

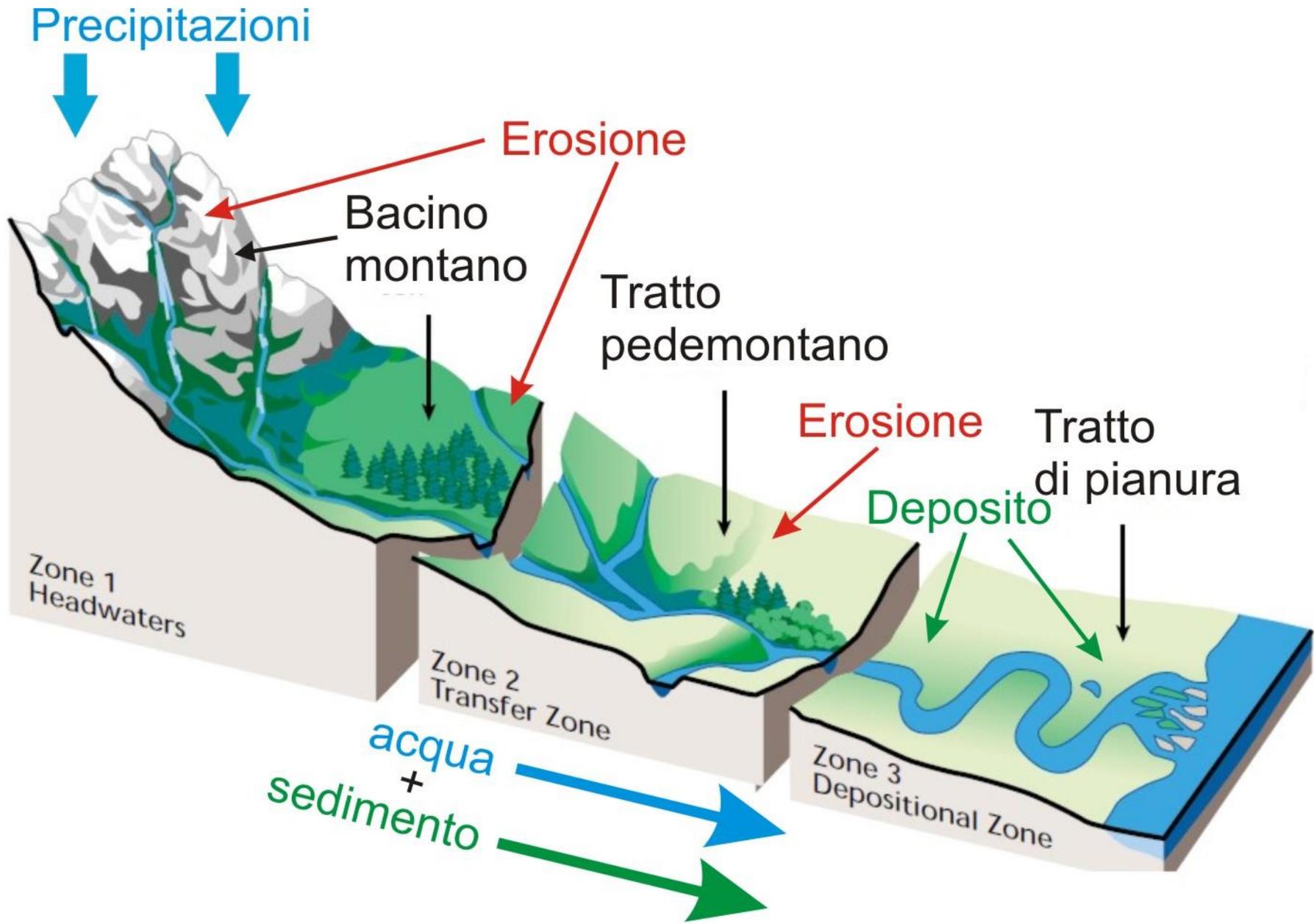


DINAMICA FLUVIALE E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Prof. Paolo Billi

**Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra
Università di Ferrara**

bli@unife.it



Eventi alluvionali

Bacino montano



- Onda di piena molto rapida ed intensa
- Grande energia della corrente 30-50 watt /m²
- Grande quantità di sedimenti grossolani (massi, ciottoli, sabbia) - sed/acqua = 0.6-0.3.
- Frane, espansione del reticolo idrografico
- Aumento della larghezza dell'alveo

Tratto pedemontano



- Onda di piena intensa, ma più lenta
- Minore energia specifica
- Sedimenti medio-fini, ghiaia e sabbia
- Erosione di sponda

Tratto di pianura



- Grande volume di acqua defluita, onda di piena lenta e prevedibile
- Grande energia in alveo, bassa energia nella piana alluvionale
- Sedimenti fini sabbioso-limosi
- Erosione di sponda naturale e di argini

Eventi alluvionali disastrosi in alvei di tipo montano:

- Cardoso 1996
- Sarno 1998
- Monterosso 2011
- Genova 1970, 2011





Alvei montani:
++ pendenza = ++ velocità
del flusso = ++ energia
distruttrice



Eventi alluvionali disastrosi in alvei di tipo pedemontano:

- Arno a Firenze 1966
- Serchio 2009
- Magra 2011

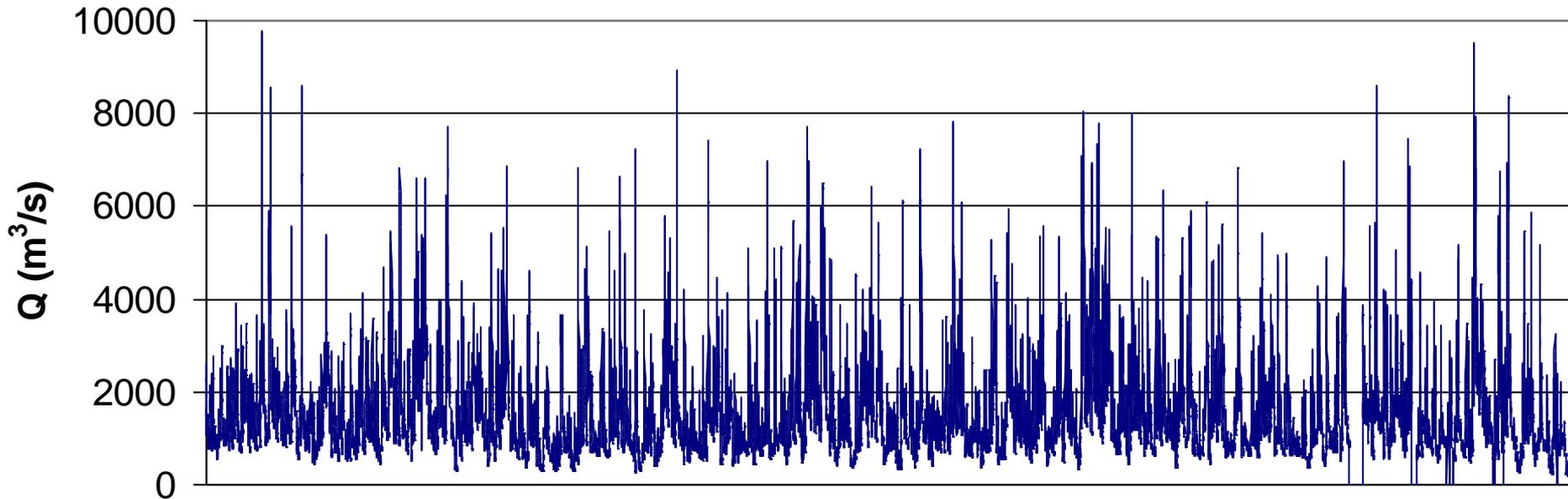


Eventi alluvionali disastrosi in alvei di pianura:

