



La valutazione dell'impatto da inondazione in area costiera per l'applicazione della Direttiva Alluvioni

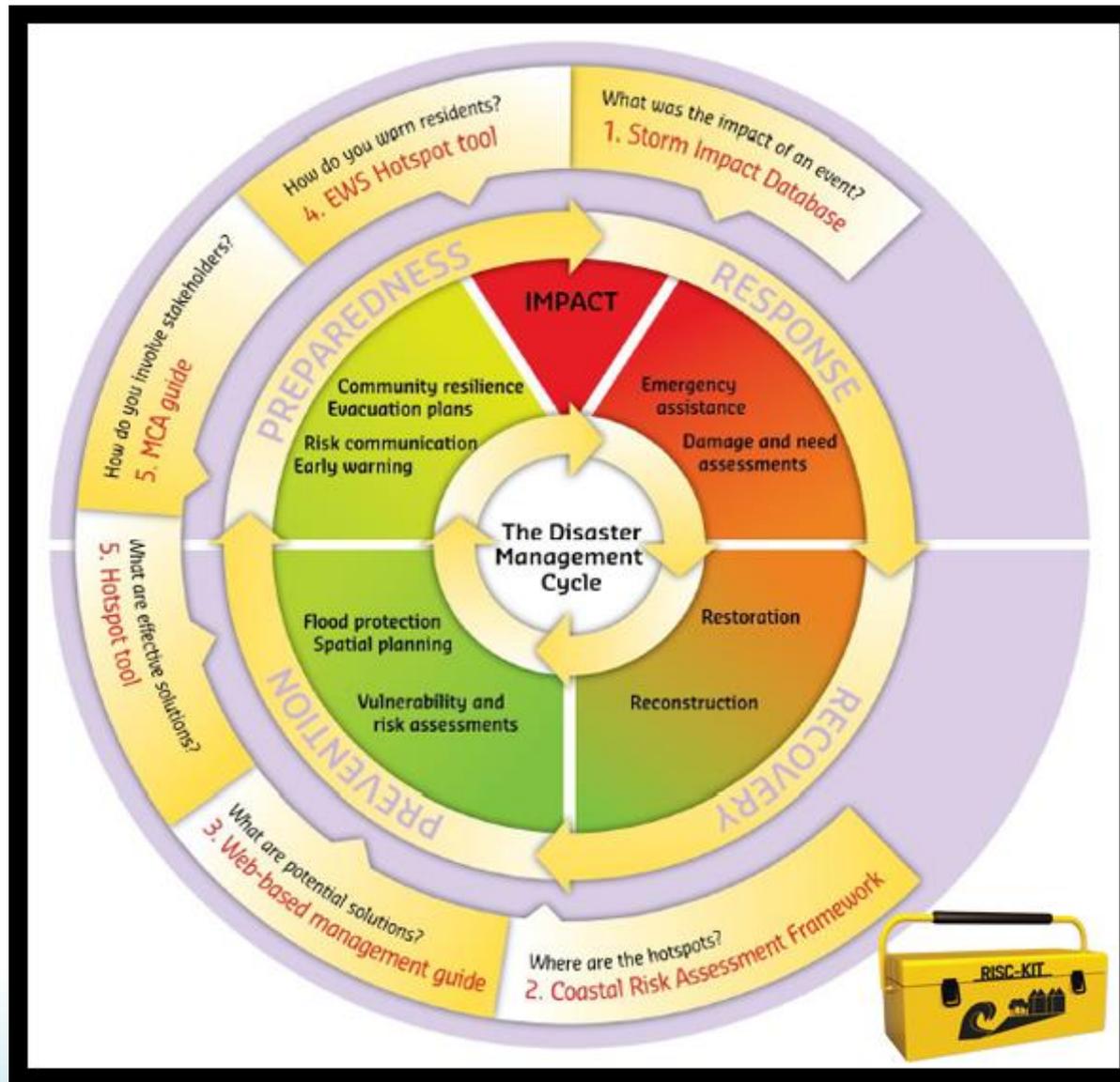
Clara Armaroli – Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia

VULNERABILITÀ e RISCHIO

19 settembre 2019

RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere

www.remtechexpo.com



Van Dongeren, A., Ciavola, P., Martinez, G., and Viavattene, C. (2018). Introduction to RISC-KIT: resilience increasing strategies for coasts. *Coast. Eng.* 134, 2–9. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.10.007



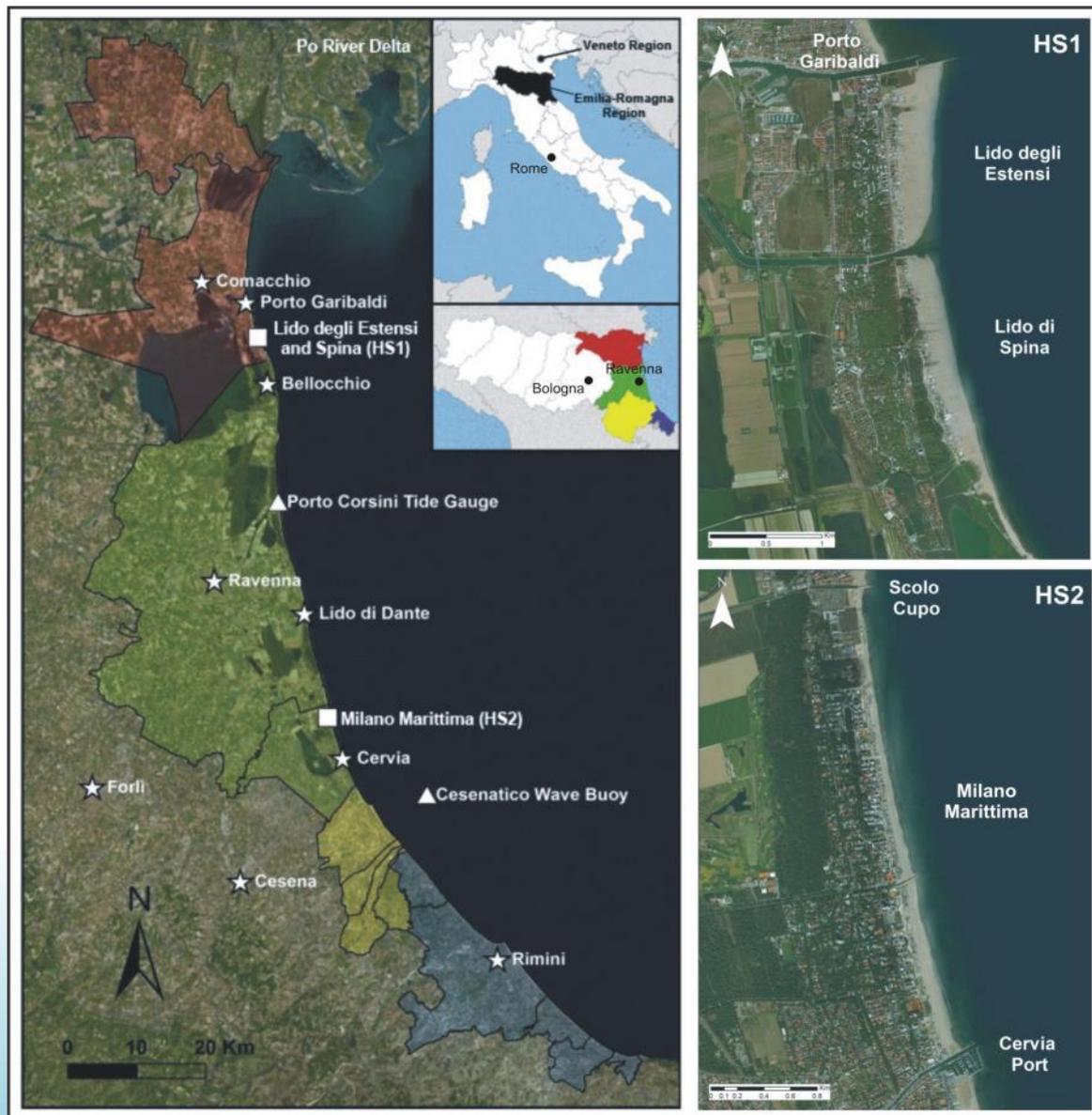
From Hazard to Consequences: Evaluation of Direct and Indirect Impacts of Flooding Along the Emilia-Romagna Coastline, Italy

