

# WP3: MODELLI DI VULNERABILITÀ STRUTTURALE PER PERICOLI NATURALI ED EFFETTI A INDUSTRIALI A CASCATA

Iunio Iervolino<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy

<sup>2</sup>IUSS – Scuola Universitaria Superiore di Pavia, Pavia, Italy

## 1 OBIETTIVO DEL WP

Il principale obiettivo è lo sviluppo di modelli di vulnerabilità strutturale (curve di fragilità), al fine di analisi di rischio di edifici, ponti o componenti industriali di tipo non edificio, per pericoli diversi da quello sismico e per effetti a cascata di tipo di incidente industriale (NaTech). I pericoli considerati sono: pericoli geotecnici incluso frane, colate e liquefazione, pericolo vento, pericoli idraulici come alluvioni e tsunami, pericolo fuoco e pericolo sismico nel caso del NaTech.

## 2 ARCHETIPI STRUTTURALI

Il lavoro del WP3 si fonda su una tassonomia degli archetipi che stabilisca, per una data tipologia strutturale (l'archetipo), per quali pericoli si intende derivare le curve di fragilità (e.g., Fig. 1). I pericoli sono considerati separatamente, cioè senza interazioni di tipo multirischio.

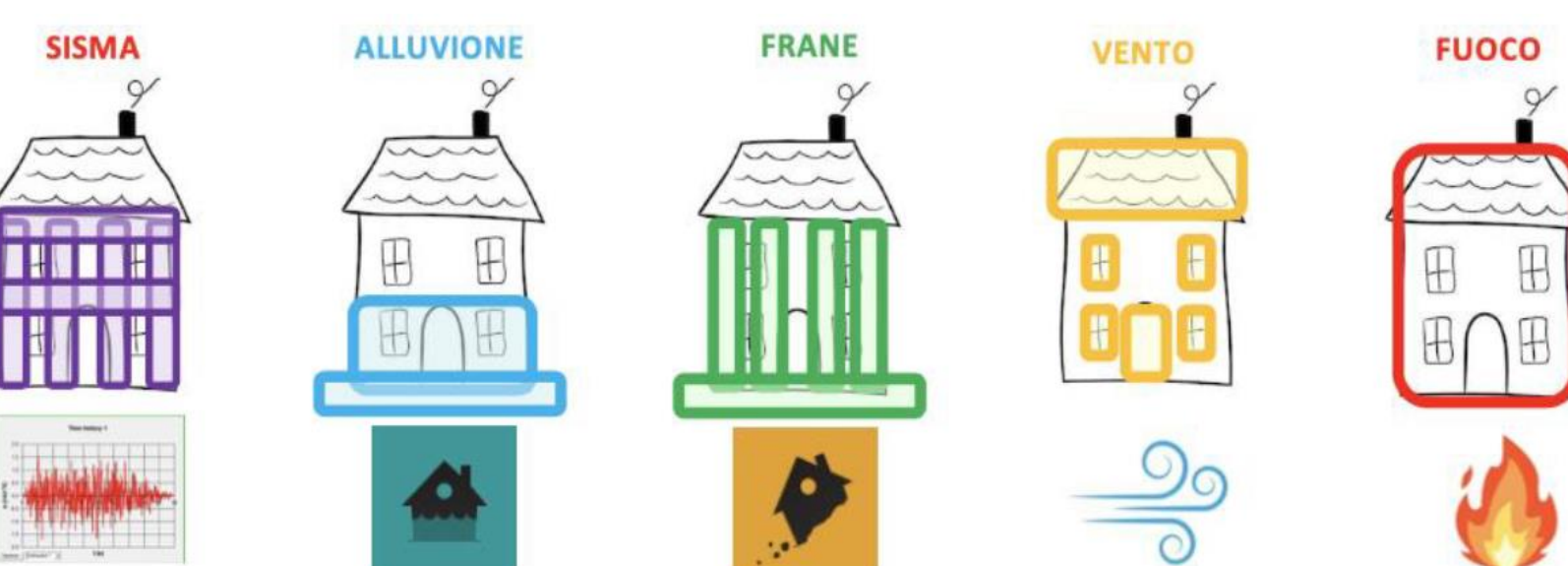


Fig. 1: Pericoli per un determinato archetipo.

