



CORSO DI LAUREA TRIENNALE  
RIASSETTO DEL TERRITORIO E TUTELA DEL PAESAGGIO

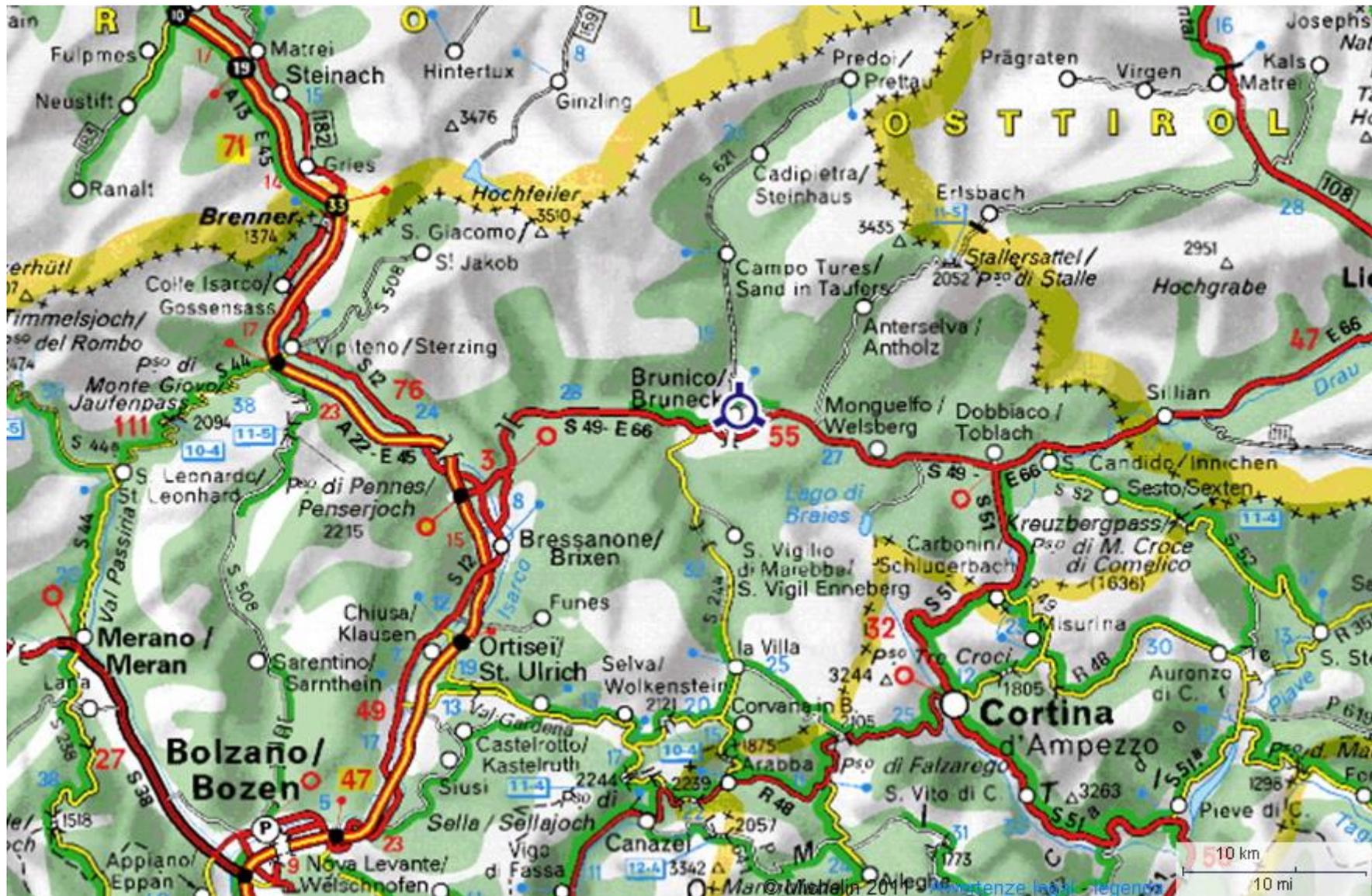
**Corso di  
Tutela del paesaggio agricolo e forestale e  
riassetto idraulico del territorio**

**Modulo 5**

**LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE DEGLI  
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICO-  
FORESTALI: **STUDIO DI CASO****

---

# Proteggere l'abitato di Brunico dal pericolo idraulico



# Panoramica



# Il fiume Rienza e pericolo idraulico

Il Fiume RIENZA



Seria minaccia per la città di Brunico



Danni > 50 milioni €



T.R. ≈ 200-300 anni



Estese inondazioni con **eventi di piena**



Sorge su piana inondabile dei depositi alluvionali

T.R. ≈ 30 anni



Danni

≈

16 milioni €

Fonte: Obris & Partner, 2008

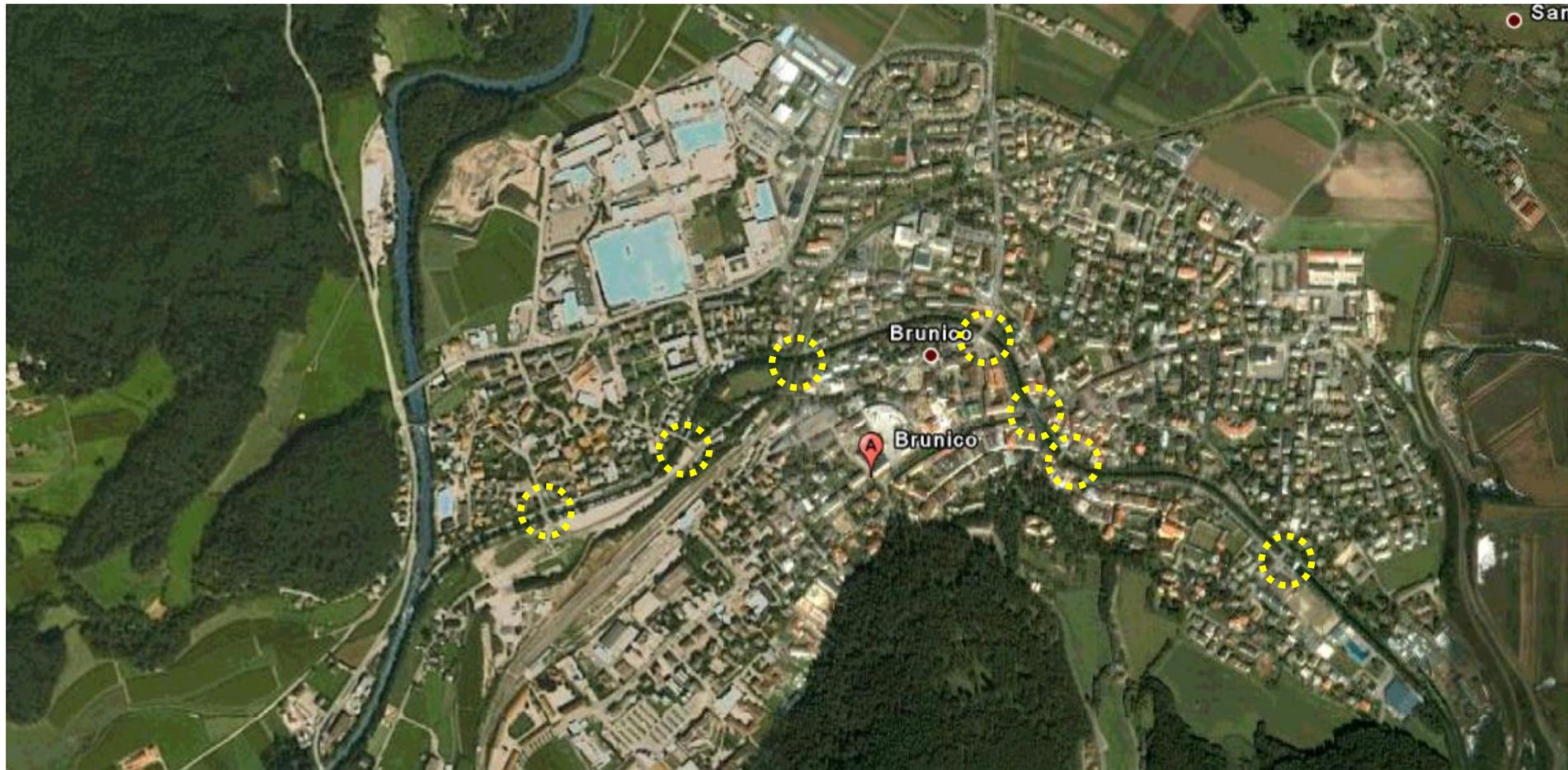


# Il fiume Rienza e pericolo idraulico

**Numerosi ponti**

rigurgito

Occlusione da legname fluitato



# Riduzione del pericolo idraulico

Ritenzione del  
legname



Minore probabilità  
diminuzione luce dei ponti

Ritenzione del  
trasporto del  
sedimento di fondo



Migliori condizioni per  
minori tiranti a parità di  
portata liquida

Scopo del progetto:

definire **tipologia** e **localizzazione** di **opere** per  
**mitigare il pericolo idraulico** dell'abitato di **Brunico**  
con un evento con **T.R.  $\approx$  300 anni**

# Quali opere sistematorie scegliere?

Alcuni studi hanno evidenziato i seguenti **punti fondamentali**:

*Fonti: Rimböck (2004) e Lange e Bezzola (2006)*

- la tipologia di opera dipende dal volume atteso di materiale legnoso, di sedimento e dalla portata liquida (per unità di larghezza di alveo).
- l'efficienza del sistema di trattenuta migliora operando una separazione spaziale del materiale galleggiante dal sedimento trasportato al fondo
- Tale separazione risulta ottimale quando eseguita tramite una successione di opere, in cui ogni opera è dedicata ad una determinata “fase” (legname o sedimento).

# Quali opere sistematorie scegliere?

**Per corretta  
progettazione**



Stima volumi  
potenziali



**Trasporto  
sedimento al  
fondo**



Con strumenti  
derivati dalla  
conoscenza  
dell'idraulica  
del sistema

*(tasso di trasporto  
solido in funzione  
portata liquida)*



**Legname  
fluitato**



Modello semplificato  
“ad evento” derivante  
da un bilancio del  
materiale legnoso  
*(Rimböck, 2004)*



Equazioni  
empiriche  
*(Rickenmann, 1997;  
Degetto, 2000)*

# Definizione del sistema: il bacino del Rienza

FIUME RIENZA



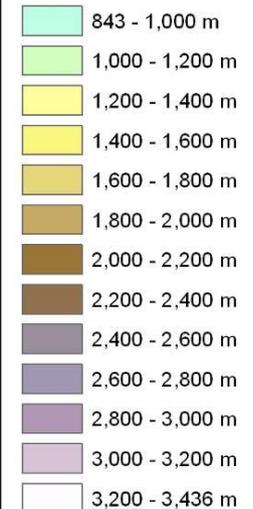
LIBERA UNIVERSITA' DI BOLZANO  
Facoltà di Scienze e Tecnologie

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

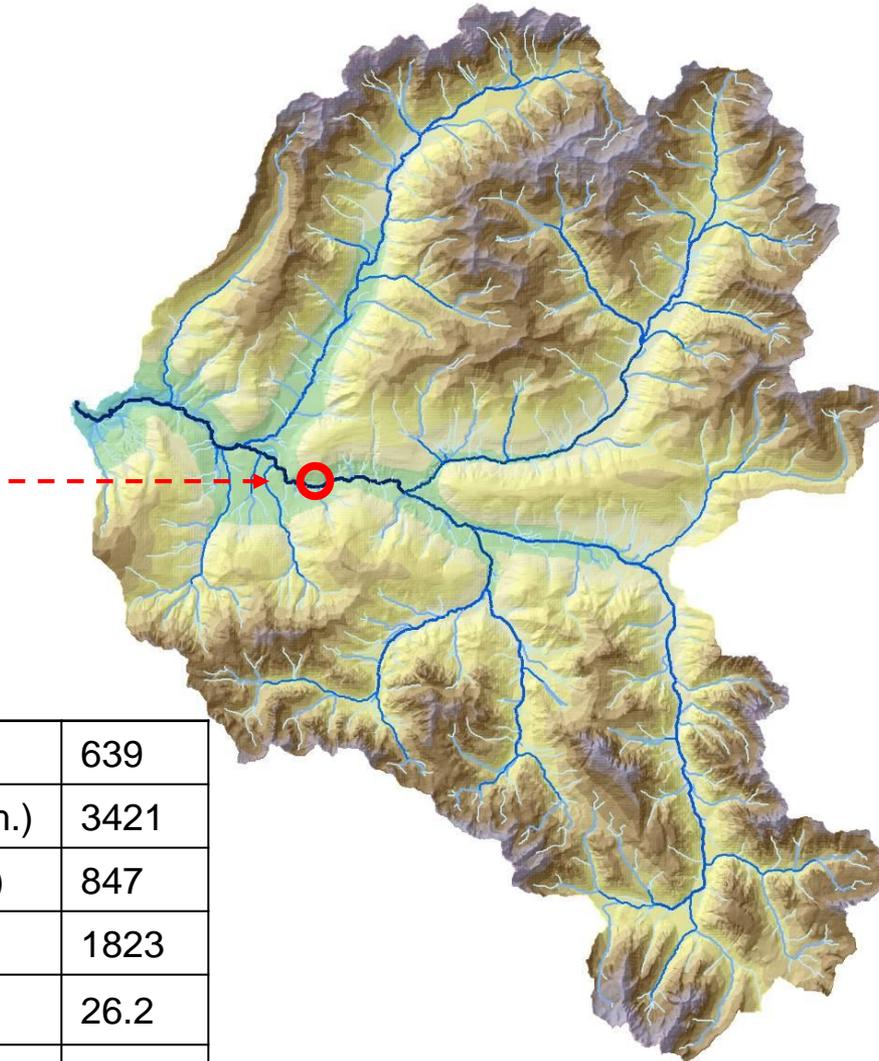


LEGENDA

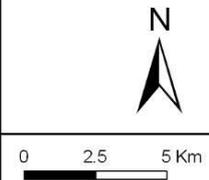
Quota (m s.l.m.)



