

24 Ottobre 2019

Daniela Molinari, DICA, Politecnico di Milano

METTIAMOCI  
**IN RIGA**



## Le mappe del rischio

Dalla pericolosità al rischio: le mappe di danno alluvionale





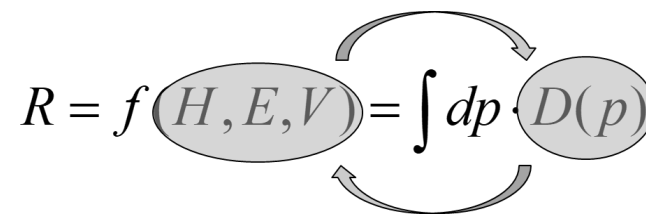
## *Perché valutare il danno alluvionale*

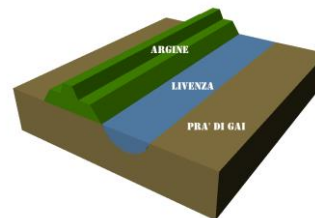
$$R = f(H, E, V) = \int dp \cdot D(p)$$

# Perché valutare il danno alluvionale

La conoscenza del danno atteso in caso di alluvione è **indispensabile per una efficace gestione del rischio**:

- in tempo di pace: per la valutazione dei benefici attesi (ovvero dei danni evitati) in seguito a diverse strategie di mitigazione
- durante l'emergenza: per l'identificazione delle priorità di intervento


$$R = f(H, E, V) = \int dp \cdot D(p)$$





## *Perché valutare il danno alluvionale: esigenza normativa*



*Secondo la “Direttiva Alluvioni” la gestione del rischio deve avvenire sulla base di affidabili **analisi costi-benefici** delle possibili strategie di intervento*




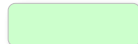
*Le valutazioni del danno alluvionale attualmente presenti nei PGRA **non consentono una valutazione quantitativa e laddove possibile monetaria dei benefici** in termini di «danno evitato»*



# Modello AdB-Po/Direttiva Alluvione

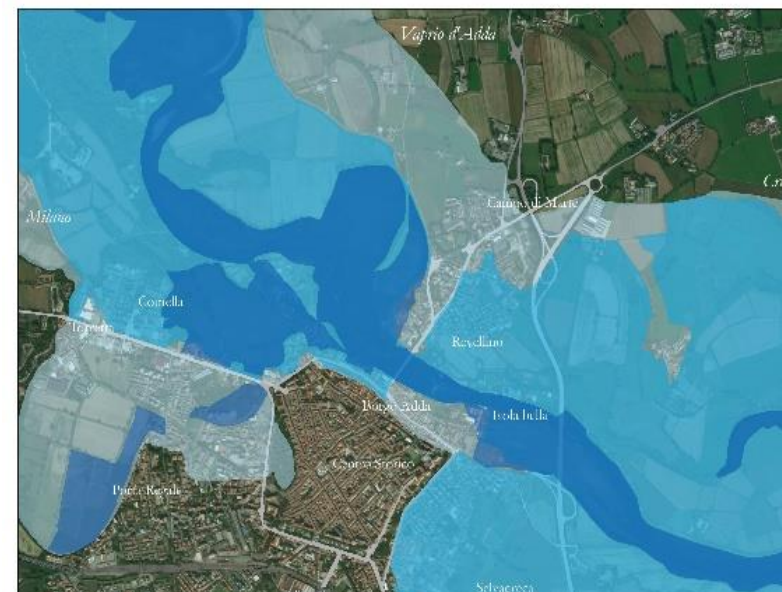
	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indir.
residenziale - strutture	Consolidato			Non consolidato/qualitativo	
commerciale - strutture	Consolidato			Non consolidato/qualitativo	
industriale - strutture	Consolidato			Non consolidato/qualitativo	
agricolo - strutture	Consolidato			Non consolidato/qualitativo	
residenziale - contenuti				Non consolidato/qualitativo	
commerciale - contenuti				Non consolidato/qualitativo	
industriale - contenuti				Non consolidato/qualitativo	
agricolo - colture	Consolidato			Non consolidato/qualitativo	
strade	Non consolidato/qualitativo			Non consolidato/qualitativo	
altre infrastrutture	Non consolidato/qualitativo			Non consolidato/qualitativo	
popolazione	Consolidato		?		
beni culturali	Non consolidato/qualitativo		?	Non consolidato/qualitativo	
edifici strategici	Non consolidato/qualitativo		?	Non consolidato/qualitativo	

