

# Valutazioni modellistiche dei fenomeni alluvionali

Possibilità



Una questione di scelte...

... e di dati (territoriali e non)!

Problematiche



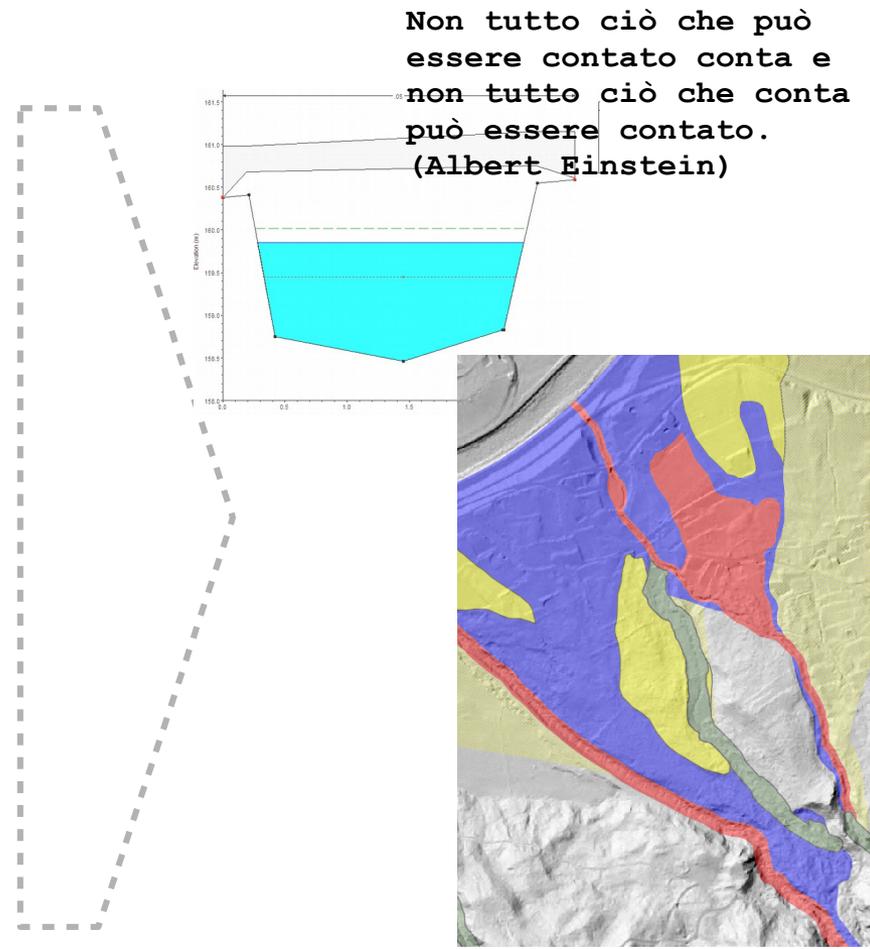
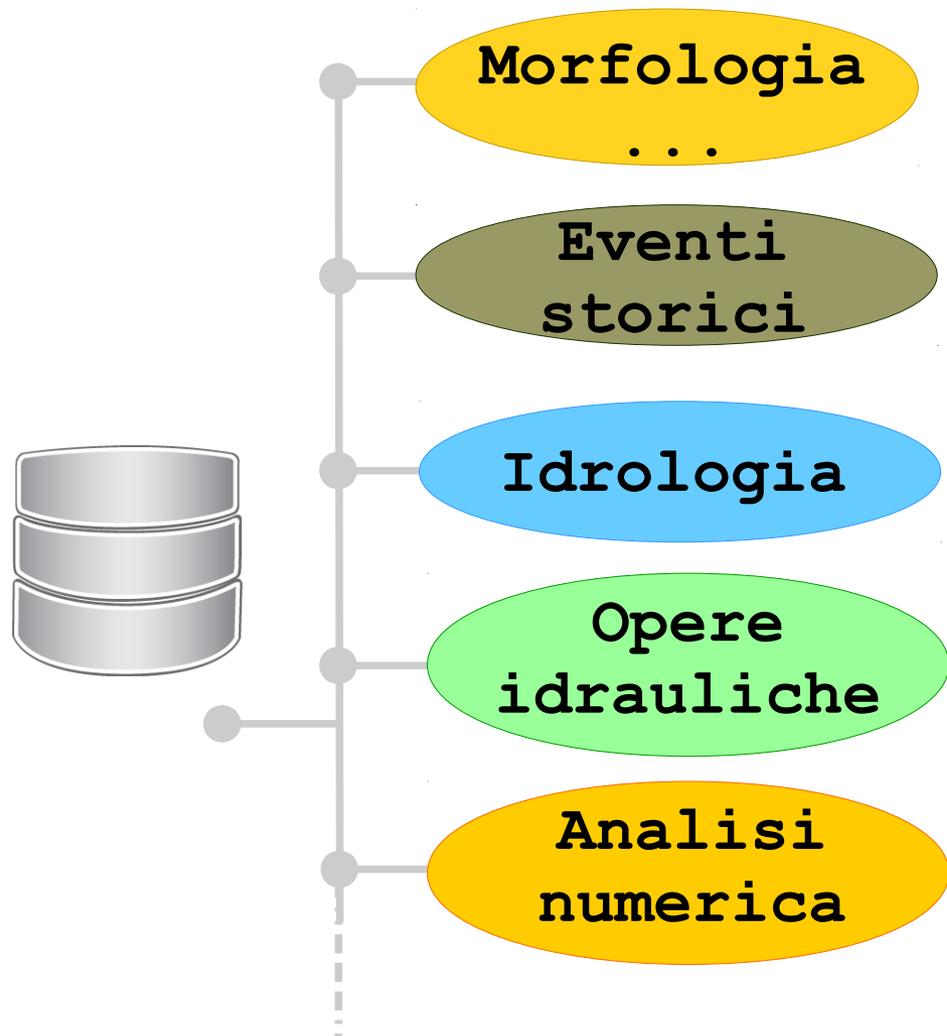
Modellazione



Convivere con l'incertezza



# Possibilità: un approccio multidisciplinare



Hurlimann et al., 2006, Tacnet et al., 2012

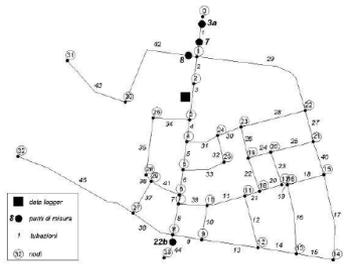
MODELLO: rappresentazione semplificata di un fenomeno reale

Se torturi i numeri abbastanza a lungo, confesseranno qualsiasi cosa. (Gregg Easterbrook)