Diga di  
Monguelfo



Area (Km <sup>2</sup> )	639
Quota massima (m s.l.m.)	3421
Quota minima (m s.l.m.)	847
Quota media (m)	1823
Pendenza media (%)	26.2
Coefficiente di Gravelius	2.03



# Definizione del sistema: il bacino del Rienza

## Diga di Monguelfo

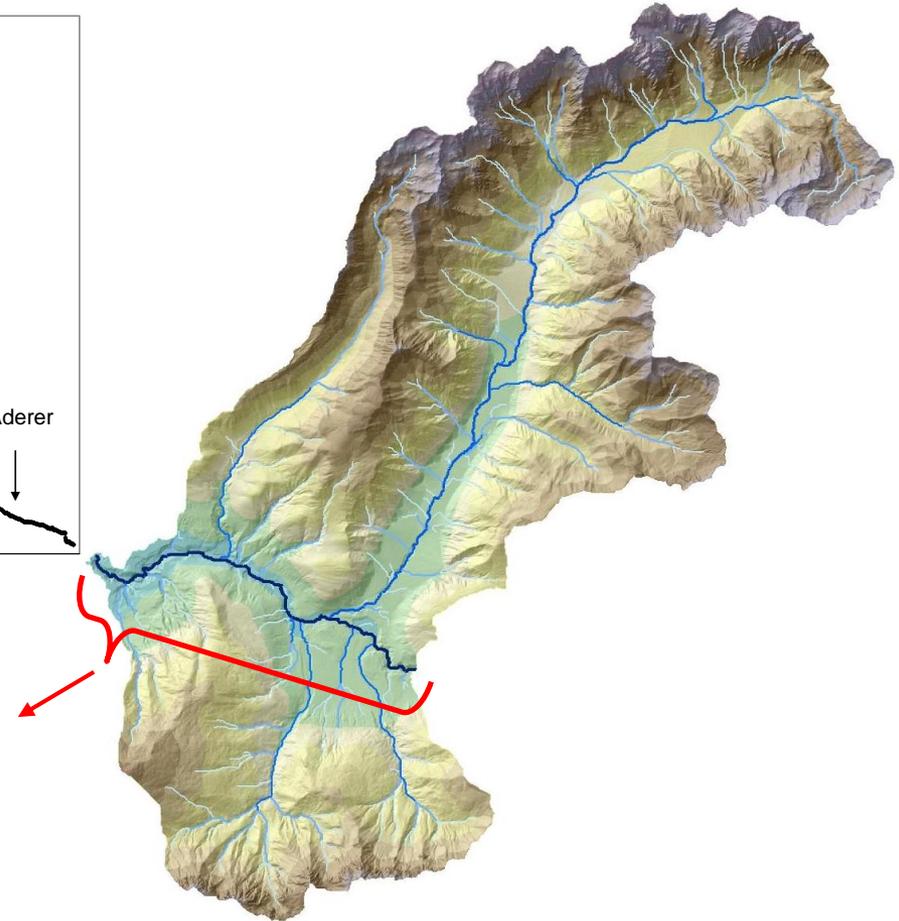
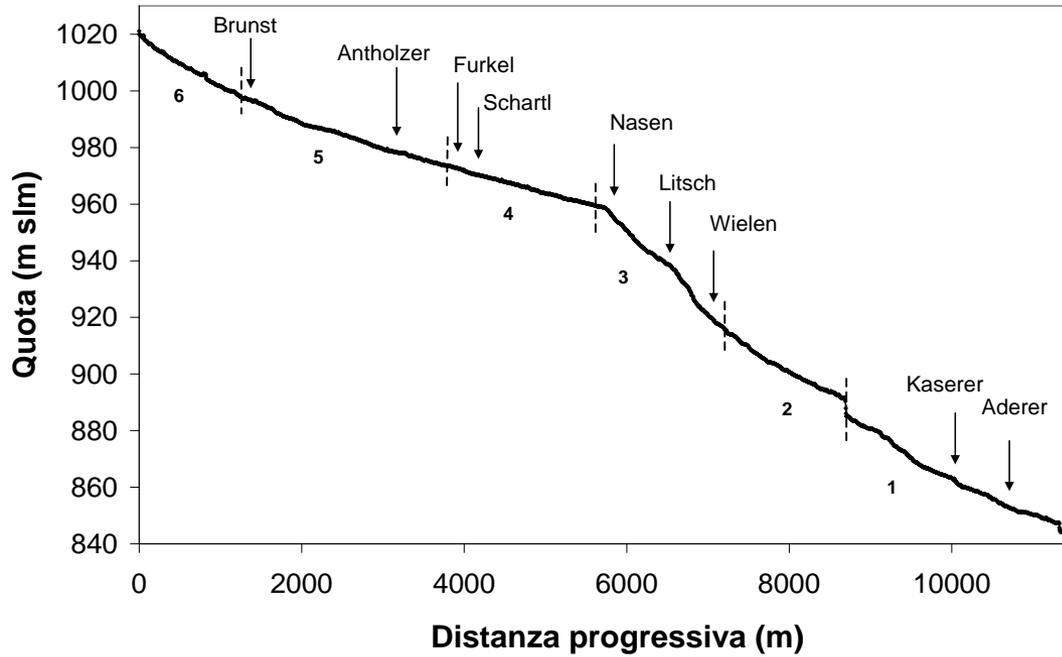
*4,8 milioni m<sup>3</sup>  
deriva 22 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>*

Dal 1959 artificializza  
regime idrologico e  
sedimentologico

Azione di  
intrappolamento  
di sedimento e  
legname



# Definizione del sistema: il bacino del Rienza



**Lunghezza:** 11,32 km

**Pendenza:** 1,5%

**Morfologia:** *plane-bed pool-riffle*

**Opere:** 1 briglia consolidamento, 1 soglia, poche opere longitudinali

# Definizione del sistema: affluenti

Bacino	Area	Bosco	Lungh. collettore	Pendenza media collettore	Difese long.	Briglie	Opere trattenuta legname	Q <sub>300</sub>
	(km <sup>2</sup> )	(%)	(Km)	(%)	(%)	(N km <sup>-1</sup> )		(m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )
Aderer	5.5	78%	5	25.2	0	0.0	No	3.5
Kaser	3.1	83%	3.4	24.6	1.40	0.0	No	1.6
Wielen	21.7	57%	14	13	6.30	8.7	SI	15
Litsch	2.6	82%	3.7	25.3	7	15.9	No	1.3
Nasen	3.8	73%	3.7	25.9	7.30	15.1	No	2
Schartl	4.2	79%	3.2	16.9	6	19.1	SI	1.9
Furkel	23.4	64%	8.9	12.6	13	25.7	SI	17
Antholzer	113.5	54%	19.3	8.9	67	9.9	SI	80
Brunst	11.3	81%	7	20	6	18.7	SI	7.5

Tutti gli affluenti ad eccezione dell'Adererbach e del Kaserbach presentino un grado di sistemazione elevato, ed in particolare siano presenti opere di trattenuta capaci di **intercettare** una percentuale considerevole del **materiale legnoso potenzialmente fluitato**

# Definizione del sistema: affluenti



*Wielenbach (a), Furkelbach (b), Antholzerbach (c) e ponte potenzialmente occludibile lungo l'Antholezerbach (d)*

# Definizione del sistema: eventi passati

“eccezionale” è l’evento di piena del settembre 1882, in virtù delle sue elevate conseguenze morfologiche (e di danno per la città di Brunico) e delle numerose informazioni disponibili (Formaggioni, 2008)

- elevata **alimentazione solida** da parte degli affluenti;
- tendenza alla deposizione di sedimento ed innalzamento d’alveo;
- conseguente forte mobilità laterale del canale, con fenomeni accentuati di erosione spondale;
- presumibile rimozione della **vegetazione riparia** (perifluviale e isole) per sottoescavazione delle piante;
- trasporto del materiale legnoso eroso verso valle e sua deposizione (parziale) presso Brunico, per arresto sulla piana inondabile ed intrappolamento presso ponti e fabbricati.

# Definizione del sistema: eventi passati



# Definizione del sistema: evoluzione recente corridoio fluviale

Diga di Monguelfo



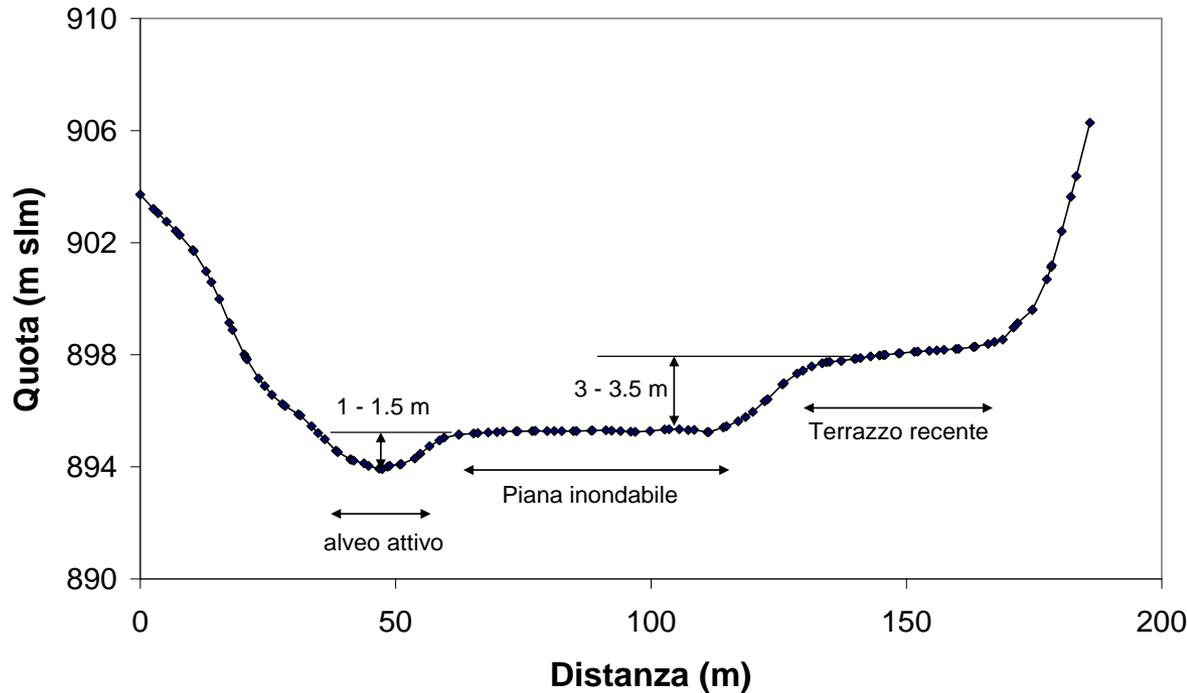
Interruzione flusso sedimenti



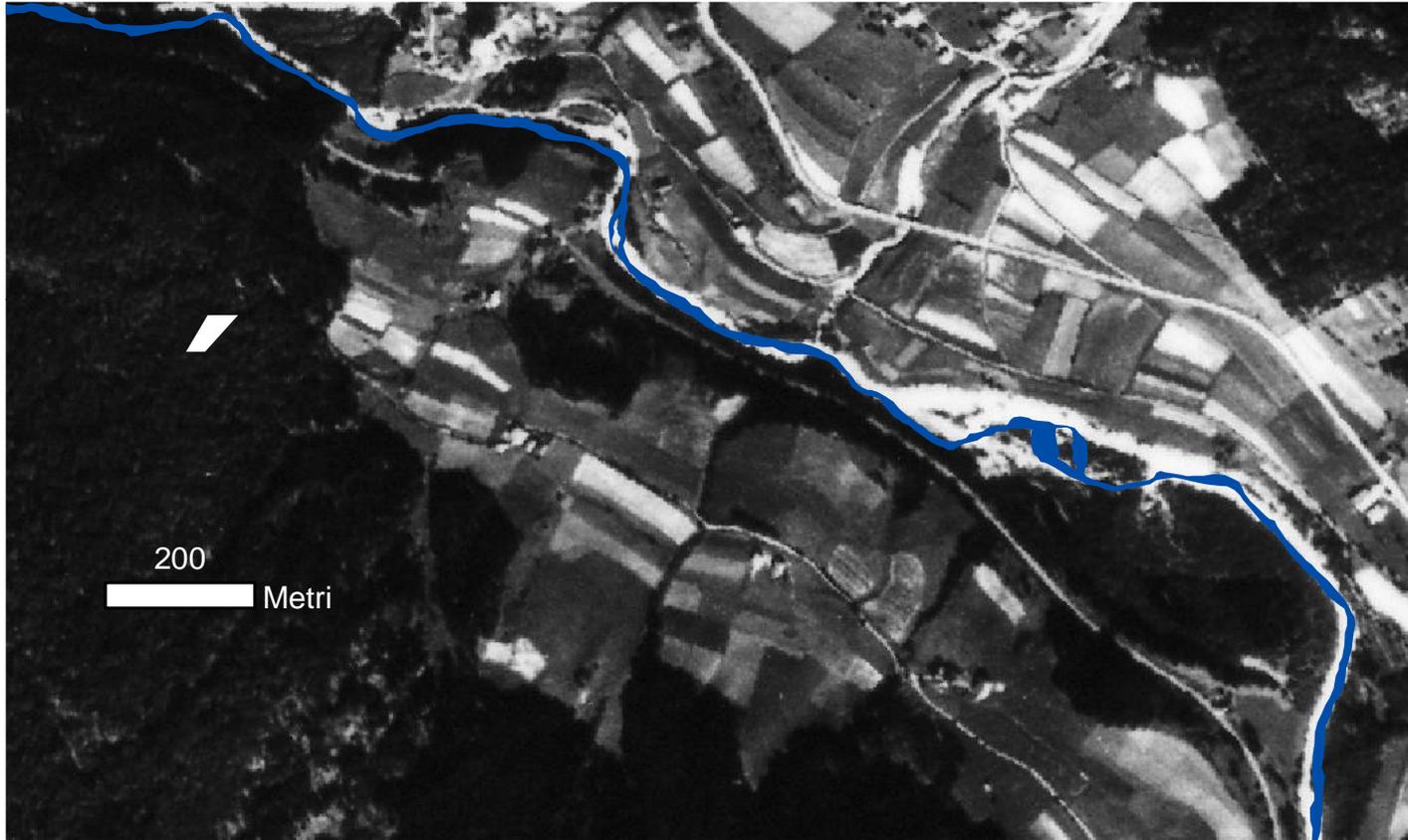
Restringimento ed abbassamento dell'alveo



Aumento copertura forestale nel corridoio fluviale



# Definizione del sistema: evoluzione recente corridoio fluviale



*Foto aerea volo GAI 1954 del tratto del Rienza compreso tra la cava di ghiaia (angolo in basso a destra) e confluenza con Litschbach (angolo in alto a sinistra). E' evidente come l'alveo attivo di allora (area bianca) fosse notevolmente più largo dell'attuale (striscia blu scuro).*

# Modellazione idraulica

- Aree inondabili
- Altezza del tirante massimo
- Volume di sedimento al fondo trasportato
- Distribuzione del numero di Froude

**Serve a definire:**

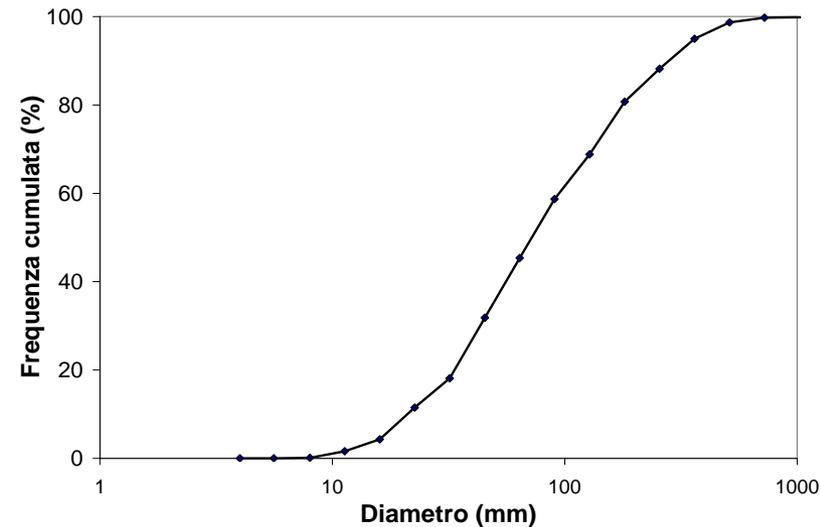
*1116 ciottoli misurati  
metodo integrato a  
reticolo su 8 aree (sui  
140 punti per area)*