- Focus sulla sola meso-scala
- Valutazioni quantitative della sola esposizione
- Valutazioni di danno/rischio qualitative

 Consolidato  
 Non consolidato/qualitativo

# Modello AdB-Po/Direttiva Alluvione

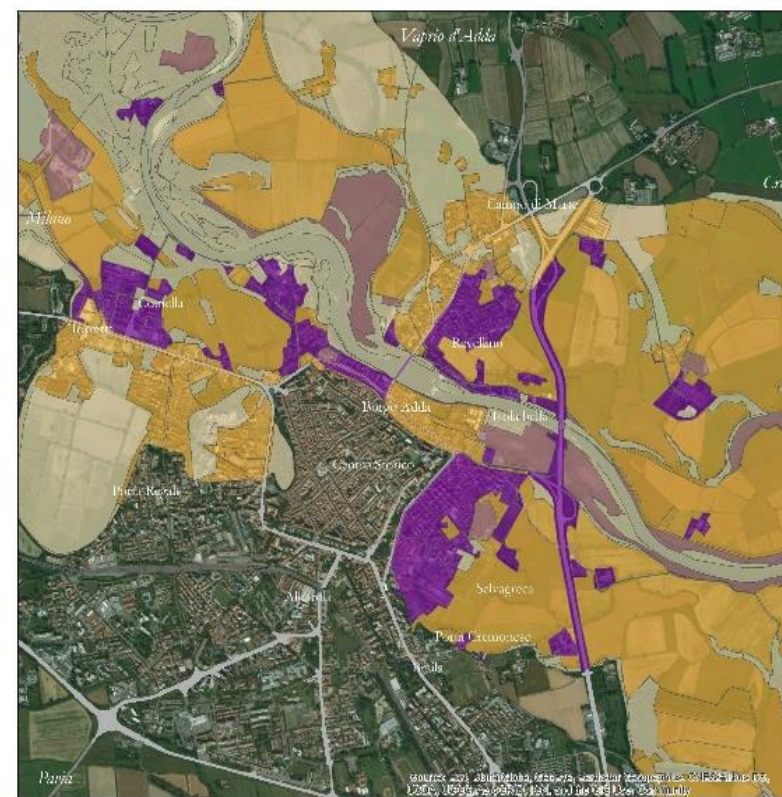
	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indir.
residenziale - strutture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
commerciale - strutture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
industriale - strutture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
agricolo - strutture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
residenziale - contenuti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
commerciale - contenuti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
industriale - contenuti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
agricolo - colture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
strade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
altre infrastrutture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
popolazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
beni culturali	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
edifici strategici	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Mappatura PGRA delle aree a pericolosità alluvionale nel comune di Lodi

Legenda

- Area a pericolosità P1
- Area a pericolosità P2
- Area a pericolosità P3



Mappatura PGRA delle aree a rischio alluvionale nel comune di Lodi

Legenda

- Area a rischio R1
- Area a rischio R2
- Area a rischio R3
- Area a rischio R4



## *Verso una valutazione quantitativa (e monetaria) del rischio: i progetti Flood-IMPAT e Flood-IMPAT+*

- Sviluppare un modello in grado di valutare il **danno** atteso in caso di alluvione, in termini quantitativi e laddove possibili **monetari, ai diversi settori esposti e alle diverse scale spaziali**, di interesse alla gestione del rischio

→ a supporto della redazione dei PGRA (e in particolare all'analisi Costi-Benefici)

- Sviluppare **conoscenze** sul rischio alluvionale: comunità scientifica, comunità tecnica, società civile, popolazione

→ gestione partecipata del rischio



# Il gruppo di lavoro



## Stakeholders

- Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po
- Regione Lombardia (Direzioni PC, Difesa del Suolo e Agricoltura)
- Agenzia Interregionale per il fiume Po
- Comune di Lodi
- Esperti esterni (Coldiretti, comitati locali, ecc.)
- Provincia di Lodi
- UTR-Lodi