Clara Armaroli^{1}, Enrico Duo¹ and Christophe Viavattene²*

¹ Department of Physics and Earth Sciences, University of Ferrara, Ferrara, Italy, ² Flood Hazard Research Centre, Middlesex University of London, London, United Kingdom



Valutazione di impatto da inondazione lungo la costa dell'Emilia-Romagna: Lido degli Estensi-Spina, Milano Marittima



Inondazioni e danni causati dalla mareggiata del 5-6 febbraio 2015



Cesenatico and Lido di Savio (Ravenna, IT; Perini et al., 2015)



Porto Garibaldi (Comacchio, IT)

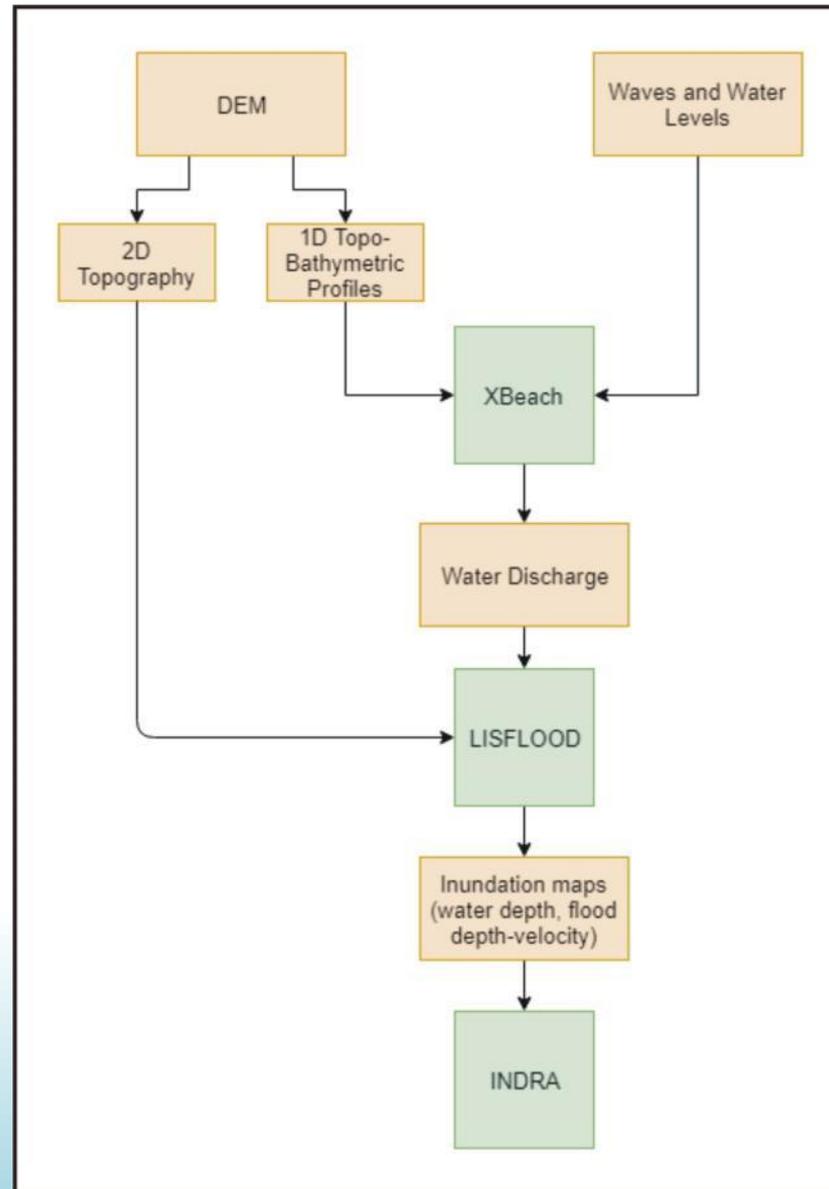


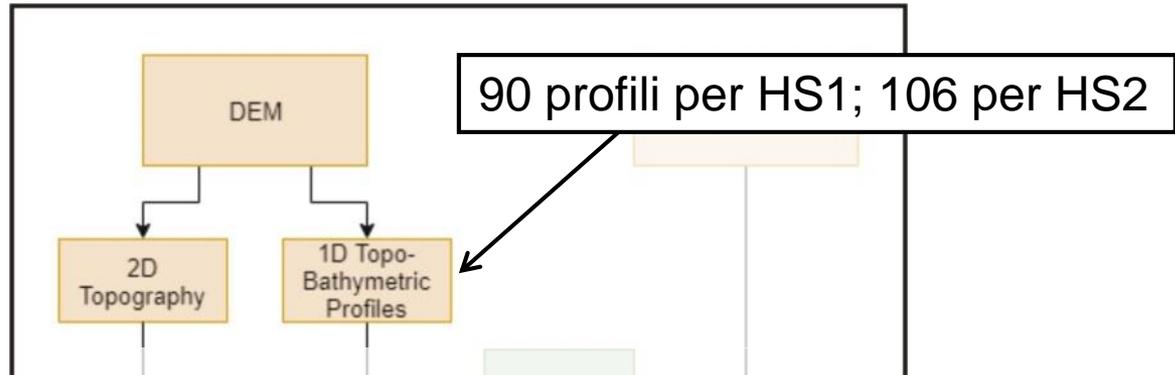
Lido di Spina (Comacchio, IT)



