

# Anomalie ed incidenti passati, le conseguenze di un collasso Dam-break su pendii collinari e superfici afforestate

Ing. S. Cordero

*Politecnico di Torino - DIATI*



**Politecnico di  
Torino**

27 novembre 2019

## WP 4 - Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena e Pianificazioni ed Azioni pilota sul territorio

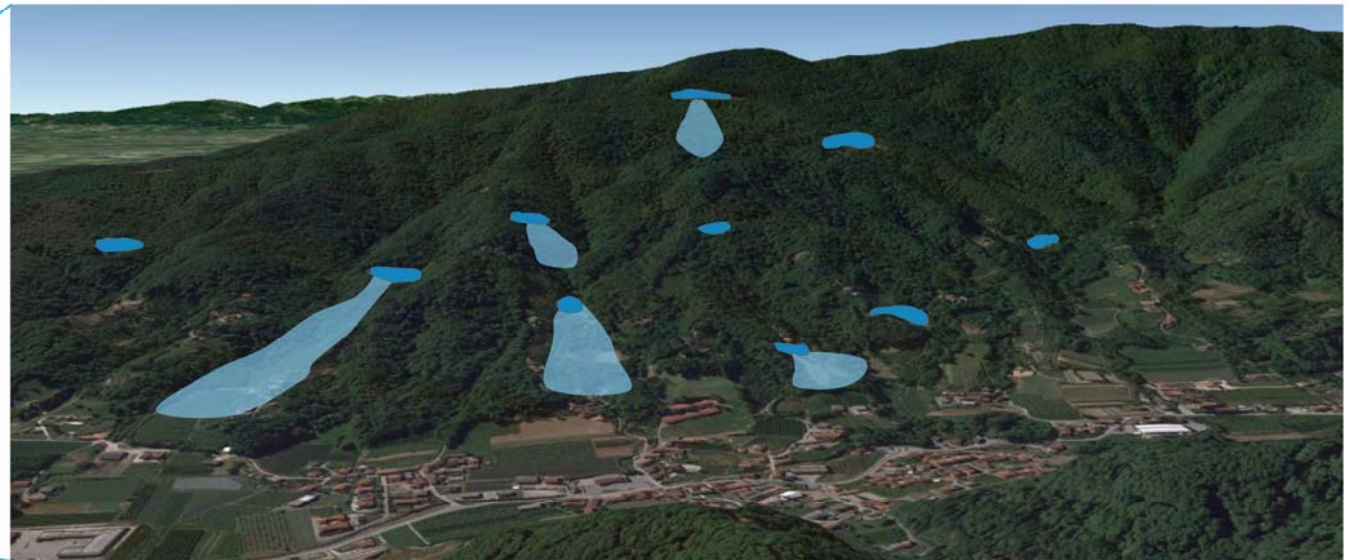
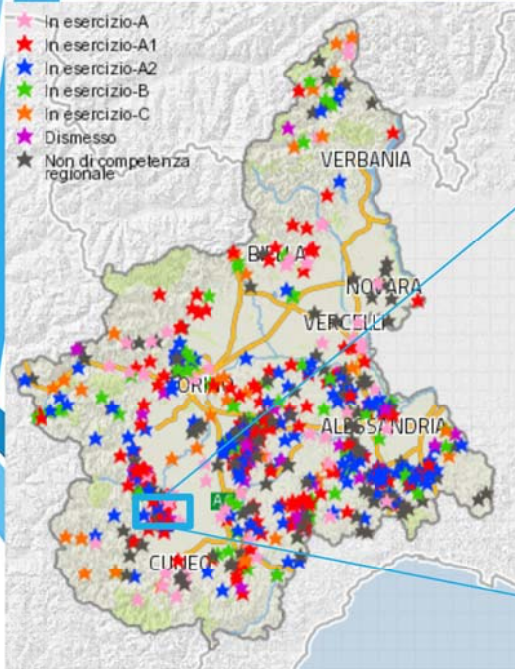
- 4.1. Metodi specifici per l'idrologia adatti alla zona Franco-Italiana quadro conoscitivo dei volumi di piena e stima in siti non strumentati
- 4.2. *Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena a seguito del collasso di una diga in zona di montagna, pedemontana e di pianura.*
  1. *Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena in assenza di trasporto solido*
  2. *Modellazione del trasporto solido innescato dalla rottura di uno sbarramento in terra*
  3. *Propagazione di onde di piena in alvei molto scabri o su superfici afforestate*
  4. *Modellazione dell'onda di piena su alvei non incisi*
- 4.3 Predisposizione di un piano di emergenza e messa in opera di un'esercitazione di protezione civile per una diga in territorio transfrontaliero (diga del Moncenisio)

**WP4.2** *L'évaluation des conséquences de l'onde de crue suite à la rupture d'un barrage dans la région de montagne, collinaires et de plaine. / Valutazione delle conseguenze dell'onda di dam-break in regioni montane, collinari e di pianura*

- **WP4.2.1** : Evaluation des conséquences de l'onde de crue dans l'eau sans charge / Studio della vulnerabilità dovuta all'onda di dam-break in assenza di trasporto solido
- **WP4.2.3** Propagation des ondes de crues dans le lit des rivières rugueuses ou des surfaces très boisés / Propagazione dell'onda di dam-break su pendii in presenza di vegetazione ad alto fusto
- **WP4.2.4** Modélisation de l'onde de crue sur les lits des rivières / Propagazione dell'onda di dam-break su pendii collinari

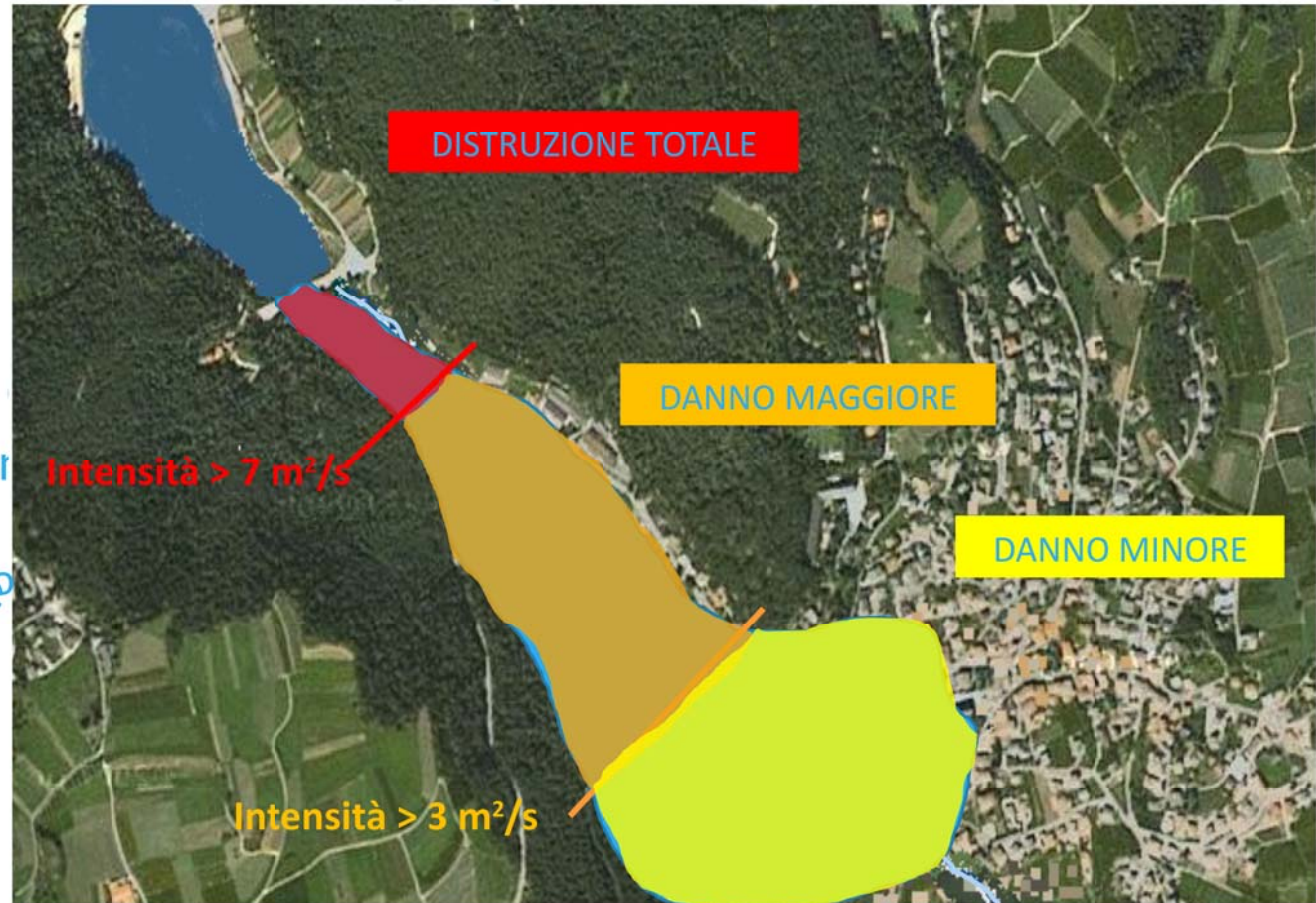


- ❑ In Piemonte i piccoli invasi sono oltre 800 (più di 9.000 in Italia) → Rischio diffuso
- ❑ Si hanno pochi (o nessuno) dati geometrici e costruttivi
- ❑ Poche risorse per gli studi (ore uomo ed economiche)
- ❑ Gli invasi sono spesso di tipo irriguo e localizzati in contesti urbanizzati
- ❑ Condizioni idrauliche atipiche ed usualmente non affrontate → alvei non incise, superfici fortemente scabre