- Po 1951, 1999
- Arno a Pisa 1966
- Tevere 2008

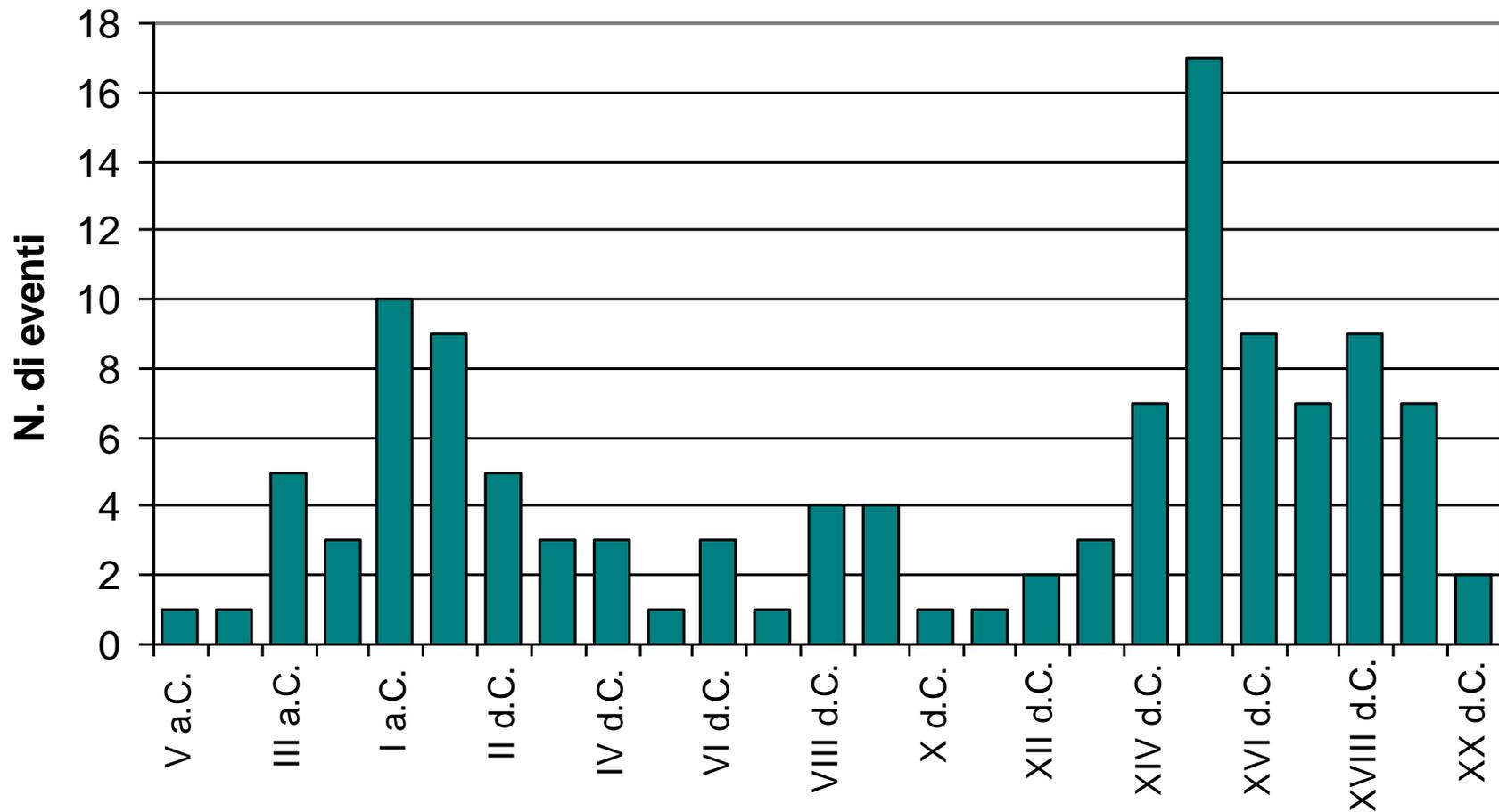


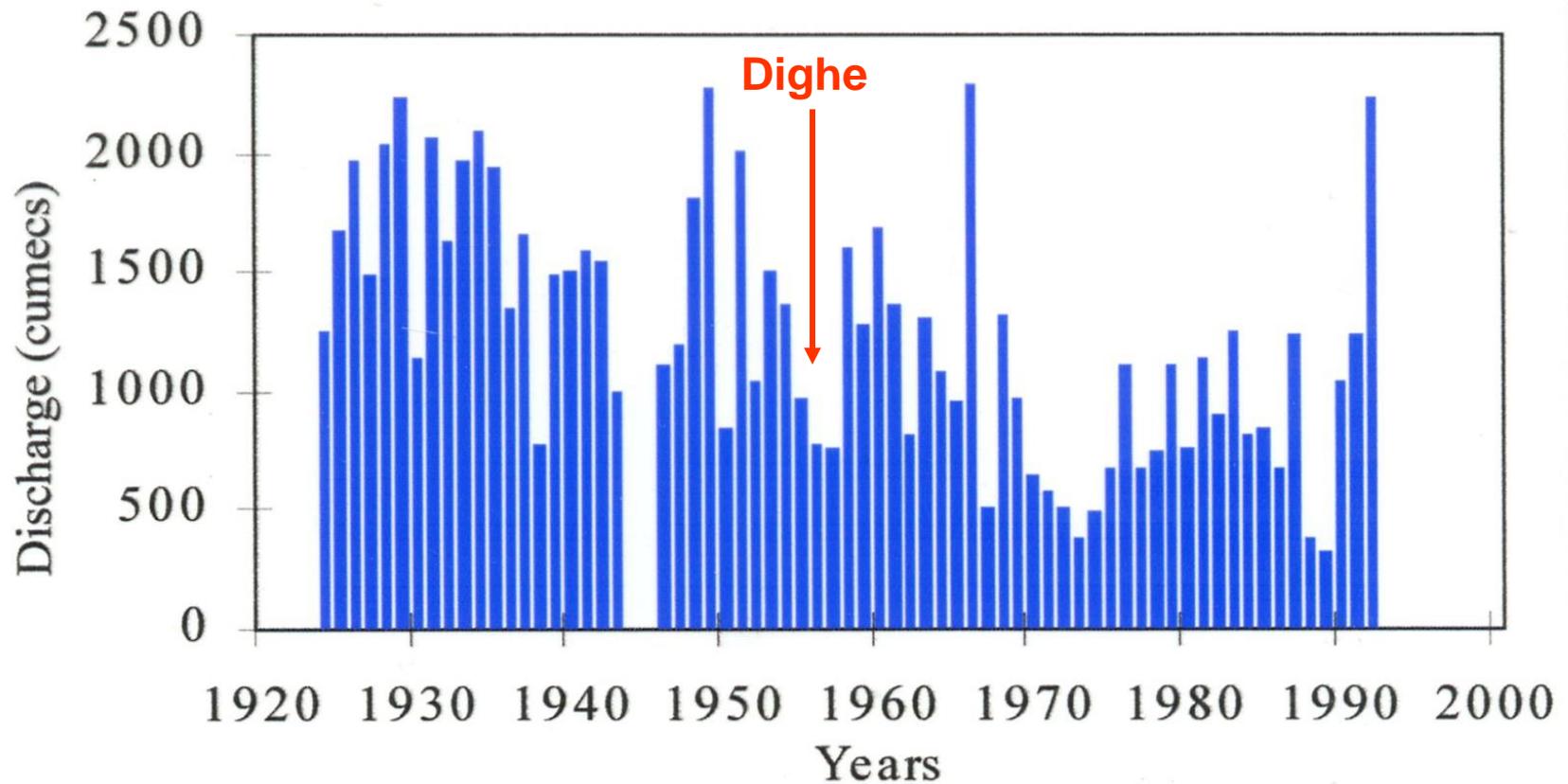
The Po River @ Pontelagoscuro (1923-2006)



Nessuna chiara evidenza di aumento delle piene
(argini, dighe, abbassamento dell'alveo)

Alluvioni del F. Tevere



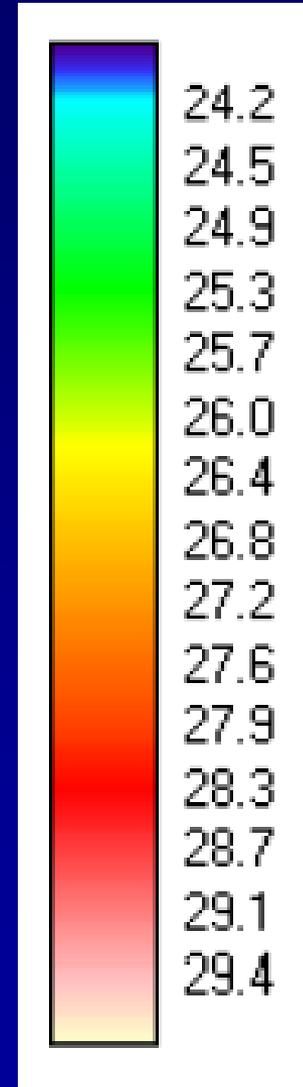
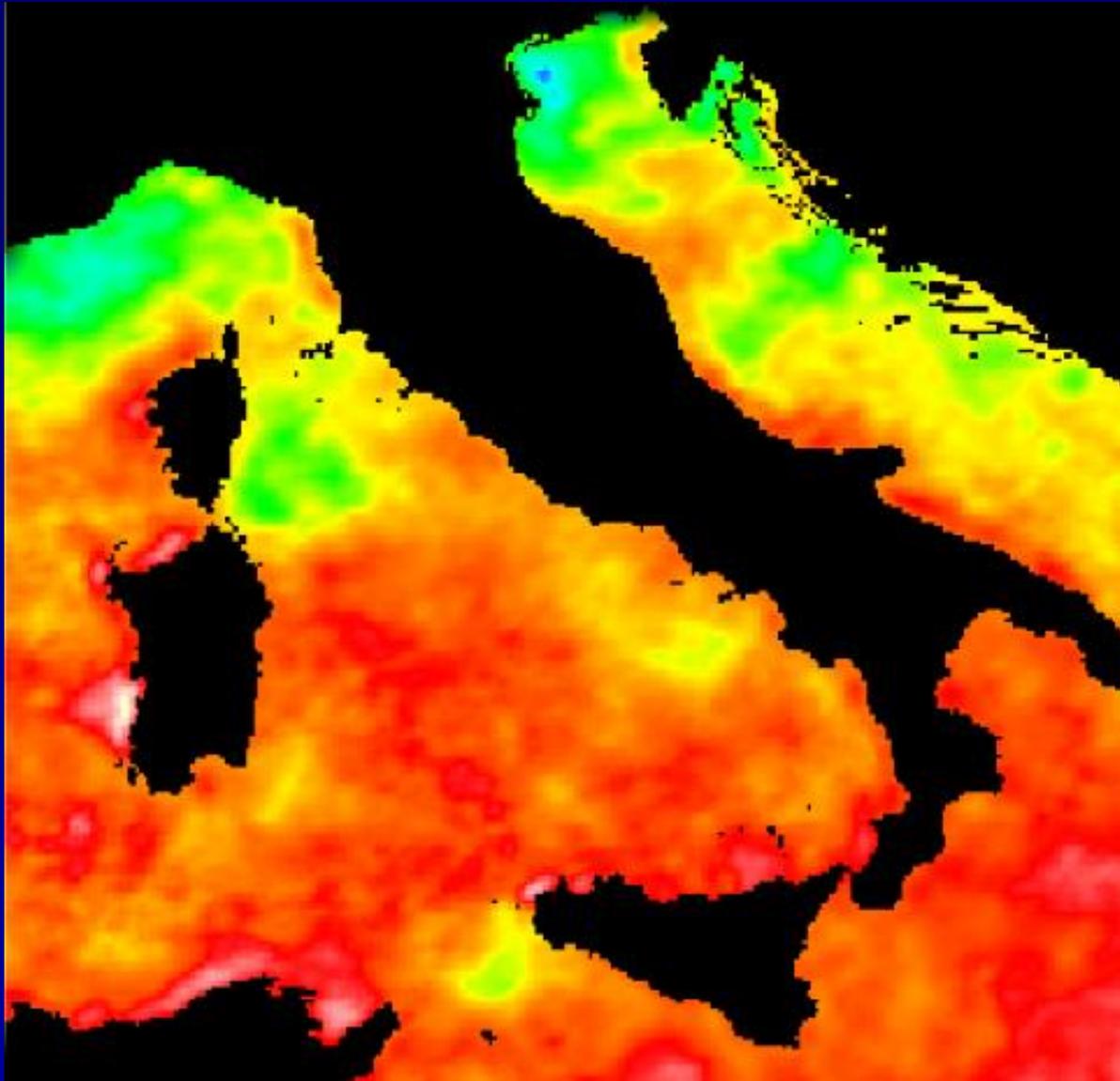


