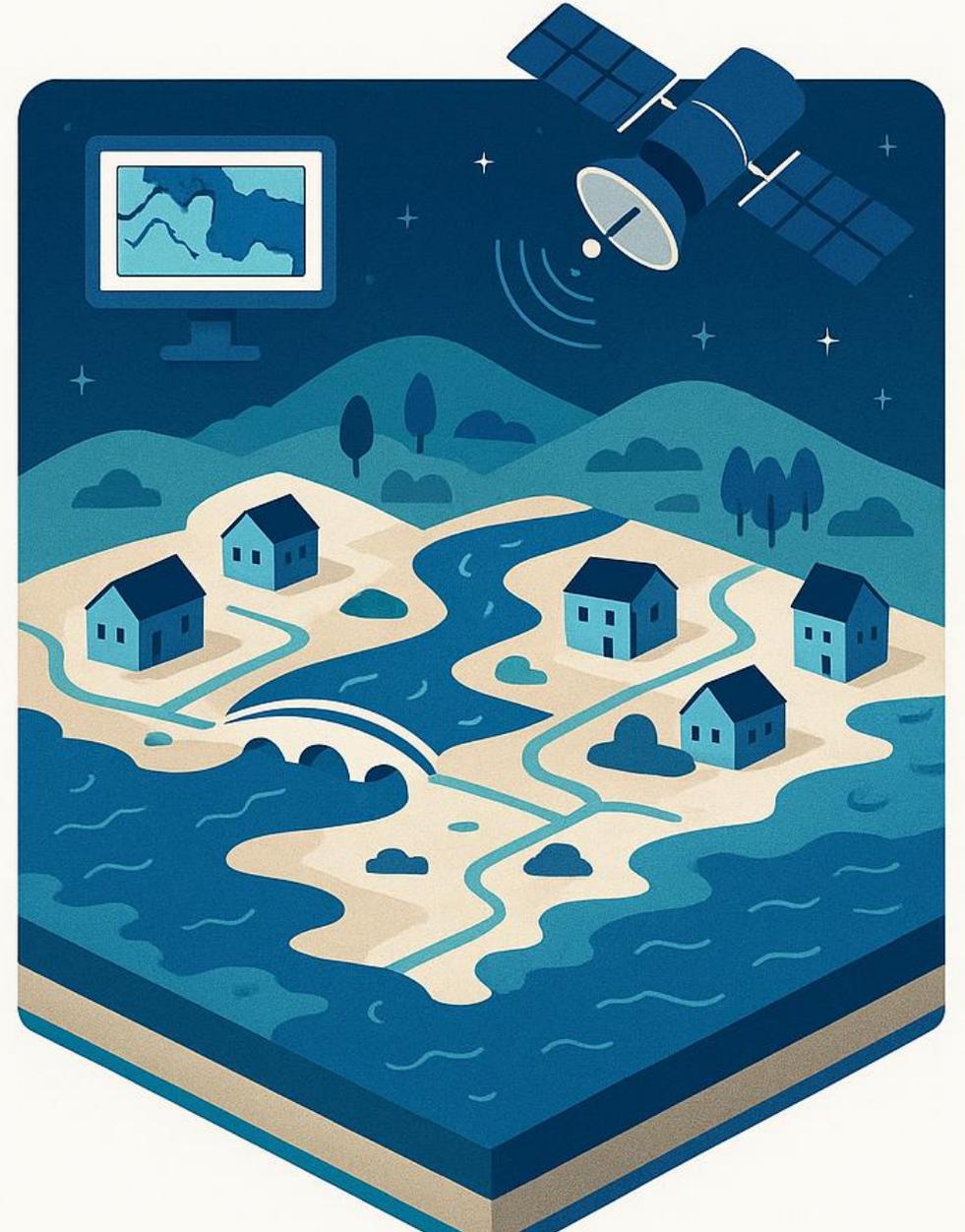


L'uso del dato satellitare nella modellazione delle inondazioni a grande scala: il progetto RESCUE_SAT

Workshop ASI

*Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio: l'esperienza dei progetti
I4DP_SCIENCE e prospettive future*



RESCUE_SAT

- Progetto proposto da ROMA TRE nell'ambito della seconda *Call for ideas* 'Agricoltura e Uso Sostenibile delle Risorse Idriche' del programma ASI Innovation for Downstream Preparation for Science (I4DP_SCIENCE);
- Accordo tra l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche dell'Università degli Studi Roma Tre (ROMA TRE) (Accordo ASI-ROMA TRE n. 2025-2-HB.0);
- Durata del progetto di 18 mesi;
- Convergenza di competenze in ambito idrologico-idraulico (i.e., mappatura delle aree inondabili) e in ambito satellitare (i.e., analisi e utilizzo di immagini satellitari a diversi livelli di dettaglio).