**Rilievi  
granulometrici**

Necessita della  
definizione della  
**scabrezza**

*949 piante su 27  
aree di saggio (35)*

**Aree di saggio  
forestali**



Classi altezza	D medio	N piante	Provv forestale
(m)	(cm)	(N ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
5 - 10	4	14000	45
10 - 15	10	3184	110
15 - 20	13	2866	215
20 - 25	20	1338	340
25 - 30	24	1185	600
> 30	34	605	780

# Modellazione idraulica



*Rilievi di campo di granulometria d'alveo (cerchi bianchi) ed aree di saggio forestale (cerchi viola).*

# Modellazione idraulica: calcolo volume massimo di sedimento al fondo trasportato

Applicazione di formule basate su sforzo tangenziale critico

*Meyer-Peter e Müller (1948)*

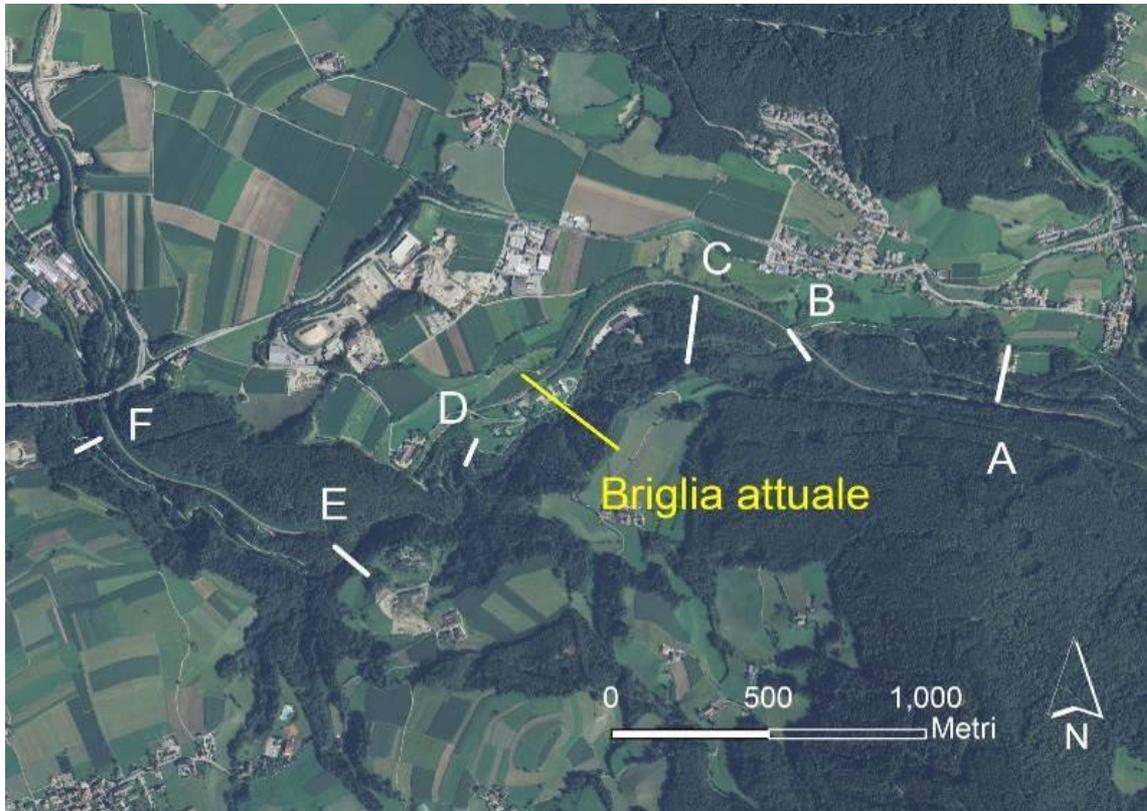


intervalli temporali discreti di 5 ore dell'idrogramma di progetto

*Elaborazioni fatte con sw Hec-Ras*



Sommatoria dei volumi trasportati in ogni intervallo e stima volume complessivo potenziale per una data **sezione**



Sez	N° Froude medio su sezione (min – max)	Volume solido trasportato al fondo cumulato (x1000 m <sup>3</sup> )
A	0.70 - 0.88	224
B	0.37 - 0.46	42
C	0.21 - 0.32	7.5
D	0.57 - 0.69	245
E	0.50 - 0.51	104
F	0.74 - 1.01	183

# Modellazione idraulica: calcolo volume massimo di sedimento al fondo trasportato

Tratto a monte della briglia

deposizione di sedimento trasportato al fondo

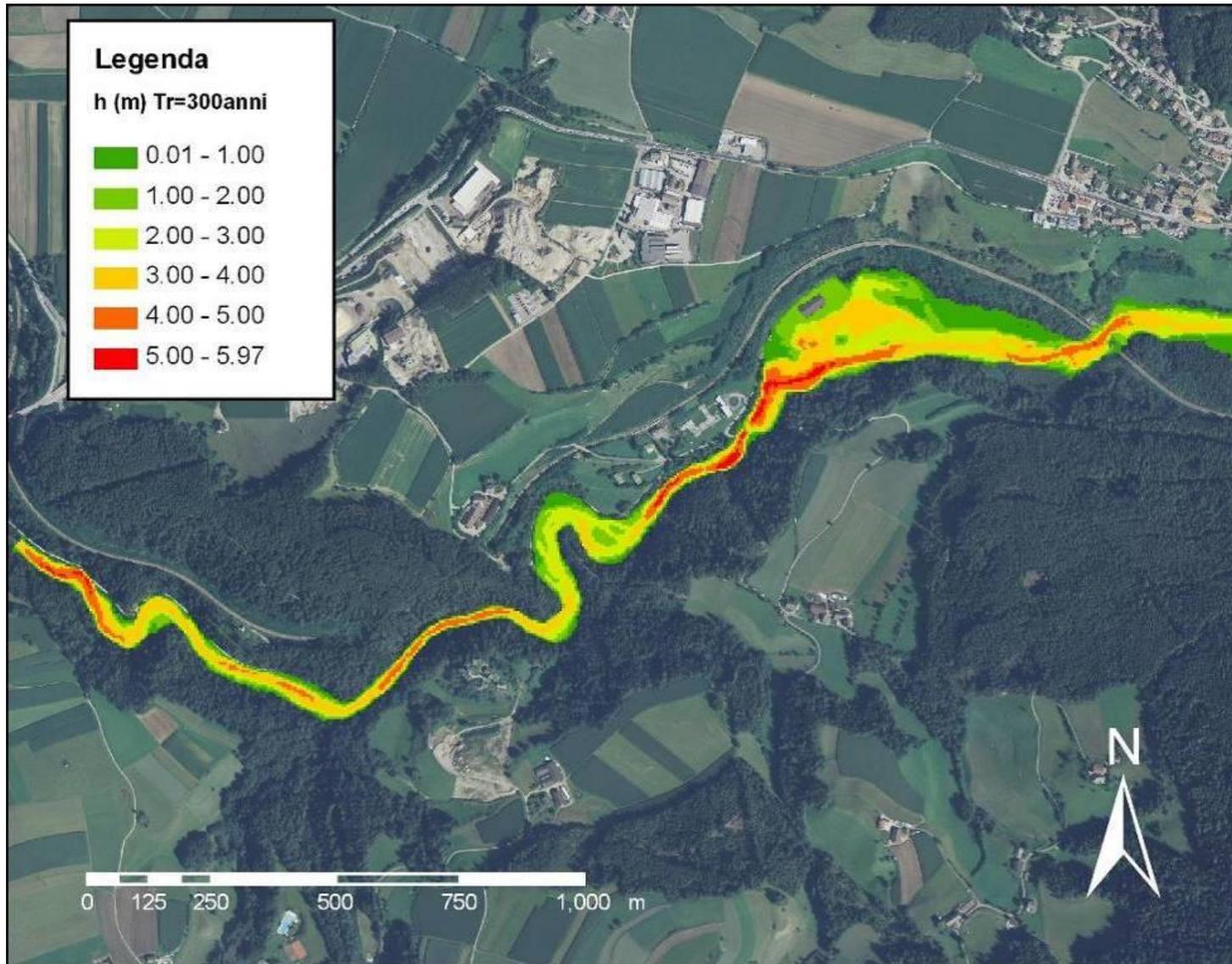
innalzamento del livello dell'alveo

**Volume massimo di trasporto al fondo da ridurre per**

Presenza della diga di Monguelfo

Poco apporto da affluenti fortemente sistemati

# Modellazione idraulica: determinazione aree inondabili e dell'altezza del tirante



*Elaborazioni  
fatte con sw*

*FLO-2D*

# Modellazione idraulica

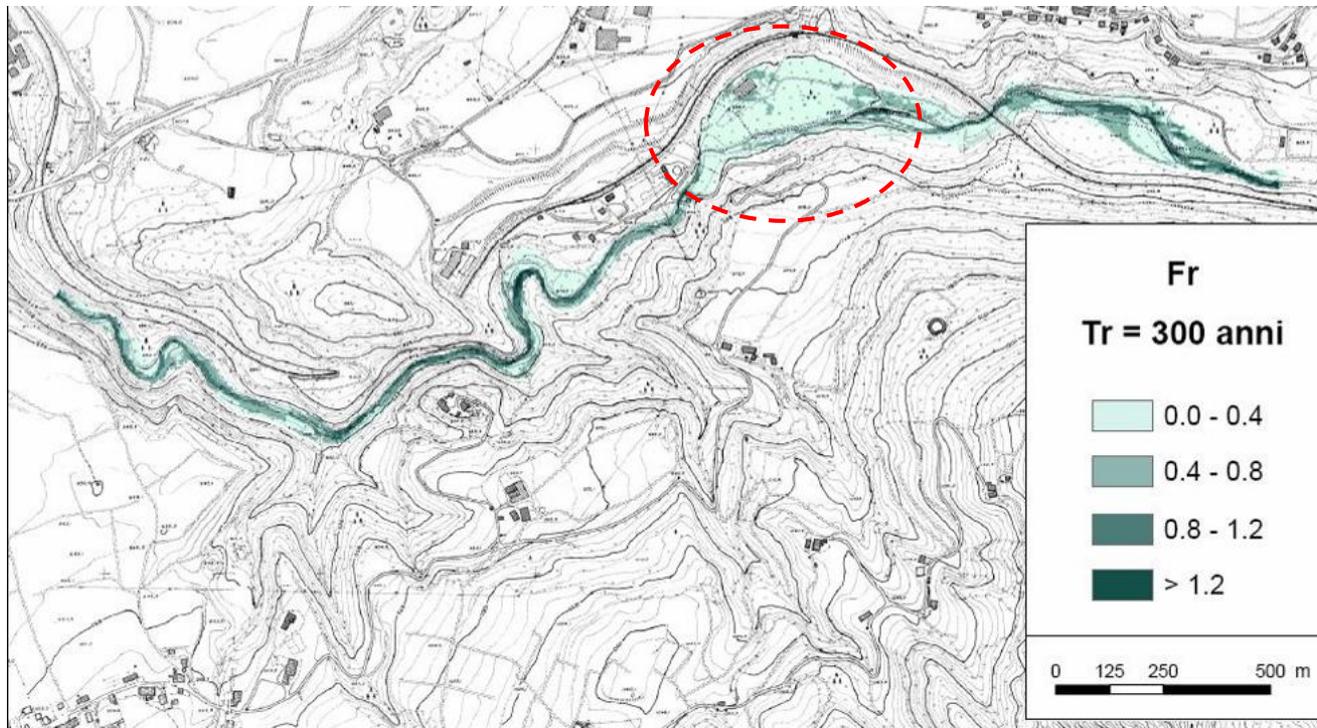
Ampia zona allagata compresa fra l'attraversamento ferroviario e la centrale idroelettrica con

