

27 Giugno 2019

Pietro Prestininzi

La modellazione idraulica: complessità vs robustezza

Quale è il modello “migliore”?

METTIAMOCI IN RIGA

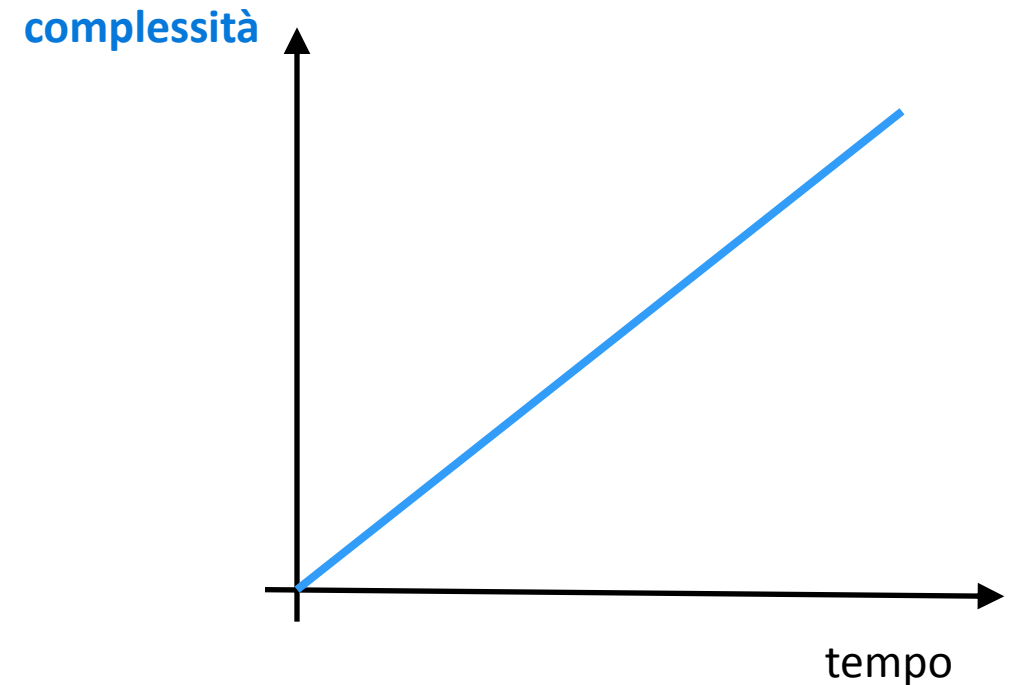




Evoluzione della modellistica idraulica tecnica

MIGLIORI APPROCCI MODELLISTICI:

- **Anni '70-'80:**
Modellazione 1D, moto stazionario, sezioni ideali, scabrezze «da manuale»
- **Anni '80-'90:**
Modellazione 1D , moto stazionario, sezioni «realistiche», scabrezze «da manuale»
- **Anni '90-'10:**
Modellazione 1D+2D, **moto vario**, sezioni **reali**, topografia golenale «**cruda**», scabrezze «da manuale»
- **Anni '00-'20:**
Modellazione 2D, moto vario, sezioni reali, topografia golenale **accuratISSIMA**, scabrezze «da manuale»

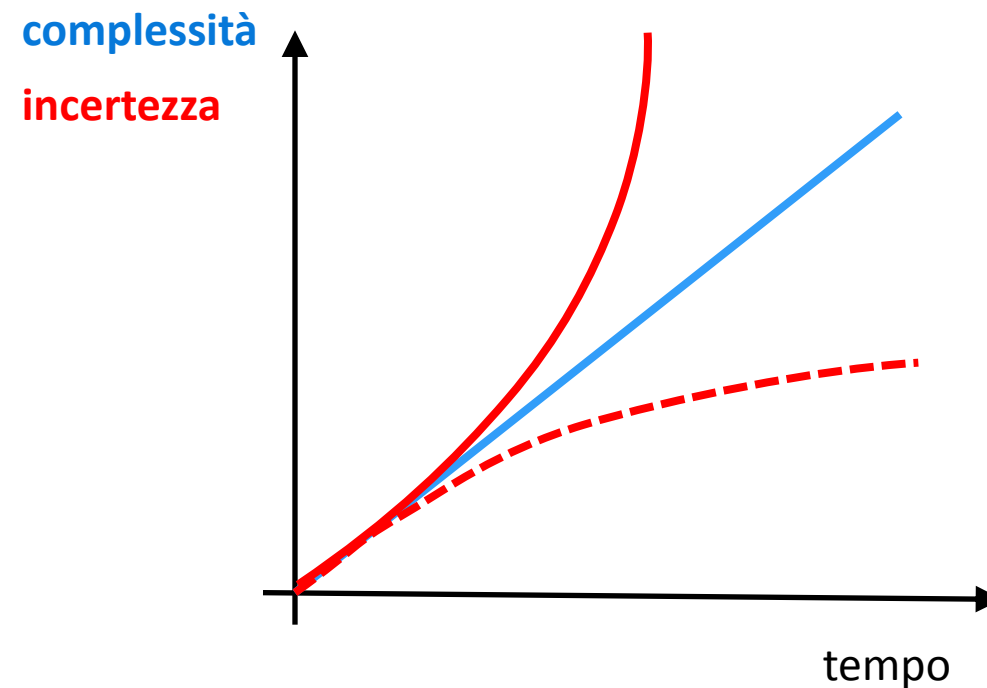




Evoluzione della modellistica idraulica tecnica

Se c'è incremento di **dati** di buona qualità?

Se non c'è ...





Di chi è la colpa?

SUA....



... ma anche SUA!