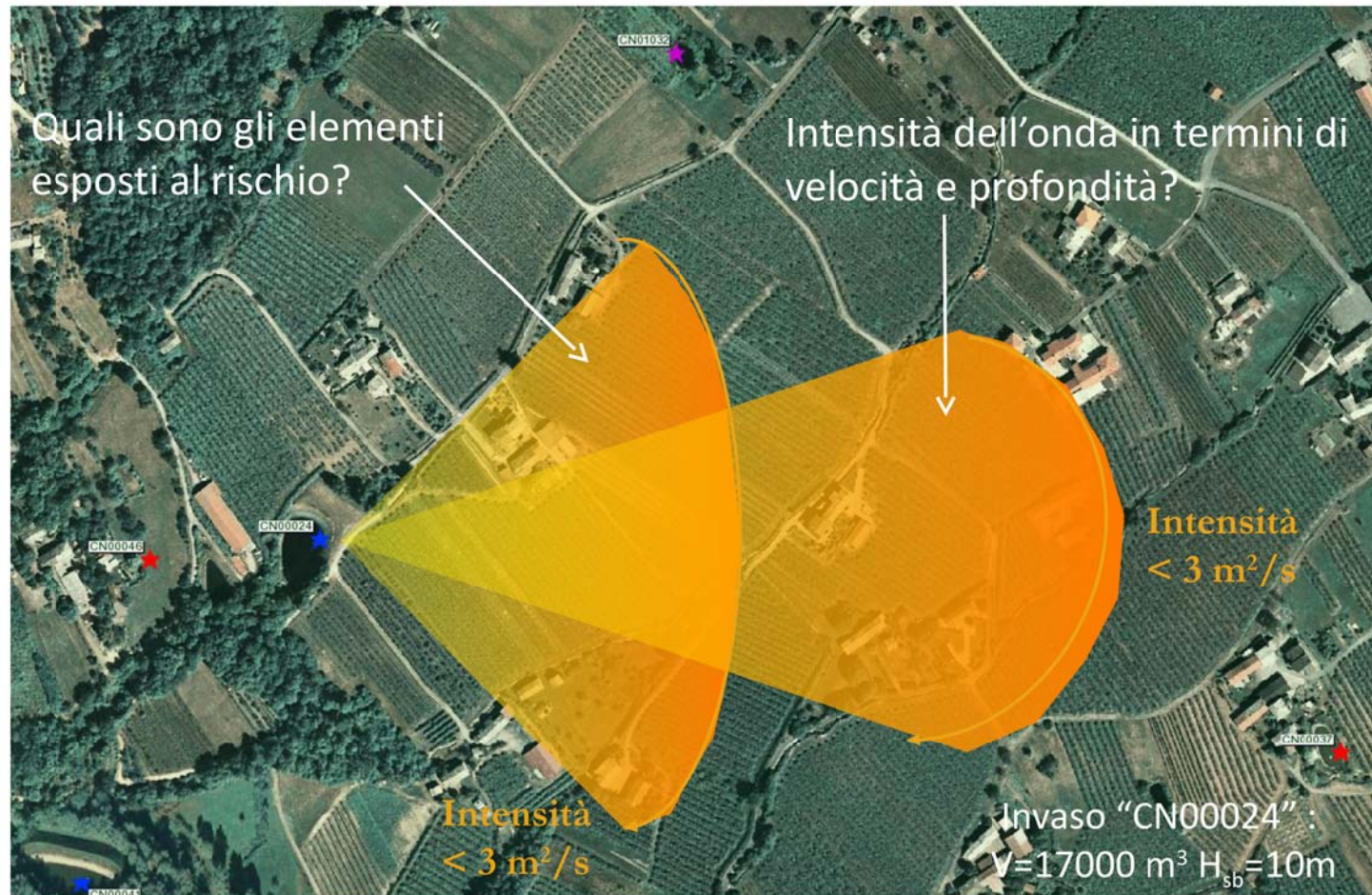


Danno potenziale  
Probabilità di  
dello sbarramento  
Intensità dell'onda  
Area  
potenzialmente  
allagata

- Velocità del flusso
- Altezza d'acqua

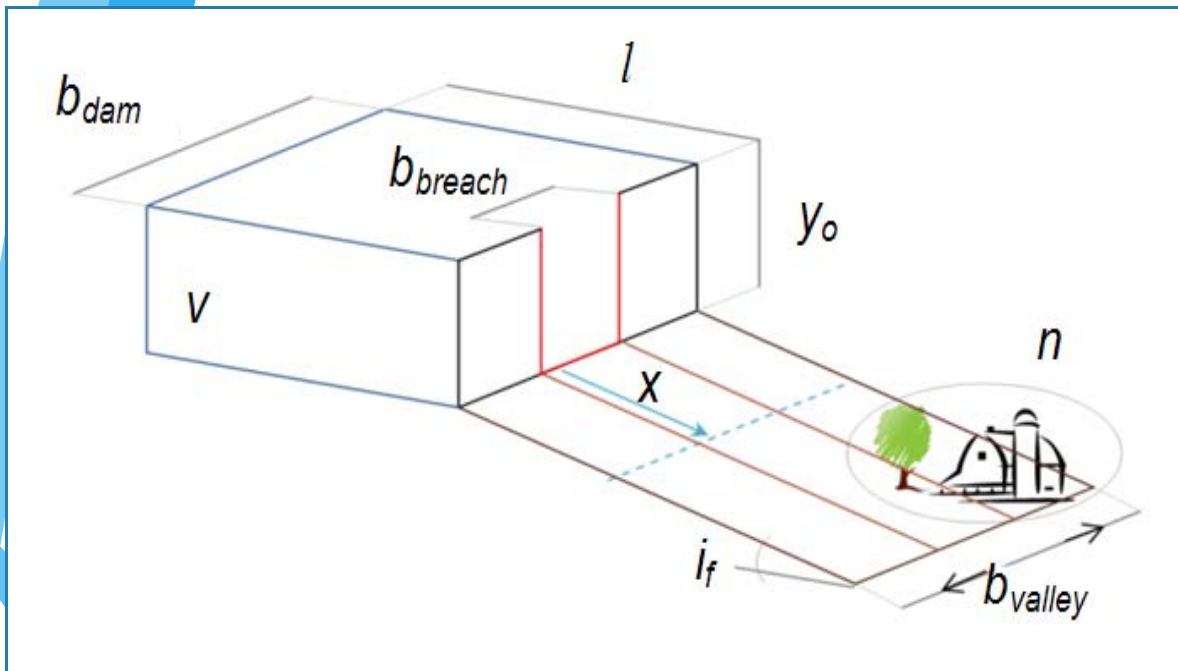


# Invaso su versante ...metodologia speditiva di indagine della vulnerabilità...



## CONDIZIONI IDEALIZZATE

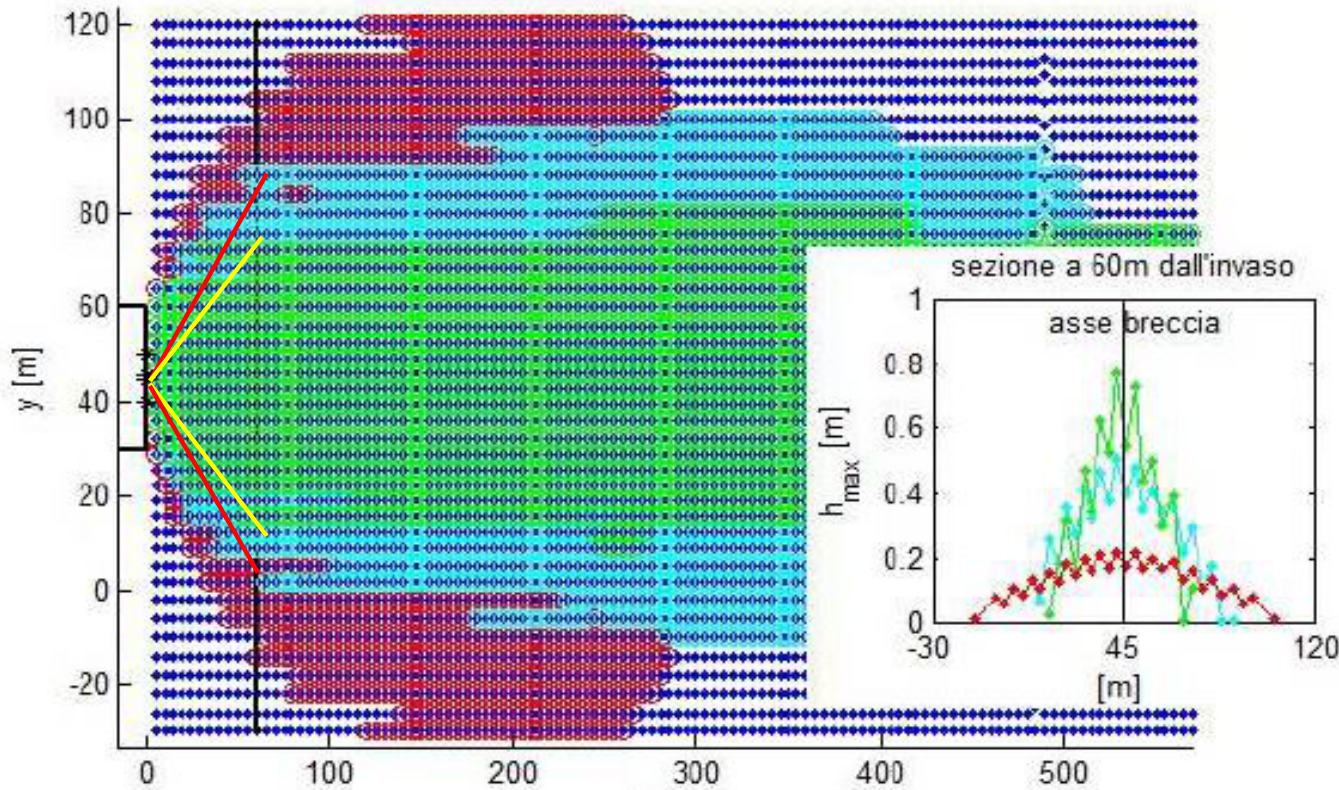
Analisi statistica della morfologia degli invasi e delle valli piemontesi (banca dati della Regione Piemonte)