Competenze & Gruppi Coinvolti

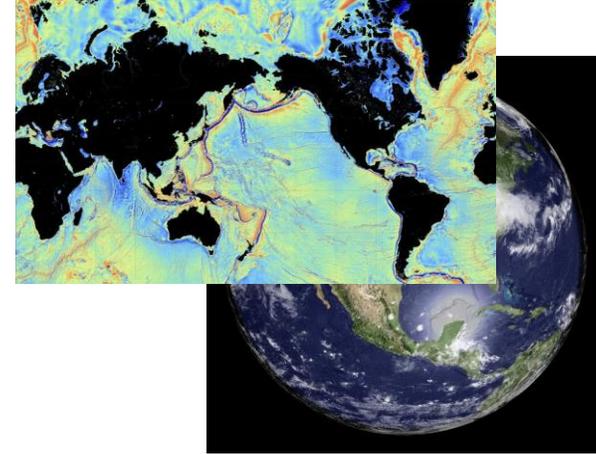


- **Gruppo di Ricerca di ROMA TRE**, nell'ambito di Ingegneria Civile per la **Protezione Idraulica del Territorio**, specializzato nella modellazione idrologico-idraulica delle inondazioni a grande scala e nella loro interazione con strutture idrauliche;
- **Gruppo di Ricerca di ROMA TRE**, in ambito di Ingegneria delle **Infrastrutture Viarie e Trasporti**, specializzato nell'analisi e validazione del dato satellitare e nelle tecniche ground-based;
- **Gruppo ASI**, uno dei più importanti attori mondiali specializzato nelle tecnologie satellitari per il rilevamento, monitoraggio e prevenzione di disastri ambientali dovuti ad esempio al cambiamento climatico.

RESCUE_SAT: integrazione nel modello RESCUE del dato satellitare, per una mappatura di dettaglio delle inondazioni

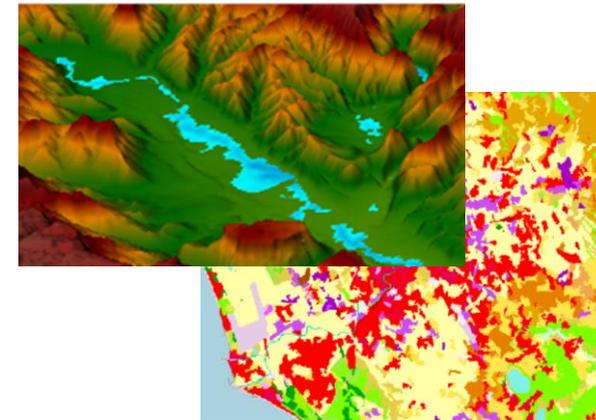
- Implementazione nel modello RESCUE (*modello geomorfologico di inondazione a grande scala, Pavesi et al., 2022*) di un modello digitale del terreno a maglia variabile, fornito tramite l'utilizzo dei dati satellitari;
- Implementazione nella modellazione idraulica delle infrastrutture/strutture con un impatto significativo sulle inondazioni (e.g., ponti, arginature), con l'utilizzo del dato satellitare e di rilievi in situ;
- Definizione di dettaglio delle mappe di *Land Cover e Land Use*, grazie al dato satellitare, per la calibrazione del modello idraulico e l'identificazione del rischio idraulico (*Pavesi et al., 2024*);
- **Obiettivo Finale:** Mappatura delle aree Inondabili con maggiore dettaglio, grazie all'integrazione in un modello di inondazione geomorfologico, fisicamente basato, e del dato satellitare.

DATO SATELLITARE



Definizione di un Modello digitale del terreno di dettaglio (**DTM**), e identificazione delle infrastrutture/strutture tipiche del sistema

RESCUE



Modellazione Idrologico-Idraulica tramite **laRgE ScaLe inUndation modEl (RESCUE)** per la mappatura della pericolosità (**HAZARD**)