# I risultati dell'attività scientifica

	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indir.
residenziale - strutture	█			█	
commerciale - strutture	█			█	
industriale - strutture	█			█	
agricolo - strutture	█			█	
residenziale - contenuti				█	
commerciale - contenuti				█	
industriale - contenuti				█	
agricolo - colture	█			█	
strade	█			█	
altre infrastrutture	█			█	
popolazione	█		?		
beni culturali	█		?	█	
edifici strategici	█		?	█	

Flood-IMPAT & Flood-IMPAT+

	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indir.
residenziale - strutture	█	█	█	█	
commerciale - strutture	█	█	█	█	
industriale - strutture	█	█	█	█	
agricolo - strutture	█	█	█	█	
residenziale - contenuti				█	
commerciale - contenuti	█	█	█	█	
industriale - contenuti	█	█	█	█	
agricolo - colture	█	█	█	█	
strade	█	█	█		█
altre infrastrutture	█				█
popolazione	█		?		
beni culturali	█	█	?		
edifici strategici	█	█	?		





# I risultati dell'attività scientifica

**Approccio misto empirico & expert-based:**  
- analisi di un caso studio (Lodi 2002)  
- analisi e modellazione dei meccanismi di danneggiamento indotti da eventi alluvionali (legami tra variabili di pericolosità, vulnerabilità, esposizione e danno)

	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indir.
residenziale - strutture	████████	████████	████████	████████	□□□□□□
commerciale - strutture	████████	████████	████████	████████	□□□□□□
industriale - strutture	████████	████████	████████	░░░░░░	□□□□□□
agricolo - strutture	████████	████████	████████	░░░░░░	□□□□□□
residenziale - contenuti	□□□□□□	□□□□□□	□□□□□□	░░░░░░	□□□□□□
commerciale - contenuti	░░░░░░	░░░░░░	░░░░░░	░░░░░░	□□□□□□
industriale - contenuti	░░░░░░	░░░░░░	░░░░░░	░░░░░░	□□□□□□
agricolo - colture	████████	████████	████████	████████	□□□□□□
strade	████████████████		████████	□□□□□□	░░░░░░
altre infrastrutture	░░░░░░████████		□□□□□□	□□□□□□	░░░░░░
popolazione	████████████████		?	□□□□□□	□□□□□□
beni culturali	████████	████████	?	□□□□□□	□□□□□□
edifici strategici	████████	████████	?	□□□□□□	□□□□□□

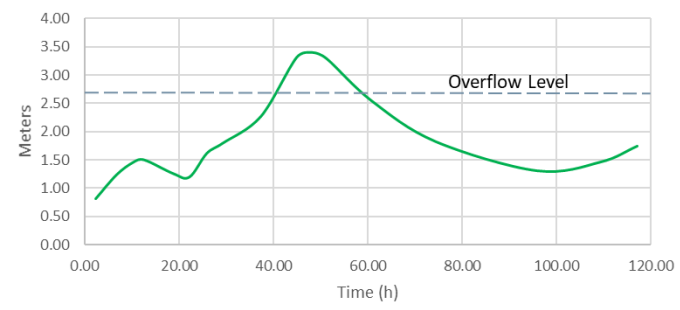


# Il caso studio: l'erosione del fiume Adda a Lodi tra il 25 e il 26 Novembre 2002

Ricostruzione area allagata (Paoletti, 2005 & 2010)



