



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

**Convegno: INGEGNERIA NATURALISTICA DISSESTO
IDROGEOLOGICO E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE**

Tutela Ambientale e Mitigazione del Rischio Idraulico

Enrica Caporali

**Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale
Università degli Studi di Firenze**

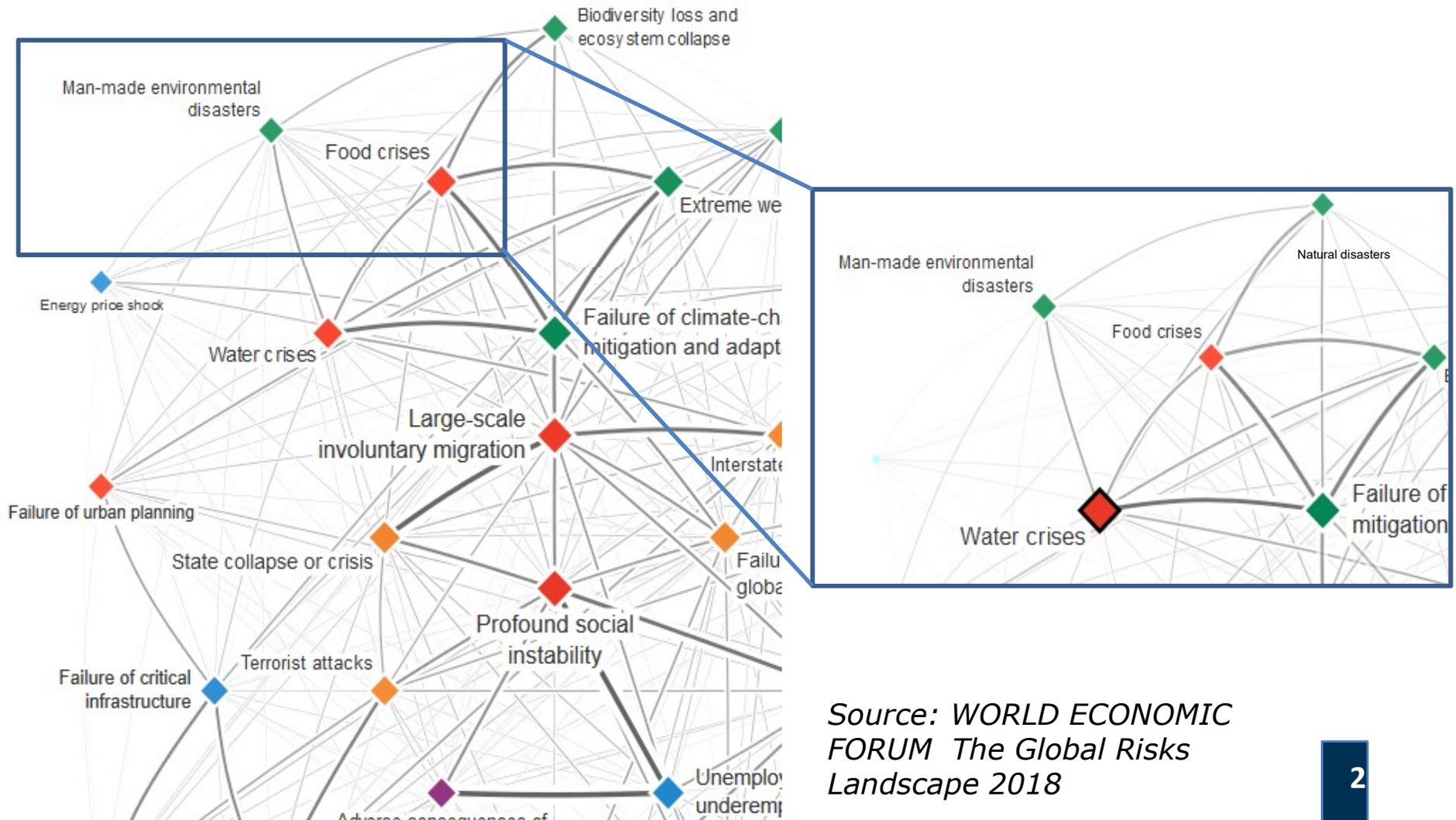
ECOMED

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



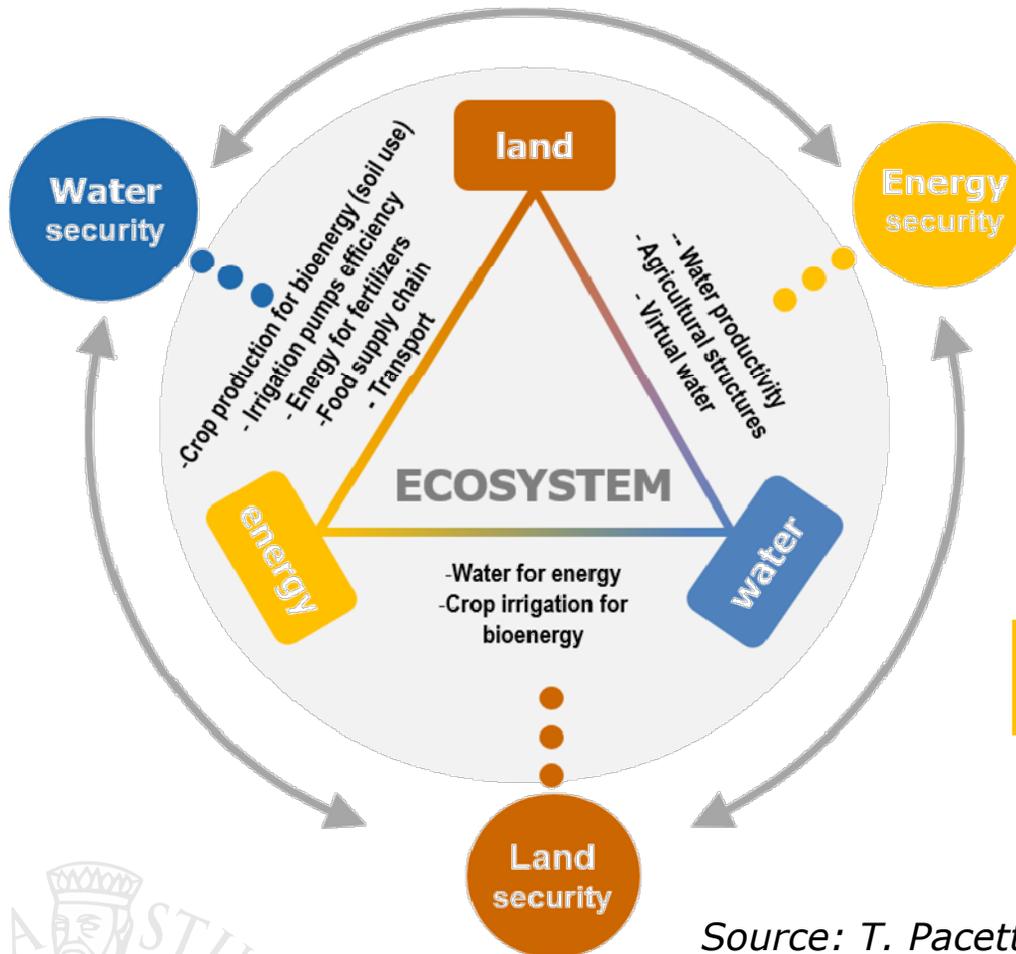
Firenze, 19 Ottobre 2018

Rischio Idraulico ↔ Rischi connessi



Source: WORLD ECONOMIC FORUM The Global Risks Landscape 2018

Rischi connessi ↔ Risposte integrate



I "rischi connessi" richiedono **risposte gestionali connesse e integrate (Nexus)**, che analizzino gli effetti degli interventi di mitigazione sul territorio, in modo più ampio e completo.

sfruttando i **servizi ecosistemici** prodotti dai sistemi naturali medesimi

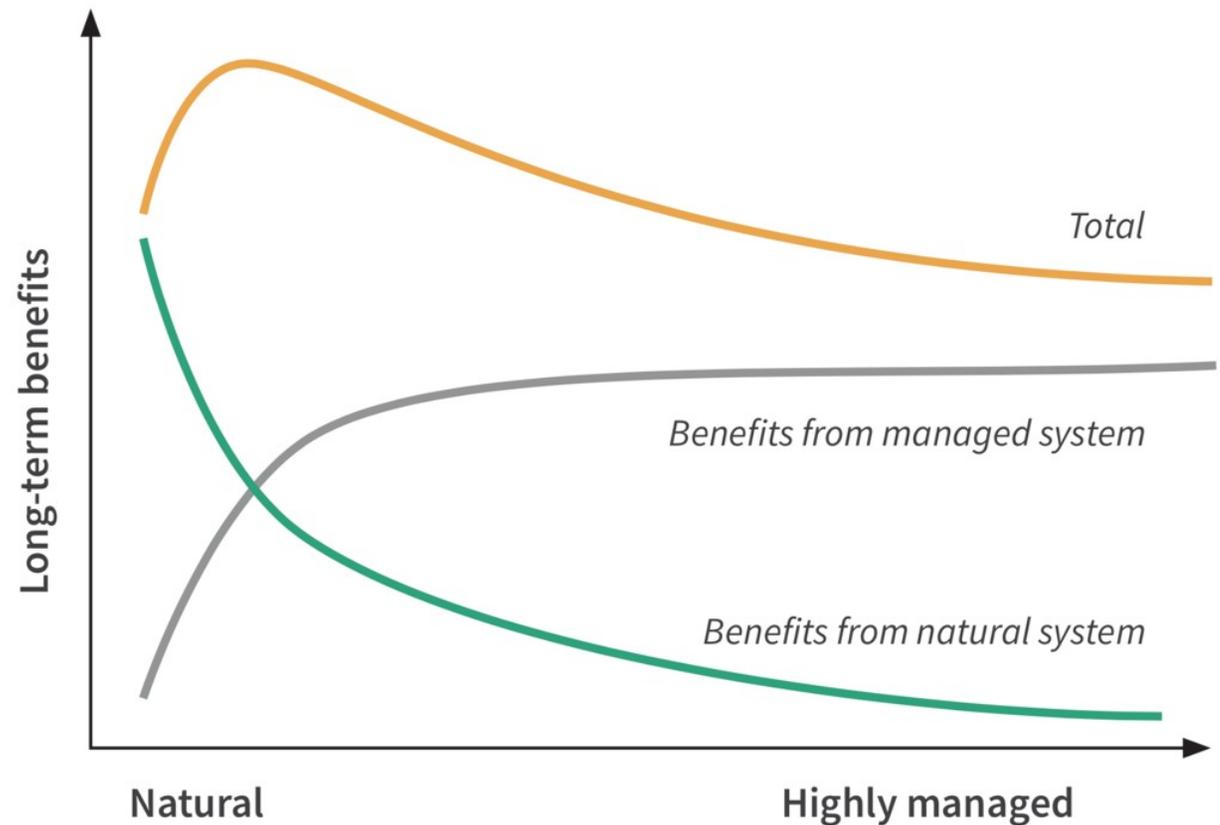
Source: T. Pacetti (2018)
Investigating water land ecosystem nexus to support integrated watershed management

Il dibattito verde - grigio