notevole **rallentamento**  
della corrente

condizioni di flusso

decisamente **subcritiche**

**Naturale tendenza alla deposizione di materiale trasportato**



# Stima del legname trasportabile

**VT volume totale**

=

**VC corridoio fluviale**

*Erosioni di sponda*

+

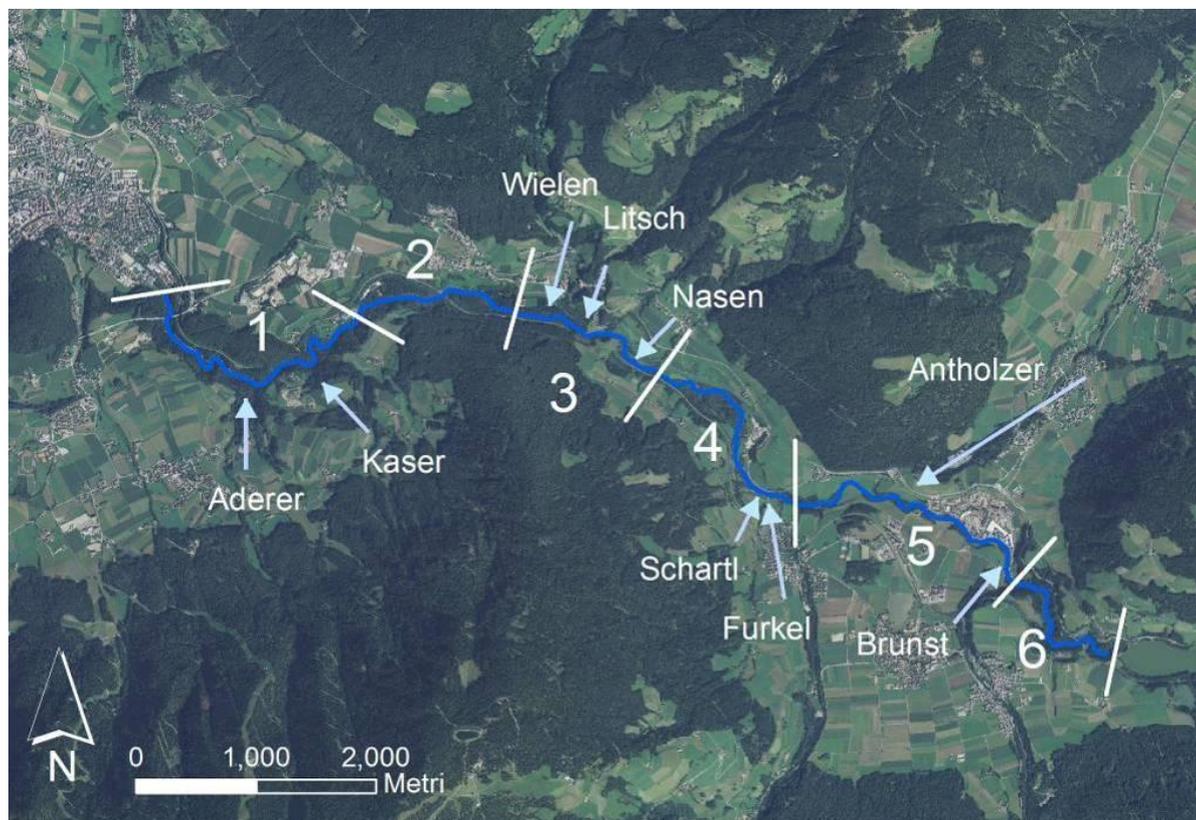
**VV versanti adiacenti**

*Frane superficiali*

+

**VA affluenti**

*Trasporto fluitazione*



**Ipotesi:** trasporto lungo asta principale pari al 100%

$\Sigma$  VT tratti  $\rightarrow$  legname convogliabile a Brunico

# Stima del legname trasportabile: reclutamento dal corridoio fluviale del Rienza VC

## Delimitazione corridoio fluviale

Alveo attivo

Piana inondabile

Terrazzo recente

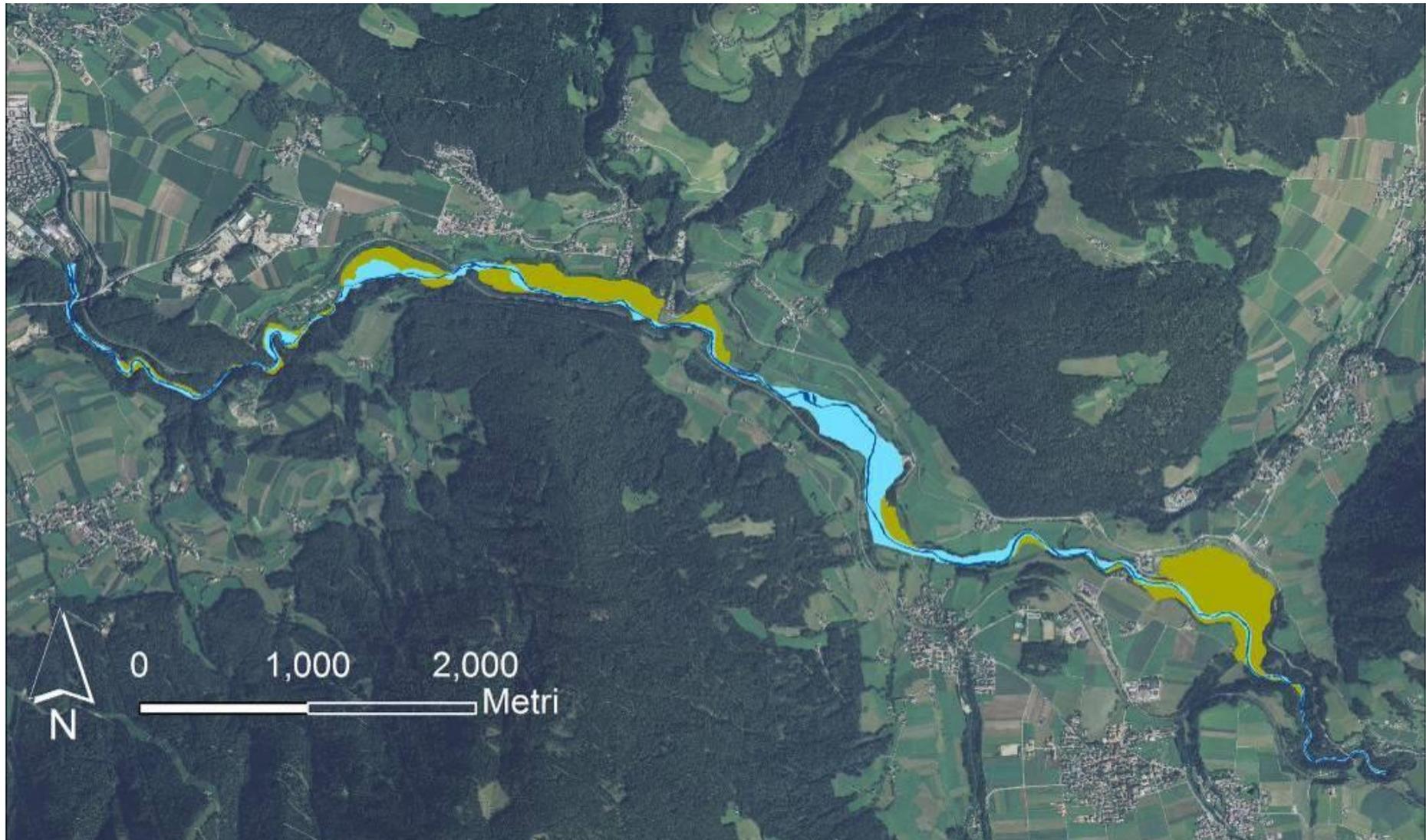
Aree con sedimenti incoerenti soggette a rimaneggiamento

Erosione substrato e/o rottura dei fusti

Delimitazione con **criterio morfologico**  $\neq$  idraulico

Erosione anche in assenza di inondazione

# Stima del legname trasportabile: reclutamento dal corridoio fluviale del Rienza VC



# Stima del legname trasportabile: reclutamento dal corridoio fluviale del Rienza VC

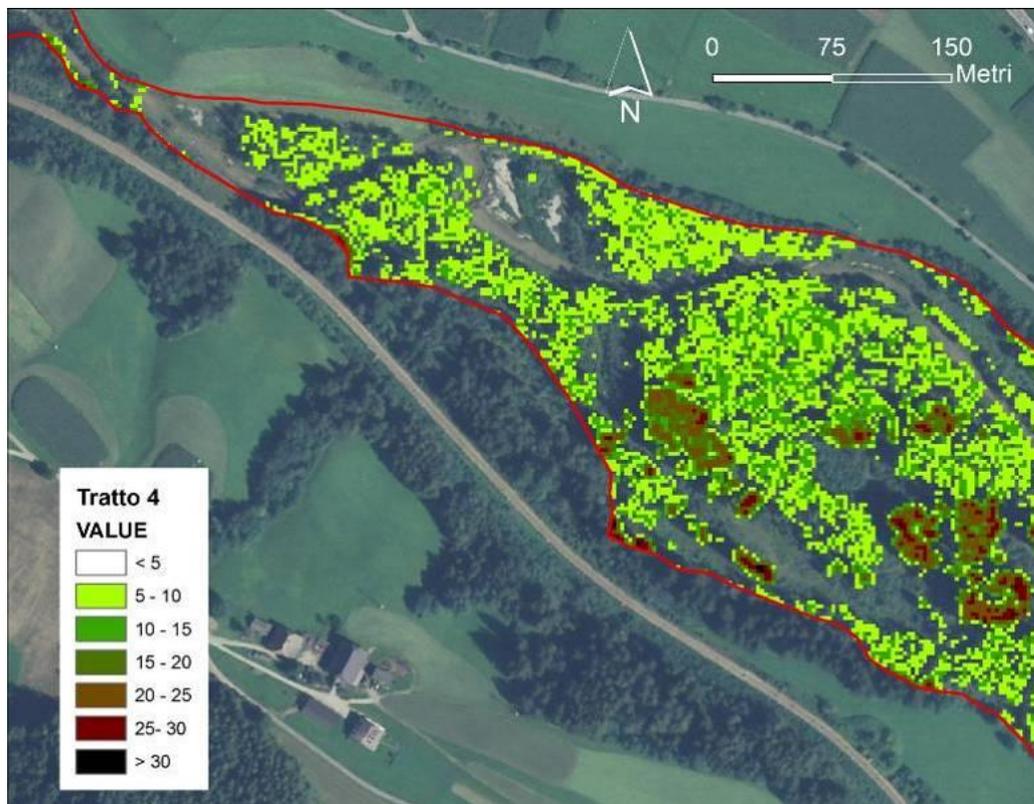
Raster H (DSM-DTM) vegetazione corridoio fluviale



Aree di saggio



Volume potenziale VC



Tratto	Lungh (km)	Corridoio boscato (ha)	Volume pot. $V_c$ (m <sup>3</sup> )	Volume pot./lungh (m <sup>3</sup> km <sup>-1</sup> )
1	2.67	6.0	1000	374
2	1.479	11.0	1500	1014
3	1.477	6.0	800	542
4	1.894	7.8	740	391
5	2.453	3.0	320	130
6	1.354	1.0	140	103
<b>Tot</b>		<b>34.7</b>	<b>4500</b>	

Aumentato per crescita popolazione

**5200 m<sup>3</sup>**

# Stima del legname trasportabile: reclutamento dai versanti VV

## Modello GIS reclutamento LW

1° fase →  
RECLUTAMENT  
O

individuare le **aree sorgenti**  
del legname

2° fase →  
TRASFERIMENT  
O VERSANTE

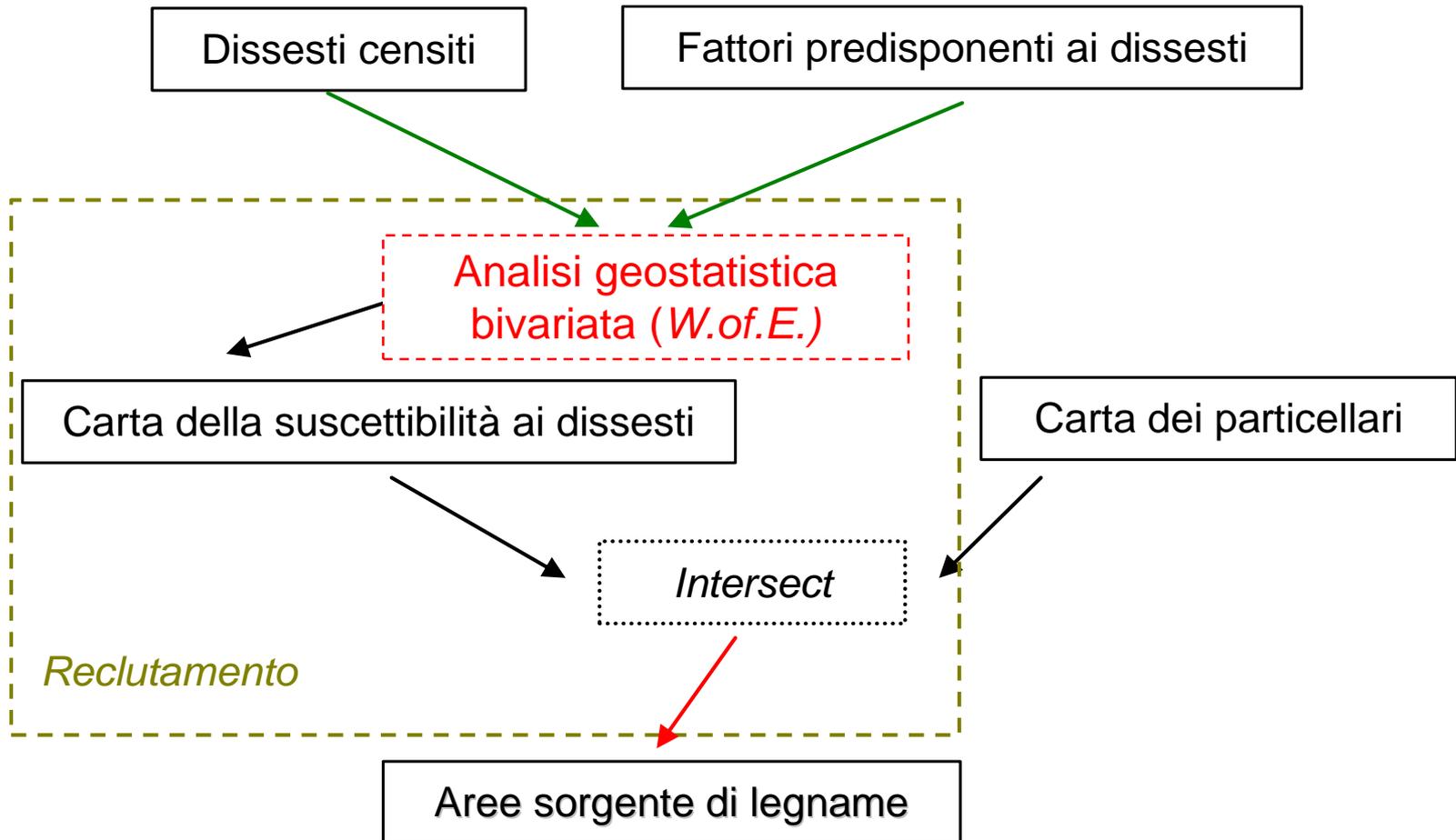
determinare la **quantità potenziale**  
di materiale legnoso  
che può pervenire in alveo

3° fase →  
TRASFERIMENT  
O RETE  
IDROGRAFICA

modellare la **mobilità** del  
legname, e le **sezioni critiche**



# Stima del legname trasportabile: reclutamento dai versanti VV



# Stima del legname trasportabile: reclutamento dai versanti VV

## “Weight of Evidence”

- Modello di analisi spaziale sviluppato originariamente dal Servizio Geologico Canadese (*Bonham-Carter et al., 1989*), applicato per la prima volta nella valutazione delle frane da *Sabto (1991)*
- *Contenuto nel pacchetto applicativo ArcSDM® (Spatial Data Modeller)*

*Analisi delle combinazioni dei  
fattori di instabilità  
e delle loro relazioni con la  
distribuzione dei  
fenomeni erosivi*

Quota  
Pendenza  
Esposizione  
Concavità  
Uso del suolo  
Geologia  
*Flow distance*

Rilevate durante le campagne  
di misurazione

← Erosione di sponda

{ Frane

{ Colate detritiche

**Progetto I.F.F.I**

*(Inventario Fenomeni Franosi Italia)*

# Stima del legname trasportabile: VV

FIUME RIENZA



LIBERA UNIVERSITA' DI BOLZANO  
Facoltà di Scienze e Tecnologie

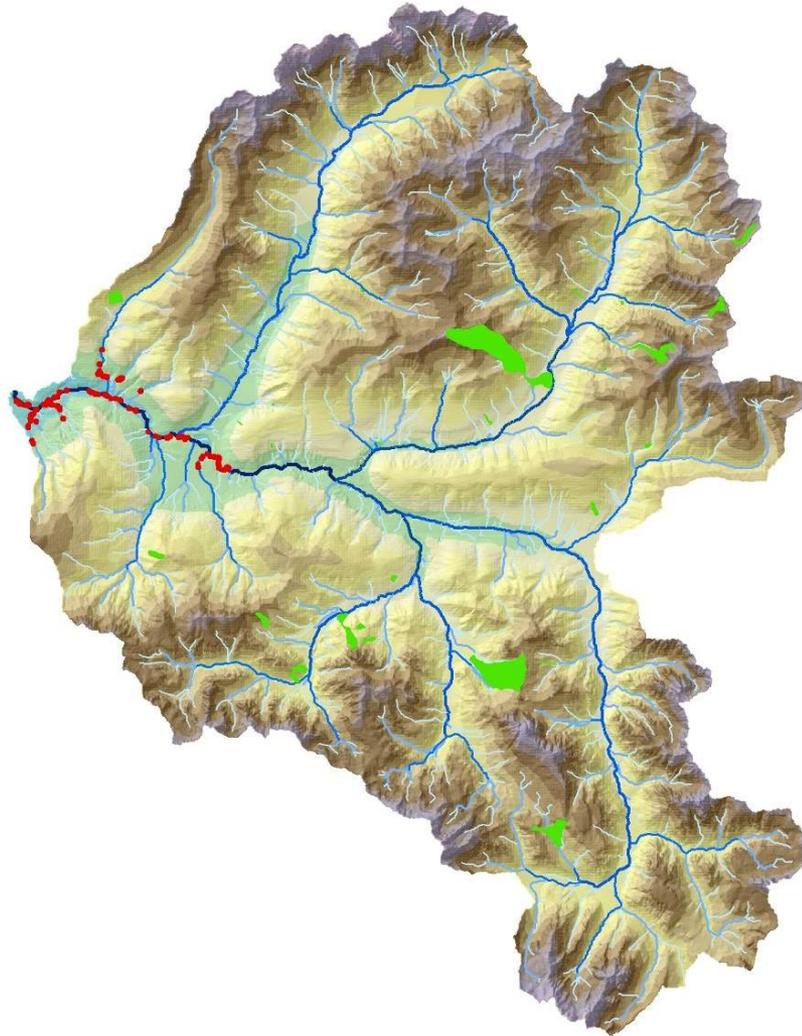
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali



LEGENDA

Frane censite

-  rilevate in campo
-  da I.F.F.I.



