

Protezione civile: verso una governance più forte per la riduzione del rischio

webinar sulla pericolosità sismica locale nella Regione Campania

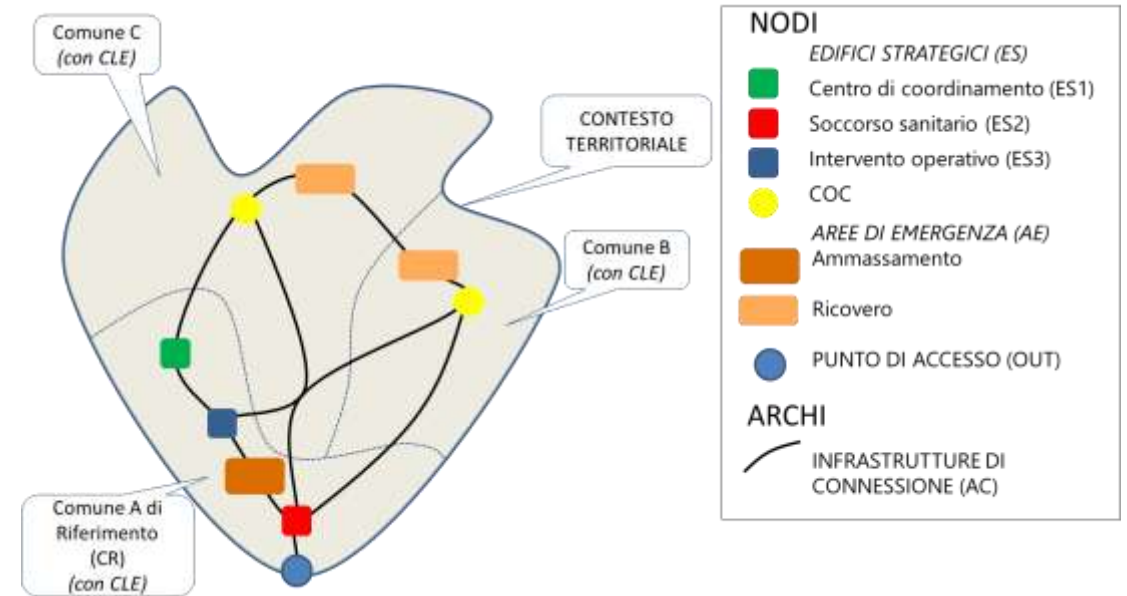
15 dicembre 2020

Nuovi metodi per la prevenzione in caso di evento sismico:
la pericolosità sismica locale

Giuseppe Naso (DPC) - Federico Mori (CNR IGAG)

La valutazione di operatività di un sistema a rete

- Il modello matematico che traduce la CLE di Contesto Territoriale è un **grafo del sistema a rete** per la gestione delle emergenze.
- La valutazione di operatività del sistema a rete per la gestione delle emergenze si realizza considerando:
 1. **La probabilità di operatività del singolo oggetto/nodo**
 - Pericolosità di base
 - Pericolosità locale
 - Vulnerabilità
 2. **La probabilità di operatività del sistema a rete**
 - L'indicatore **IOCT**, Indice di Operatività del Contesto Territoriale.

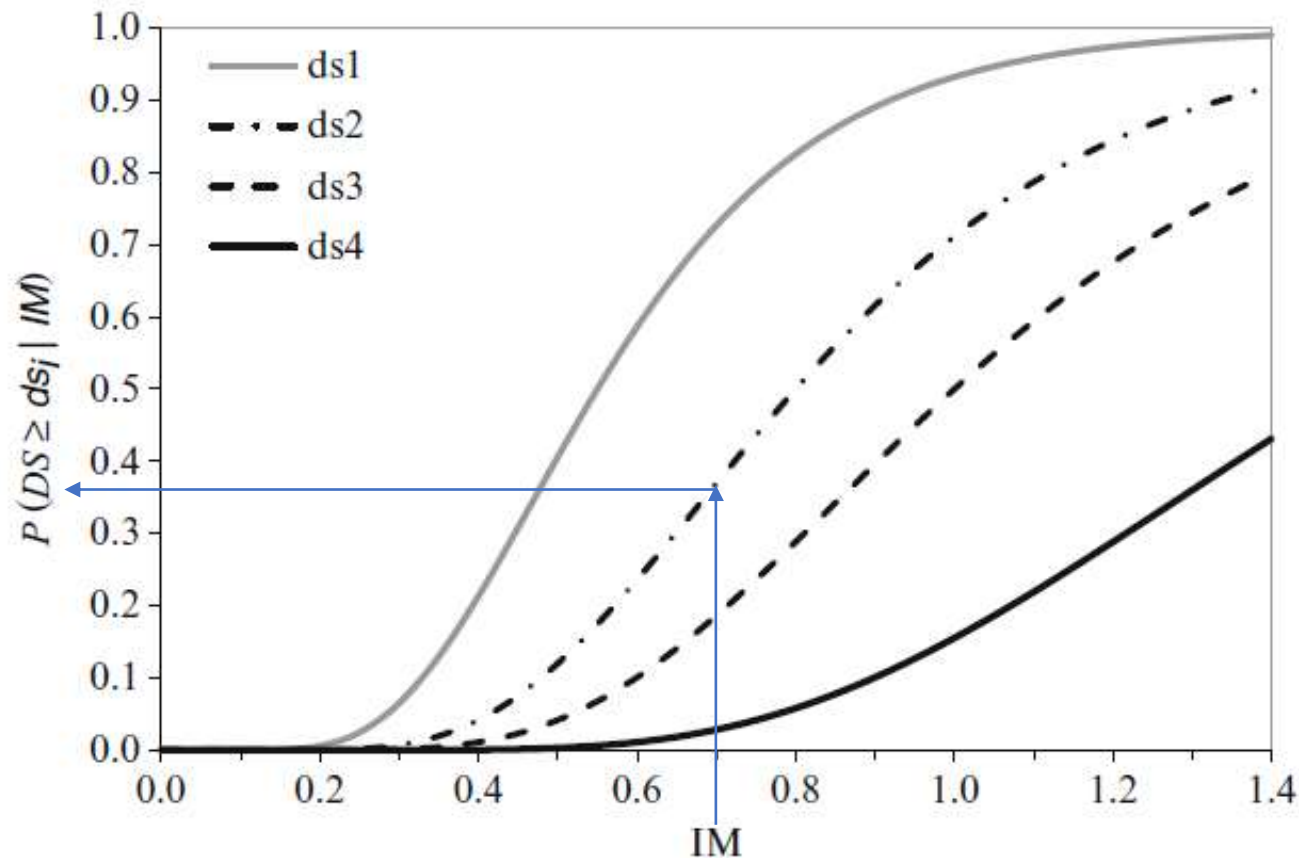


La valutazione di operatività di un sistema a rete

- La **probabilità di operatività del singolo oggetto/nodo** della rete è valutata attraverso una **curva di fragilità (vulnerabilità)**, che esprime la probabilità di eccedenza di un certo **livello di danno** in funzione di una certa misura di **intensità sismica**.
- Per ogni oggetto/nodo del sistema definiamo un **modello di vulnerabilità, associato** ad una **misura di intensità sismica**.

Come la pericolosità contribuisce al calcolo del danno

Curva di fragilità



Per ogni oggetto/nodo del sistema, la curva di fragilità (vulnerabilità) permette di calcolare la **probabilità di operatività strutturale** (in ordinata) in funzione della misura di **intensità sismica IM** (in ascissa).

La misura di probabilità varia tra 0 e 1.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità di base

Tre caratteristiche fondamentali della procedura di calcolo della **pericolosità di base** per valutare l'operatività del sistema:

- **analisi stocastica**, con estrazione casuale (**fissato il tempo di ritorno**) di coppie epicentro/magnitudo; per ogni scenario si riproduce un campo gaussiano dell'**intensità primaria, PGA**
- misura di **PGA** (intensità primaria) **spazialmente correlata** (tra i siti, funzione dei residui intra-event della GMPE)
- misure di **PGV** e **Sa** (intensità secondarie) **condizionate alla PGA** (nel sito, utilizzando i modelli di correlazione)

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Tre caratteristiche fondamentali della procedura di calcolo della **pericolosità locale** per valutare l'operatività del sistema:

- analisi definite su **più livelli di approfondimento**: approccio **semplificato** e approccio **avanzato**
- accettate alcune **semplificazioni**, perché l'obiettivo finale è valutare l'**operatività del sistema in un'area vasta** (Contesto Territoriale)
- ingredienti essenziali per la valutazione della pericolosità locale sono i **dati e gli esiti degli studi di microzonazione sismica**, disponibili ormai per un gran numero di Comuni a scala nazionale.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità di base

UTILIZZO DI OPENQUAKE (GEM, 2014-2020)

- **Silva et al. (2014)** “Development of the OpenQuake engine, the global earthquake model’s open-source software for seismic risk assessment,” *Natural Hazards*, 72(3), 1409 – 1427, doi:10.1007/s11069- 013-0618-x
- **Pagani et al. (2014)** “OpenQuake Engine: An open hazard (and risk) software for the Global Earthquake Model,” *Seismological Research Letters*, 85(3), 692-702, doi:10.1785/0220130087

