

# Verso un gemello digitale dei rischi idrogeologici in Italia

**Fabio Castelli**

Università degli Studi di Firenze

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

ConfGARR23

**SAPERI INTERCONNESSI**

# Il Contesto: il rischio da alluvioni e frane in Italia



ISPRA

IT

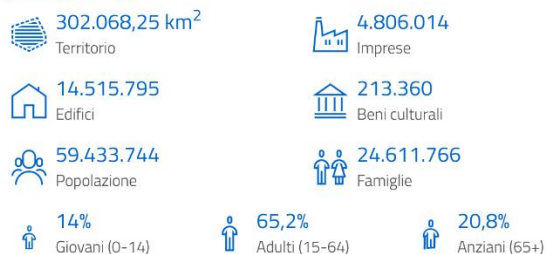


## Italia

Popolazione a rischio  
Frane: 1.303.666 ab.

Alluvioni: 6.818.375 ab.

### Dati di Contesto

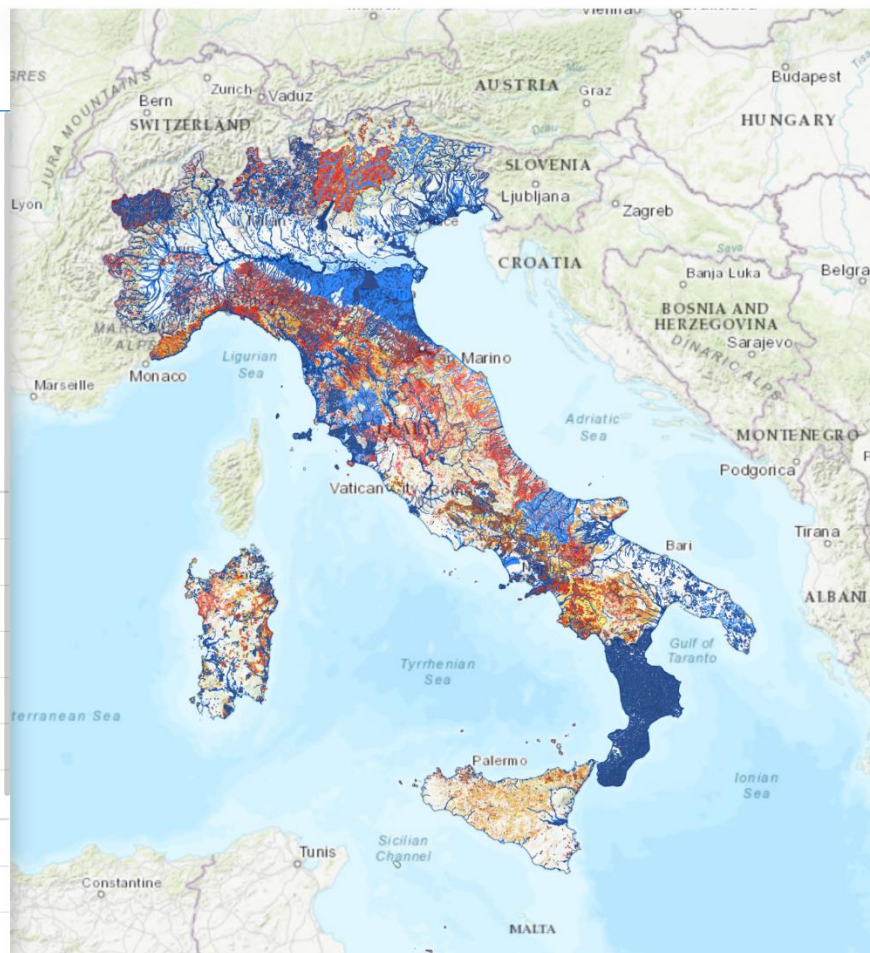


### Pericolosità e rischio

Frane	Territorio	Popolazione	Famiglie	Edifici	Imprese	Beni culturali
<b>Molto Elevata P4</b>	9.494,84 (3,1%)	499.749 (0,8%)	206.968 (0,8%)	223.065 (1,5%)	31.244 (0,7%)	5.351 (2,5%)
<b>Elevata P3</b>	16.890,64 (5,6%)	803.917 (1,4%)	340.926 (1,4%)	342.483 (2,4%)	53.197 (1,1%)	7.182 (3,4%)
<b>Media P2</b>	14.551,49 (4,8%)	1.720.208 (2,9%)	727.315 (3%)	562.800 (3,9%)	127.356 (2,7%)	10.728 (5%)
<b>Moderata P1</b>	12.555,87 (4,2%)	2.006.643 (3,4%)	844.536 (3,4%)	522.206 (3,6%)	147.766 (3,1%)	12.390 (5,8%)
<b>Aree Attenzione AA</b>	6.987,67 (2,3%)	676.948 (1,1%)	271.208 (1,1%)	216.540 (1,5%)	45.677 (1%)	2.502 (1,2%)
<b>P4 + P3</b>	26.385,48 (8,7%)	1.303.666 (2,2%)	547.894 (2,2%)	565.548 (3,9%)	84.441 (1,8%)	12.533 (5,9%)

