



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



I  
- -  
U  
- -  
A  
- -  
V  
Università Iuav  
di Venezia

# Rischio e paesaggio. Introduzione ai temi

Prof. Dr. Lorenzo Picco

[lorenzo.picco@unipd.it](mailto:lorenzo.picco@unipd.it)



## Paesaggio e fiumi

- Scala spaziale
- Dinamica del paesaggio
- Componenti sistema fiume
- Processi

## Rischio e fiumi

- Da cosa nasce il rischio idraulico
- Come mitigare il rischio idraulico
- Rischi associati alla tempesta Vaia
- Allargamento degli spazi fluviali

# Scala spaziale



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



Paesaggio



Bacino idrografico



Tratto fluviale

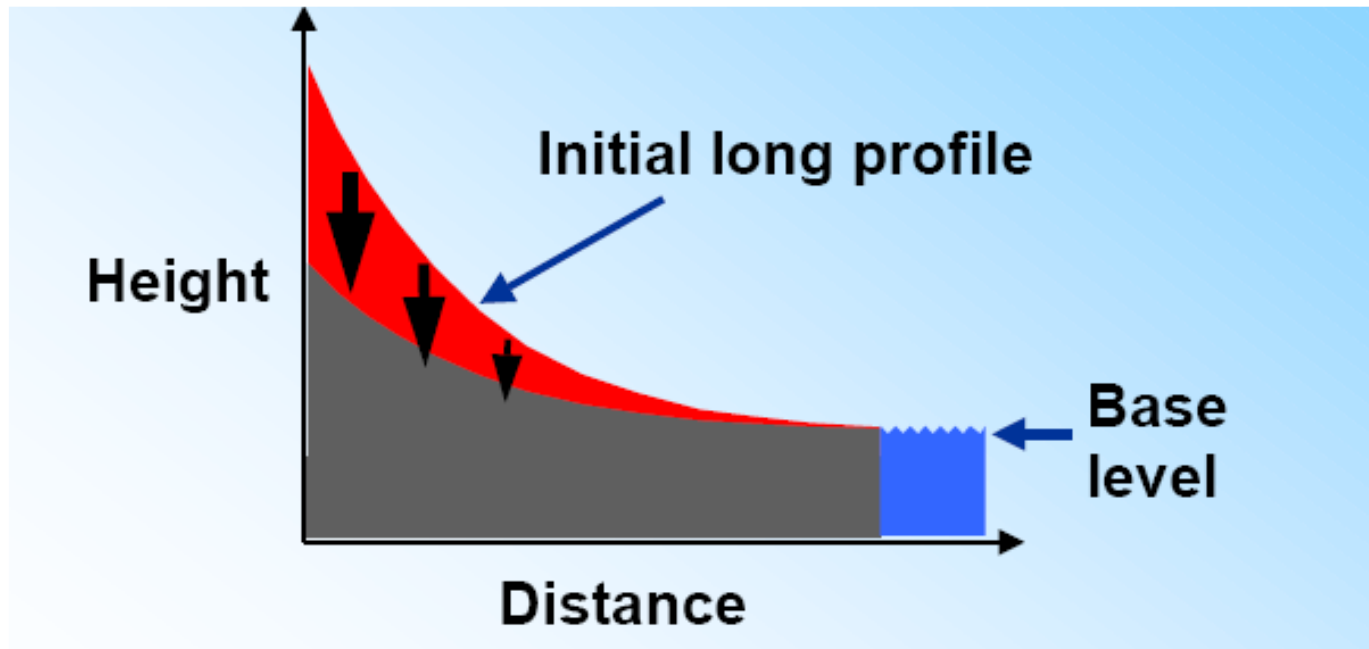


Unità morfologica

# La dinamica del paesaggio

Nel corso del tempo (milioni di anni), i fiumi hanno abbassato il paesaggio  
(*attraverso l'erosione*)

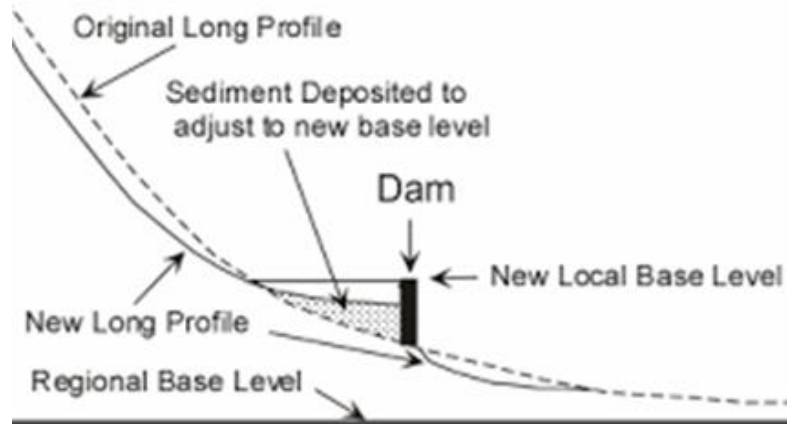
Il livello di base è la superficie più bassa fino alla quale un fiume può erodere.