0 2.5 5 Km

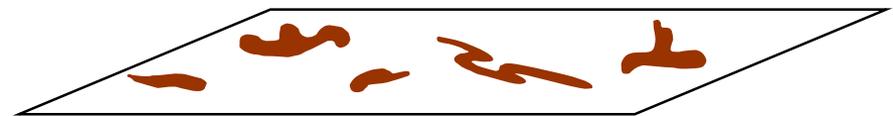
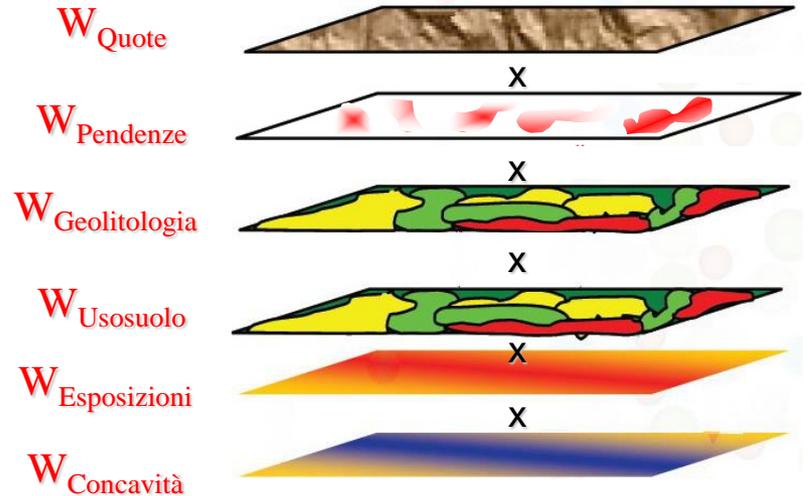
# Stima del legname trasportabile: VV

- WofE → Calcolo del peso di una determinata classe nel favorire o meno il dissesto



- Unione di tutte le carte dei fattori predisponenti “pesati”  $W$

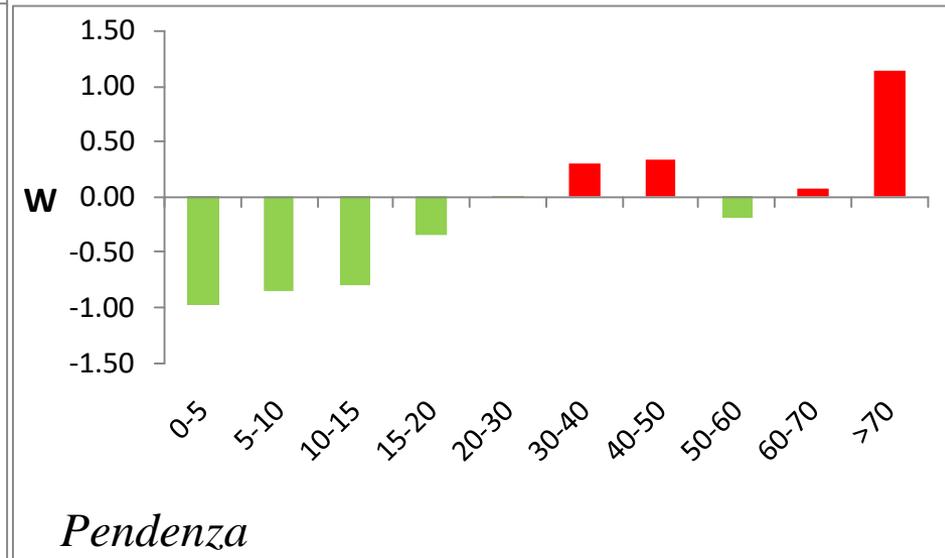
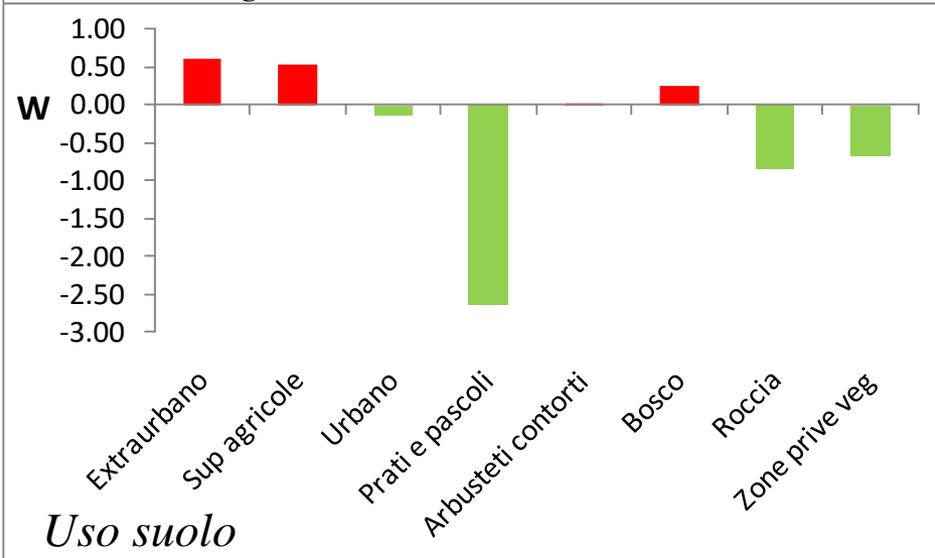
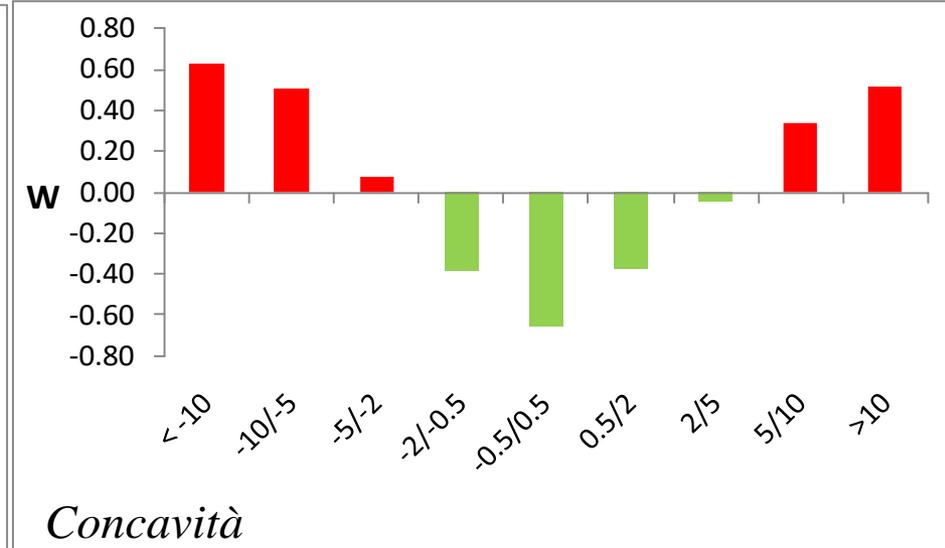
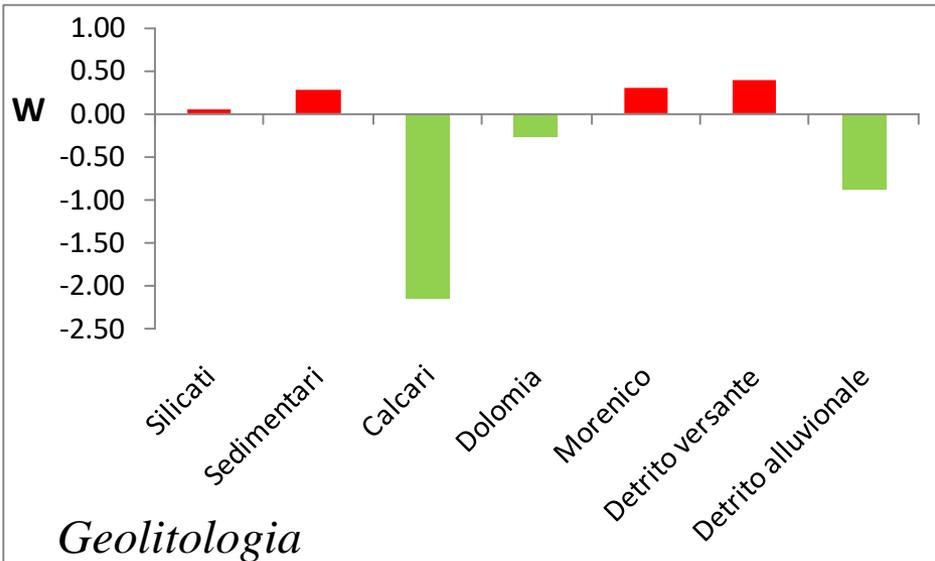
## Fattori “pesati”



Carta della suscettibilità agli eventi franosi  
(3 livelli di suscettibilità)

