

L'impatto delle acque piovane sulla qualità delle acque superficiali di una rete idraulica complessa: i canali della città di Padova

Alberto Barausse

Laboratorio di Analisi dei Sistemi Ambientali

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Padova

Torino, 14-15 Ottobre 2015



Italian DHI Conference 2015

Il gruppo di ricerca LASA

Focus su ecosistemi acquatici:

- *Fitodepurazione e aree umide multifunzionali*
- *Qualità delle acque superficiali ed inquinamento diffuso*
- *Eutrofizzazione*
- *Modellistica ecologica e valutazione dei servizi ecosistemici*
- *Ingegneria naturalistica e gestione integrata del territorio*

Intera filiera di produzione del dato ambientale
(monitoraggio, laboratorio chimico, modelli)

Progetti di ricerca europei (FP5, FP6, FP7, Interreg, LIFE+), di cui in corso WSTORE2 (www.wstore2.eu)
e LIFE VIMINE (www.lifevimine.eu)

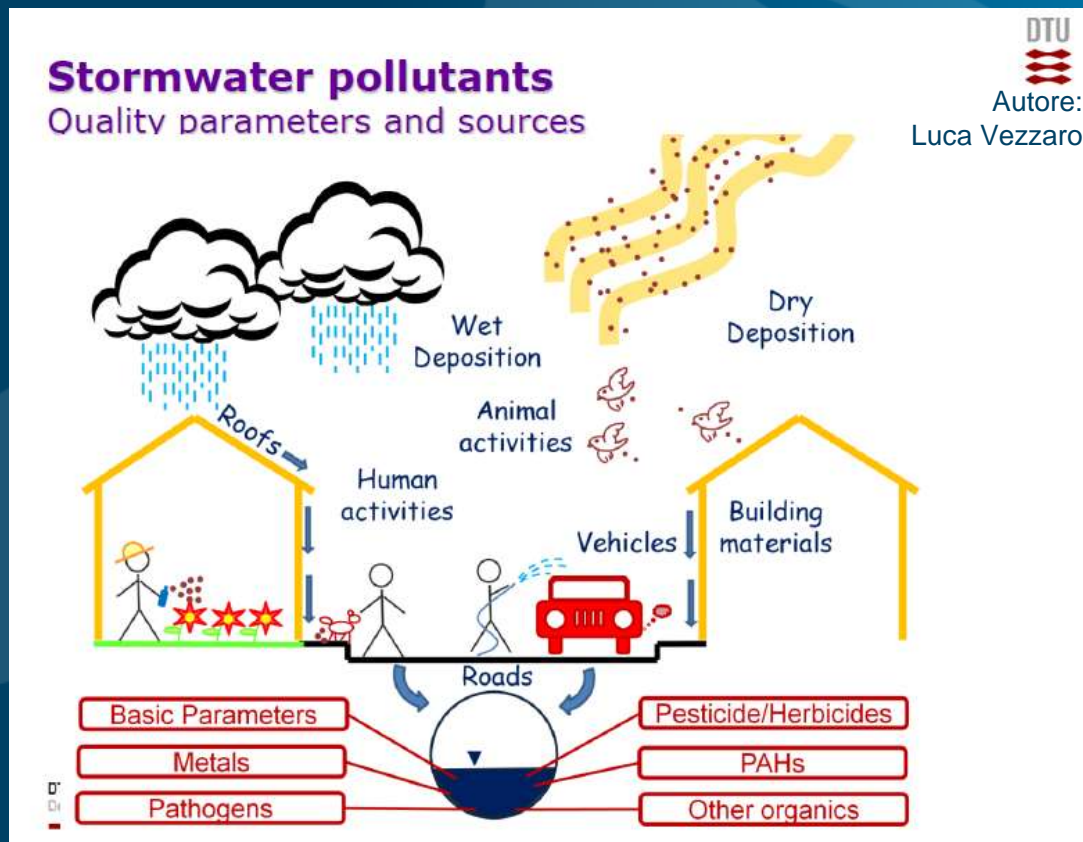
Per informazioni: <http://lasa.dii.unipd.it/>

Uno dei nostri modellisti...



Il problema: acque piovane e qualità delle acque superficiali

- Fonti multiple
- Diversi tipi di inquinanti
- Emissioni diffuse (difficili da evitare)
- Basse concentrazioni, alte portate
- Fognatura mista e scolmatori
- Problema relativamente poco studiato in Italia («prima pioggia»)

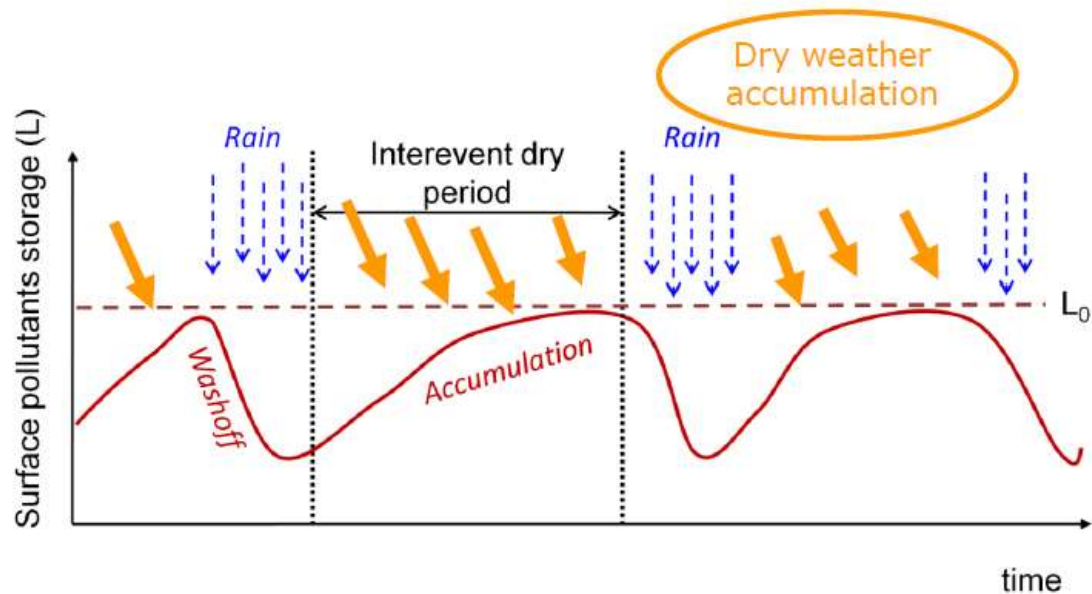


Release of stormwater pollutants

Accumulation/washoff processes



Autore:
Luca Vezzaro



La realtà è complessa

Molteplici fonti di
incertezza:

