



100 anni di Idrografico  
1918 - 2018

Convegno per il centenario della fondazione del  
Servizio Idrografico Nazionale  
Pescara, 26 ottobre 2018

ing. Enrico Frank  
BETA Studio srl



*«Utilizzo dei dati idrologici nella pianificazione  
territoriale e nella progettazione degli interventi  
di difesa idraulica»*

partner scientifici



Ordine dei Geologi  
Regione Abruzzo



partner tecnici



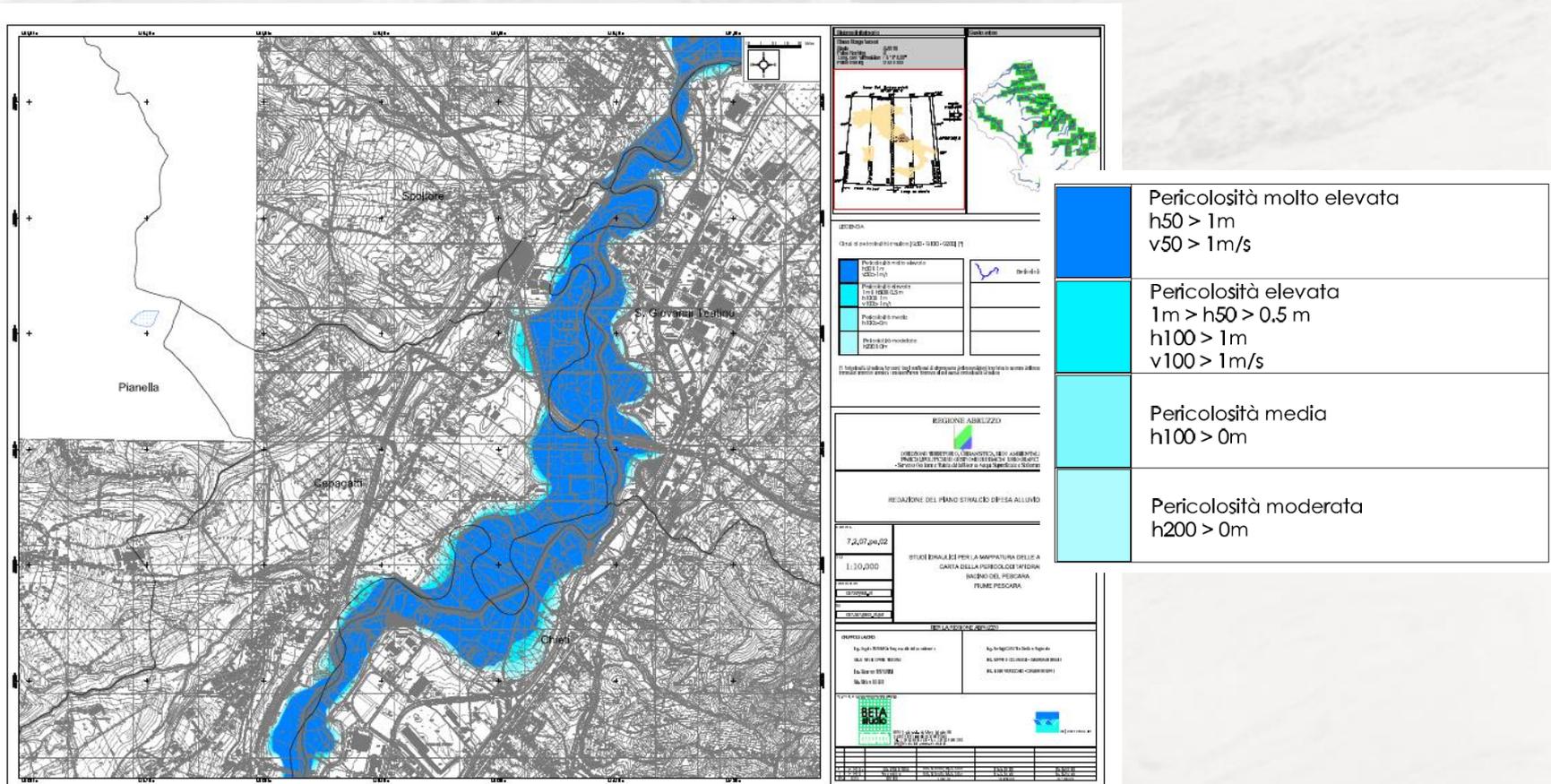
### Utilizzo dei dati idrologici:

- nell'ambito del PSDA (Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni) predisposto dall'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo;
- nell'ambito del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) predisposto dall'Autorità di Distretto Idrografico delle Alpi Orientali
- nell'ambito della progettazione della cassa di espansione sul torrente Timonchio a Caldogeno (Vicenza)

# Il PSDA - Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni

Gli **obiettivi principali** del PSDA (prima adozione 2004) sono:

- perimetrare le aree di pericolosità e di rischio idraulico;
- definire gli interventi per la riduzione del rischio idraulico.



## Definizione della pericolosità idraulica nel PSDA

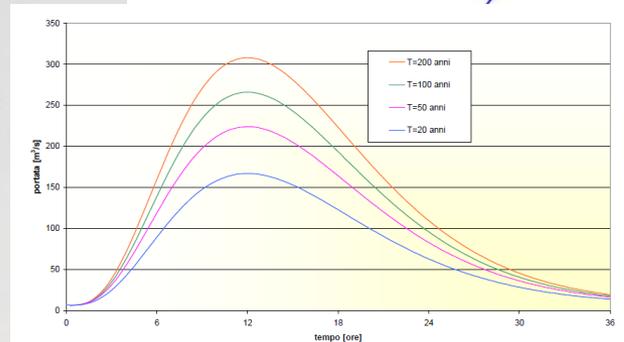
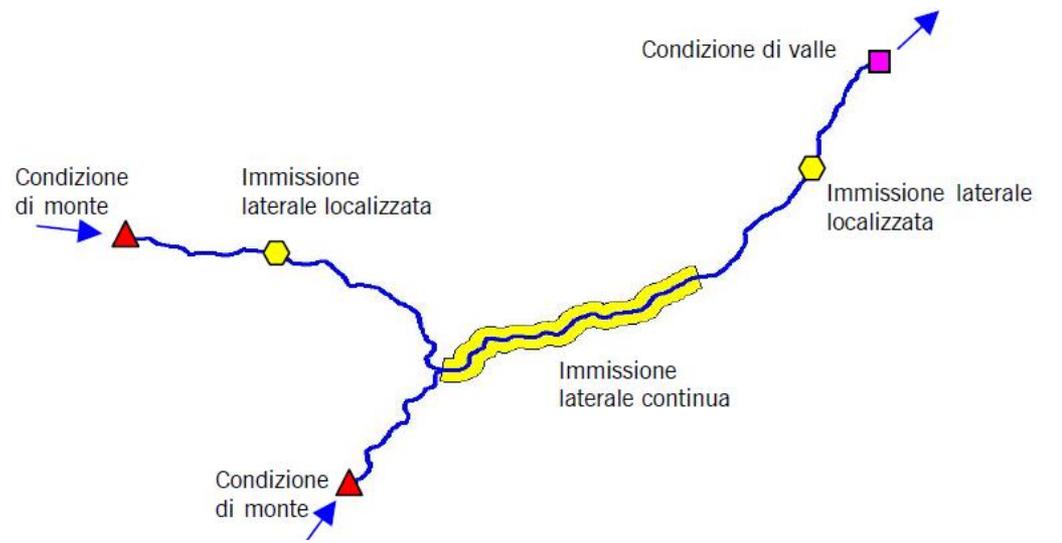
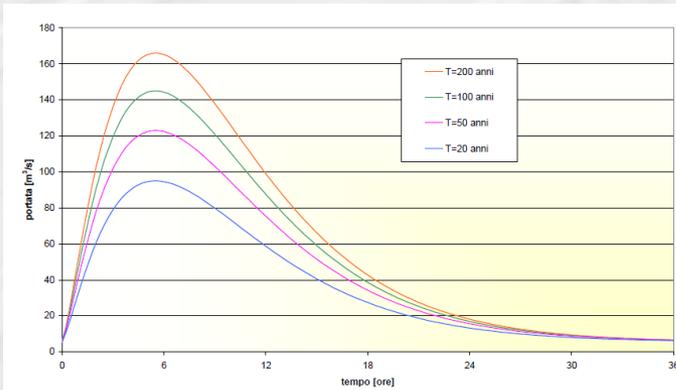
La pericolosità idraulica è stata definita attraverso l'utilizzo di **un modello idraulico 1D-2D**.