**Maximum annual discharges
at S.Giovanni alla Vena from 1924 to 1992**

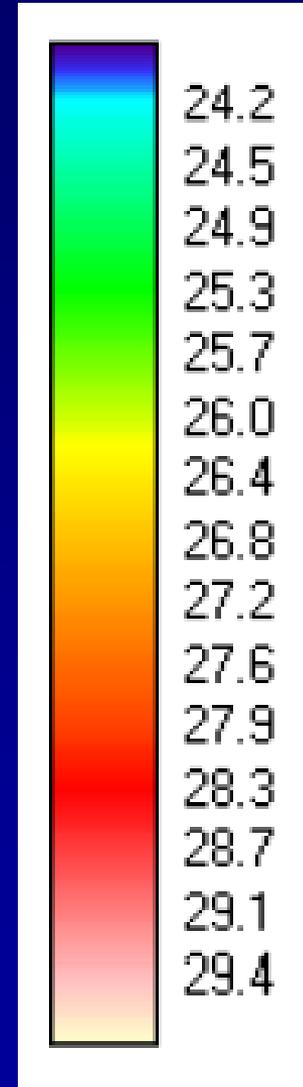
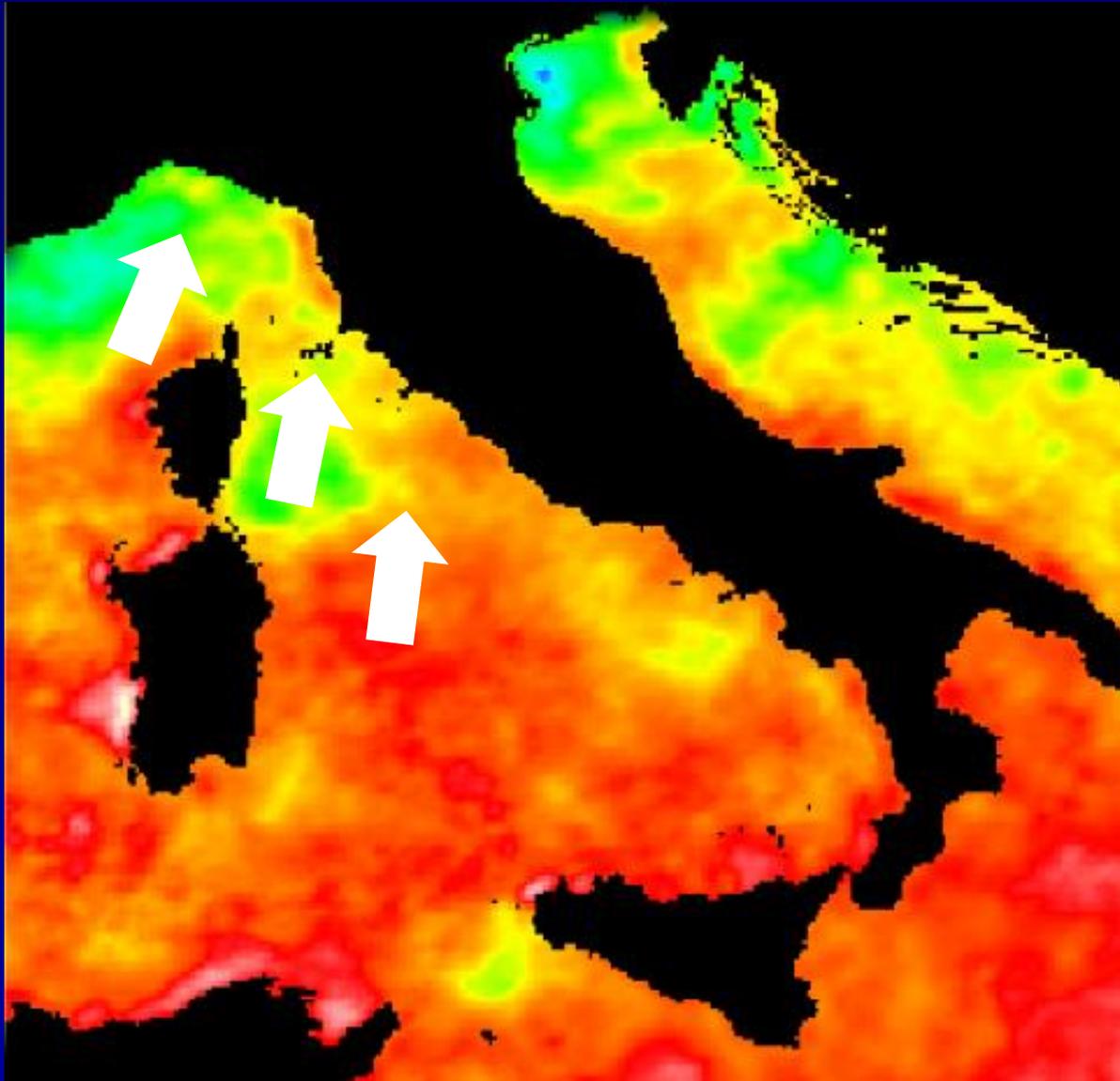
Negli ultimi decenni i maggiori problemi sono derivati da corsi d'acqua piccoli o medio piccoli alla scala italiana



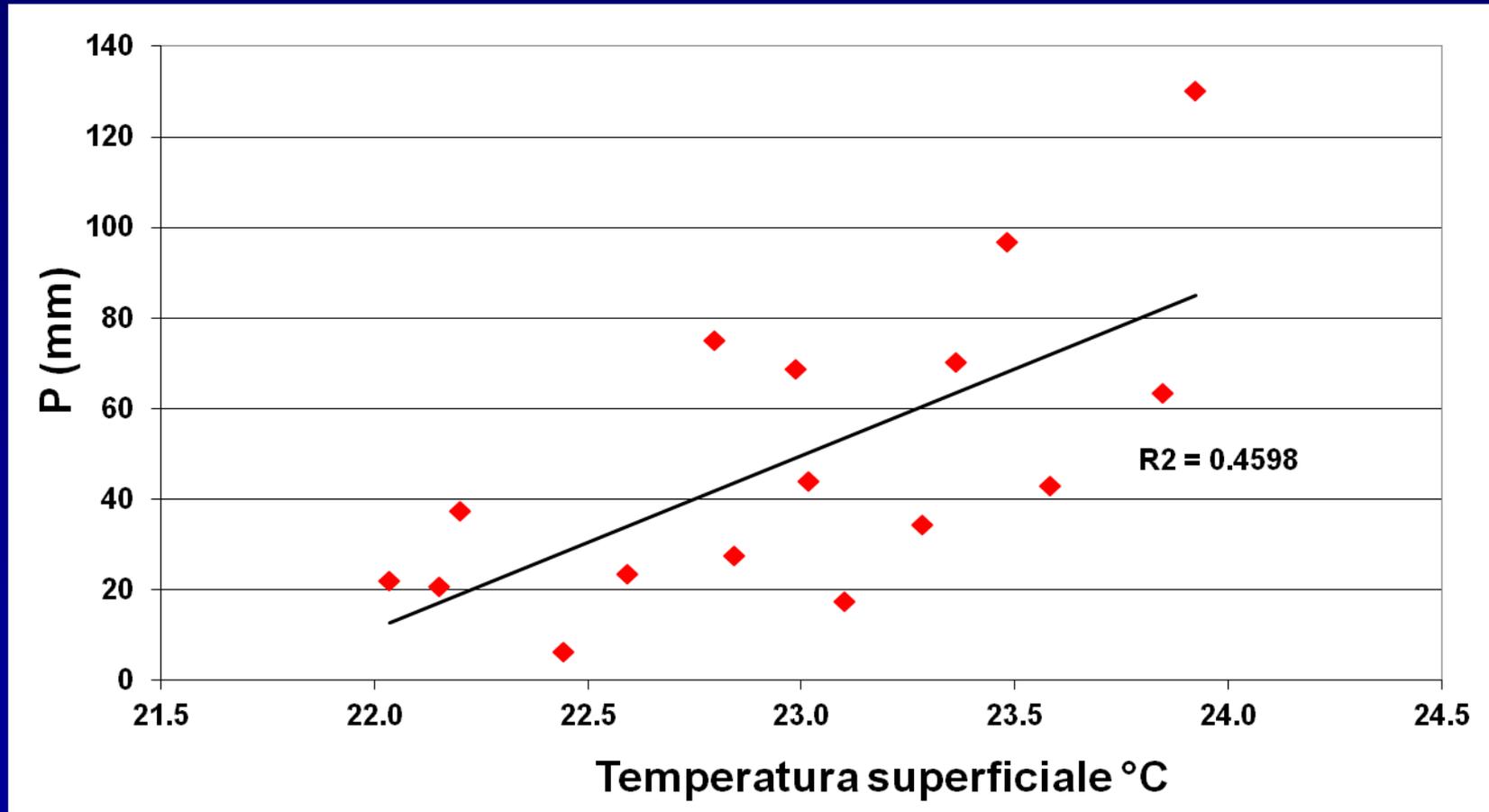
Aumento anomalo della temperatura del mare



Aumento anomalo della temperatura del mare



Temperatura del mare e precipitazioni intense (NOAA 1979-2000)