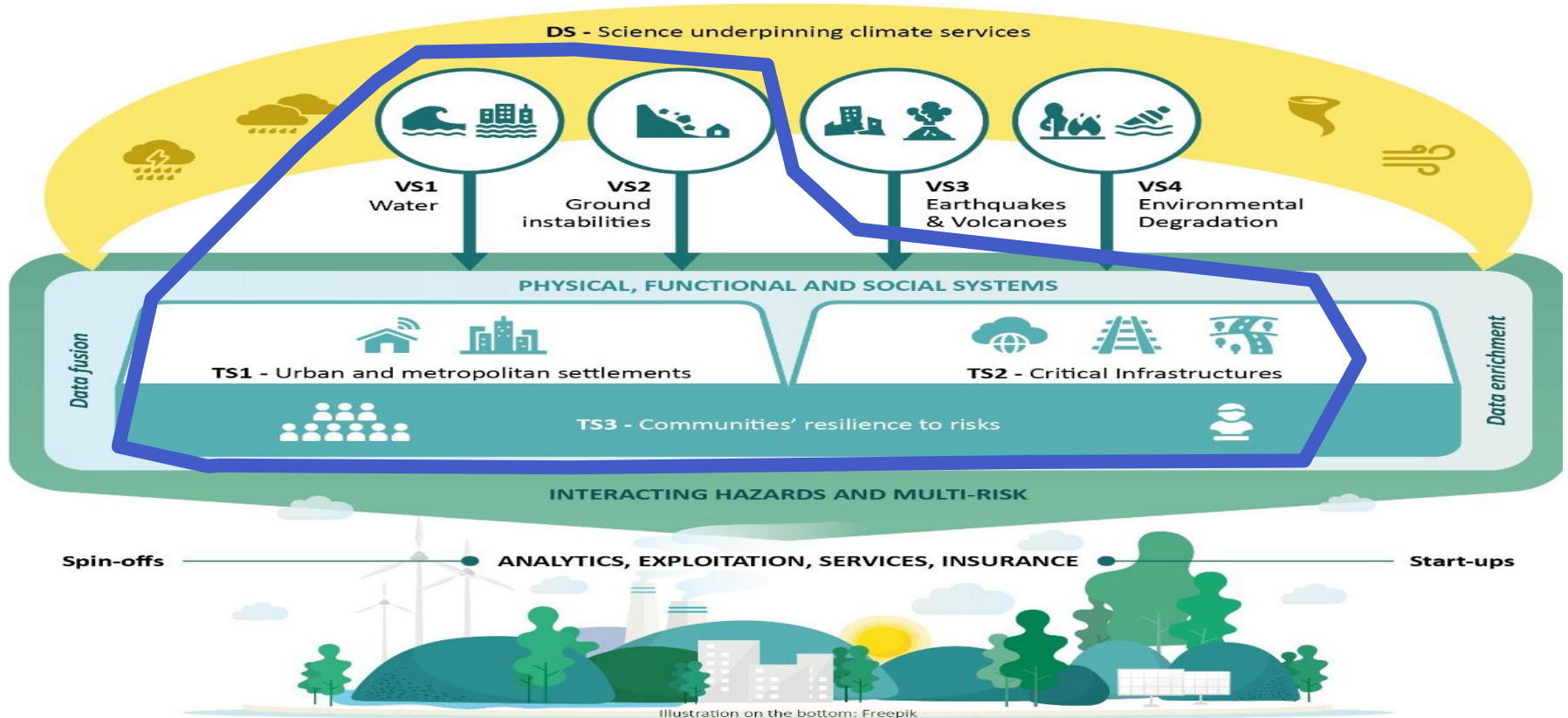
  

Alluvioni	Territorio	Popolazione	Famiglie	Edifici	Imprese	Beni culturali
<b>Elevata</b>	16.223,87 (5,4%)	2.431.847 (4,1%)	1.018.444 (4,1%)	623.192 (4,3%)	225.874 (4,7%)	16.025 (7,5%)
<b>Media</b>	30.195,63 (10%)	6.818.375 (11,5%)	2.901.616 (11,8%)	1.549.759 (10,7%)	642.979 (13,4%)	33.887 (15,9%)
<b>Bassa</b>	42.375,68 (14%)	12.257.427 (20,6%)	5.226.748 (21,2%)	2.703.030 (18,6%)	1.149.340 (23,9%)	49.903 (23,4%)