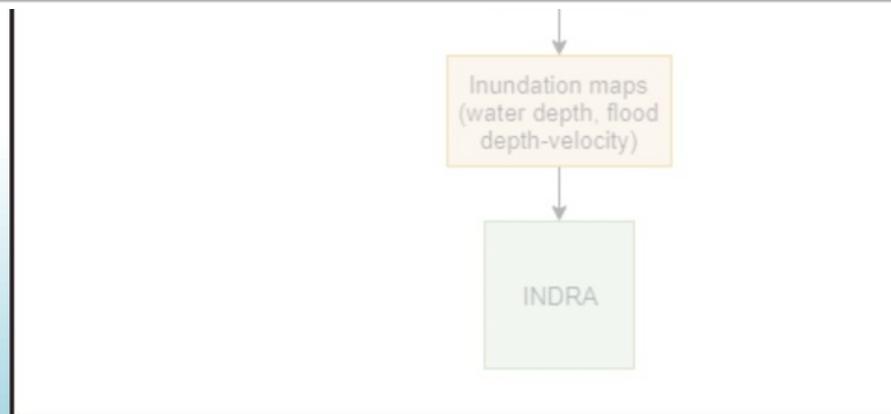
Feb. 2015

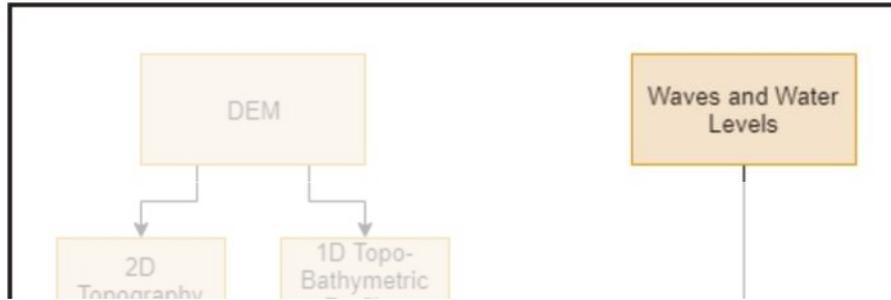
Schema di applicazione del modello di impatto





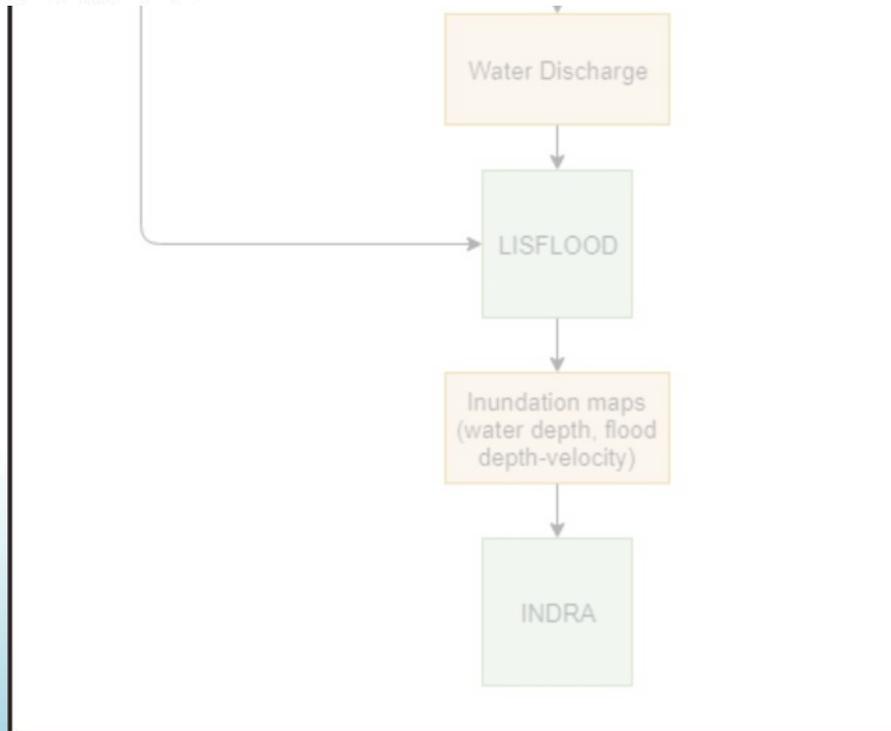
Hotspot ID	Area	Type	Period	Merged dataset resolution
HS1	Inland	Lidar	October 2014	1 m × 1 m
	Nearshore	Bathymetric Lidar	2012	5 m × 5 m
	Offshore	Multibeam	2013	5 m × 5 m
HS2	Emerged	Lidar	2012	1 m × 1 m
	Submerged	Bathymetric Lidar	2012	5 m × 5 m