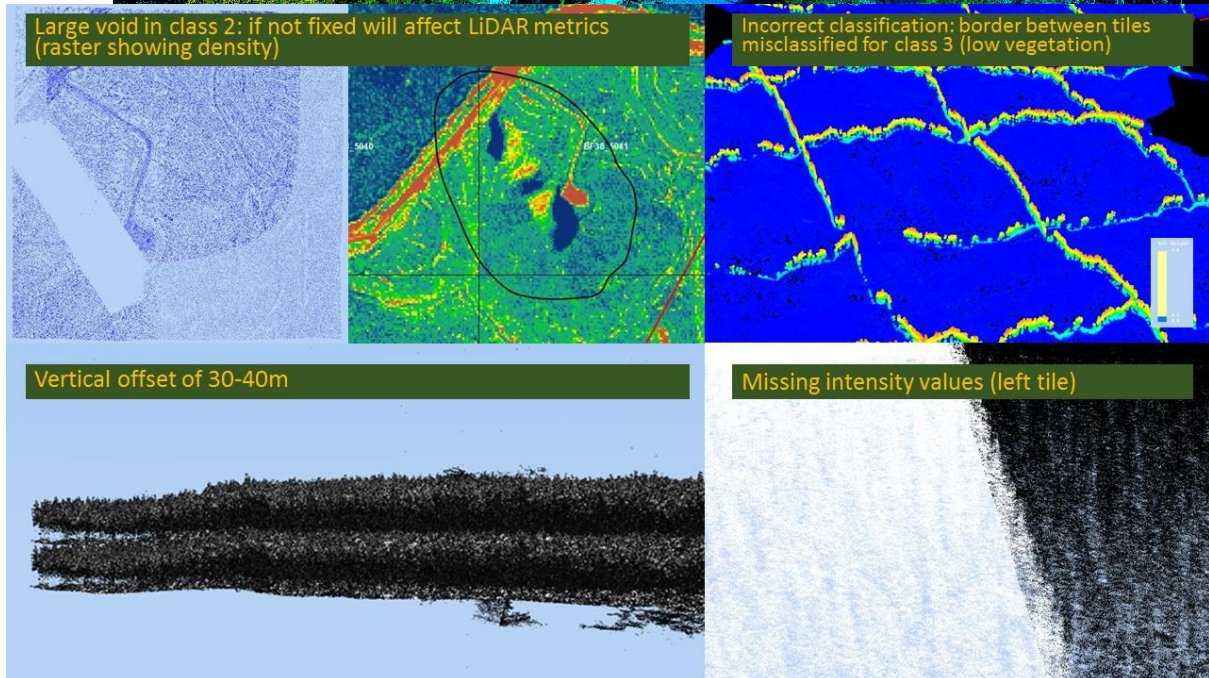
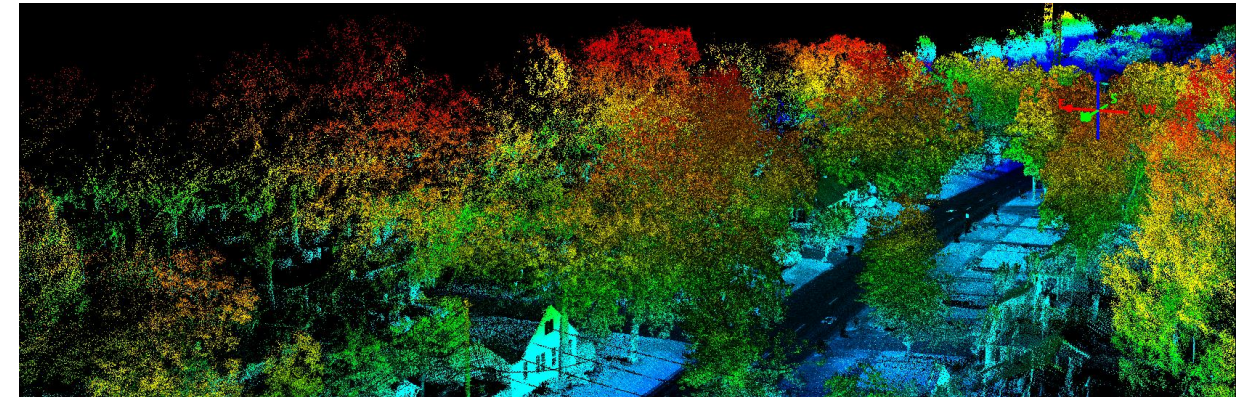


Di chi è la colpa?

L'aumento di risorse computazionali a costo sempre più contenuto ha reso accessibili modelli idraulici **molto complessi**

Solo i dati topografici hanno avuto un incremento di qualità **apparentemente** straordinario

Grandi quantità di dati richiedono validazione!





Di chi è la colpa?

Si è preferito investire risorse
computazionali per

supportare la **complessità**

invece di ridurre

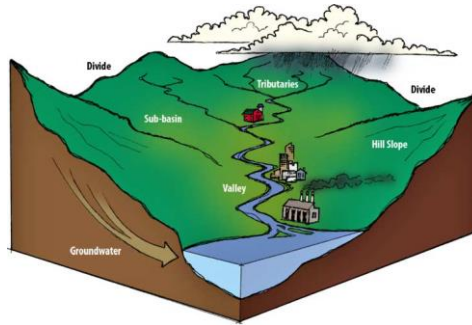
l'**incertezza** del risultato



Di chi è la colpa?



Precipitazione



Concentrazione



Propagazione



Interazione

Si è sempre dato per scontato che, nella catena di modellazione del rischio idraulico, le fonti di incertezza della **propagazione** dell'onda fossero trascurabili rispetto alle altre



Tale congettura è fondata?

Non lo so....