Livelli idrici registrati al Ponte Vecchio



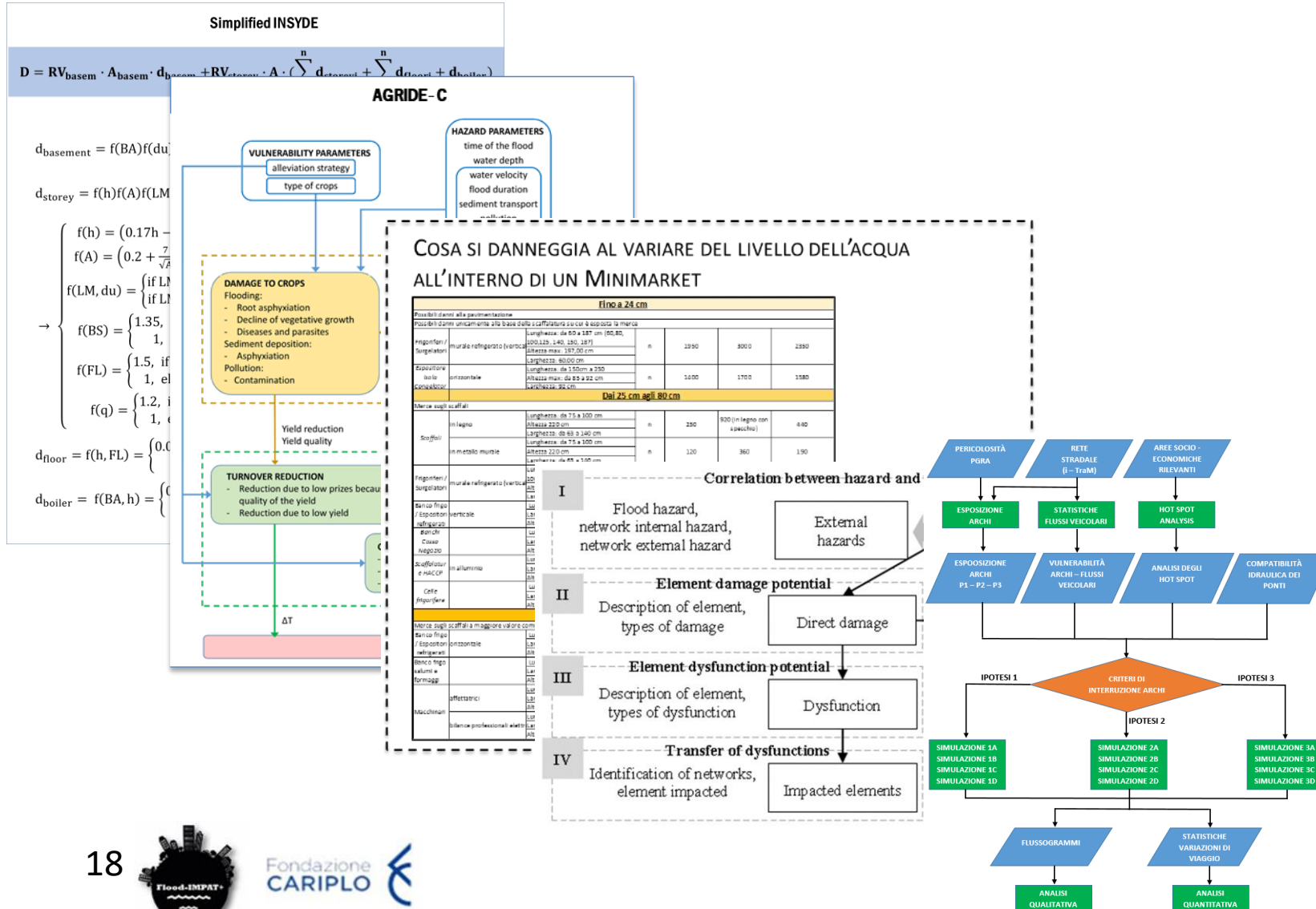
- Portata di Picco **1840 m<sup>3</sup>/s**  
→ TR~100 anni
- Massimi livelli osservati in area urbana **2.5 m**
- **Basse velocità**
- **15 M€ di danni** occorsi a residenze, attività commerciali/industriali e industrie
- 7.8 M€ di danni agli edifici residenziali (strutture e contenuti)
- **500 evacuati**