## 3 MISURE DI INTENSITÀ

Attività del WP3 propedeutica allo sviluppo di curve di fragilità, è la identificazione, sulla base dello stato dell'arte, delle misure di intensità relative ai pericoli considerati (e.g., Fig. 2), attraverso cui fare la analisi strutturale, tenendo conto di sufficienza, efficienza e computabilità (nel senso della pericolosità).

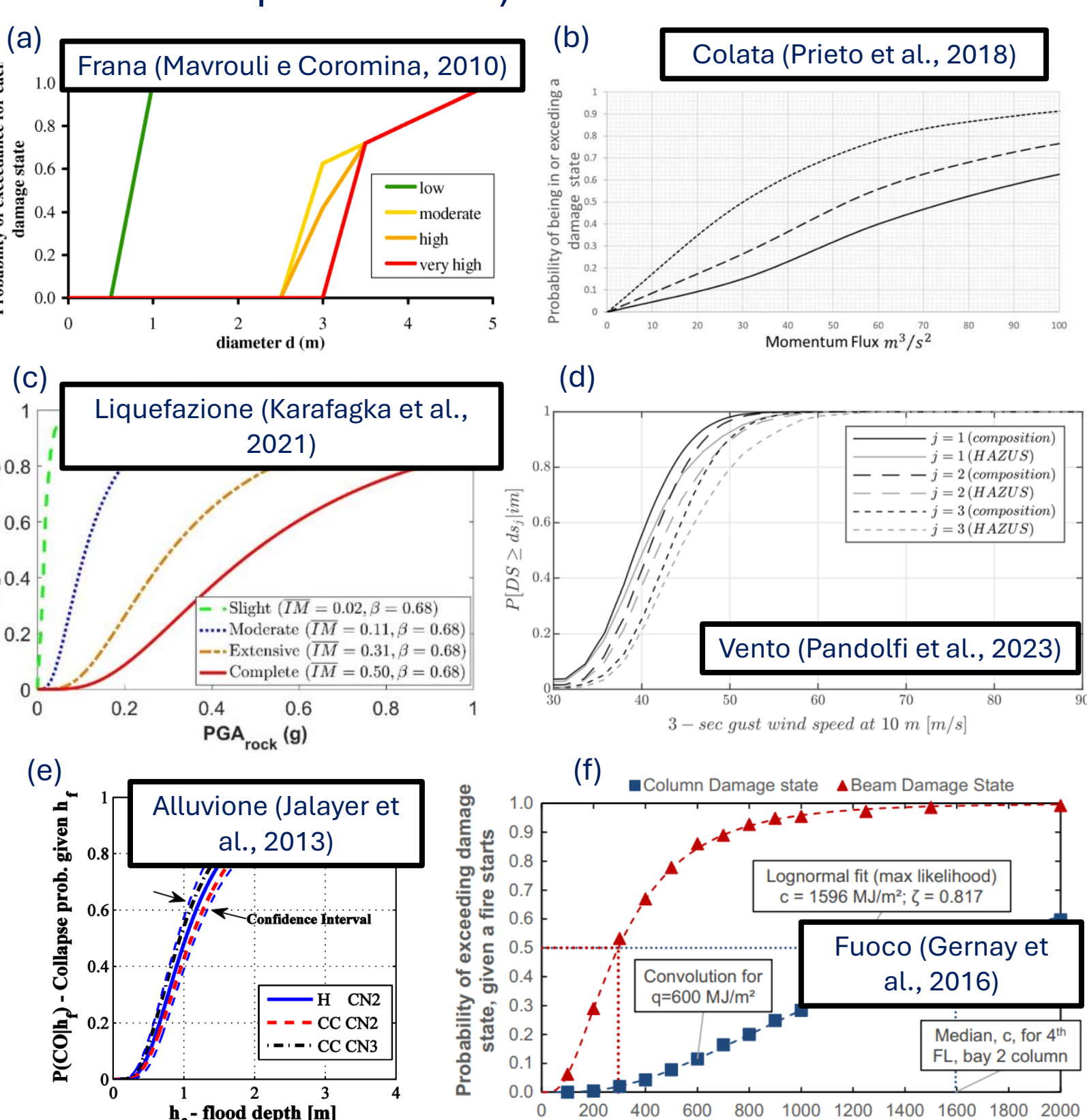


Fig. 2: Esempi di misure di intensità in cui esprimere le curve di fragilità a pericolo frana (a), colata (b), liquefazione (c), vento (d), alluvione (e), fuoco (f).

## 4 VULNERABILITÀ A PERICOLI GEO

Si considera la vulnerabilità strutturale per pericolo di tipo frana, colate e liquefazione. Ciò si traduce nella implementazione di modelli meccanico-analitici per la definizione di funzioni probabilistiche di vulnerabilità nei confronti di tali azioni, come mostrato, a titolo di esempio, in riferimento ad una parete in muratura, in Fig. 3.