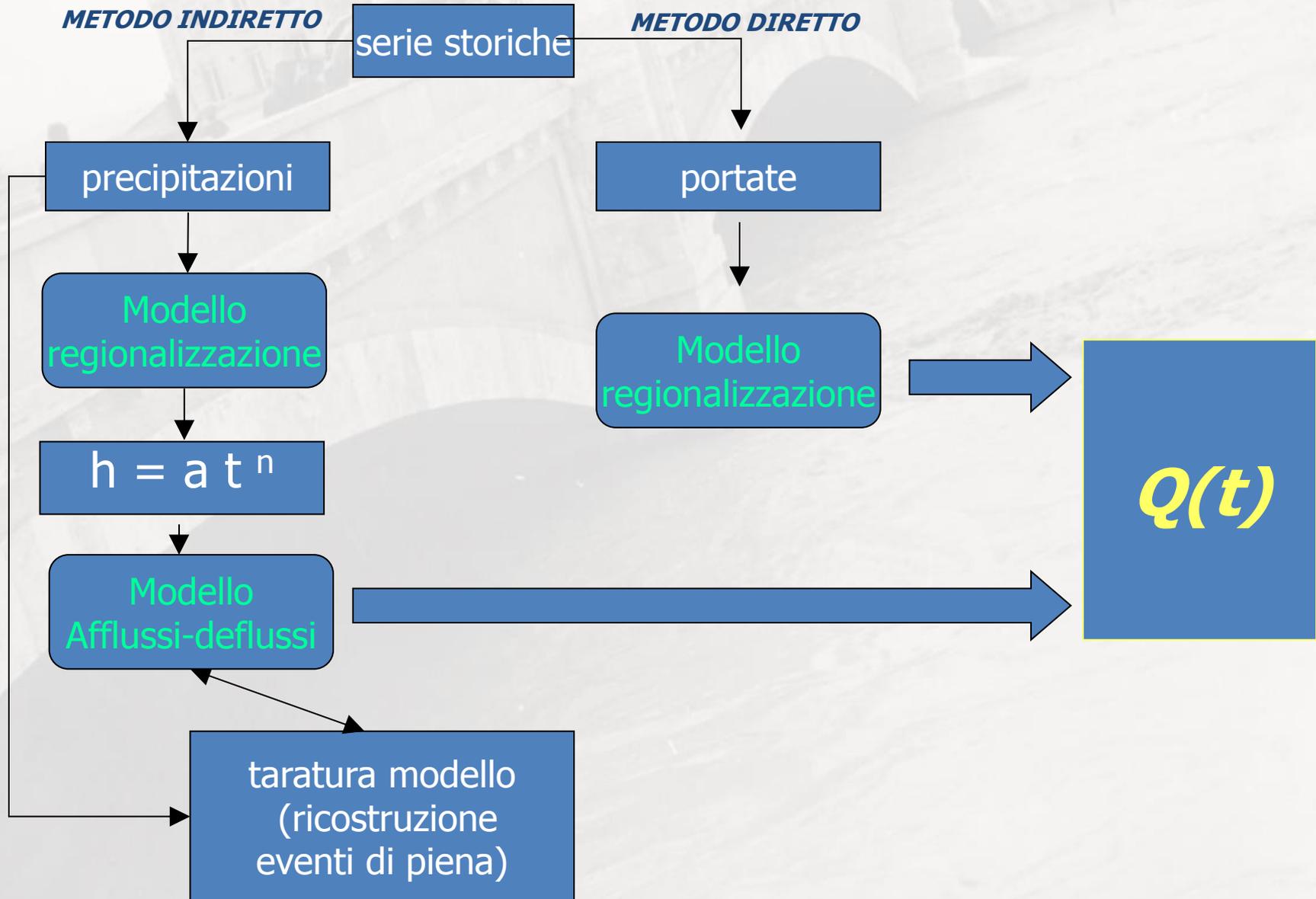
## Definizione della pericolosità idraulica nel PSDA

La pericolosità idraulica è stata definita attraverso l'utilizzo di un **modello idraulico 1D-2D**.

Dato di input fondamentale per il modello sono gli **idrogrammi in ingresso** nelle diverse sezioni di calcolo:



# Metodologia per il calcolo degli idrogrammi di piena

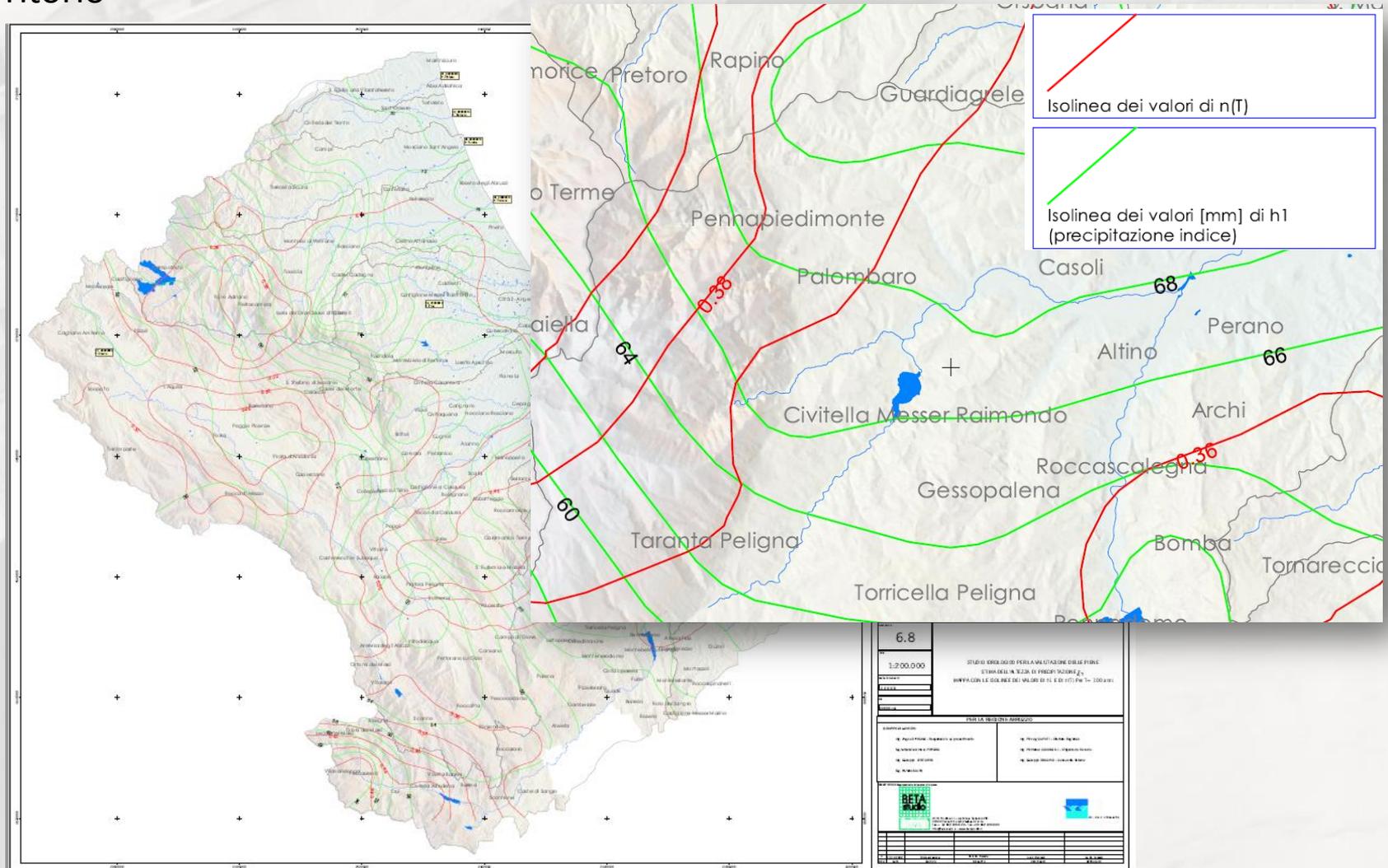






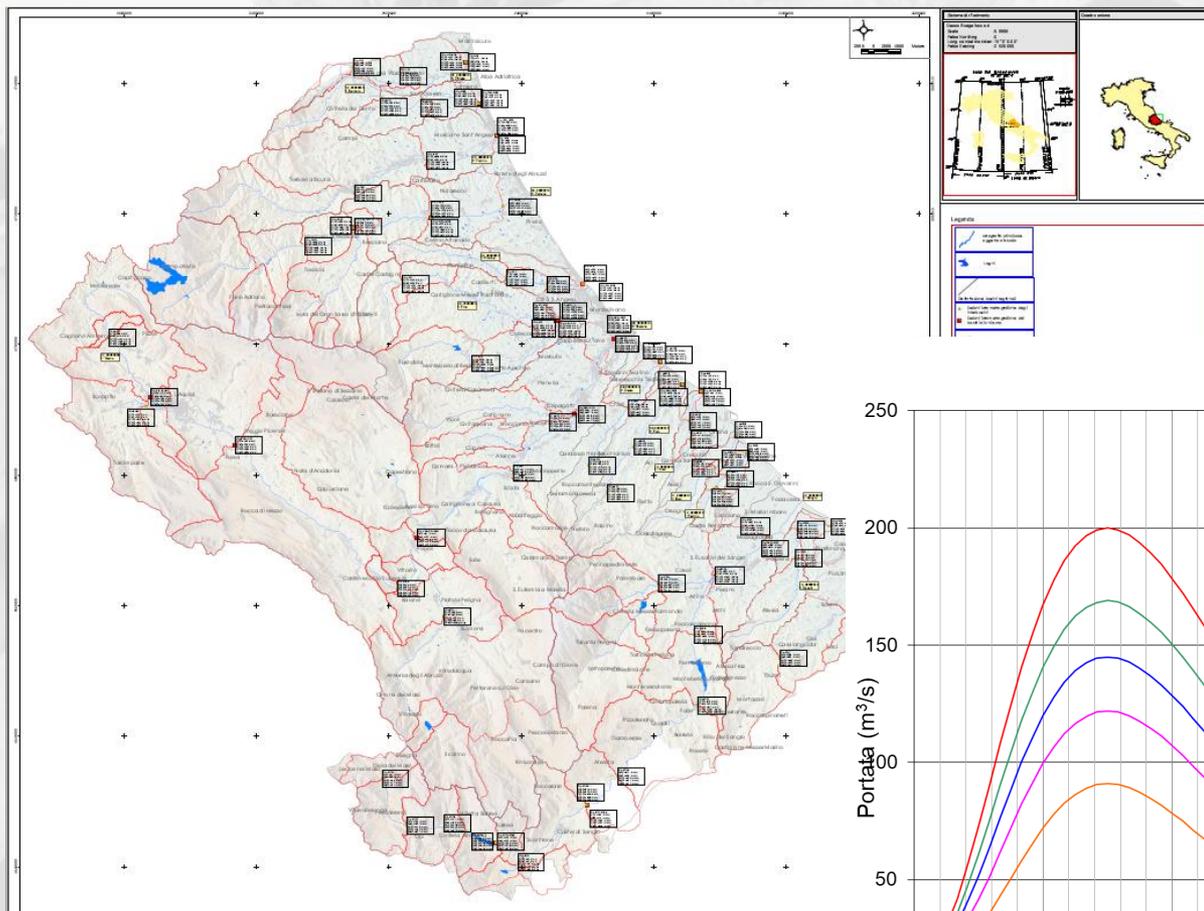
# Resultati ottenuti - precipitazioni

Mappe dei valori di  $h_1$  e  $n$  per ricavare le curve  $h = a t^n$ ,  $\rightarrow$  è possibile ricavare la pioggia di durata compresa tra 1 e 24 ore, per  $Tr=20, 50, 100, 200$  e  $500$  anni in un qualunque punto del territorio