- Fonti di emissione
- Precipitazioni
- Processi durante il trasporto
- Struttura-funzionamento della rete idraulica

Fondamentale un approccio integrato: monitoraggio al supporto dei modelli



Scopo dello studio

Quantificare l'impatto delle acque piovane sulla qualità delle acque superficiali dei canali della città di Padova

- Come? Costruzione di un modello matematico (MIKE BY DHI: WEST 2014) da calibrare con dati osservati
- Dati ARPAV e monitoraggio LASA = due diversi modelli
- Lavoro in fieri

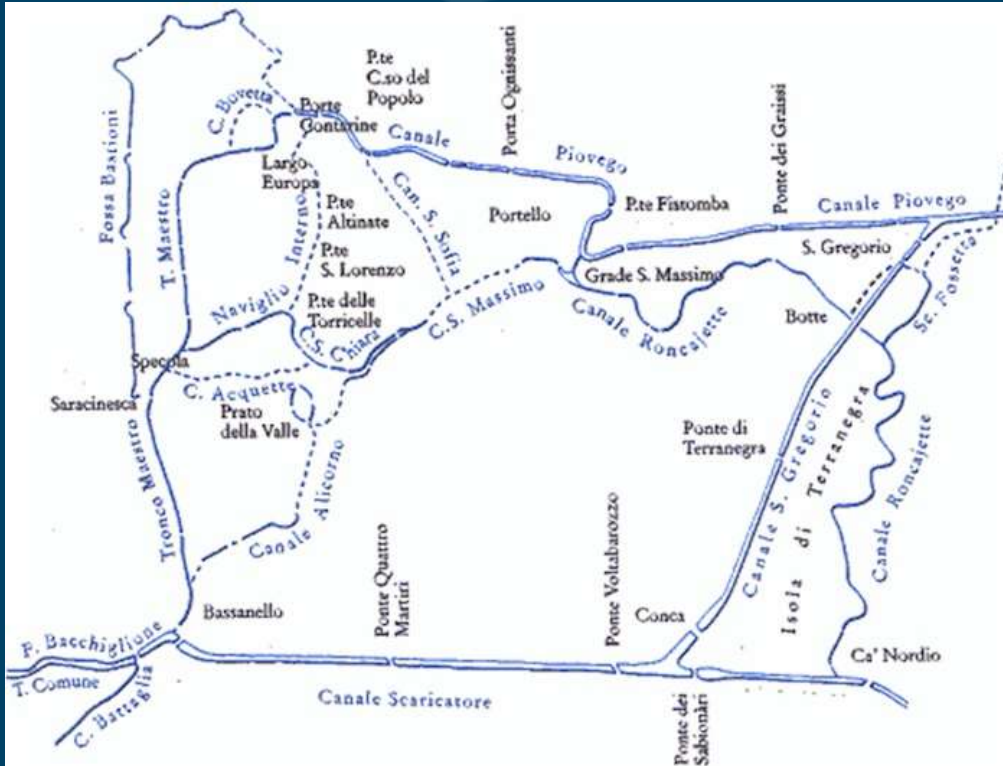
Il caso studio: la rete idraulica di Padova

- Rete di canali cittadina antica e complessa
- Padova è un nodo idraulico fondamentale in Veneto (rischio idraulico)
- Recente decadenza (interramenti, tombinamenti, inquinamento, ...)
- Rete fognaria separata e mista
- Corridoio ecologico e “ricreativo”
- Progetti di riqualificazione

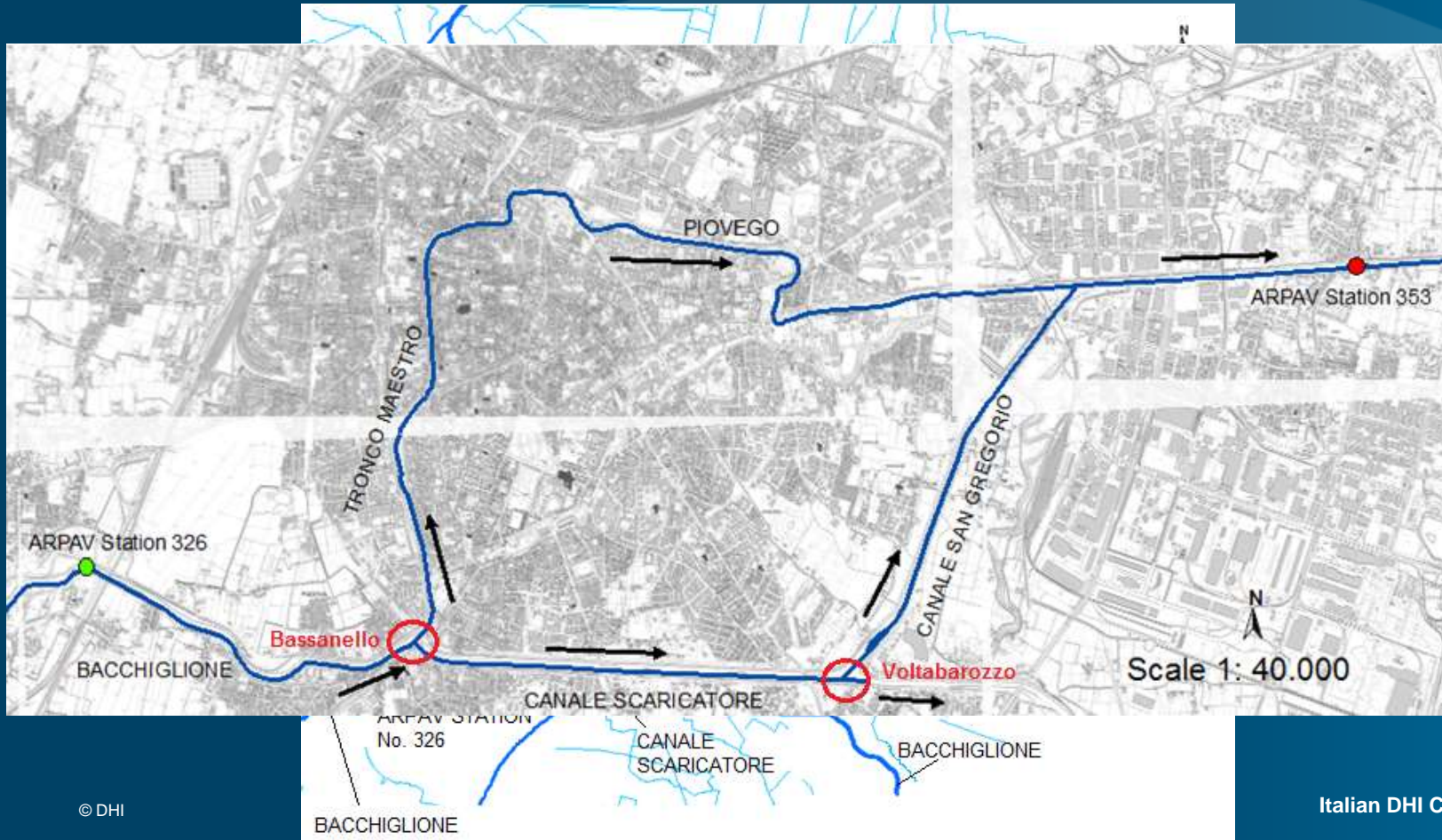
Comprensione dei processi che determinano la qualità dell'acqua: fondamentale per protocolli integrati di gestione (portate, qualità, biodiversità, navigazione, ...)