# La dinamica del paesaggio



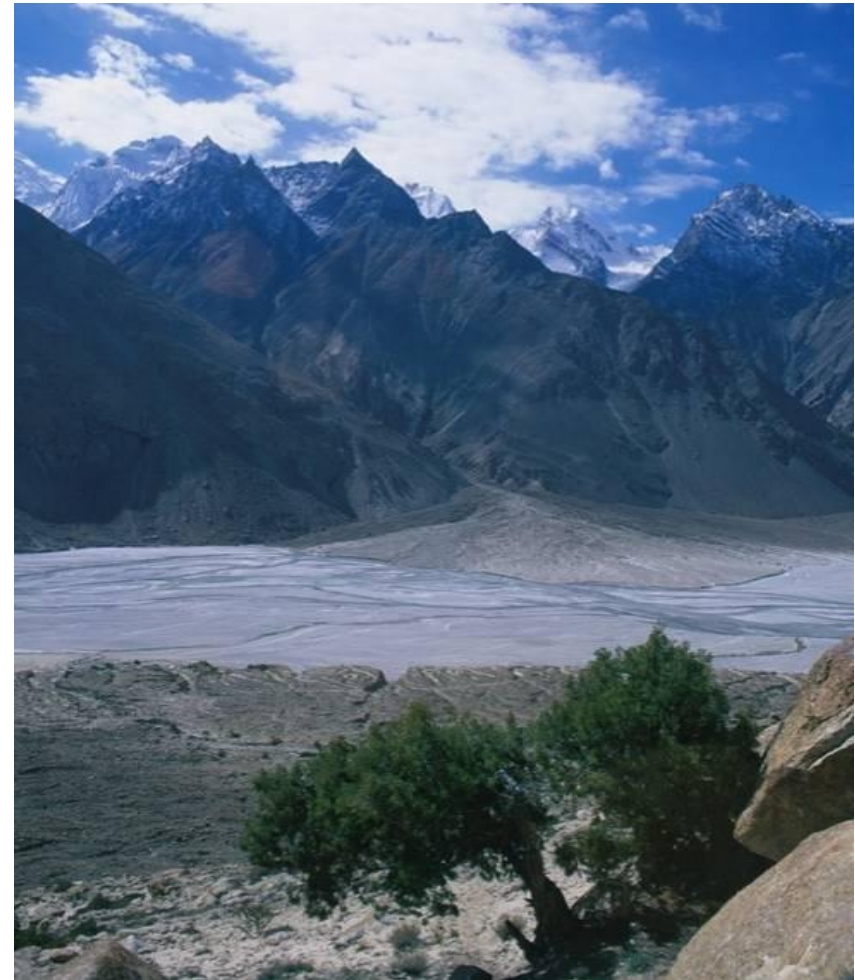
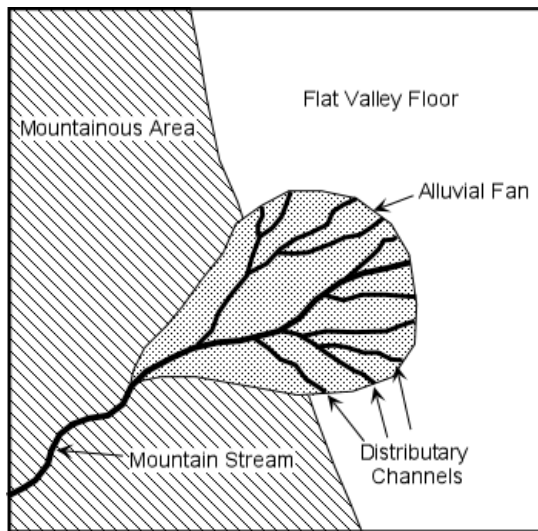
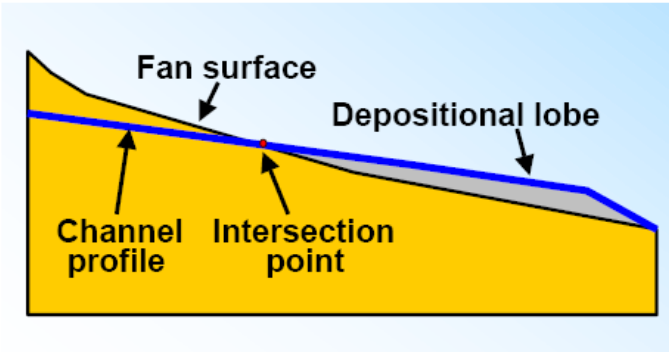
Livello di base locale: il livello in cui la velocità e il potere erosivo dell'acqua si perdono temporaneamente



Questo accade quando i fiumi entrano in un mare interno o in un lago (naturale o artificiale), quando un affluente si immette in un fiume più grande o quando una fascia di roccia (non erodibile) attraversa una valle



# La dinamica del paesaggio



# La dinamica del paesaggio



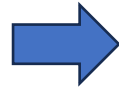
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**

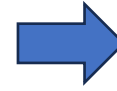


# La dinamica del paesaggio

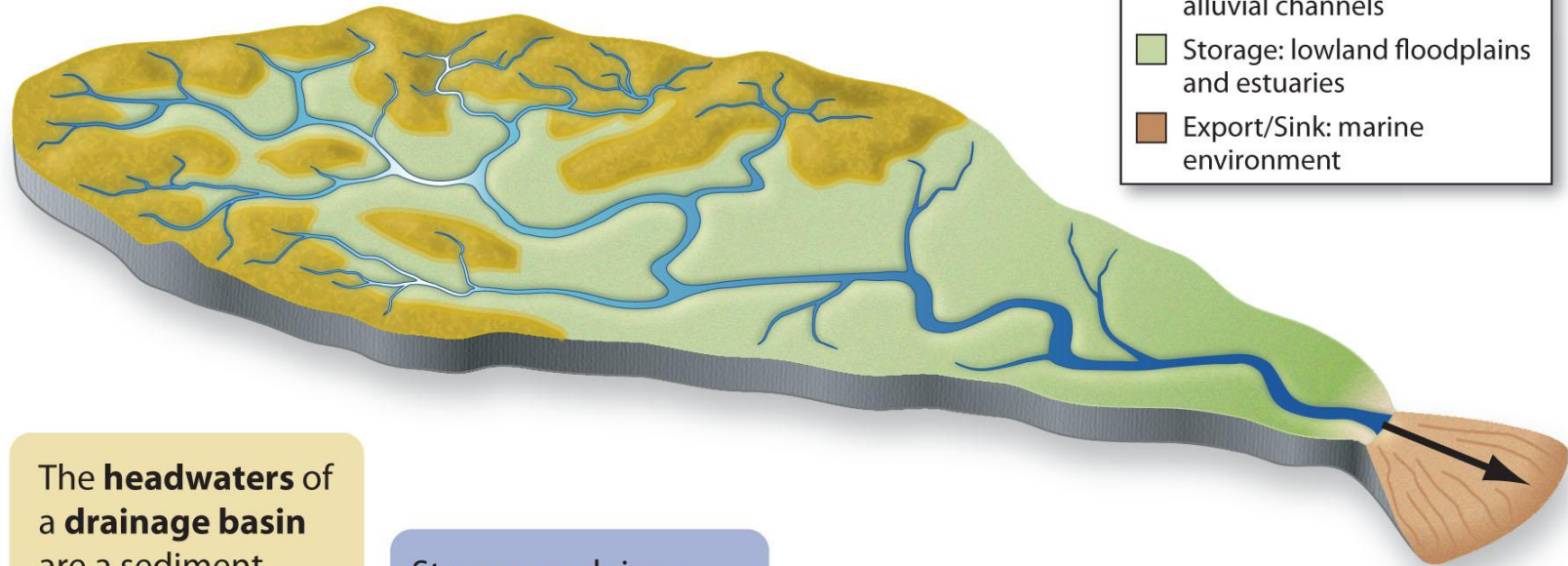
Erosione



Trasporto



Deposizione



- Sources: hillslopes, hollows, and colluvial channels
- Transport: bedrock and alluvial channels
- Storage: lowland floodplains and estuaries
- Export/Sink: marine environment