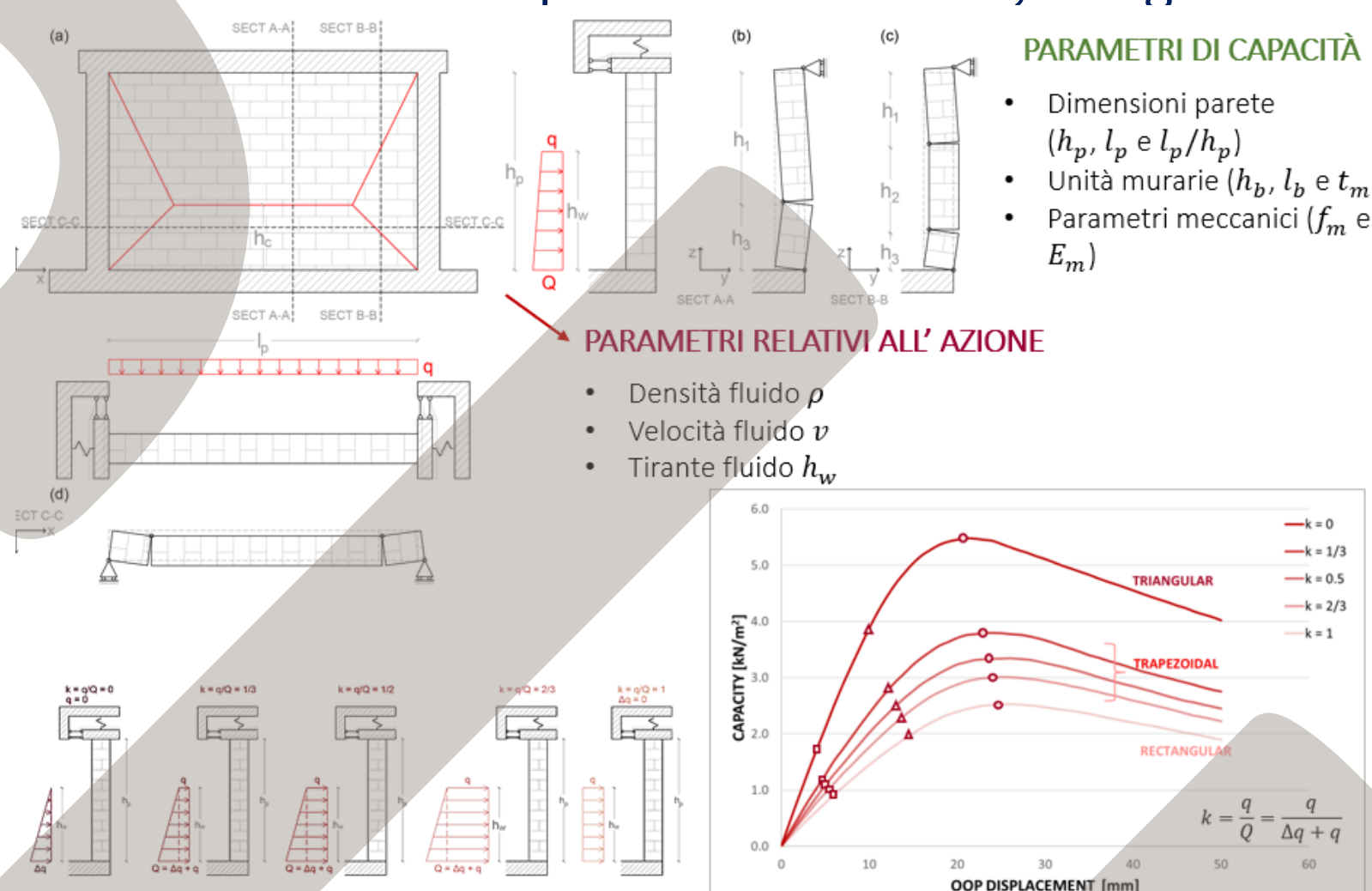


Fig. 3: Modelli di risposta di parete in muratura a frana/colata.

## 5 VULNERABILITÀ A PERICOLO VENTO

Nell'ambito delle attività del WP3 si considera sia la vulnerabilità a vento dell'intera costruzione, sia la combinazione di vulnerabilità per componenti (e.g., Fig. 4). Le azioni da vento comprenderanno venti sinottici e raffiche discendenti.