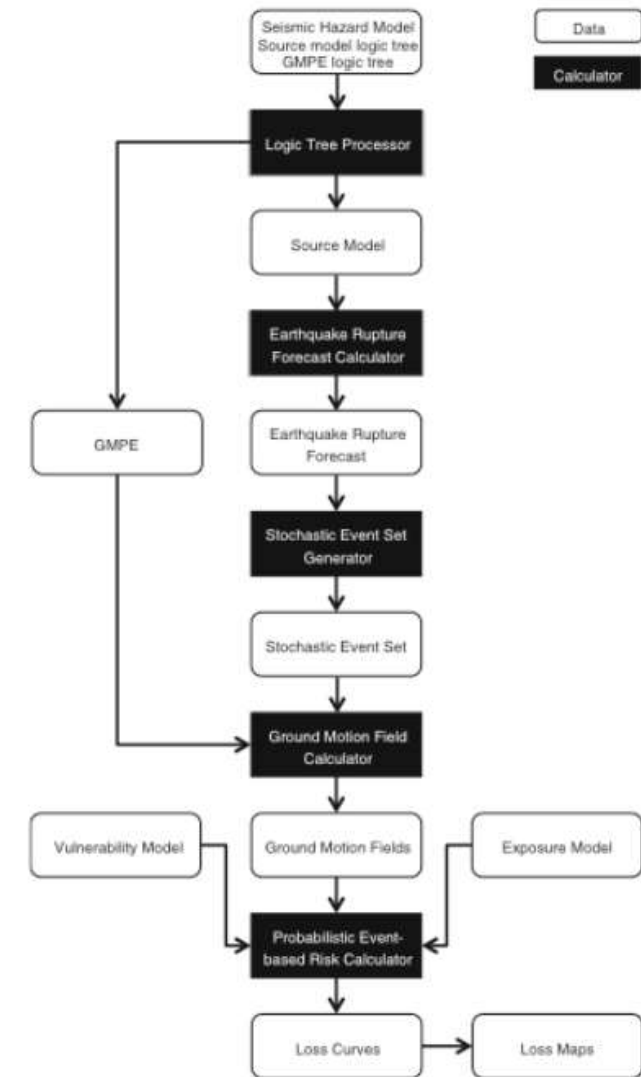
Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità di base

OPENQUAKE (GEM Foundation, 2014-2020)

Probabilistic event based analysis

INPUT:

- modello delle sorgenti in accordo con la procedura della pericolosità sismica nazionale in vigore (<http://esse1.mi.ingv.it/>): zonazione ZS9, tassi osservati *Activity Rates* (AR) da catalogo CPTI04 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>), meccanismi di rottura e profondità medie
- albero logico: 60% AR completezza storica, 40% AR completezza statistica;
- leggi di attenuazione: Bindi et al. (2011) - ITA10



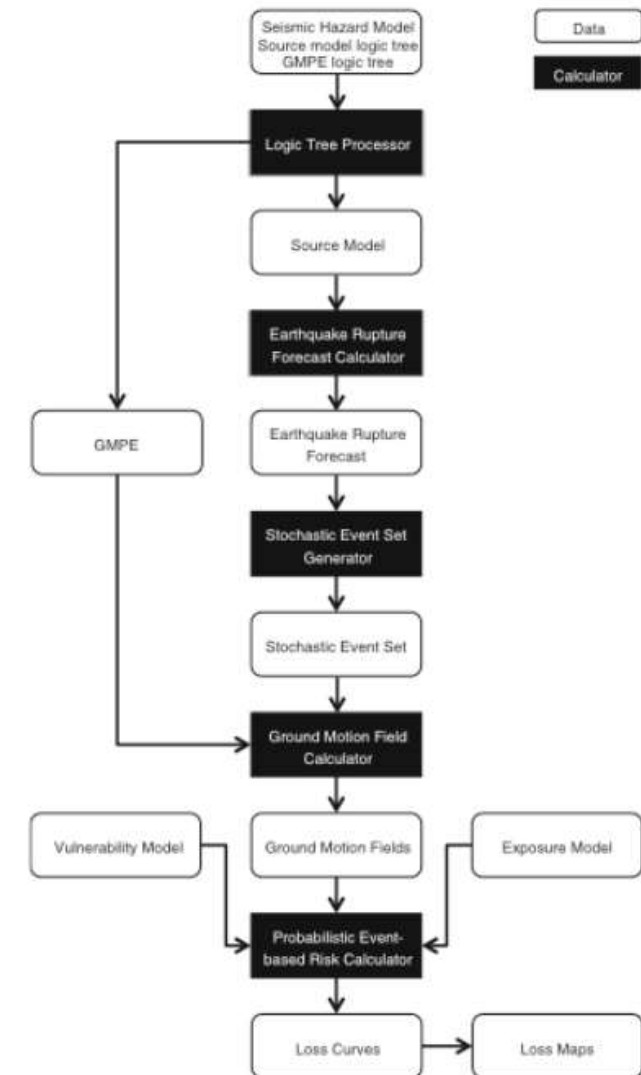
Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità di base

OPENQUAKE (GEM Foundation, 2014-2020)

Probabilistic event based analysis

OUTPUT

- Generazione dei ground motion fields per l'IM primaria (PGA) spazialmente correlata con modello di Jaharam Baker 2009 (JB2009 model)
- cross-correlazione tra le misure di intensità nel sito (PGV e $S_a(T)$) secondo il modello presente in Silva and Horspool (2019)



Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità LOCALE

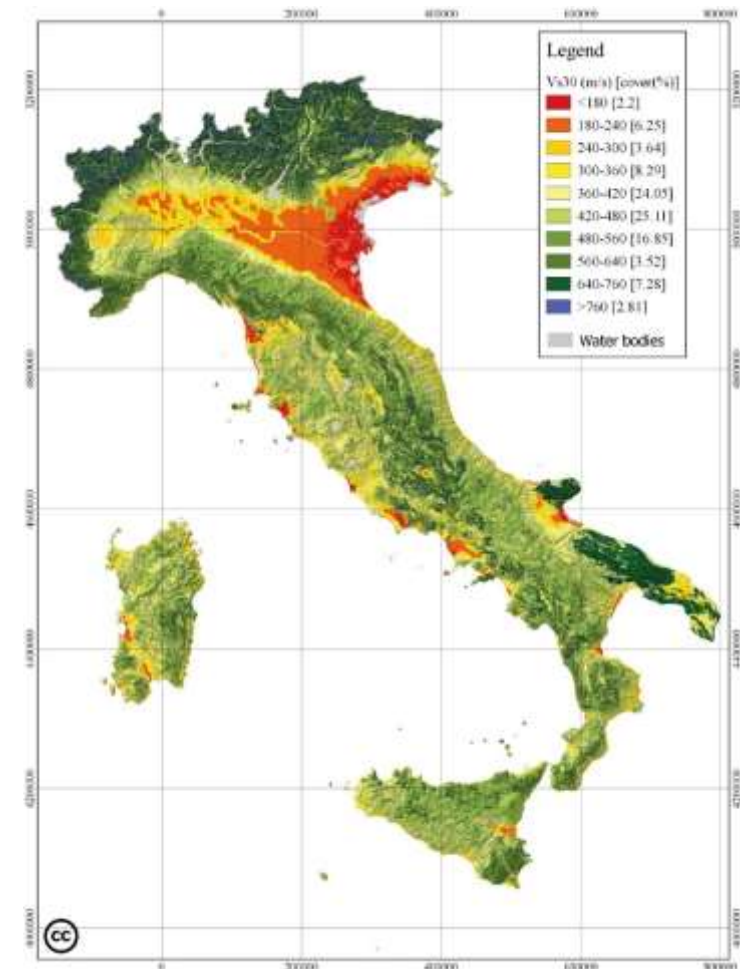
Le caratteristiche della pericolosità che tenga conto delle amplificazioni locali sono:

- **Approccio semplificato:** mappa a scala nazionale della V_{s30} (Mori et al., 2020) nella GMPE Bindi et al.(approccio semplificato) per ricavare lo scuotimento in superficie
- **Approccio avanzato:** mappa a scala nazionale di fattori di amplificazione (Falcone et alii, in preparazione) realizzata con un software originale NC92s, scritto nell'ambito del progetto (Acunzo et alii, in preparazione) – GMPE 800 m/s viene amplificata con questa mappa per ricavare lo scuotimento in superficie

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Approccio semplificato: mappa a scala nazionale della V_{s30}

Per calcolare i **parametri di intensità amplificati a causa degli effetti locali con l'approccio semplificato**, si passa per la mappa di V_s , **realizzata a scala nazionale** nell'ambito del progetto PON Governance, utilizzando i **dati** (stratigrafie e V_s) **della microzonazione sismica**.



Mori, F, Mendicelli, A, Moscatelli, M, Romagnoli, G, Peronace, E, Naso, G, 2020. A new V_{s30} map for Italy based on the seismic microzonation dataset. Engineering Geology Volume 275, 20 September 2020, 105745
<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105745>