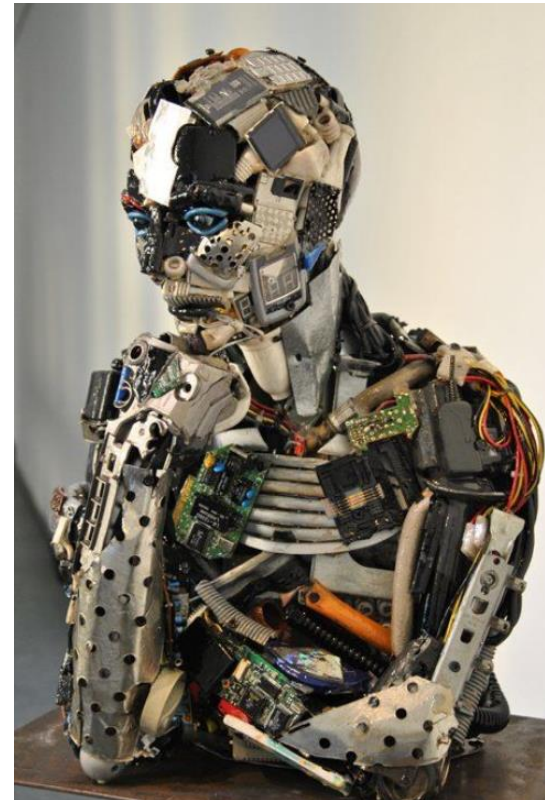
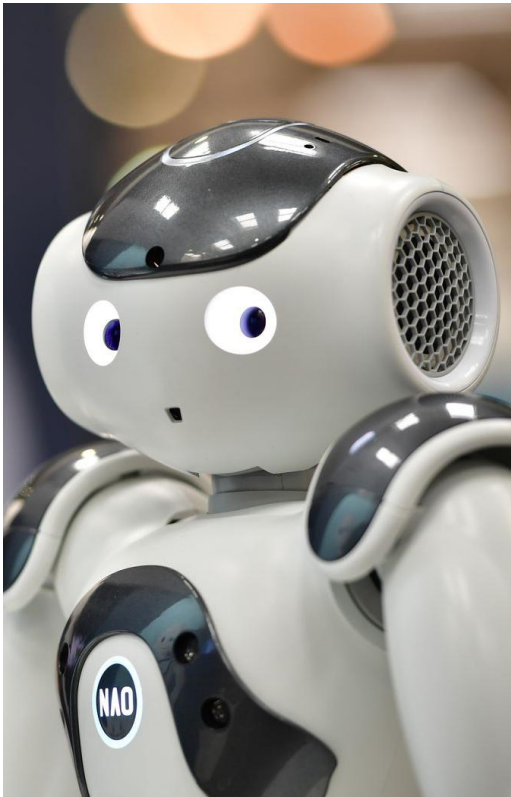