...ma letteratura scientifica insista da anni sulla necessità di includere una qualche stima dell'incertezza associata alla modellazione della propagazione di una onda di piena

Nat Hazards (2016) 83:S117–S132
DOI 10.1007/s11069-016-2382-1

ORIGINAL PAPER

Flood inundation mapping sensitivity to riverine spatial resolution and modelling a

G. Papaioannou¹ · A. Loukas¹ · L. V. G. T. Aronica²

ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Advances in Water Resources 29 (2006) 1430–1449

www.elsevier.com/locate/advwatres

inundation

King Zheng^d, Michael L. Follum^b,

Influence of uncertain boundary conditions and model structure on flood inundation predictions

Florian Pappenberger^{a,*}, Patrick Matgen^b, Keith J. Beven^a, Jean-Baptiste Henry^{c,d}, Laurent Pfister^b, Paul Fraipont de^d

journal homepage: www.elsevier.com

ELSEVIER

HYDROLOGICAL PROCESSES
Hydrol. Process. 30, 2014–2032 (2016)
Published online 29 January 2016 in Wiley Online Library
(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/hyp.10749

When does spatial resolution become spurious in probabilistic flood inundation predictions?

James Thomas Steven Savage,^{1*} Paul Bates,¹ Jim Freer,¹ Jeffrey Neal¹ and Giuseppe Aronica²

G. Aronica,¹ P. D. Bates^{2*} and M. S. Horritt²

calibration of effective roughness parameters in inundation and downstream level observations

enberger^{a,*}, K. Beven^a, M. Horritt^b, S. Blazkova^c

a-Pintado^{c,d},

puted model predictions

ary pattern information within GLUE

Journal of Hydrology

www.elsevier.com/locate/jhydrol

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol

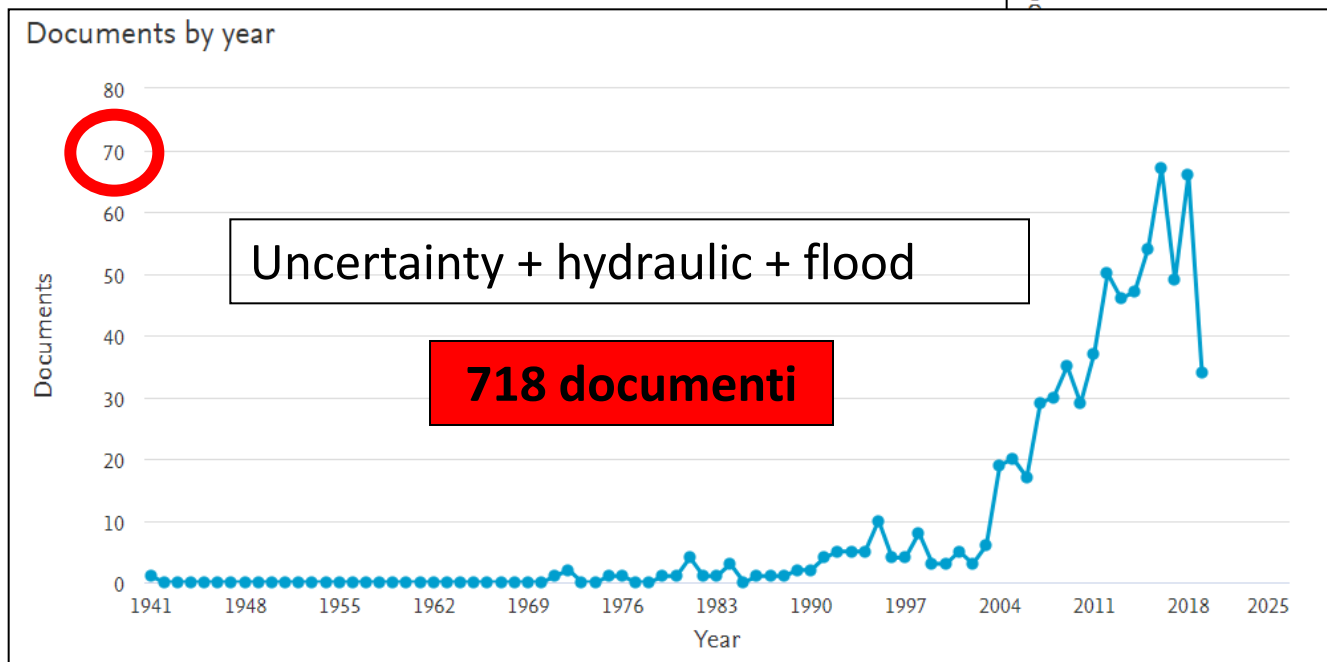
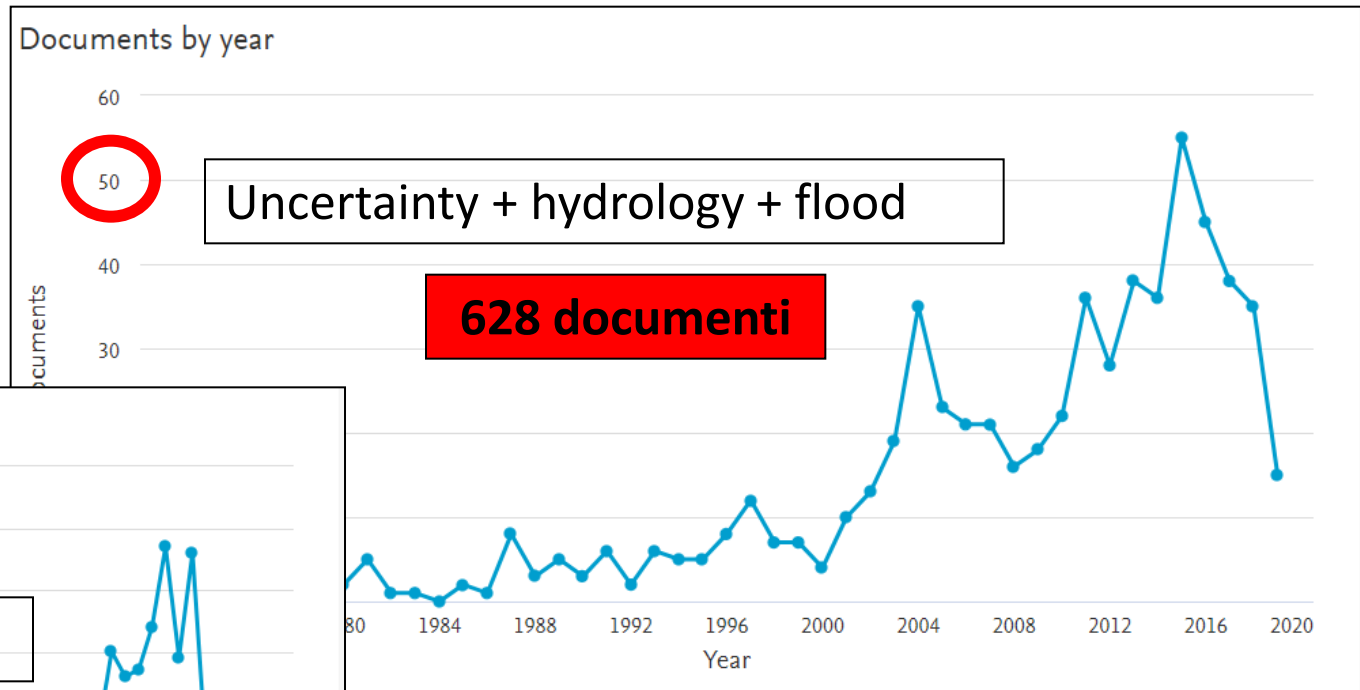
CrossMark