# Stima del legname trasportabile: VV

## Fattori "pesati" con WofE



# Stima del legname trasportabile: VV

FIUME RIENZA



LIBERA UNIVERSITA' DI BOLZANO  
Facoltà di Scienze e Tecnologie

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali



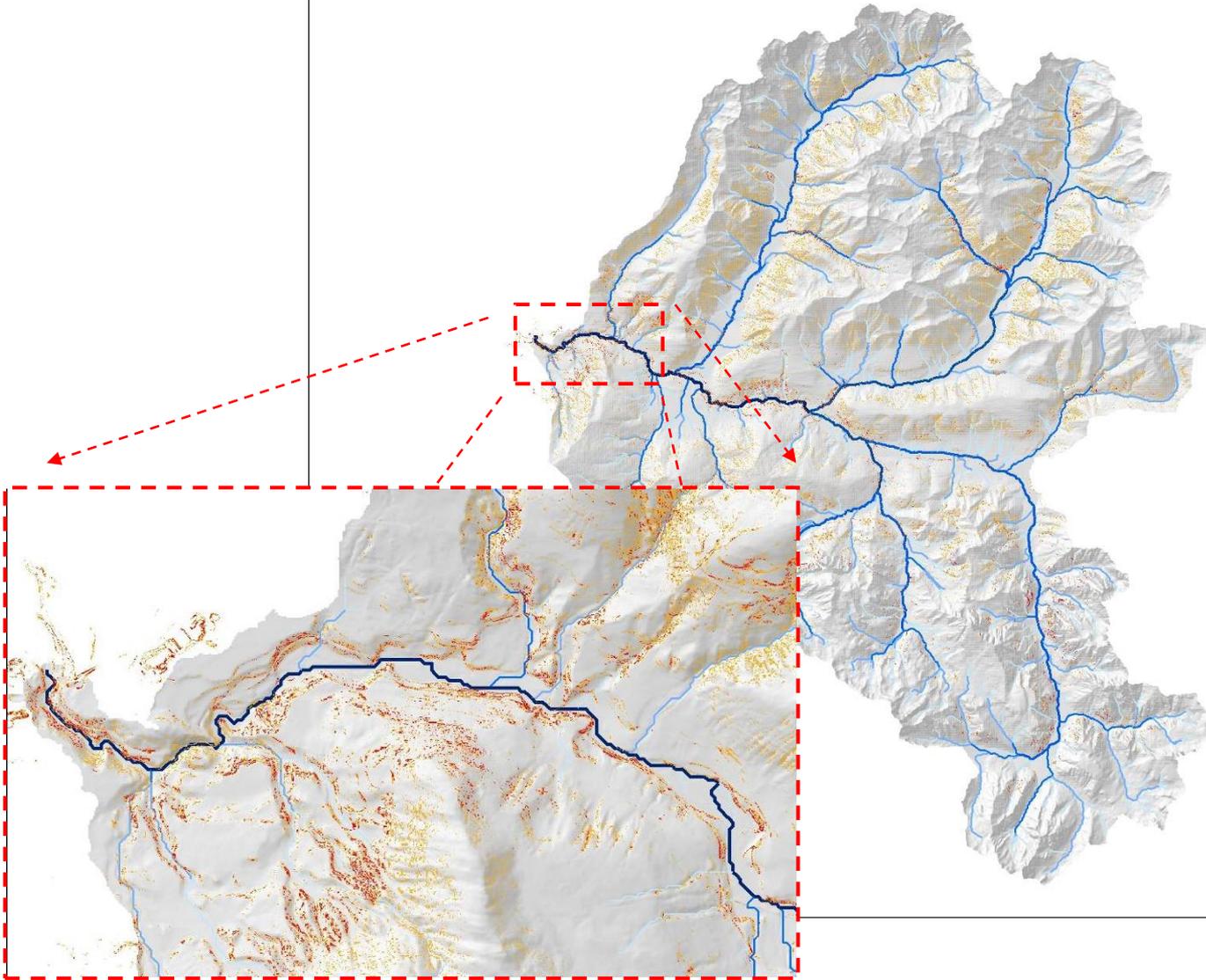
LEGENDA

**Suscettibilità  
ai dissesti**

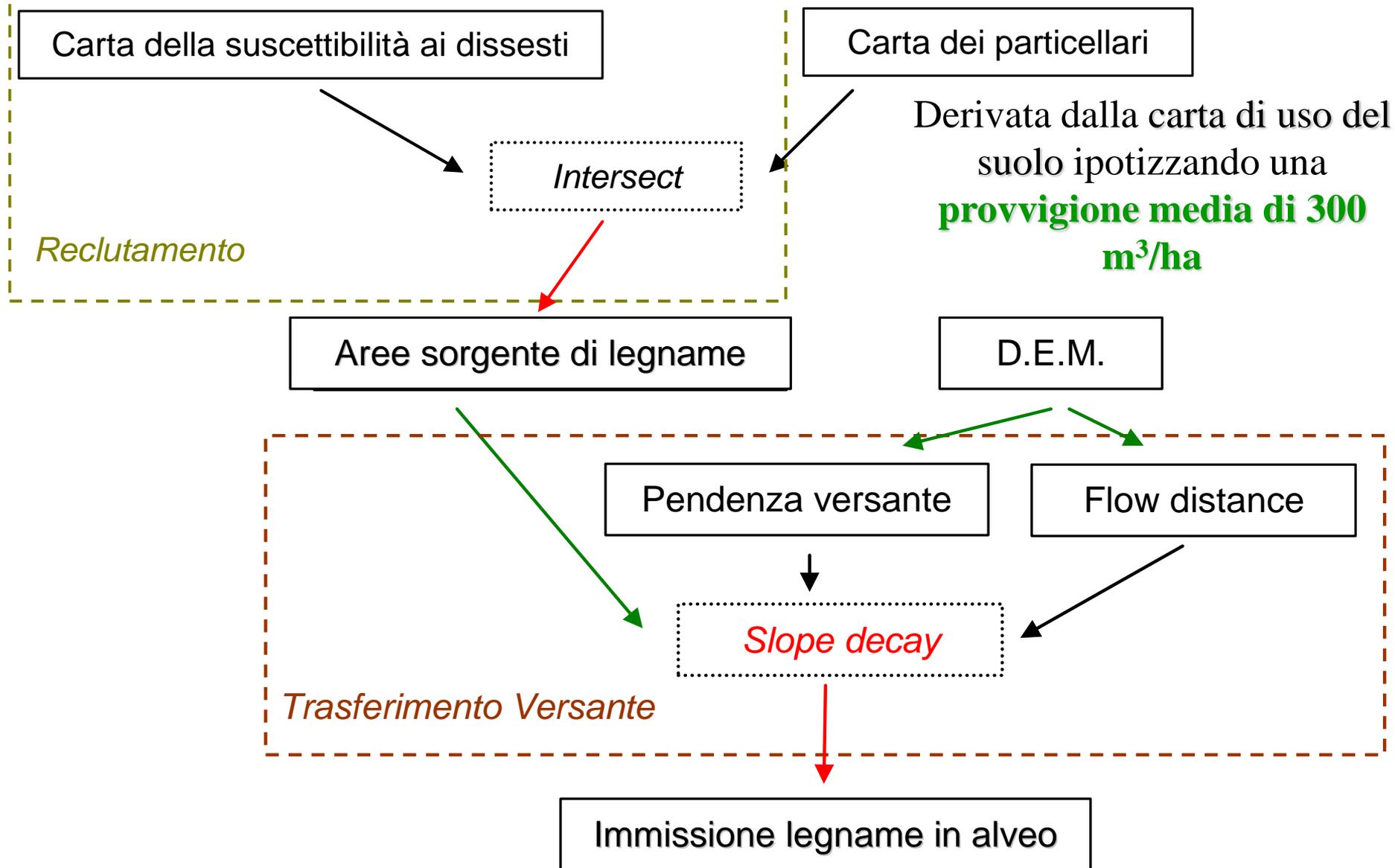
-  Bassa
-  Alta



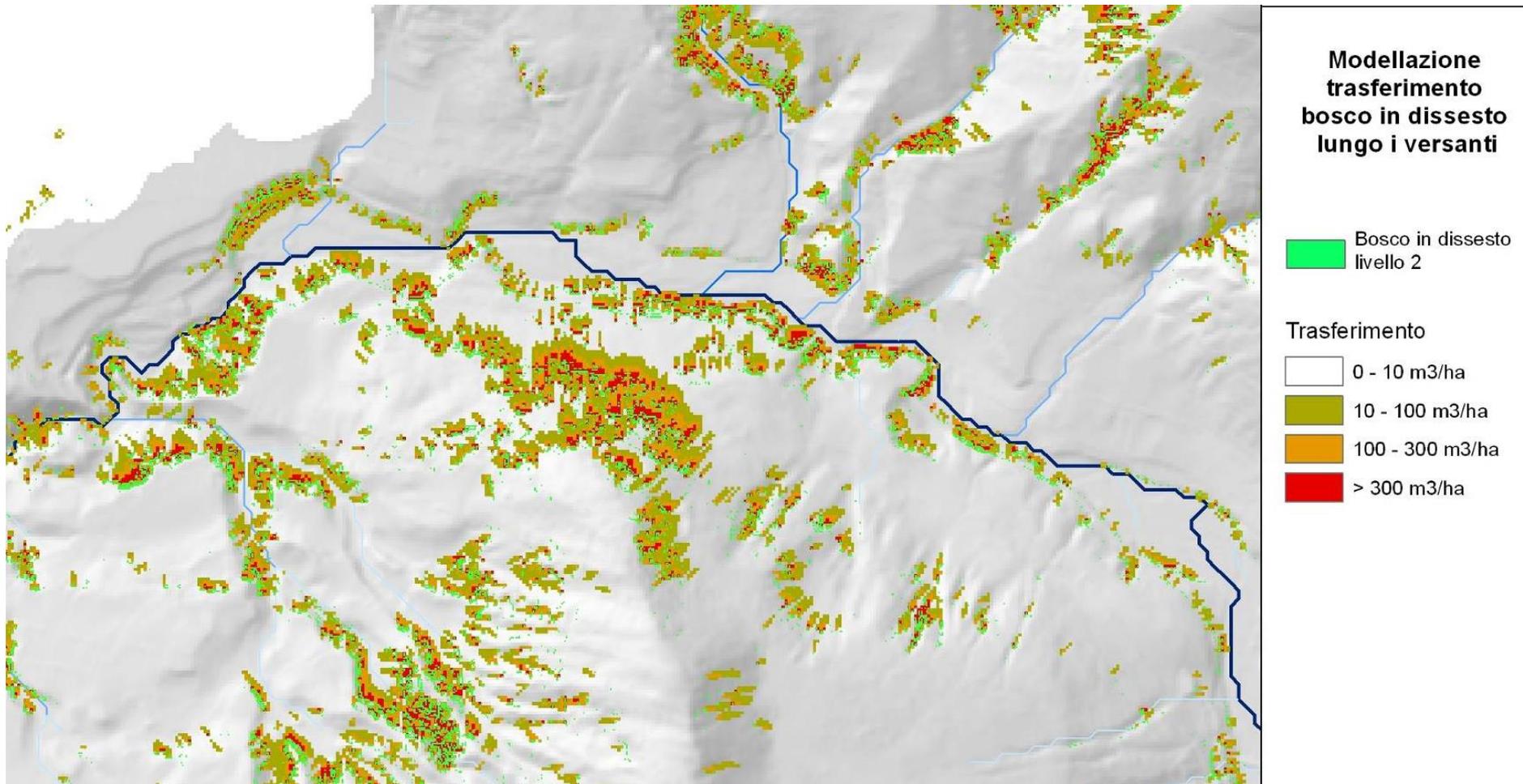
0 2.5 5 Km



# Stima del legname trasportabile: VV



# Stima del legname trasportabile: VV



Dal modello di reclutamento su base GIS si ottiene un volume di legname da versanti VV per i **sottotratti** del Rienza e per i diversi **affluenti**

# Stima del legname trasportabile: VV

## V<sub>v</sub> sottotratti Rienza

Tratto	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> ) Livello 1	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> ) Livello 2	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> km <sup>-1</sup> ) Livello 2
1	170	400	150
2	20	40	27
3	140	205	139
4	35	80	42
5	90	135	55
6	215	410	303
<b>Totale</b>	<b>670</b>	<b>1270</b>	

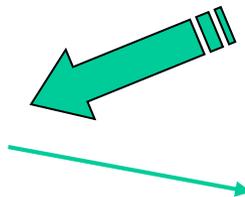
## V<sub>v</sub> affluenti

Affluente	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> ) Livello 1	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> ) Livello 2	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> km <sup>-2</sup> ) Livello 2
Aderer	210	895	163
Kaser	215	420	138
Wielen	250	845	39
Litsch	465	1160	450
Nasen	5	210	61
Schartl	5	85	20
Furkel	400	1665	71
Antholzer	1000	6000	53
Brunst	550	1570	139

**Efficacia di trasporto  
verso Rienza**



**Volume da affluenti V<sub>a</sub>**



- Opere trattenuta
- Attraversamenti critici
- Modalità di trasporto

# Stima del legname trasportabile: volume da affluenti Va

Affluente	Fattore limitante il trasporto	V <sub>A</sub> (m <sup>3</sup> )
Aderer	Sezione / Scenario	50
Kaser	Sezione / Scenario	50
Wielen	Opere trattenuta	80
Litsch	Sezione / Scenario	20
Nasen	Sezione / Scenario	0
Schartl	Opera trattenuta / tombinamento	0
Furkel	Opere trattenuta	50
Antholzer	Opere / ponti	150*
Brunst	Opere trattenuta / sezione	50
<b>Totale</b>		<b>450</b>

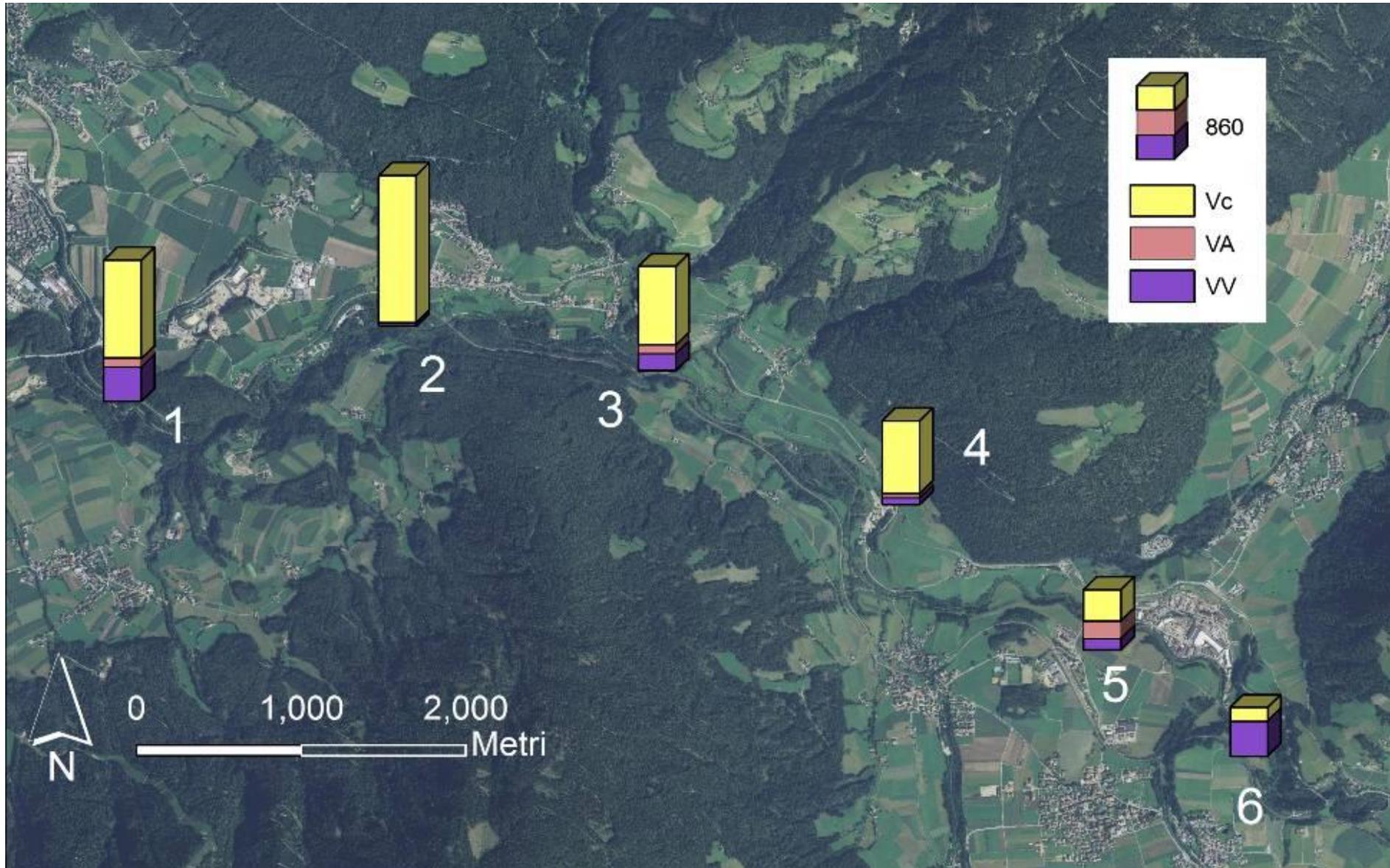
\* *si è calcolato il volume di vegetazione asportabile dal corridoio fluviale*

# Stima del legname trasportabile: volume complessivo VT

*Si è considerato il scenario più parossistico per il reclutamento dai versanti e la provvigione forestale del corridoio fluviale è stata aumentata del 15%*

<b>Tratto</b>	<b>V<sub>C</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>V</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>A</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>T</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>T</sub> cum (m<sup>3</sup>)</b>
1	1150	400	100	1650	<b>6895</b>
2	1725	40	0	1765	<b>5245</b>
3	920	205	100	1225	<b>3480</b>
4	851	80	50	981	<b>2255</b>
5	368	135	200	703	<b>1274</b>
6	161	410	0	571	<b>571</b>

# Stima del legname trasportabile: volume complessivo VT



# Scenari progettuali

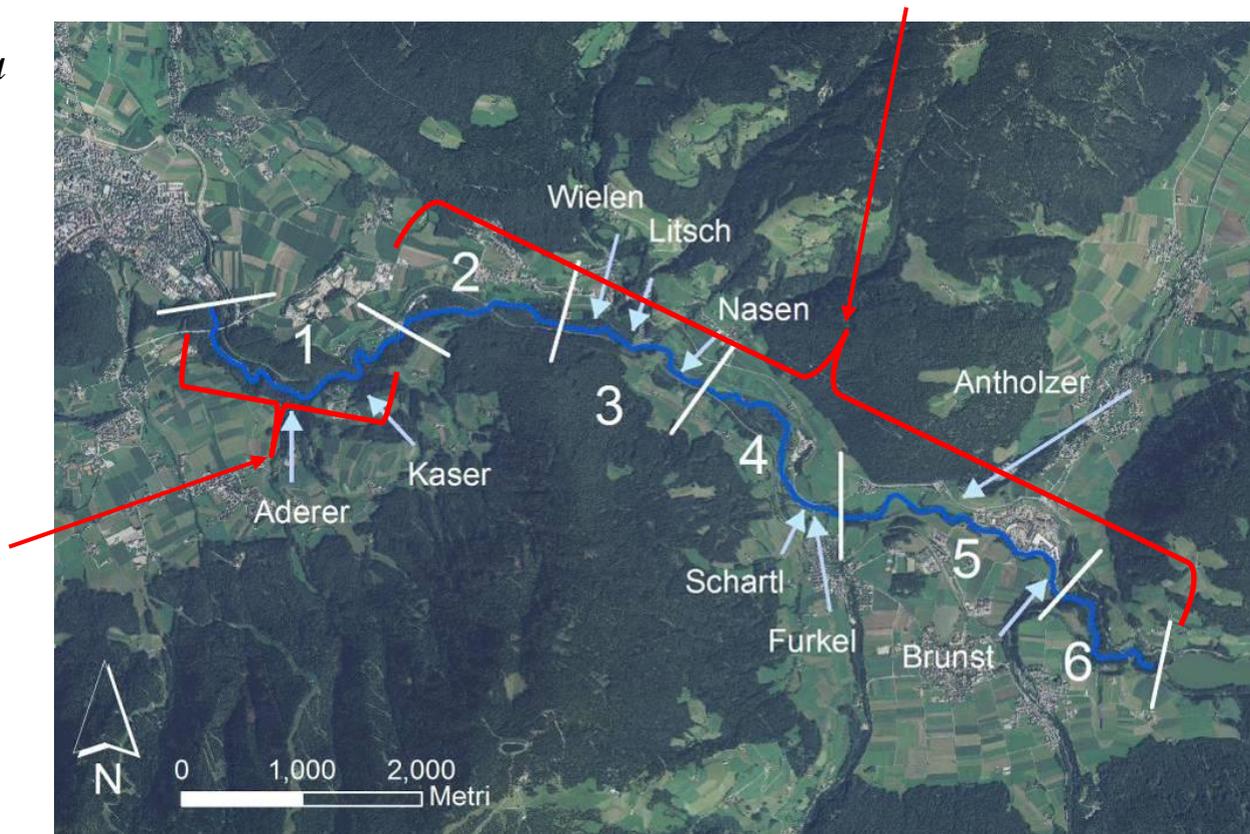
**V sedimento fino a briglia = naturale  
deposizione subito a monte**