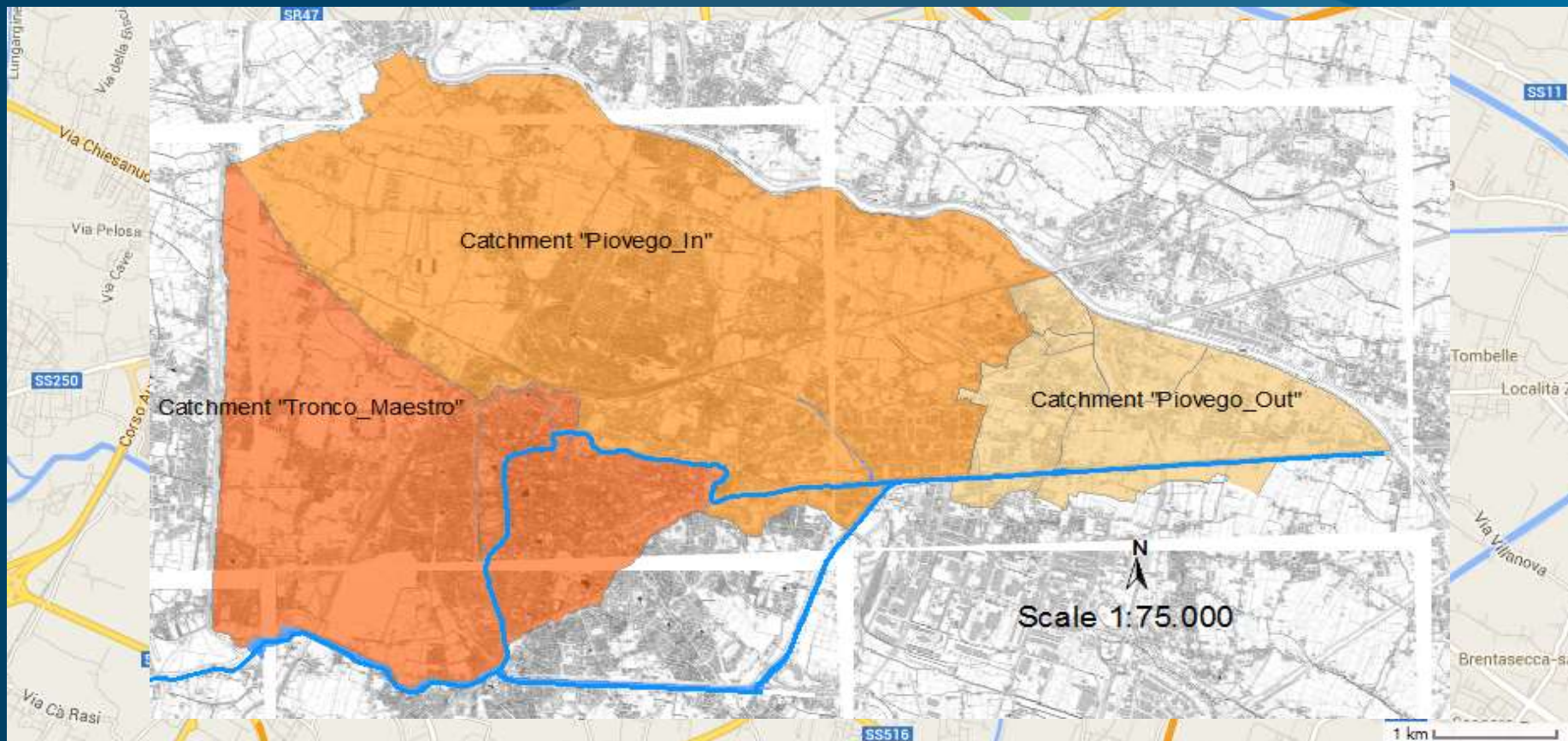
Padova città d'acque



Primo modello: definizione del sistema



Scolmatori e bacini idrografici

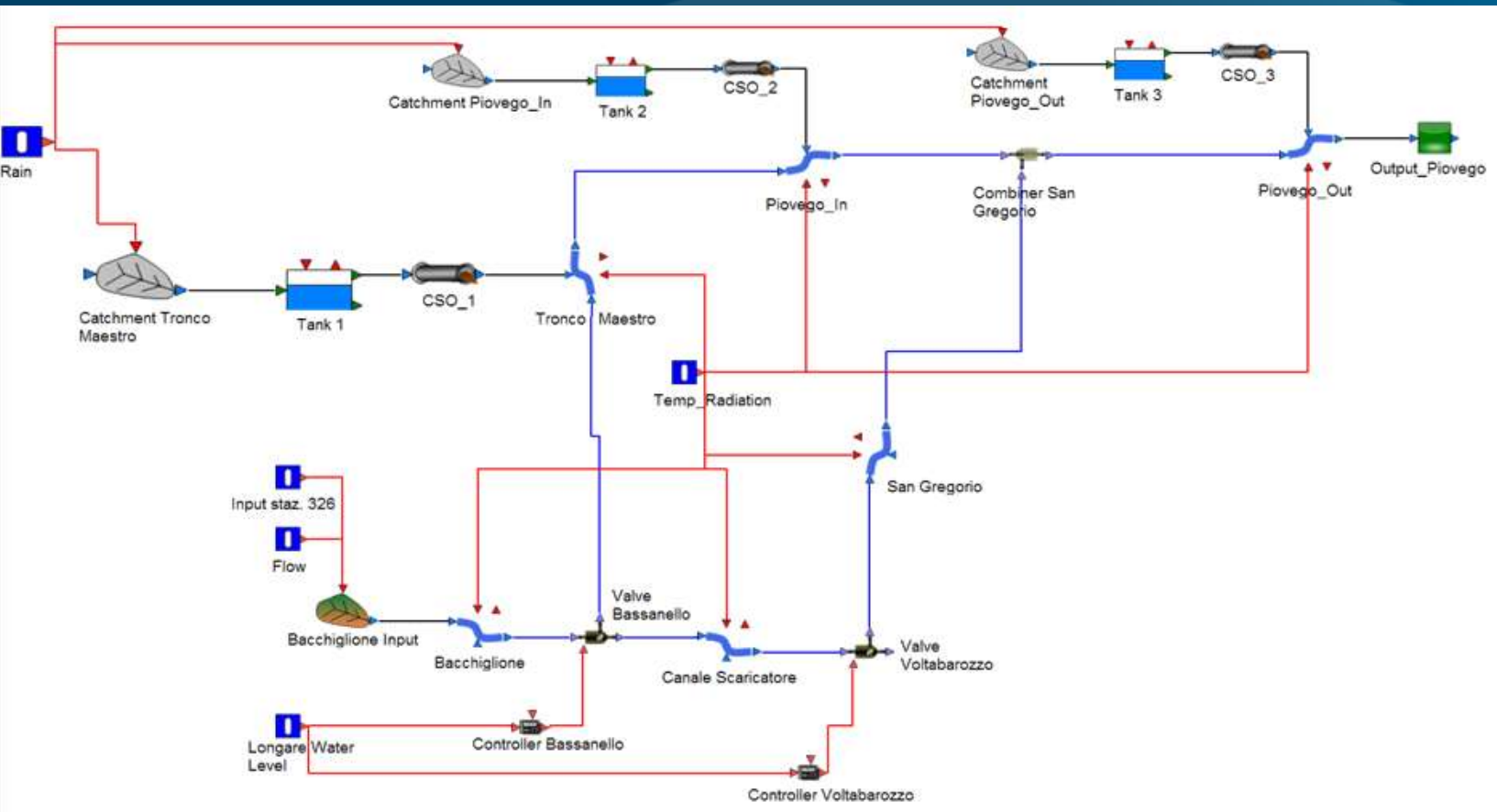


Costruzione del modello

- Software: WEST Release 2014 (Mike by DHI) interfacciato con MATLAB

Data	Source
Qualità dell'acqua	 <p>Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto</p>
Precipitazioni (mm)	
Temperatura (°C)	
Radiazione solare (W/m ²)	
Portate Bacchiglione (m ³ /s)	
Livello Bacchiglione (m)	