Check for updates



Tale assunzione è fondata?

Da Scopus:





Cosa non conosciamo?

Fonti di incertezza associata alla modellazione della propagazione di una onda di piena:

- condizioni al contorno idrauliche (inflow e outflow)
- scabrezza
- dinamica: (1D, 1D+2D, 1D+2D+3D)
- topografia: alveo (forma, stabilità, scale di deflusso) + strutture



Cosa non conosciamo?

IN CHE ORDINE?

- condizioni al contorno idrauliche (inflow e outflow)

- scabrezza

- dinamica: (1D, 1D+2D, 1D+2D+3D)

- topografia: alveo (forma, stabilità, scale di deflusso) + strutture



Cosa non conosciamo?

La scabrezza ha un effetto minimo **nel campo dei suoi valori
«fisicamente plausibili»**



EQUIFINALITA'

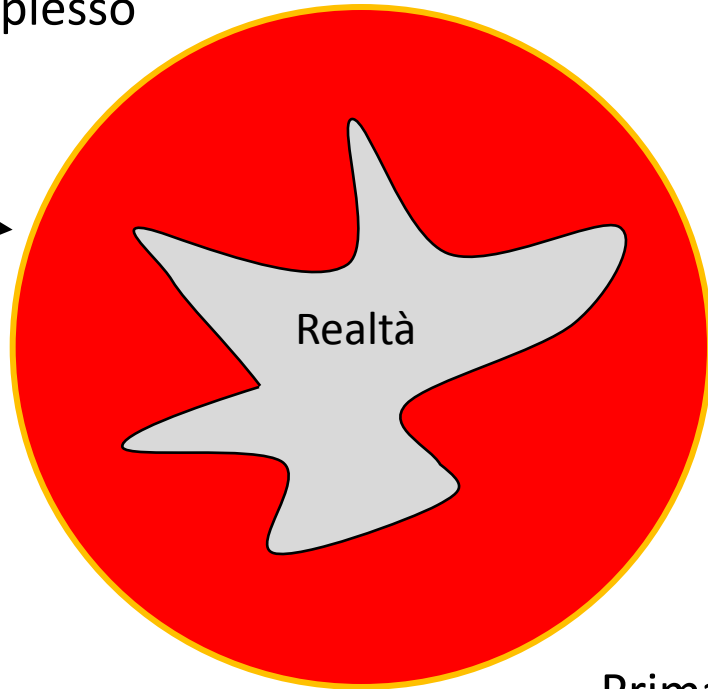
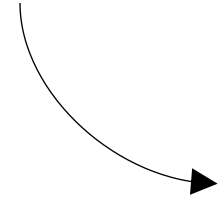
forzare un modello a riprodurre dei dati (**calibrazione**) fa sì che la variazione dei suoi parametri sia solo parzialmente riconducibile alla fisica del processo che essi rappresentano: per la restante parte essi si fanno carico di «rappresentare» processi fisici non (o mal) inclusi nel modello stesso

- scabrezza

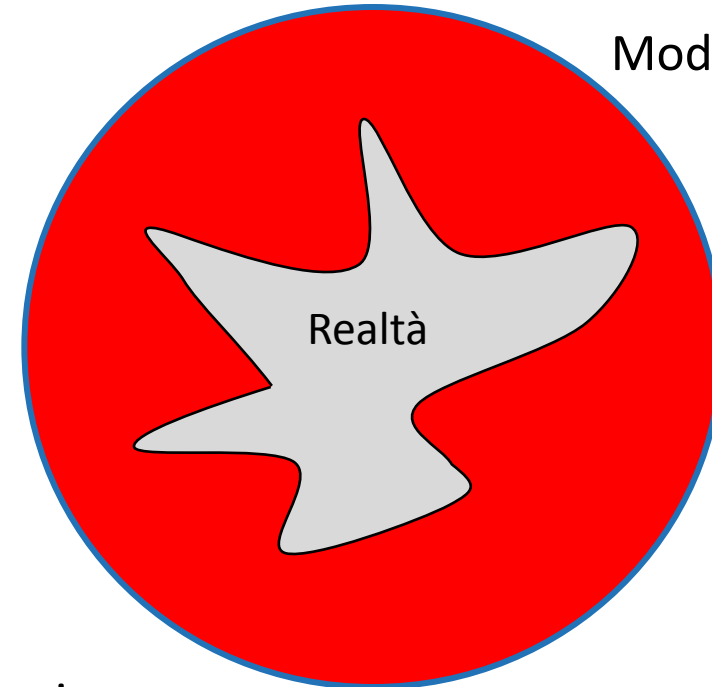
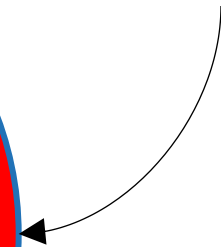