Dati in ingresso:

- altezza dello sbarramento  $y_0$
- larghezza dello sbarramento  $b$
- lunghezza del serbatoio  $l$
- dimensione della breccia  $b_{breach}$
- VALLE:
  - ⊙ Piano indefinito
  - ⊙ parametri idraulici (scabrezza  $n$ , pendenza  $i_f$ ) costanti.

## Invaso su versante Numerico (Software Brezo)



Quanto si apre l'onda?  
Quanto è veloce?  
Quanto è profonda?

Parametri:

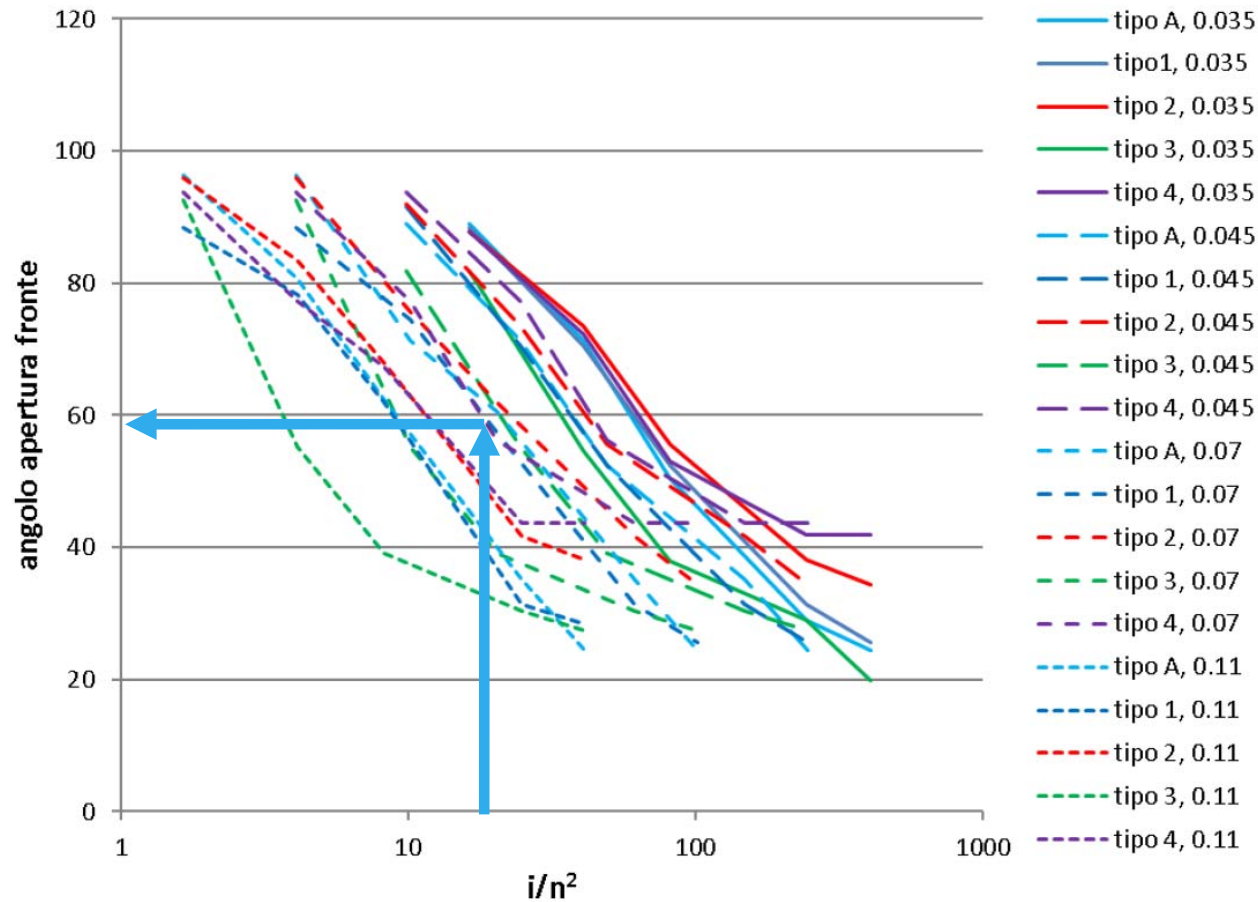
- Pendenza del fondo
- Scabrezza (alberi?)
- Volume invaso
- Altezza invaso

Invaso tipo:

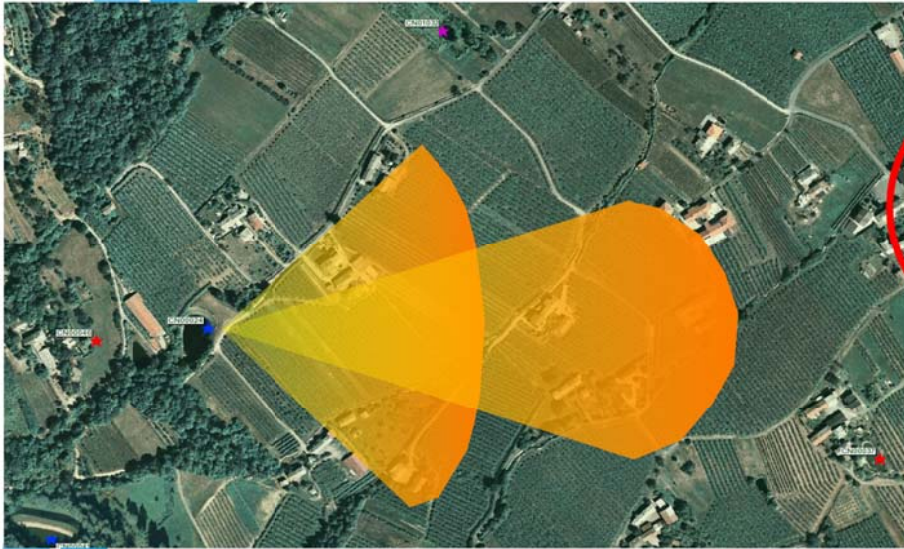
$$V=5000\text{m}^3 \quad H_{SB}=5 \text{ m} \quad i_f = 2\% \div 10\% \quad n=0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s} \div 0.110 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$$



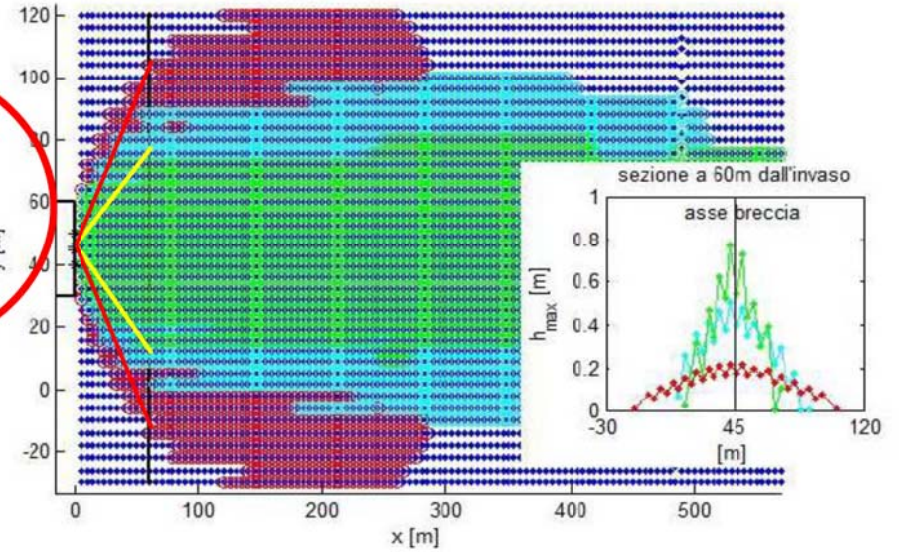
# Risba



- Tipo 1:  $V= 99000 \text{ m}^3$ ,  $H= 8 \text{ m}$ ,  
area della breccia  $121 \text{ m}^2$
- Tipo 2:  $V= 31000 \text{ m}^3$ ,  $H= 10.6 \text{ m}$ ,  
area della breccia  $112 \text{ m}^2$
- Tipo 3:  $V= 2500 \text{ m}^3$ ,  $H= 2 \text{ m}$ ,  
area della breccia  $8.8 \text{ m}^2$
- Tipo 4:  $V= 450 \text{ m}^3$ ,  $H= 3 \text{ m}$ ,  
area della breccia  $8.4 \text{ m}^2$