L'obiettivo è trovare la giusta **sinergia tra infrastrutture verdi e grigie** che porti a massimizzare il valore degli interventi sul territorio



Sfruttare al meglio lo scenario attuale introducendo **adequamenti** che siano **flessibili** e **sostenibili**



Source: Acreman, 2011

La resistenza al moto negli alvei vegetati



Piena del fiume Arno, ponte alle Grazie (Firenze, 31 gennaio 2014).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

Bank erosion



Foto: Jack Schmid, Alaska Center for Energy and power (Tayler, 2011)



Occlusione degli attraversamenti fluviali



**Accumulo detriti arborei alla pila del ponte alla Carraia, fiume Arno
(Firenze, 24 febbraio 2014).**



“WOOD IS GOOD BUT IT MOVES”

(HERVÈ PIEGAY, WOOD IN WORLD RIVERS 2015 - PADOVA)

👍 **Water quality** (Gurnell et al., 2002; Gurnell, 2014)

👍 **Protection** of banks from **erosion** (Smith, 1976)

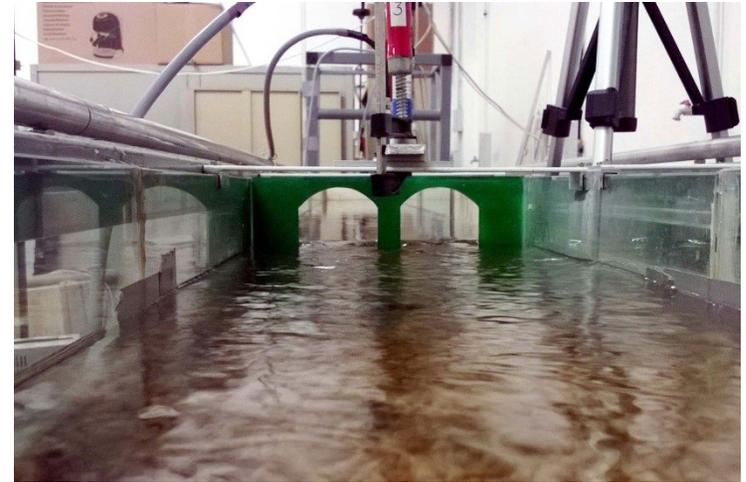
- 👎 Increase in **water depth**
- 👎 Effects on bridge **pier scour**
- 👎 **Costs** of wood removal
- 👎 **Accessibility** to structures and infrastructures