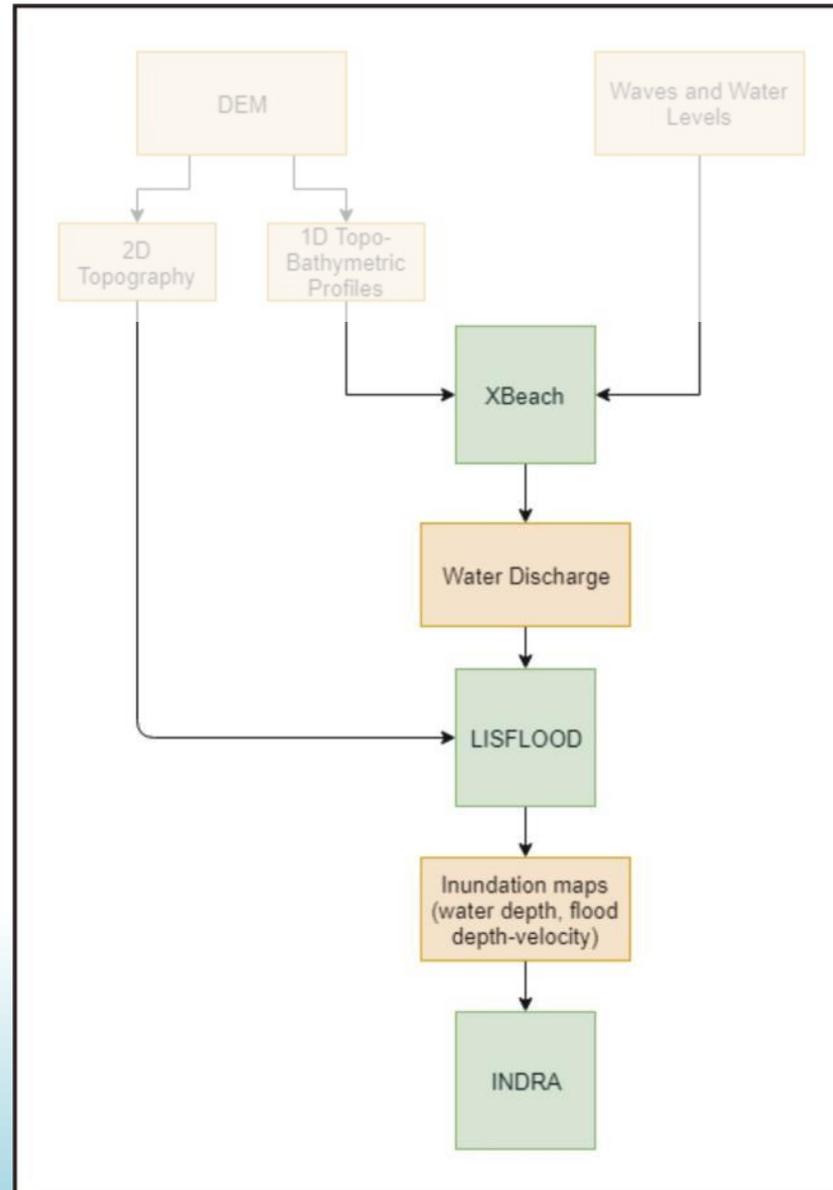


ID	Scenario	RP [years]	Storm Surge [m]	High Tide [m]	Wave Setup [m]	TWL [m]	Hs [m]	Tp [seconds]	Dur [days]
T10	Freq.	10	0.79	0.4	0.3	1.75	4.7	8.9	1.75
T100	Low Freq.	100	1.02	0.4	0.39	1.81	5.9	9.9	2.3

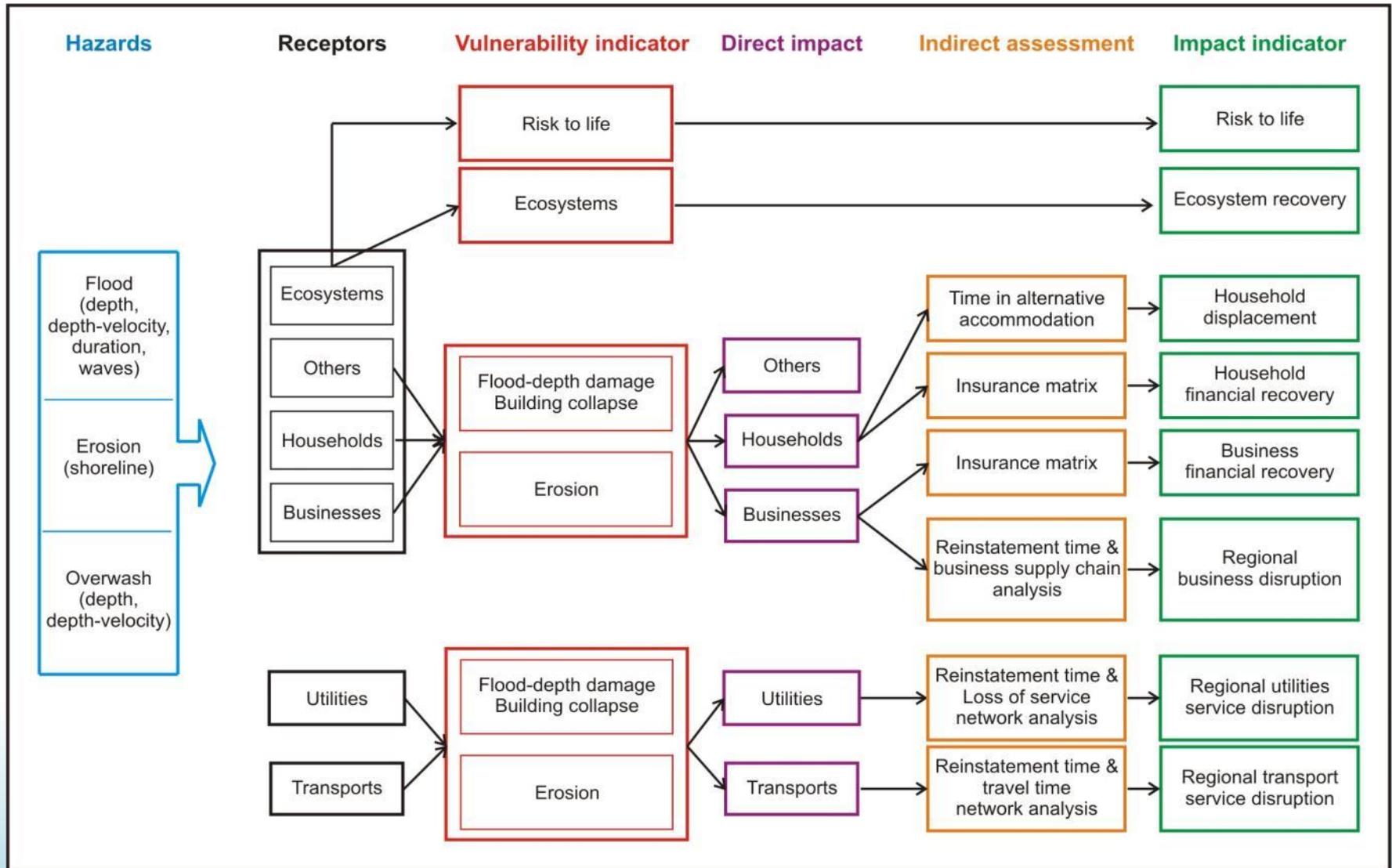
Water levels, wave characteristics and duration of each event.