# Il Contesto: Progetto PNRR-PE RETURN (2023-2025)

**Return** - multi-Risk sciEnce for resilientT commUnities undeR a changiNg climate



# Quale fra i due rappresenta un gemello digitale migliore?

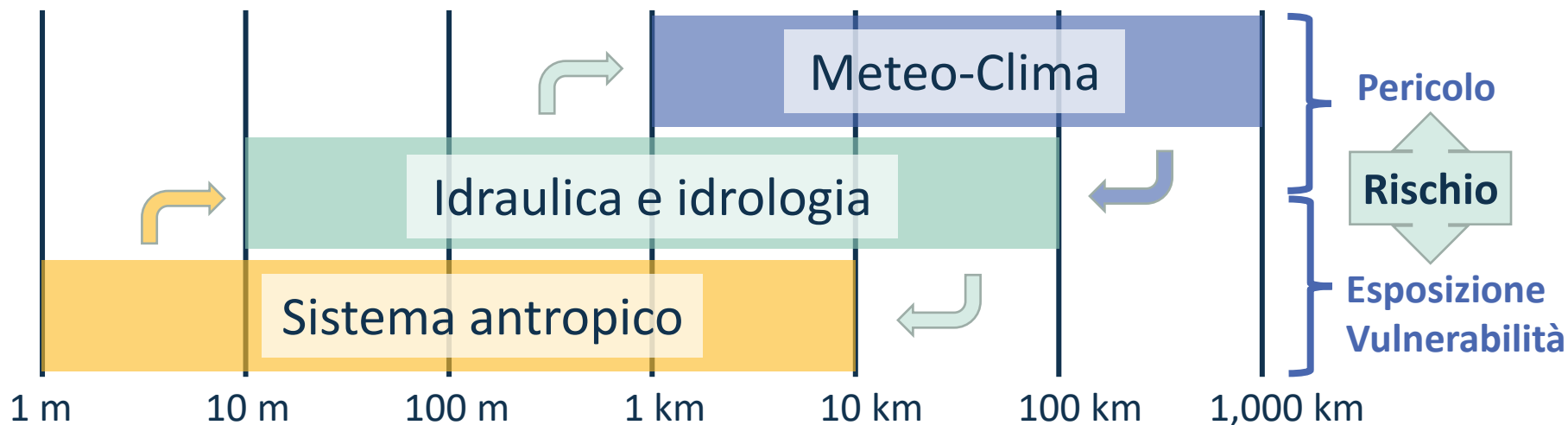


*THINGS (Crash Toys) | Dario Tironi + Koji Yoshida*



# Progettazione del Gemello Digitale: *Caratteristiche specifiche nella gestione del rischio idrogeologico*

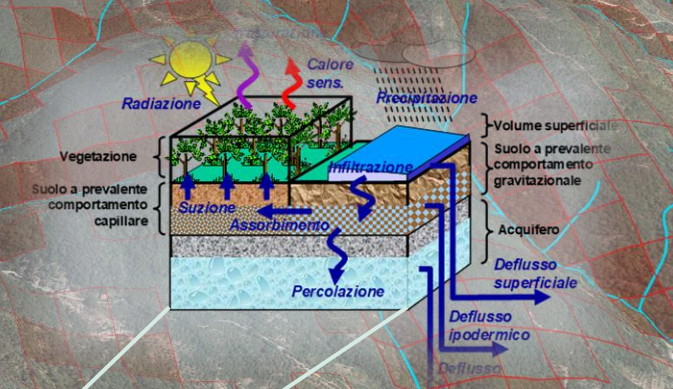
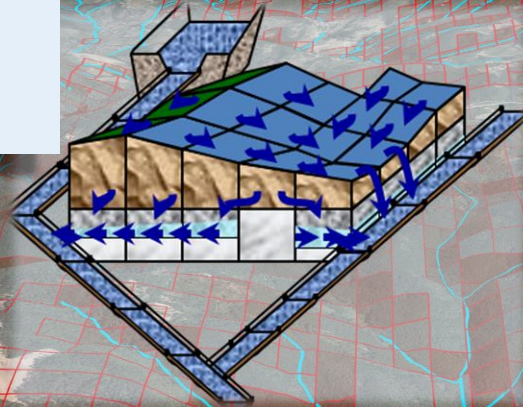
- Eventi rari nel tempo, necessità di **previsione in tempo reale**.
- Forte interazione (e retroazione) fra **processi naturali e antropici**.
- Ampia gamma di scale spaziali da 'risolvere', con **impatti localizzati**.





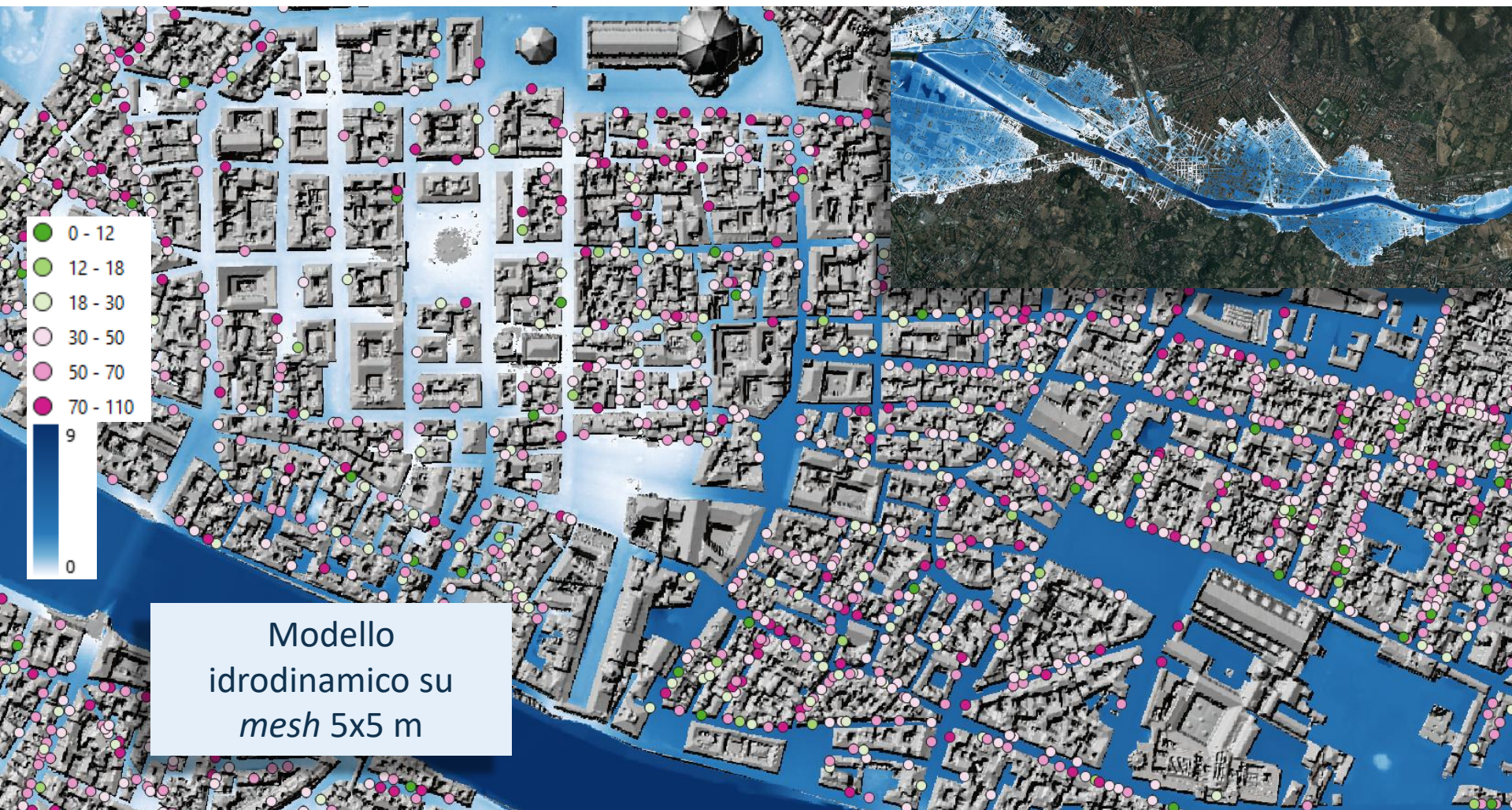
L'umidità del suolo e i deflussi superficiali, calcolati da un modello idrologico ad alta risoluzione per la previsione delle piene, sono controllati dalla struttura dendritica della rete fluviale e dalla morfologia del terreno

Tratti della rete idrografica (~20/km<sup>2</sup>)