**Ampia disponibilità di dati**



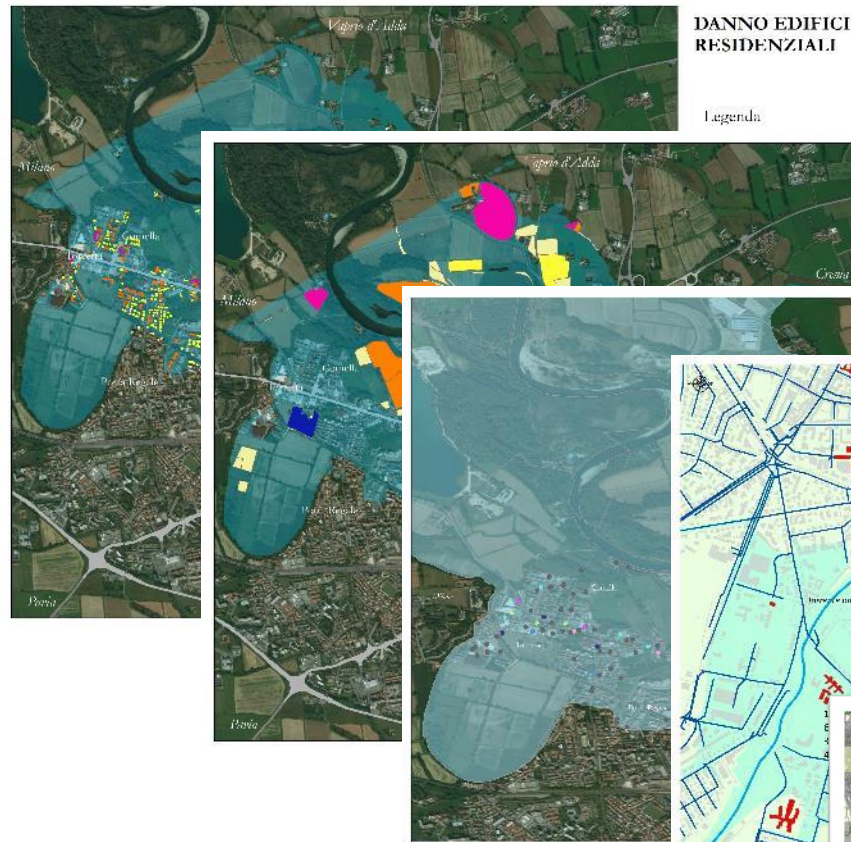
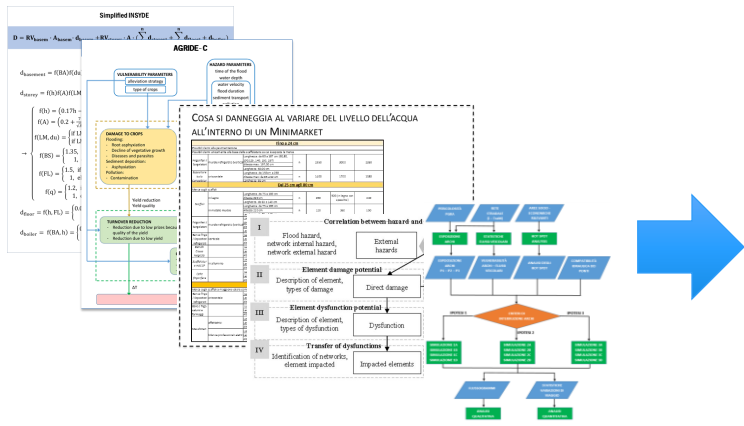


# I risultati dell'attività scientifica





# I risultati dell'attività scientifica



DANNO EDIFICI RESIDENZIALI

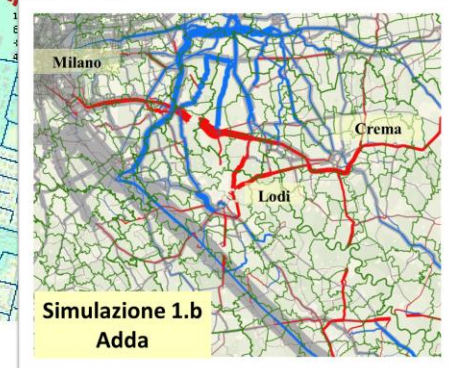
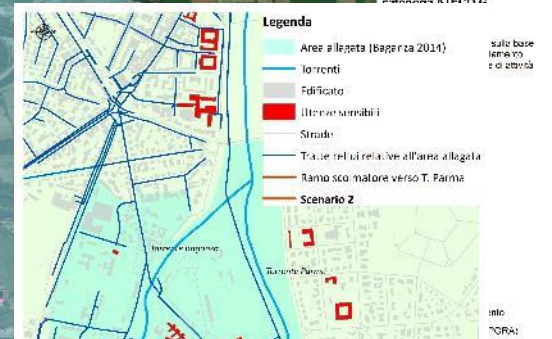
Legenda

DANNO AD APRILE AGRICOLTURA

Legenda

Danno €

Esposizione: Cluaterizzazione dei soggetti economici (commercio al dettaglio ed escluso alimentare) della zona ATECO



