controllo

Categorie urbanistiche / Pericolosità	AREE EDIFICATE	AREE DA EDIFICARE	AREE trasformabili con limitazioni
Bassa	Verifica edificio/progetto a sorteggio (*40%)		
Media	Verifica edificio/progetto obbligatoria		
Alta			
Molto alta			

* Il valore è indicativo. Le Regioni possono variarlo secondo le proprie norme e regolamenti

La microzonazione sismica

- progettazione di opere: da H_{MS} agli spettri di risposta

- Con riferimento a quanto indicato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di lavoro MS, 2008), gli studi di MS di livello 3 possono fornire utili **indicazioni per la progettazione** delle nuove costruzioni e degli interventi sulle costruzioni esistenti.

- I risultati degli studi di MS di livello 3, infatti, possono essere di supporto e di indirizzo agli studi di risposta sismica locale, per valutazioni, sotto l'esclusiva responsabilità del progettista:

  - ✓ sulla **possibilità o meno di utilizzare l'approccio semplificato**

  - ✓ su eventuali amplificazioni che coinvolgano **volumi di sottosuolo più estesi rispetto al volume significativo interessato dalle fondazioni** (es. aree di versante, substrato sismico articolato, valle stretta, ecc.).

La microzonazione sismica

- progettazione di opere: da H_{MS} agli spettri di risposta

- Nelle microzone a “Bassa” e “Media” pericolosità, definite con H_{MS}, si potrà applicare **l’approccio semplificato della normativa** (categorie di sottosuolo e spettri semplificati).

- Nelle microzone ad “Alta” e “Molto alta” pericolosità, per definire lo spettro di progetto saranno necessari ulteriori approfondimenti numerici.

- In tal caso, si dovrà **confrontare lo spettro di risposta ottenuto dallo studio di MS livello 3 con quello dell’approccio semplificato della normativa sismica**, per la categoria di sottosuolo propria della microzona (già individuata con gli studi di MS).

Categorie urbanistiche / Pericolosità H_{MS}	AREE EDIFICATE	AREE DA EDIFICARE	AREE trasformabili con limitazioni
Bassa	Approccio semplificato di NTC08		
Media			
Alta	Specifiche analisi di NTC08 o spettri da studi MS		
Molto alta	*Fortemente sconsigliato approccio semplificato di NTC08*		