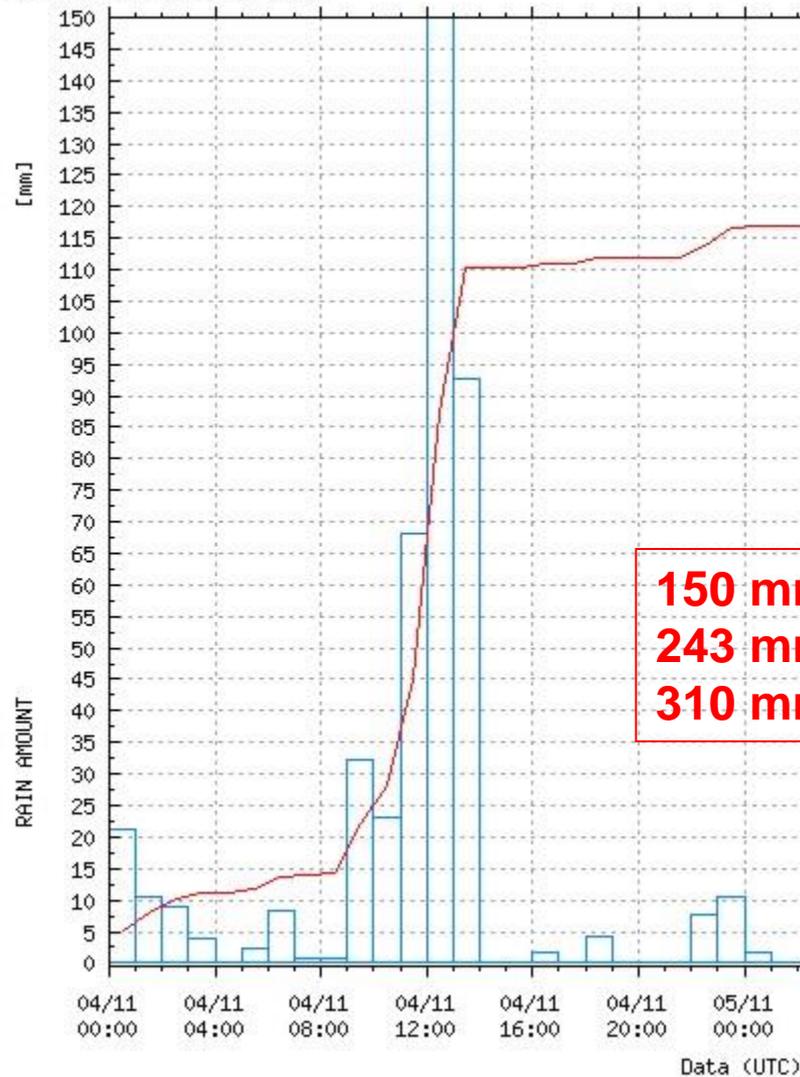


(da Maracchi, 2007, modificato)

Pluviometro di Genova - Vicomorasso

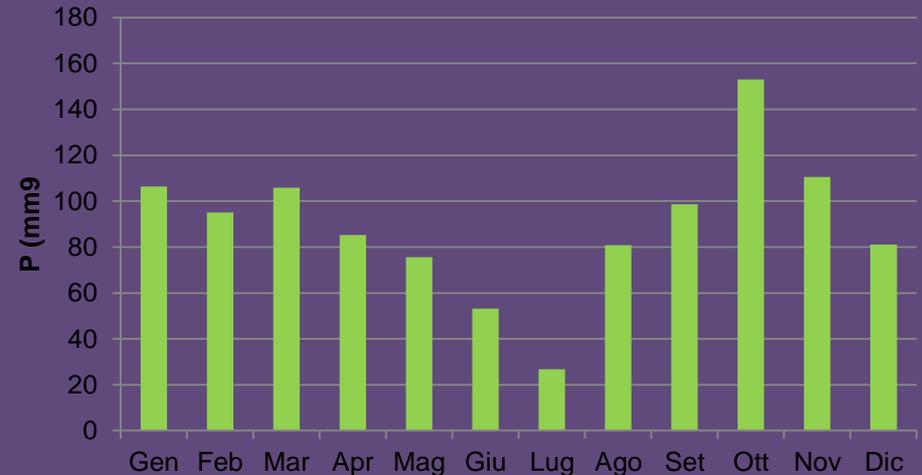
grafico del: 201111051440 UTC
ultimo dato: 201111051400 UTC

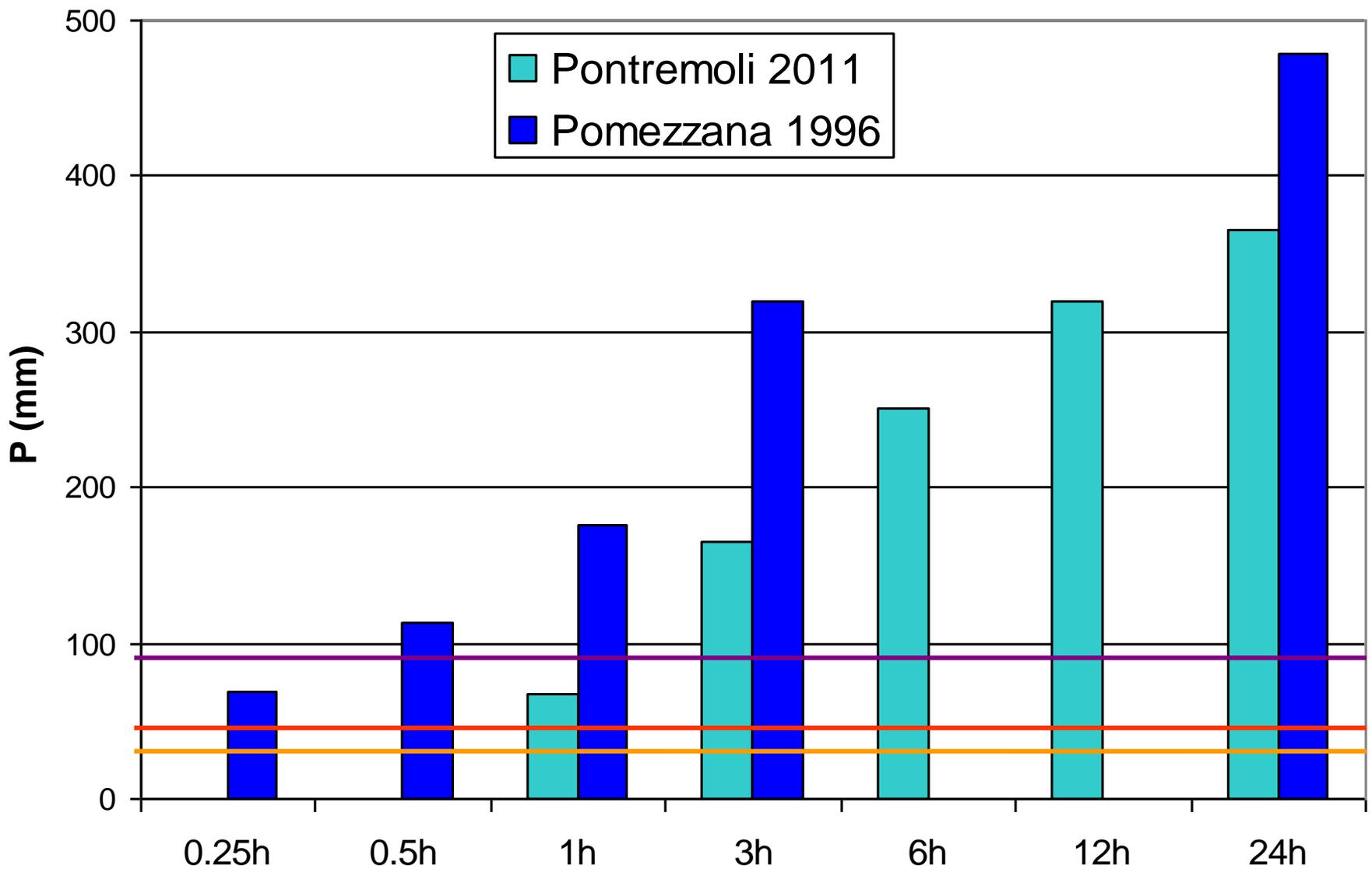
Vicomorasso - V



150 mm in 1 ora
243 mm in 2 ore
310 mm in 3 ore

Genova





autunno

inverno

primavera

Soglia di pioggia in 24 ore per innesco frane nel Bisagno - GE

Le zone maggiormente a rischio di alluvione lampo in Toscana





**Paesaggio tipico
di climi con
piogge
abbondanti ed
intense**



- **Vegetazione densa**
- **Suoli molto evoluti e permeabili**



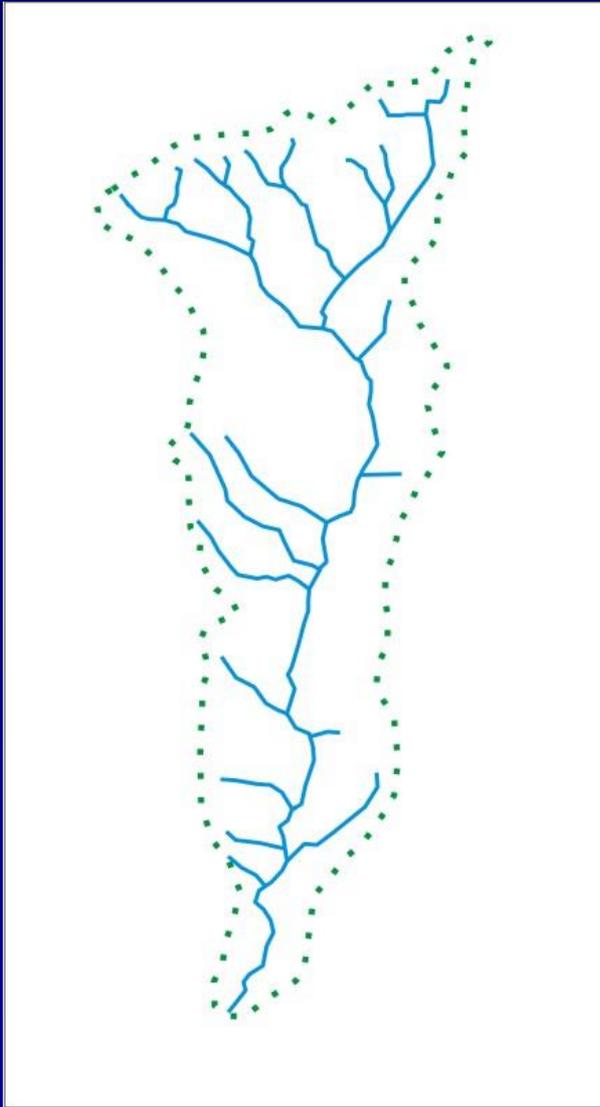
• Molte vie d'acqua e adeguatamente dimensionate