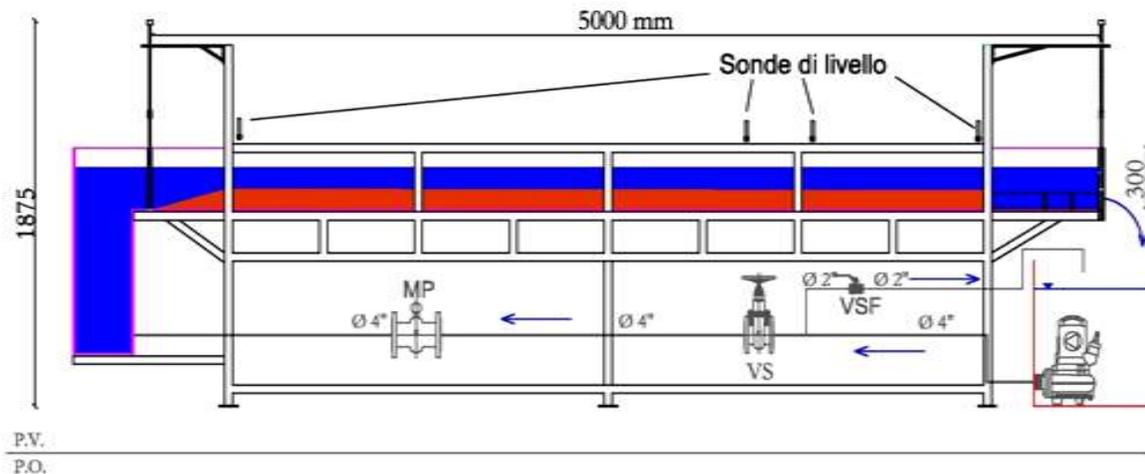
Canaletta di laboratorio

Geometria: Lunghezza = 5.095 m
 Pendenza = 0.1 %
 Larghezza canale principale = 0.30 m
 Altezza sponde = 0.18 m
 Diametro fondo = 6.81 mm (D_{50})

Idraulica: Portata: condizioni moto permanente
 $Q = 4$ l/s

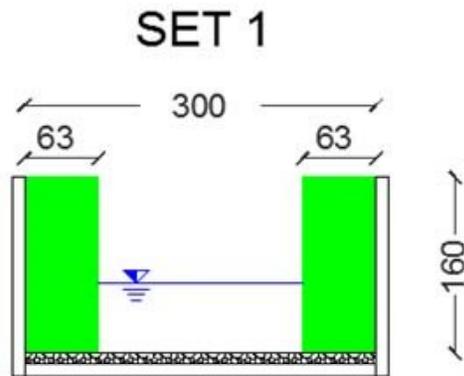


Parametri fisici: similitudine di Froude $\rightarrow Fr_{\text{modello}} = Fr_{\text{reale}} = 0.3$

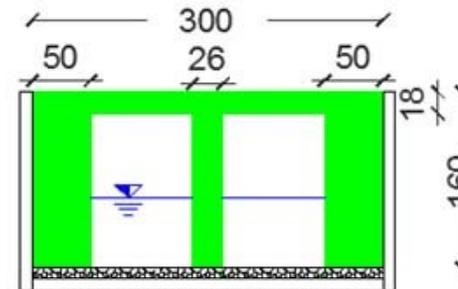


Caratterizzazione dei restringimenti da misure di campo (*)