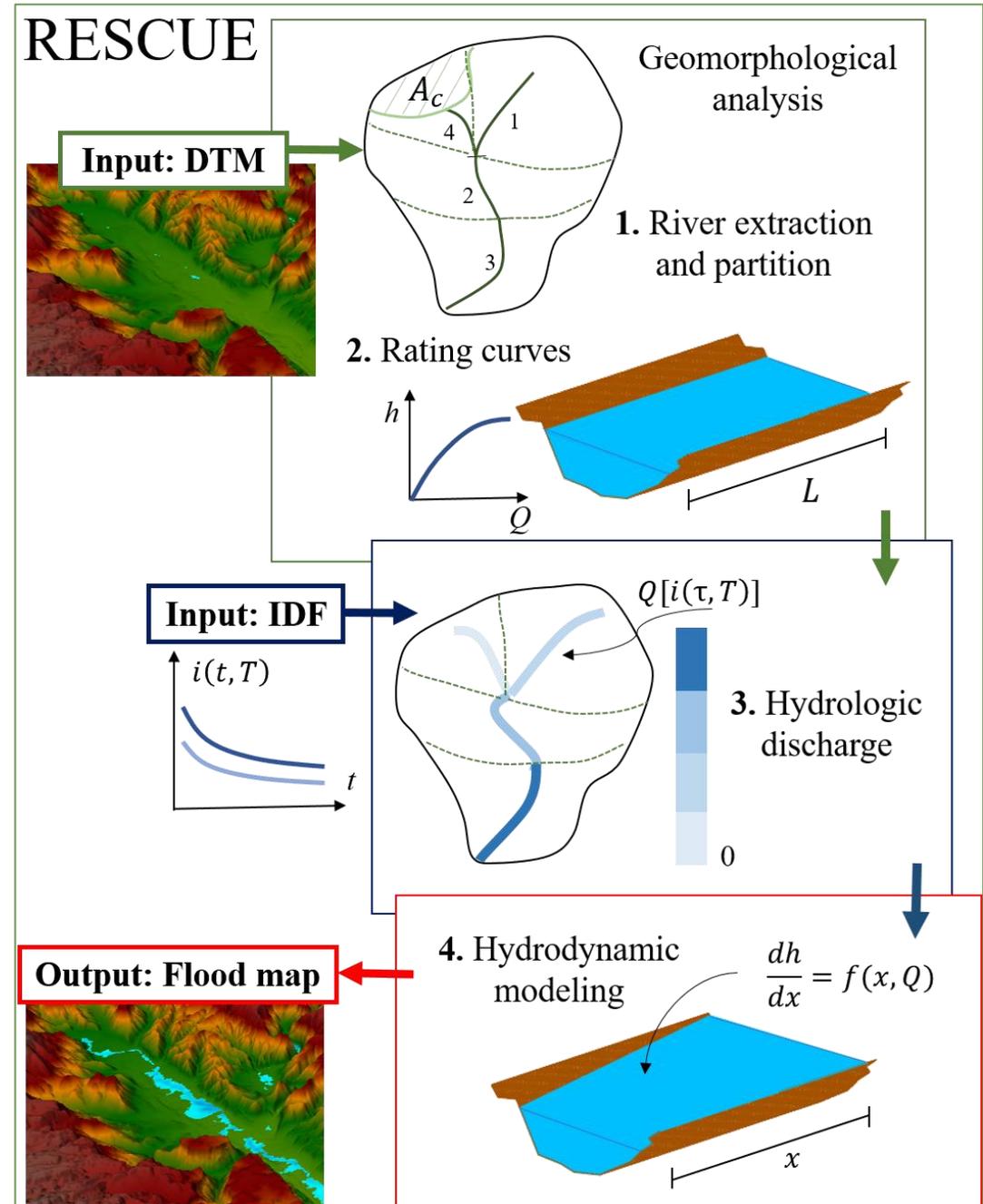
RESCUE_SAT

RESCUE laRgE Scale inUndation modEl

RESCUE è un modello **Geomorfologico-Idrologico-Idraulico**, parsimonioso e computazionalmente vantaggioso, per la mappatura a grande scala delle aree inondabili.

- simulazioni legate ad un tempo di ritorno;
- portata critica in ogni sezione del reticolo idrografico (i.e., metodo razionale);
- propagazione idraulica del flusso con modello idraulico in moto permanente;
- analisi Monte Carlo per la variabilità dell'idraulica del modello;

Pavesi, L., D'Angelo, C., Volpi, E., & Fiori, A. (2022). RESCUE: A geomorphology-based, hydrologic-hydraulic model for large-scale inundation mapping. Journal of Flood Risk Management, 15(4), e12841.