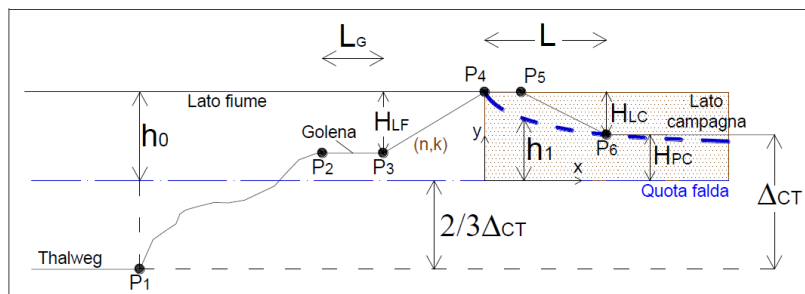


Celle di versante (100/km<sup>2</sup>)

# Scenario di alluvione 'tipo 66' per Firenze: *età anagrafica dei residenti esposti al rischio*

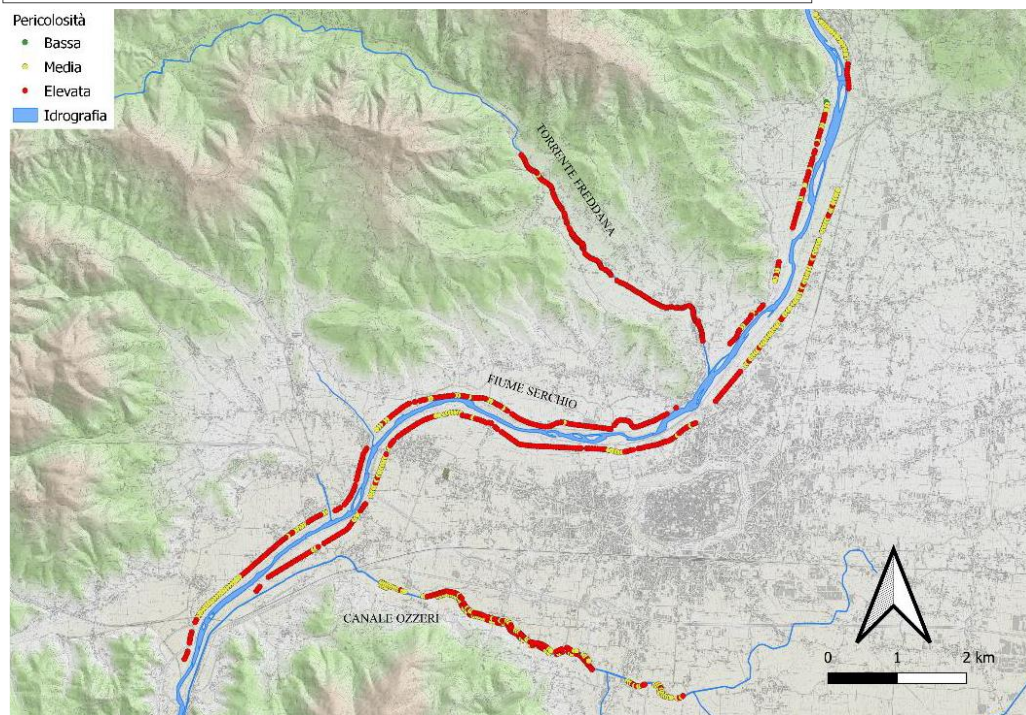
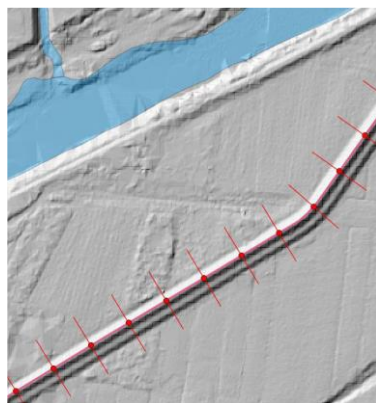