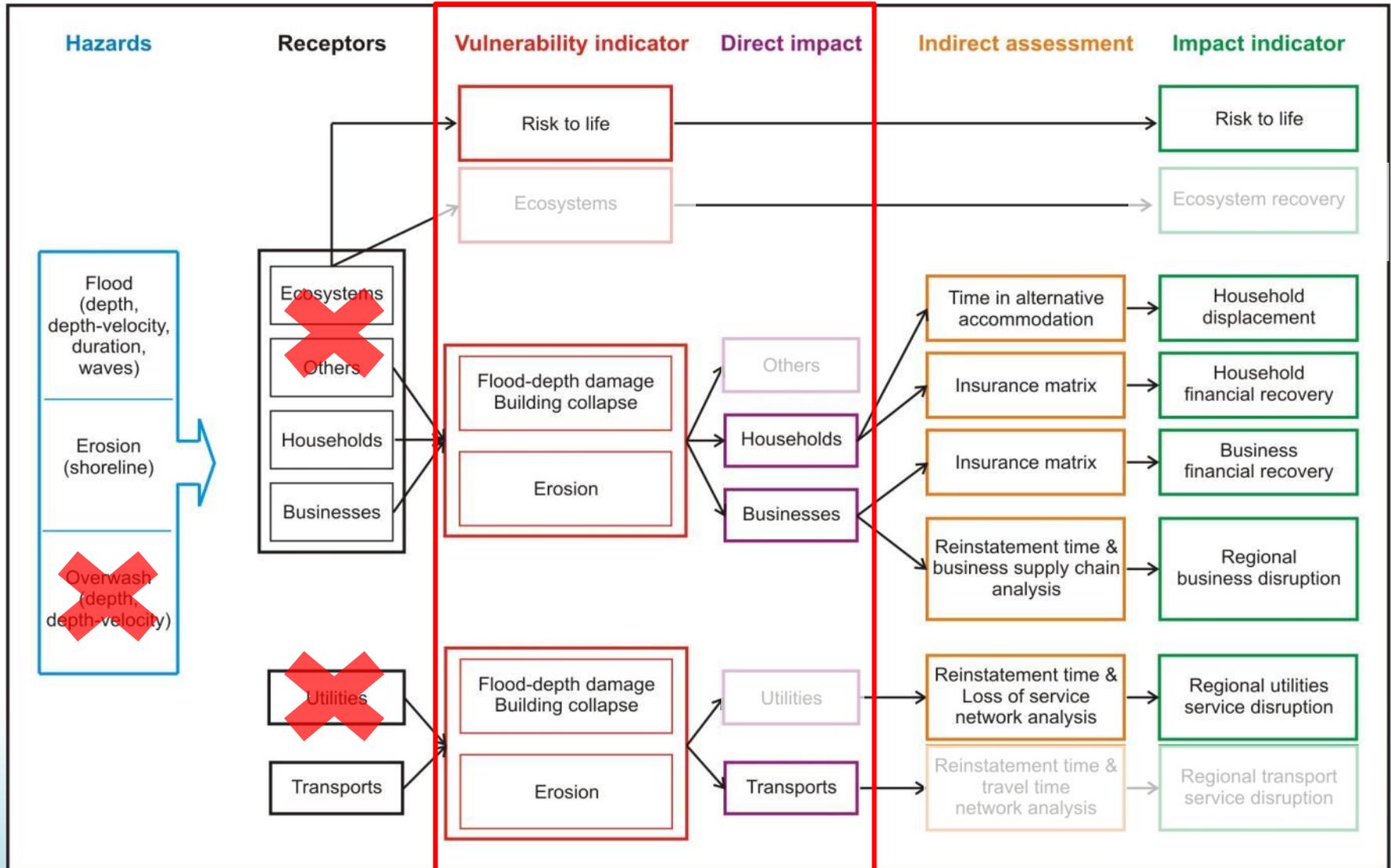
Catena di modelli numerici



The Integrated Disruption Assessment (INDRA) Model



The Integrated Disruption Assessment (INDRA) Model



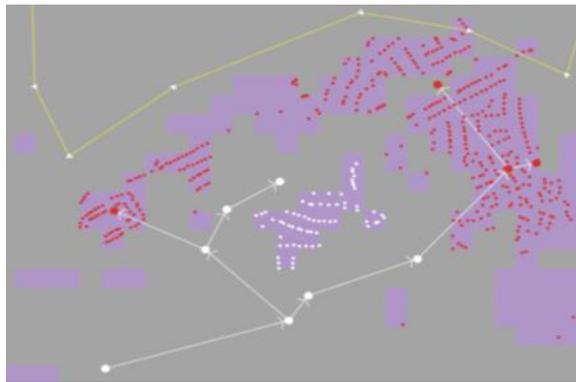
Dati in input

- INDRA utilizza dati **georeferenziati** esportati dal GIS
- **Mappe di hazard** per erosione e inondazione
- **Relazioni di vulnerabilità** (flood-damage curves)
- Localizzazione degli elementi esposti in **formato puntuale** a scala di caso studio e **aggregati a scala regionale**
- Informazioni **dettagliate sugli elementi esposti** (caratteristiche abitative, area, elevazione a terra, tipo di materiale, ecc)
- **Localizzazione delle reti dei trasporti e dei servizi** (luce, gas, acqua)
- **Informazioni sulle reti dei trasporti** (tipo di strada, velocità massima, elevazione) e sulle reti dei servizi (come centrali elettriche, acquedotti, ecc)
- Informazioni sulle **catene di fornitura** delle attività economiche principali
- Informazioni sulla **copertura assicurativa** dei privati e delle attività economiche
- Informazioni sul **tempo di recupero** (recovery and reinstatement time) dei privati (possibilità di rientrare a casa dopo un evento estremo) e della attività economiche (la catena di fornitura si riattiva)