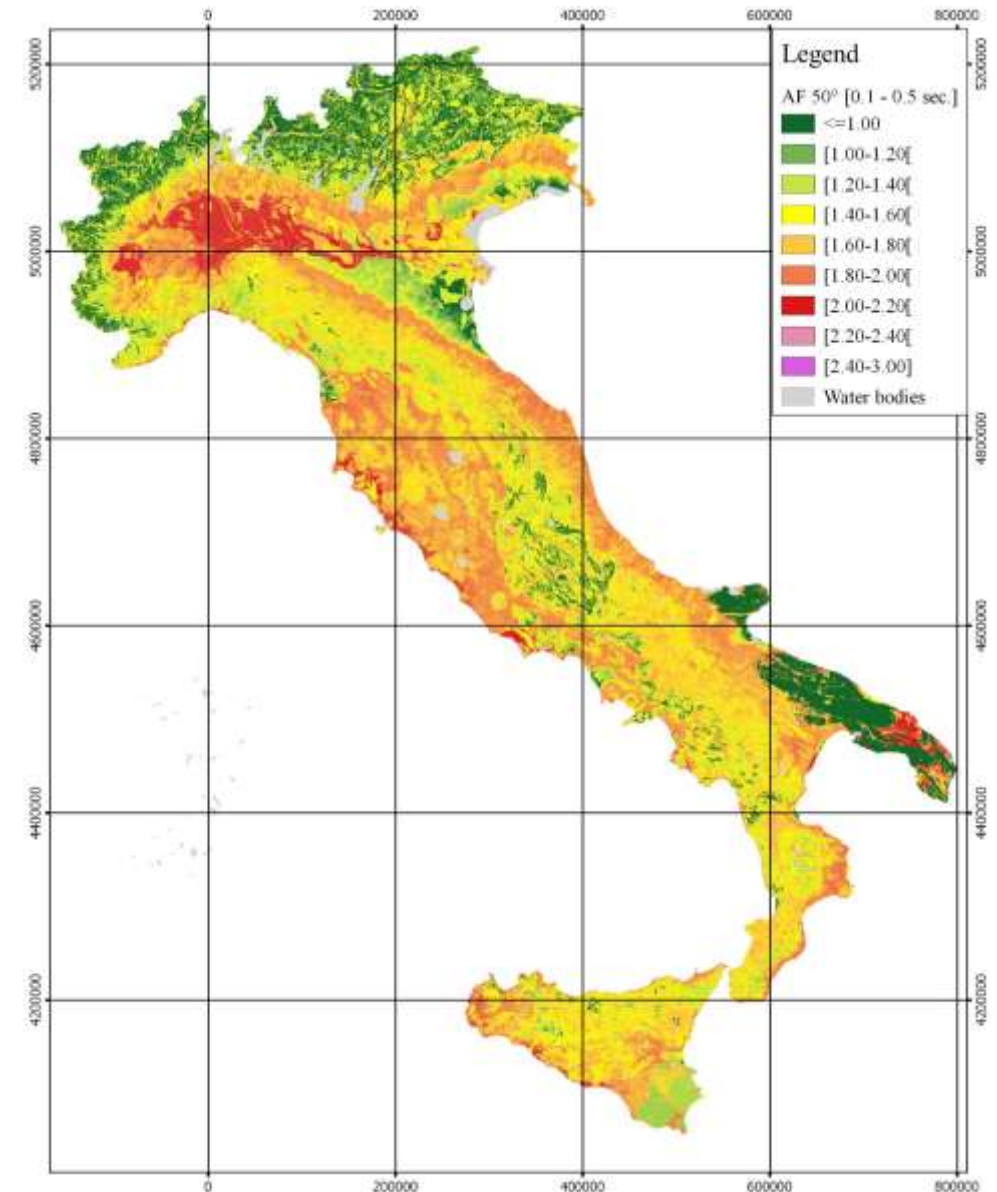
Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Approccio avanzato: mappa a scala nazionale dei FA

Per calcolare i **parametri di intensità amplificati a causa degli effetti locali con l'approccio avanzato**, si passa per le carte dei fattori di amplificazione FA, **realizzate a scala nazionale** nell'ambito del progetto PON Governance, utilizzando i **dati** (stratigrafie e Vs) **della microzonazione sismica**.

$$FA_{0.1-0.5} = \frac{\int_{0.1}^{0.5} Sa_{\text{free-field}} dT}{\int_{0.1}^{0.5} Sa_{\text{riferimento}} dT}$$

(Falcone et al, 2021 - Evaluation of stratigraphic seismic amplification of Italy based on numerical approach and site data. Engineering Geology - submitted)



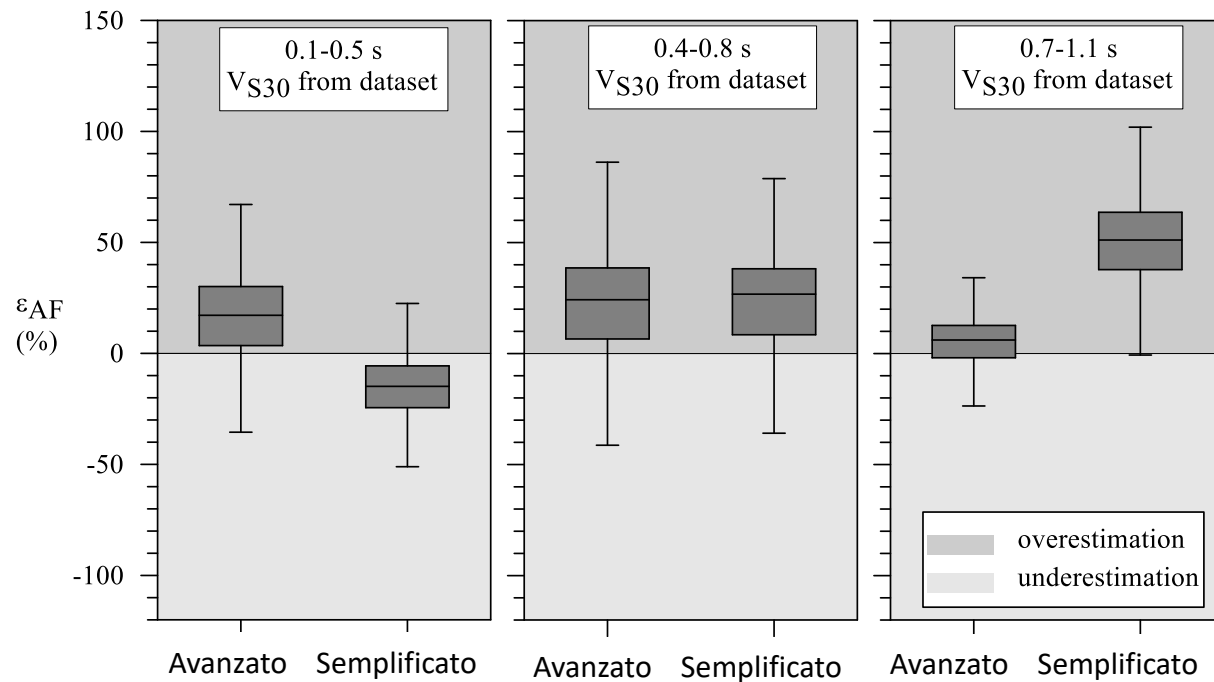
Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Determinazione di Fattori di Amplificazione (FA) a scala nazionale in funzione di:

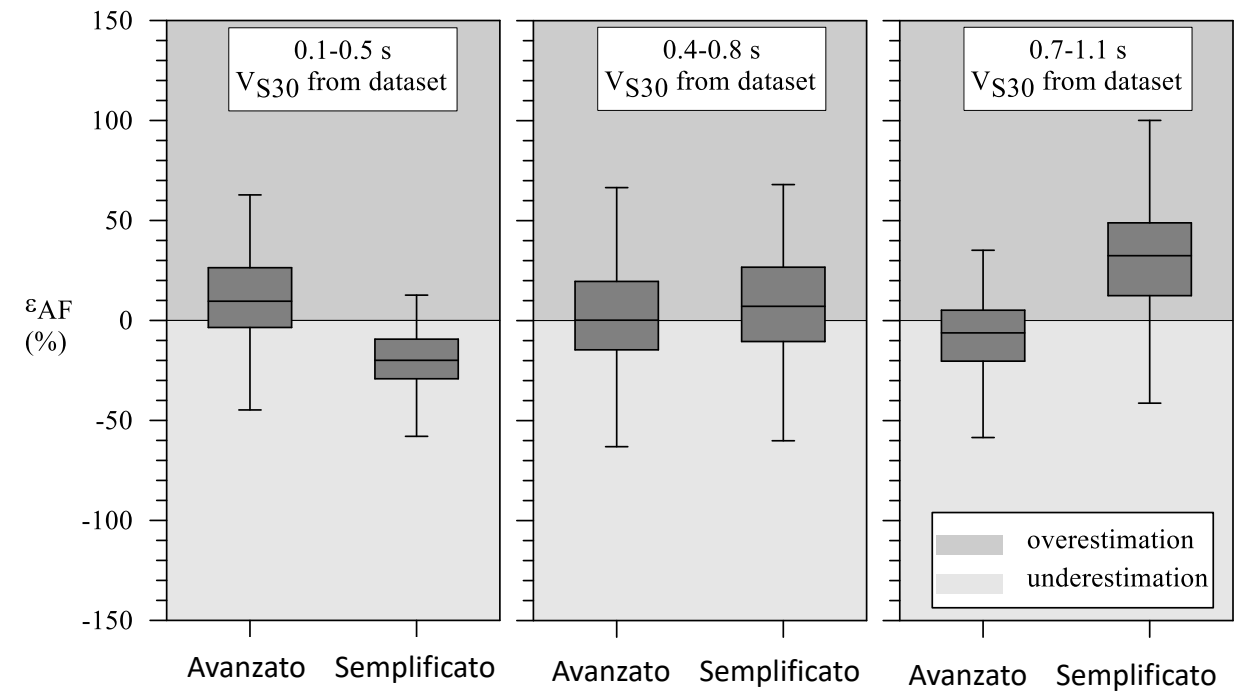
- 1) modelli di sottosuolo rappresentativi della condizione litostratigrafica italiana definiti attraverso i dati archiviati nel Database della Microzonazione Sismica (DB-MS; www.webms.it);
- 2) selezione dei segnali sismici di riferimento su scala nazionale;
- 3) simulazione della risposta sismica locale, RSL, attraverso un approccio numerico (codice di calcolo, NC92Soil, realizzato da IGAG-CNR).