Laterale
simmetrico

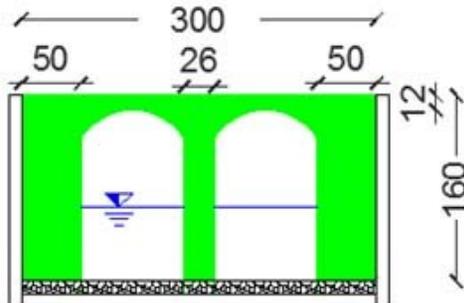


SET 2



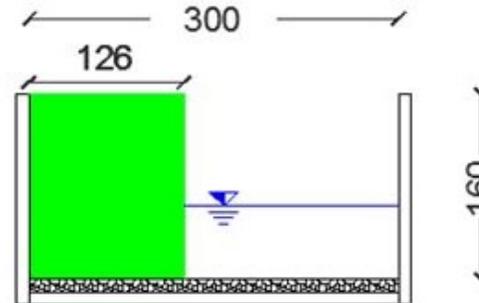
Ponte a
travata con
pila in alveo

SET 3



Ponte ad
arco con
pila in alveo

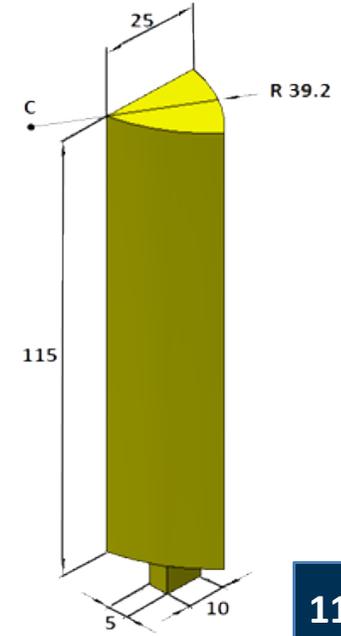
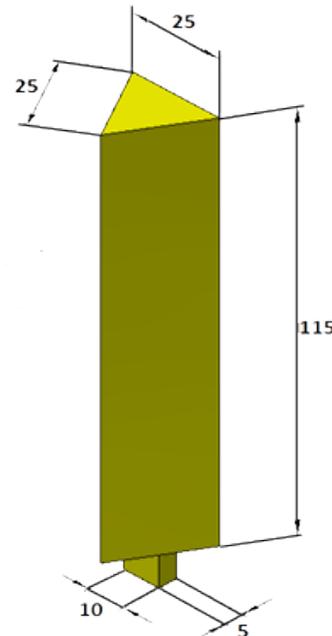
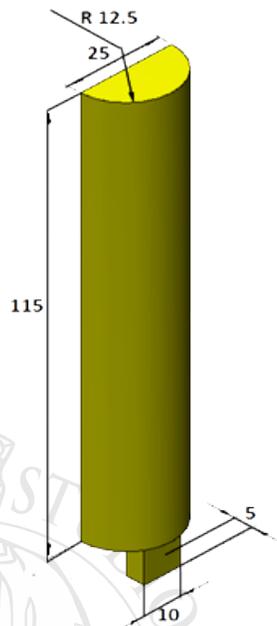
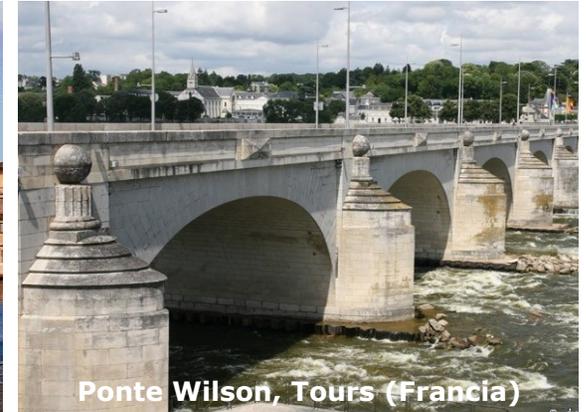
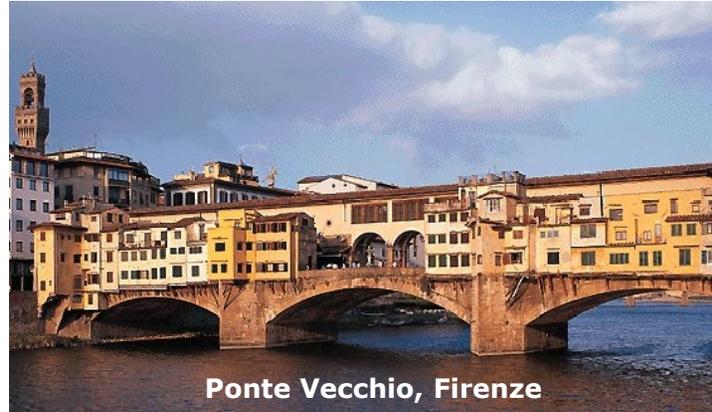
SET 4



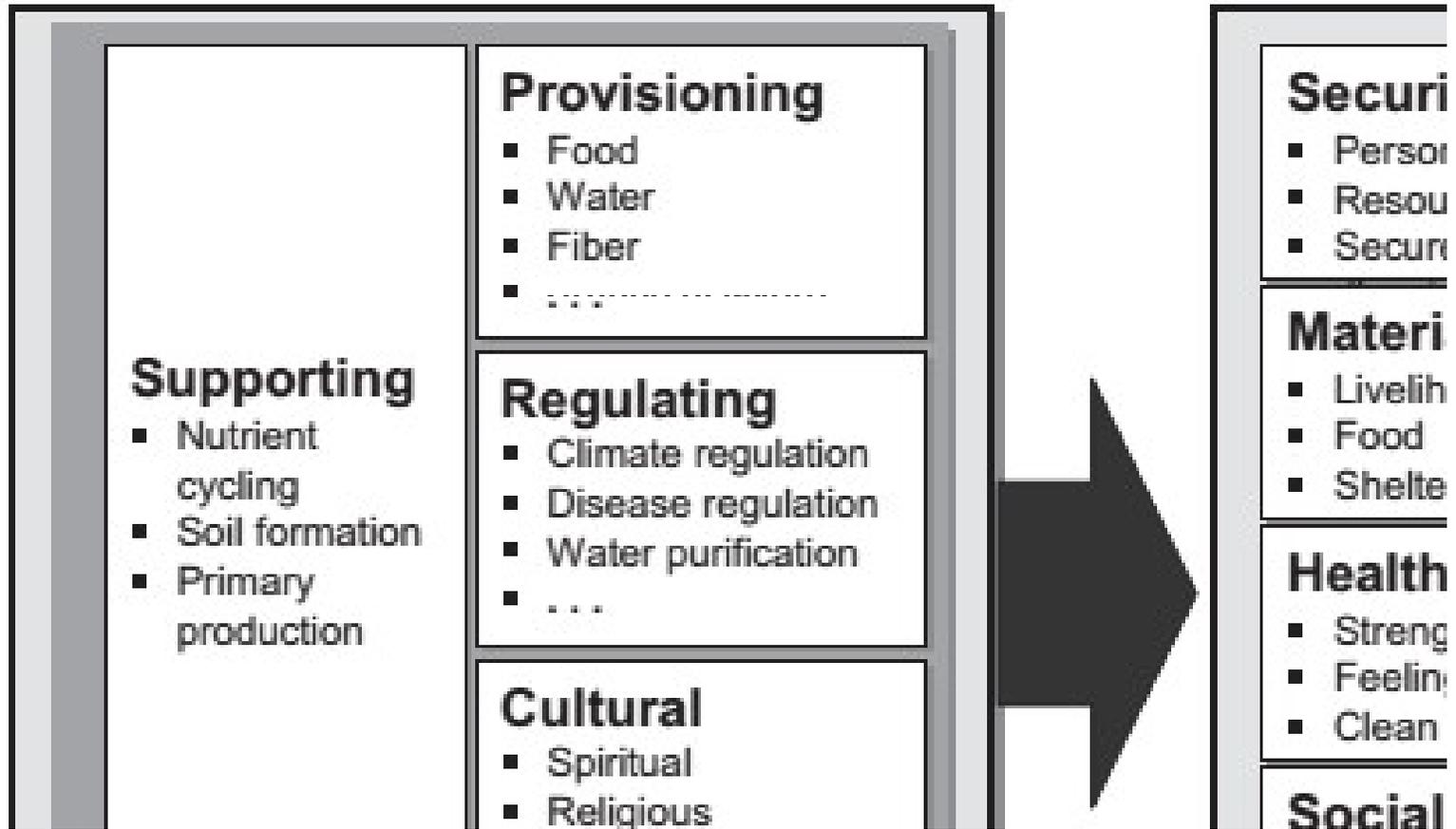
Laterale
asimmetrico

(*) campionamenti forniti dal Consorzio di Bonifica dell'Area Fiorentina (2008).
misure in millimetri