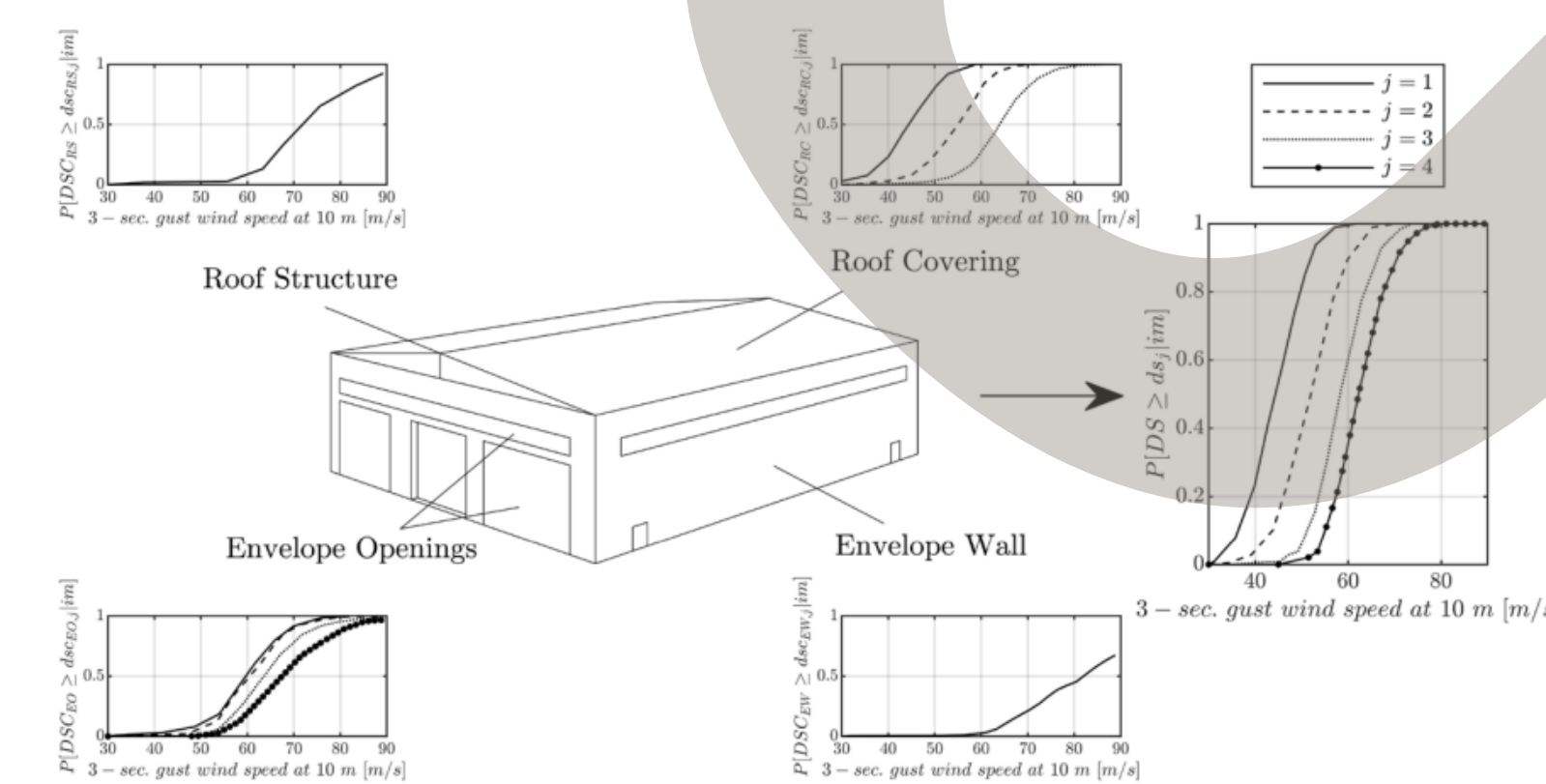


Fig. 4: Curve di fragilità a vento per componenti (adattata da FEMA, 2005).

## 6 VULNERABILITÀ A PERICOLO IDRO

Si considerano le alluvioni, che determinano sollecitazioni statiche sulle costruzioni, ma anche tsunami, i quali determinano azioni anche idrodinamiche. Le possibili tipologie di strutture oggetto di studio del WP3 sono: ponte con impalcato a cassone (Fig. 5 a), capannone industriale prefabbricato (Fig. 5b) e serbatoio contenente idrocarburi (Fig. 5c).