**VT legname fino a briglia = 5200 m<sup>3</sup>**

*Con ogni probabilità  
un certo trasporto  
solido di fondo  
potrebbe attivarsi fra  
la briglia e Brunico*

**V sedimento  
tratto 1 =  
esiguo**

**VT legname  
tratto 1 =  
1700 m<sup>3</sup>**



# Criteria metodologici per progettazione opere

- 1) **Separazione delle due fasi:** trasporto legnoso e trasporto di sedimento.
- 2) Controllo dei fenomeni alluvionali in **aree meno vulnerabili**.
- 3) Adozione di opere di controllo che siano specializzate in termini di funzione.
- 4) Adozione di opere di controllo tali da garantire una parziale **ridondanza di protezione**.
- 5) Realizzazione di opere in grado di garantire la loro funzione di laminazione per un **tempo** maggiore del fenomeno di piena atteso
- 6) **Modularità** delle opere di difesa: elasticità funzionale che il progettista vuole garantire.
- 7) Gli interventi non devono interrompere la **continuità dell'idrosistema** fluviale, essere permeabili agli eventi di trasporto solido ordinario e a basso impatto paesaggistico
- 8) Verifica, mediante un modello a fondo mobile, che la presenza delle opere **non induca variazioni morfologiche indesiderate**.

# Opere proposte: obiettivi

Trattenere la quantità di 5200 m<sup>3</sup> di legname a monte della briglia della centrale dove le fasi sedimento e legno sono già favorevolmente separate (**punto 1: separazione; punto 2: bassa vulnerabilità dell'area di intervento**)

Prevedere che l'opera di trattenuta posizionata più valle, oltre a contenere il volume residuo di legname (1,700 m<sup>3</sup>), possa comunque parzialmente sopperire ad un funzionamento non pienamente soddisfacente dell'opera a monte (**punto 4: ridondanza**).

# Opere proposte: posizionamento

Sfruttare zone d'invaso naturali e facilmente accessibili



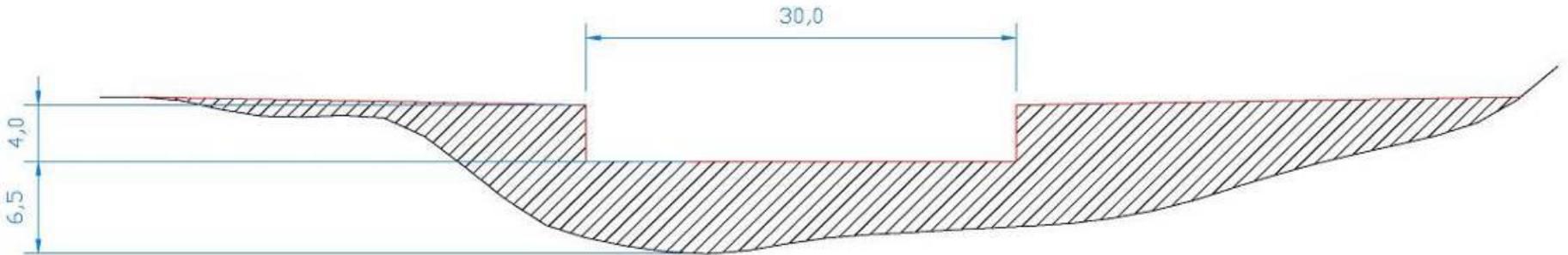
# Opere proposte

La briglia a monte sfrutta la zona in destra idrografica dove, nella simulazione con  $T_r=300$  anni, il flusso inonda la piana ed i terrazzi ed offre un bacino di deposizione molto capiente

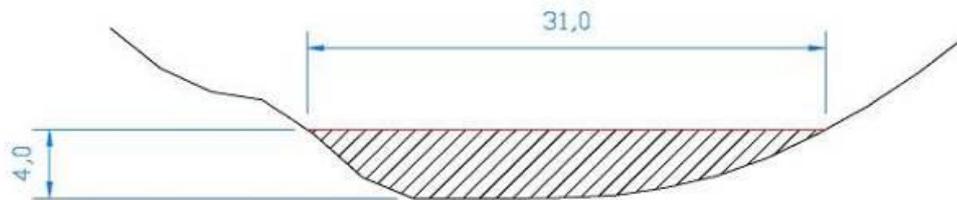
La briglia a valle sfrutta, oltre all'azione diretta del dispositivo di trattenuta, anche la diminuzione di velocità del flusso e lo sbandamento che la corrente subisce nelle curve; questo tratto beneficia anche della presenza della pista ciclabile in destra idrografica (accesso da valle) e di un'ulteriore viabilità forestale alternativa (accesso da monte)

# Opere proposte: dimensionamento

Ipotesi A bis - Opera di monte



Ipotesi A bis - Opera di valle



# Opere proposte: modellazione idraulica 2D

La modellazione con *FLO-2D* ha permesso di valutare i **profilo dei tirante** prima, sopra e dopo le opere proposte

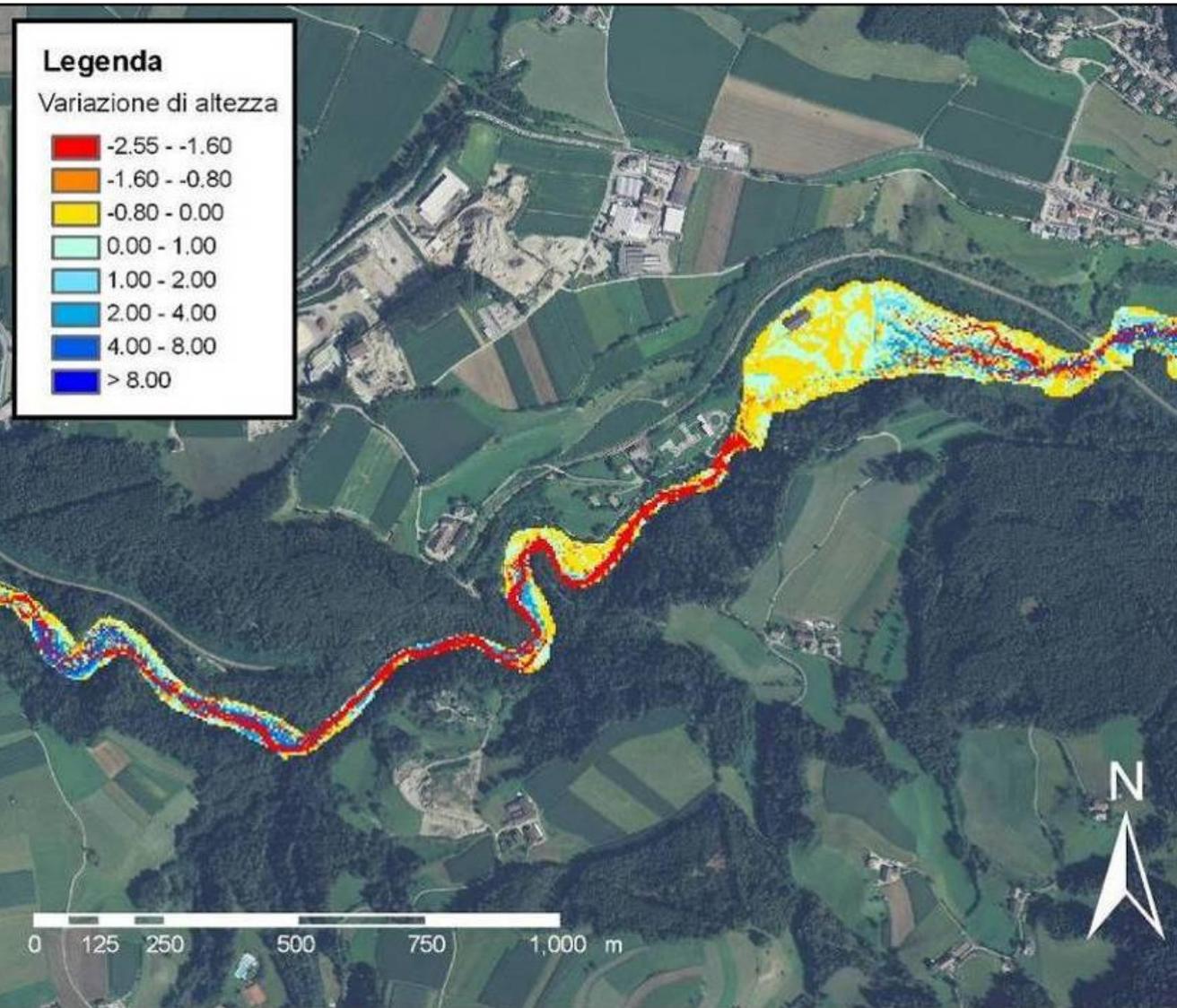


Dall'analisi dei profili e delle altezze del flusso raggiunte è stato possibile calcolare dei valori comparativi relativi **all'estensione dei tratti d'alveo** a monte delle briglie di trattenuta che possono essere interessati dal **deposito di sedimenti**.

Opera	Area deposito (m <sup>2</sup> )	Altezza media invaso (m)	Volume Invaso (m <sup>3</sup> )	Volume totale per le briglie (m <sup>3</sup> )
Monte	77,825	3.44	267,718	
Valle	19,575	3.08	60,291	328,009

# Opere proposte: simulazione a fondo mobile

*FLO-2D* fornisce le variazioni massime (**scavi** e **depositi**) di quota delle celle che sono intercorse fra il tempo zero dell'idrogramma di input ed il momento in cui si arresta la simulazione per interrogare il modello sulle **variazioni morfologiche intercorse nella floodplain.**



# Opere proposte: simulazione a fondo mobile

Le zone soggette in prevalenza ad **erosione** interessano il tratto immediatamente **a valle della prima briglia** arrivando a valori massimi intorno a **2.5 m**. La **deposizione** di sedimento si concentra invece nella parte alta della **piazza di deposito della briglia di monte**. A monte dell'**opera** di trattenuta **di valle** i depositi raggiungono altezze variabili e comprese tra i **4 m e i 4.5 m**; **si evince quindi la necessità di realizzare a valle un'opera molto filtrante per limitare questa deposizione.**

---

Istante (ore)	Sediment inflow (m <sup>3</sup> )	Sediment outflow (m <sup>3</sup> )
14.80	89,449	13,415
17.55	118,698	16,073
30.00	185,707	27,596

---

*Il volume di **sedimento** che non viene trattenuto dalle opere e che quindi attraversa l'abitato di **Brunico** è inferiore a **30,000 m<sup>3</sup>** con un apporto medio di **0.26 m<sup>3</sup>/s**.*

# Opere proposte: capacità deposizione legname

Per valutare l'estensione dei volumi legnosi nei depositi sono stati utilizzati due modelli di accumulo che descrivono due tipologie estreme

Accumulo a “**zattera**” **Z**

0,2 m spessore

50% porosità

50% larghezza inondata

Accumulo a “**tappo**” **T**

metà h gaveta m spessore

50% porosità

85% larghezza inondata

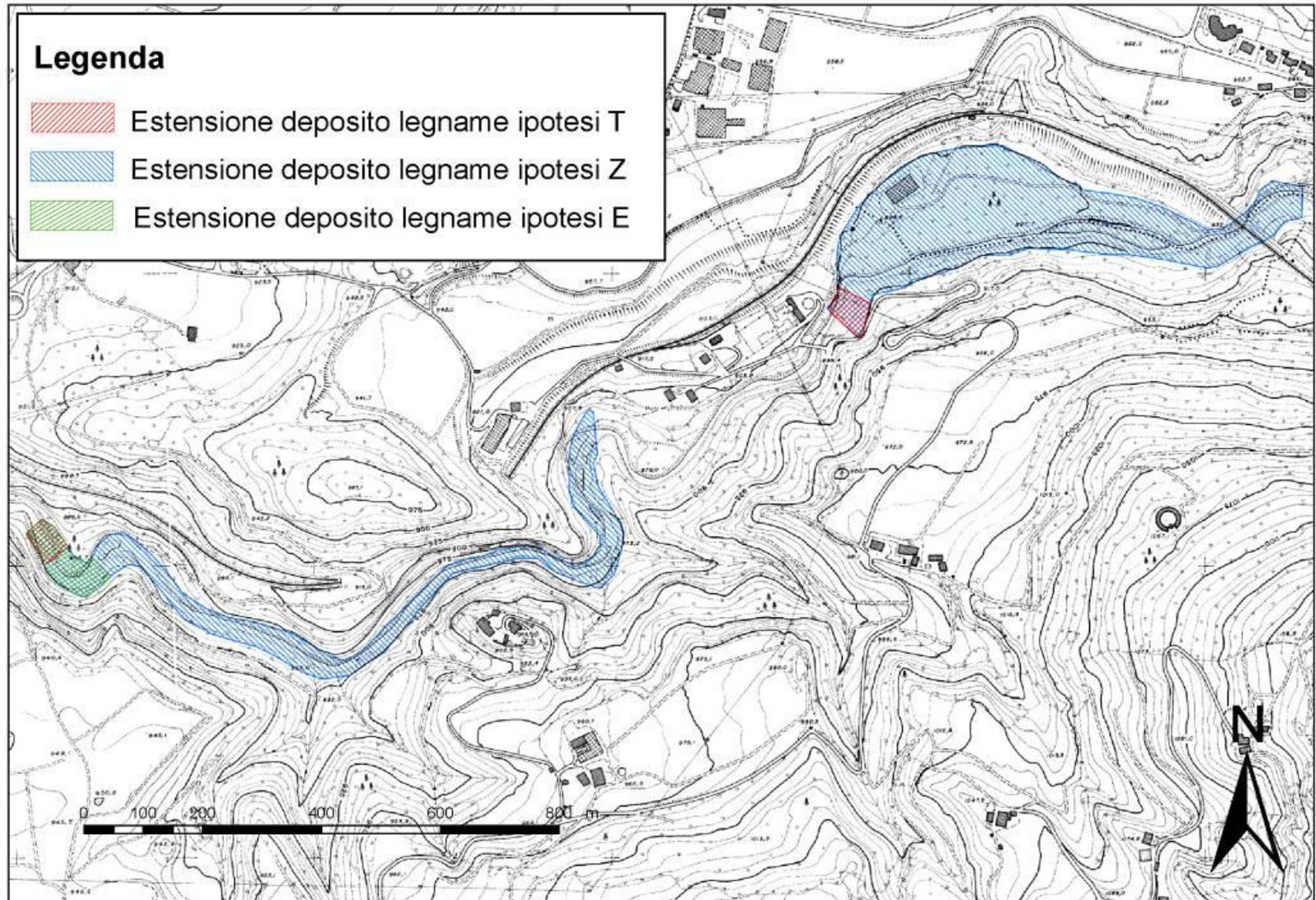
**opera di monte = 5245 m<sup>3</sup>**    **opera di valle = 2500 m<sup>3</sup>** (cautelativo)