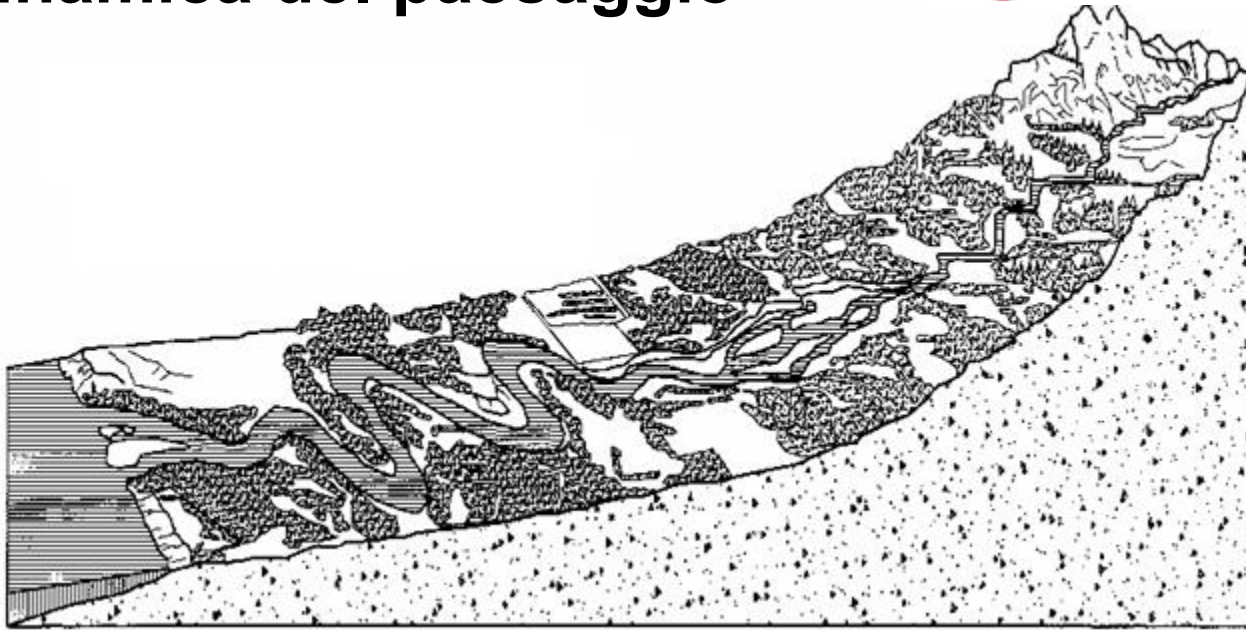
The **headwaters** of a **drainage basin** are a sediment source where weathering breaks down rocks and erosional processes deliver sediment to streams and rivers.

Streams and rivers both transport and store material through the interchange of sediment in transport with that stored in **floodplains**.

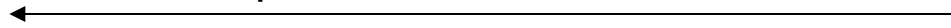
Lowland floodplains and **estuaries** are long-term depositional areas where sediment inputs may exceed sediment outputs.

Sediment making it through lowland and estuarine areas to the coast is exported to the marine environment, which is a long-term sediment sink.