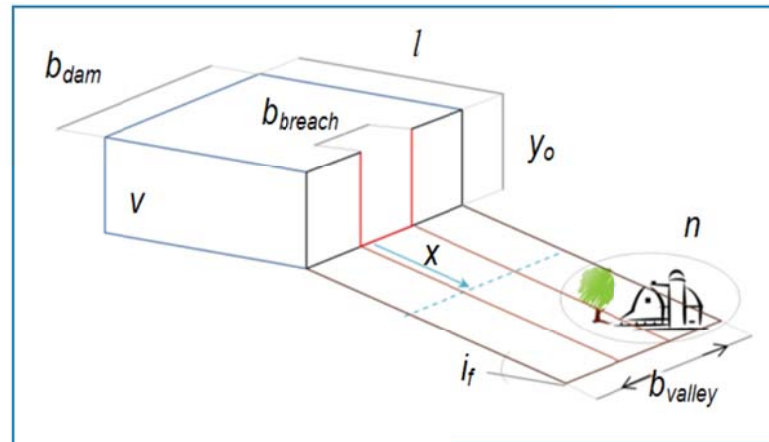
Validazione



Analisi statistica invasi reali



Modello sintetico



Modello numerico - Brezo



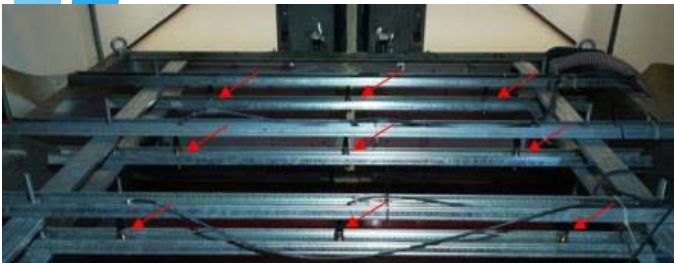
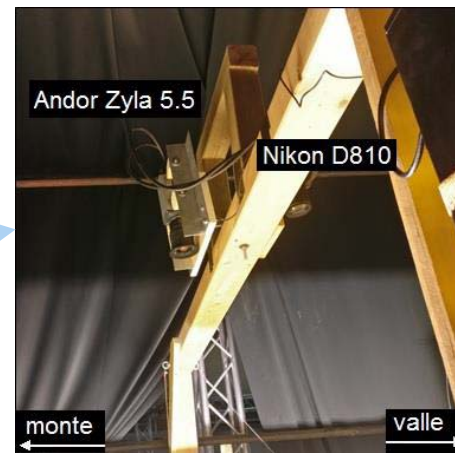
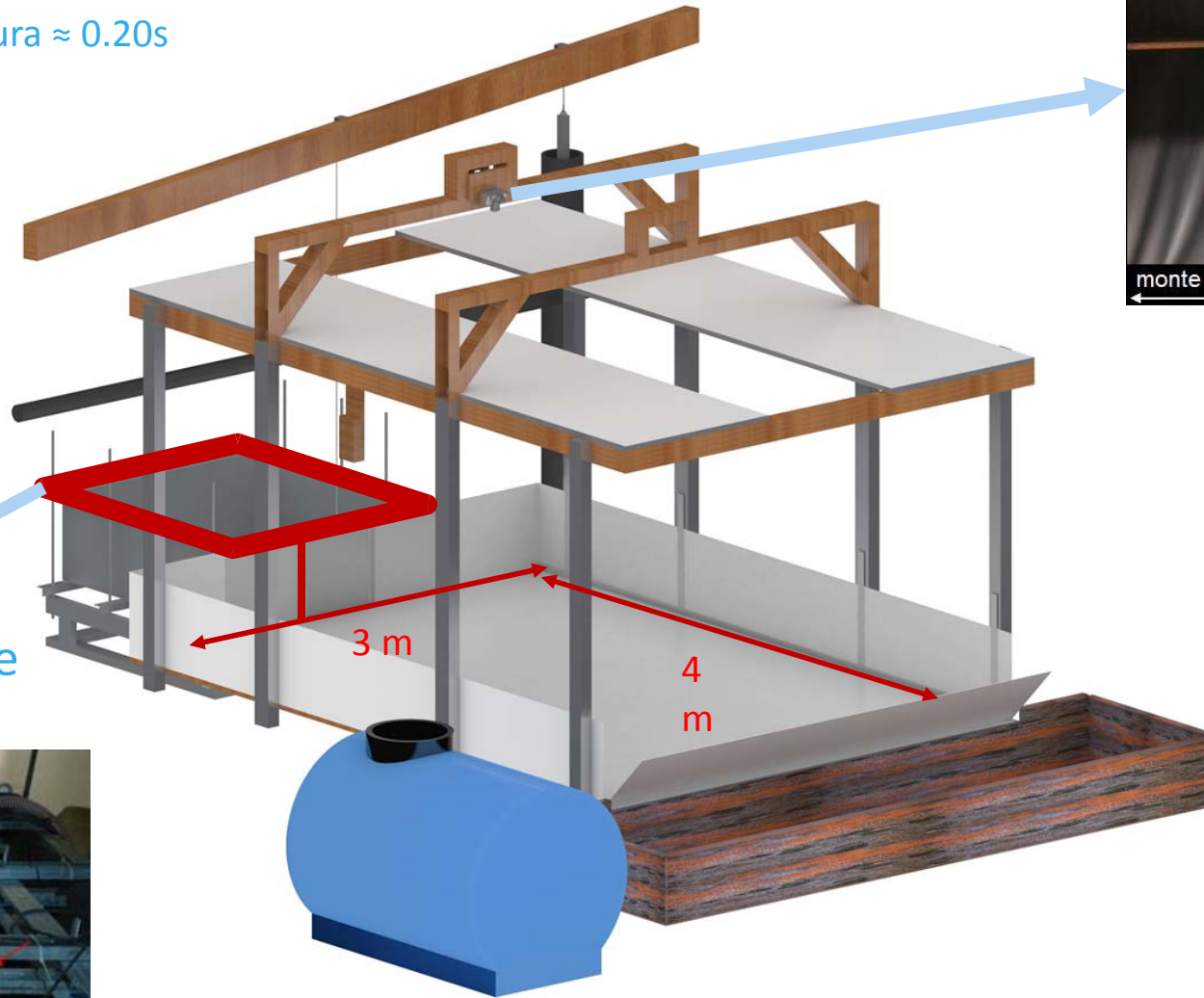
$i_f = 2\% \div 10\%$   
 $n = 0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s} \div 0.110 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$