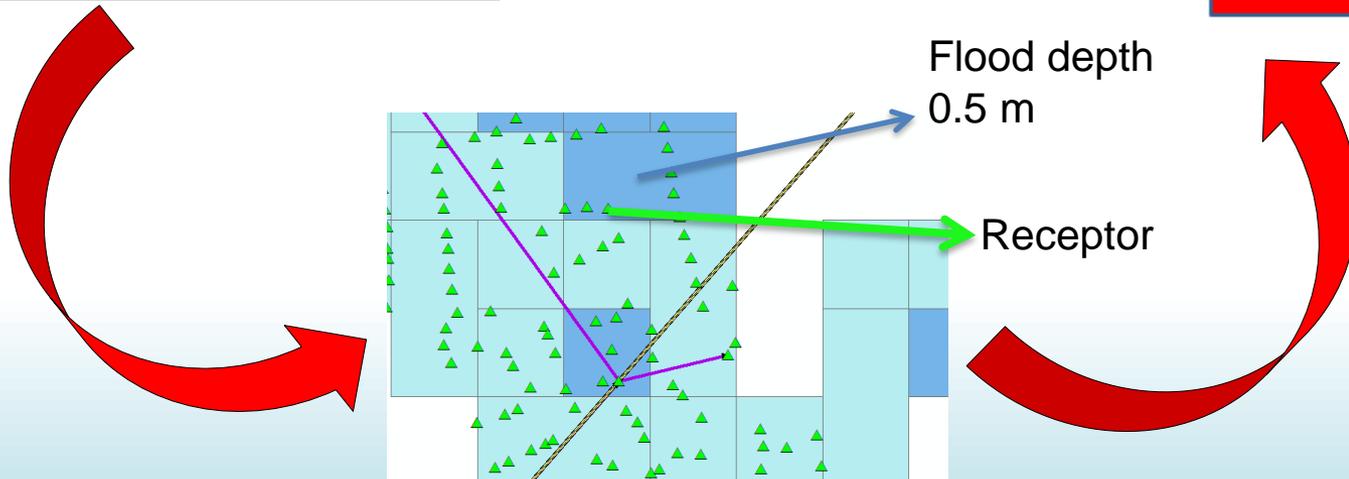
Dati in input

- INDRA utilizza dati **georeferenziati** esportati dal GIS
- **Mappe di hazard** per erosione e inondazione
- **Relazioni di vulnerabilità** (flood-damage curves)
- Localizzazione degli elementi esposti in **formato puntuale** a scala di caso studio e **aggregati a scala regionale**
- Informazioni **dettagliate sugli elementi esposti** (caratteristiche abitative, area, elevazione a terra, tipo di materiale, ecc)
- **Localizzazione delle reti dei trasporti e dei servizi** (luce, gas, acqua)
- **Informazioni sulle reti dei trasporti** (tipo di strada, velocità massima, elevazione) e sulle reti dei servizi (come centrali elettriche, acquedotti, ecc)
- Informazioni sulle **catene di fornitura** delle attività economiche principali
- Informazioni sulla **copertura assicurativa** dei privati e delle attività economiche
- Informazioni sul **tempo di recupero** (recovery and reinstatement time) dei privati (possibilità di rientrare a casa dopo un evento estremo) e della attività economiche (la catena di fornitura si riattiva)

Impatti diretti – mappatura dei recettori e definizione dei valori soglia



Threshold	
Th1	None
Th2	Low
Th3	Medium
Th4	High
	Very High



Valori soglia per strutture e infrastrutture

Land use types	Hazard component	Th 1 Low	Th 2 Medium	Th 3 High	Th 4 Very High	Reference and comments
Residential, hotels, concessions, camping	flood depth (fd, m)	0	0.3	0.7	9999	Fd curve (single-family detached, "worst case") by Scorzini and Frank (2017)
Residential, hotels, concessions, camping	flood depth velocity (fdv, m ² /s)	9999	9999	3	7	Based on building collapse matrix (coastal vulnerability indicator (CVI), library RISC-KIT project ¹ ; Karvonen et al., 2000)
Road and railway networks	flood depth (fd, m)	0.3	9999	9999	9999	The 0.3 m is considered as an average flood depth for which transports section will be closed (based on Penning-Rowse et al., 2013)

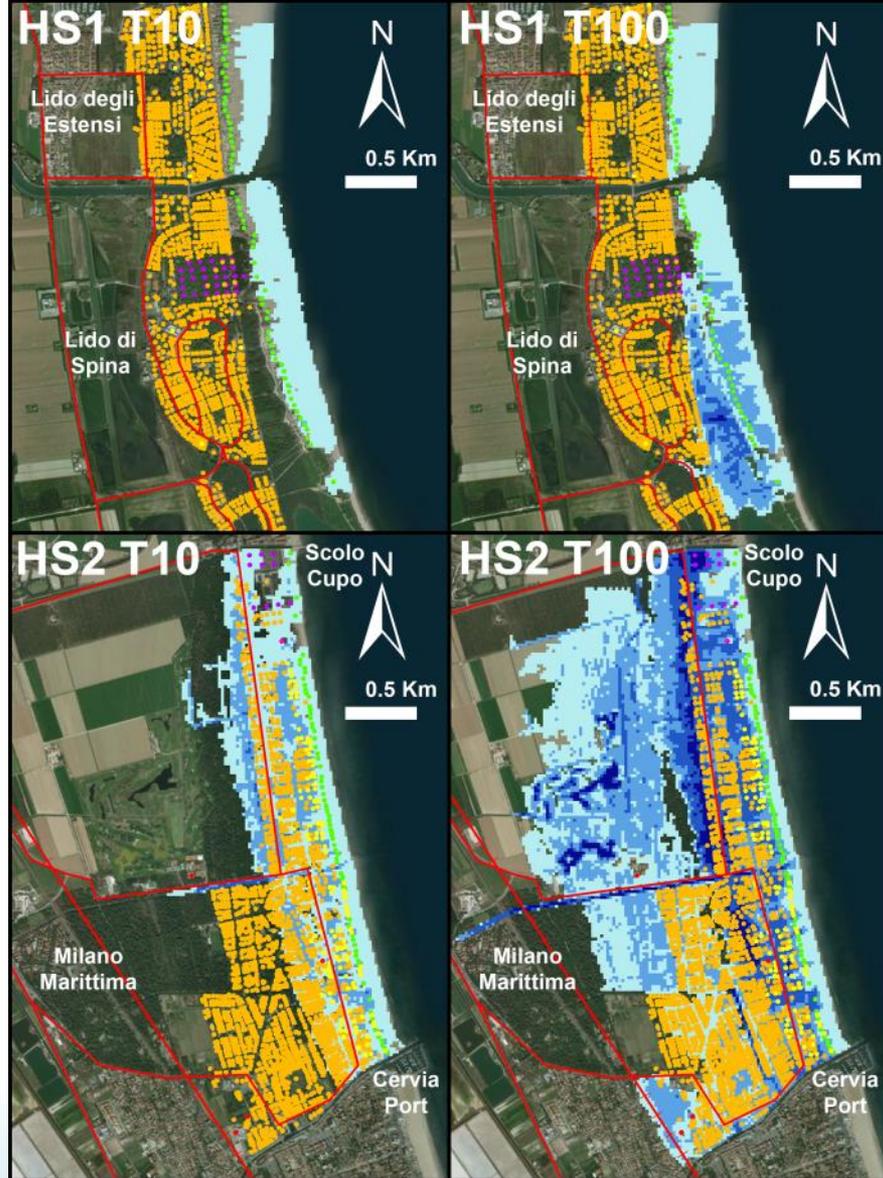
¹Available at <http://www.riskkit.eu/np4/383.html>. Th1, 2, 3, and 4 refer to the threshold values used to represent the impact level (low, medium, high, and very high, respectively).