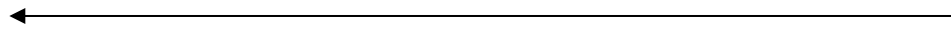
# La dinamica del paesaggio



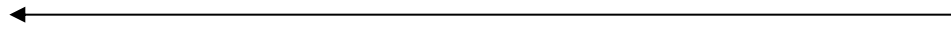
La pendenza diminuisce



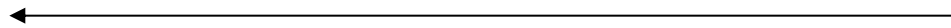
La portata aumenta



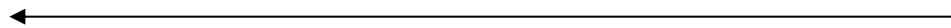
Il trasporto di sedimento aumenta



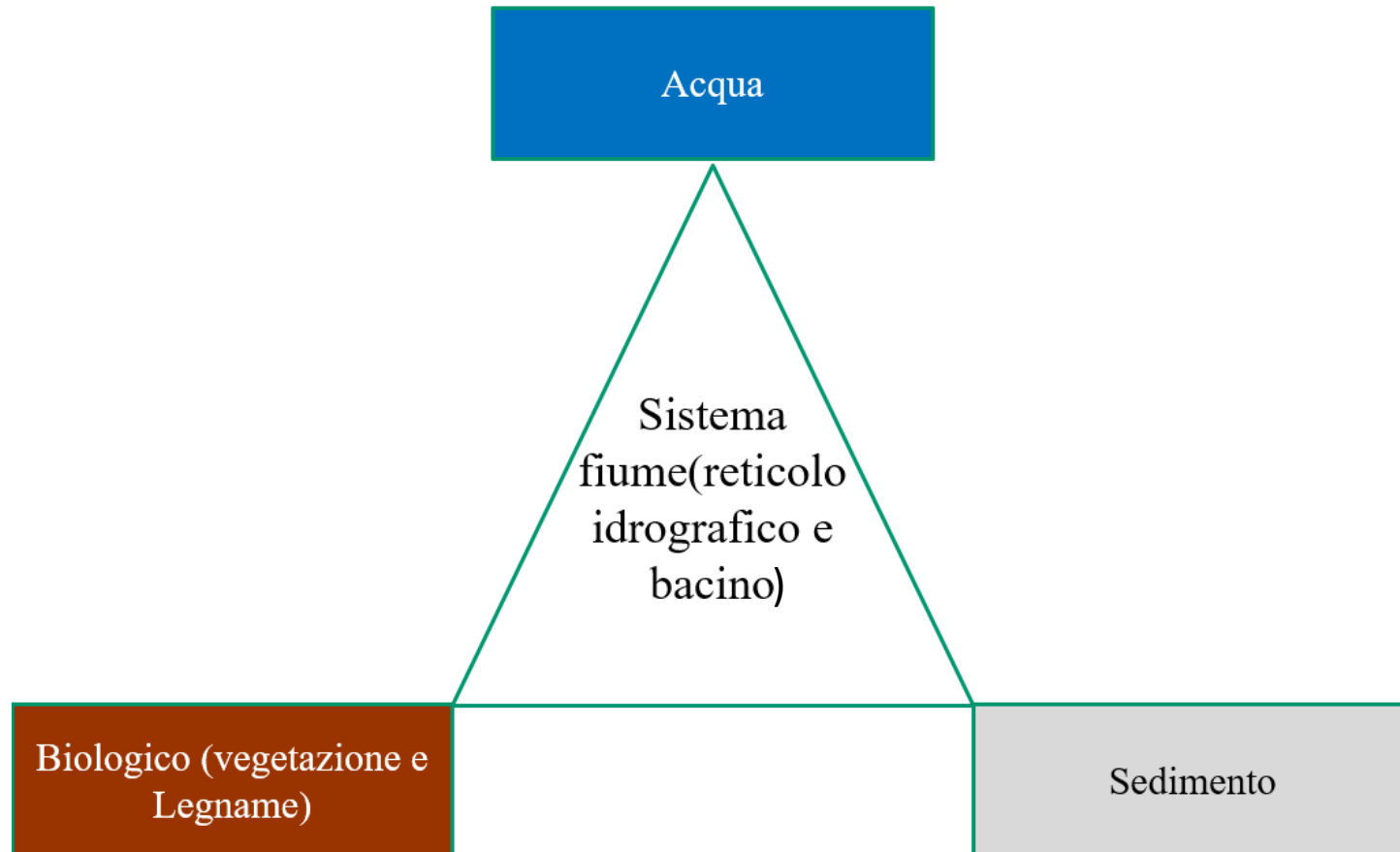
La dimensione del sedimento diminuisce



Aumento della materia organica



# Componenti Sistema fiume



# Componenti Sistema fiume



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**

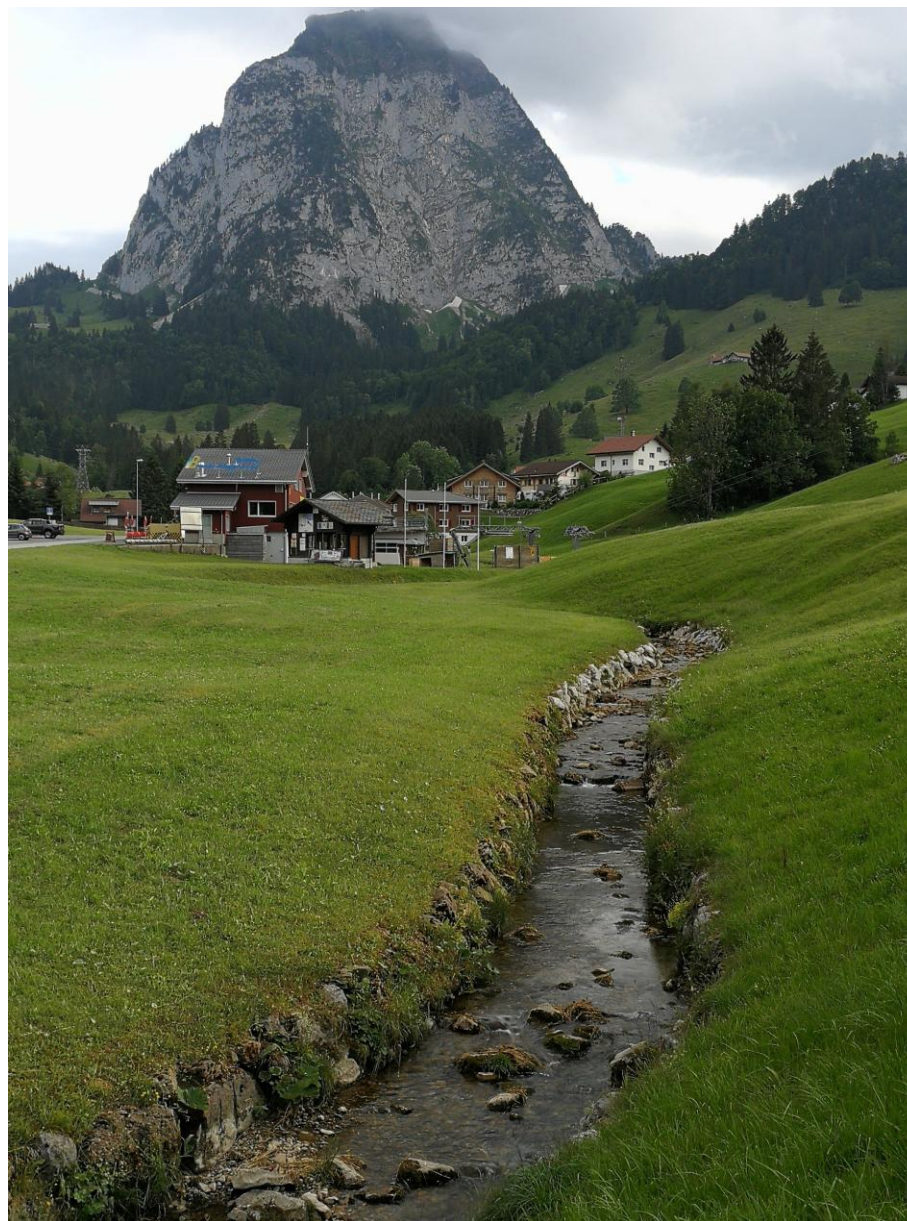


# Componenti Sistema fiume



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Componenti Sistema fiume



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Componenti Sistema fiume



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Componenti Sistema fiume

Versanti

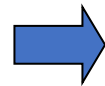


Versanti

Piana  
alluvionale

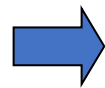
Alveo attivo

Versanti



Processi gravitativi

Piana alluvionale e alveo

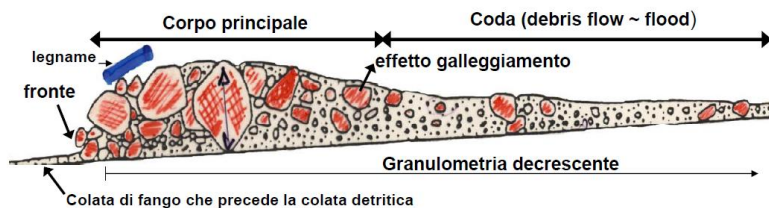


Processi fluviali

# Processi (gravitativi)

- Concentrazione sedimenti 30% -70% (maggiore del trasporto alluviale) e contenuto d'acqua maggiore delle frane
- Reologia complessa
- Alta densità (fino a 2000 kg/m<sup>3</sup>)
- Alta velocità (fino a 20 m/s)

Struttura flottante abbastanza omogenea: non assortita, non stratificata con massi in superficie

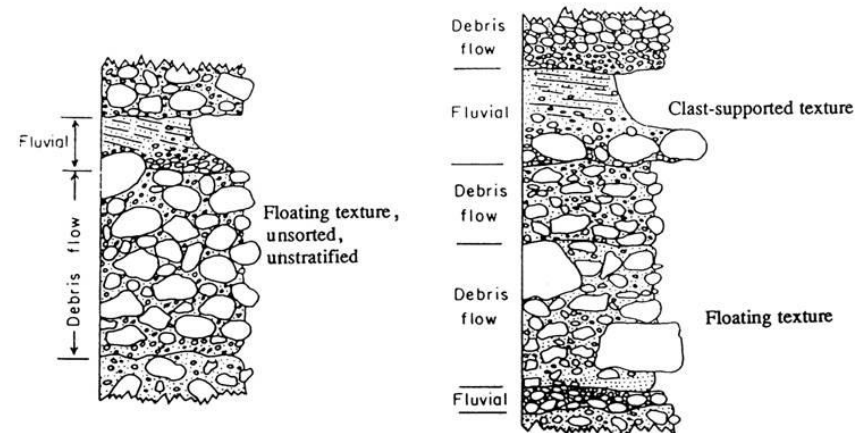


**RIGONFIAMENTO** – Prevale il materiale di grosse dimensioni  
stony debris flow ( $v = 1 \div 10$  m/s)

**CUNEO** – colata di fango: mud flow o stony debris flow  
piccole dimensioni ( $v = 1 \div 20$  m/s)

**CRESTA** – mud flow in scorrimento su fondo liscio o su mode  
pendenze

Nello scorrimento su sezioni ampie (p.e. su conoide) l'altezza della colata dipende dalle dimensioni maggiori dei massi.