Caratterizzazione delle pile dei ponti



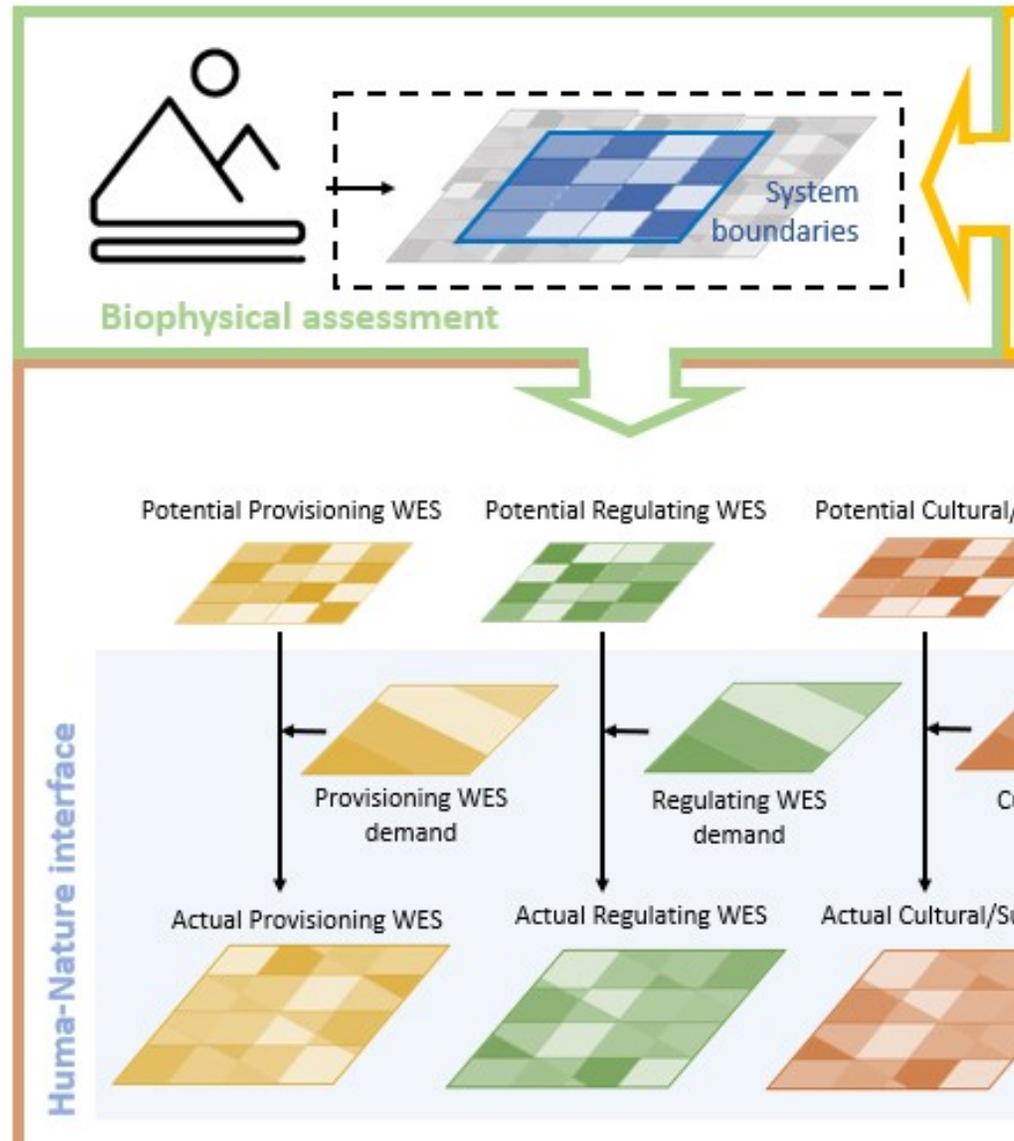
Servizi Ecosistemici "legati" all'acqua



Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. E., & Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 32, 67-98.