Valori soglia per risk to life

Site vulnerability	Low (fdv m ² /s)	Medium (fdv m ² /s)	High (fdv m ² /s)	Very High (fdv m ² /s)	Site vulnerability in HS1 (km ²)	Site vulnerability in HS2 (km ²)
Low	<0.25	0.5–1.1	NA	>7	0.38	0.44
Medium	<0.25	0.5–1.1	1.1–7	>7	0.03	0.02
High	<0.25	0.25–0.5	0.5–1.1	>1.1	0.14	0.09

The surface extension of each vulnerability class in each hotspot is included. fdv, flood depth-velocity.

Estensione dell'inondazione e quota del battente per T10 e T100 + recettori



Legend

Exposed assets

- heritage
- camping
- concession
- hotel
- residential
- school

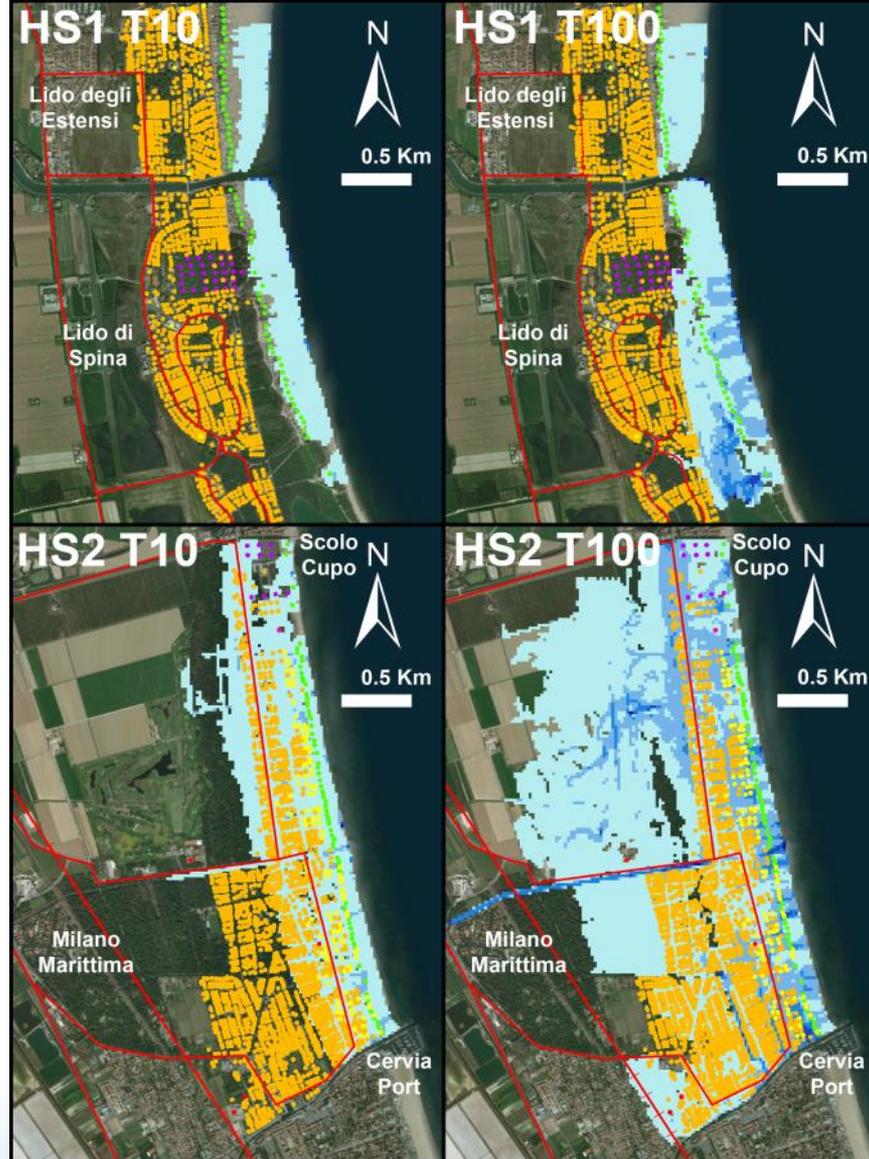
Road Network

- +— railway
- road

Flood Depth [m]

- < 0.3
- 0.3 - 0.7
- 0.7 - 1.1
- > 1.1

Estensione dell'inondazione e fdv (velocità x quota battente) per T10 e T100 + recettori