La microzonazione sismica

- progettazione di opere: da H_{MS} agli spettri di risposta

Pericolosità alta – molto alta

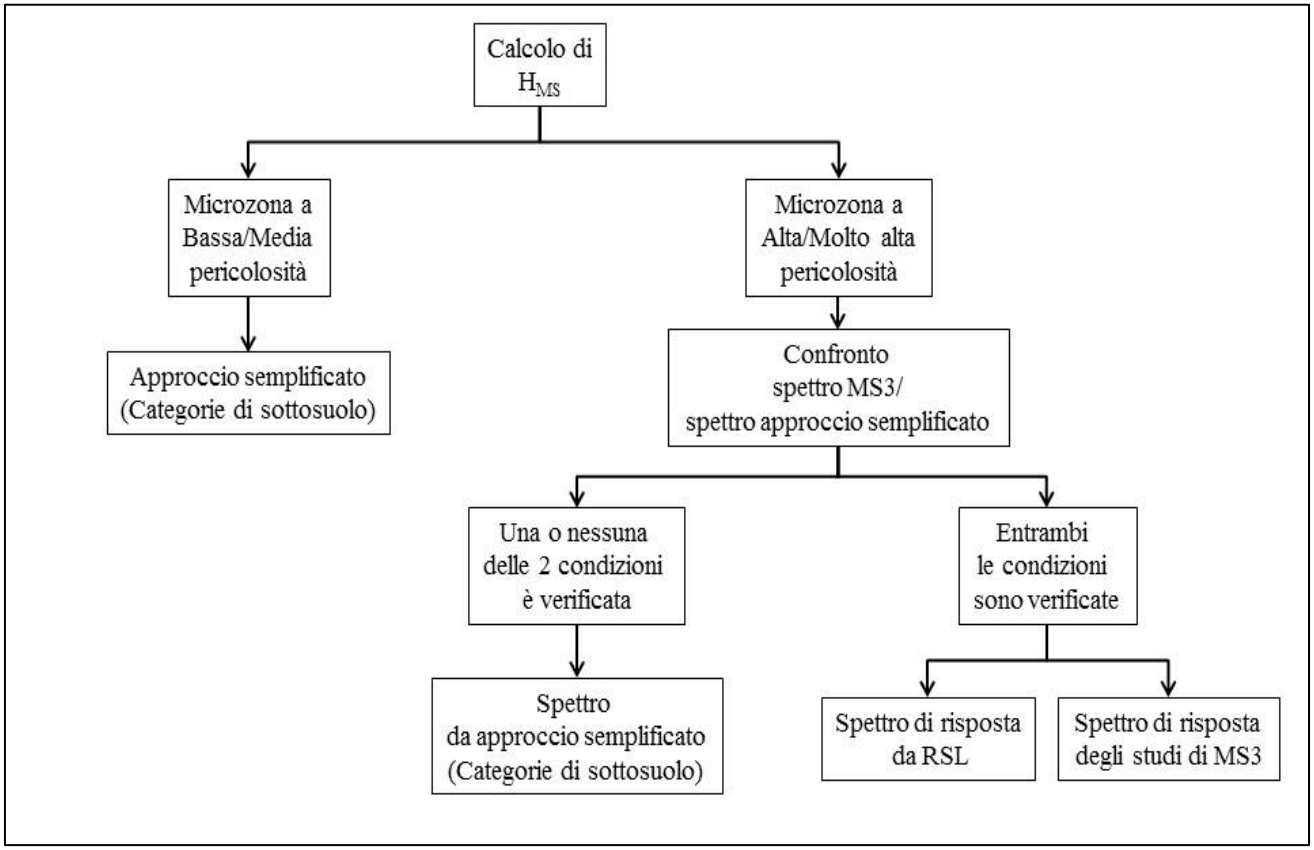
Per il periodo di interesse dell'opera, dovranno essere valutate le seguenti **due condizioni di differenze in eccesso**:

- almeno uno tra i valori minimo e massimo dello spettro di MS di livello 3 è superiore del 20% rispetto ai valori minimo e massimo, rispettivamente, dello spettro semplificato di norma;

- l'integrale dello spettro di MS di livello 3 è superiore del 20% rispetto allo spettro semplificato di norma.