MODELLI FISICI



MODELLI ANALOGICI



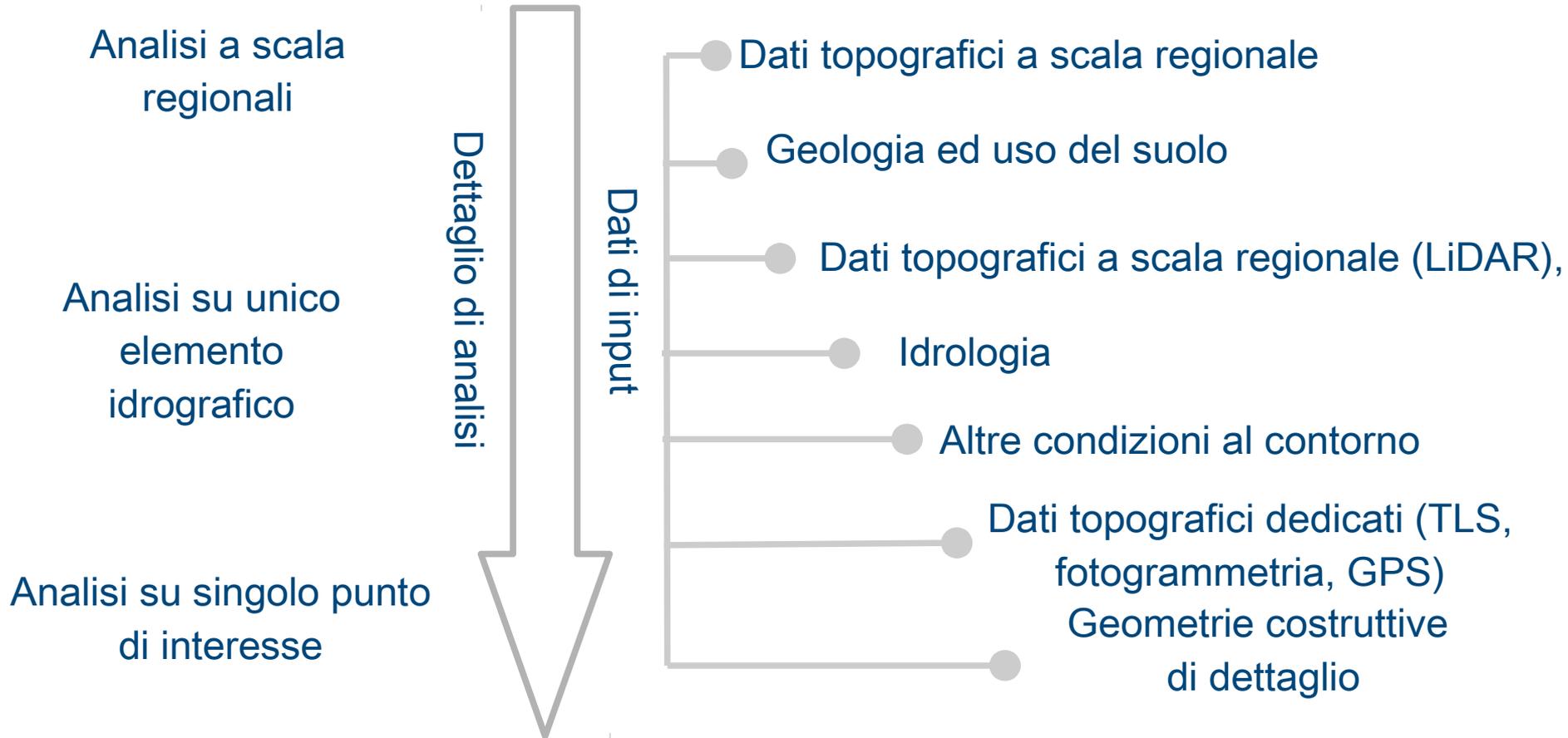
MODELLI A BASE FISICA

MODELLI FORMALI

MODELLI EMPIRICI

# Problematiche: analisi, modelli e dati

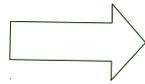
## UN PROBLEMA DI BILANCIAMENTO:



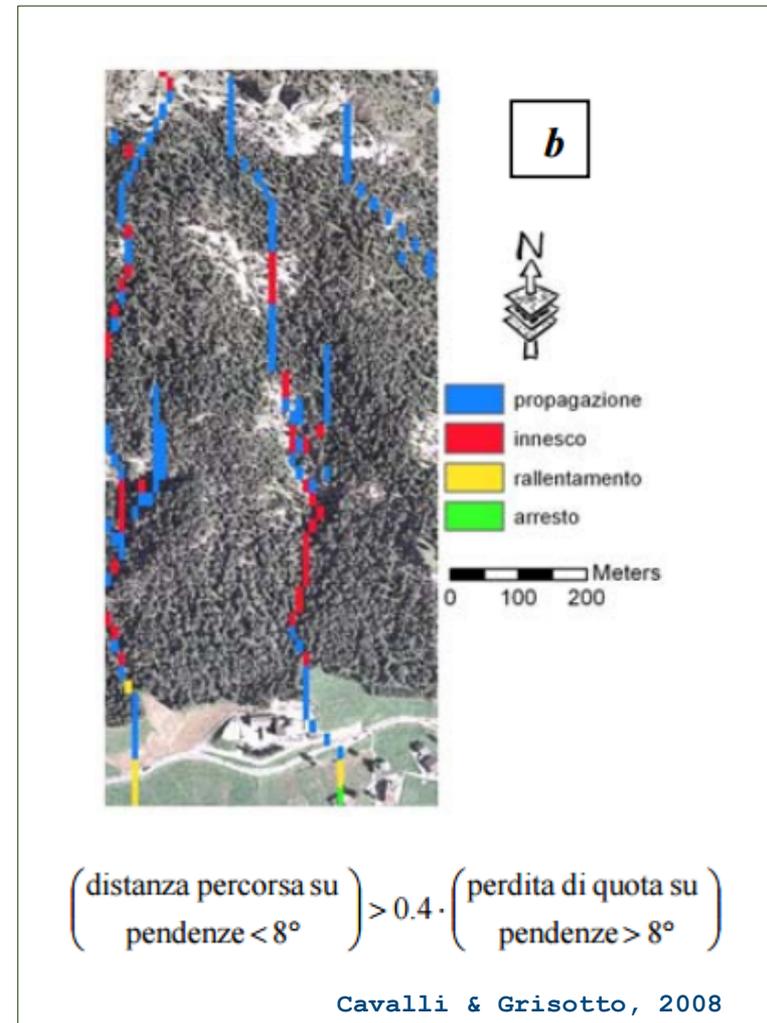
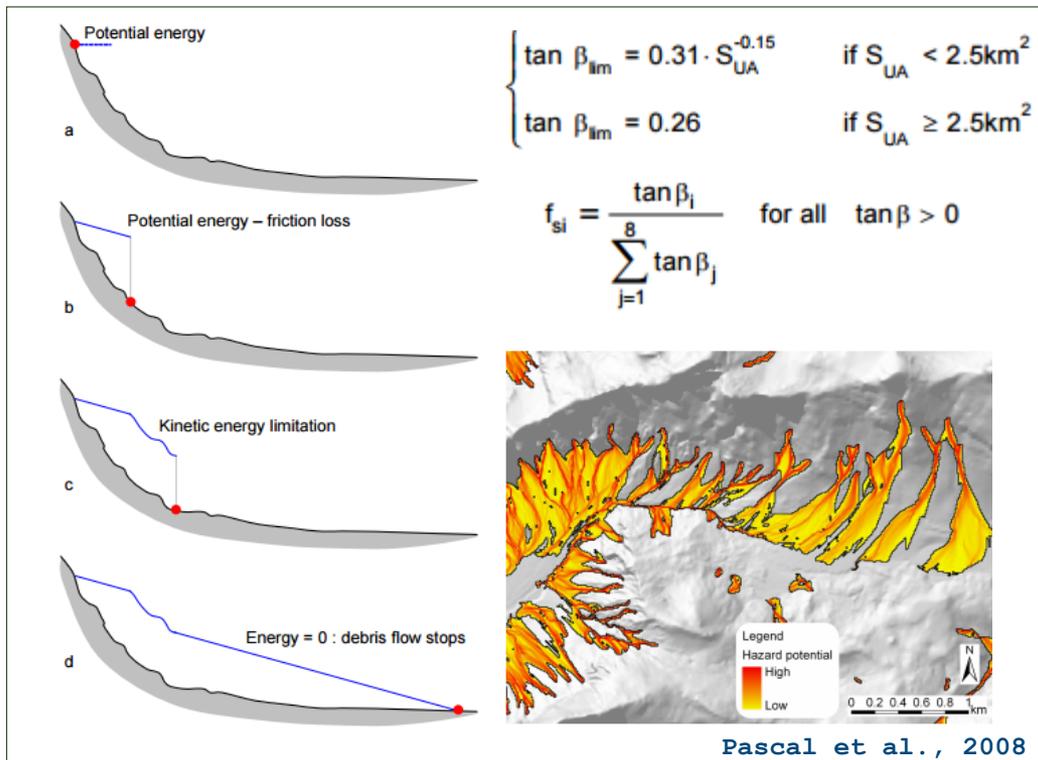
# Modellazione: Analisi a scala regionale