# Processi (gravitativi)



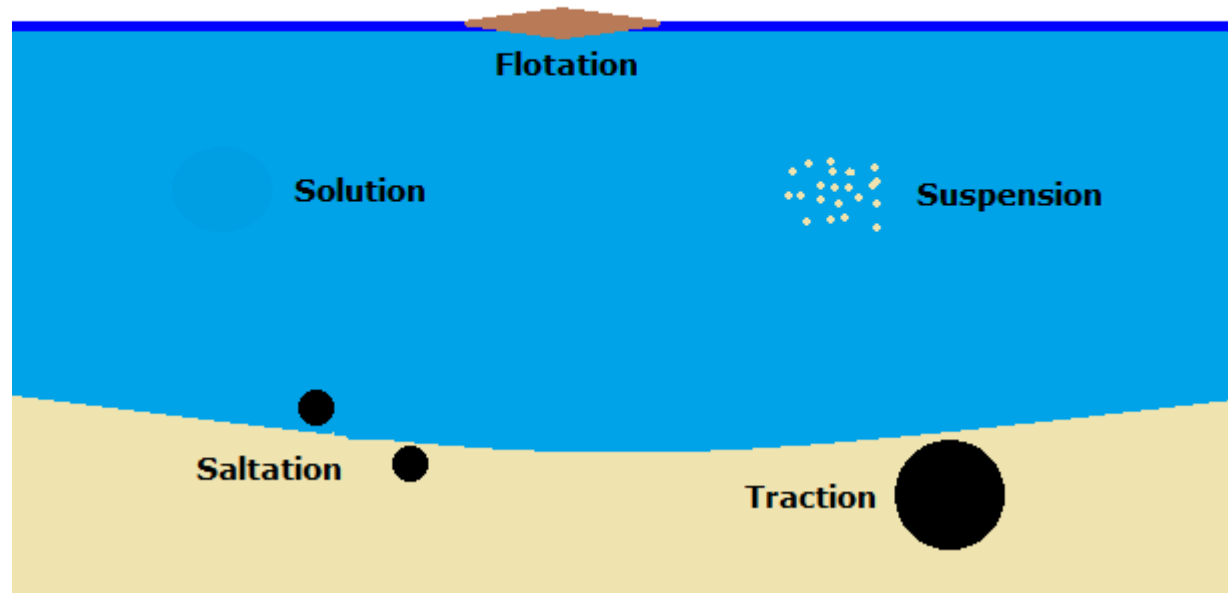
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



**FRONTE, CAM 3  
VELOCITA' 2 X**

# Processi (fluviali)



- Trasporto di fondo – trasporto grossolano sul fondo del canale;
  - Saltazione – materiale più piccolo che saltella sul fondo;
  - Sospensione – materiale leggero trasportato senza contatto con il fondo;
  - Soluzione – particelle dissolte in acqua;
  - Galleggiamento – oggetti leggeri che stanno in superficie.
- Concentrazione sedimenti  $< 5\%$  (10 per iperconcentrate)
  - Bassa densità (fino a  $1000 \text{ kg/m}^3$ )
  - Bassa velocità (fino a  $5 \text{ m/s}$ )

# Processi (fluviali)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Processi (fluviali)



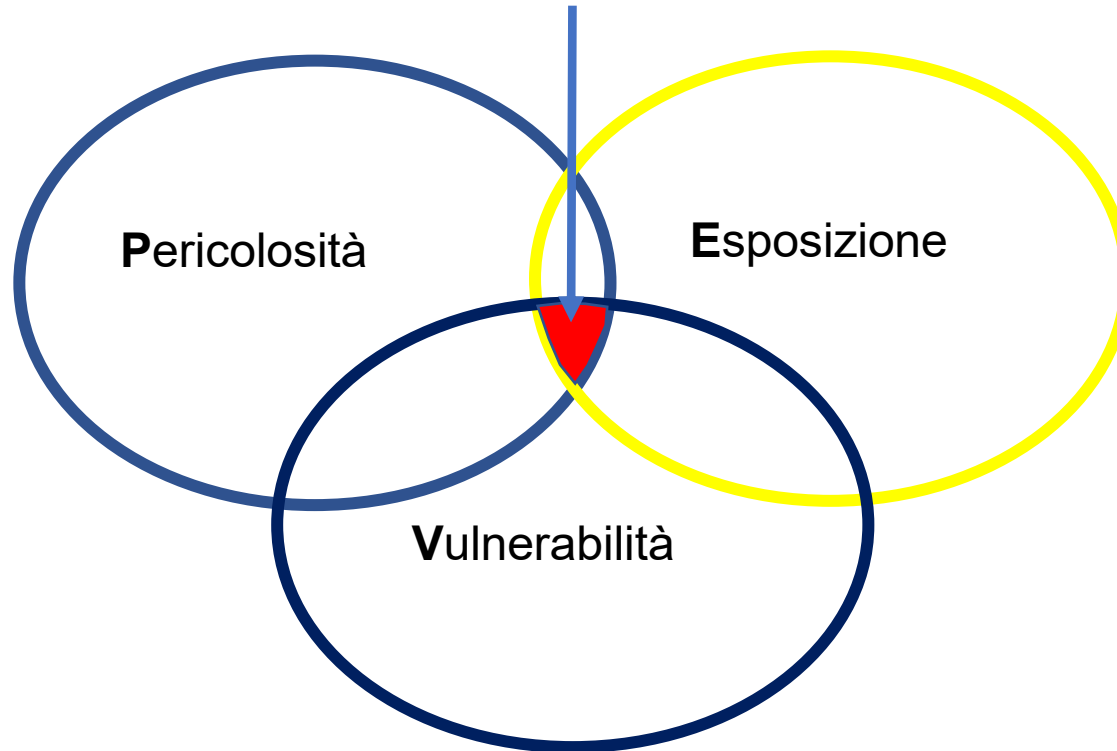
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Da cosa nasce il rischio idraulico