La microzonazione sismica

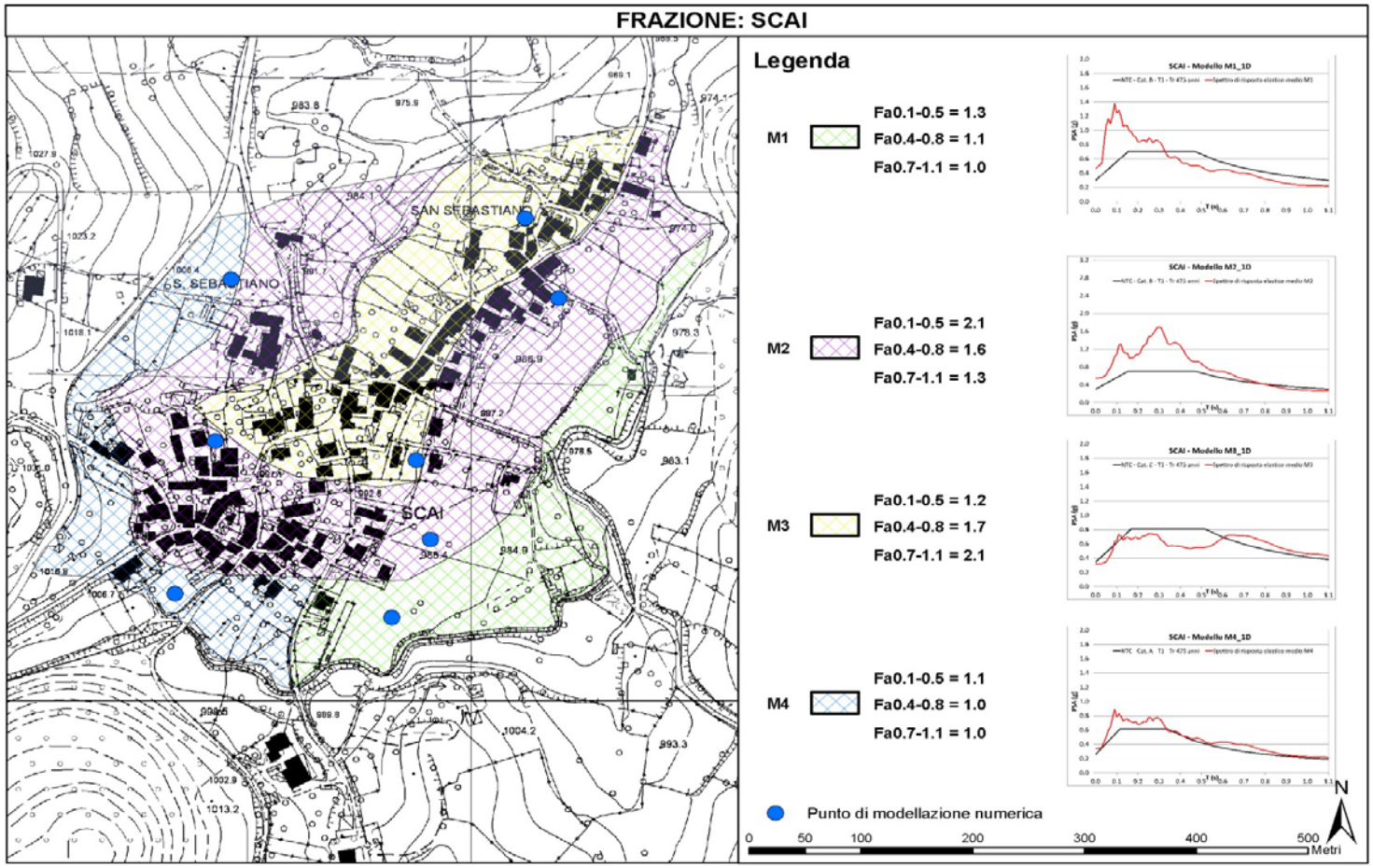
- progettazione di opere: da H_{MS} agli spettri di risposta



La microzonazione sismica

- progettazione di opere: da H_{MS} agli spettri di risposta

Scai (frazione di Amatrice), H_{MS} molto alto



Condizioni Verificate

Utilizzo spettro MS3

Condizioni non verificate

Utilizzo spettro semplificato della norma

Da Pergalani *et alii*, 2017

La microzonazione sismica

- Sviluppi futuri
  - ✓ Raccolta di ulteriori dati sul territorio
  - ✓ Utilizzo Intelligenza Artificiale per le elaborazioni dei dati
  - ✓ Rendere più efficaci le applicazioni nelle norme e nei regolamenti regionali

- Bibliografia

HSM: a synthetic damage-constrained seismic hazard parameter, September 2020
Bulletin of Earthquake Engineering 18(4), DOI:10.1007/s10518-019-00677-2

https://www.webms.it/servizi/viewer.php

Presidenza del Consiglio dei Ministri

IL COMMISSARIO DEL GOVERNO PER LA RICOSTRUZIONE NEI TERRITORI
INTERESSATI DAL SISMA DEL 24 AGOSTO 2016

Ordinanza n. 55 del 24 aprile 2018

Disciplina per la delocalizzazione temporanea delle attività economiche o produttive e dei servizi pubblici danneggiati dal sisma eseguiti e conclusi in data anteriore a quella di entrata in vigore del decreto legge n. 189 del 2016. Modifiche alle ordinanze n. 24 del 12 maggio 2017, n. 39 dell'8 settembre 2017 e n. 51 del 29 marzo 2018. Proroga del termine di cui all'articolo 8, comma 4, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito con modificazioni dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, e s.m.i. Termine per il deposito delle schede AeDES.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Giuseppe Naso
Dipartimento della protezione civile
Servizio Rischio Sismico