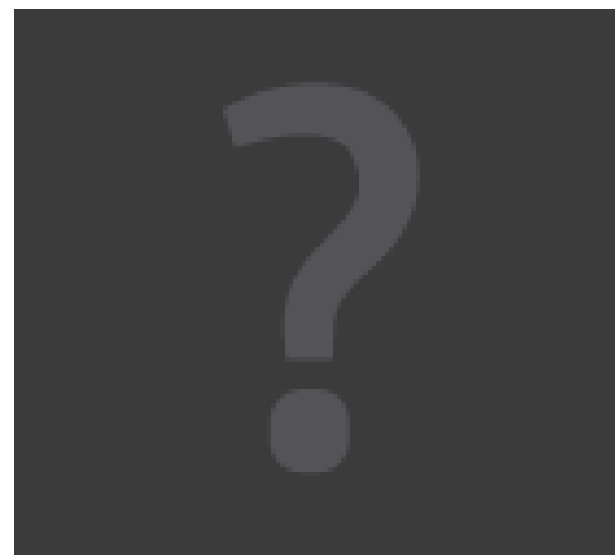
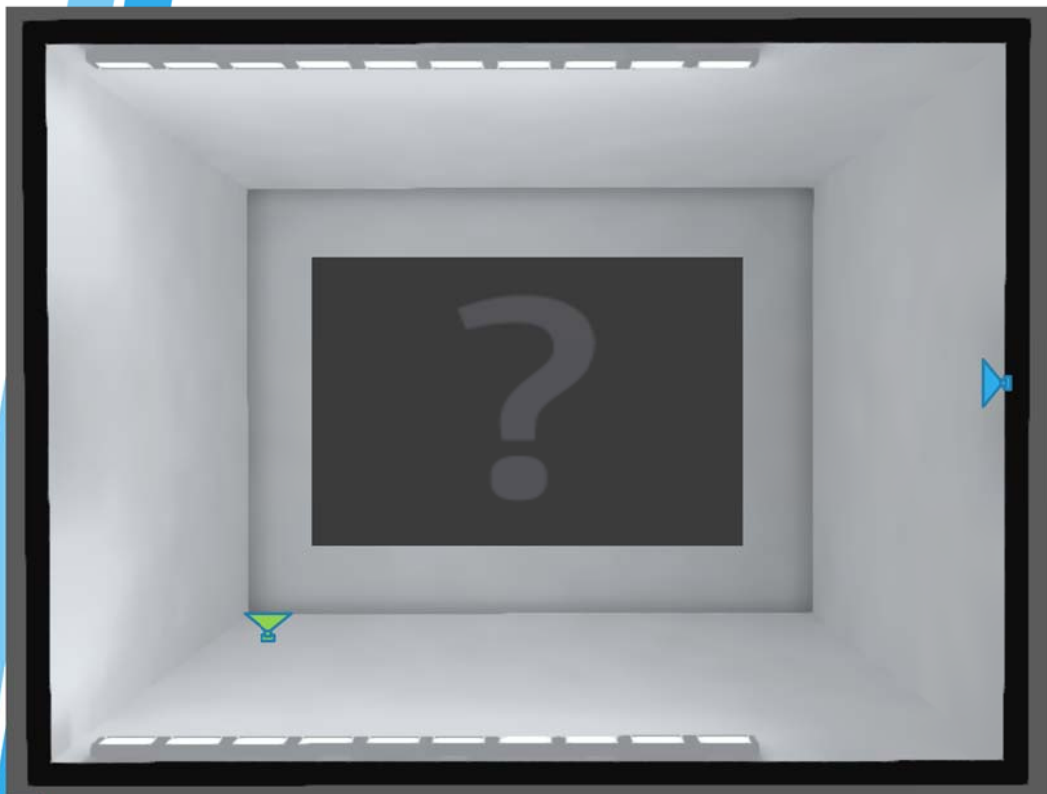
MODELLO A FROUDE COSTANTE (1:20 , 1:30)

PVC,  $n=0.0016\text{m}^{-1/3}\text{s}$

Velocità di apertura  $\approx 0.20\text{s}$

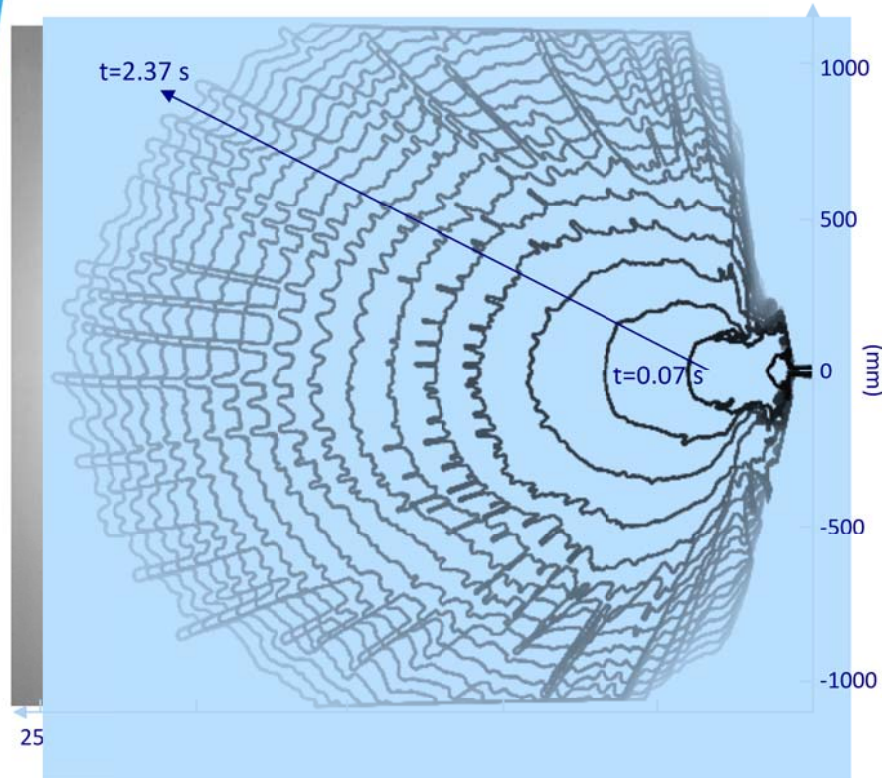
Serbatoio di monte  
1.5 x 1.5 x 0.5 m



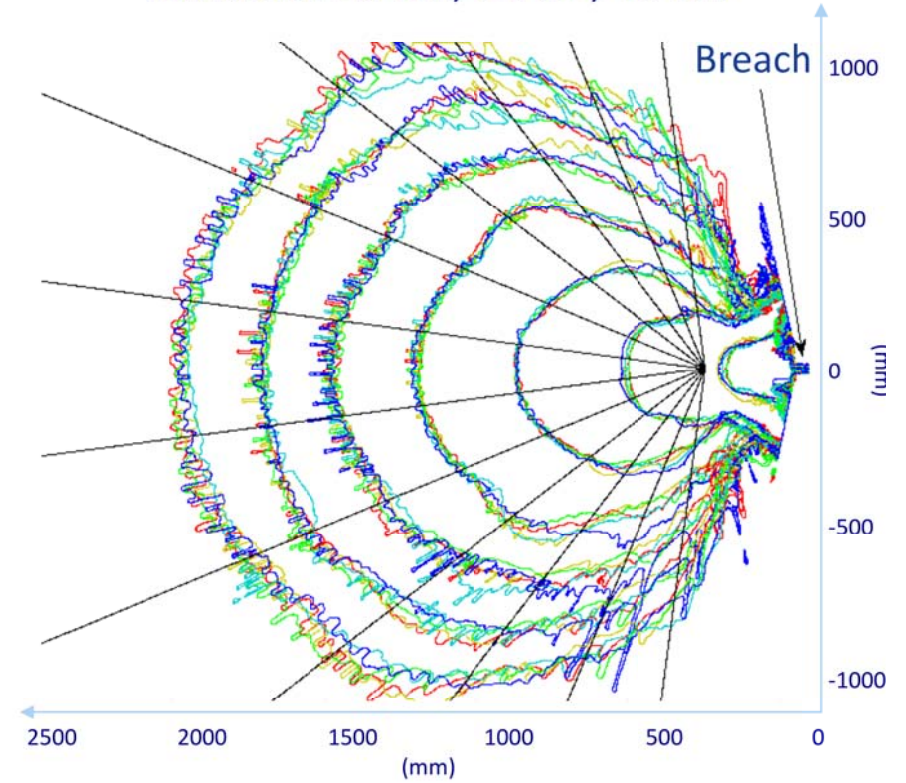


## ANALISI QUANTITATIVA - AVANZAMENTO DEL FRONTE

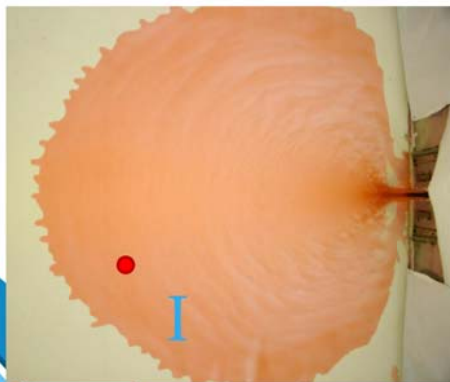
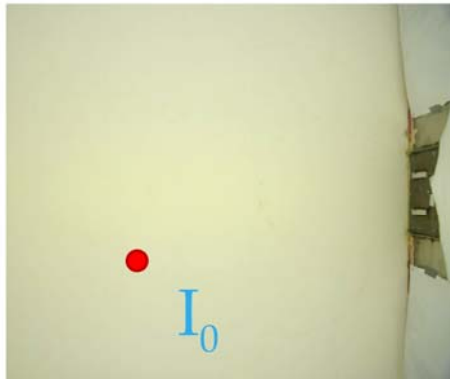
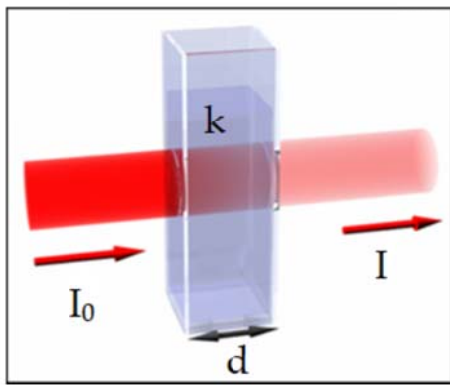
Avanzamento del fronte nel tempo