POCHI DATI, ROBUSTI

RISULTATI COME  
INDICAZIONI DI MASSIMA



MODELLI  
EMPIRICI



# Modelli formali, principi generali

*Sono strumenti che calcolano su base fisica le "grandezze caratteristiche" di un "flusso" che si muove su di una superficie o entro un canale a contorni fissi o mobili*

D'Agostino, 2013

## Tipi di flusso:

Acqua

Acqua e trasporto ( $C_v < 10\%$ )

Colate fangose ( $C_v < 30\%$ )

Colate detritiche ( $C_v > 30.35\%$ )

## Base fisica:

- Conservazione della  
quantità di moto

- Conservazione della massa

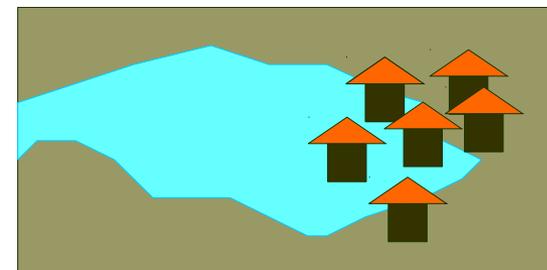
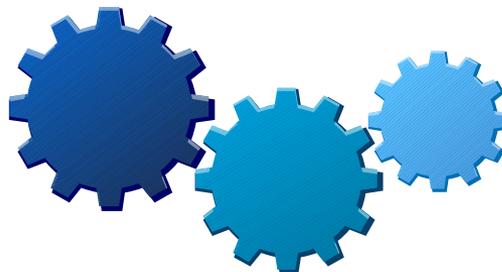
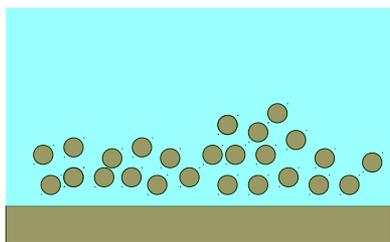
## Grandezze caratteristiche:

- Profondità del flusso (m)

- Spessori di deposito (m)

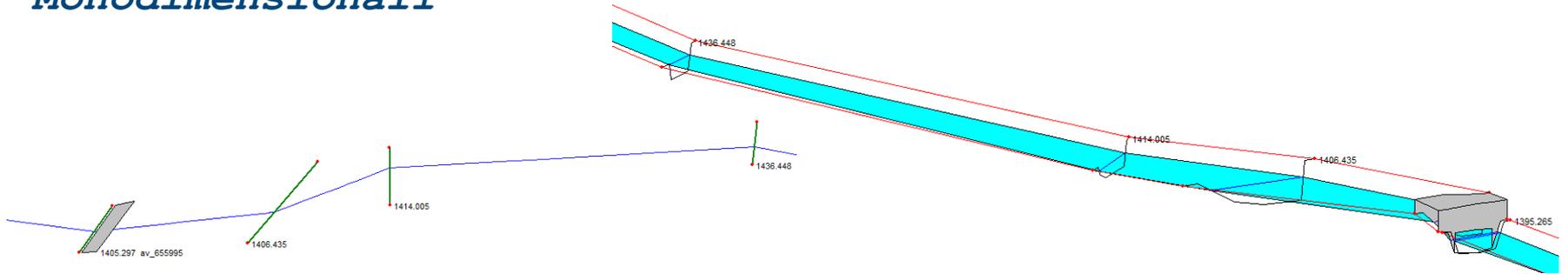
- Velocità (m/s)

(superfici inondate, variazioni morfologia, disposizione volumi)