Uso del suolo	http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/
Informazioni sulla rete fognaria	AcegasAps

Costruzione del modello: 3 CSTR



Costruzione del modello

Variabili di stato simulate e calibrate

- Concentrazione di BOD (g/m³)
- Concentrazione di NH₄ (g/m³)

Processi

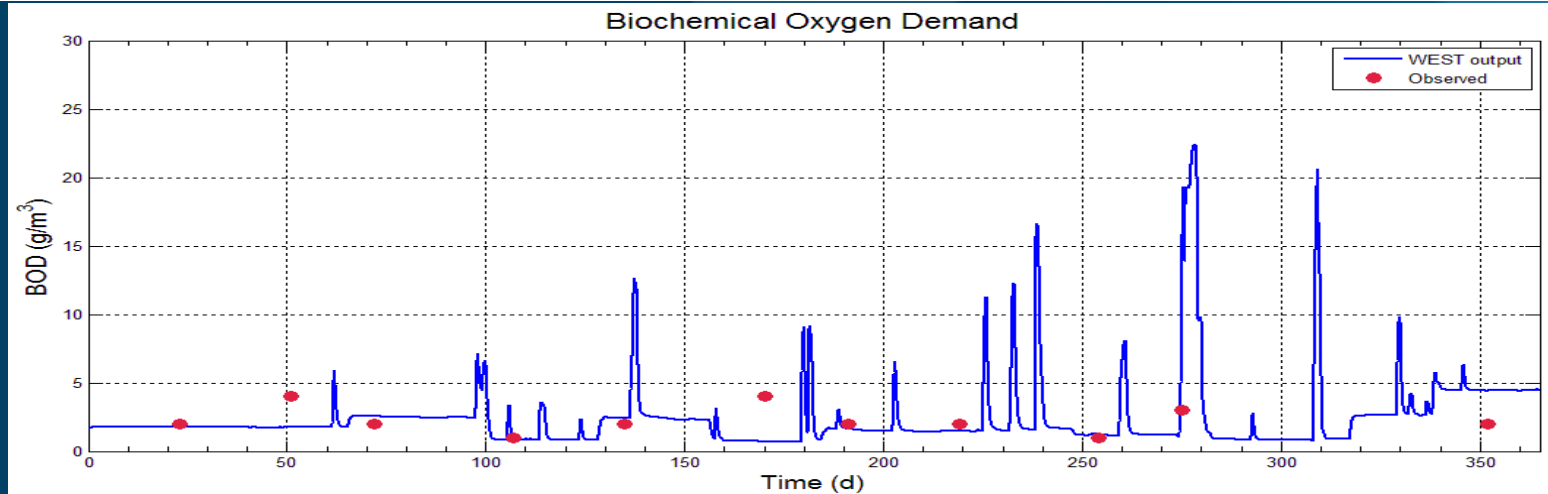
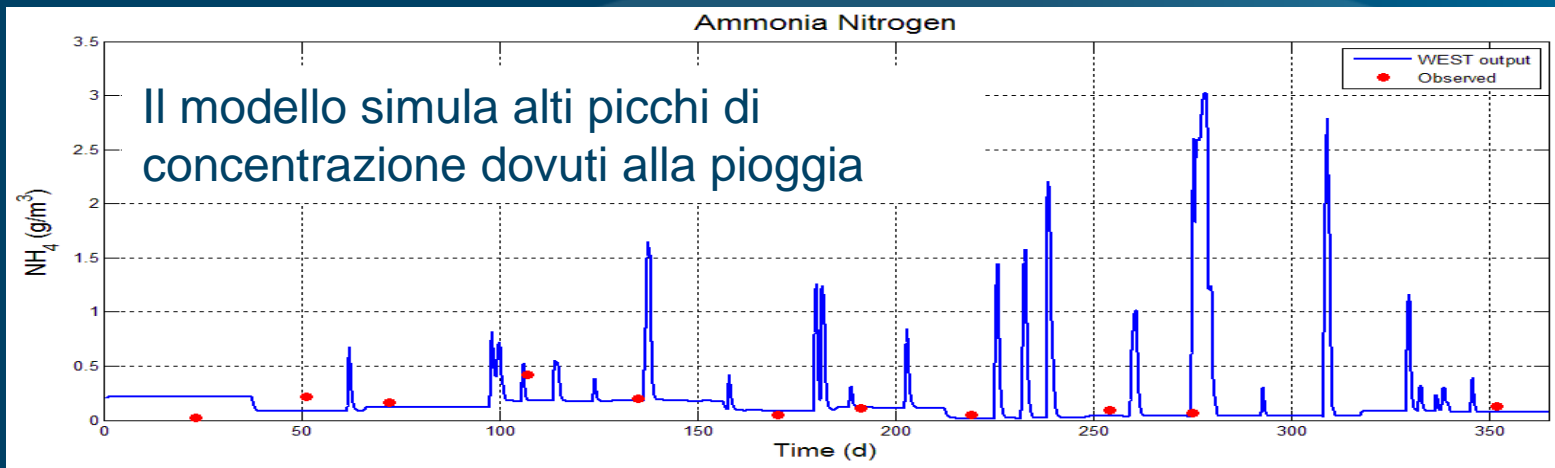
- Generazione del runoff
- Degradazione biologica
- Nitrificazione
- CSTR in serie, portata uscente $Q = (V / k)^{1/m}$