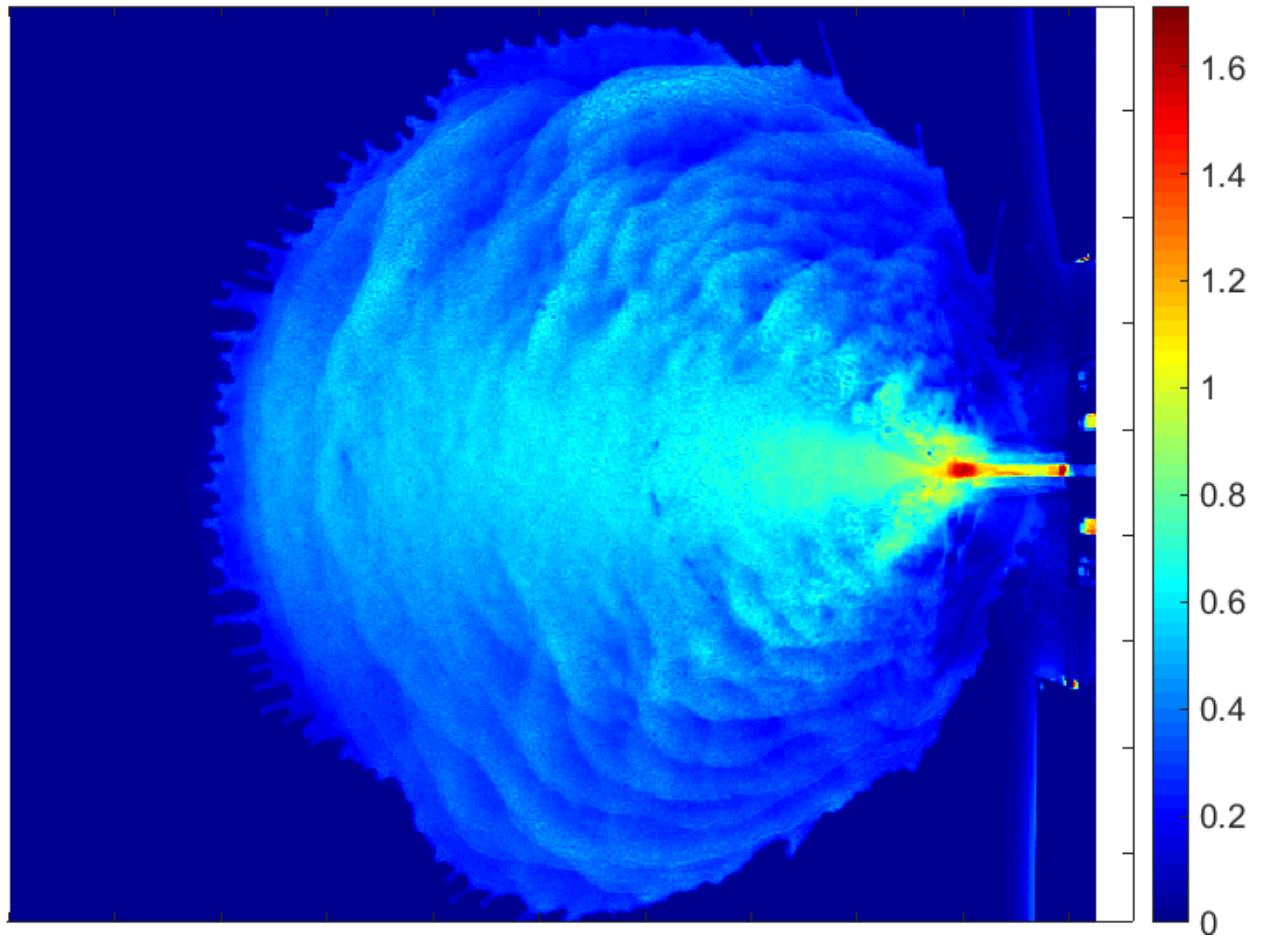
Profondità d'acqua iniziale nel serbatoio: 20 cm, 30 cm, 40 cm

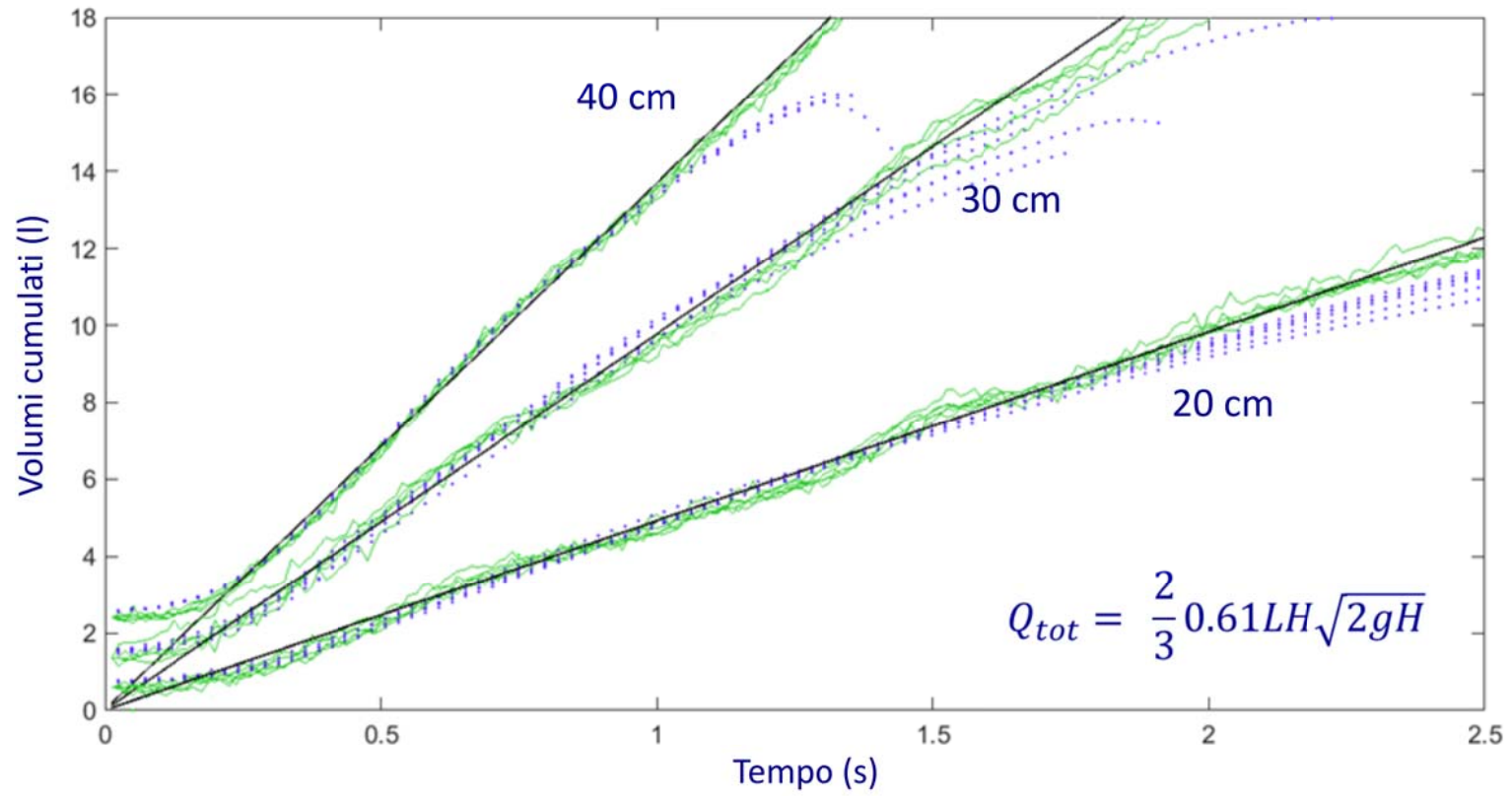


Ripetibilità: 5 esperimenti ciascuno



CAMPO DI ALTEZZE PER DAM BREAK LISCIO A 40 CM  
VALORI IN CM



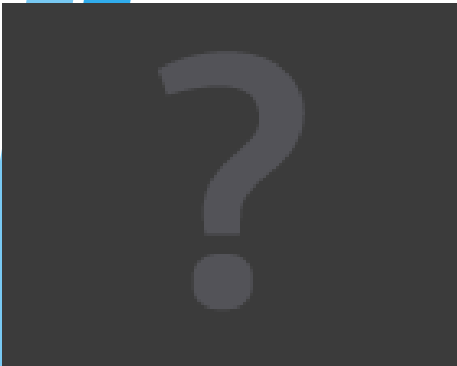


# VEGETAZIONE

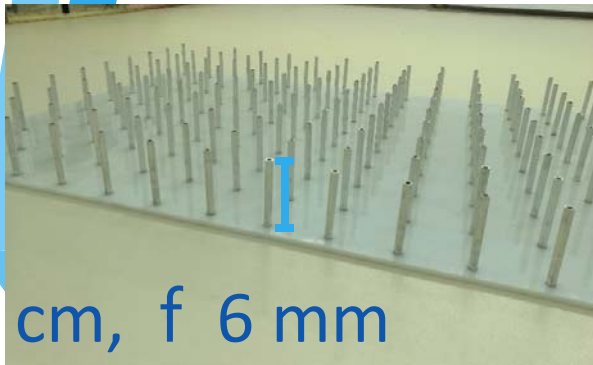
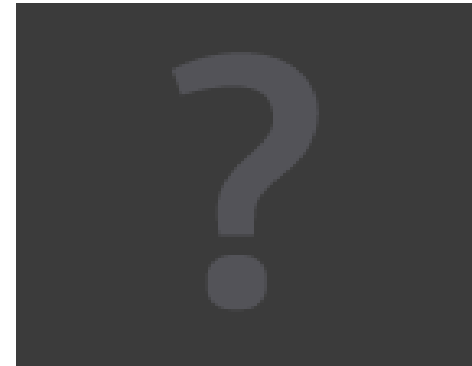
Fondo liscio