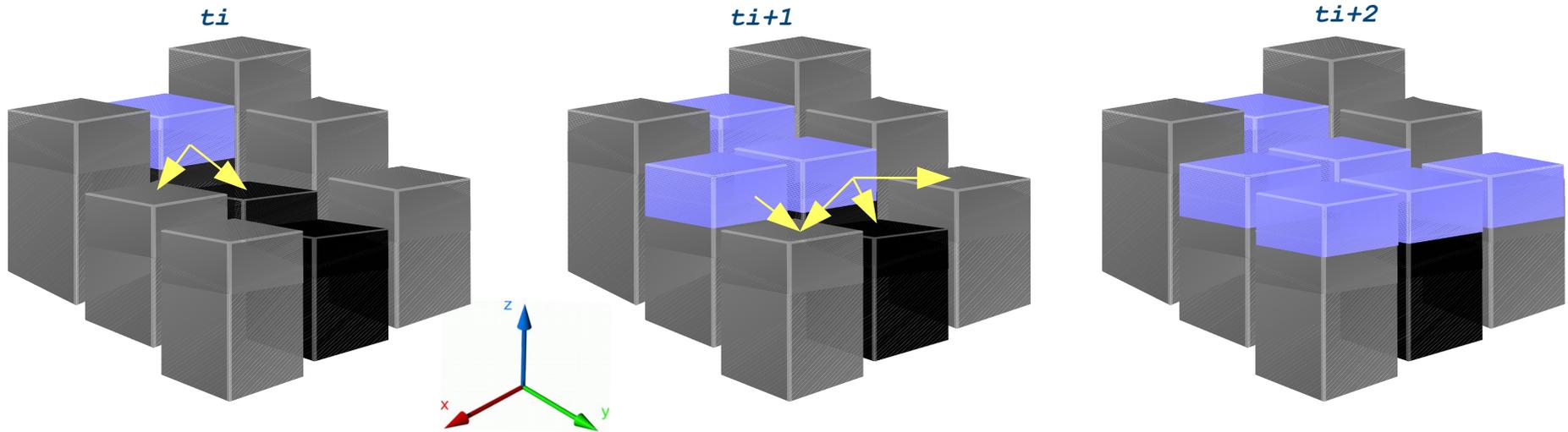


# Modelli formali, principi generali

## Monodimensionali

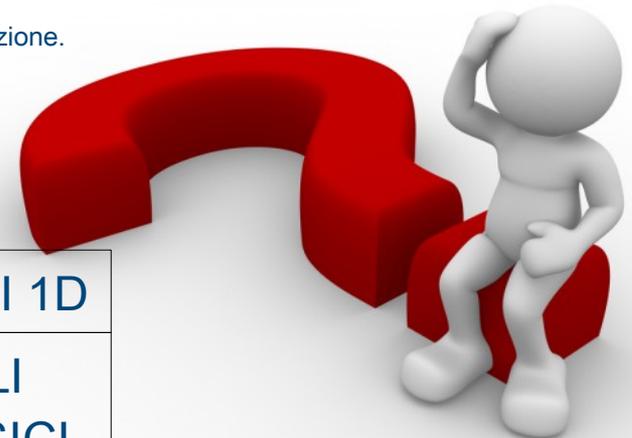


## Bidimensionali



# Modellazione: Analisi a scala locale e modelli formali a base fisica

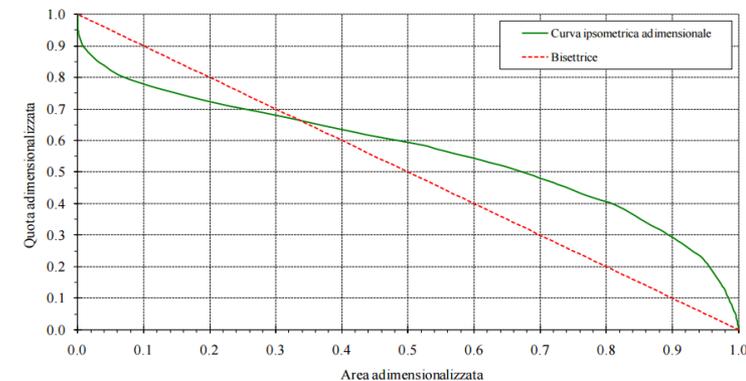
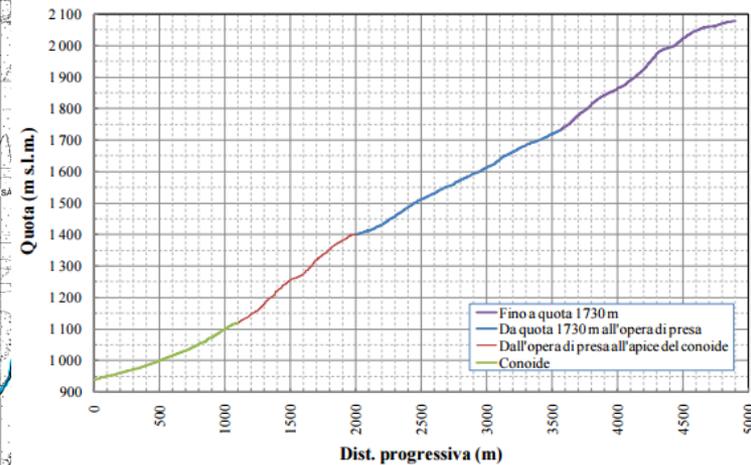
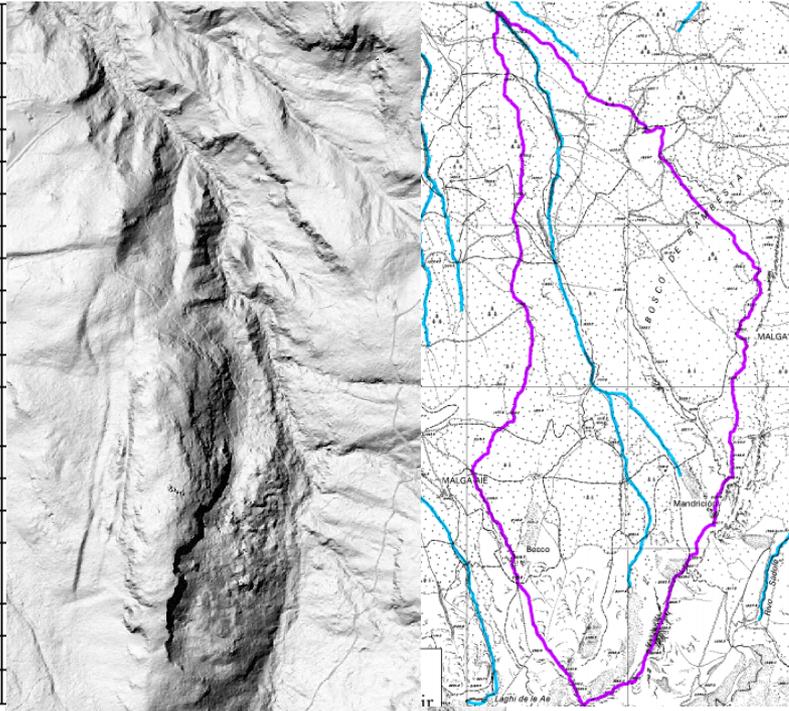
- Un modello è solo un modello: rappresenta sempre la realtà con delle approssimazioni
- Non esiste il modello migliore in assoluto.
- Casi di studio diversi possono essere studiati meglio con modelli diversi. Conoscendo lo strumento il professionista può individuare le criticità e interpretare i risultati considerando le stesse.
- I modelli sono strumenti, è il professionista che li usa (e non il contrario) che fa la differenza.
- La modellazione non è fine a se stessa e non significa far correre un software, ma comincia dalla predisposizione dei dati di input.
- La scelta del modello o la scelta di come utilizzare un modello sono un risultato delle analisi preliminari.
- La qualità dei dati di input influenza in modo sostanziale i risultati della modellazione.



# Modellazione: inquadramento ad analisi morfometrica

## Analisi delle grandezze morfometriche e valutazione del bacino

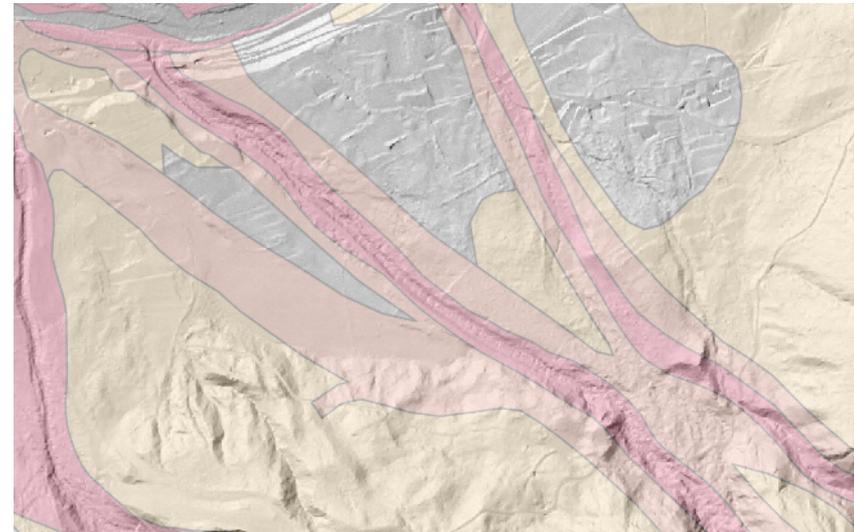
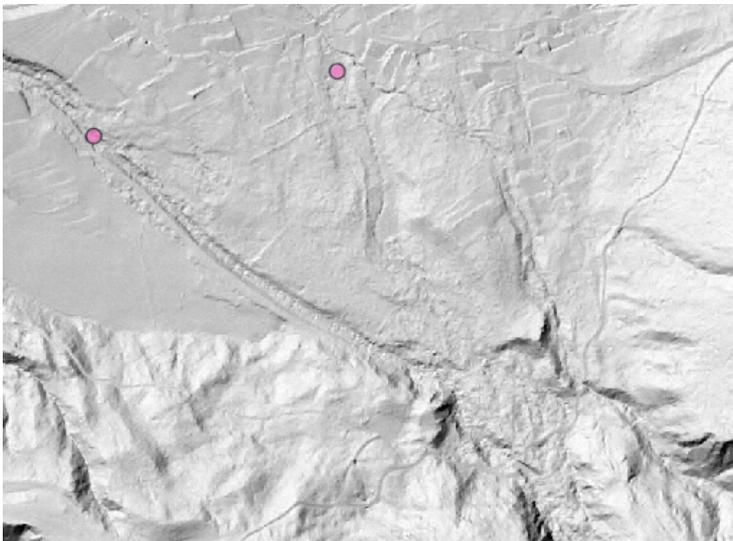
Superficie planimetrica
Perimetro
Quota massima
Quota minima
Quota media
Quota sezione chiusura
Rilievo del bacino
Pendenza media bacino
Codice collettore principale
Lunghezza collettore principale
Pendenza media collettore principale
Lunghezza reticolo
Numero di Melton
Densità di drenaggio
Coefficiente di forma di Gravelius
Pendenza conoide
Estensione conoide
Lunghezza reticolo su conoide