RESCUE laRgE Scale inUndation modEl

1. Analisi Geomorfologica

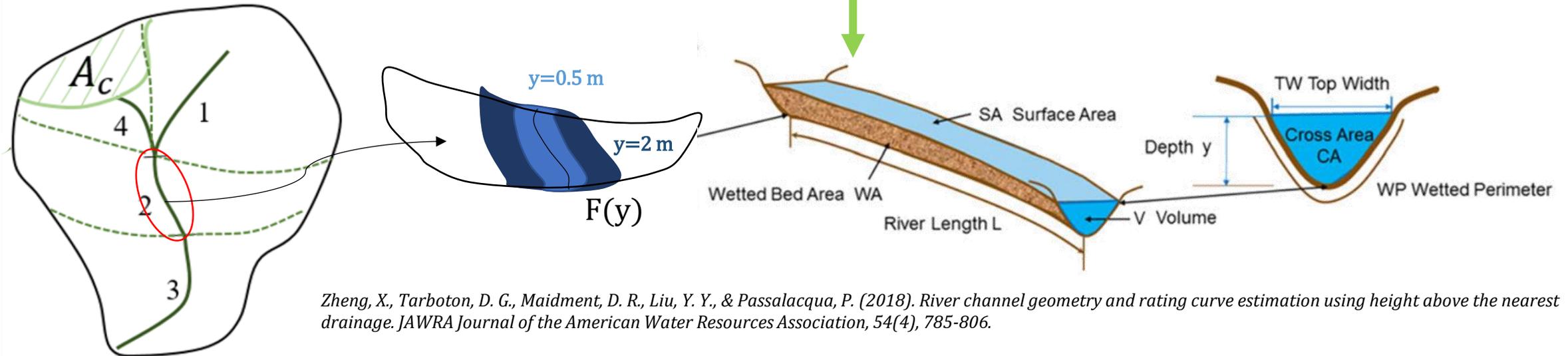
- fillsinks
- flow direction (D8)
- flow accumulation
- estrazione e partizione del reticolo idrografico

Analisi Geomorfologica e Scale di Deflusso

2. Scala di Deflusso da modello HAND

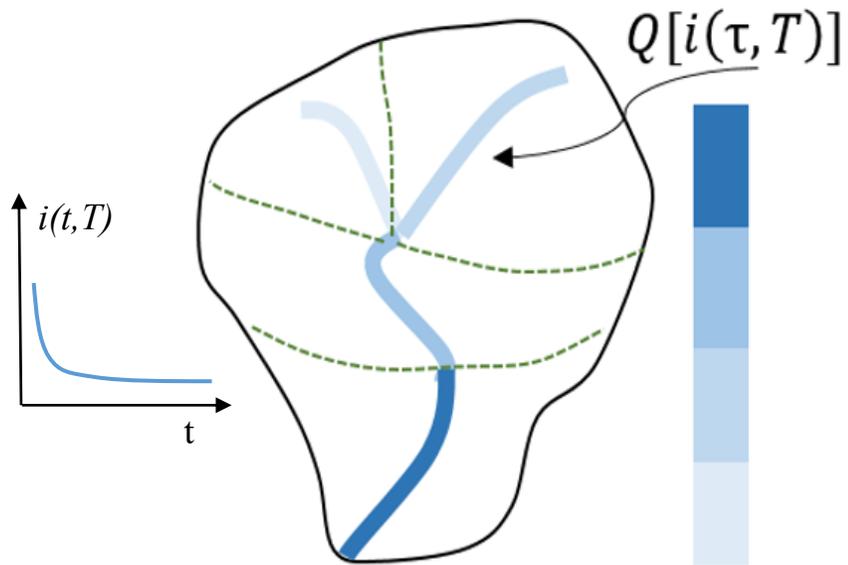
I parametri idraulici sono determinati direttamente dalla topografia (i.e. area e perimetro bagnato, portata)

$$Q(y) = \frac{1}{n} A(y) R(y)^{2/3} \sqrt{i_f}$$



Zheng, X., Tarboton, D. G., Maidment, D. R., Liu, Y. Y., & Passalacqua, P. (2018). River channel geometry and rating curve estimation using height above the nearest drainage. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 54(4), 785-806.

3. Portata Idrologica



- **Formula Razionale** : $Q_{c,i}(T_R) = \phi i(\tau_{c,i}, T_R) A_i$
- $Q_{c,i}(T_R)$: portata critica al ramo i_{th} per ogni tempo di ritorno;
- ϕ : coefficiente di deflusso;
- $\tau_{c,i}$: tempo di concentrazione;
- T_R : tempo di ritorno
- $i(\tau_{c,i}, T_R)$: pioggia critica relativa al tempo di ritorno
- A_i : area drenata alla sezione di chiusura del ramo i_{th}