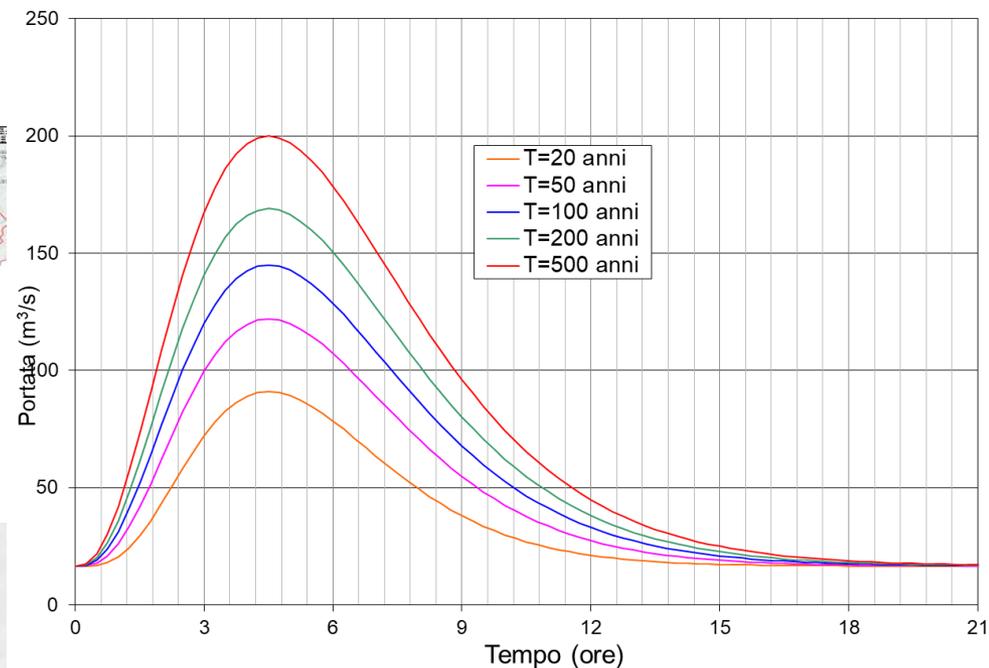


# Risultati ottenuti - portate

Idrogrammi di piena in 80 sezioni di studio per  $T_r=20, 50, 100, 200$  e  $500$  anni



AT03-ST01-PE0



### Utilizzo dei dati idrologici:

- nell'ambito del PSDA (Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni) predisposto dall'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo;
- nell'ambito del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) predisposto dall'Autorità di Distretto Idrografico delle Alpi Orientali
- nell'ambito della progettazione della cassa di espansione sul torrente Timonchio a Caldogeno (Vicenza)

## Metodologia

Utilizzo di un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico (distribuito nella descrizione dei processi ma concentrato nei parametri).

Ipotesi di progetto (per semplificare le procedure/tempi di calcolo nel rispetto della validità dei risultati:

- il tempo di ritorno dell'idrogramma è riferito all'**evento meteorico** (ovvero al volume di precipitazione caduto in un determinato intervallo temporale). Non viene quindi considerata la probabilità composta di molteplici variabili, *quali la temperatura, lo spessore del manto nevoso, il grado di imbibizione del terreno, le condizioni di sicurezza dei corpi arginali esistenti al verificarsi dell'evento meteorico;*
- il modello idrologico viene utilizzato ad evento e non in modo continuo;
- le condizioni iniziali delle variabili che entrano in gioco nella determinazione della precipitazione efficace sono determinati mediante taratura con riferimento all'evento storico di riferimento (più gravoso). Questo approccio permette di tenere conto dei *fenomeni di scioglimento nivale.*

## Risultati

---

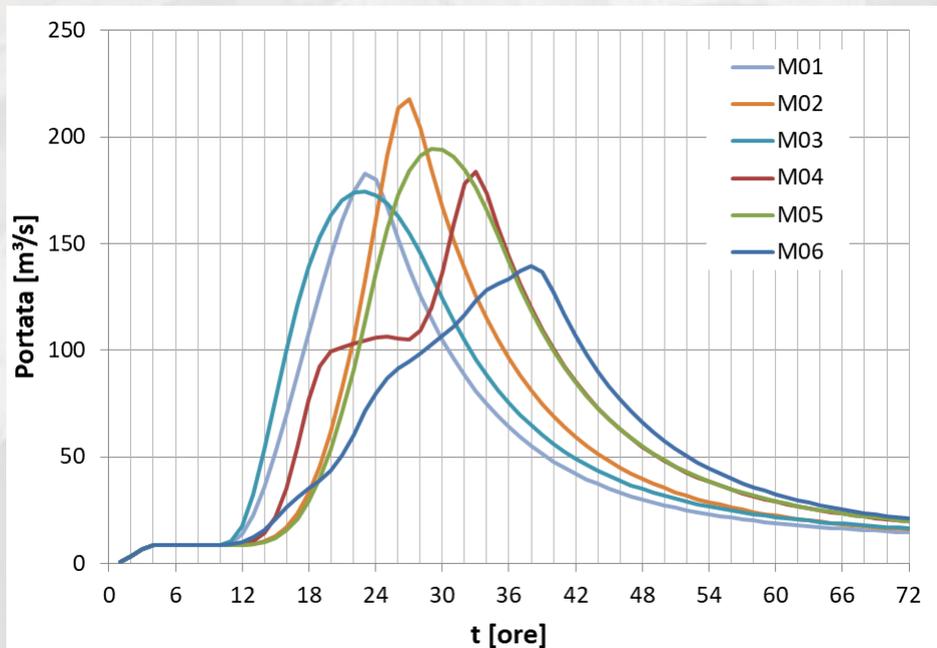
Idrogrammi per:

- **8 tempi di ritorno** (10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300 anni).

## Risultati

Idrogrammi per:

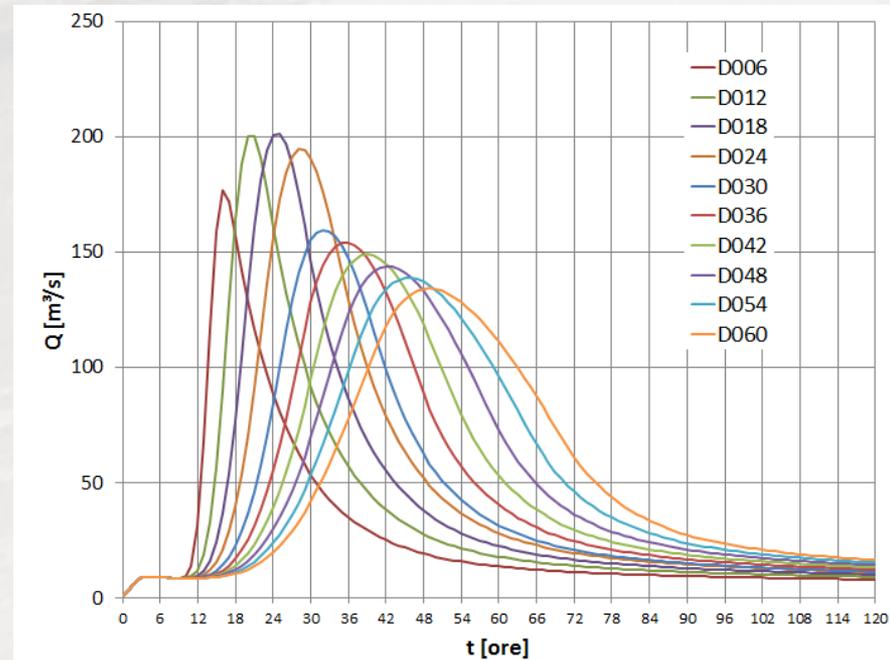
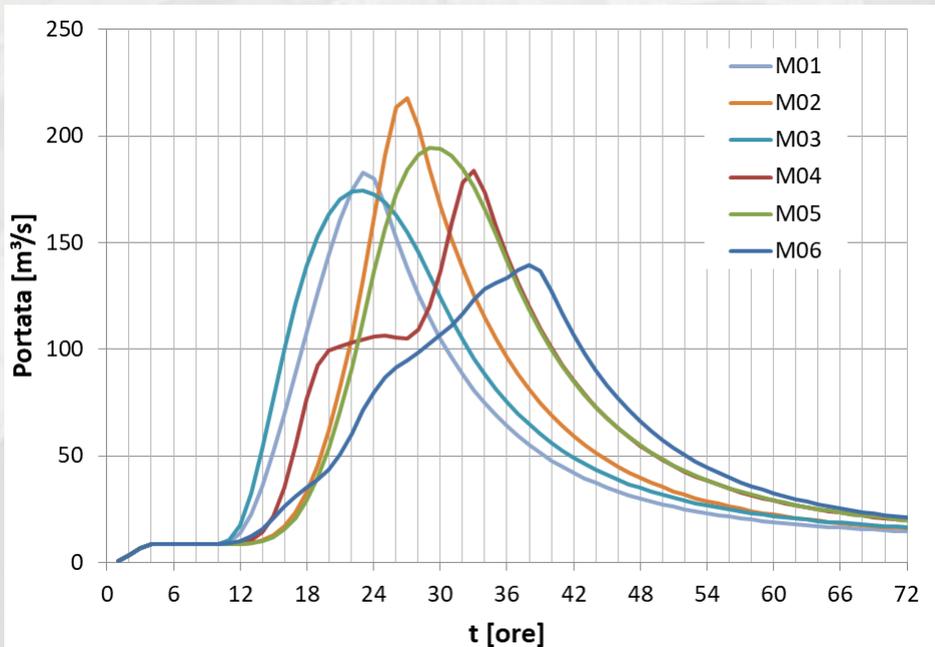
- **8 tempi di ritorno** (10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300 anni).
- **6 forme dello ietogramma** (M01 - uniforme, M02 - monotono crescente, M03 - monotono decrescente, M04 - doppio colmo, M05 - triangolare isoscele, M06 - come risultato di un processo moltiplicativo binomiale casuale);



## Risultati

Idrogrammi per:

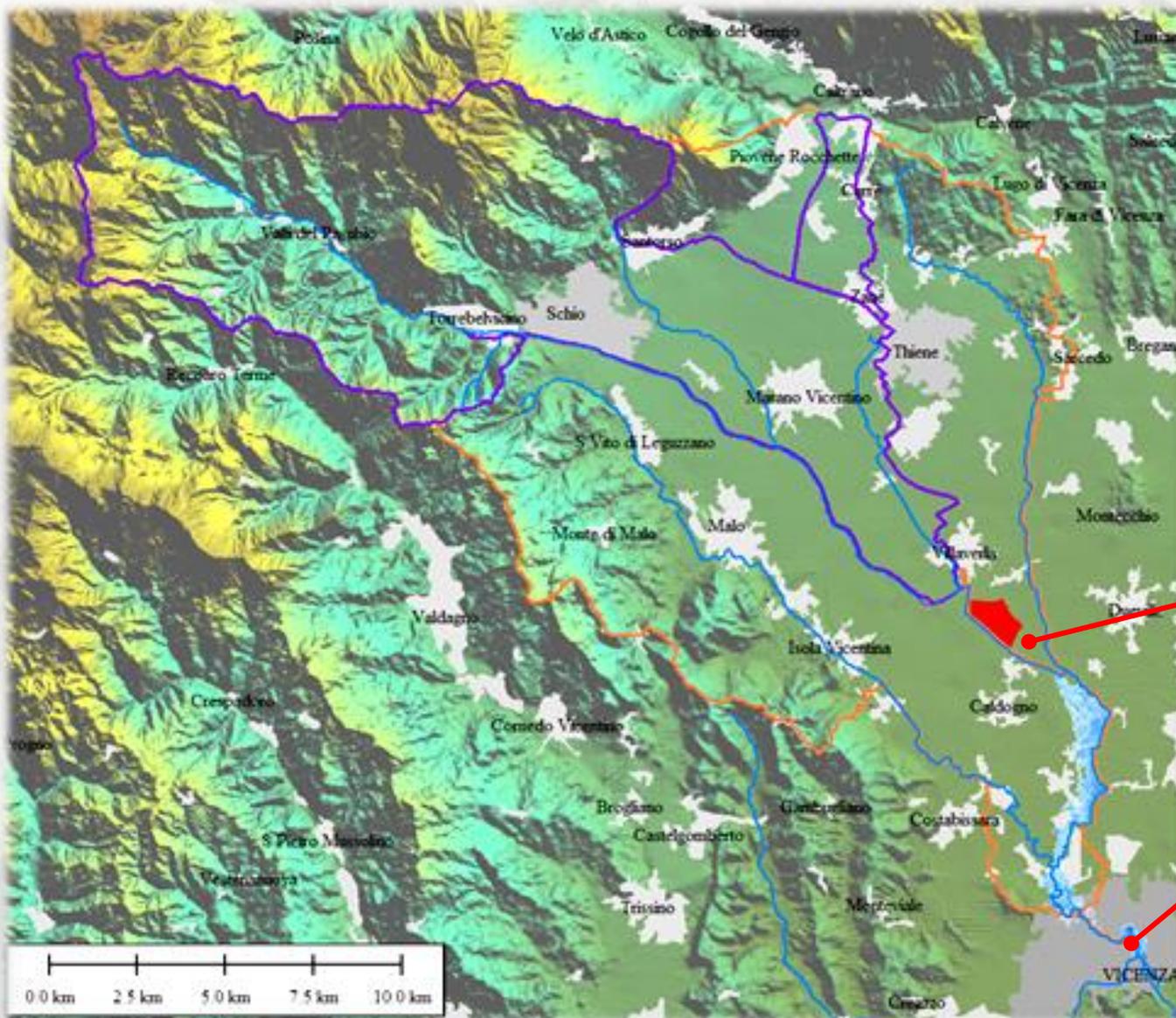
- **8 tempi di ritorno** (10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300 anni).
- **6 forme dello ietogramma** (M01 - uniforme, M02 - monotono crescente, M03 - monotono decrescente, M04 - doppio colmo, M05 - triangolare isoscele, M06 - come risultato di un processo moltiplicativo binomiale casuale);
- **39 diverse durate** dell'evento di pioggia da 6 a 120 ore (con risoluzione trioraria);  
→ 1872 idrogrammi per ogni sezione di studio.