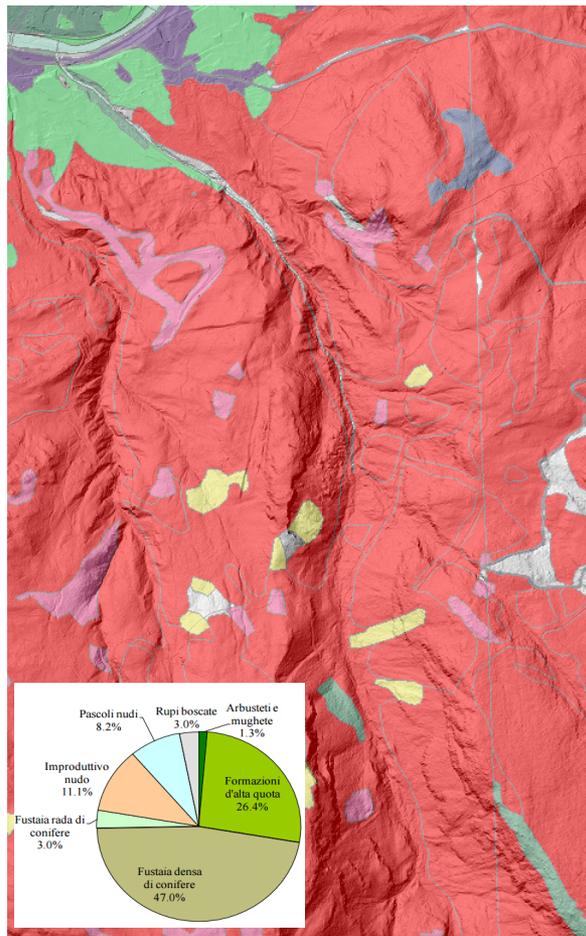
# Modellazione: eventi storici e perimetrazioni esistenti

ID_EVSTO	Tipo evento	Attend. Tipo evento	Corso d'acqua
A1Z503_1	COLATA DETRITICA	CERTA	
Data evento	Attend. Data evento	Localita'	Attend. localita'
1966/11	CERTA		CERTA
Descrizione			
evento alluvionale causa erosione di fondo e sponde nel corso medio del rio - apertura di franamenti con trasp. grandi valle - mat. depositato in apice conoide e sponda sn			
Danni			
in stabilita' delle abitazioni limitrofe minacciata dalle erosioni di sponda			
Opere post-evento		Fonte	Identificativo Fonte
regolarizzazione foce - scogliera in apice conoide - ricostruz. briglia con avanbriglia		SBM	CAP/2009/E/3_3
Allegati			
<a href="#">A1Z503_1-SchedaEvento.pdf</a>			

Il passato è la chiave del futuro,  
il catasto eventi georiferito è un  
dato territoriale fondamentale



# Modellazione: forzanti geologiche e uso del suolo

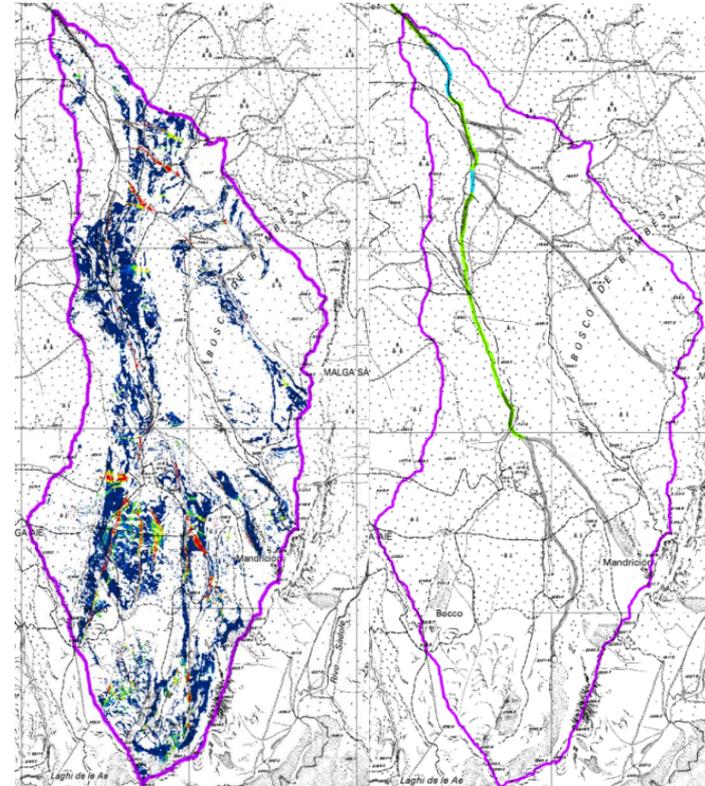


# Modellazione: analisi geomorfica e valutazione dei volumi di sedimento disponibili

Prima di ogni simulazione è necessario pedonare il corso d'acqua, rendersi conto prima del modello delle plausibili dinamiche di evento e dei possibili scenari



Analisi di stabilità da modello



Analisi geomorfica in alveo (Hungr, 1984)

Tratto	Dati topografici	Descrizione	Foto
1	Quote: 1616-1503 Lunghezza: 190 m Pendenza: 60 % Sedimento disponibile: 1 m <sup>3</sup> /m; 190 m <sup>3</sup> Sedimento legnoso: 1 m <sup>3</sup> /m; 1.9 m <sup>3</sup>	Inizio dell'impluvio inciso sulla pala sommitale. Sponde prevalentemente in roccia, nessun segno di deflusso recente ed impluvio invaso da specie sia pioniere che nemorali. Decorticamenti sulle sponde non in roccia.	
2	Quote: 1503-1407 Lunghezza: 166 m	Tratto con canale ben incassato, con affioramenti in	

	Volume minimo	Volume massimo
Erosioni lineari in alveo e sulle sponde	8800	8900
Riduzione per eventuali depositi lungo il percorso (10-15%)	- 1320	-890
Apporto dall'area in frana osservata sull'affluente	9000	10500
<b>Volume totale atteso all'apice del conoide</b>	<b>16480</b>	<b>18510</b>

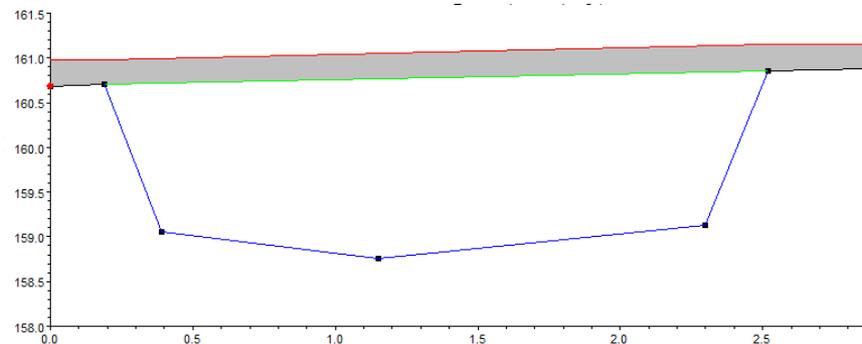


# Modellazione: aggiornamento catasto delle opere e degli attraversamenti



## Rilievo topografico degli attraversamenti

Codice	Tipo	Forma	Area	B	H	L	Note	Figura
655923	Att. viabilità	rettangolare	12.5	6.5	2.8	5.4	Strada Provinciale	
655907	Att. viabilità	rettangolare	11.5	6.5	1.8	4.6	Inclinato, Pendenza sfavorevole	