RESCUE laRgE Scale inUndation modEl

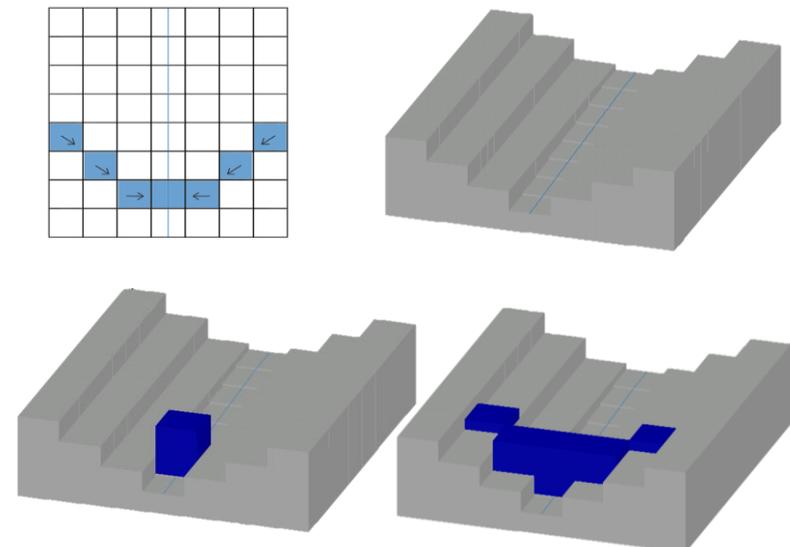
Modello Idrologico - Idraulico

4. Modellazione Idraulica

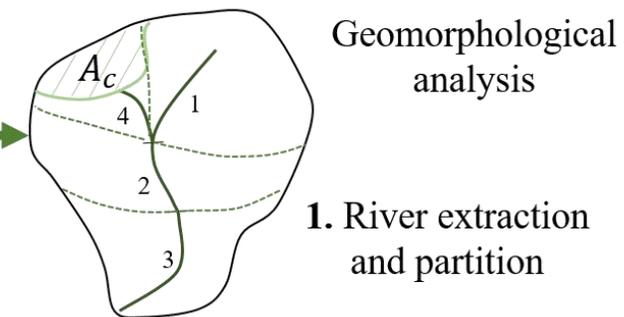
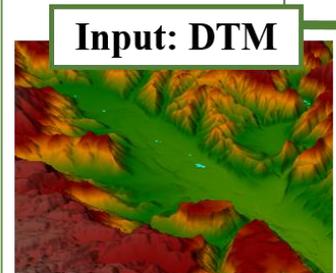
Il modello idraulico risolve l'equazione di moto permanente 1D

$$\frac{dE(y)}{dx} = i - J(y)$$

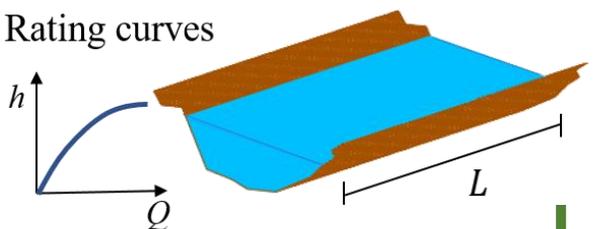
Si assumono principalmente condizioni di flusso **subcritical**, dal momento che le condizioni di corrente lenta sono dominanti.



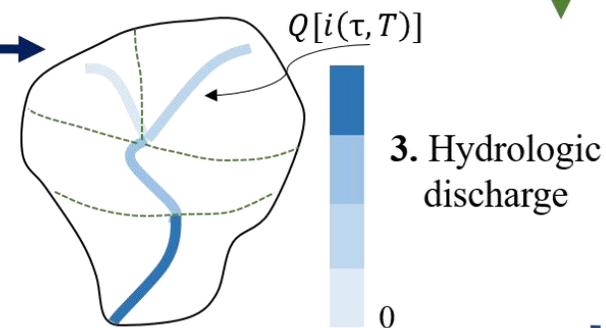
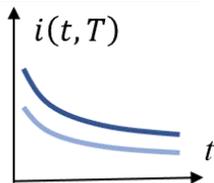
RESCUE