$$\text{Rischio} = P \times E \times V$$

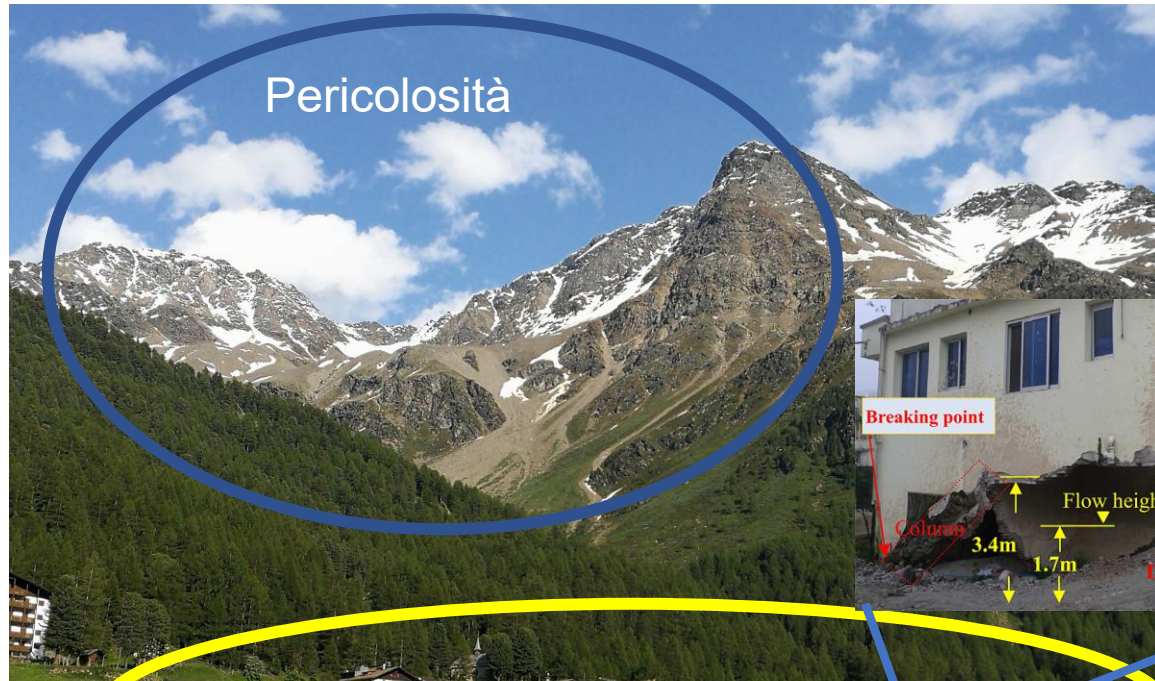


Pericolosità: la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area.

Vulnerabilità: propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.

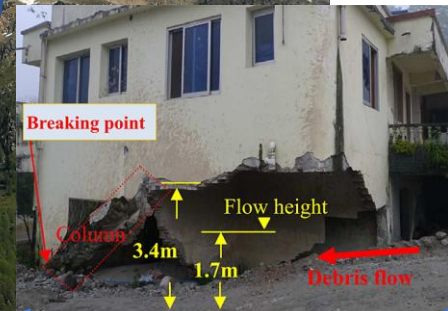
Esposizione: è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area

# Da cosa nasce il rischio idraulico



Pericolosità

Vulnerabilità  
fisica



Breaking point

Flow height

Collasso

3.4m

1.7m

Debris flow



Vulnerabilità sociale



Esposizione

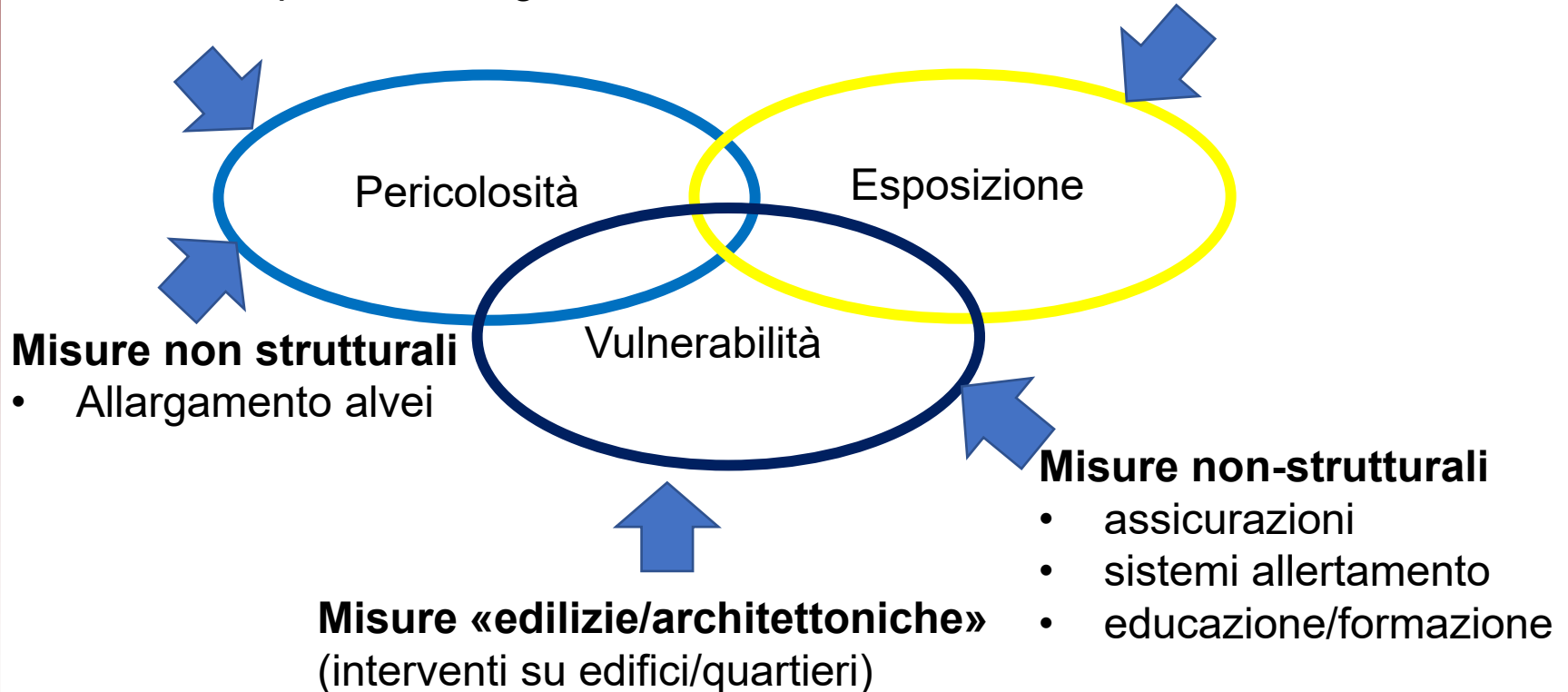
# Come mitigare il rischio idraulico?

## Misure strutturali

- Briglie (di trattenuta e consolidamento)
- Argini
- Casse espansione, dighe laminazione

## Misure non-strutturali

- rilocalizzazioni
- vincoli urbanistici
- sistemi allertamento



# Come mitigare il rischio idraulico?

## Interventi strutturali

### Pro

- In alcuni casi necessario (a meno di non delocalizzare)
- Interventi ben progettati possono essere «win-win»

### Contro

- Costi
- Impatti ambientali
- Aumento esposizione (effetto «falsa sicurezza»)
- Aumento pericolo residuo (rottture e cedimenti)

da Comiti

Il rischio idraulico per eventi estremi è generalmente aumentato negli anni, nonostante le opere realizzate!