# Modellazione: determinazione del tipo di fenomeno atteso e degli scenari attesi

Tipologia di eventi plausibile alla sezione di chiusura considerata

Stima idrogrammi e sedimentogrammi



Piena liquida



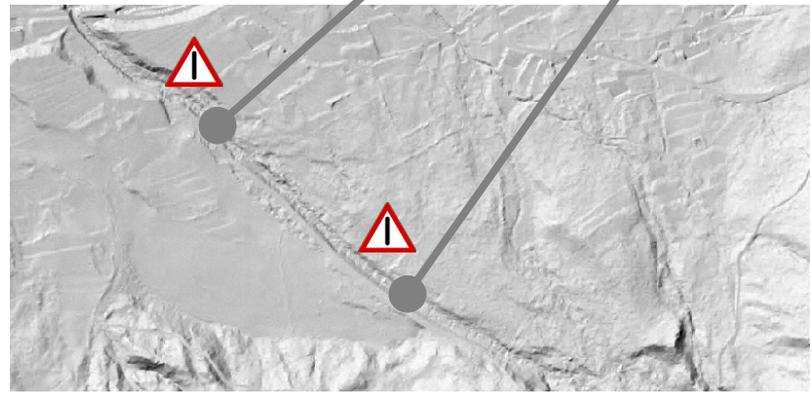
Piena con trasporto solido



Movimenti rapidi di massa

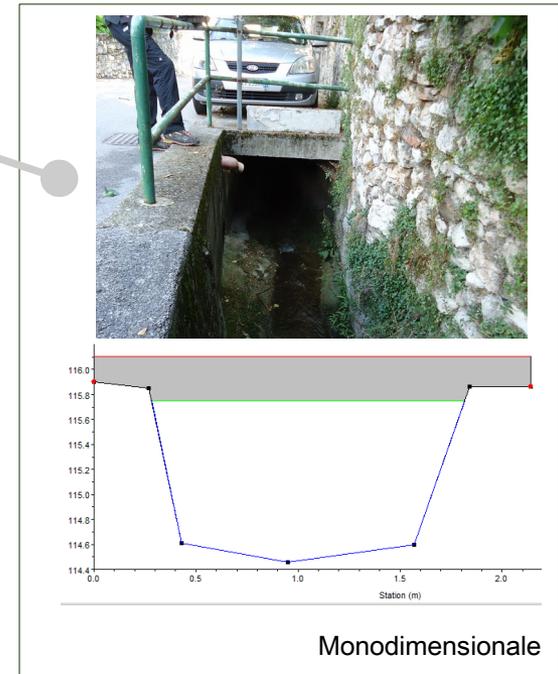
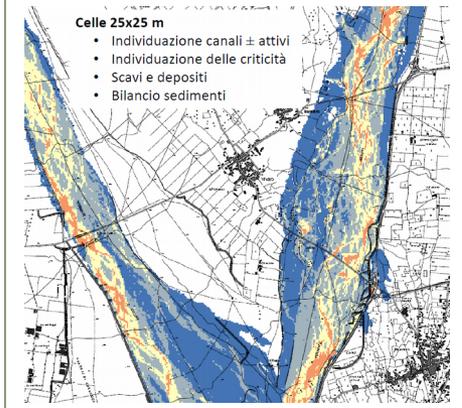
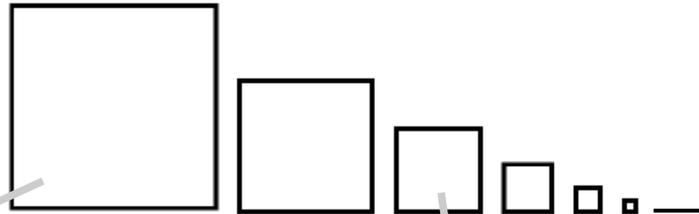
## Scenari di simulazione

Tempo di ritorno	Scenari di evento		
30	Trasporto solido		
100	Trasporto solido		
200	Trasporto solido	Colata detritica	Trasporto solido con deposito al punto 1
Residuo	Trasporto solido con ponte 2 ostruito	Colata detritica con ponte 2 ostruito	



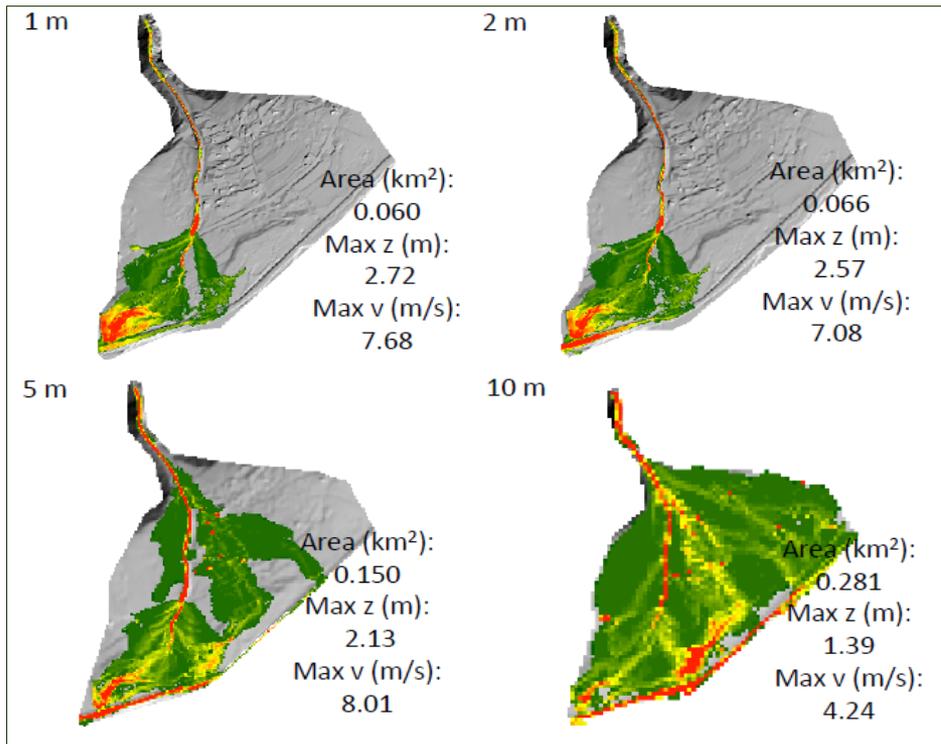
# Modellazione: determinazione della risoluzione spaziale della simulazione

Un problema di scale....

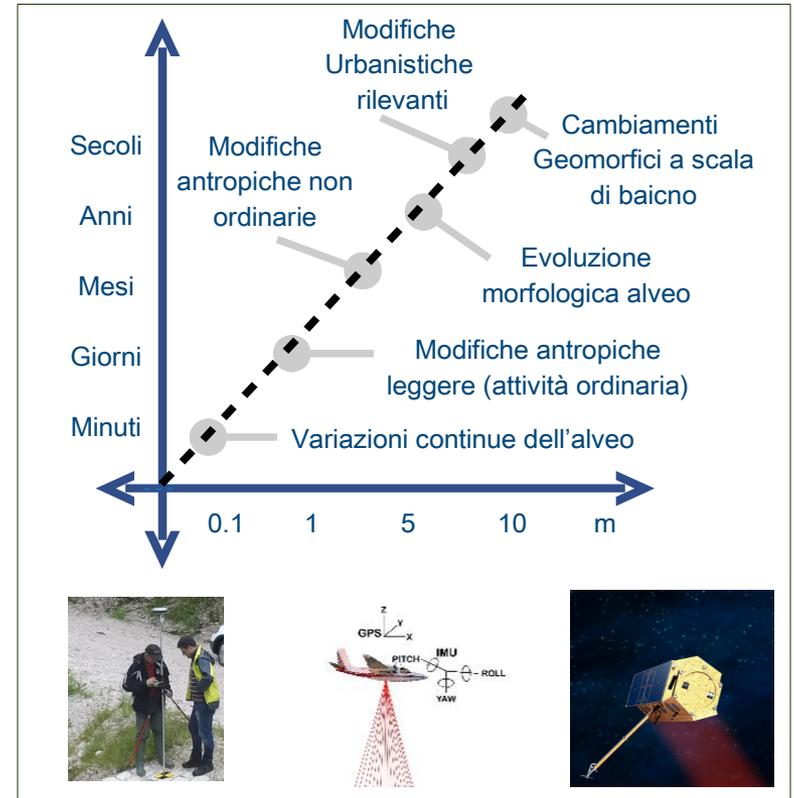


# Modellazione: determinazione della risoluzione spaziale della simulazione

...di livello di precisione ricercato....