### Utilizzo dei dati idrologici:

- nell'ambito del PSDA (Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni) predisposto dall'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo;
- nell'ambito del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) predisposto dall'Autorità di Distretto Idrografico delle Alpi Orientali
- nell'ambito della progettazione della cassa di espansione sul torrente Timonchio a Caldogno (Vicenza)

## Inquadramento



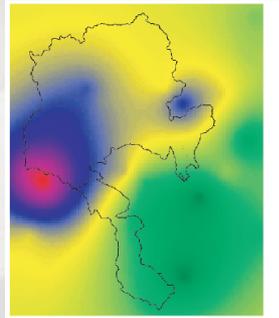
Il bacino del  
Timonchio chiuso alla  
cassa è pari a **200 km<sup>2</sup>**.

Il bacino del  
Bacchiglione a Vicenza  
è pari a **404 km<sup>2</sup>**.

## Metodologia di dimensionamento e verifica dell'opera

Al fine di dimensionare correttamente la vasca e valutarne i benefici a Vicenza, si è ritenuto necessario verificare il comportamento dell'opera a seguito di **un gran numero di eventi di piena**.

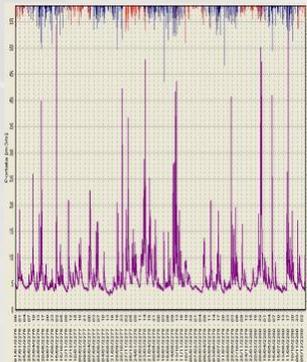
A tal fine sono state utilizzate mappe **sintetiche di 1000 anni di precipitazione** come dato di input di un modello idrologico continuo.



Serie sintetiche di 1000 anni di dati di pioggia, a risoluzione oraria



Modello afflussi deflussi



Serie sintetiche di 1000 anni di portate a scala oraria



Modello di analisi della pericolosità idraulica nello stato di fatto e con le opere in progetto



Verifica dei benefici attesi



Ipotesi progettuali e gestionali delle opere

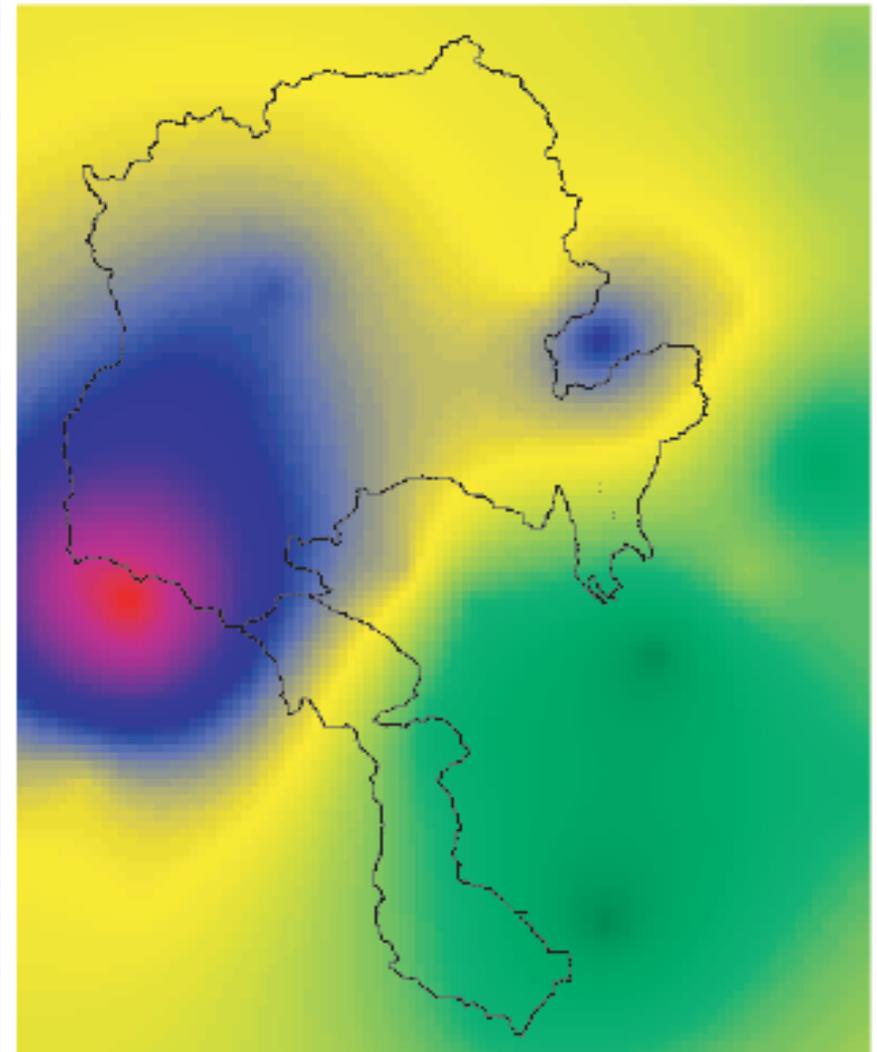


## Le mappe sintetiche di precipitazione

Il modello sviluppato da un gruppo di lavoro dell'Università di Padova ha generato 1000 anni di mappe di pioggia a risoluzione oraria (celle 500 m).

Tali mappe riproducono la struttura spazio-temporale delle precipitazioni, tenendo conto delle **complesse caratteristiche orografiche** dell'ambito territoriale di interesse.

I campi spazio-temporali generati rispettano le **statistiche delle serie di dati misurati nei pluviometri** presenti nell'area di studio.



*"Modello stocastico di precipitazione per il bacino del fiume Bacchiglione", 2007*

## Il modello afflussi-deflussi

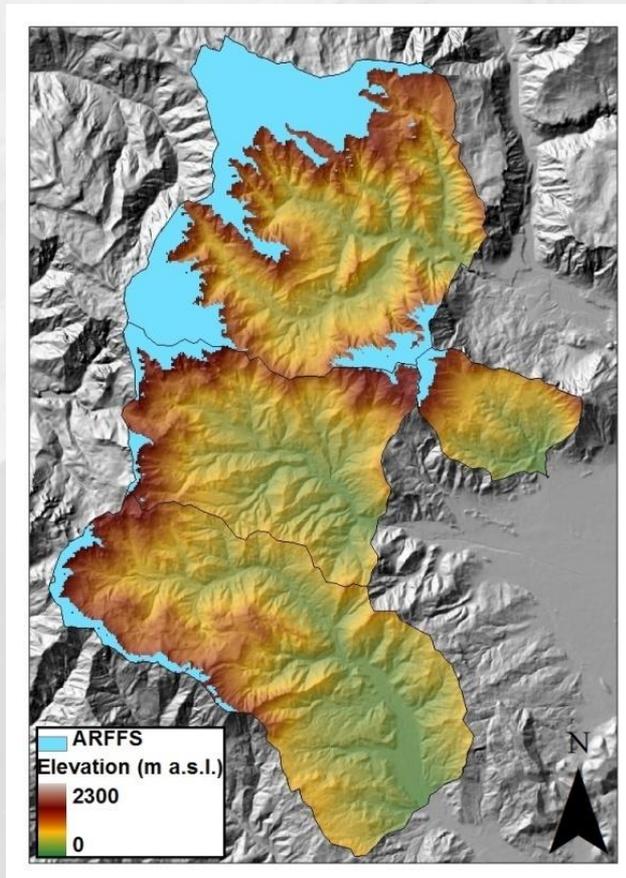
Modello afflussi-deflussi (UniPD, dipartimento TESAF) è un modello di tipo continuo e si compone dei seguenti moduli:

- evapotraspirazione potenziale;
- accumulo e scioglimento nivale;
- afflussi-deflussi;
- propagazione in alveo.