# Come mitigare il rischio idraulico?

## Interventi non strutturali

- Mappatura del pericolo e vincoli urbanistici stringenti (E)
- Sistemi di monitoraggio ed allerta (E/V)
- Delocalizzazione di edifici e strade più a rischio (E)



- Educazione della popolazione a percepire e «convivere» con un certo grado di rischio (E)
- Piani assicurativi «calmierati» dallo Stato (V)
- Allargamento degli spazi dedicati alla dinamica fluviale (P/E/V)

# Come mitigare il rischio idraulico?

La necessità di progettare case «anti-piena»

Floodproofing – cross-section of a sandbag dyke

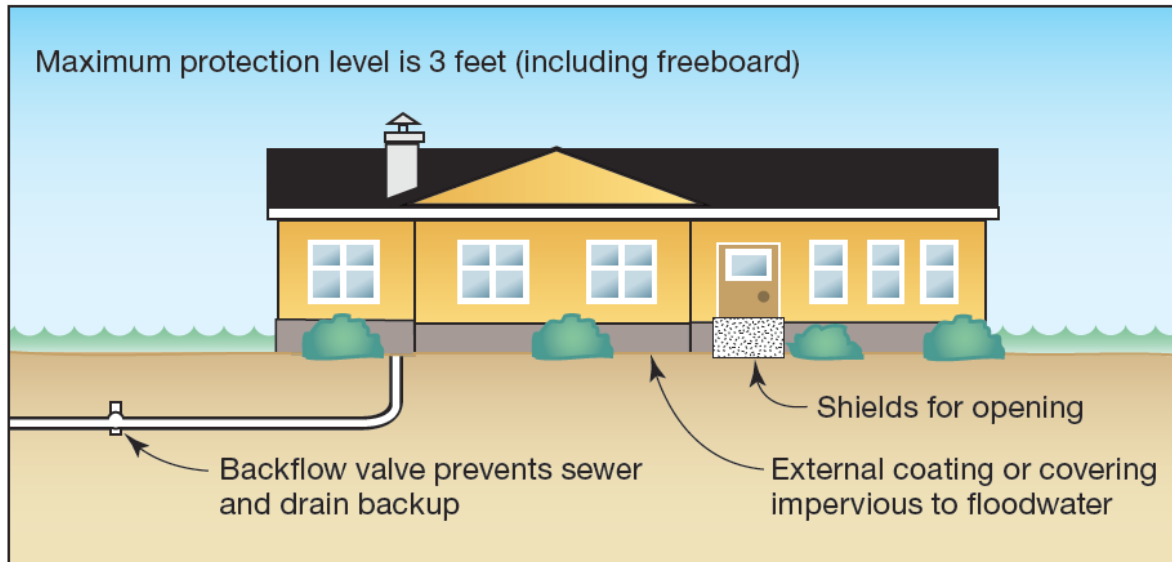
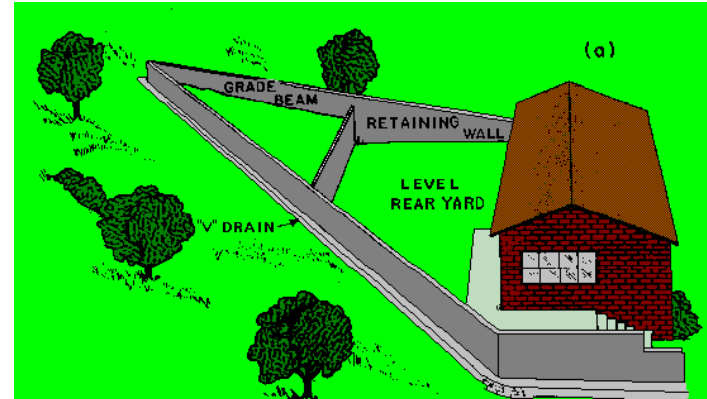
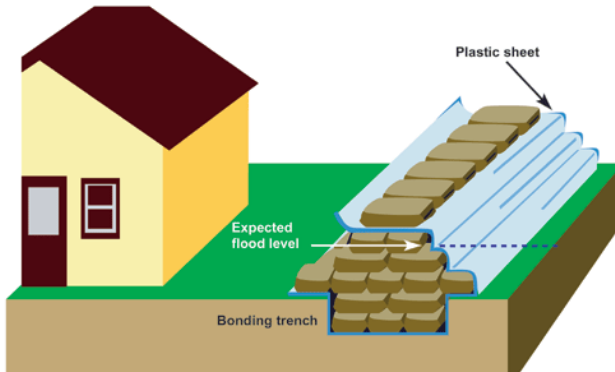


Figure 15-11.  
Dry floodproofed  
structure

# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Rischi associati alla tempesta Vaia

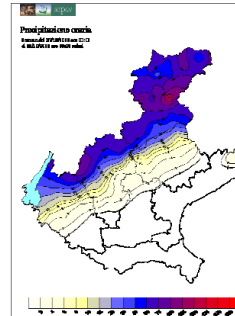
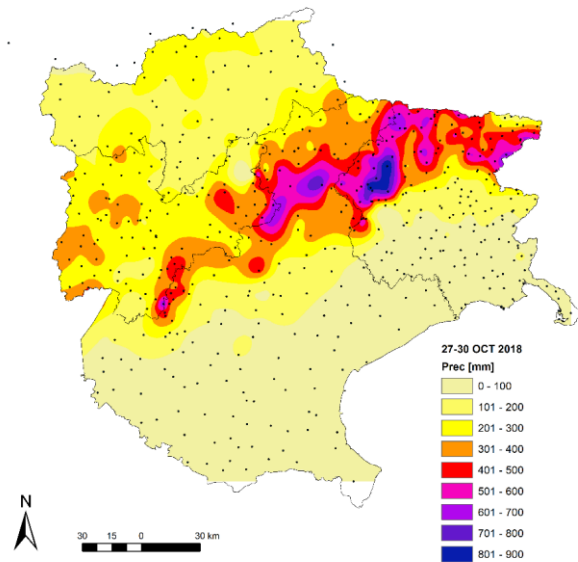