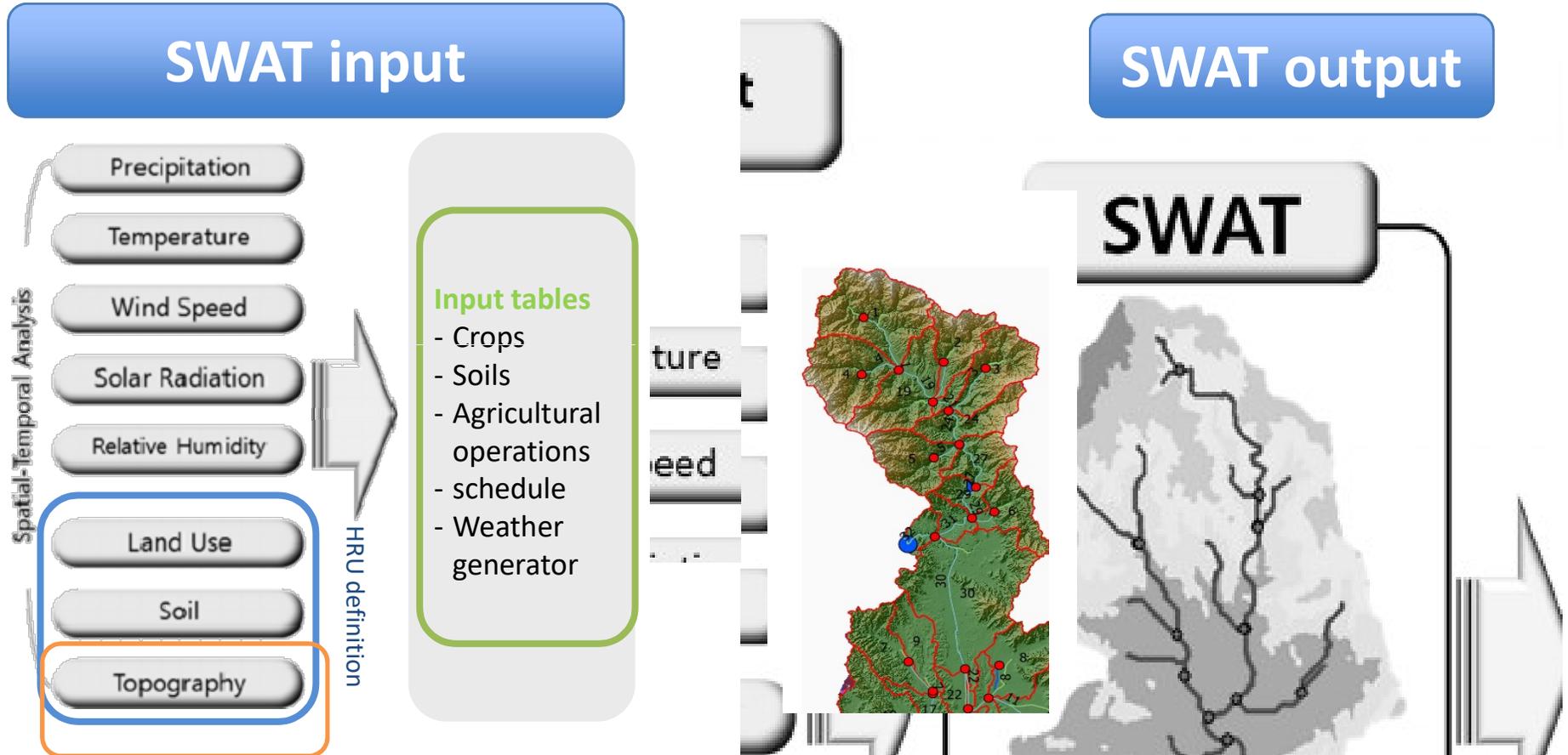
SERVIZI ECOSISTEMICI

come strumenti per
determinare l'**efficacia**
degli interventi in modo
integrato e valutare i
benefici prodotti



Source: T. Pacetti (2018)
*Investigating water land
ecosystem nexus to
support integrated
watershed management*