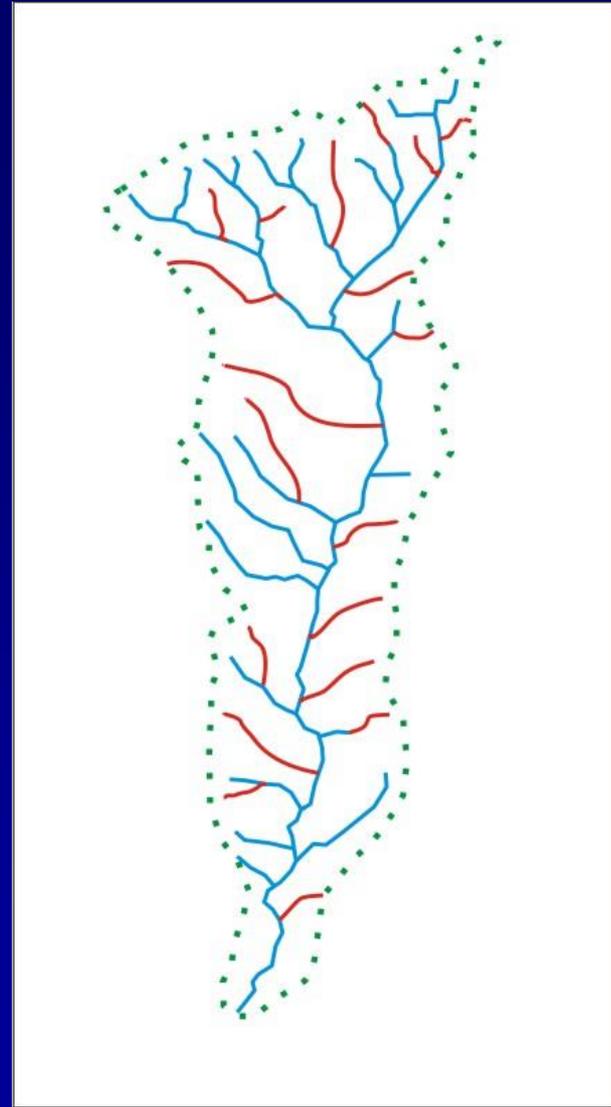
Appennino Tosco-Emiliano



Piogge estreme = Espansione del reticolo idrografico



prima



dopo



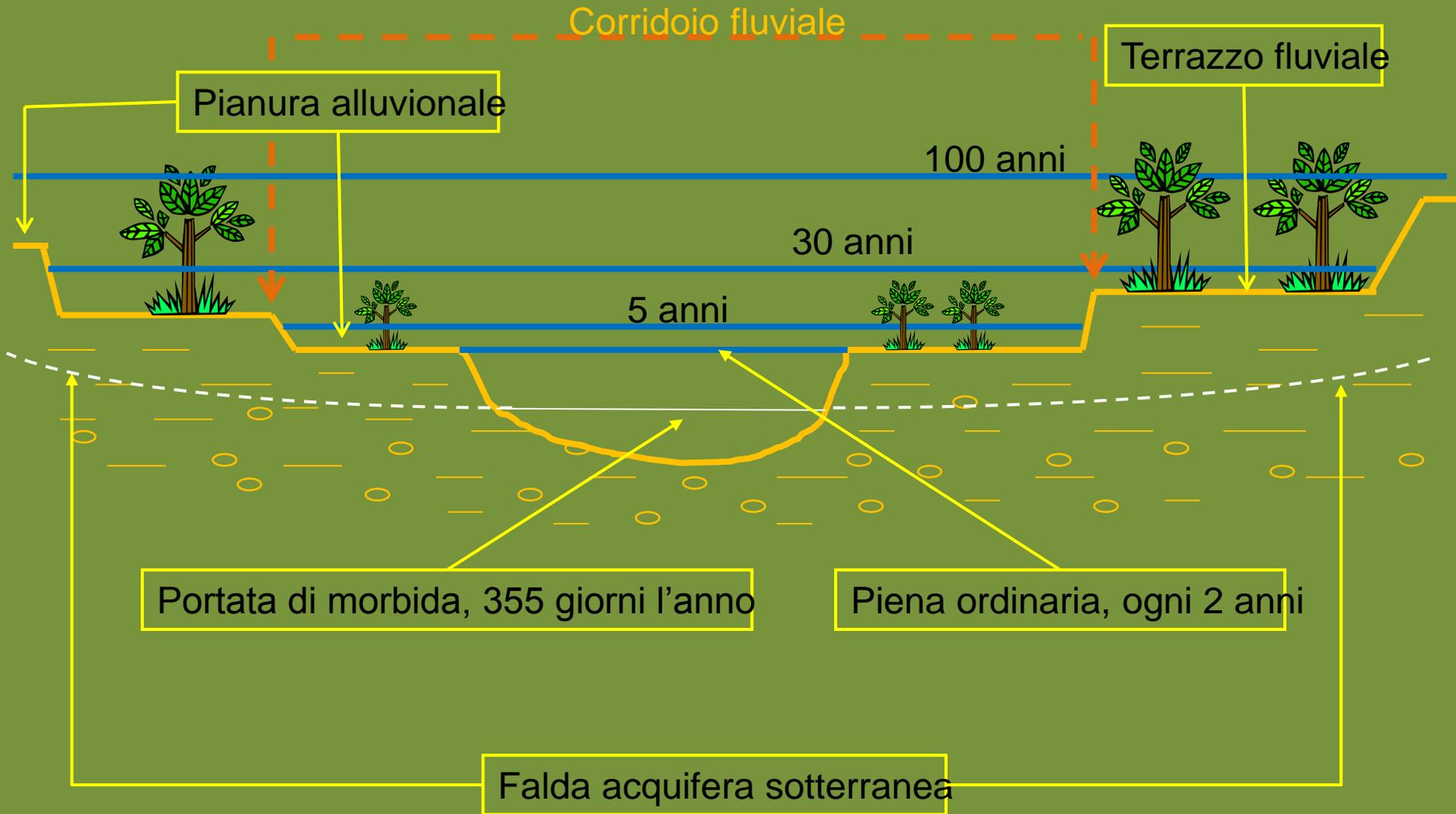
Tutta colpa dei cambiamenti climatici?



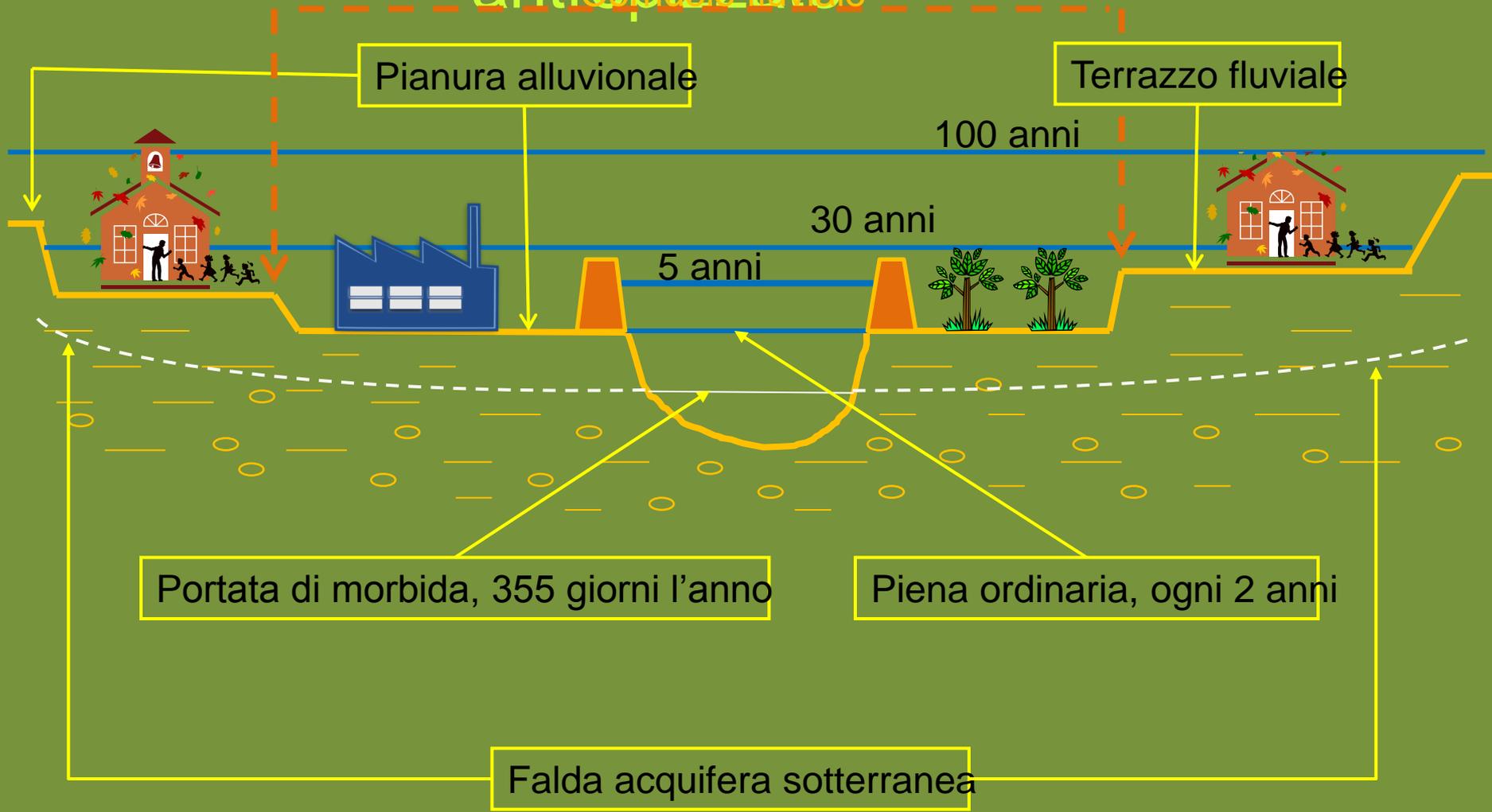
Tutta colpa dei cambiamenti climatici?