# Retroazione processi antropici su processi naturali: e.g. la vulnerabilità degli argini



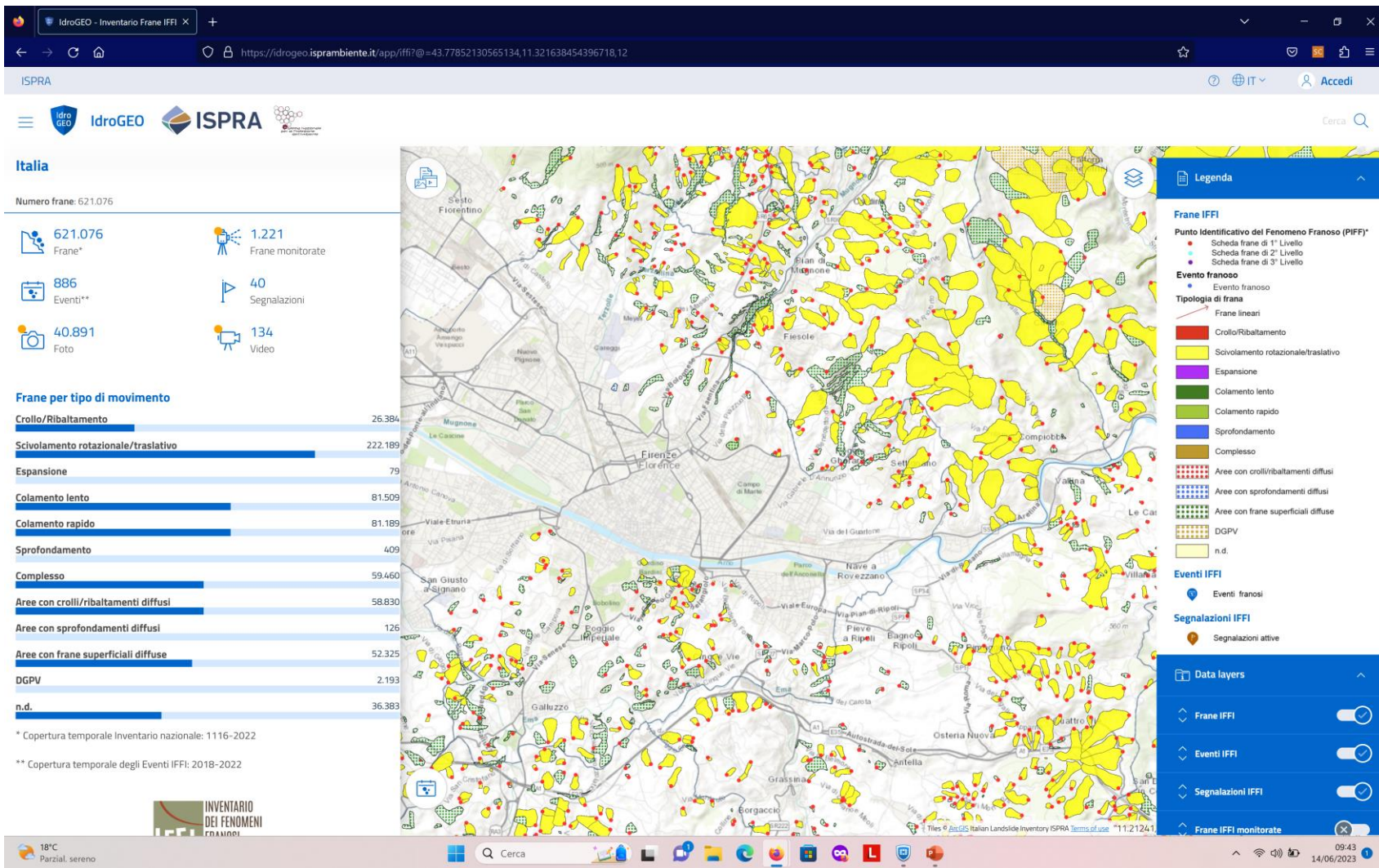
Modello idrologico-idraulico-morfologico per la valutazione del pericolo di collasso arginale

Base Lidar 1x1 m

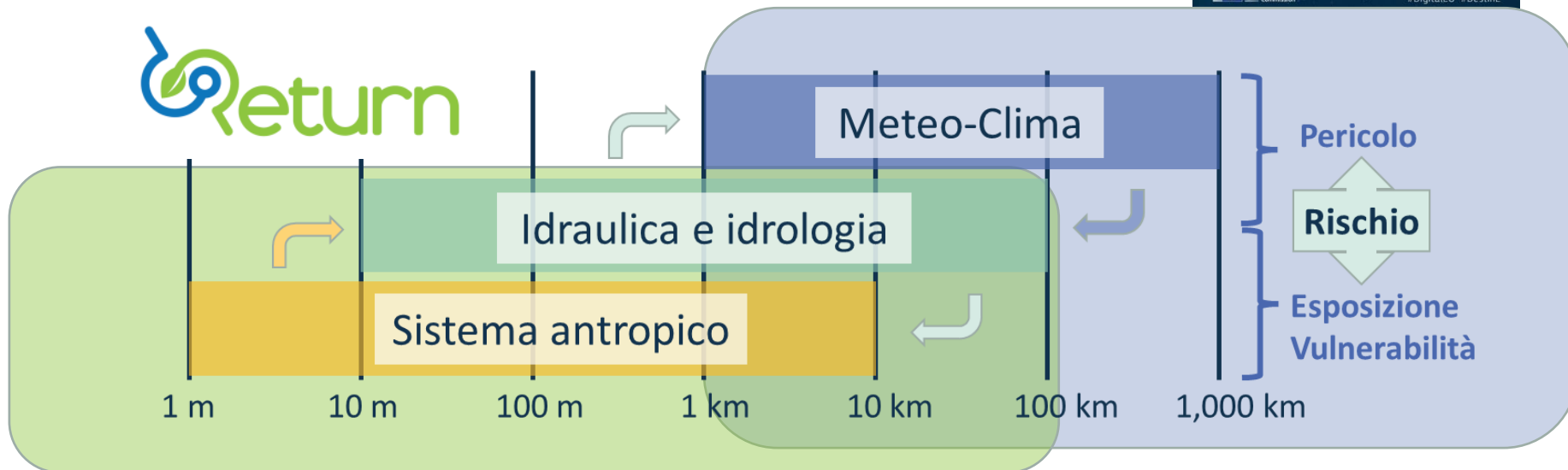
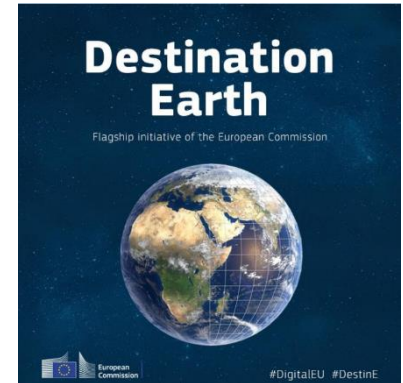