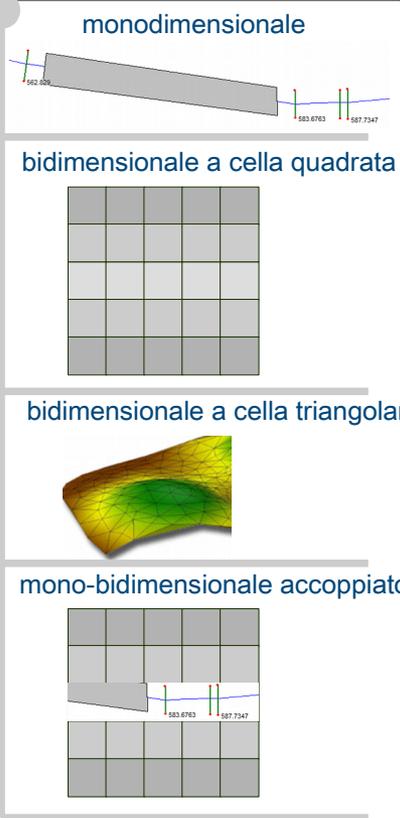
...di validità nel tempo...



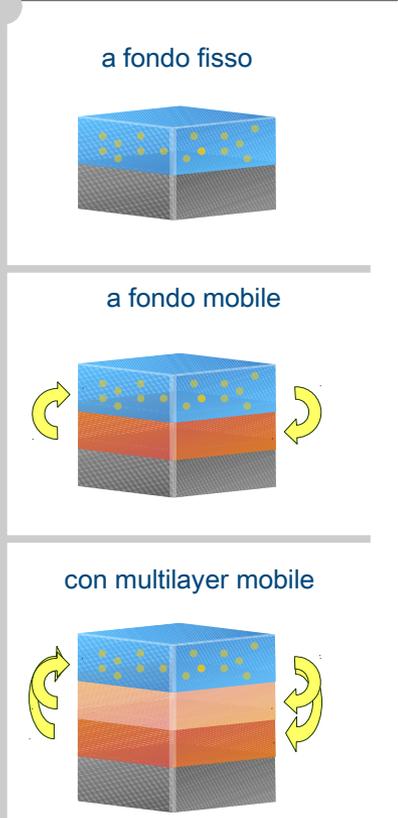
... e di dati topografici.

# Modellazione: implementazione modello, possibili scelte

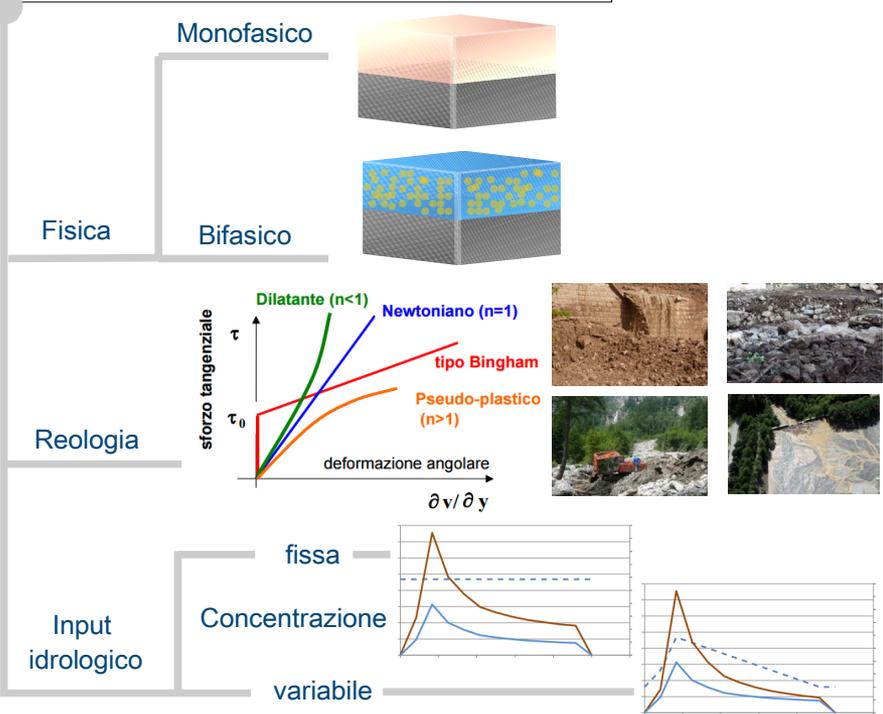
In base al rapporto tra dimensione del canale e della piana inondabile



In base alla tipologia di evento ed alle dinamiche al fondo



In base allo scenario ed alle caratteristiche del movimento rapido di massa considerato

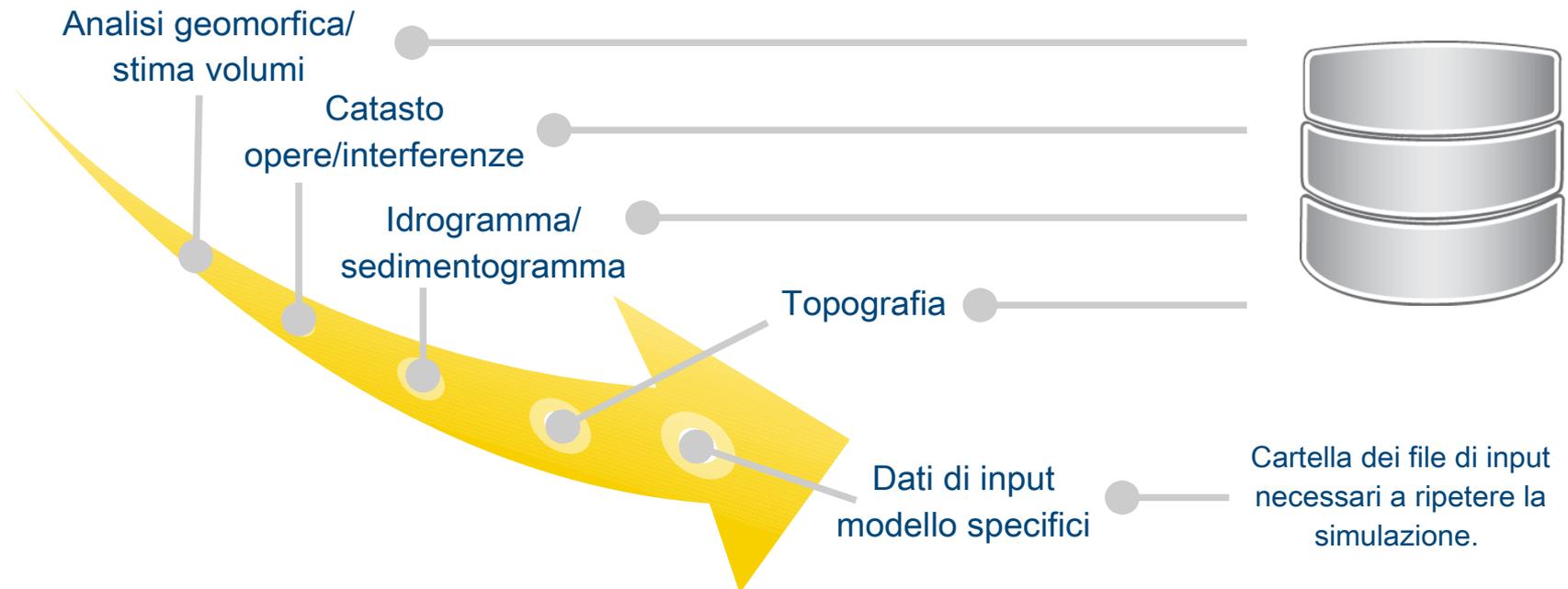


Altri parametri: Rapporto costi benefici, Riproducibilità risultati, Esperienza del modellatore

# Modellazione: dati di input, tracciabilità e riproducibilità

Tracciabilità delle scelte: descrizione delle motivazioni, delle procedure e dei dati intermedi per il calcolo o la stima dei dati di input.