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

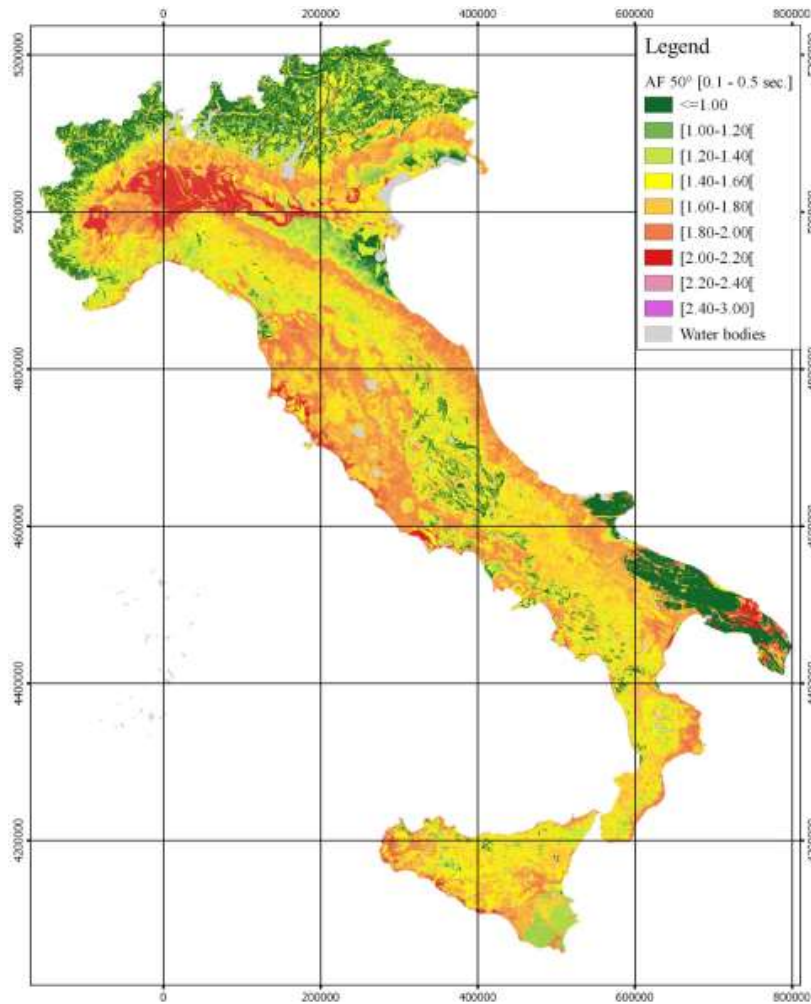
1. Validazione su 4'200 profili reali di V_S (DH e MASW)



2. Validazione su 4'300 FA calcolati nelle MOPS dei 137 Comuni in Italia Centrale post eventi 2016

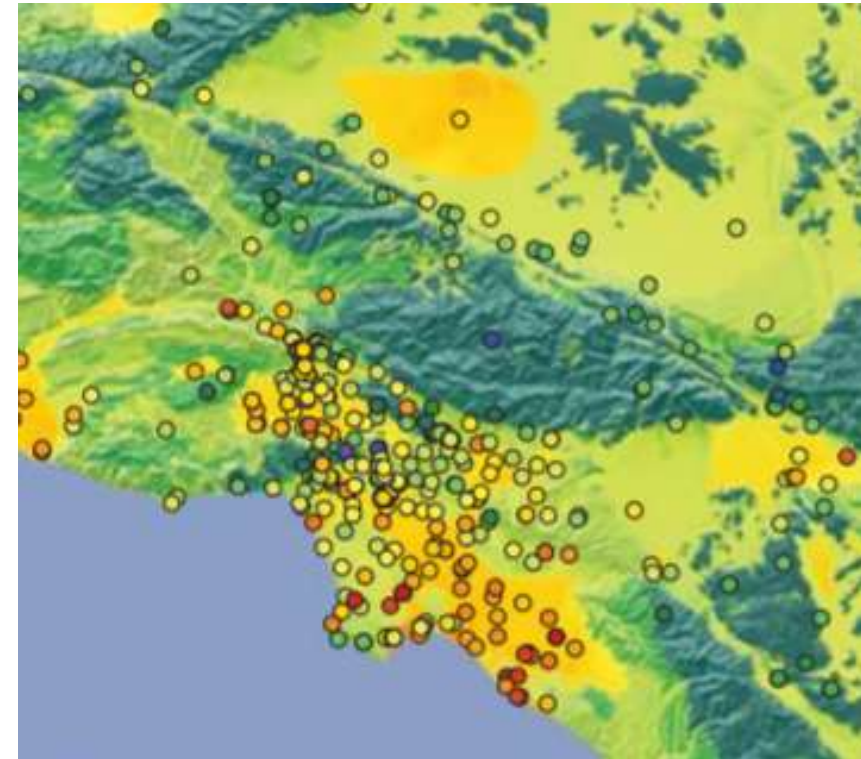


Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale



(Falcone et al, 2021 - Evaluation of stratigraphic seismic amplification of Italy based on numerical approach and site data.

Engineering Geology - submitted)



I punti sono rappresentativi dei FA delle MOPS

La **carta di FA finale** viene ottenuta **condizionando** (con tecniche geostatistiche) la **carta FA nazionale** ai **dati puntuali rappresentativi delle MOPS**.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Le misure di intensità, che vengono calcolate direttamente nei nodi vulnerabili del grafo a $T_r=100$ e $T_r=475$ anni sono:

- *Peak Ground Acceleration* (PGA) : verrà utilizzata nelle curve di fragilità degli edifici interferenti per valutare la probabilità di crollo e quindi le interferenze con le aree di emergenza e con le infrastrutture di connessione;
- *Acceleration Spectrum Intensity* (ASI): per i nodi corrispondenti agli edifici strategici per i quali sono state eseguite misure di vibrazione e sono stati identificati i parametri modali sperimentali; il parametro verrà utilizzato nelle curve di fragilità degli edifici strategici sui quali è stata applicata la metodologia SMAV (Spina et al., 2019) per valutarne la probabilità di operatività strutturale.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

...

- *Peak Ground Velocity* (PGV): verrà utilizzata per la valutazione delle frane e liquefazione cosismiche e quindi le interferenze con le aree di emergenza e con le infrastrutture di connessione;

La valutazione dei fenomeni di instabilità permanente cosismici avviene secondo i seguenti **approcci semplificati**:

- calcolo della probabilità di frana e *areal coverage* con metodologia Nowicki et al. (2018);
- calcolo della probabilità di liquefazione e *areal coverage* con metodologia Zhu et al. (2017).

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Calcolo della probabilità di frana e *areal coverage* con approccio semplificato Nowicki et al. (2018)

Inventario di frane sismoindotte

Table 1 Summary of Landslide Inventories Currently Available							
Event (location)	Date	Year	M _w	Landslide data type	Number of landslide observations	Data quality score	Reference
San Fernando, California	9 February	1971	6.6	Points	391	0.8	Morton (1971)
Guatemala	4 February	1976	7.5	Polygons	6224	3.5	Harp et al. (1981)
Friuli, Italy	5 May	1976	6.5	Points	1007	2.3	Govi (1977)
Coalinga, California	2 May	1983	6.7	Polygons	3980	3.5	Harp and Keefer (1990)
San Salvador, El Salvador	10 October	1986	5.7	Points	268	1.3	Rymer (1987)
Loma Prieta, California	17 October	1989	6.9	Points	528	1.5	Keefer and Manson (1998)
Northridge, California	17 January	1994	6.7	Polygons	11111	3.1	Harp and Jibson (1996)
Kobe, Japan	16 January	1995	6.9	Polygons	2353	3.6	Uchida et al. (2004)
Chi-Chi, Taiwan	20 September	1999	7.7	Polygons	9272	2.4	Liao and Lee (2000)
El Salvador	13 January	2001	7.7	Points	139	1.5	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017)
El Salvador	13 February	2001	6.6	Points	62	1.5	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador (2017)
Avaj, Iran	22 June	2002	6.5	Points	50	1.2	MahdaviFar et al. (2006)
Denali, Alaska	3 November	2002	7.9	Polygons	1579	2.6	Gorum et al. (2014)
Lefkada, Greece	14 August	2003	6.3	Polygons	274	2.3	Papathanassiou et al. (2013)
Niigata-Chuetsu, Japan	23 October	2004	6.6	Polygons	4615	3.5	Sekiguchi and Sato (2006)
Kashmir, Pakistan	8 October	2005	7.6	Points	2424	3.5	Sato et al. (2007)
Kiholo Bay, Hawaii	15 October	2006	6.7	Polygons	383	3	Harp et al. (2014)
Niigata-Chuetsu-oki, Japan	16 July	2007	6.6	Points	312	2.4	Kokusai Kogyo (2007)
Aysen Fjord, Chile	21 April	2007	6.2	Polygons	517	3.3	Gorum et al. (2014)
Wenchuan, China	12 May	2008	7.9	Polygons	197481	3.4	Xu, Xu, Yao, et al. (2014)
Iwate-Miyagi-Nairuku, Japan	14 June	2008	6.9	Polygons	4211	3.6	Yagi et al. (2009)
Abruzzo, Italy	6 April	2009	6.3	Polygons	89	3	Piacentini et al. (2013)
Sumatra, Indonesia	30 September	2009	7.6	Points	87	1	Umar et al. (2014)
Haiti	12 January	2010	7	Polygons	23567	3.8	Harp et al. (2016)
Sierra Cucapah, Mexico	4 April	2010	7.2	Polygons	453	3.6	Barlow et al. (2015)
Yushu, China	14 April	2010	6.9	Polygons	2036	3.8	Xu et al. (2013)
Lorca, Spain	11 May	2011	5.1	Points	166	0.6	Alfaro et al. (2012)
Tohoku, Japan	11 March	2011	9.1	Polygons	3477	3.4	Wartman et al. (2013)
Lushan, China	20 April	2013	6.6	Polygons	15546	3.8	Xu et al. (2015)
Cook Strait, N.Z.	21 July	2013	6.5	Points	35	0.5	Van Dissen et al. (2013)
Minxian-Zhangxian, China	21 July	2013	5.9	Polygons	2330	3.8	Xu, Xu, Shyu, et al. (2014)
Lake Grassmere, N.Z.	16 August	2013	6.5	Points	501	0.6	Van Dissen et al. (2013)
Eketahuna, N.Z.	20 January	2014	6.1	Points	176	0.5	Rosser et al. (2014)
Ludian, China	3 August	2014	6.2	Polygons	1024	3.4	Ying-Ying et al. (2015)
Wilberforce, N.Z.	6 January	2015	5.6	Points	265	0.5	GNS Science (2015)
Kumamoto, Japan	15 April	2016	7	Polygons	336	3.5	DSPR-KU (2016)

Note. Those with a data quality score of 2.0 or above are used for training purposes in the global landslide model (shown in bold). All others were used for testing the model. Due to the small number of landslide observations available, the Abruzzo, Italy inventory was used for testing purposes.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Calcolo della probabilità di frana e *areal coverage* con approccio semplificato Nowicki et al. (2018)

Le variabili indipendenti del modello di regressione logistica:

-PGV

-Pendenza

-litologia

-CTI

-Uso del suolo

Table 2

Independent Variables Evaluated for Use in the Logistic Regression Model

Factor	Variable representation	Data source	Resolution
Shaking	Peak Ground Acceleration (PGA)	USGS ShakeMap System (Worden & Wald, 2016)	1 km ²
	Peak Ground Velocity (PGV)	USGS ShakeMap System (Worden & Wald, 2016)	1 km ²
	Modified Mercalli Intensity (MMI)	USGS ShakeMap System (Worden & Wald, 2016)	1 km ²
Slope	Slope calculated from GMTED median elevation data	Danielson and Gesch (2011)	7.5c (~250 m ²)
Lithology	Maximum Slope	Verdin et al. (2007)	30c (~1 km ²)
	GLiM Global Lithology Data	Hartmann and Moosdorf (2012)	Vector Data
	Friction Angle	Godt et al. (2008)	30c (~1 km ²)
Elevation	Inferred Strength	Hartmann and Moosdorf (2012) and Nadim et al. (2006)	Vector Data
	Mean Elevation	Danielson and Gesch (2011)	7.5c (~250 m ²)
	Median Elevation	Danielson and Gesch (2011)	7.5c (~250 m ²)
Soil Wetness	Compound Topographic Index	Moore et al. (1991)	30c (~1 km ²)
Temporal Wetness	WorldClim mean monthly precipitation	Hijmans et al. (2005)	30c (~1 km ²)
	CGIAR-CSI Global Aridity	Trabucco and Zomer (2009)	30c (~1 km ²)
	CGIAR-CSI Global-Monthly Potential	Trabucco and Zomer (2009)	30c (~1 km ²)
	Evapotranspiration (PET)	Trabucco and Zomer (2009)	30c (~1 km ²)
Vegetation Cover (Land Cover)	Globcover 2009 Land Cover	Arino et al. (2012)	300 m
	MODIS Land Cover	Broxton, Zeng, Sulla-Menashe, and Troch (2014)	15c (~500 m ²)
	Global Land Cover Share 2014	Latham et al. (2014)	30c (~1 km ²)
	Percent Green Vegetation Cover	Broxton, Zeng, Scheftic, and Troch (2014)	30c (~1 km ²)
Earthquake Magnitude/Duration	Moment Magnitude	USGS	—

Note. Bold indicates the variables chosen for use in the final model. USGS = U.S. Geological Survey.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Calcolo della probabilità di frana e *areal coverage* con approccio semplificato Nowicki et al. (2018)

Il modello di regressione logistica

3.1. Logistic Regression

Here we apply a logistic regression model, which is appropriate for modeling binary-dependent variables. As summarized by Budimir et al. (2015), this method is widely accepted and utilized in landslide susceptibility modeling. Logistic regression fits the observed outcome of landslide occurrence (mapped as a 0 or 1) to the logistic function. The logistic function represents the log of the odds of landslide occurrence, which can be expressed as a linear combination of the individual predictor variables included in the equation

$$\text{Logit}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \dots, \quad (2)$$

where P is the probability of landsliding, x_1, x_2, x_3, \dots are explanatory variables, and a, b, c, d, \dots are regression coefficients. The probability of landslide occurrence is

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}, \quad (3)$$

where $t = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \dots$. The coefficients are estimated with maximum likelihood estimation (MLE) with the logistic method option in the generalized linear model function available in R (R Core Team, 2017).

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Calcolo della probabilità di liquefazione e *areal coverage* con approccio semplificato Zhu et al. (2017)

L'inventario delle liquefazioni

Table 1
Summary of Earthquakes in the Liquefaction Database

Number	Earthquake	Date (yyyymmdd)	M_w	Liquefaction Number of Points	Liquefaction Area of Polygons (km ²)	Spatial Category	Liquefaction Occurrence	Coastal or Noncoastal	Reference
1	Christchurch	2011/02/22	6.1	—	71.53	Complete	Yes	Coastal	CGD*
2	Darfield	2011/09/04	7	—	69.18	Complete	Yes	Coastal	CGD*
3	Hyogo-ken Nanbu	1995/01/17	6.9	1883	11.44	Complete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
4	Kobe	2003/10/08	4.2	—	—	Complete	No ²	Coastal	
5	Loma Prieta	1989/10/17	6.9	123	7.72	Incomplete	Yes	Coastal	Tinsley et al. (1998)
6	Puget Sound	1949/04/13	6.9	153	—	Incomplete	Yes	Coastal	Chleborad and Schuster (1998)
7	Puget Sound	1965/04/29	6.7	229	—	Incomplete	Yes	Coastal	Chleborad and Schuster (1998)
8	Nisqually	2001/02/28	6.8	69	—	Incomplete	Yes	Coastal	Bray et al. (2001)
9	Northridge	1994/01/17	6.6	36	—	Incomplete	Yes	Noncoastal	Stewart et al. (1994, 1996), Moehle et al. (1994)
10	San Simeon	2003/12/22	6.6	10	0.02	Incomplete	Yes	Coastal	Holzer et al. (2005)
11	Hokkaido Nansei-oki	1993/07/12	7.7	376	4.19	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
12	Chiba-ken Toho-oki	1987/12/17	6.5	67	7.39	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
13	Miyagi-ken-oki	1978/06/12	7.6	50	0.29	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
14	Niigata	1964/06/16	7.6	124	71.64	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
15	Nihonkai Chubu	1983/05/26	7.7	12	54.44	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
16	Niigata-ken Chuetsu	2004/10/23	6.6	313	14.7	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
17	Tottori-ken Seibu	2000/10/06	6.7	120	2.61	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
18	Tokachi-oki	2003/09/26	8.3	139	0.02	Incomplete	Yes	Coastal	Wakamatsu (2011)
19	Tohoku	2011/03/11	9.1	—	107.07	Locally complete	Yes	Coastal	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2011)
20	Chi-Chi	1999/09/21	7.6	170	2.52	Incomplete	Yes	Noncoastal	Chu et al. (2004)
21	Bhuj ¹	2001/01/26	7.6	—	377.4	Complete	Yes	Noncoastal	Singh et al. (2002)
22	Yountville	2000/09/03	5.0	—	—	Complete	No ²	Coastal	
23	Piedmont	2015/08/17	4.0	—	—	Complete	No ²	Coastal	
24	Napa	2014/08/24	6.0	2	—	Complete	No ²	Coastal	Geo-Engineering Extreme Events Reconnaissance (GEER) Association (2014)
25	Chino Hills	2008/07/29	5.4	—	—	Complete	No ²	Coastal	Geo-Engineering Extreme Events Reconnaissance (GEER) Association (2008)
26	Hector Mine	1999/10/16	7.1	—	—	Complete	No ²	Noncoastal	
27	Wenchuan	2008/05/12	7.9	116	—	Incomplete	Yes	Noncoastal	Cao et al. (2010)

Canterbury geotechnical database (see [Data and Resources](#))
¹nsignificant to no liquefaction.
²ot included in the model development.

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Calcolo della probabilità di liquefazione e *areal coverage* con approccio semplificato Zhu et al. (2017)

Le variabili utilizzate nella regressione logistica:

- PGV
- Vs30
- precipitazione annua media
- distanza dalla costa
- distanza dai corsi d'acqua

Table 3
Coefficients of Top Performing Coastal Models
and GLM-Zeal5g

	GLM-Zeal5g	Model 1	Model 2	Units
Intercept	24.10	12.435	8.801	
$\ln(\text{PGV})$		0.301	0.334	cm/s
$\ln(V_{s30})$	-4.784	-2.615	-1.918	m/s
<i>precip</i>		5.556×10^{-4}	5.408×10^{-4}	mm
$\ln(\text{PGA}_{\text{M,SM}})$	2.067			g
\sqrt{dc}		-0.0287		km
<i>dr</i>		0.0666		km
CTI	0.355			
<i>dw</i>			-0.2054	km
<i>wtd</i>			-0.0333	m
$\sqrt{dc} \times dr$		-0.0369		
AUC (all events)*	0.755	0.801	0.788	
Brier score (all events)*	0.232	0.162	0.166	
AUC (noncoastal)	0.655	0.793	0.811	
Brier score (noncoastal)	0.106	0.091	0.104	

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Calcolo della probabilità di liquefazione e *areal coverage* con approccio semplificato Zhu et al. (2017)

Il modello di regressione logistica

Logistic Model

We use logistic regression to model the probability of liquefaction. Logistic regression is a statistical approach that can be used to describe the relationship of several independent variables to a binary dependent variable. The use of the logistic equation ensures that the resultant probability lies in the range between zero and one:

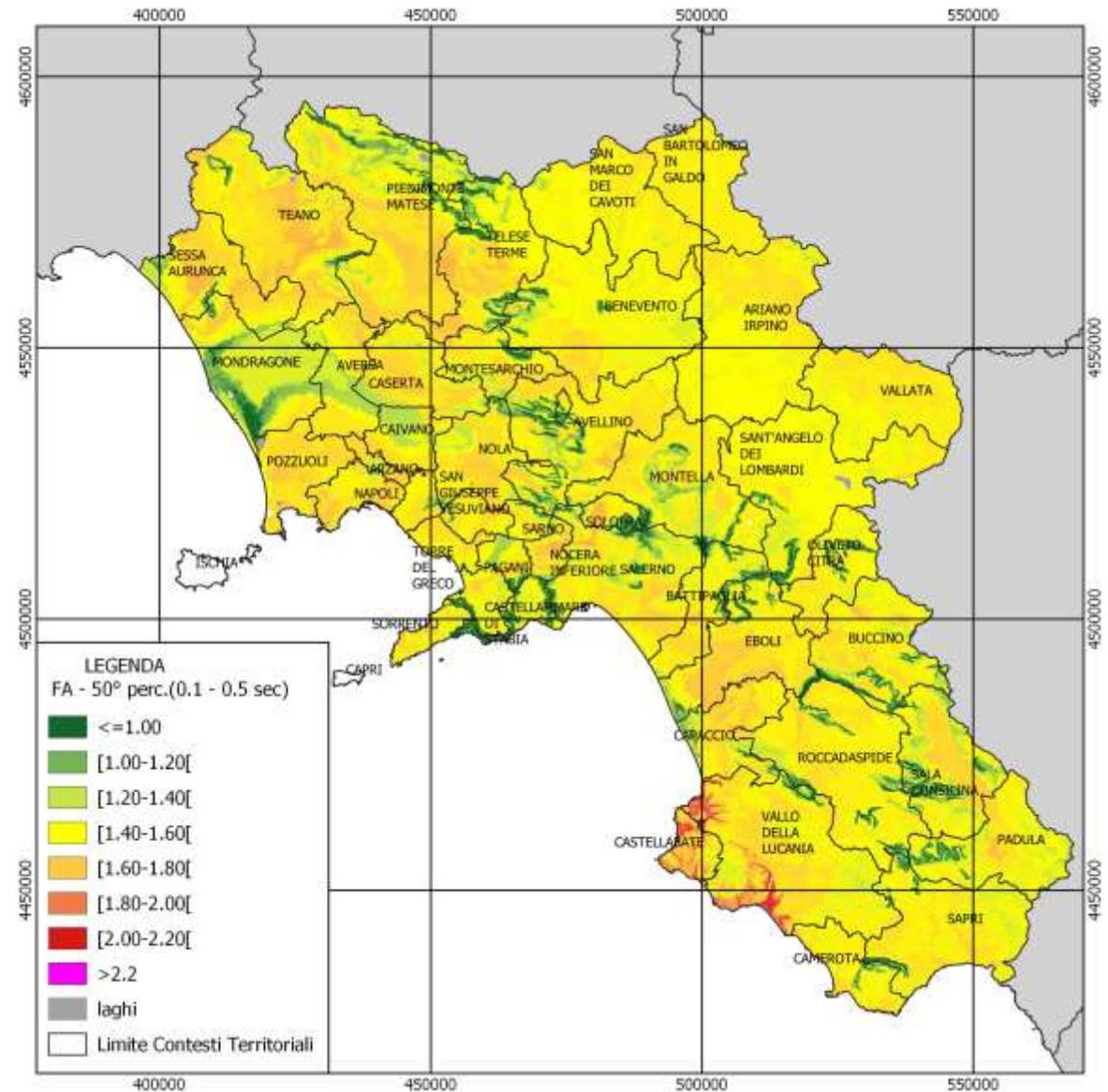
$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-X}}, \quad (1)$$

in which $X = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$, x_1, x_2, \dots, x_k are the explanatory variables, and $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ are the coefficients estimated from the regression. We use the maximum-likelihood method to obtain these estimates (Kleinbaum and Klein, 2010).

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

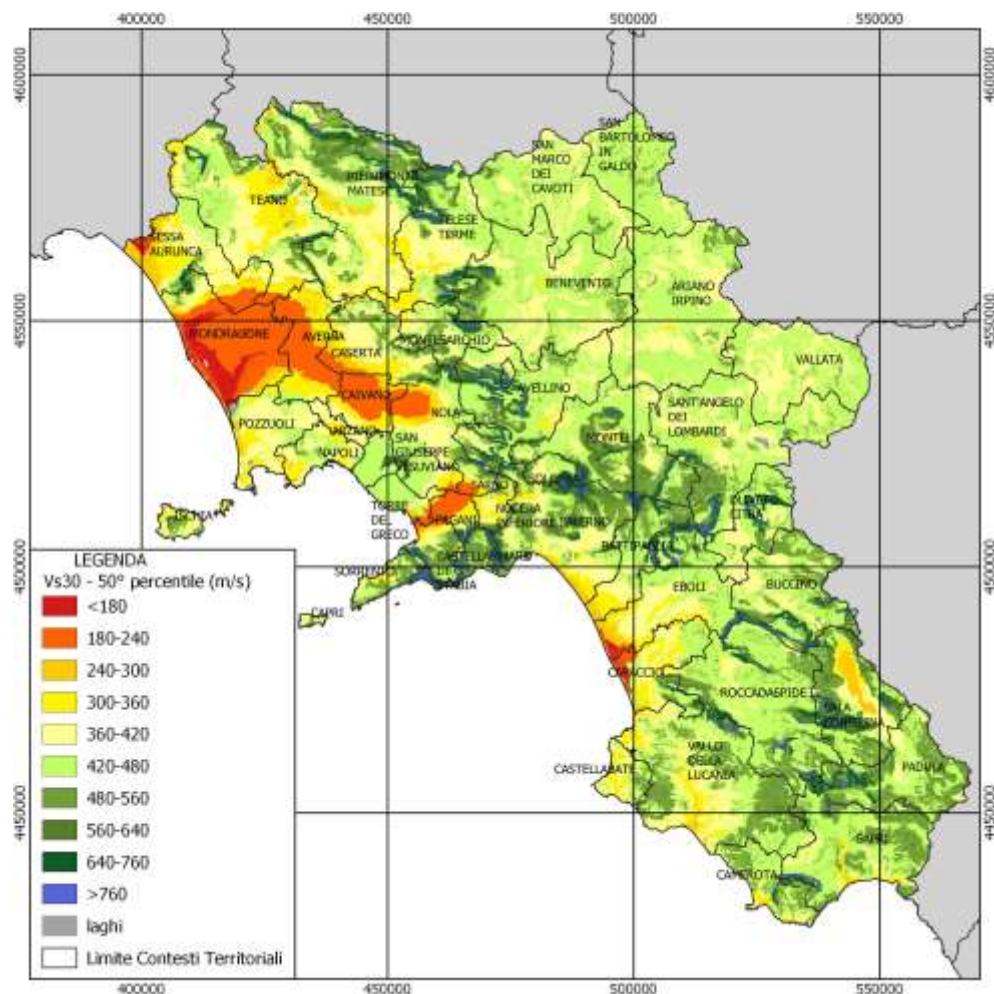
FA – Approccio avanzato

La mappa della Campania

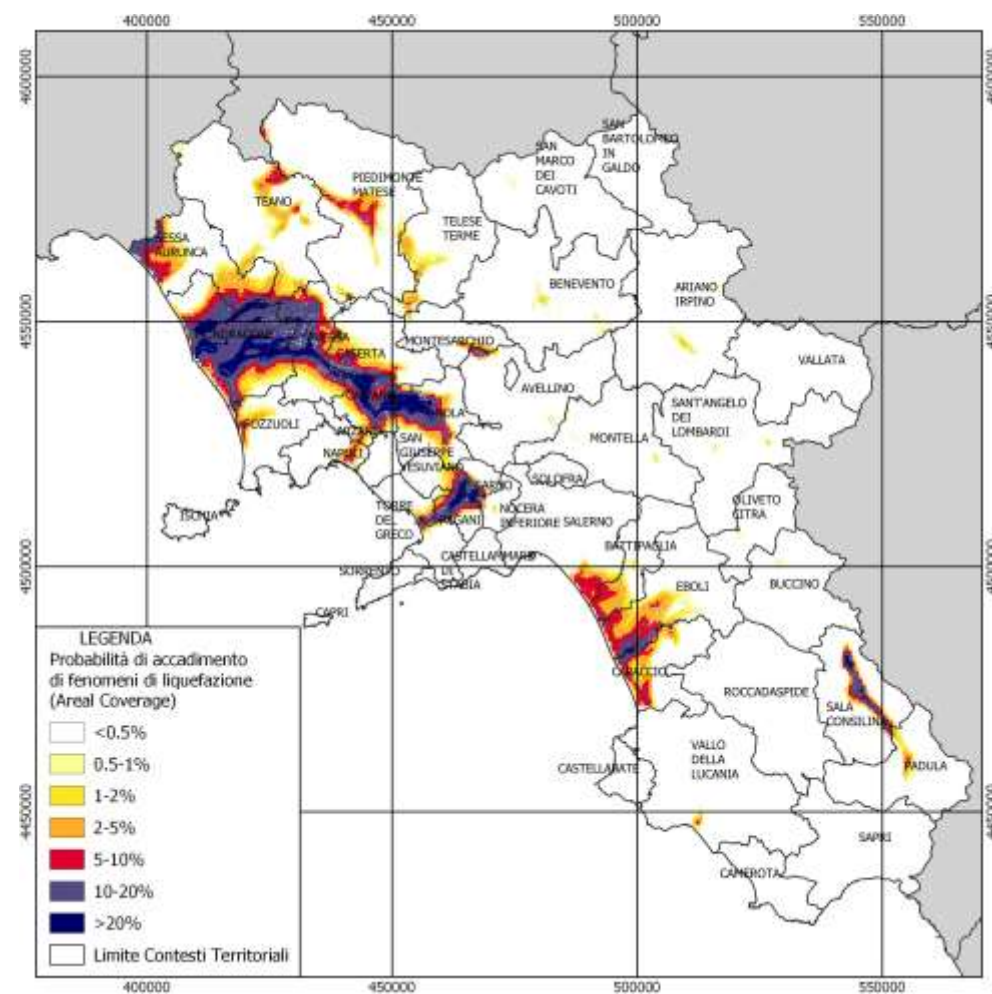


Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Vs30 (approccio semplificato)