- ➔ Alcuni studi (per es. Brunetti et al., 2000;) indicano una diminuzione dei giorni piovosi ed un aumento della frequenza di eventi di pioggia intensi >50 mm in 24 ore per il nord Italia, ma una diminuzione dell'intensità di pioggia per la Sicilia (Viola et al., 2000).
- ➔ Gli effetti dei cambiamenti climatici sono diversi da zona a zona.
- ➔ In generale però sembra che l'intensità di pioggia sia aumentata in Italia negli ultimi 80 anno, con un incremento più marcato a partire dagli anni 70'.
- ➔ La particolarità geografica della penisola Italiana richiede quindi studi aggiornati per aree con caratteristiche fisiografiche specifiche.

Alveo naturale



Alveo antropizzato



Pianura alluvionale

Terrazzo fluviale

100 anni

30 anni

5 anni

Portata di morbida, 355 giorni l'anno

Piena ordinaria, ogni 2 anni

Falda acquifera sotterranea



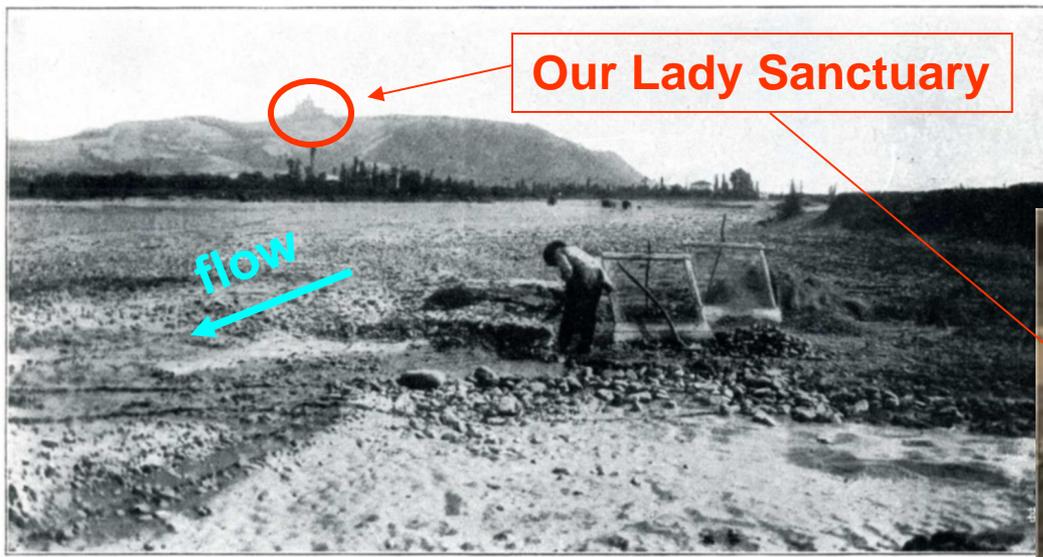
Human impact: the Reno R. at Bologna

1895

2007



The Reno R. at Bologna

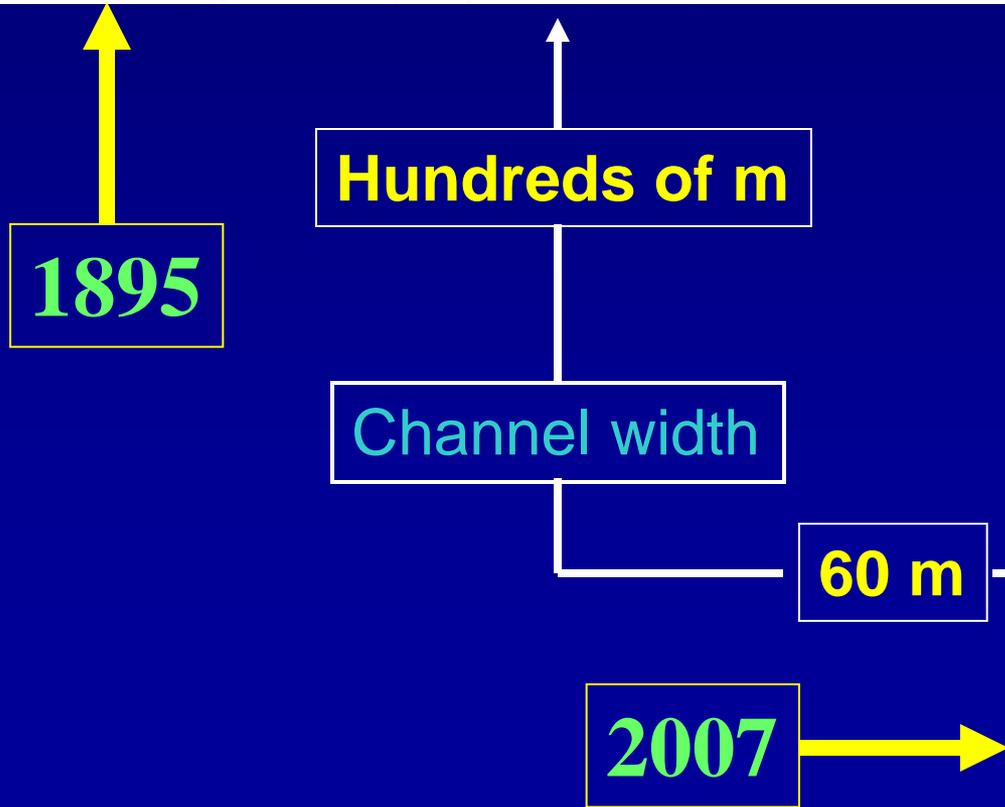


Our Lady Sanctuary

flow



flow



1895

Hundreds of m

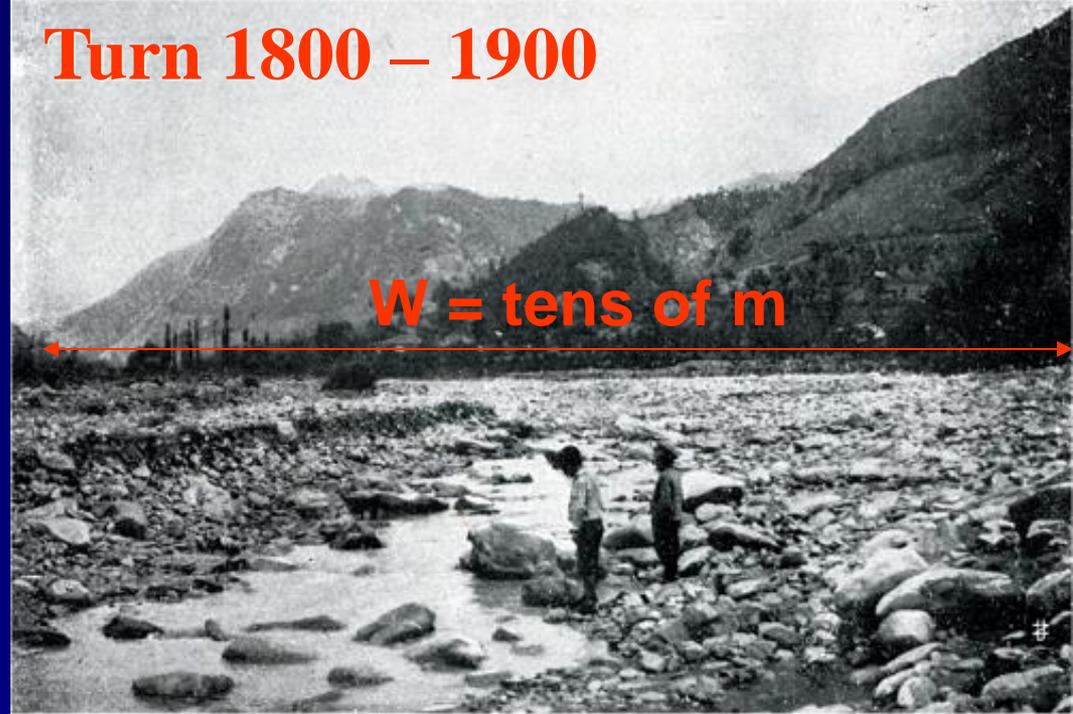
Channel width

60 m

2007

**Venola R.
Reno R. tributary
30 km upstream of
Bologna**

Turn 1800 – 1900



2007



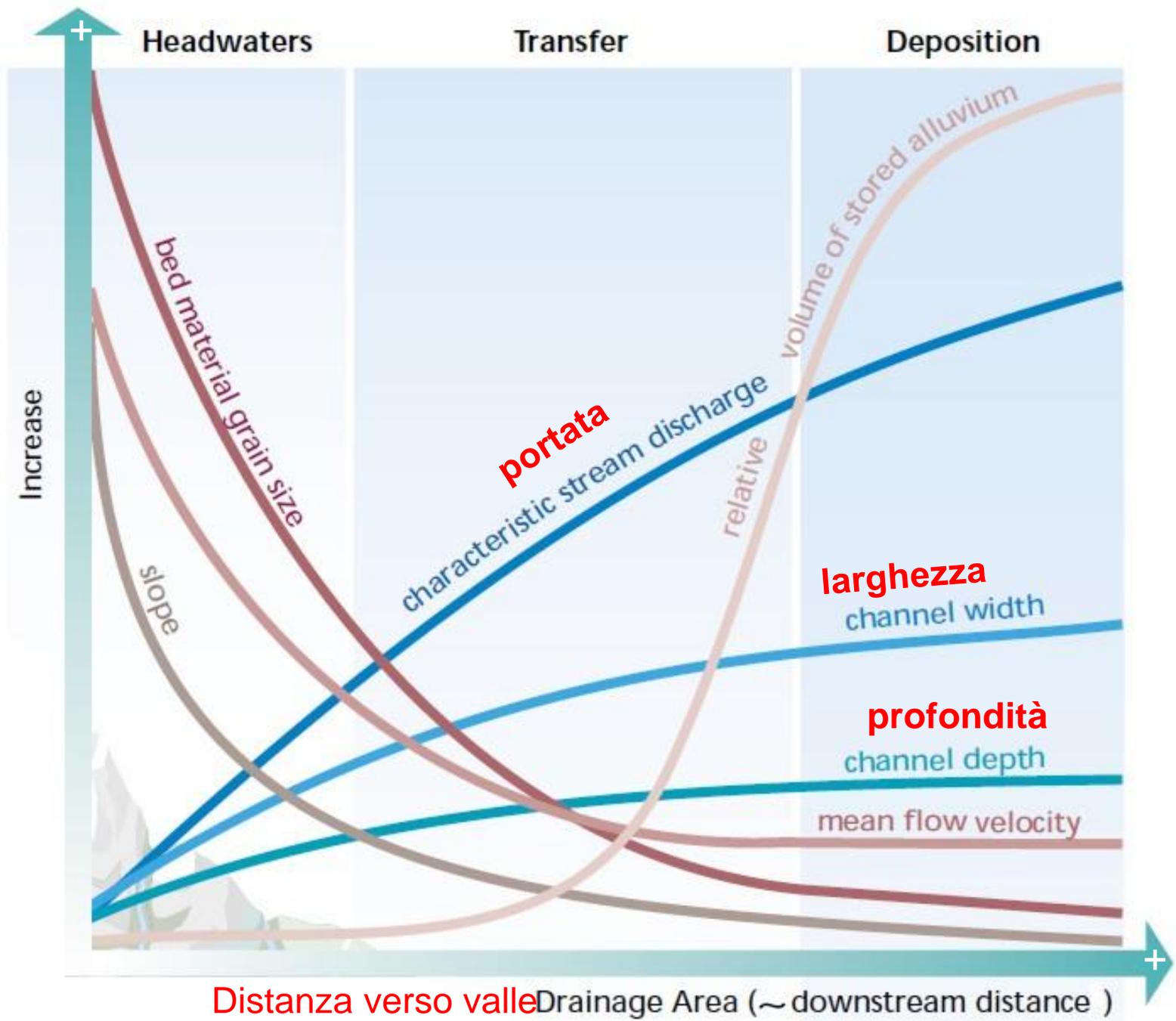
2007



F. Ombrone a monte di Pistoia

76 m

An aerial photograph of the F. Ombrone area near Pistoia. The image shows a mix of agricultural fields, some with greenhouses, and residential buildings. A river or stream flows through the center. A yellow double-headed arrow is drawn across the river, indicating a distance of 76 meters between two points on the opposite banks. A highway is visible on the right side of the image.



Distanza verso valle Drainage Area (~ downstream distance)