Calibrazione e validazione

Modello più complesso



Modello meno complesso

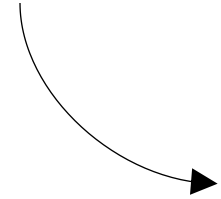


Prima della calibrazione:
potenzialmente
commettono lo stesso
errore

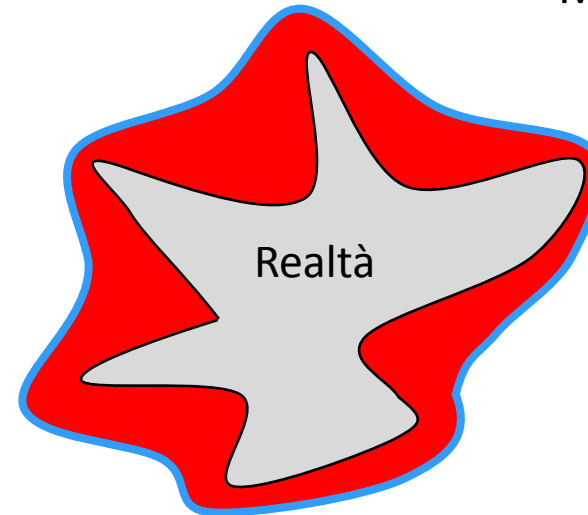
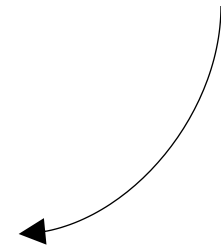


Calibrazione e validazione

Modello più complesso



Modello meno complesso

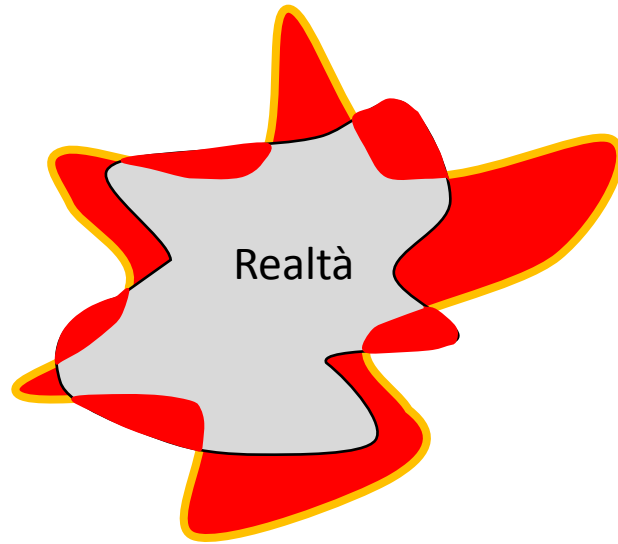


Dopo calibrazione

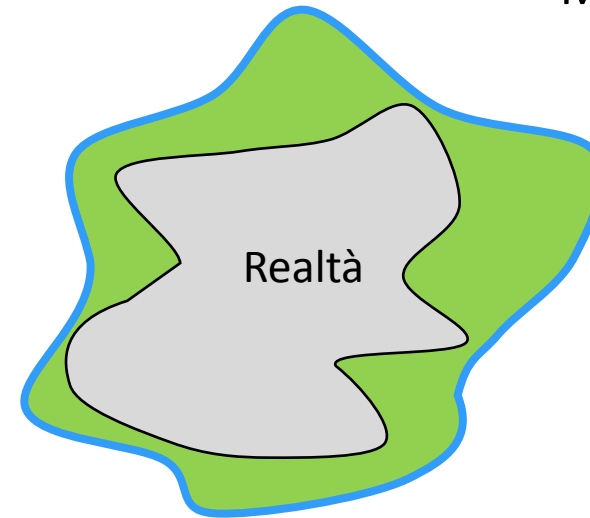


Calibrazione e validazione

Modello più complesso



Modello meno complesso



In previsione:

Il modello complesso, calibrato su poche realizzazioni, è in «overfitting»



Calibrazione e validazione

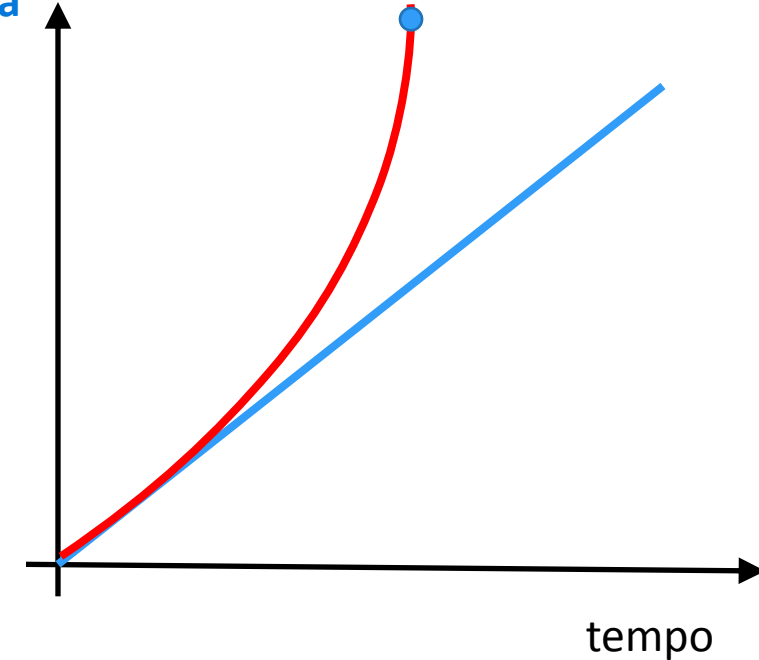


Le risorse di calcolo sono buone ma non infinite.