Archiviazione: salvataggio dei dati di input in formato standard, per assicurare la riproducibilità futura della simulazione.



# Modellazione: dati di output, standardizzazione e restituzione

## Archiviazione dei file di output

Tiranti  
Velocità  
Scavi  
Depositi



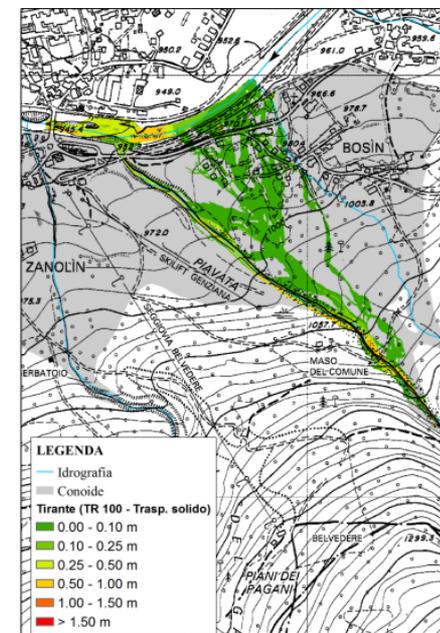
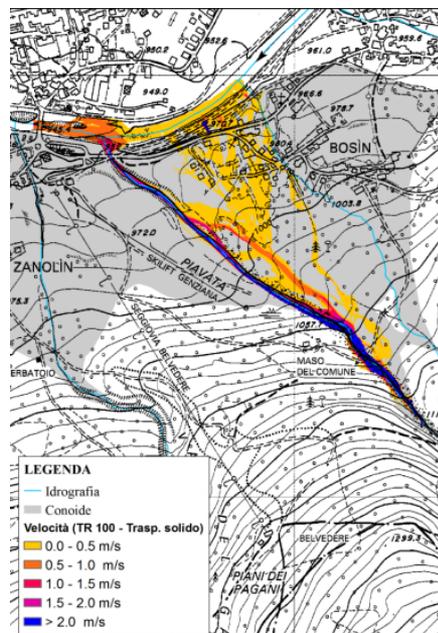
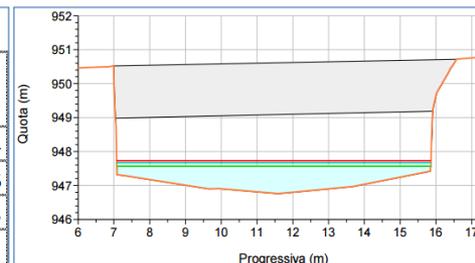
Conversione in mappatura  
della pericolosità

Verifiche e  
valutazioni  
idrauliche locali

Altri usi specifici  
(progettazione  
sistemi di  
mitigazione,  
valutazione  
PPC, ...)

Interpretazione in carta  
della pericolosità

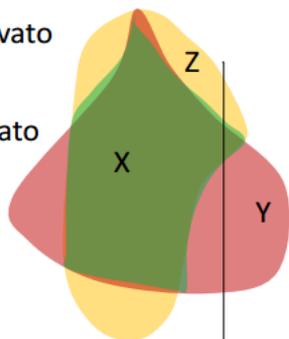
SEZIONE 98		
Pelo libero	TR	Quota (m s.l.m.)
	30	947.64
	100	947.76
	200	947.83
Intradosso ponte		948.21



# Convivere con l'incertezza: fonti di incertezza e metodi per trattarla

## PERFORMANCE DEI MODELLI

Z = deposito osservato  
 X = intersezione  
 Y = deposito simulato



Positive accuracy (0-1)  $\epsilon = \frac{X}{X+Z}$

Model efficiency (0-1)  $\psi = 1 - \frac{X}{X+Y}$

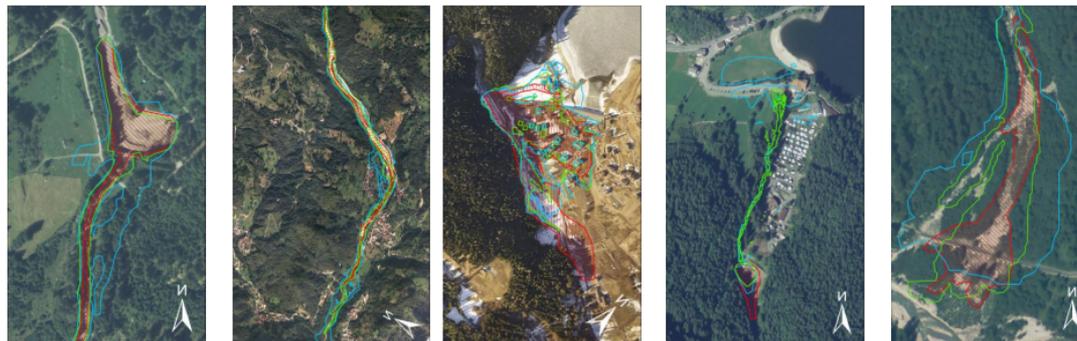
Total quality index (0-2)  $\Sigma = \epsilon + \psi$

$\Sigma > 1.33$  Buona performance  
 Mediamente 1/3 di superficie non prevista e 1/3 superficie simulata non osservata

$\Sigma < 1.33$  Bassa performance

Modificato da Scheidl and Rickenmann (2010)

## Gadria      Rotolon      Molinara      Lago      Dosson



Legend ▨ real deposits □ deposits simulated by Mod. 1 □ deposits simulated by Mod. 2

	Gadria	Rotolon	Molinara	Lago	Dosson
Risultati modello 1	1.66	1.32	1.18	0.83	1.37
Risultati modello 2	1.46	0.92	1.08	0.66	1.07
		1.26	1.37	1.05	1.16

Bettella et al., 2012



Dati di input



Modello



Output



# Convivere con l'incertezza: fonti di incertezza e metodi per trattarla

## Fonti di incertezza



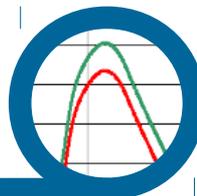
FRMRC Research Report SWP1.7, 2011, Dankers & Feyen, 2008, Mazzorana & Fuchs, 2009, Tacnet et al., 2012

# INDICE

Rete idrografica



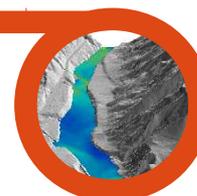
Analisi idrologica



Classificazione del reticolo e dei conoidi



Valutazioni modellistiche dei fenomeni alluvionali



Applicazioni per il presidio del territorio



Aggiornamento “in continuo” delle banche dati