Difficoltà nell'ottenere un'immagine completa dell'idraulica cittadina (portate, livelli, protocolli) nonostante la disponibilità degli enti interpellati

Calibrazione: 2005 (molti dati di qualità)

Validazione: 2006–2010

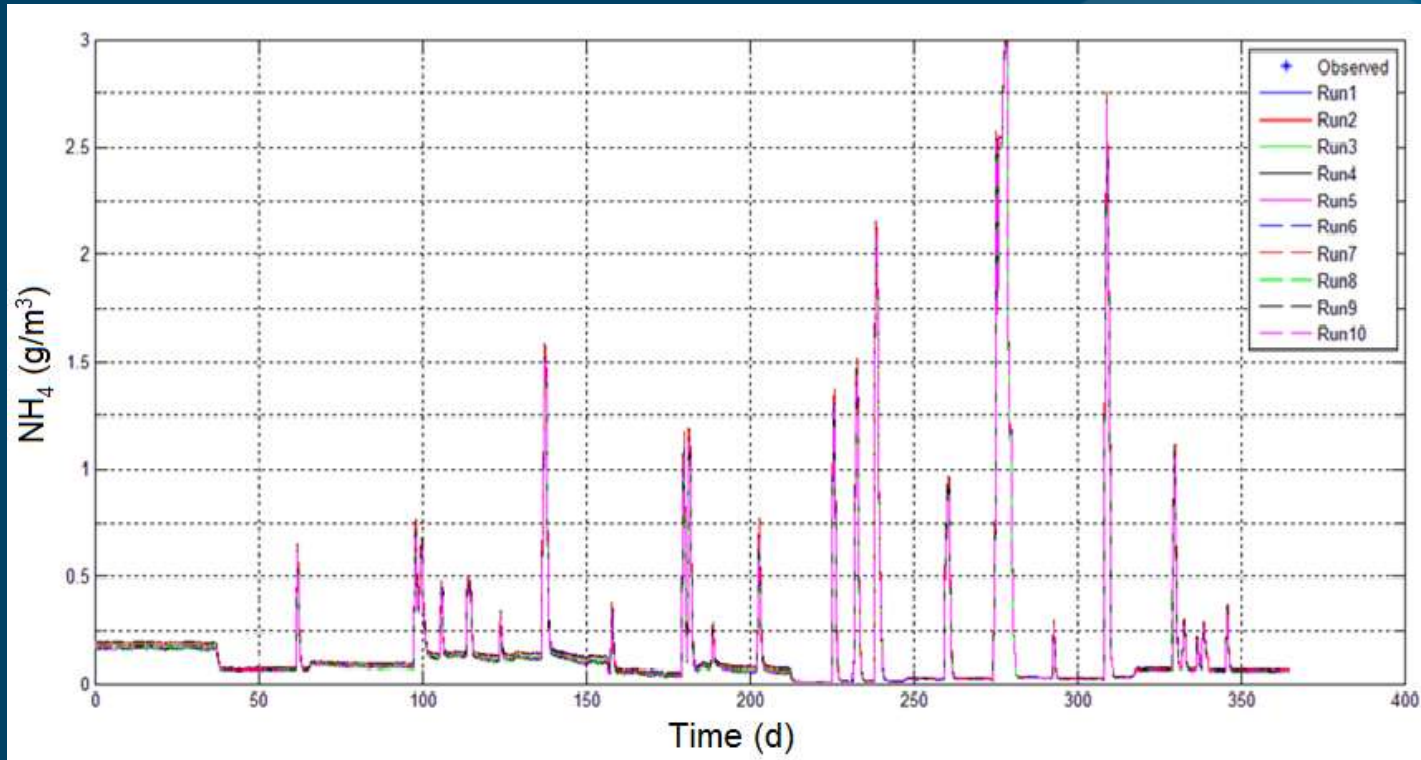
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right)^2}{\sum_{i=1}^n w_i}}$$