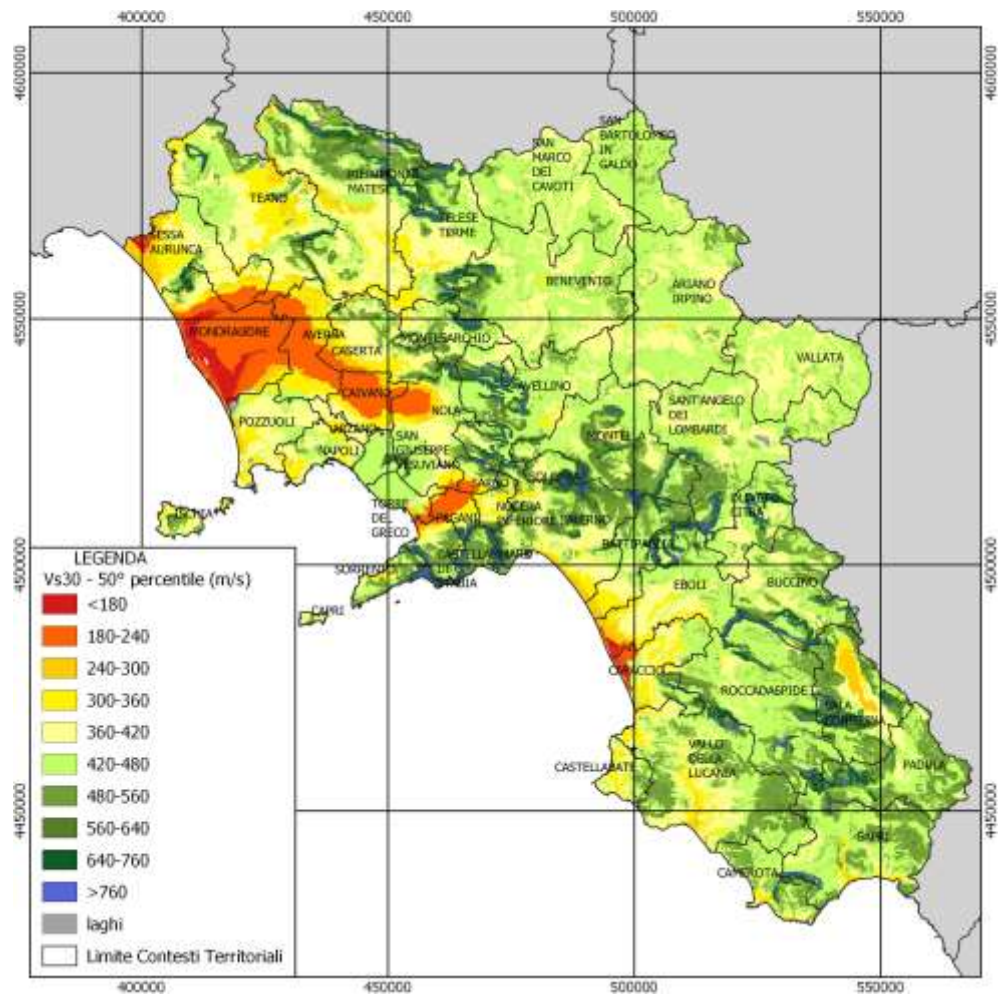


Liquefazioni (modello Zhu)

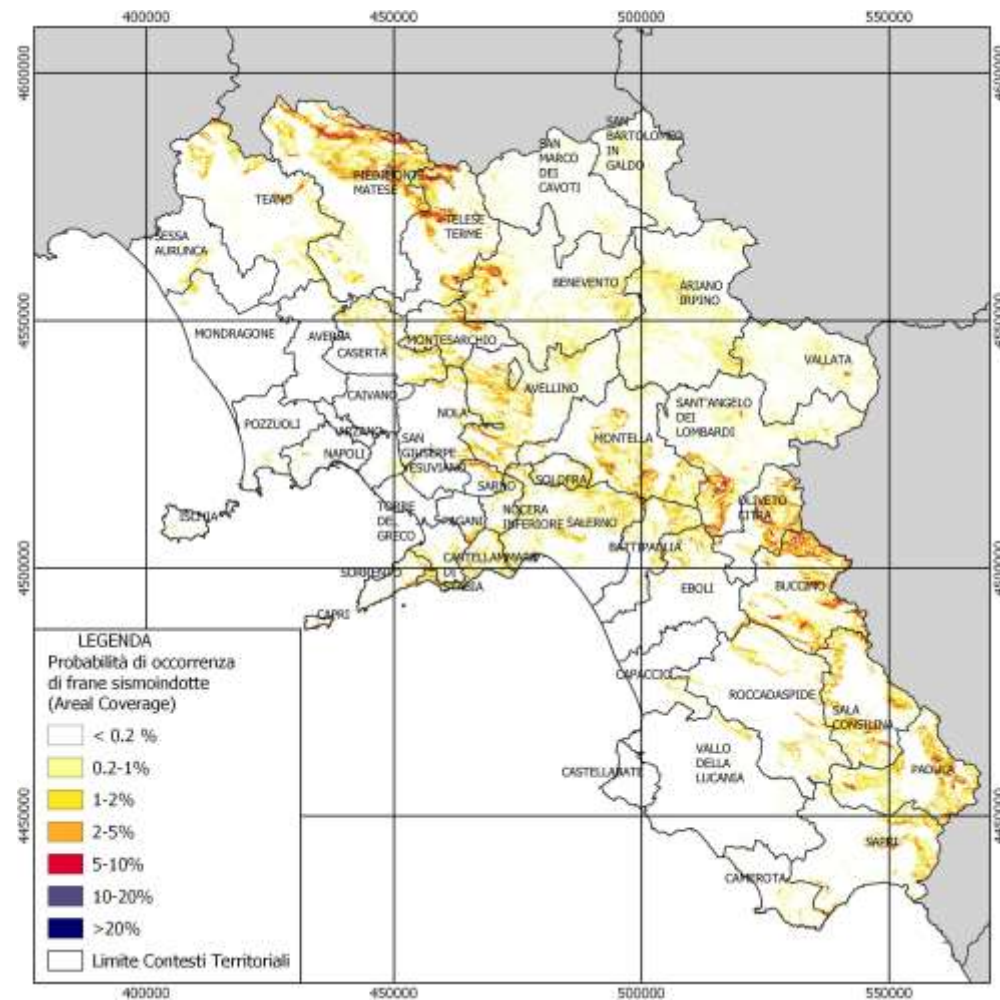


Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Vs30 (approccio semplificato)



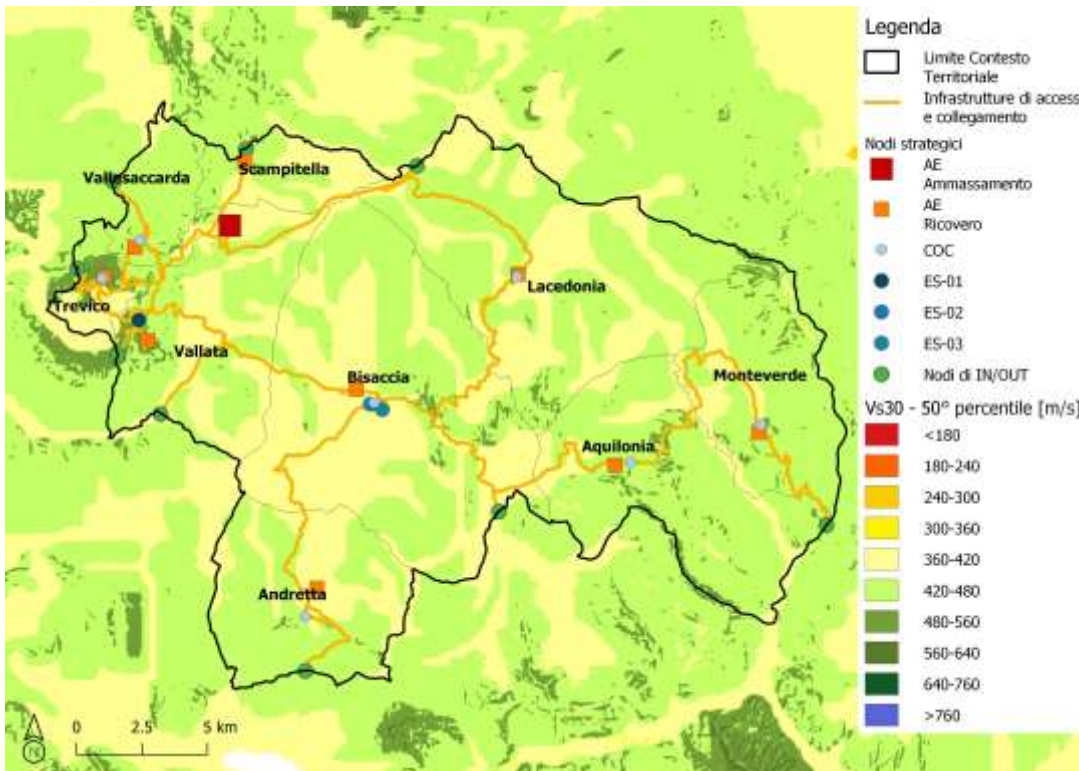
Frane sismoindotte (mod Nowicki)



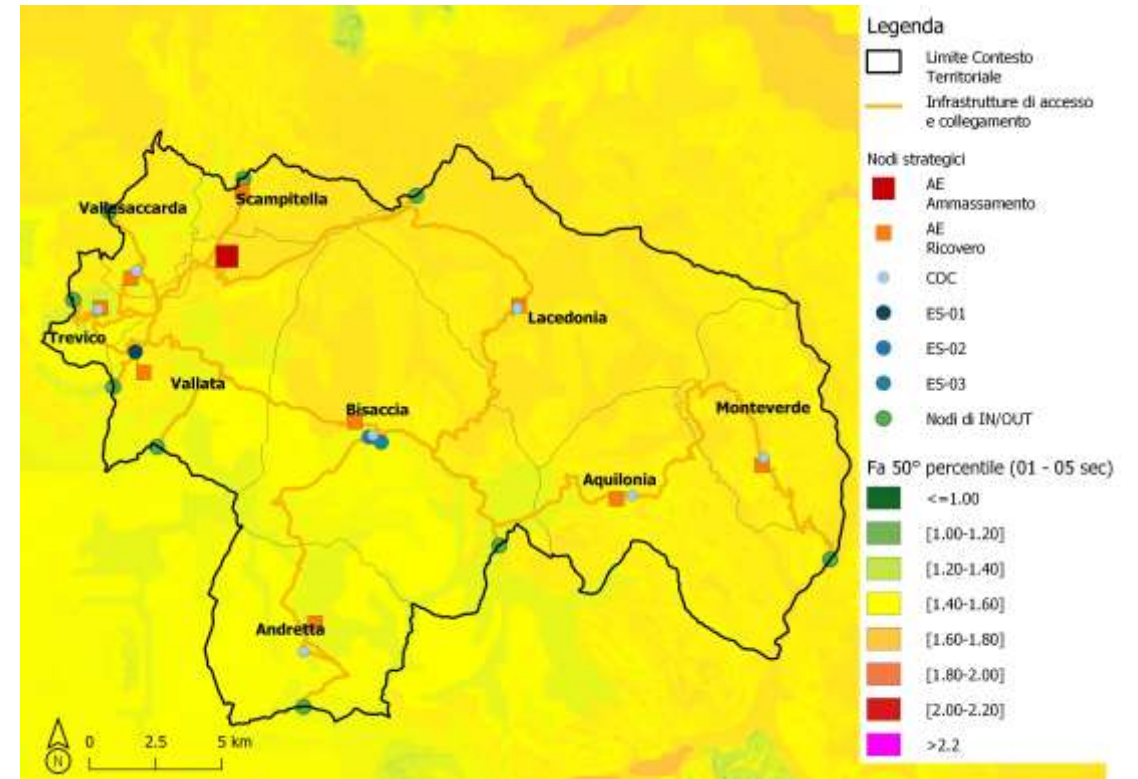
Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