E' meglio scegliere il modello più complesso che però ci consente di affrontare processi di:

- calibrazione – validazione
- analisi di sensibilità

complessità
incertezza

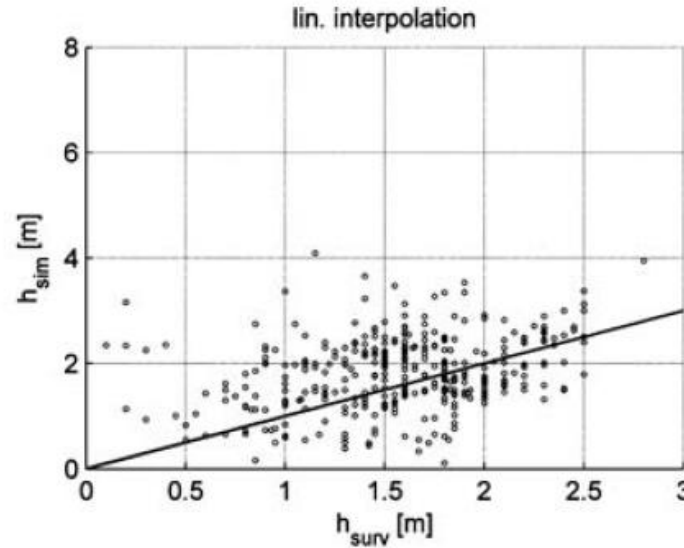




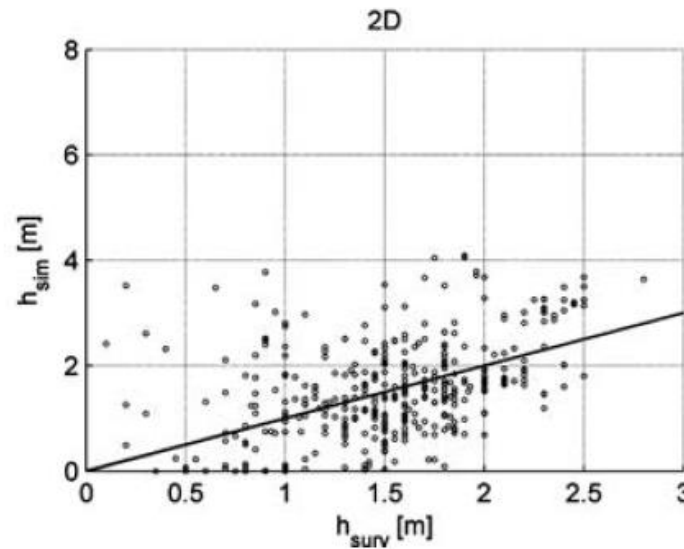
Calibrazione e validazione

Quando i dati a disposizione sono pochi, ci sono studi che dimostrano come modelli semplici garantiscono risultati

molto più robusti di modelli complessi



← Interpolazione lineare tra punti delle scale di deflusso



← Modellazione completamente 2D

Apel et al. 2009



Cosa è auspicabile che accada?

E' auspicabile che si riconosca l'importanza di acquisire **dati numerosi e buoni**
(il **catasto degli eventi** è un'ottima iniziativa)

E' auspicabile che il committente richieda che uno studio di pericolosità idraulica fornisca un **risultato associato ad un intervallo di confidenza** che tenga conto delle **assunzioni fatte in sede di modellazione idraulica.**

E' auspicabile che si interrompa la **rincorsa all'utilizzo del modello più complesso**, riconoscendo ad esempio, l'impossibilità di includere alcune grandezze nella quantificazione della pericolosità idraulica
(e.g. le **velocità di flusso** sono un concentrato di fonti di incertezza)



Come dovrebbe cambiare la perimetrazione delle aree?

Si dovrebbe avviare la transizione verso una probabilità di inondazione che **tenga conto ANCHE dell'incertezza della modellazione idraulica...**

...associando a ciascun pixel i della mappa una probabilità di essere inondato P_i^{flood}

....come?



Come dovrebbe cambiare la perimetrazione delle aree?