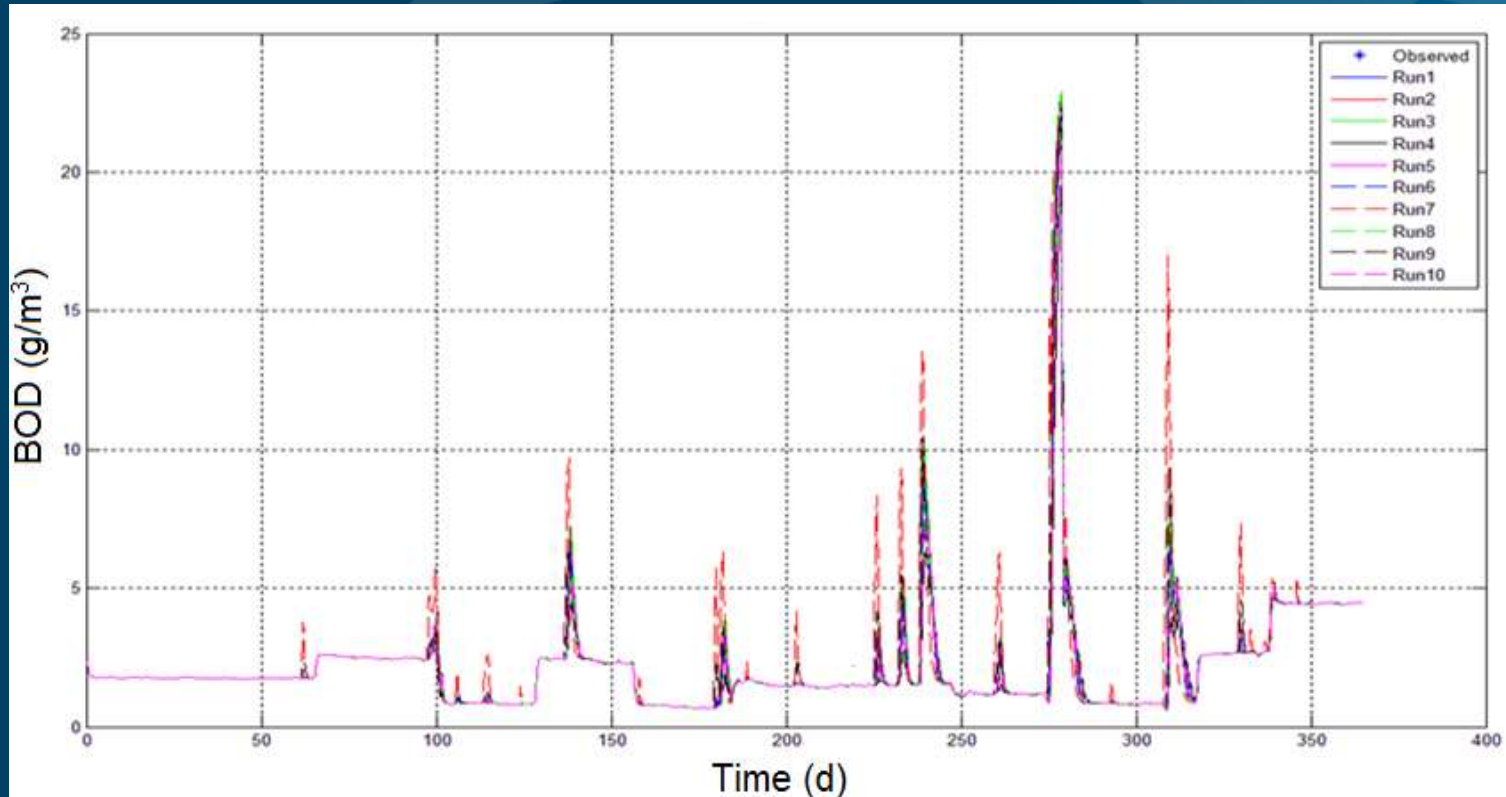
Analisi di sensibilità – anno 2005

- Rateo di nitrificazione
- Nitrificazione – coefficiente per la dipendenza da temperatura
- BOD – rateo di biodegradazione
- Biodegradazione BOD – coefficiente per la dipendenza da temperatura
- Reservoir constant k
- Linearity exponent m
- Velocità dell'acqua del Bacchiglione