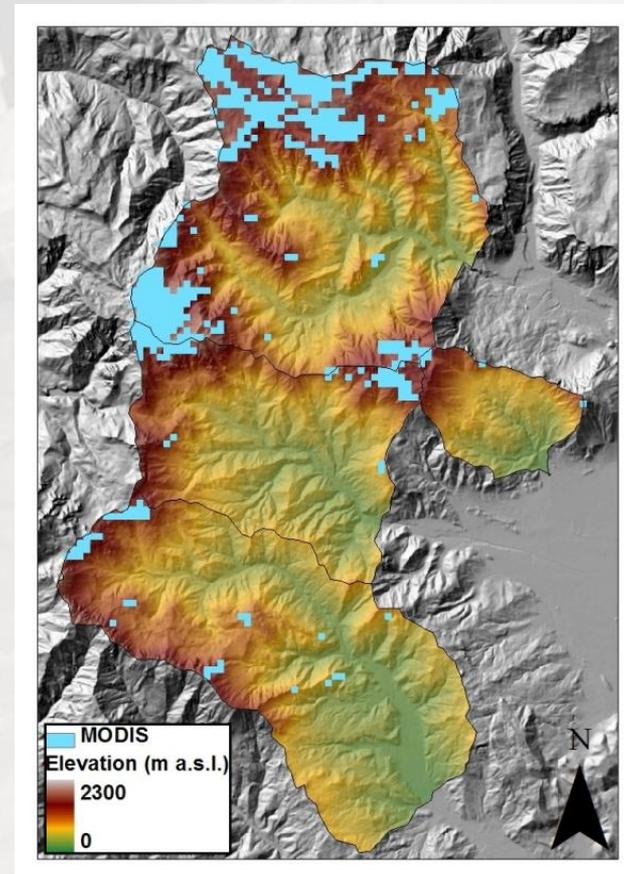
## Taratura e validazione del modello idrologico

Simulazione a partire dal 1.09.2010: estensione della coltre nivale al 31.10.201:

**Misurati** (satellite MODIS)  
(31.10.10)

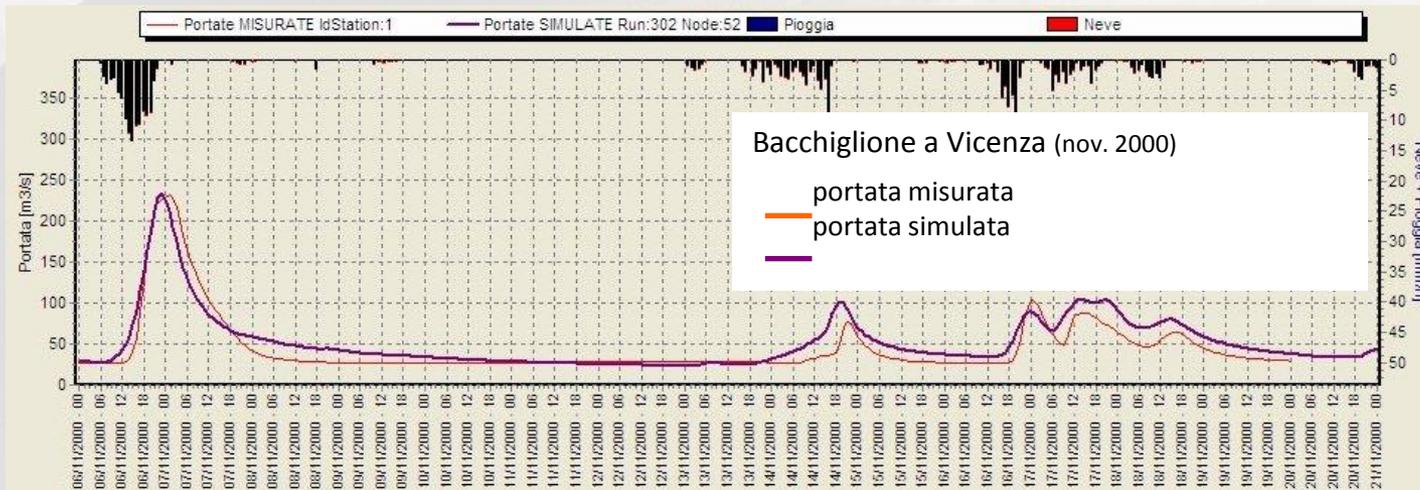


**Simulati**



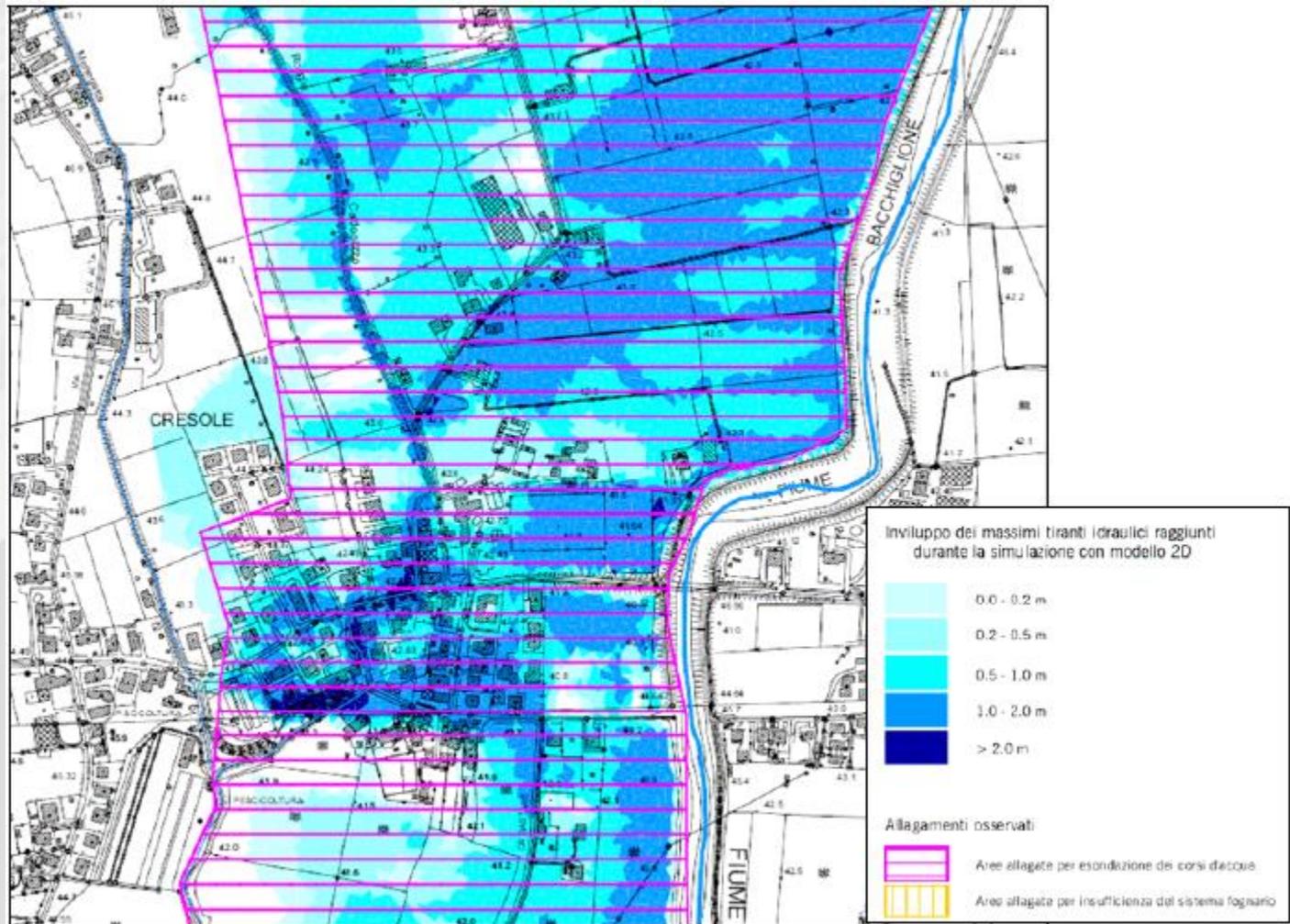
## Taratura e validazione del modello idrologico