Maglia 10 x 10 cm

Maglia 5 x 5 cm



Angolo  
0°

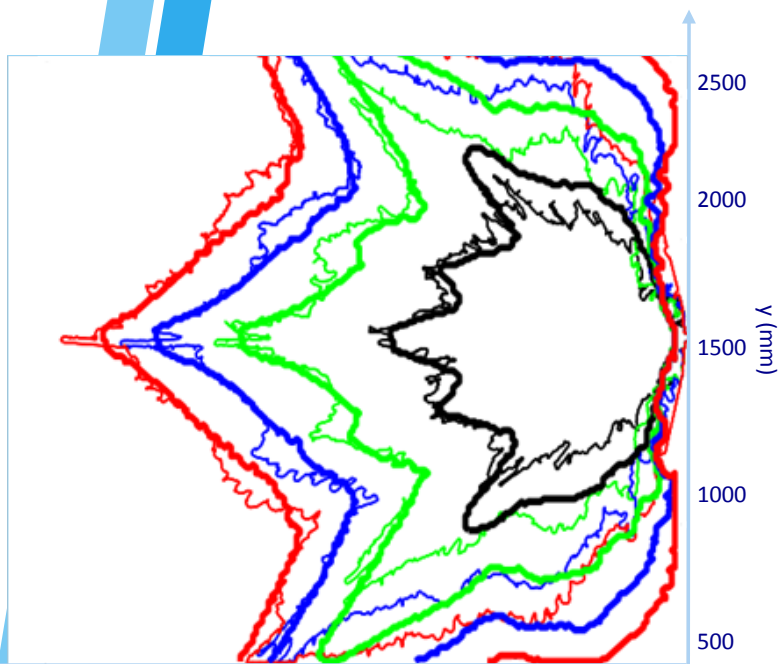


Angolo  
45°



5 cm, f 6 mm



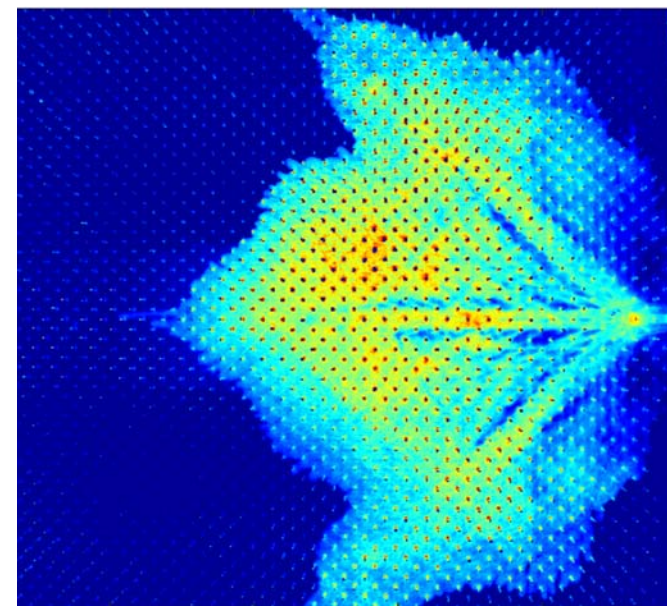
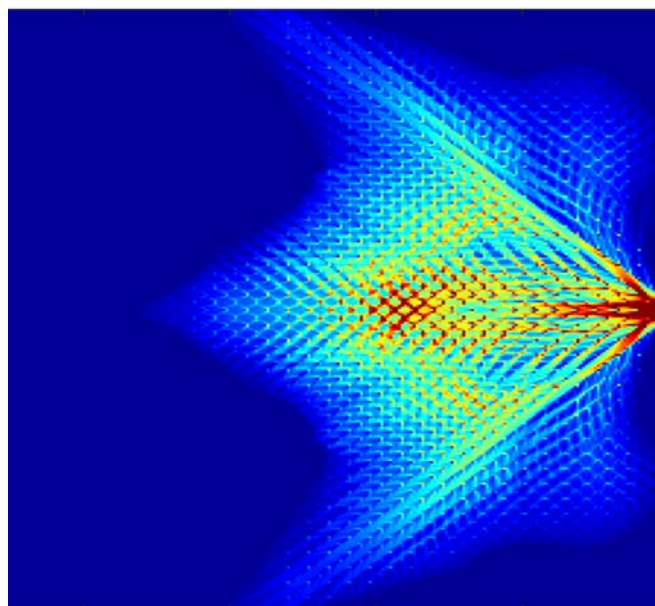


BreZo



BreZo

Lab

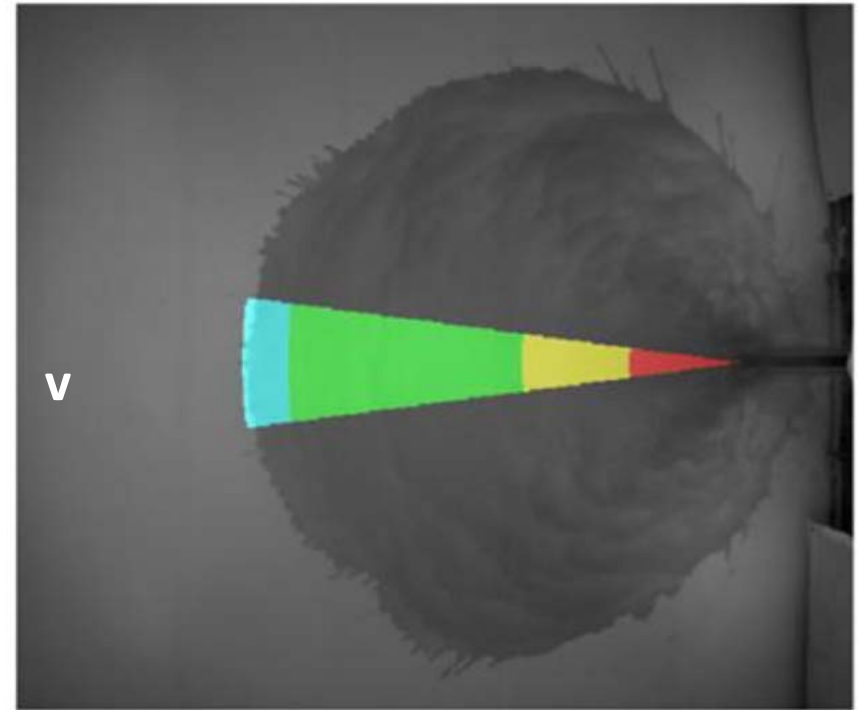
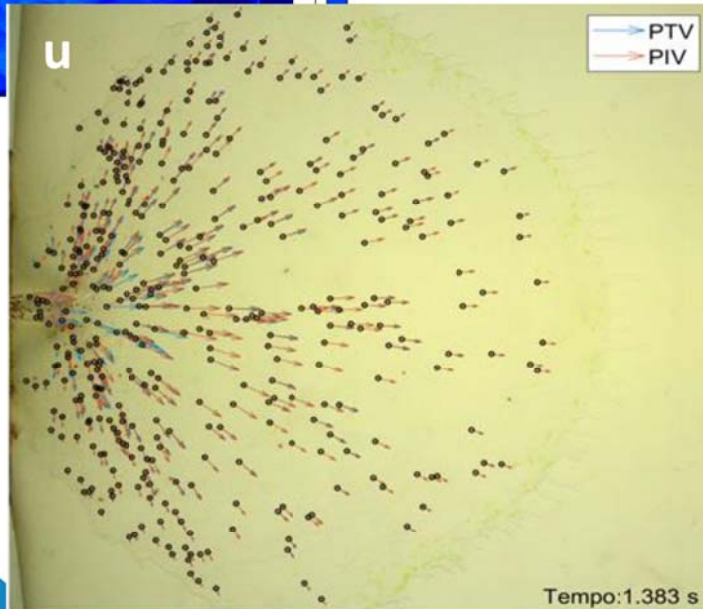
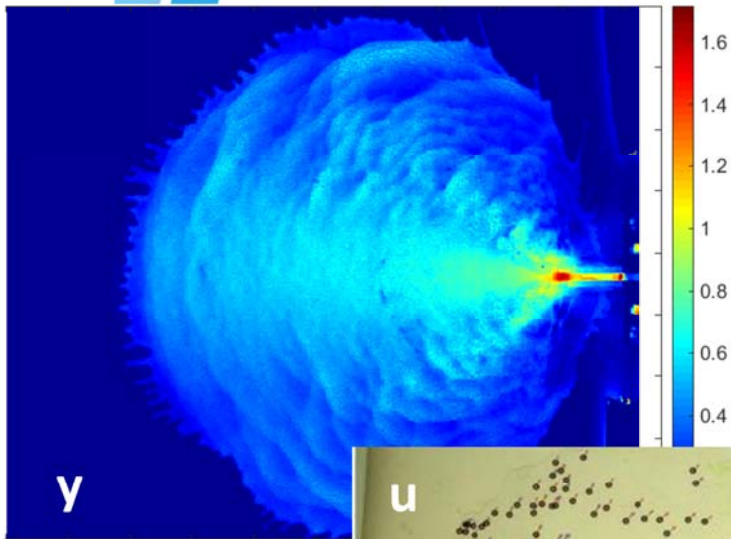