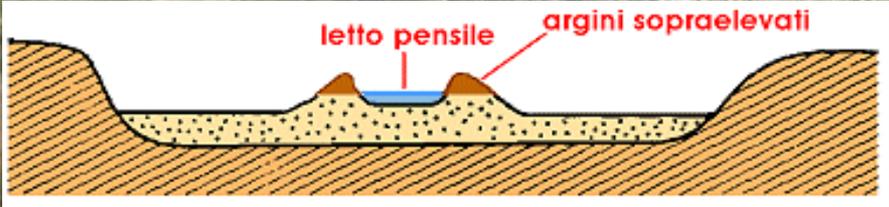
F. Ombrone a monte di Pistoia

76 m

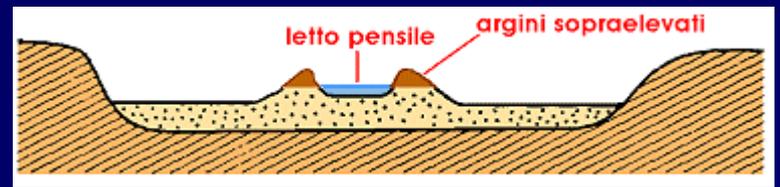


F. Ombrone a Poggio a Caiano

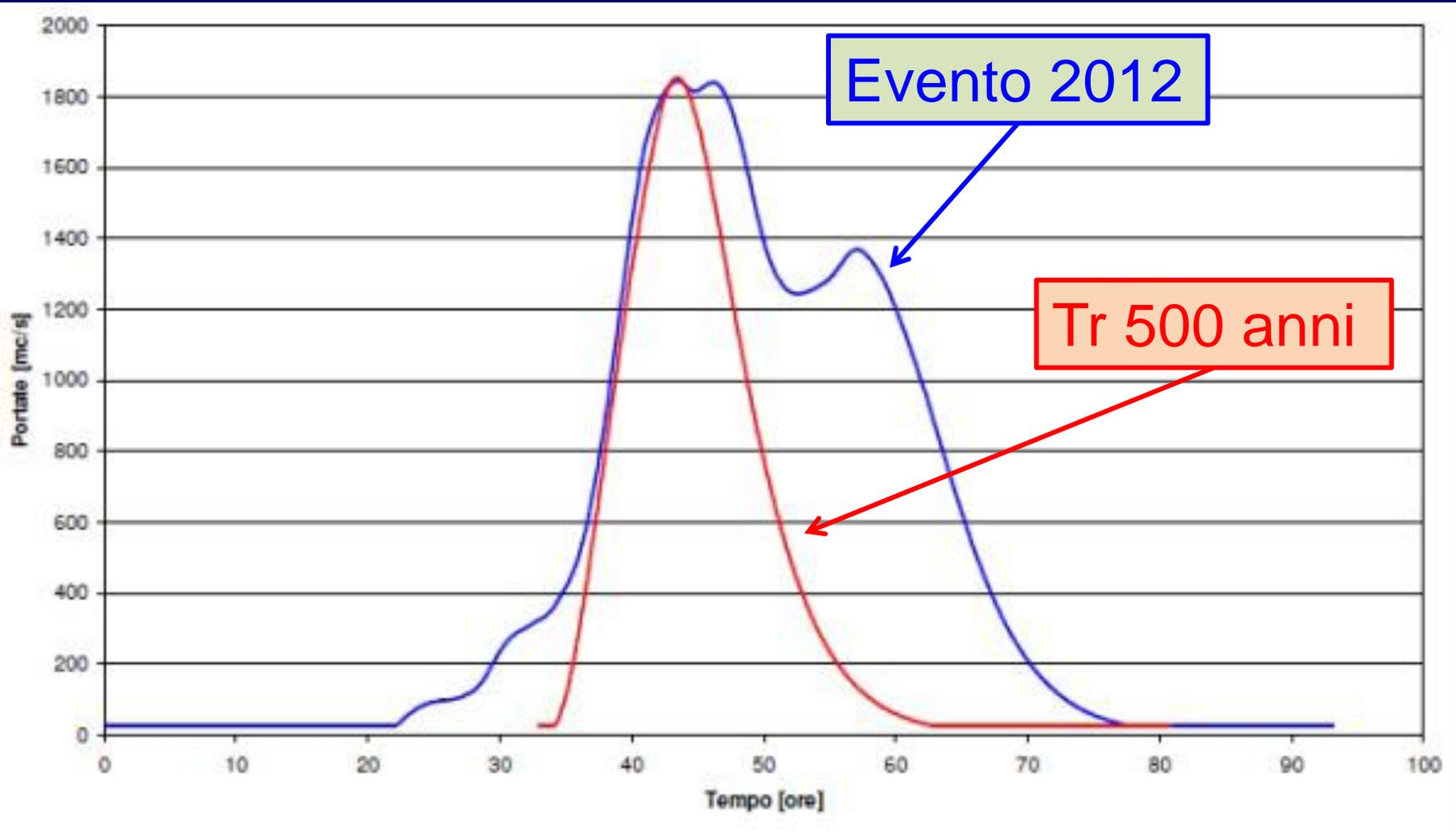
45 m



F. ALBEGNA Alluvione 2012



Fiume Albegna @ Marsiliana



Aumento della larghezza = erosione di sponda



**F. Albegna subito a monte della
Marsiliana**

200 m

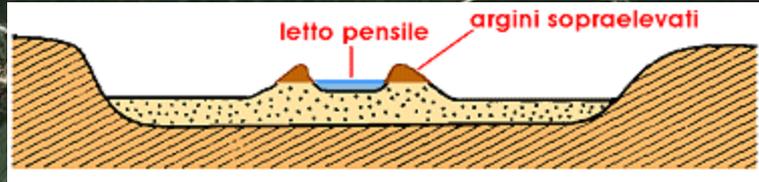


F. Albegna subito a valle della Marsiliana



110 m

F. Albegna 5 Km prima della foce



120 m



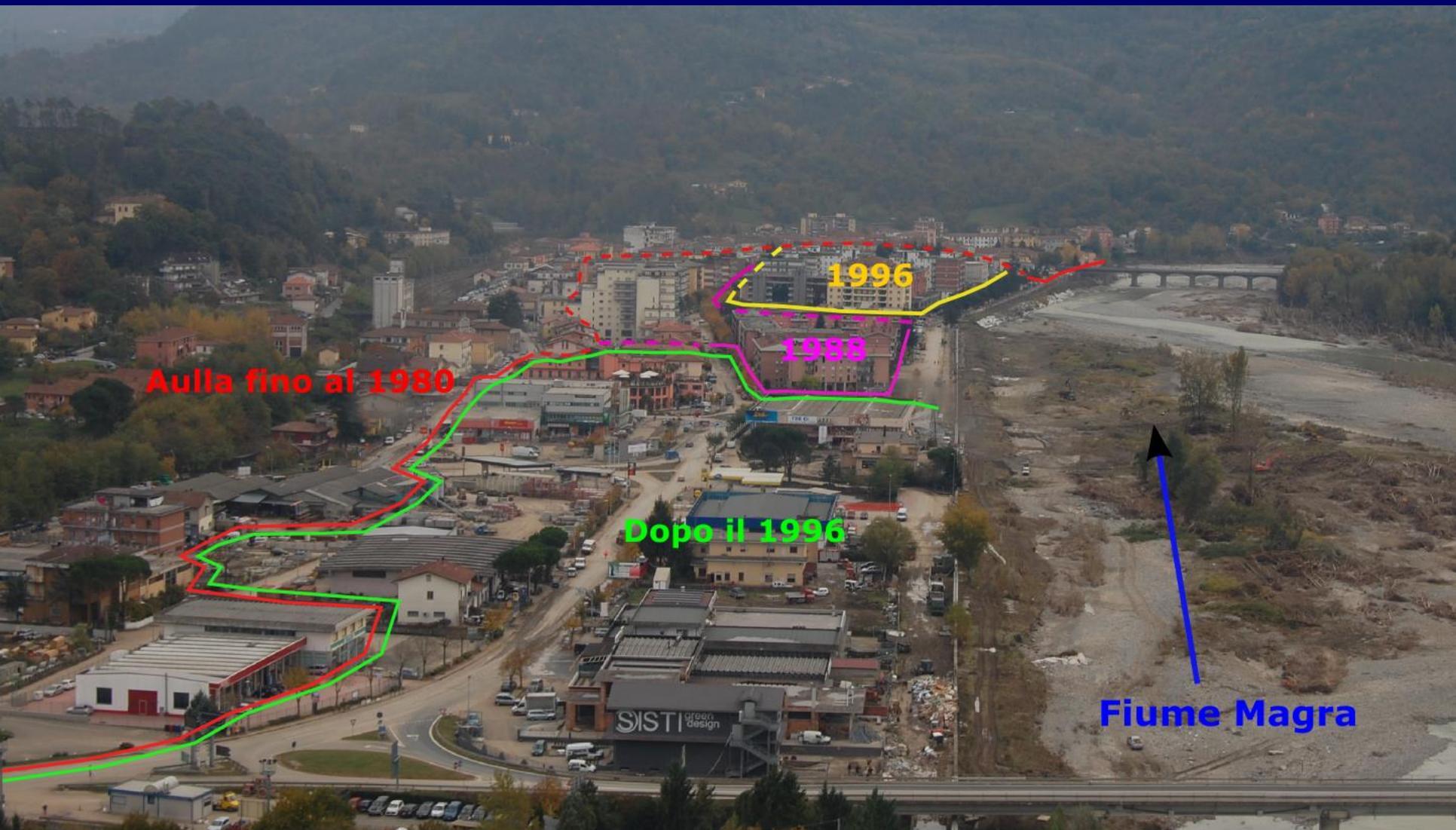
F. Magra: Rioccupazione della piana inondabile



Aulla 1937



Sviluppo dell'urbanizzazione ad Aulla





AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA



Art.17 comma 6 ter L. 183/89 e Art.1 comma 1 D.L. 180/98

Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

TAV. 7A

**CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO
ELEVATO E MOLTO ELEVATO**

*con gli obiettivi ed elementi relativi
ad ipotesi di interventi di mitigazione*

Scala 1:10.000

LEGENDA



Limite di Bacino



Rischio idraulico molto elevato (RI4)



Rischio idraulico elevato (RI3)



Rioccupazione della piana inondabile



Fattori esterni al sistema fluviale

- **Eventi di pioggia e di piena ad alta intensità e fortemente localizzati sempre più frequenti con caratteristiche tipiche degli ambienti aridi e semi-aridi.**
- **Cambiamenti climatici (aumento temperatura = aumento dell'energia nei sistemi climatici)**

Fattori interni al sistema fluviale

- **Uso del suolo (deforestazione/riforestazione; tipologie e pratiche agricole, prelievo di materiali d'alveo)**
- **Urbanizzazione (occupazione della piana inondabile; impermeabilizzazione del suolo)**
- **Infrastrutture (ponti; strade; argini; dreni)**











Cosa fare??



Leggende metropolitane da sfatare:

- Nessuno si cura più dei fiumi (vero!), gli alvei sono alti e ci sono troppi sedimenti che vanno rimossi!.
- **FALSO!!** Quasi tutti i fiumi d'Italia ed in particolare quelli del centro-nord si sono paurosamente abbassati negli ultimi decenni per varie cause tra le quali spicca proprio il prelievo di materiali d'alveo. Inoltre il prelievo di sedimenti d'alveo contribuisce drammaticamente all'erosione delle spiagge.



F. Arno a
Firenze,
fine '800

F. Arno

Ponte di Castelfranco: 55 km a monte della foce (1990)



Marina di Pisa



1897



oggi

Leggende metropolitane da sfatare:

- **Il disboscamento in montagna è la causa principale delle alluvioni!**
- **FALSO!!** Nella seconda metà del secolo scorso, dal 1960 al 2000, la superficie boscata in Appennino è aumentata di quasi il 30% e sta ancora aumentando.