Applicazioni al CT pilota di Vallata

MappaVs30



Mappa FA

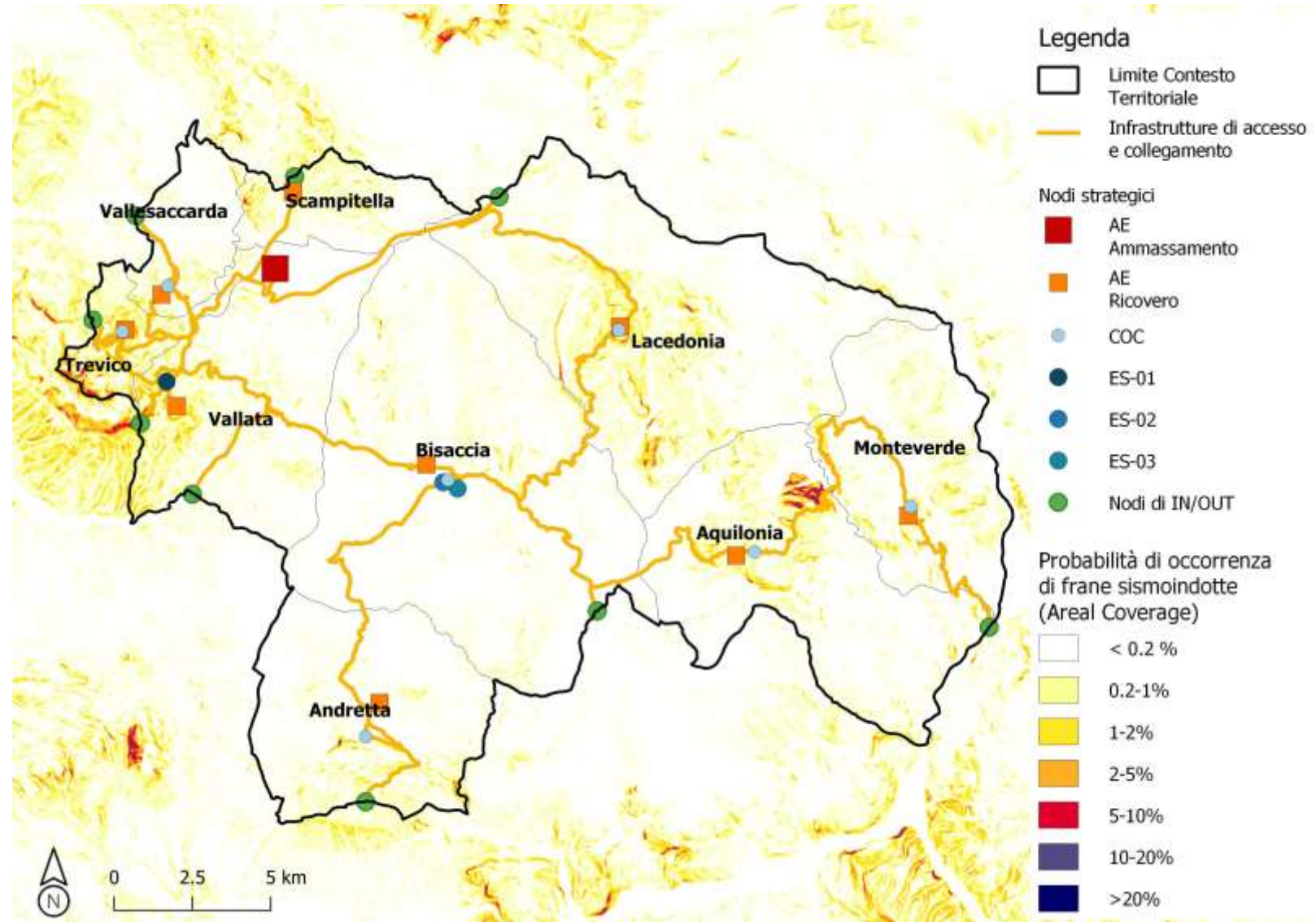


Sono i 2 layer alternativi che permettono il calcolo dello scuotimento in superficie

Le caratteristiche della pericolosità sismica: pericolosità locale

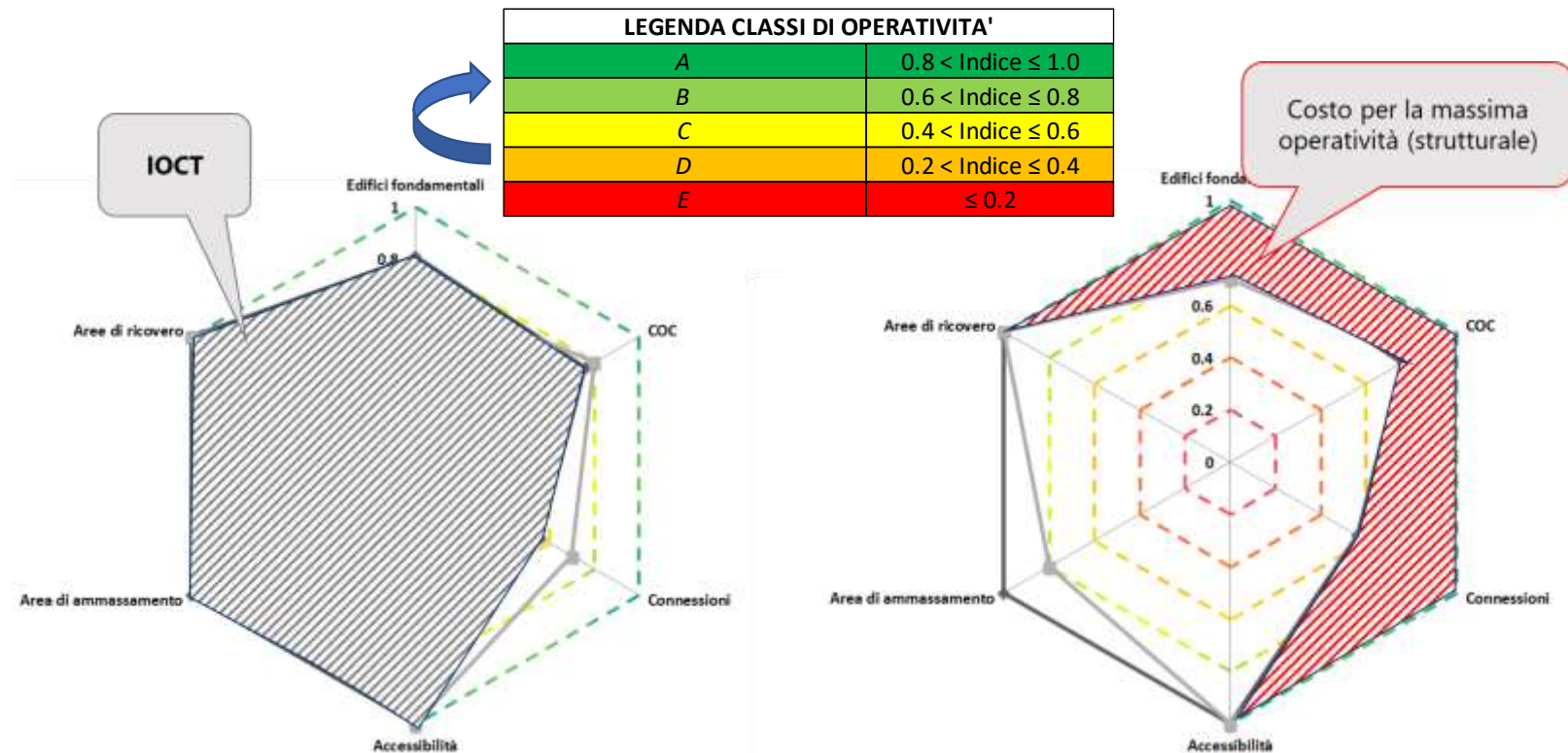
Applicazioni al CT pilota
di Vallata

-Frane (modello Nowicki)



La pericolosità sismica locale per la convoluzione dell'indice di rischio

Nel prossimo webinar mostreremo il calcolo dell'indice di rischio IOCT del sistema di emergenza del CT di Vallata e gli scenari di intervento di massima per il miglioramento dello stesso



La valutazione della pericolosità sismica: in sintesi

- I **dati di microzonazione sismica**, in termini di **stratigrafie** e **Vs**, consentono di realizzare carte dei FA a scala nazionale, per tutti i parametri di intensità: PGA, PGV, Hsm (calcolato nei tre intervalli di periodo della microzonazione sismica; Mori *et al.* 2019).
- Gli **esiti degli studi di microzonazione sismica di livello 3**, in termini di **FA**, permettono di condizionare localmente le carte nazionali dei fattori di amplificazione, per produrre i valori di scuotimento amplificato in corrispondenza degli oggetti/nodi del sistema di emergenza.
- Il **calcolo dell'amplificazione sismica nella MS di livello 3** riveste quindi un'importanza primaria, se inquadrato nel contesto più ampio della valutazione di operatività del sistema di emergenza. Fondamentale quindi **conoscerne e prevenirne le criticità**.