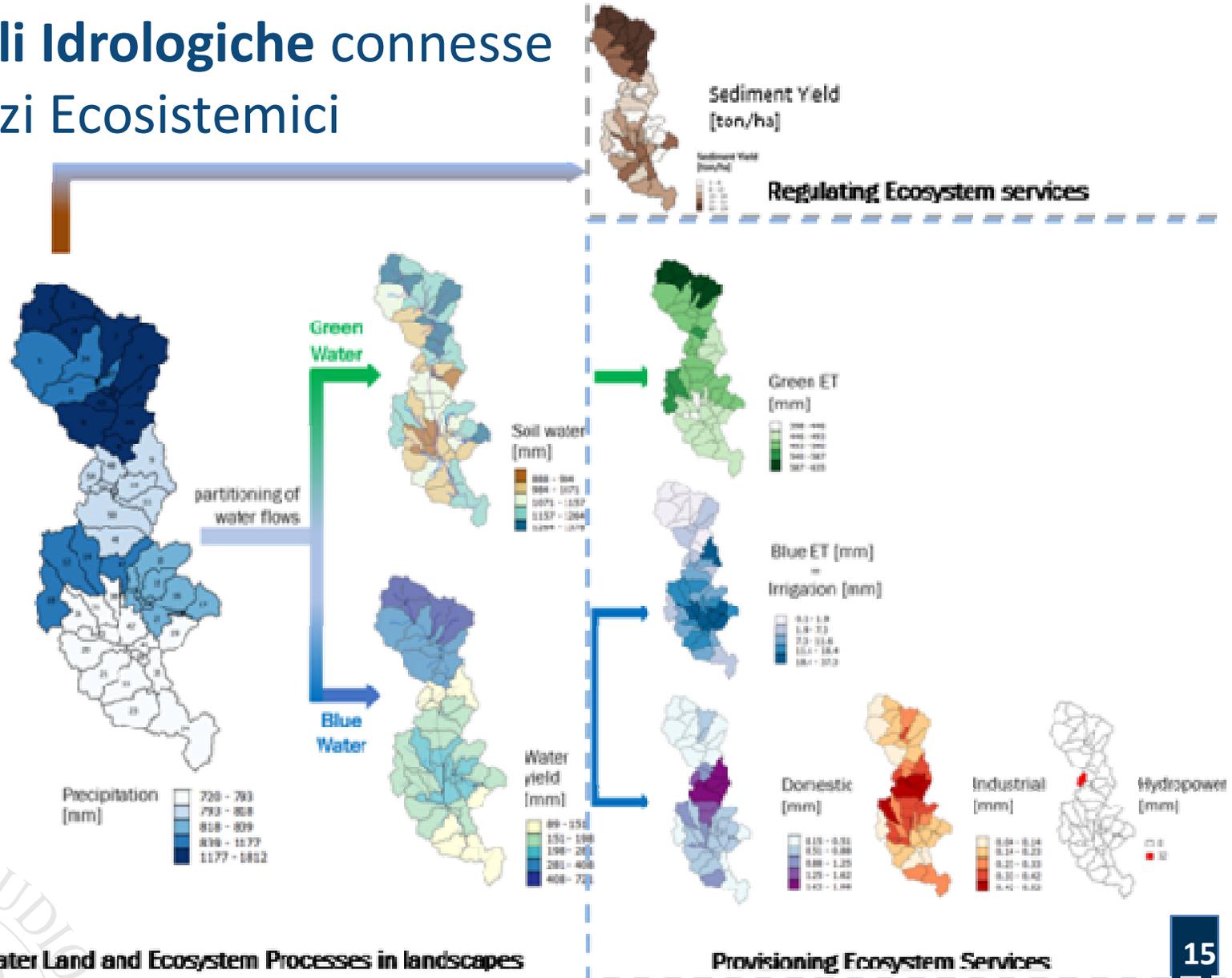
Modellazione con SWAT



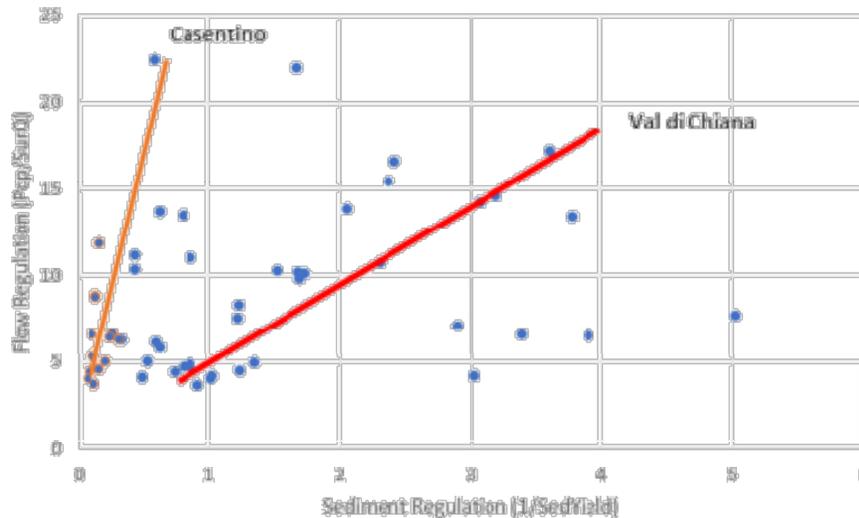
SWAT - Soil & Water Assessment Tool

<https://swat.tamu.edu/>

Variabili Idrologiche connesse ai Servizi Ecosistemici



Analisi di sinergie e trade-off tra servizi ecosistemici



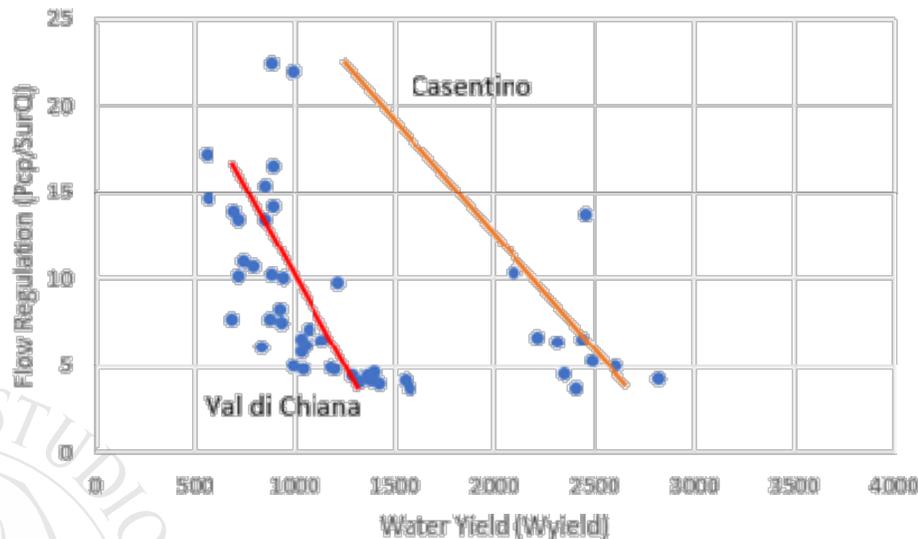
Synergy



Flow
regulation



Sediment
regulation



Trade offs



Flow
regulation



Water
Yield

Problematiche del drenaggio urbano Un approccio "green" per la gestione dei deflussi provenienti dagli scolmatori delle reti di drenaggio urbano

- ❑ Cambiamento climatico - eventi meteorici sempre più intensi e di breve durata.



Consumo di suolo e aumento del traffico veicolare

- ❑ Tasso di urbanizzazione e consumo di suolo in crescita in molte città italiane.

Gruppo di lavoro:

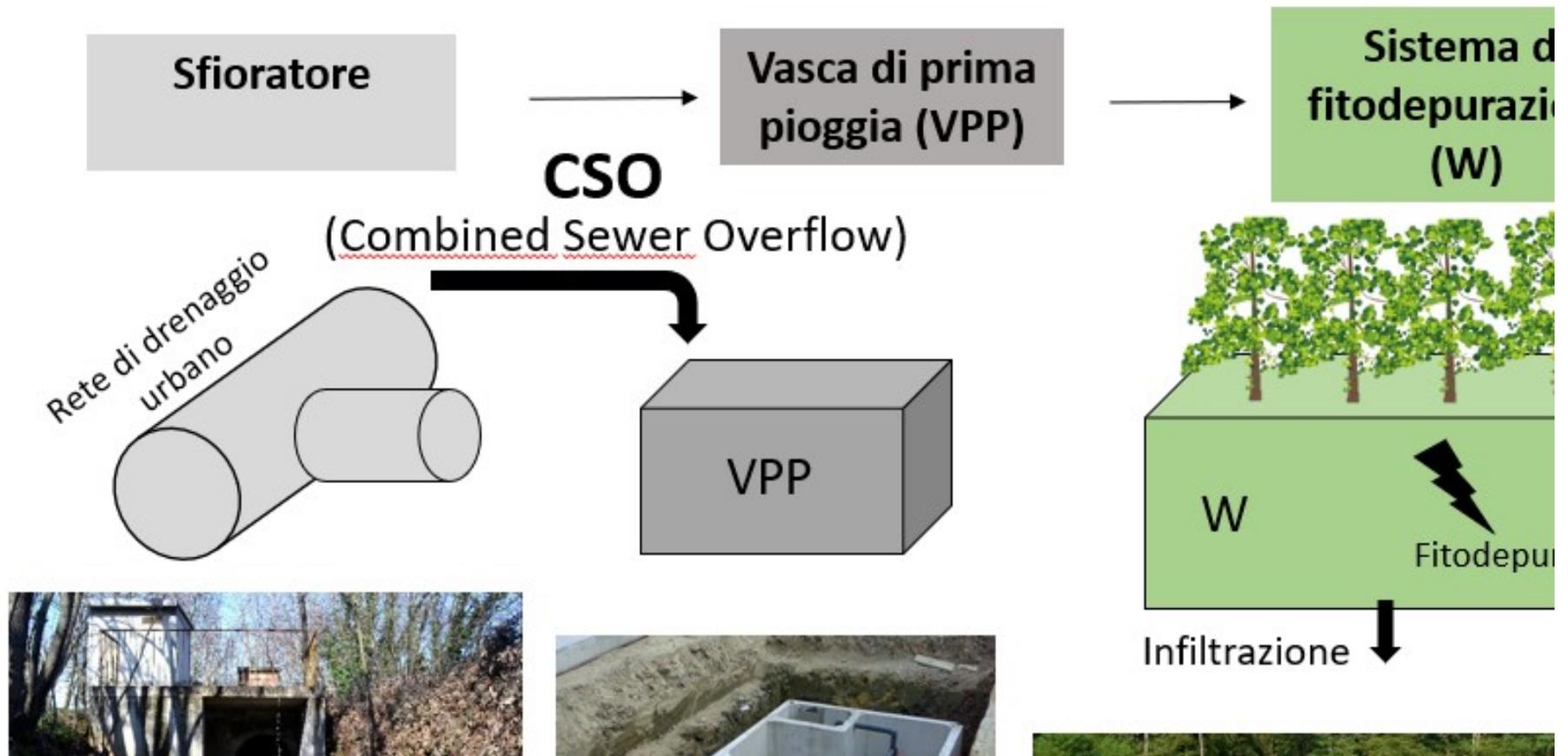
- ❑ Reti di drenaggio insufficienti per gestire il carico degli afflussi meteorici.
- ❑ Mancanza di spazi per lo spagliamento e/o l'accumulo delle acque meteoriche.