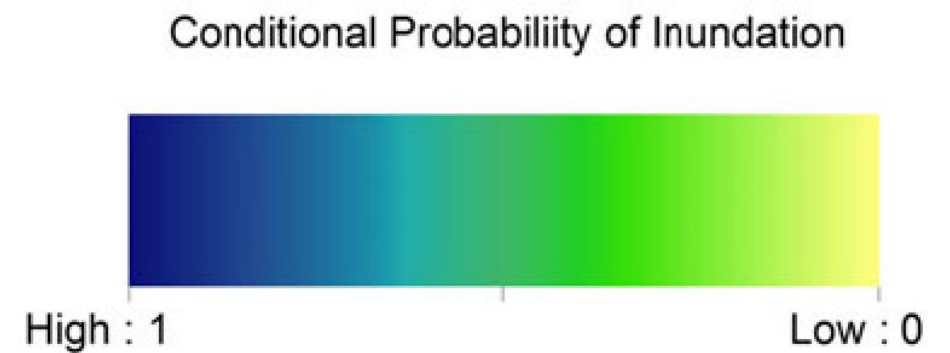
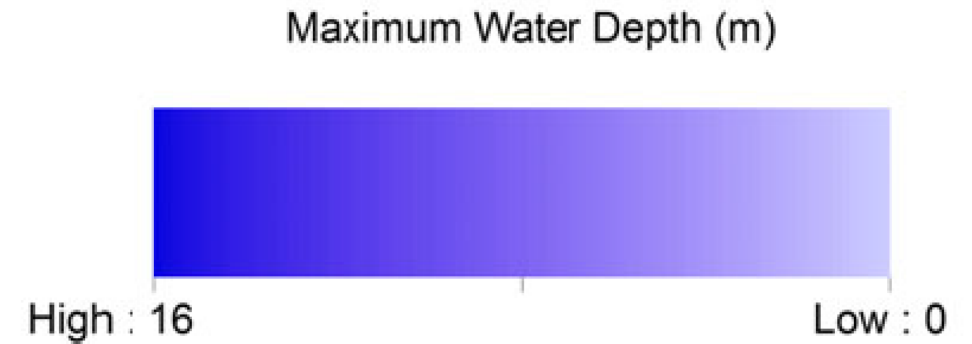
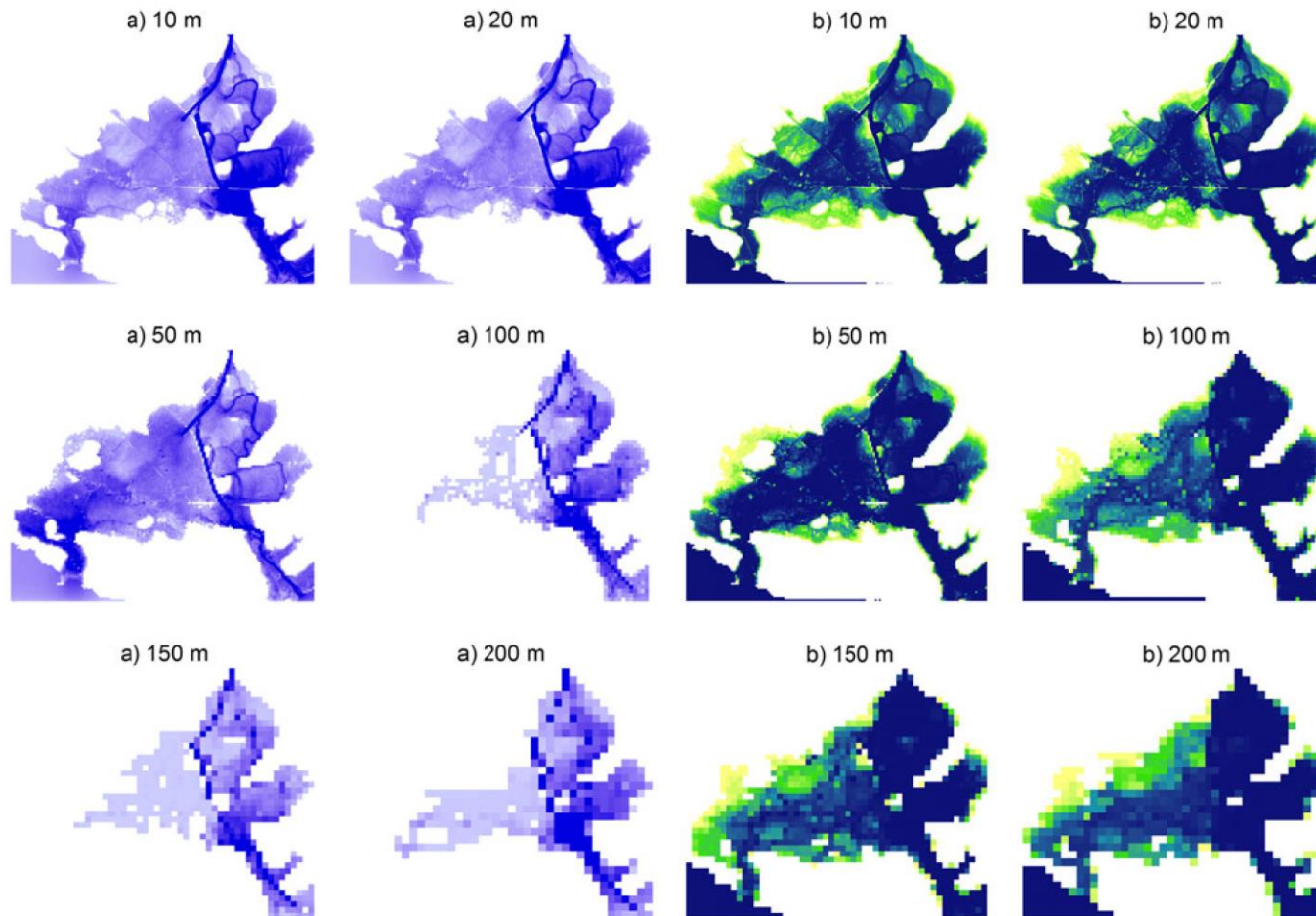
Se voglio stimare l'incertezza associata ad un certo parametro, lo faccio variare e quantifico l'**accordo** di ogni modello j risultante **con le osservazioni** attraverso una metrica F_j (MAE, RMSE, NS, ecc..)

Utilizzo tale metrica per pesare la risposta **binaria** (inondata/non inondata) f_{ij} di ogni modello j in ogni punto i

$$P_i^{flood} = \frac{\sum_j f_{ij} F_j}{\sum_j F_j}$$



Come dovrebbe cambiare la perimetrazione delle aree?