$t = 1.5$  s

2 4 6 8 10 12 14 (mm)

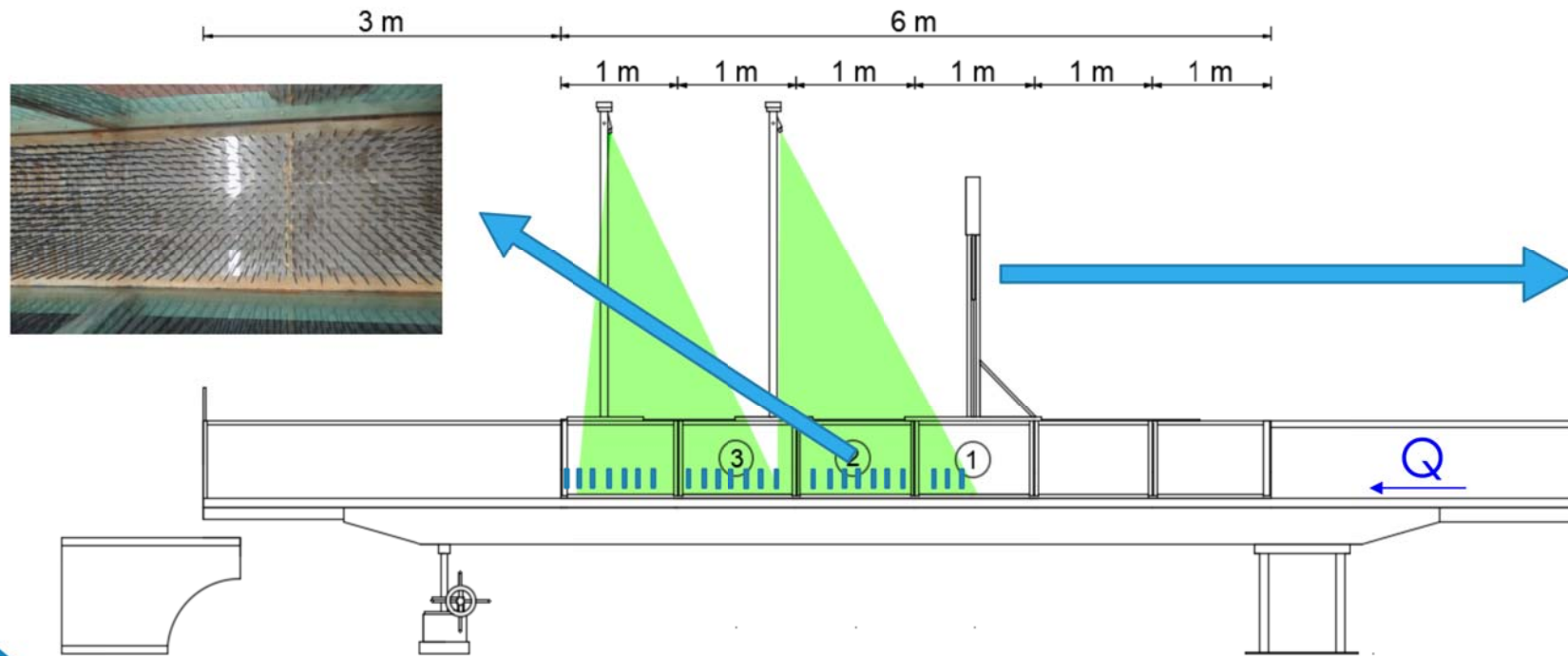
# VULNERABILITÀ

$$\gamma^* u = v$$



## LAB FISICO – influenza della vegetazione

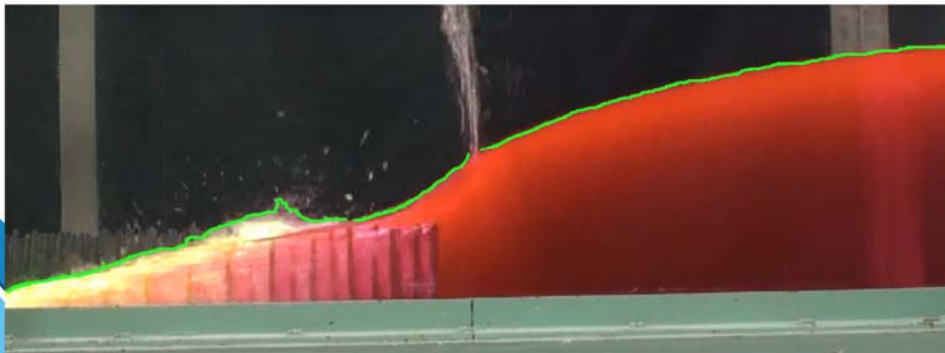
A valle dei piccoli invasi vi sono spesso scabrezze non tipiche quali boschi, vigneti, piantagioni!



Prove su fondo liscio e con macroscabrezze con:

$i_f = 0\% , 1\% , 2\% , 3\%$

$h_0 = 10 \text{ cm} , 15\text{cm} , 20\text{cm} , 25\text{cm} , 30\text{cm}$



Saint-Venant Equation (SVE):

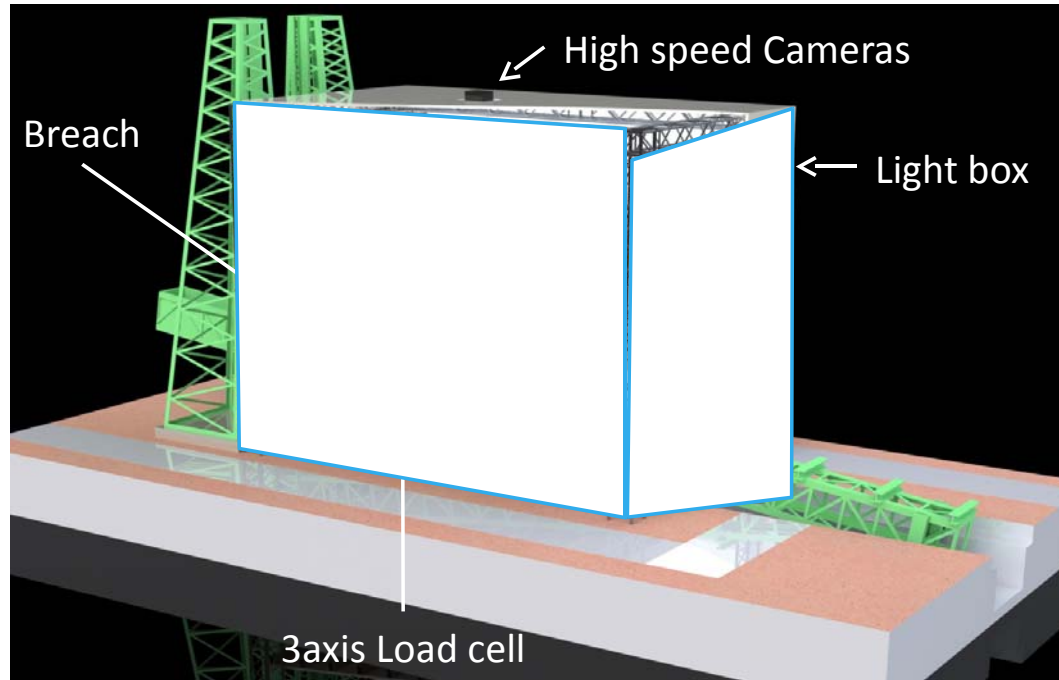
$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = g(S_o - S_f)$$

$$S_f = \left( \frac{C_d n D}{1 - \phi_v} \right) \frac{U^2}{2g}$$

## Nuove misure su caso 2D



## Work in progress



- Parametri modificabili:
  - Pendenza del piano
  - Densità, tipologia e disposizione delle macrocabrezze
  - Dimensioni del serbatoio
  - Dimensioni della breccia e tempo di apertura
- Variabili misurabili
  - Forma e velocità di propagazione dell'onda
  - Impatto (forze) su oggetti (edifici, ecc.)

# Grazie per l'attenzione.

Gruppo di lavoro: [Prof. Davide Poggi](#)  
Ing. Silvia Cordero, Ing. Mattia Melis, Dott. Jacopo Briano  
Dott. Alessandro Buzzerio, Dott. Mario Natali, Dott. Anna Dina D'Oria  
Dott. Marco Accoto

Ing. S. Cordero, Ph.D.  
*Politecnico di Torino - DIATI*