Daniele Masseroni – UNIMI DiSAA
Giulia Ercolani – UNIFI DICEA
Enrico Chiaradia - UNIMI DiSAA
Marco Maglionico – UNIBO DICAM
Attilio Toscano – UNIBO DISTAL
Claudio Gandolfi - UNIMI DiSAA
Gian Battista Bischetti - UNIMI DiSAA

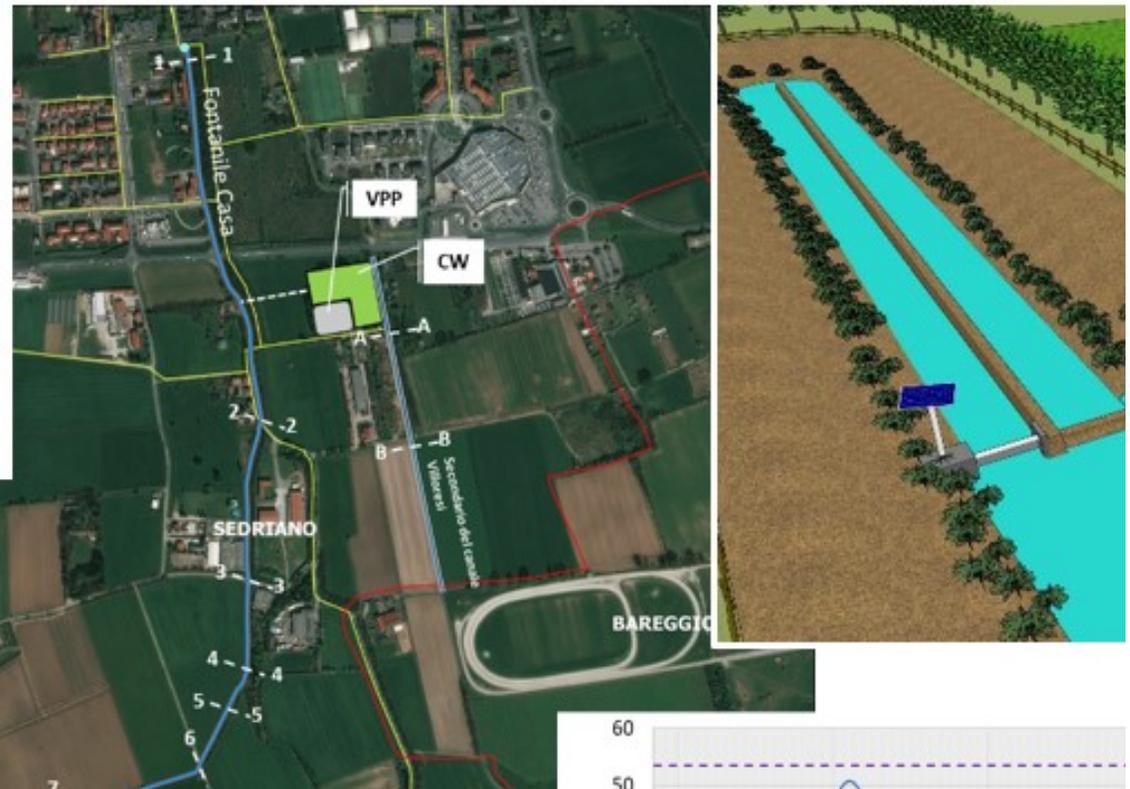
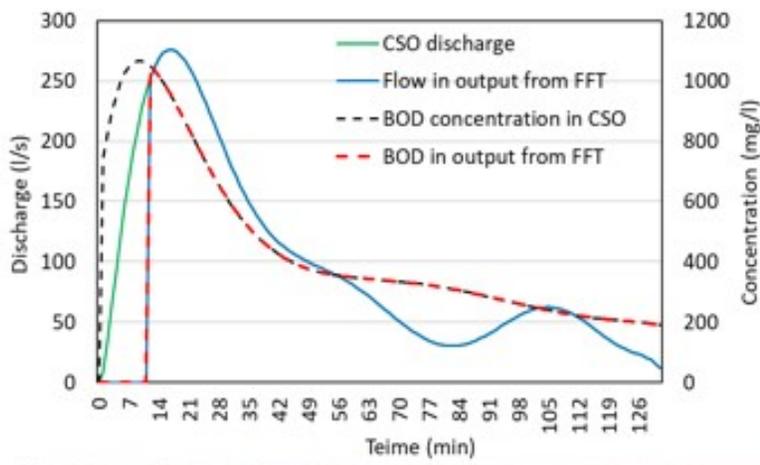


Esempi di scolmatori delle reti di drenaggio urbano

Approccio integrato alle strategie di mitigazione



Valutazione dell'efficacia delle soluzioni tramite modellistica numerica



Osservazioni Conclusive

- ❑ Il **reticolo idrico minore** può diventare un valido supporto per la gestione, la mitigazione e la depurazione dei deflussi di piena provenienti dai territori antropizzati sviluppando un **approccio combinato** di **sistemi fitodepurativi** e **vasche di prima pioggia**.
- ❑ Sempre di più gli aspetti di **qualità dei deflussi meteorici** dovranno essere tenuti in considerazione nell'ottica di un'economia circolare e di un'interazione sempre più presente tra comparto urbano e rurale.
- ❑ Non esiste una soluzione universale al problema dei deflussi meteorici ma esistono combinazioni di soluzioni possibili che devono essere contestualizzate nel territorio di applicazione **WATER-SENSITIVE URBAN DESIGN...**
- ❑ Si possono ottenere performance idraulico-ambientali differenti modulando le soglie d'invaso.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

Tutela Ambientale e Mitigazione del Rischio Idraulico

Enrica Caporali

Corso di Laurea Magistrale interdisciplinare e internazionale in

GEOENGINEERING

Geoengineering is an International and Interdisciplinary master devoted to train specialist technicians/practitioners in the activities of monitoring, design and management of systems and structures for geohydrological risk reduction with particular reference to floods, landslides, subsidence, sinkholes and in general to slope and basin scale dynamics.

PROGRAMME

The teaching program provides fundamental tools for quantitative analysis of engineering systems in the context of geological processes, their time evolution and their modeling, especially for application purposes, prevention, protection of society and environment from hydrogeological risk. The programme is implemented through a two-year study plan (120 ECTS) in accordance with the learning objectives in different sectors, i.e. structural mechanics, geotechnics, hydrology and hydraulics, geology and engineering geology, all integrated through advanced numerical methods, statistics and geomatics.

WHAT YOU LEARN

In Geoengineering, you will learn how to manage environmental processes. As a Geoenvironmental Engineer, you will develop technical and territorial monitoring at different international

engineering, cycle degree or a foreign In addition, to meet personal

FIRST YEAR

- Fluvial hydraulics
- Structural mechanics & engineering
- Geology
- Engineering geology

so
it

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