# Il rischio e il monitoraggio frane



# Complementarietà con Gemelli Digitali a scala Globale: e.g. *DEarth Weather Induced Extremes*



# Ricchezza, ma anche forte eterogeneità su tipo e quantità di dati (*clusters regionali*)



Alluvioni -  
(PGRA 2021)  
Estensione  
dell'area  
allagabile



GEOPORTALE NAZIONALE

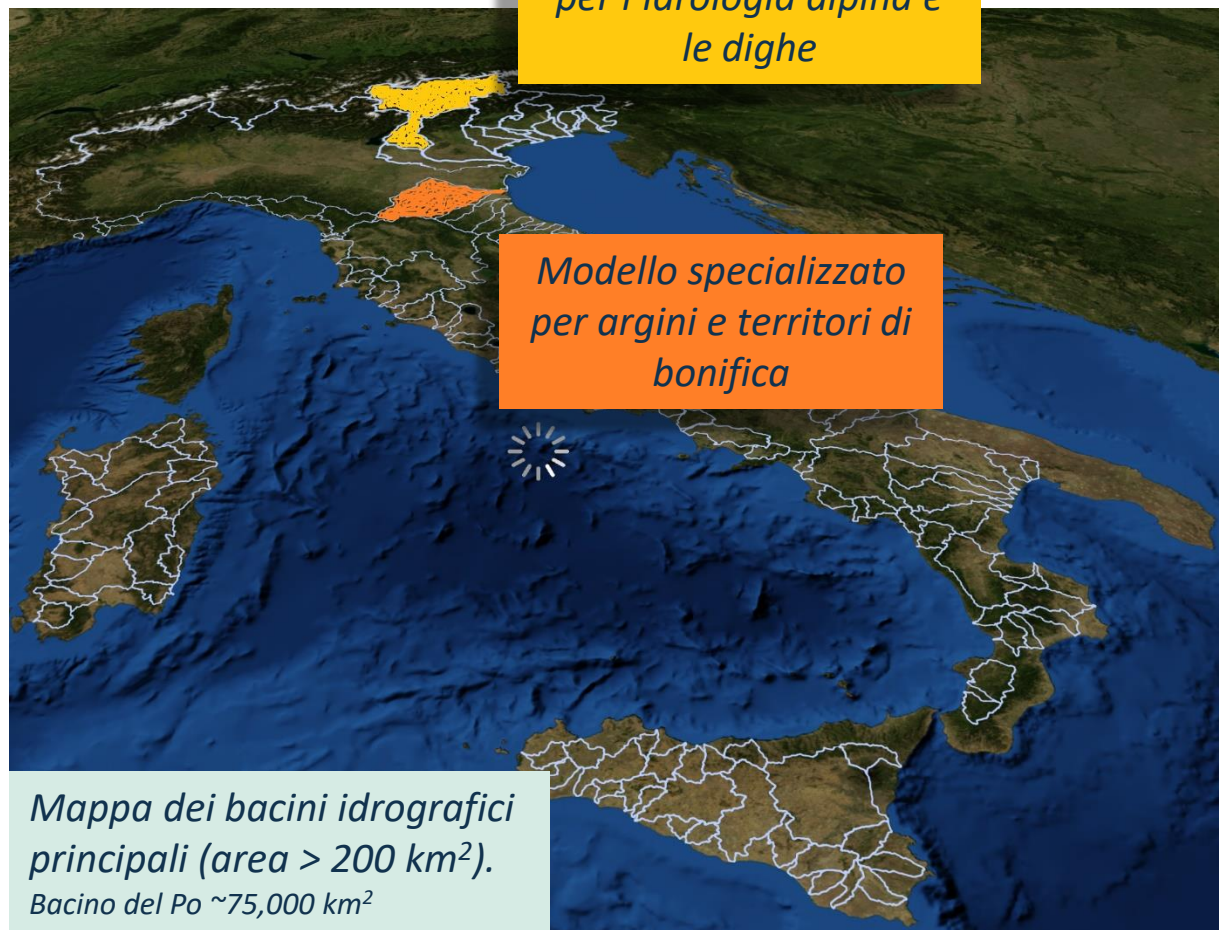
Circa 42,000 km<sup>2</sup> di  
aree (censite)  
potenzialmente  
allagabili  
(~1.7 Mld celle di  
calcolo 5x5 m)





# Ottimizzazione/parallelizzazione di componenti modellistiche spazialmente eterogenee

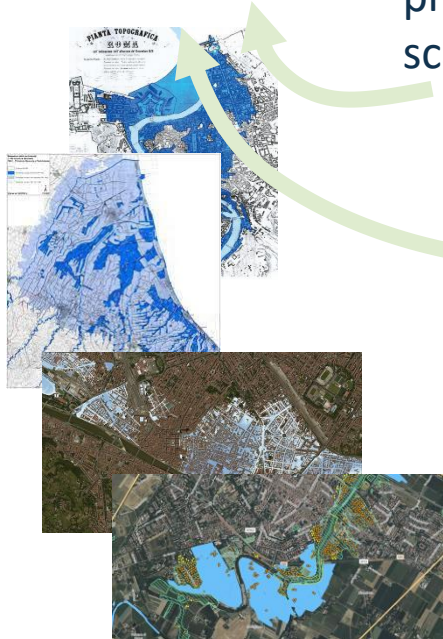
La forte eterogeneità di dati e conoscenze è compensata dalla sostanziale **'autonomia'** della **riposta idrologico-idraulica** dei bacini idrografici