Figura 2 - Precipitazione totale giornaliera Sabato 27

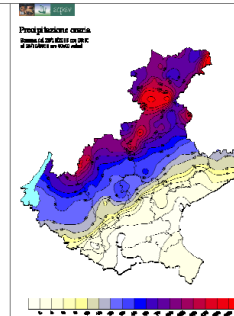


Figura 3 - Precipitazione totale giornaliera domenica 28

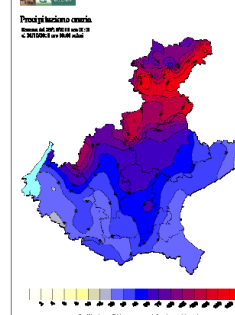


Figura 4 - Precipitazione totale giornaliera lunedì 29

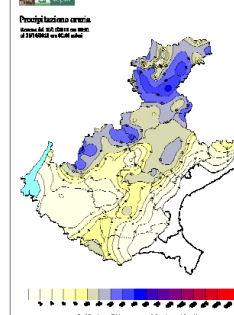
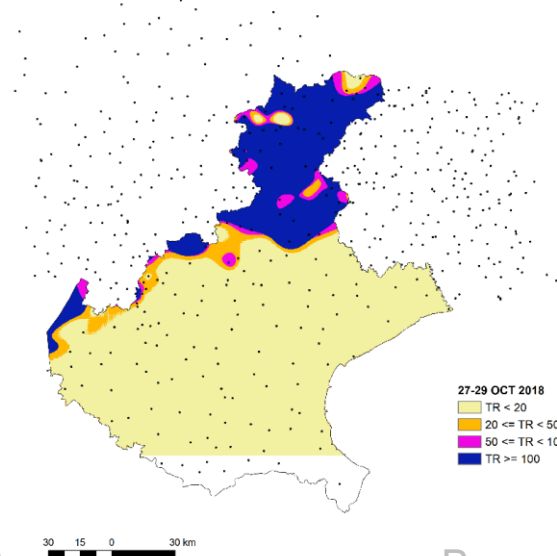


Figura 5 - Precipitazione totale giornaliera martedì 30

Sabato: 100 km/h  
Domenica: 120 km/h  
Lunedì: 200 km/h  
Martedì: 100 km/h  
(ARPAV)

Sabato: 168 mm  
Domenica: 285 mm  
Lunedì: 251 mm  
Martedì: 48 mm  
(ARPAV)

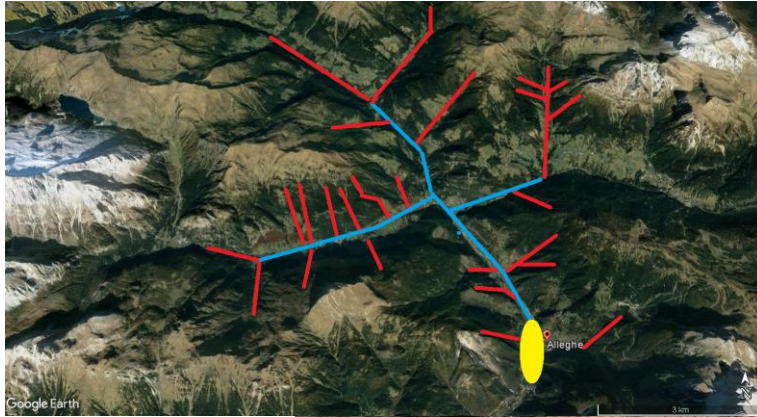


# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**

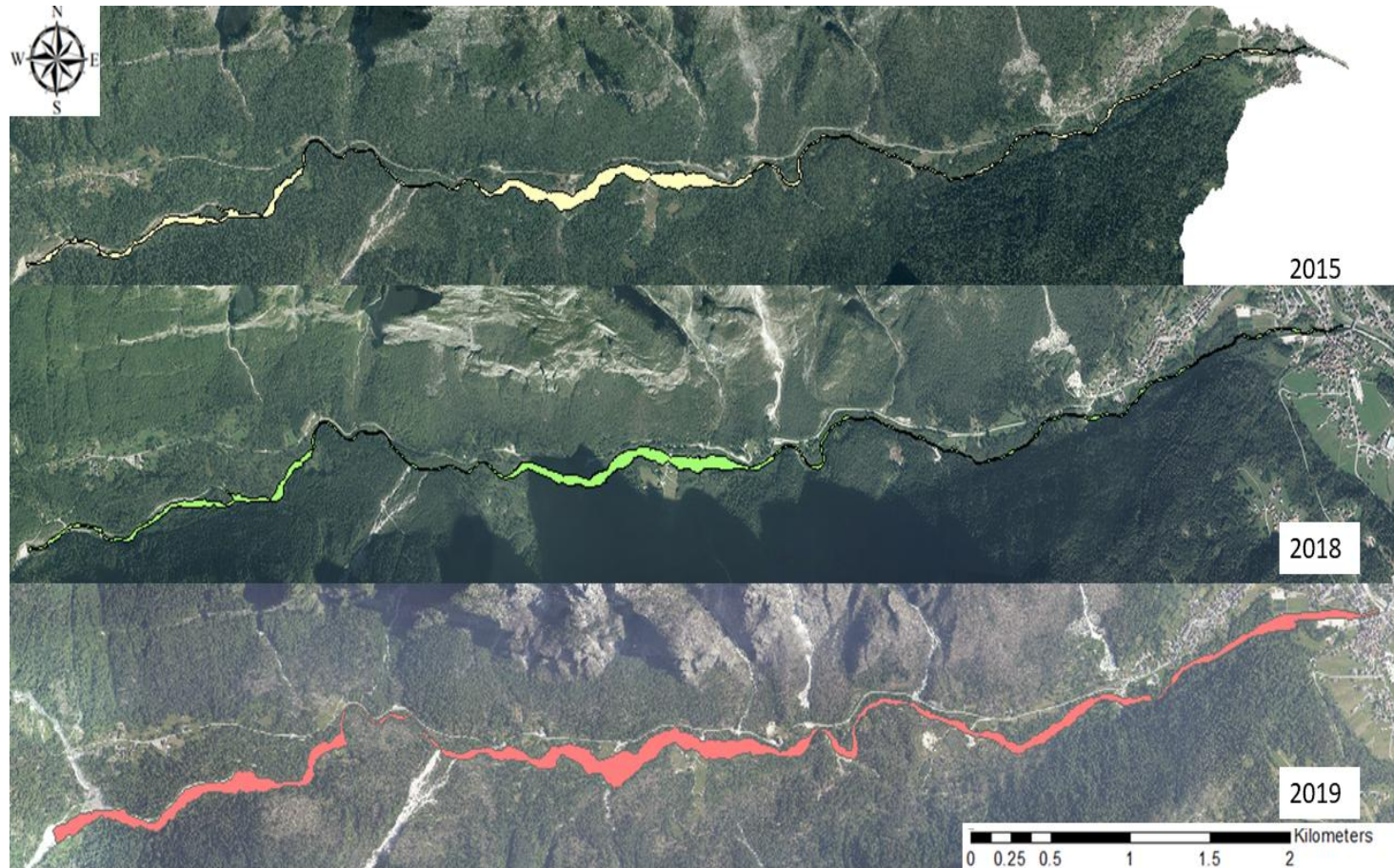


# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



Dimaro, Val di Sole (foto: Borga)



# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Rischi associati alla tempesta Vaia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**



# Allargamento degli spazi fluviali (riqualificazione)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**T=SAF**



T. Aurino (BZ)



Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

# Allargamento degli spazi fluviali (riqualificazione)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

TESAF



Riqualificazione fluviale: T. Mareta (BZ)

Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

Misure strutturali



Misure non strutturali

Grazie per l'attenzione

[lorenzo.picco@unipd.it](mailto:lorenzo.picco@unipd.it)