Simulazione 1.b Adda

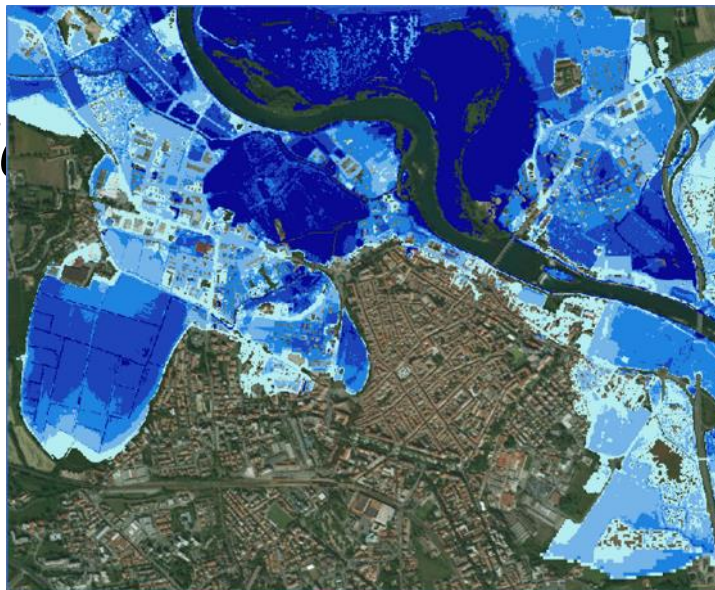
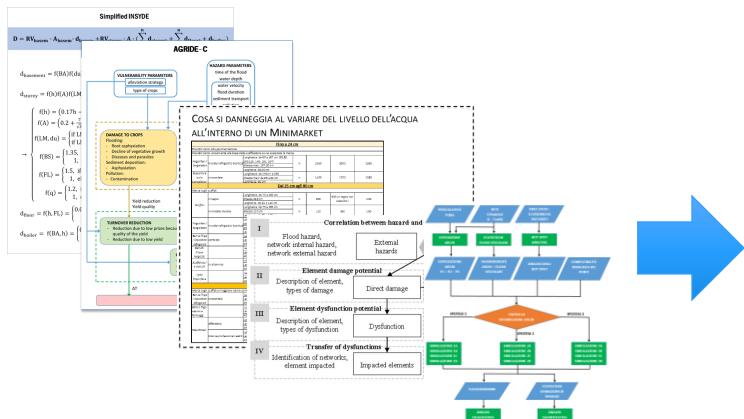


Simulazione 1.c Lambro

+ veq/g per direzione      - veq/g per direzione



# I risultati dell'attività sci



WITHOUT structural mitigation measures



WITH structural mitigation measures

Involved assets	Unit of measure	% of damage/exposure reduction with the structural defences in place				
		T = 50	T = 100	T = 120	T = 200	T = 500
Residential buildings	Damage in €	51,0 %	50,3 %	52,6 %	52,2 %	51,8 %
Agricultural activities	Damage in €	11,7 %	12,0 %	11,1 %	10,8 %	8,1 %
Economic activities	Exposure in €	48,2 %	51,1 %	66,9 %	67,9 %	76,4 %
Total population	Exposure in inhabitants	60,8 %	62,9 %	69,7 %	69,7 %	66,5 %
Vulnerable population	Exposure in inhabitants	61,2 %	63,9 %	71,4 %	71,4 %	69,6 %
Foreign population	Exposure in inhabitants	65,3 %	68,1 %	72,5 %	72,4 %	61,5 %
Road network	Exposure in km	31,8 %	35,4 %	36,2 %	36,1 %	34,7 %
Important facilities	Exposure in number	50,0 %	51,0 %	52,6 %	53,4 %	55,4 %
Cultural heritage	Exposure in number	45,8 %	46,4 %	50,0 %	50,0 %	51,4 %