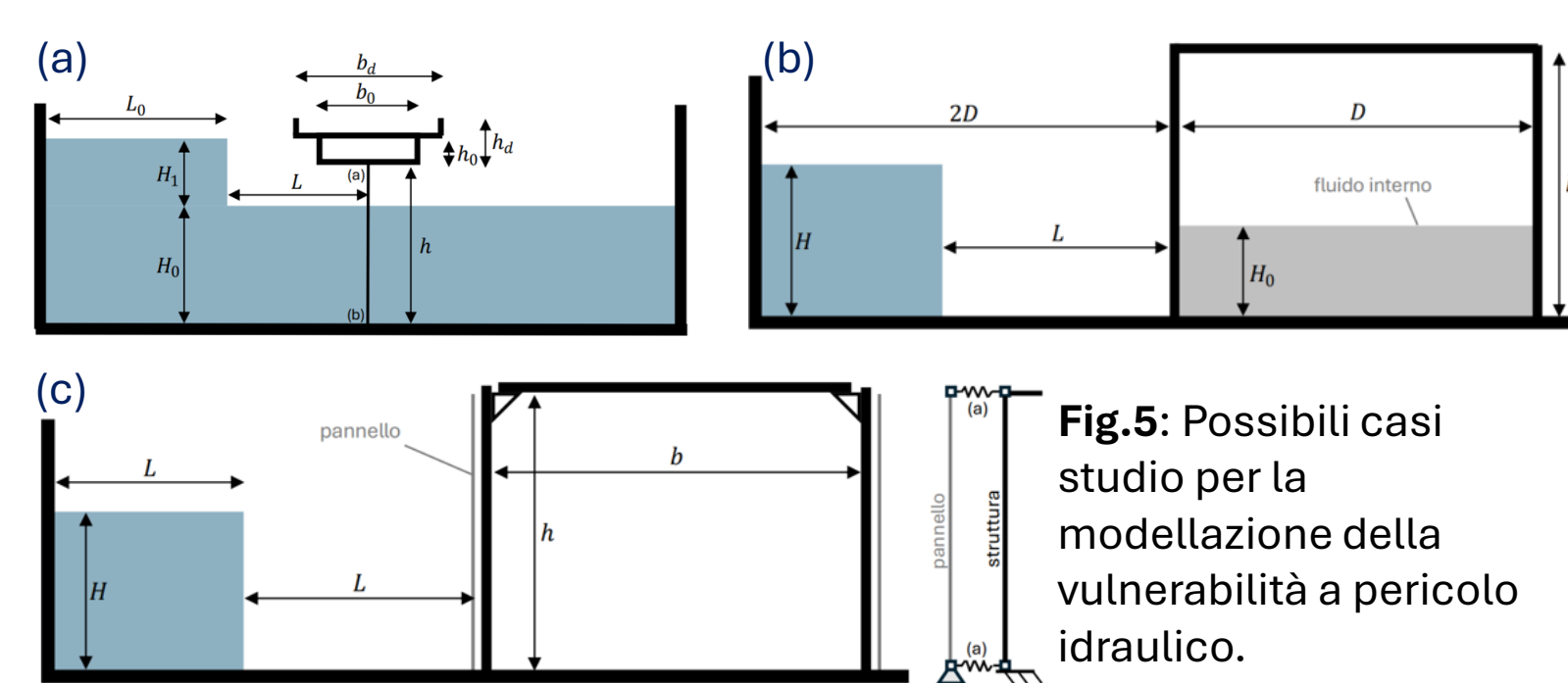


Fig. 5: Possibili casi studio per la modellazione della vulnerabilità a pericolo idraulico.

## 7 VULNERABILITÀ A PERICOLO FUOCO

Il WP3 studia la vulnerabilità a incendio confinato, di interfaccia (Fig. 6a) e jet-fire (Fig. 6b), di strutture civili, industriali e impianti.