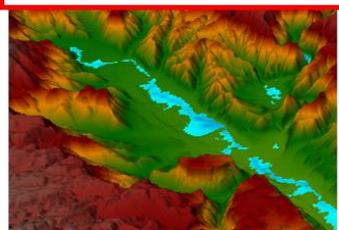
2. Rating curves



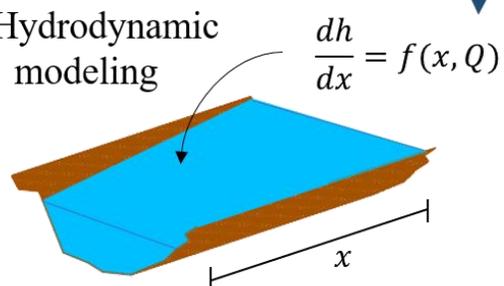
Input: IDF



Output: Flood map

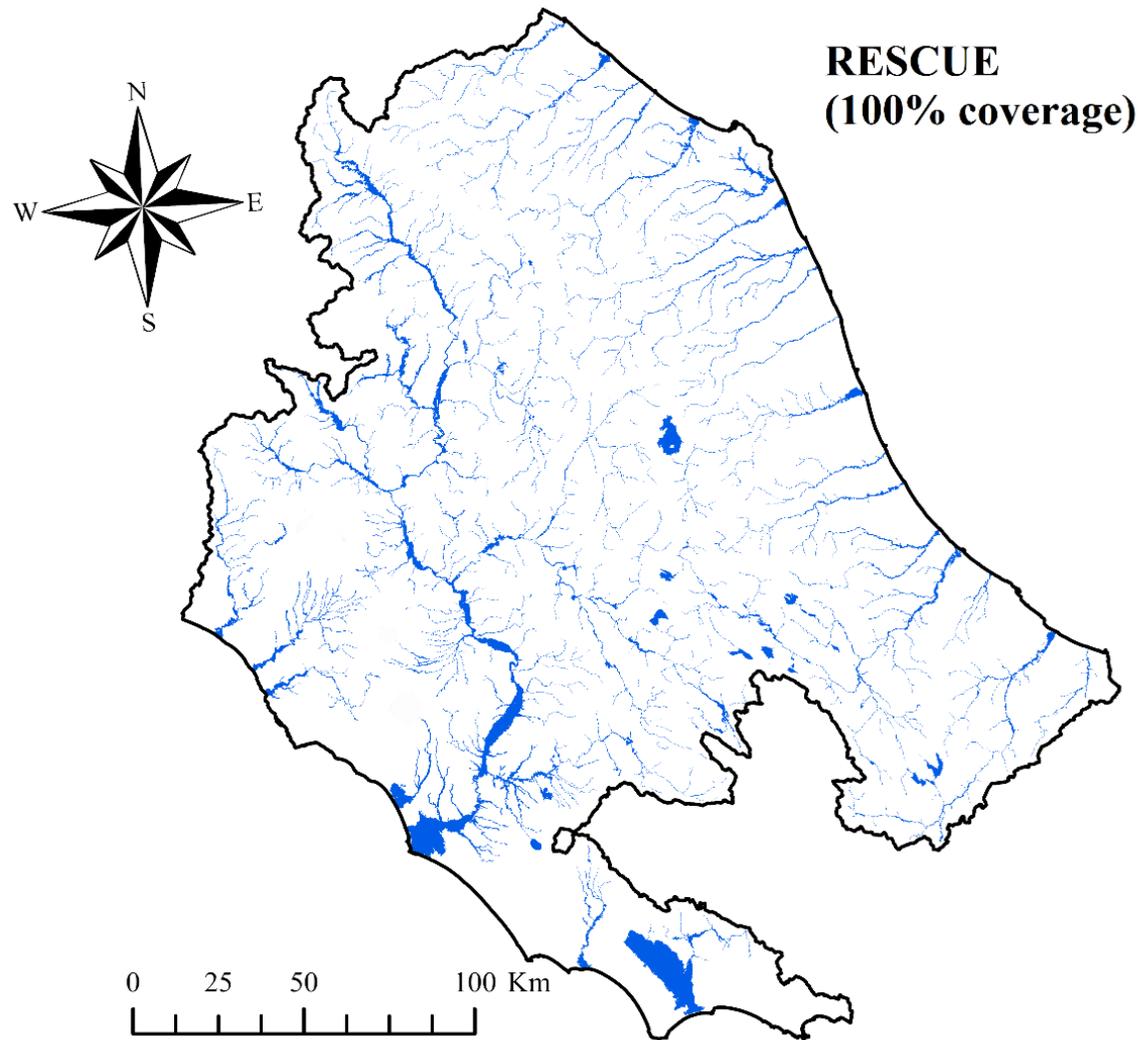


4. Hydrodynamic modeling



RESCUE laRgE Scale inUndation model

Output del Modello



RP=200 years → DTM resolution 90 m

DATI SATELLITARI

Dati e Metodologie Previste

Fonti Dati satellitari

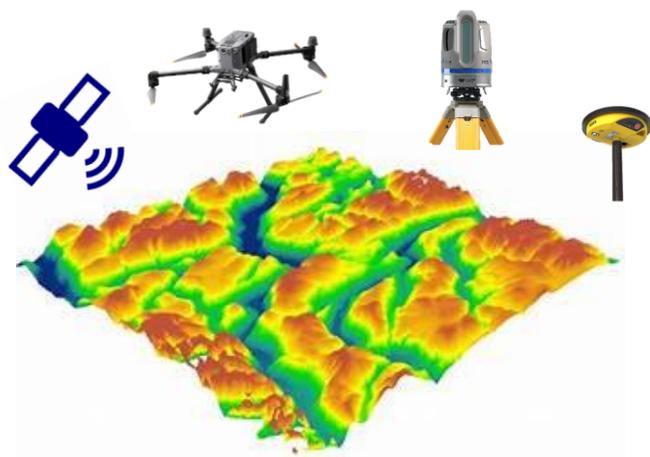
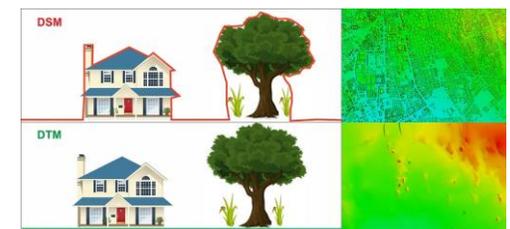
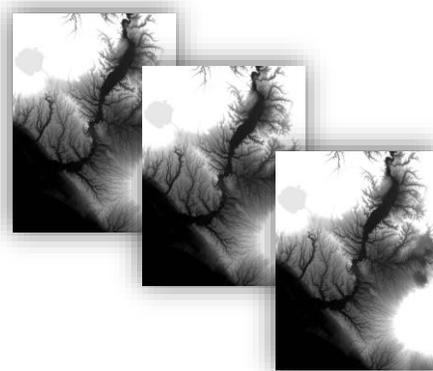
- COSMO-SkyMed (1^a e 2^a generazione): SAR ad elevata risoluzione (3 m)
- PRISMA (ASI): prodotti iperspettrali (VNIR e SWIR) con risoluzione spaziale di 30 m; banda pancromatica con risoluzione di 5 m.
- Sentinel (ESA): Dati Sentinel 1 (SAR) e Sentinel 2 (multispettrali)

Elaborazioni Previste

- DEM da coppie SAR interferometriche ad alta risoluzione
- Analisi della Land Cover da dati iperspettrali PRISMA
- Integrazioni di quote rilevate tramite Persistent Scatterers (PS)