1895

reforestation



Passo del Giogo

Northern Apennines

**Forest cover
almost doubled
since early 1900**

2007

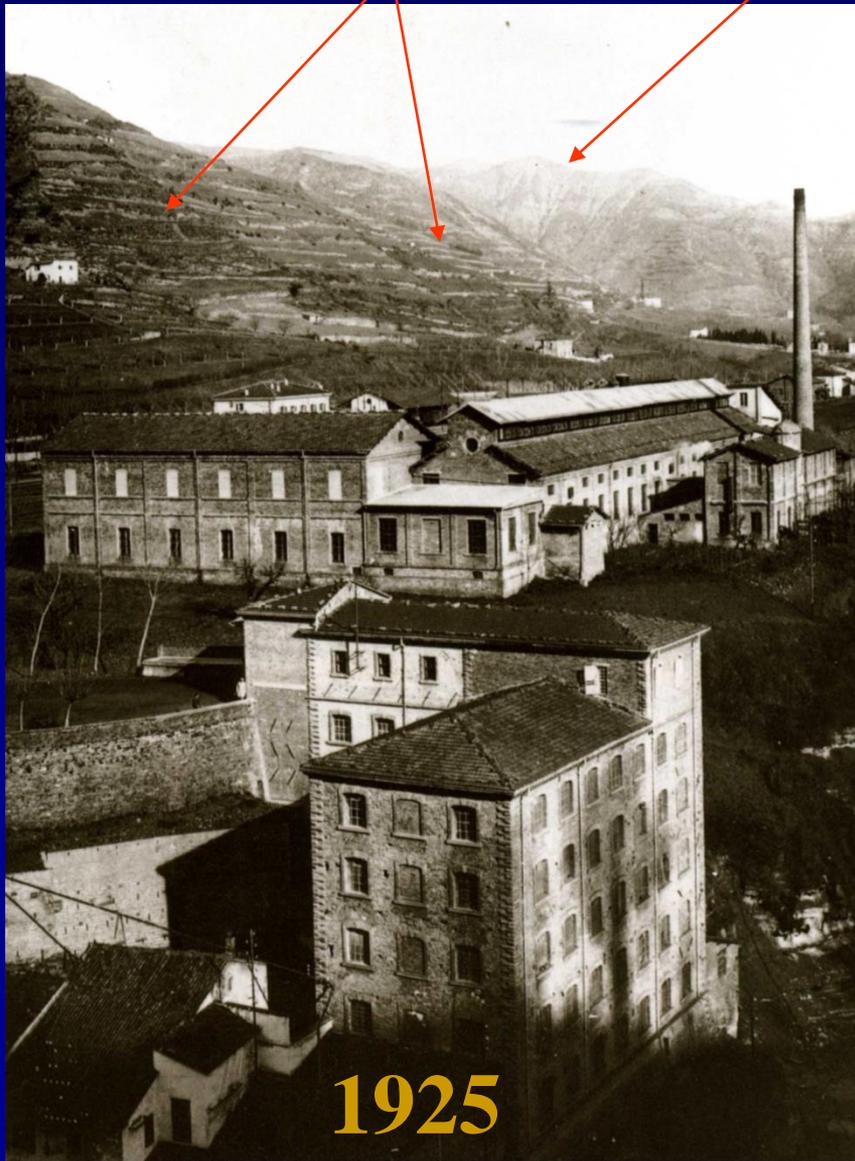


Lamone R. headwater (Marradi, northern Apennines)

vineyards

bare rock

forest



Leggende metropolitane da sfatare:

- **Negli alvei ci sono troppe piante e vanno rimosse.**
- **VERO!!** Per gli alvei piccoli e con **PONTI SOTTODIMENSIONATI**, ma **FALSO!!** per i fiumi grandi. Le piante contribuiscono a mantenere un migliore habitat, a laminare e rallentare l'onda di piena nelle zone di golenali di esondazione e a proteggere le sponde dall'erosione.
- **Le risagomature d'alveo favoriscono il passaggio della piena.**
- **FALSO!!** Durante le piene successive il fiume riacquista presto la sua morfologia originaria che è governata da fattori idraulici e geomorfologici del bacino idrografico che rimangono gli stessi, almeno su tempi brevi (decenni-millenni).
(**BENE!!** invece per chi fa i lavori e ci guadagna)

Proposte operative

1. Ridefinire i criteri e gli standard di urbanizzazione, uso del suolo e gestione dei corsi d'acqua e dei loro bacini idrografici tenendo conto delle mutate condizioni climatiche e delle dinamiche sociali ed economiche.
2. Creare una task force che, in parallelo con quanto stabilito dalla Direttiva 2000/60 dell'UE sulla qualità delle acque interne, individui con sopralluoghi sul terreno, analisi di immagini telerilevate e modelli le condizioni e le aree di criticità.

3. Predisporre interventi di gestione e mitigazione del rischio, tenendo conto del fatto che:

- sono diversi per fiumi piccoli montani e pedemontani rispetto ai grandi fiumi di pianura (per esempio diversa importanza della vegetazione in alveo)**
- in generale, interventi di controllo del rischio di piena hanno effetti negativi sul bilancio dei sedimenti con abbassamento del letto ed erosione delle spiagge**

- 4. Approfondire la ricerca scientifica sui processi di formazione delle alluvioni lampo.**
- 5. Razionalizzazione dei dati idrologici esistenti, ricongiungimento dei dati storici (Servizio Idrografico) con quelli recenti (Regioni) e, ove possibile, eliminazione del gap esistente (talora dell'ordine di 10 anni).**
- 6. Aggiornamento delle scale di deflusso.**
- 7. Installazione di nuovi idrometri su corsi d'acqua minori.**
- 8. Nuovo rilievo di sezioni trasversali, intensificando le serie preesistenti.**
- 9. Caratterizzazione dei sedimenti in alveo.**



***"Arno... alza il fondo e
l'acqua non entrano
nell'argini, onde
traboccano e fanno novi
fiumi..."***

- Leonardo da Vinci -