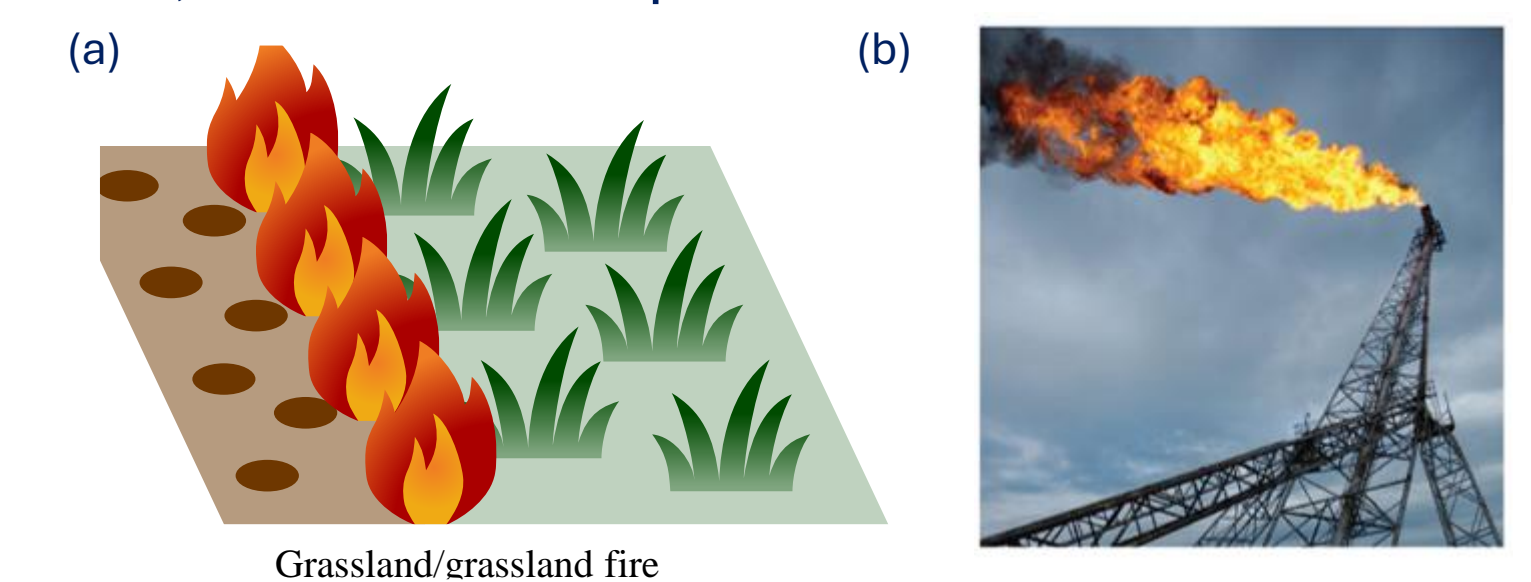


Fig. 6: Schematizzazione esempio di interfaccia (adattata da Ricci et al., 2024) e esempio di jet-fire.

## 8 VULNERABILITÀ PER NaTech

Il WP3 mira anche a sviluppare modelli di fragilità per strutture industriali di tipo non edificio (e.g., torri di processo; Fig. 7) sottoposte a vari pericoli e il cui fallimento può determinare un incidente industriale. Si considera anche il rischio sismico insieme agli altri pericoli.

Fig. 7: Schematizzazione di una torre di processo.

## 9 APPROCCIO

Modellazione strutturale meccanica allo stato dell'arte e con analisi non lineari è di tipo anche dinamico. I modelli di fragilità sviluppati saranno di tipo parametrico e, ove applicabile, terranno conto dell'incertezza di stima.

Il progetto si articola nei seguenti task, ciascuno con competenze specifiche:

- Task 1-tassonomia degli archetipi
- Task 2-misure di intensità
- Task 3-vulnerabilità a pericoli geo
- Task 4-vulnerabilità a pericolo vento
- Task 5-vulnerabilità a pericolo idraulico
- Task 6-vulnerabilità a pericolo fuoco
- Task 7-vulnerabilità per NaTech

## 10 PRODOTTI

Curve di fragilità per le strutture archetipiche e rapporti che ne descrivono la derivazione. Tutti i risultati saranno disponibili alla fine dei tre anni del progetto ReLUIIS-DPC 2024-2026.

RIFERIMENTI  
Federal Emergency Management Agency (2005) Hazus-MH 2.1-Technical Manual  
Gernay, T., Khorasani, N. E., & Garlock, M. (2016). Fire fragility curves for steel buildings in a community context: A methodology. *Engineering Structures*, 113, 259-276.  