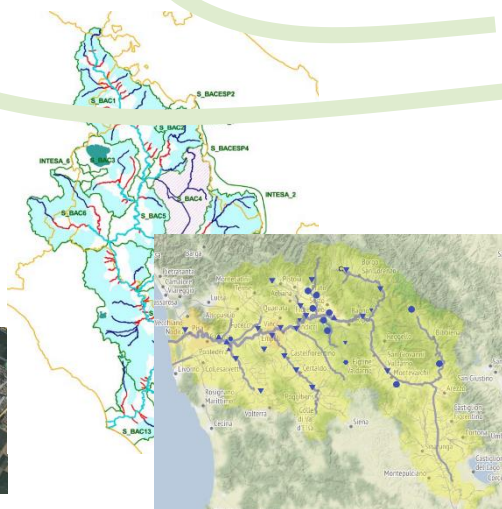


# Upscale (da locale a nazionale) invece che *downscale* (da globale a locale): servizi federati su base territoriale

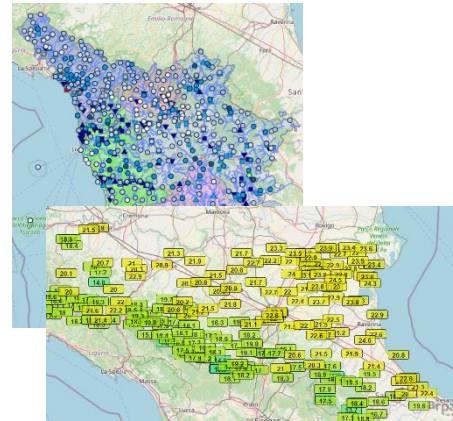
Modelli di inondazione e impatto a scala locale/urbana



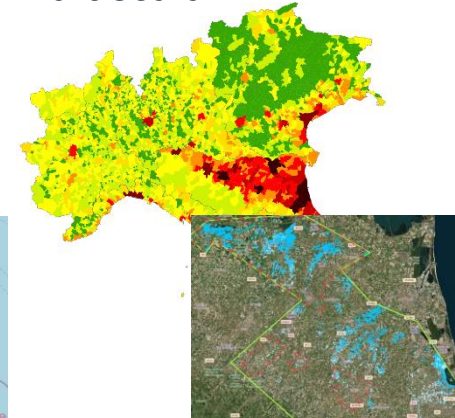
Modelli idrologici di previsione delle piene a scala di bacino idrografico



Approvvigionamento e omogeneizzazione dati a scala regionale e distretto idrografico



Servizi integrati multiscala

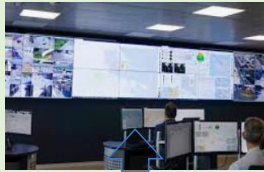




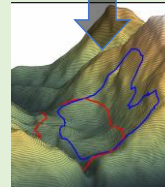
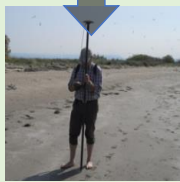
# Architettura generale e tempistica

*Front-end*

**Risk resilience & management services**



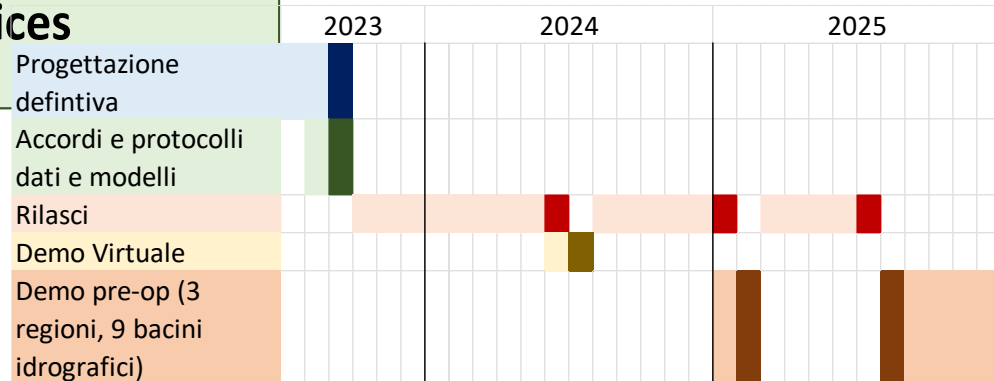
*Service Bus*



**Modelling and data providing services**

*Back-end*

Federazione di servizi di tipologia e copertura spaziale diversa



# Conclusioni:

Federazione di servizi non solo a livello tipologico, ma anche a livello territoriale intermedio.

Capacità di rappresentare con adeguata risoluzione fondamentali processi a scala locale, a costo di un forte eterogeneità territoriale.

info: [fabio.castelli@unfi.it](mailto:fabio.castelli@unfi.it)

ConfGARR23

**SAPERI INTERCONNESSI**