Legend

Exposed assets

- heritage
- camping
- concession
- hotel
- residential
- school

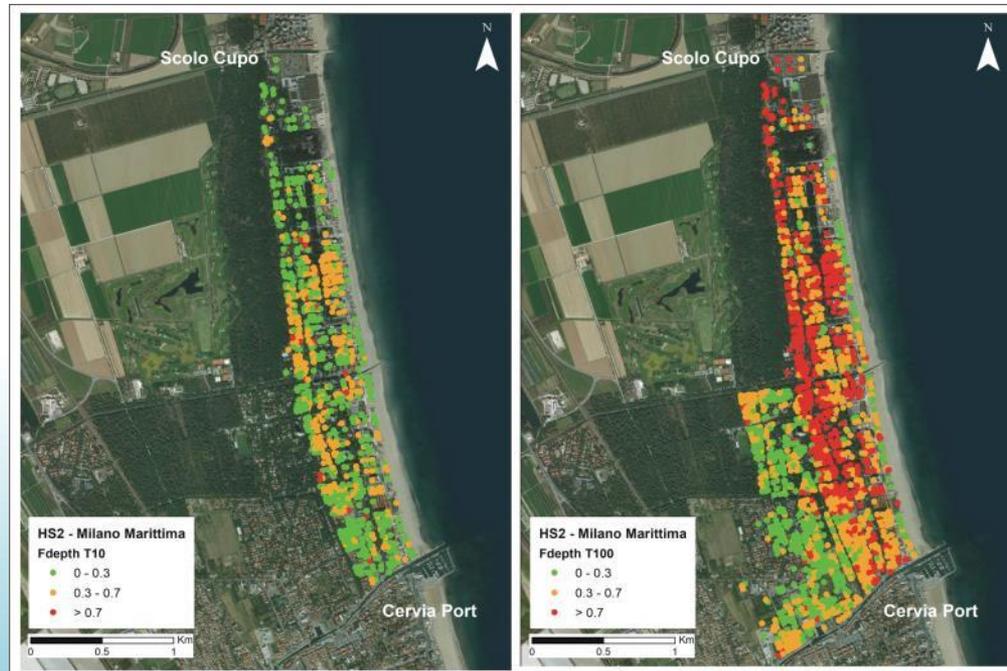
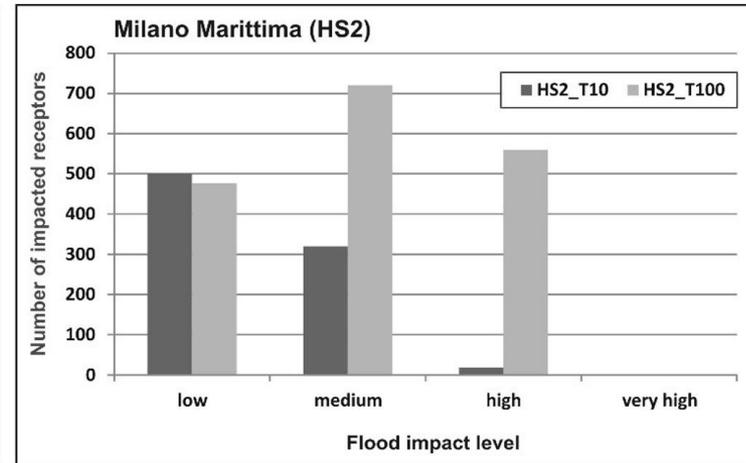
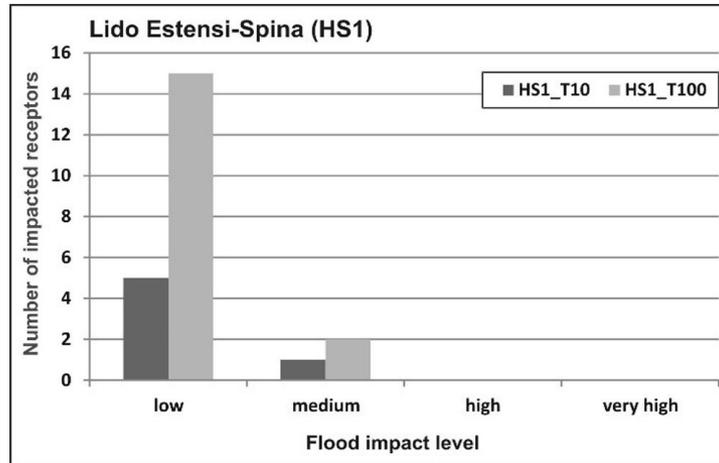
Road Network

- +— railway
- road

Flood Depth Velocity [m2/s]

- < 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 1.1
- >1.1

Impatto diretto, numero di recettori colpiti per ciascun caso studio, per ciascuna categoria d impatto



Concludendo...

Il modello **INDRA** può essere utilizzato per la valutazione dell'impatto degli eventi estremi a scala regionale ma...

- E' **urgente la creazione di curve di danno da mareggiata**. I dati ci sono (parzialmente), serve una analisi dettagliata dei livelli del mare nelle zone inondate (mareggiate storiche dal 1946, mareggiata del 5-6 febbraio 2015 – quota del livello del mare) e la raccolta delle informazioni sul danno economico
- La **mappatura degli elementi esposti** richiede tempo, ma la maggior parte delle informazioni **sono già disponibili**, più **difficile** la raccolta di informazioni sulla **natura degli elementi** (tipo di abitazione, materiale costruttivo) e delle **elevazioni a terra** (necessaria una valutazione semplificata!)
- Le **coperture assicurative** dei privati e delle attività economiche sono già state **prese in esame**, ma l'informazione va aggiornata e ulteriormente rafforzata
- **L'evacuazione delle persone** dalle abitazioni non è stata considerata ma si può pensare di **includerla** (grazie alle informazioni disponibili sulle mareggiate nel DB regionale)
- La **filiera economica (supply chain)** è molto complessa da definire e la valutazione a scala regionale si ritiene di **difficile applicazione**



Christophe Viavattene

Clara Armaroli

Enrico Duo

RISC-KIT Final Meeting, Delft (NL), 5th-6th April 2017

Clara Armaroli

IUSS

E-mail: clara.armaroli@iusspavia.com

GRAZIE!

- ✓ **Armaroli, C., and Duo, E. (2018). Validation of the coastal storm risk assessment framework along the Emilia-Romagna coast. *Coast. Eng.* 134, 159–167. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.08.014**
- ✓ **Armaroli C, Duo E and Viavattene C (2019) From Hazard to Consequences: Evaluation of Direct and Indirect Impacts of Flooding Along the Emilia-Romagna Coastline, Italy. *Front. Earth Sci.* 7:203. doi: 10.3389/feart.2019.00203**
- ✓ Christie, E. K., Spencer, T., Owen, D., Mclvor, A. L., Möller, I., and Viavattene, C. (2018). Regional coastal flood risk assessment for a tidally dominant, natural coastal setting: North Norfolk, southern North Sea. *Coast. Eng.* 134, 177–190. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.05.003
- ✓ De Angeli, S., D'Andrea, M., Cazzola, G., Dolia, D., Duo, E., and Rebora, N. (2018). Coastal risk assessment framework: comparison of modelled fluvial and marine inundation impacts. bocca di magra, ligurian coast, Italy. *Coast. Eng.* 134, 229–240. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.09.011
- ✓ Ferreira, O., Viavattene, C., Jiménez, J. A., Bolle, A., das Neves, L., Plomaritis, T. A., et al. (2018). Storm-induced risk assessment: evaluation of two tools at the regional and hotspot scale. *Coast. Eng.* 134, 241–253. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.10.005
- ✓ Van Dongeren, A., Ciavola, P., Martinez, G., and Viavattene, C. (2018). Introduction to RISC-KIT: resilience increasing strategies for coasts. *Coast. Eng.* 134, 2–9. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.10.007
- ✓ Viavattene, C., Jiménez, J. A., Ferreira, O., Priest, S., Owen, D., and McCall, R. (2018). Selecting coastal hotspots to storm impacts at the regional scale: a coastal risk assessment framework. *Coast. Eng.* 134, 33–47. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.09.002