Calibrazione e Validazione

Tecniche ground-based: Droni, Laser Scanner, antenna GNSS

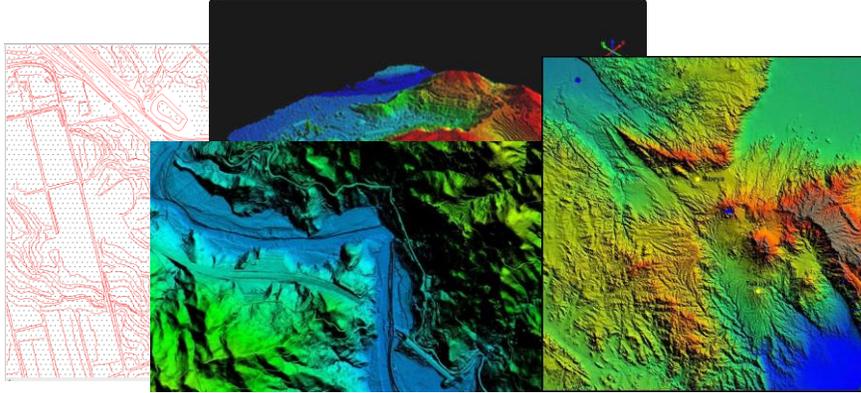


Credit: European Union, Copernicus Sentinel-1 imagery

RESCUE_SAT Integrazione dati satellitari in RESCUE

High-Resol. Flood Map

1. DEM ad alta risoluzione a maglia variabile



2. Dettaglio alle intersezioni dei fiumi con infrastrutture/strutture

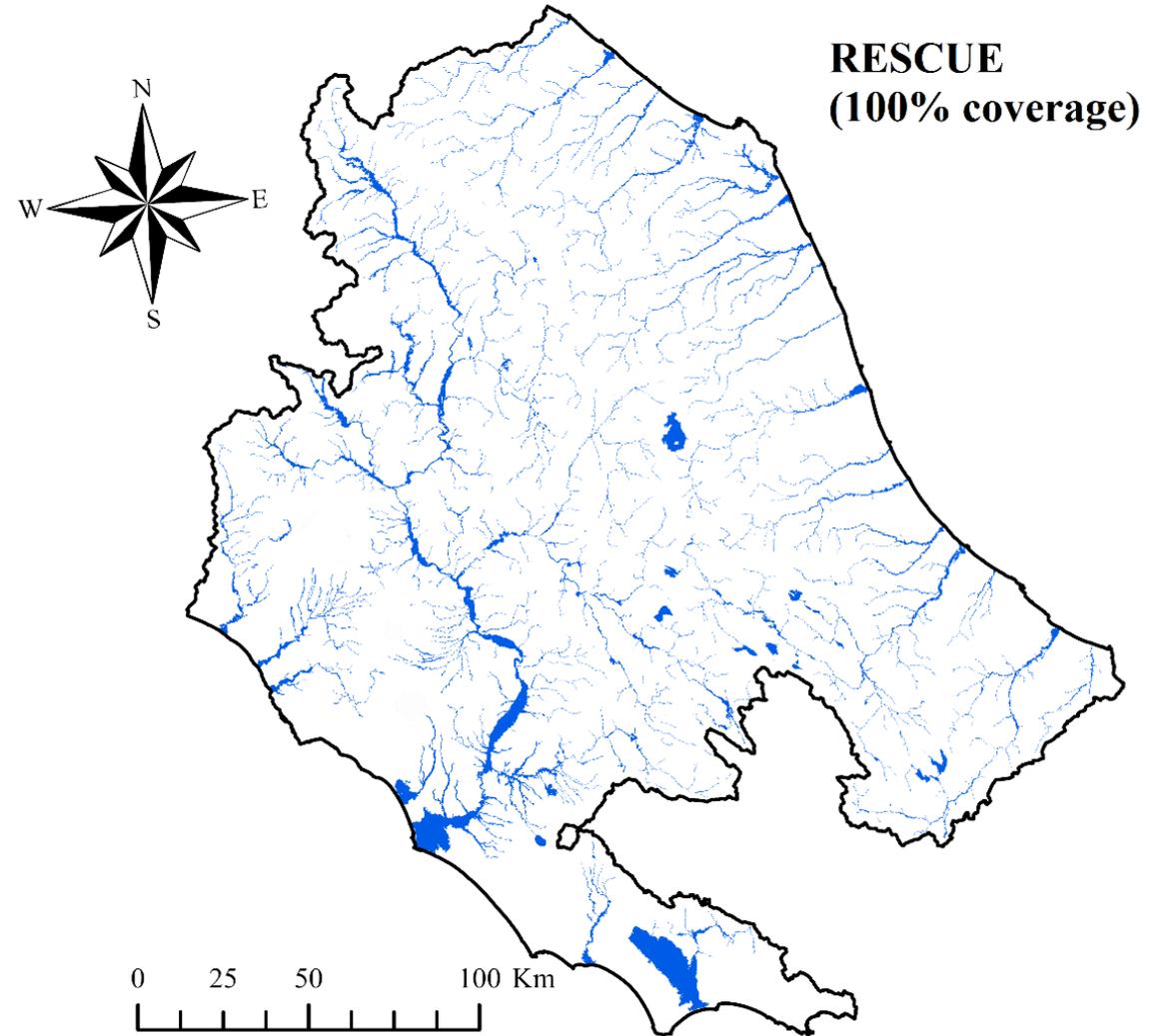


3. Rimappatura ad alta risoluzione del Land Cover



RESCUE laRgE Scale inUndation model

Flood Map

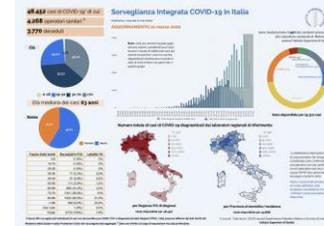


RP=200 years → DTM resolution 90 m

Grazie per
l'attenzione

RESCUE_SAT

- progettazione e sviluppo della piattaforma dell'interfaccia mobile per la gestione e disse dati;



- coinvolgimento degli utenti interessati e definizione di casi di interesse (e.g., Autorità di Bacino, Comuni, Regioni).



REFERENCES

Pavesi, L., Volpi, E., and Fiori, A.: Flood risk assessment through large-scale modeling under uncertainty, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/nhess-2024-114>, accepted, 2024.

Pavesi, L., D'Angelo, C., Volpi, E., & Fiori, A. (2022). RESCUE: A geomorphology-based, hydrologic-hydraulic model for large-scale inundation mapping. *Journal of Flood Risk Management*, 15(4), e12841.

Zheng, X., Tarboton, D. G., Maidment, D. R., Liu, Y. Y., & Passalacqua, P. (2018). River channel geometry and rating curve estimation using height above the nearest drainage. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 54(4), 785-806.