- **Rateo di nitrificazione (0.2 – 2) 1/d**



- **Reservoir constant (0.2 – 5) d**

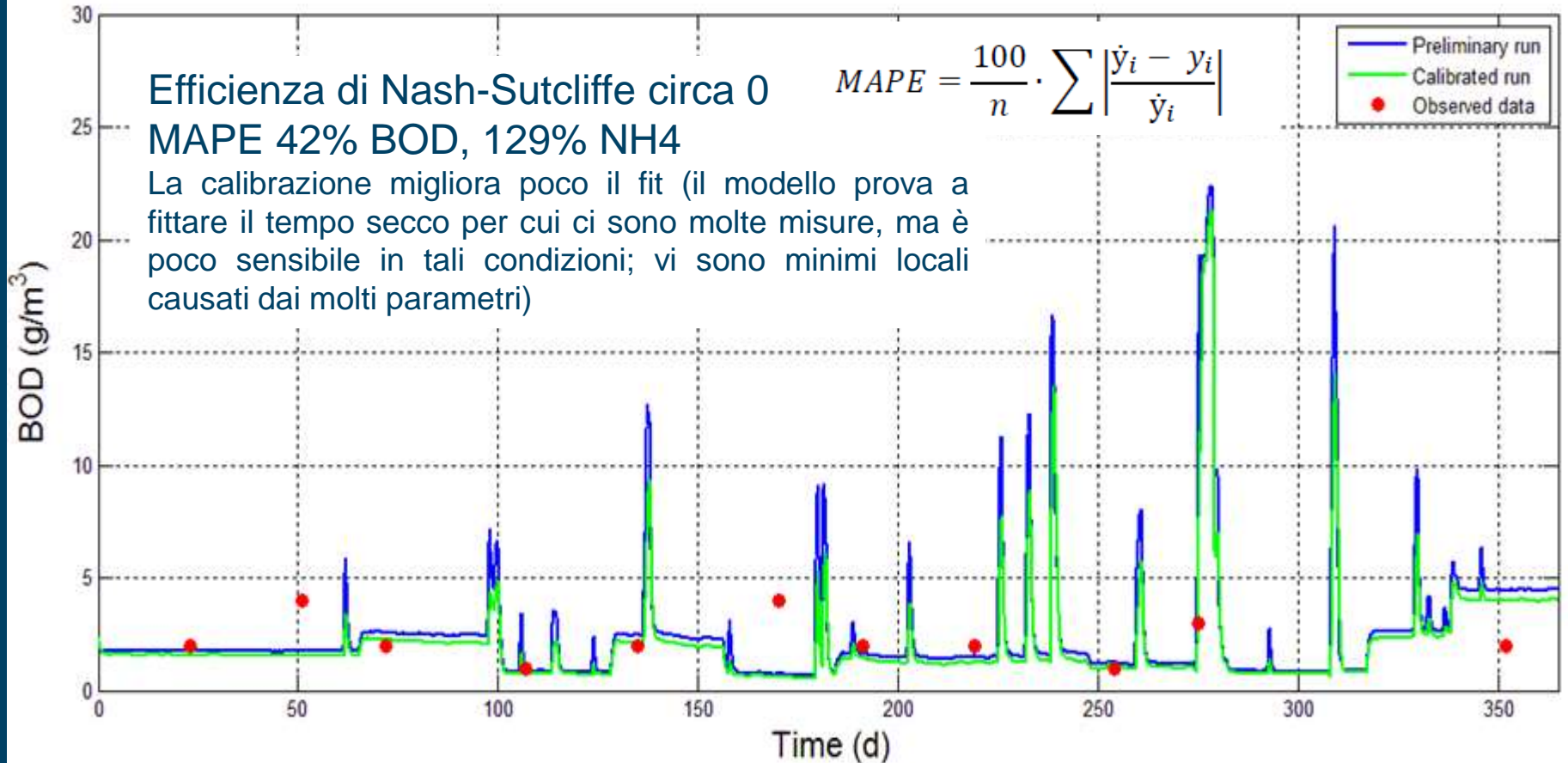


Efficienza di Nash-Sutcliffe circa 0

MAPE 42% BOD, 129% NH4

La calibrazione migliora poco il fit (il modello prova a fittare il tempo secco per cui ci sono molte misure, ma è poco sensibile in tali condizioni; vi sono minimi locali causati dai molti parametri)

$$MAPE = \frac{100}{n} \cdot \sum \left| \frac{\dot{y}_i - y_i}{\dot{y}_i} \right|$$



Validazione: 2006, 2007, 2008, 2010



Conclusioni

- I carichi di azoto e BOD generati dal runoff sono importanti nel modello: **il runoff urbano potrebbe avere un'influenza sulla qualità dell'acqua dei canali**
- Ma i picchi di concentrazione non sono validati (poche misure): necessarie campagne di monitoraggio più frequenti o ad hoc per cogliere i picchi (**suggerimento gestionale**)
- **Troppi parametri**: incertezza, anche nella calibrazione (minimi locali). Approccio della teoria dell'informazione?

Campagna di monitoraggio LASA

- Scopo: sopperire ai limiti dei dati esistenti
- Criteri per la scelta dei siti:
 - sito «a monte» e sito «a valle» di Padova
 - struttura della rete idraulica fra monte e valle (no derivazioni e immissioni)
 - facili da raggiungere (quando le previsioni chiamano...)
 - sicuri per lavorare
 - sicuri per i campionatori automatici (necessari per campionare ad alta frequenza)
 - adatti per campionare (distanza dal centro del canale)
 - rappresentatività della sezione e del tratto (tratto rettilineo)

Campagna di monitoraggio LASA

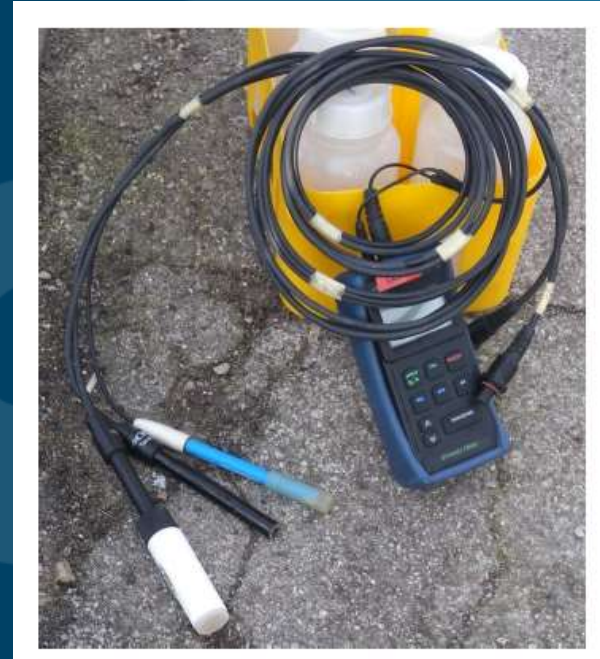


Quando monitorare?
Tenere d'occhio le
previsioni del tempo...

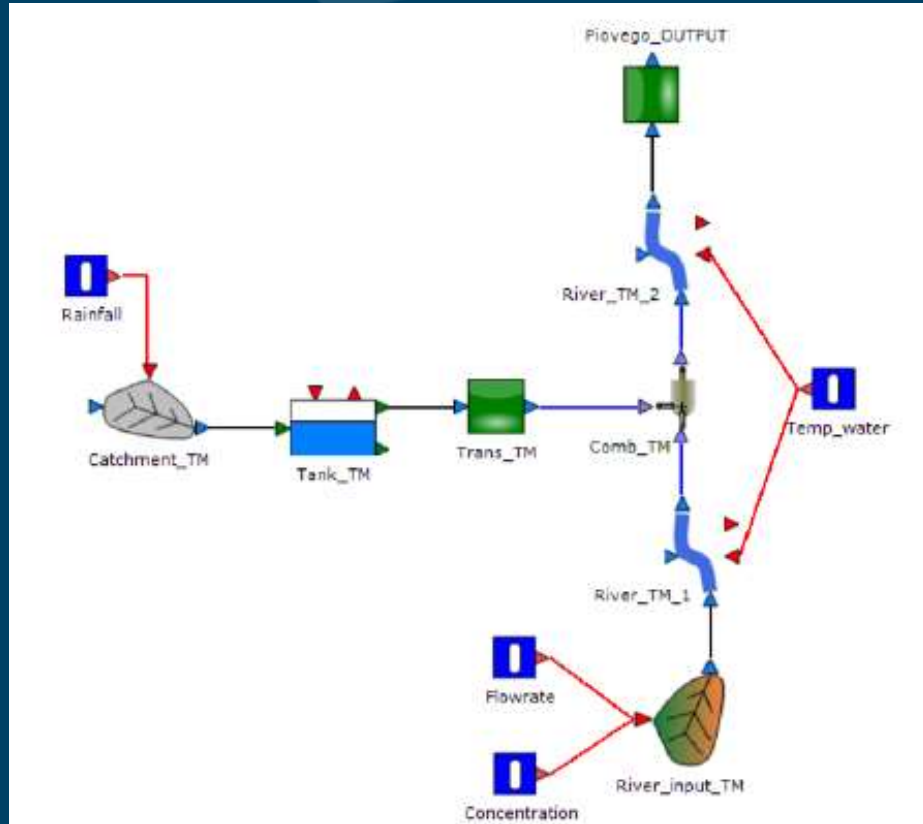
Monitorati 4 eventi
(per 2-5 giorni)

Campionatore automatico ISCO
(+ analisi in laboratorio chimico):
TSS, NH₄, NO₃, PO₄, conduttività el.