Aronica et al. 2002



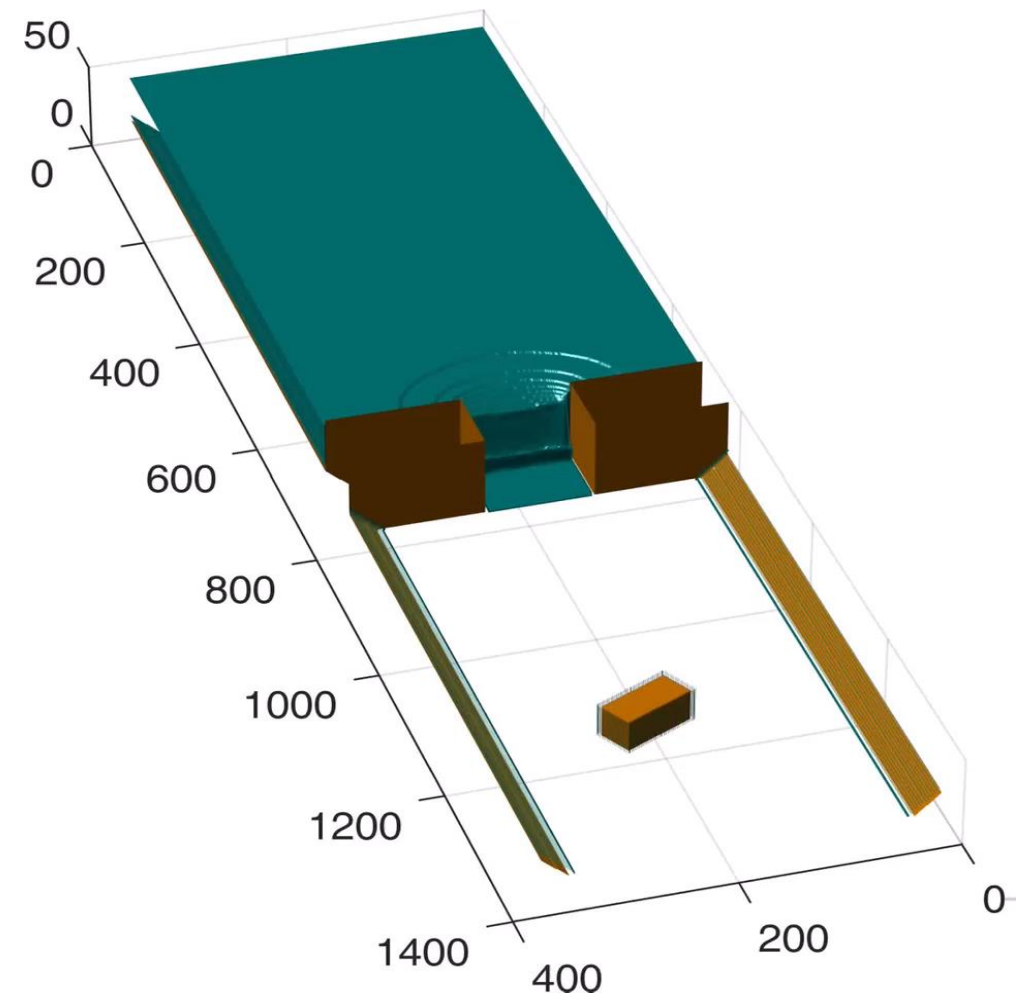
Cosa facciamo noi (lato ricerca) nel frattempo?

Modellazione 3D a livello di bacino!





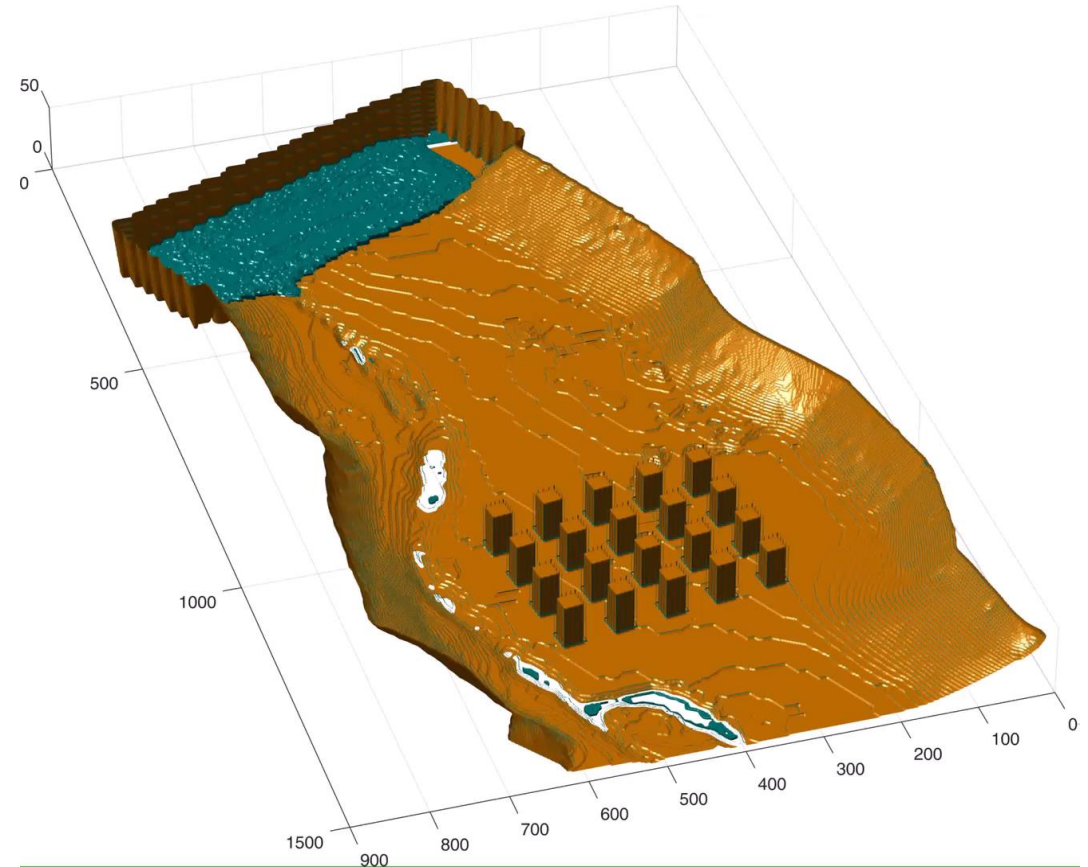
Cosa facciamo noi (lato ricerca) nel frattempo?





Cosa facciamo noi (lato ricerca) nel frattempo?

Modellazione 3D a livello di bacino!





Grazie per l'attenzione