B/C = 2,4

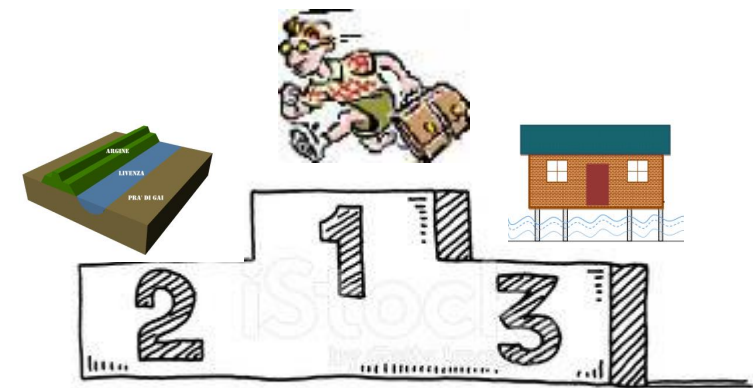
MCA



# *Analisi critica degli strumenti sviluppati: affidabilità*

Incertezza di stima non quantificabile per  
mancanza di «osservazioni» di danno

**Uso degli strumenti per una valutazione in  
termini relativi e non assoluti → confronto tra  
strategie**



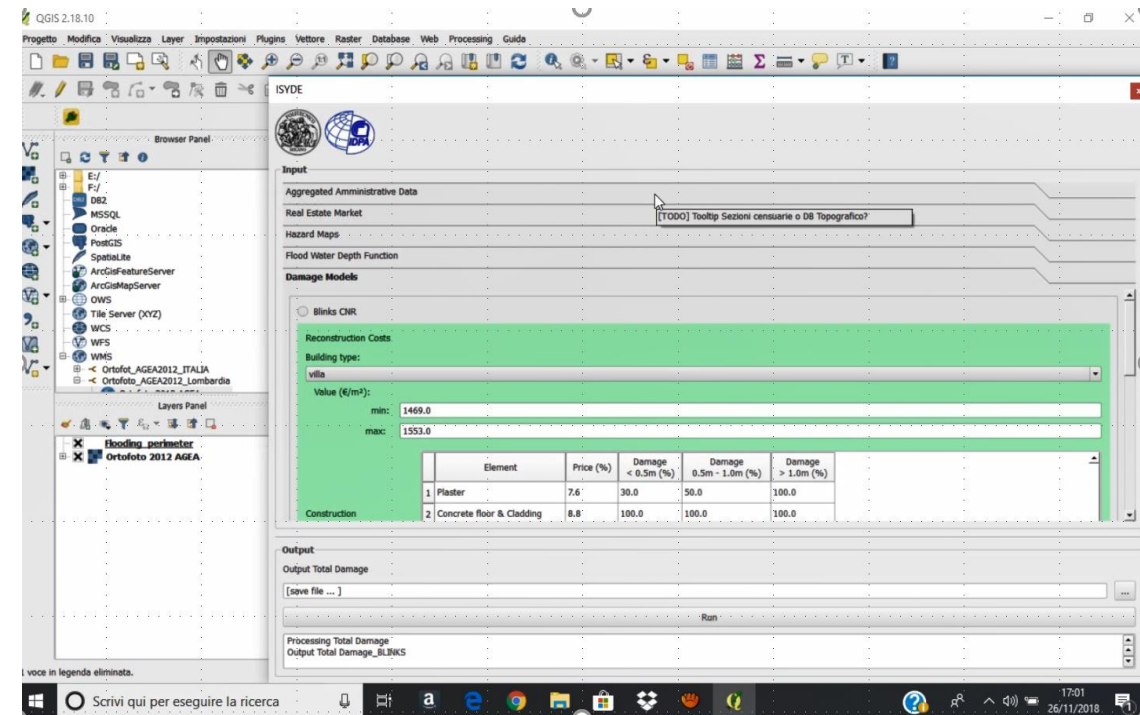


# Analisi critica degli strumenti sviluppati: usabilità

Uso di **dati disponibili a livello nazionale** o almeno a livello di bacino (partendo dai dati utilizzati nel primo ciclo della Direttiva Alluvioni)

Uso di **modelli matematici semplici**, ovvero semplificati, per l'uso da parte di un utente non esperto

Sviluppo di un **sistema informativo** in ambiente QGIS per la gestione semi-automatica dei dati e dei modelli (e per la produzione di mappe)







# *Verso una rappresentazione condivisa del rischio*

**Co-mapping lab:** un **percorso partecipato** finalizzato alla **co-progettazione e personalizzazione delle mappe di rischio** per renderle utili e fruibili a diversi portatori di interesse

2 tavoli di lavoro:

- Istituzioni, tecnici ed esperti
- Comunità locale (società civile e mondo economico)