Sonda WTW: temperatura,
conduttività el., DO, pH

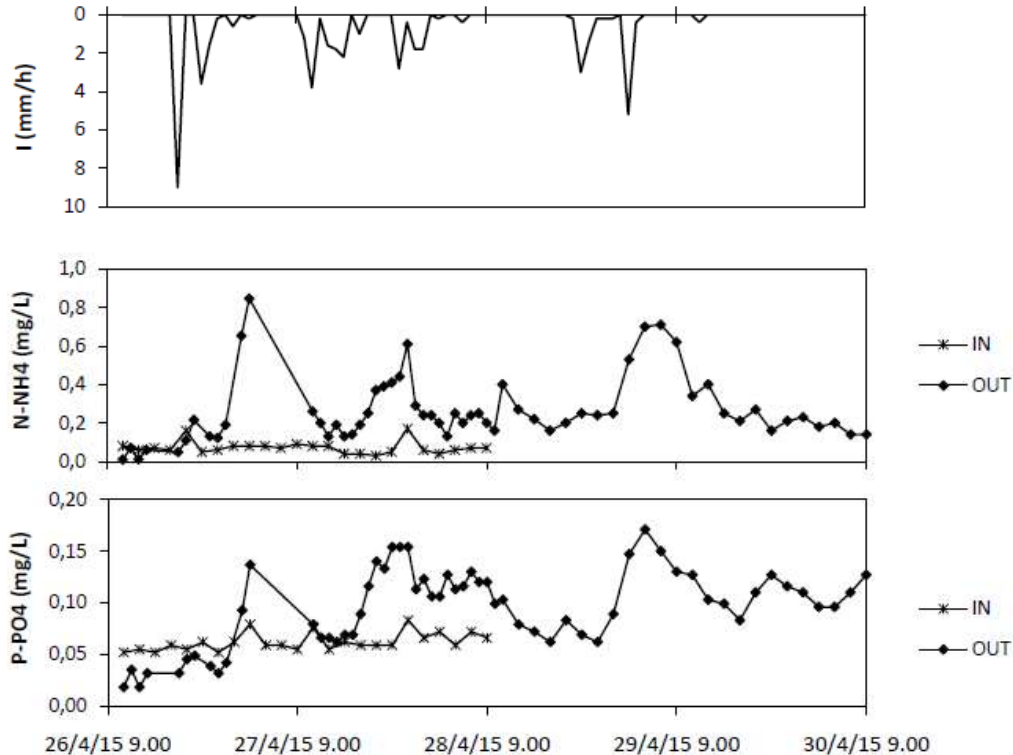


Secondo modello



Modello interfacciato con Matlab per analisi di sensibilità, calibrazione e validazione

Esempio di un evento monitorato

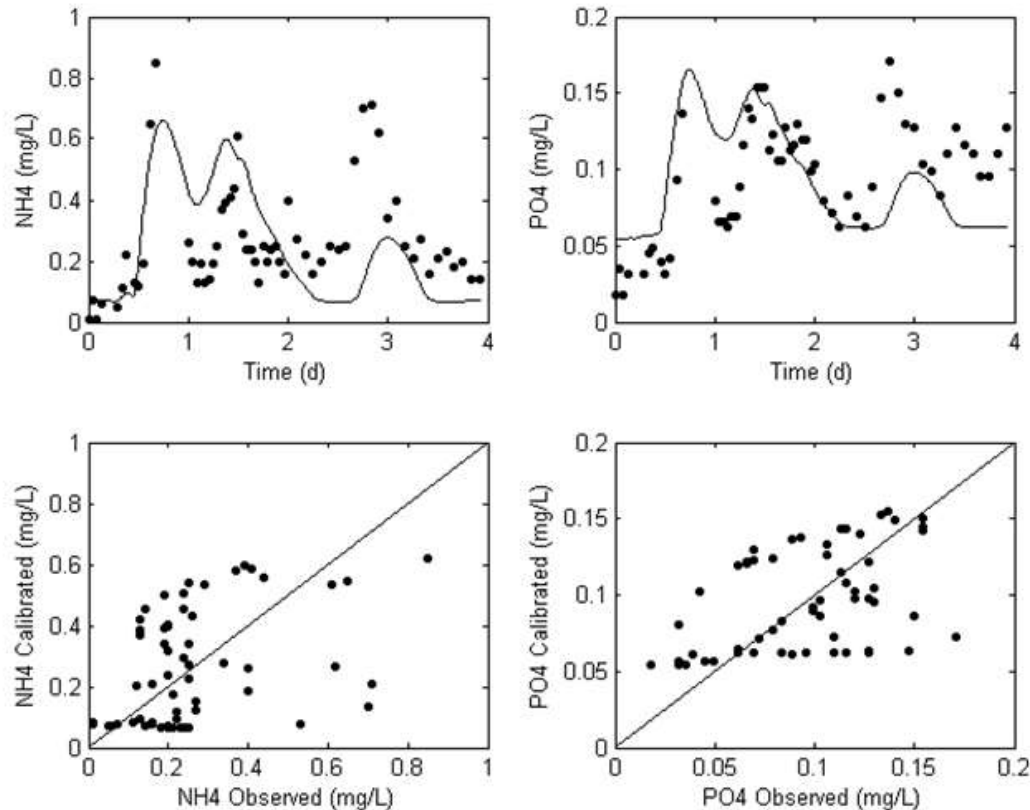


Prima della pioggia, $OUT = IN$

Dopo la pioggia $OUT > IN$

La pioggia causa rapidamente alti picchi di concentrazione (scolmatori? sedimenti?)

Calibrazione del modello



Work in progress

I parametri idraulici influenzano molto il risultato

Se si fittano tutte le misure, il modello fitta il tempo secco e non si fittano i picchi (bisogna pesare in modo diverso le misure)

Grazie

Alberto Barausse (anche a nome di Tatiana Fontana, Anna Valdemarca, Marco Bonato, Marco Carrer, Luca Palmeri, Dario Smania, Luca Vezzaro, Alberto Zangaglia, ...)

alberto.barausse@unipd.it
<http://lasa.dii.unipd.it>

Torino, 14-15 Ottobre 2015