Il modello è stato **calibrato e tarato** confrontando i **dati di portata** simulati con quelli registrati alla stazione di Torrebelvicino (T. Leogra) e di Ponte degli Angeli a Vicenza (Bacchiglione).



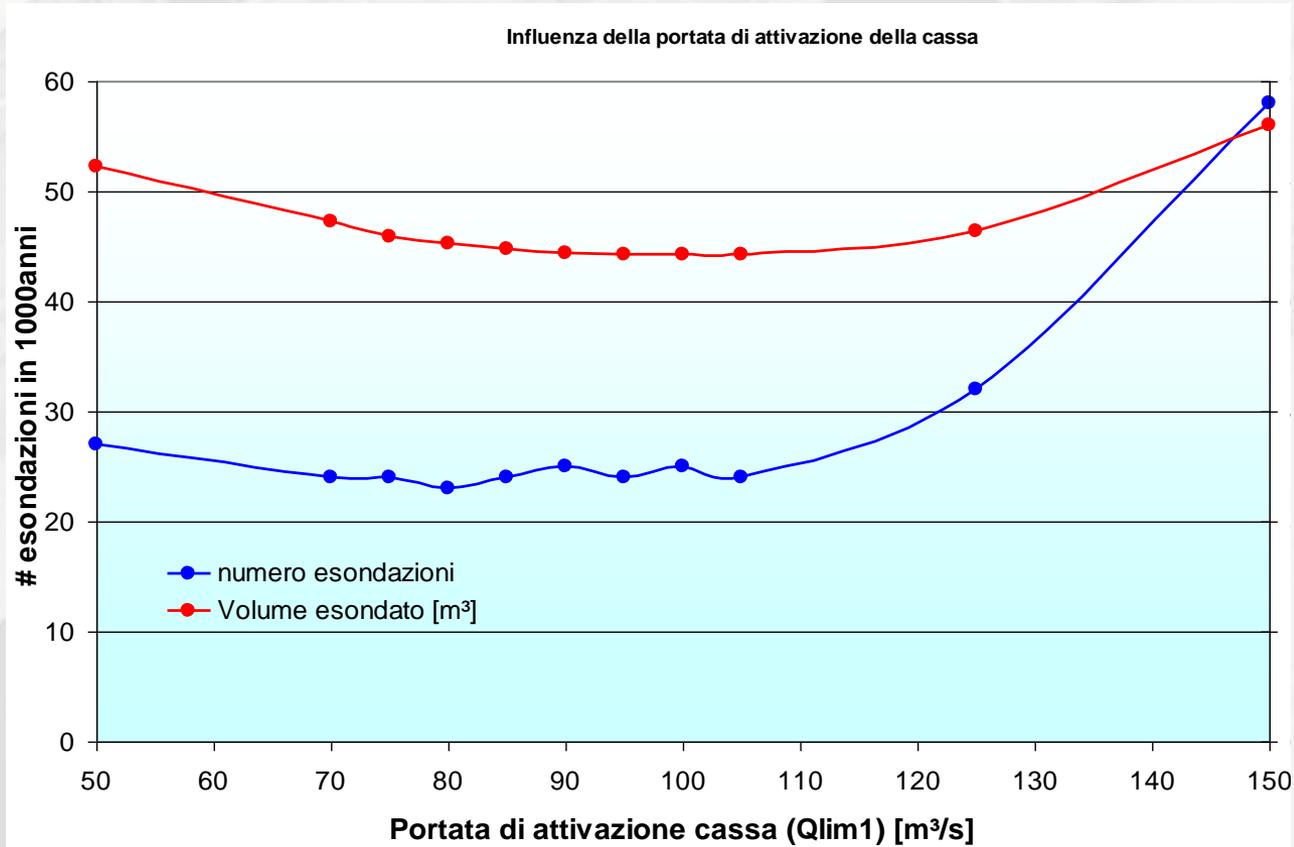
## Taratura e validazione del modello idrologico-idraulico

Confronto aree allagate occorse nell'evento del 2010 e simulate mediante modello idraulico 1D-2D



## Dimensionamento e verifica dell'opera

Le serie di 1000 anni sono state utilizzate per **ottimizzare il dimensionamento delle opere**, ad esempio definire la portata ottimale di **attivazione della cassa**:



Piccola variazione dell'efficienza dell'opera al variare della portata di attivazione della cassa.

### Conclusioni

---

Sono state illustrate finalità e metodologie differenti di utilizzo dei dati idrologici in fase di pianificazione e progettazione di opere di protezione idraulica.

In tutti i casi i **dati idrologici** costituiscono **l'informazione di base imprescindibile** su cui basare una qualsiasi azione di pianificazione o progettazione di interventi di difesa idraulica.

Mentre le **misure di precipitazione** sono in genere sufficienti (per risoluzione spaziale, temporale e durata delle serie) per le finalità di programmazione e progettazione spesso c'è invece una carenza di **misure idrometriche** (ed in particolare la disponibilità di scale delle Q affidabili ed aggiornate).

I **moderni modelli idrologici e idraulici** sono sempre più sofisticati e richiedono quindi dati di base altrettanto sofisticati e completi:

- mappe di umidità del suolo;
- mappe di copertura nevosa;
- mappe di allagamento post-evento (osservazioni in campo e con droni);
- misure di portata;
- ....