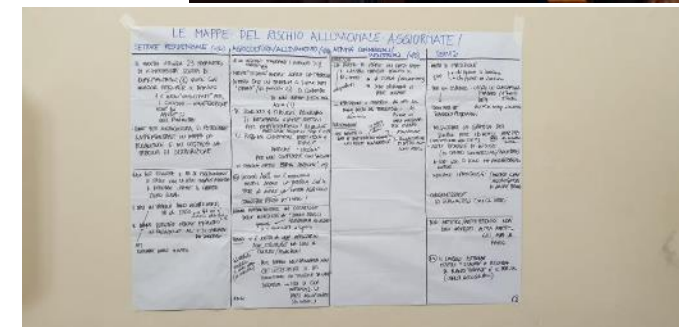


# Verso una rappresentazione condivisa del rischio

## Co-mapping lab

### TRE LABORATORI PER OGNI TAVOLO

- **PRIMO LAB** - “UNA LEGENDA CONDIVISA SUL RISCHIO” finalizzato alla condivisione degli obiettivi verso cui dovrebbero essere tese le mappe di rischio e alla costruzione della legenda che queste dovrebbero avere >>> **Ottobre 2018**
- **SECONDO LAB** - “AD OGNUNO LA SUA MAPPA” finalizzato all’illustrazione delle mappe costruite sulla base degli esiti del lavoro del primo laboratorio (affinamento legende condivise) e all’individuazione degli strumenti e dei canali per la migliore diffusione delle mappe >>> **Aprile 2019**
- **TERZO LAB** - “INFORMAZIONE, FORMAZIONE E DISSEMINAZIONE” finalizzato all’illustrazione della mappa co-costruita e alla formazione sul suo uso, con l’obiettivo di illustrare e condividere gli esiti dei laboratori con un pubblico il più ampio possibile, in ottica di aumentare la conoscenza e la consapevolezza sui temi del rischio in tutta la società presente nei territori interessati >>> **Giugno e Ottobre 2019**



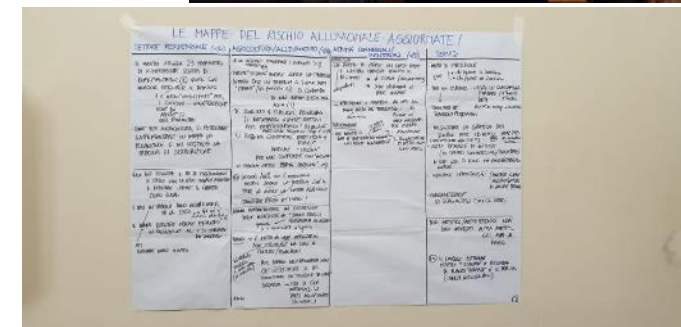
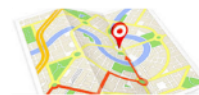


# Verso una rappresentazione condivisa del rischio

## Co-mapping lab

### TRE LABORATORI PER OGNI TAVOLO

- **PRIMO LAB** - “UNA LEGENDA CONDIVISA SUL RISCHIO” finalizzato alla condivisione degli obiettivi verso cui dovrebbero essere tese le mappe di rischio e alla costruzione della legenda che queste dovrebbero avere >>> **Ottobre 2018**
- **SECONDO LAB** - “AD OGNUNO LA SUA MAPPA” finalizzato all’illustrazione delle mappe costruite sulla base degli esiti del lavoro del primo laboratorio (affinamento legende condivise) e all’individuazione degli strumenti e dei canali per la migliore diffusione delle mappe >>> **Aprile 2019**
- **TERZO LAB** - “INFORMAZIONE, FORMAZIONE E DISSEMINAZIONE” finalizzato all’illustrazione della mappa co-costruita e alla formazione sul suo uso, con l’obiettivo di illustrare e condividere gli esiti dei laboratori con un pubblico il più ampio possibile, in ottica di aumentare la conoscenza e la consapevolezza sui temi del rischio in tutta la società presente nei territori interessati >>> **Giugno e Ottobre 2019**



Mappe e documentazione disponibile su:  
[www.floodimpatproject.polimi.it](http://www.floodimpatproject.polimi.it)



## Grazie per l'attenzione

([daniela.molinari@polimi.it](mailto:daniela.molinari@polimi.it), <https://floodimpatproject.polimi.it>)