Jalayer, F., De Risi, R., Manfredi, G., De Paola, F., Topa, M. E., Giugni, M., ... & Gasparini, P. (2013, June). From climate predictions to flood risk assessment for a portfolio of structures. In *Proceedings of the 11th International Conference on Structural Safety & Reliability (ICOSSAR 2013)*, Columbia University, New York, NY.  
Mavrouli, O., Corominas, J., 2010. Rockfall vulnerability assessment for reinforced concrete buildings. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 10 (10), 2055-2066. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-10-2055-2010>  
Karafagka, S., Fotopoulou, S., & Ptilakis, D. (2021). Fragility curves of non-ductile RC frame buildings on saturated soils including liquefaction effects and soil-structure interaction. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19(15), 6443-6468.  
Pandolfi, F., Baltzopoulos, G., & Iervolino, I. (2023). ERMES: extreme wind risk assessment for building portfolios. *Natural Hazards*, 116(2), 2717-2743.  
Prieto, J. A., Journey, M., Acevedo, A. B., Arbelaez, J. D., & Ulmi, M. (2018). Development of structural debris flow fragility curves (debris flow buildings resistance) using momentum flux rate as a hazard parameter. *Engineering Geology*, 239, 144-157.  
Ricci F, Misuri A, Scarponi GE, Cozzani V, Demichela M. Vulnerability Assessment of Industrial Sites to Interface Fires and Wildfires. *Reliability Engineering and System Safety* 2024;243:109895.