tutto il materiale nella briglia a valle

**Ipotesi Estrema**

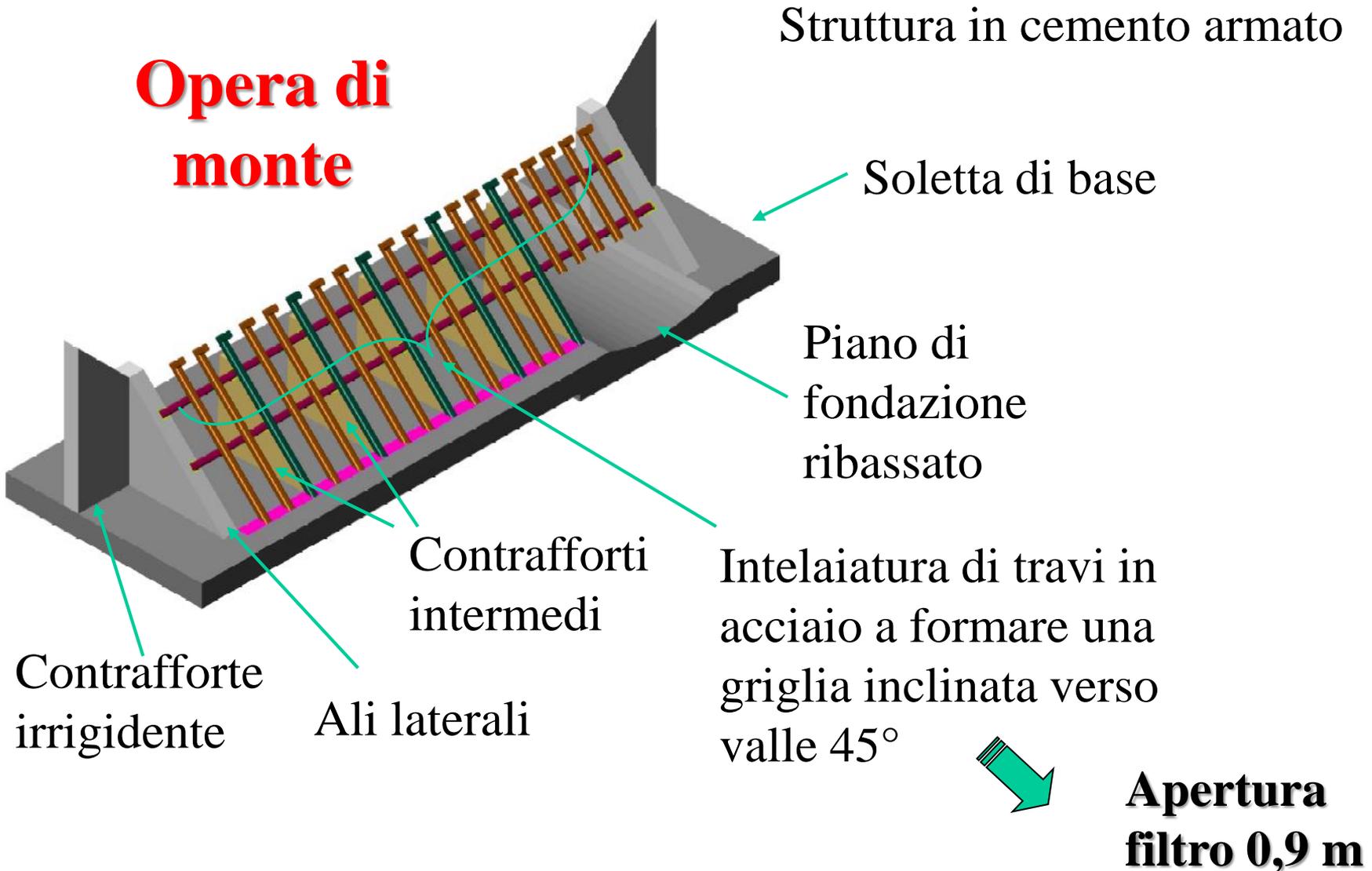
		Ipotesi Z	Ipotesi T	Ipotesi E
	Area deposito (m <sup>2</sup> )	104,900	3,273	-
<b>Briglia di monte</b>	Lunghezza deposito (m)	880	50	-
	Area deposito (m <sup>3</sup> )	50,000	2,941	8,112
<b>Briglia di valle</b>	Lunghezza deposito (m)	1,400	65	200

# Opere proposte: capacità deposizione legname



# Opere proposte: dimensionamento

## Opera di monte



# Opere proposte: dimensionamento

## briglia a pettine a file multiple ad orientazione variabile

## Opera di valle

file di pettini di  
altezza crescente  
verso monte

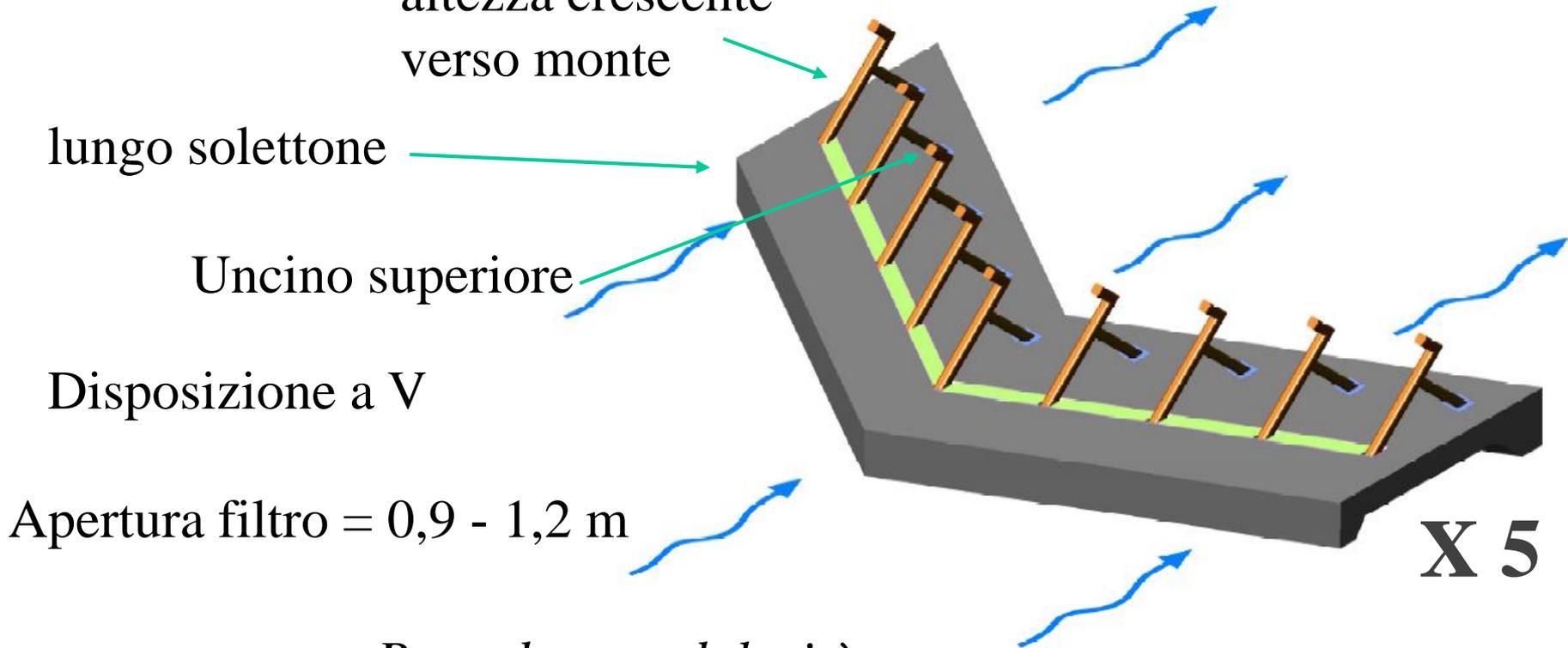
lungo solettone

Uncino superiore

Disposizione a V

Apertura filtro = 0,9 - 1,2 m

*Prevedere modularità*







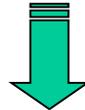
Nella fase del progetto definitivo si è optato per una  
**briglia a funi** a valle

# Valutazione di massima degli impatti ambientali

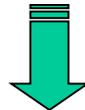
## Studio di Impatto Ambientale



confronto tra la **situazione senza interventi** e la previsione degli **effetti** delle **opere** proposte (*Lenzi e Paterno, 1997*).



**matrici** che raccolgono una serie di **domande** riguardanti le **componenti ambientali** potenzialmente esposte agli effetti



**indici di intensità d'impatto**



presenza o meno dell'opera nei confronti di ogni singola domanda

COMPONENTI AMBIENTALI		PRINCIPALI ASPETTI COINVOLTI O PROCESSI INnescati
<b>Litosistema</b>	Morfologia	Occupazione di aree per cantiere, piste, depositi temporanei etc.
	Dissesti	Labilità temporanea legata agli scavi di fondazione e deviazione d'acqua
<b>Idrosistema</b>	Interazione versante-falda-corsò d'acqua	Movimenti terra in fase di costruzione, rottura dello strato impermeabile etc.
<b>Idrobiosistema</b>	Ecosistema bentonico	Alterazioni legate alla fase di costruzione
	Ecosistema ripariale	Taglio alla vegetazione
	Qualità dell'acqua	Intorbidimento per la presenza di mezzi in alveo. Modifica delle comunità biotiche (autodepurazione)
	Ittiofauna	Impoverimenti legati alla derivazione dell'acqua e agli intorbidimenti
	Pesca	Ripercussione degli effetti negativi sull'ittiofauna
<b>Biosistema</b>	Copertura erbacea, arbustiva ed arborea	Asportazione e danni nella fase di costruzione
	Fauna terricola e avicola	Disturbi e danni nella fase di costruzione
	Aree naturalisticamente interessanti e/o protette	Disturbi e danni nella fase di costruzione
<b>Sistema atmosferico</b>	Emissioni e particolati, rumore	Macchine operatrici in funzione durante la fase di costruzione
<b>Sistema infrastrutturale</b>	Accesso al cantiere Viabilità secondaria	Costruzione di strade, impianto teleferiche etc. Effetti del traffico di cantiere sulla viabilità esistente
<b>Paesaggio e ricreazione</b>	Effetti locali sul paesaggio Fruizione ricreativa	Introduzione elementi di disturbo Effetti negativi della presenza del cantiere
<b>Sistema economico e produttivo</b>	Costi e attività economiche connesse	Posti di lavoro, noleggi, acquisti
<b>Sistema culturale</b>	Popolazione locale	Accettazione delle opere, memoria storica
	Popolazione fluttuante	Accettazione delle opere

## COMPONENTI AMBIENTALI

PRINCIPALI ASPETTI COINVOLTI O  
PROCESSI INNESECATI

<b>Litosistema</b>	Morfologia	Presenza dei manufatti e modifica della pendenza del corso d'acqua
	Stabilità del corso d'acqua e dei versanti	Stabilizzazione del corso d'acqua e dei versanti
	Dissesti	Ulteriore aggravamento dei dissesti già in atto
<b>Idrosistema</b>	Interazione versante-falda-corso d'acqua	Alterazione dei deflussi superficiali e infiltrazione per effetto della variazione di pendenza e rimodellamento dell'alveo. Effetto sull'alveo di magra.
	Rete idrografica a valle	Modifica delle portate solide e liquide
<b>Idrobiosistema</b>	Ecosistema bentonico	Nuovo assetto del corso d'acqua dopo la sistemazione
	Ecosistema ripariale	Nuovo assetto del corso d'acqua dopo la sistemazione
	Qualità dell'acqua	Effetti legati alla modifica del letto di magra e al potere di autodepurazione
	Ittiofauna	Creazione di barriere che impediscono le migrazioni. Impoverimento e semplificazione dell'ambiente. Modifica alveo di magra
	Pesca	Ripercussione degli effetti negativi sull'ittiofauna
<b>Biosistema</b>	Copertura erbacea, arbustiva ed arborea	Nuovo assetto del corso d'acqua dopo la sistemazione
	Fauna terricola e avicola	Nuovo assetto del corso d'acqua dopo la sistemazione
	Aree naturalisticamente interessanti e/o protette	Disturbi e danni difficilmente reversibili nella fase di costruzione

# Valutazione di massima degli impatti ambientali

## Esempio impatti temporanei

Componenti ambientali	Principali aspetti coinvolti o processi innescati	Opera di valle		Opera di monte	
		N	I	N	I
<b>Litosistema</b>					
1	Morfologia corridoio fluviale	0	-2	0	-2
2	Morfologia alveo attivo	0	-2	0	-1
3	Morfologia versanti	0	0	0	-1
<b>Idrosistema</b>					
4	Caratteristiche idrauliche corrente	0	-2	0	-2
5	Interazione versante-falda-corso d'acqua	0	-2	0	-2
<b>Idiosistema</b>					
6	Ècosistema bentonico	0	-3	0	-3
7	Ècosistema ripariale	0	-3	0	-3
8	Qualità dell'acqua	0	-2	0	-2
9	Ittiofauna	0	-2	-1	-2
<b>Biosistema</b>					
10	Copertura vegetazionale non riparia	0	-1	0	-2
11	Fauna terricola ed avicola	0	-1	-1	-2
<b>Sistema atmosferico</b>					
12	Èmissioni e particolati	0	-2	0	-2
13	Rumori	0	-2	0	-2
<b>Sistema infrastrutturale</b>					
14	Manufatti	0	-1	0	-2
15	Viabilità secondaria	0	-1	0	-1

# Valutazione di massima degli impatti ambientali

**impatti temporanei** **indice complessivo molto negativo**

effetti sull'ecosistema fluviale, sul paesaggio e sulle attività ricreative: *disturbo fisico all'alveo, transito di mezzi di cantiere, introduzione di elementi di disturbo temporanei come la visibilità del cantiere e l'inquinamento sia acustico che atmosferico.*

**impatti permanenti nettamente a favore della costruzione delle opere**

Intercettazione del materiale legnoso trasportato in concomitanza di eventi di piena.

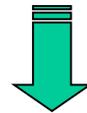
*Ipotesi di non intervento = impatto insostenibile legato al rischio derivante dall'accumulo di materiale legnoso presso i ponti di Brunico con conseguente ostruzione delle luci ed esondazione*

# Valutazione di massima degli impatti ambientali

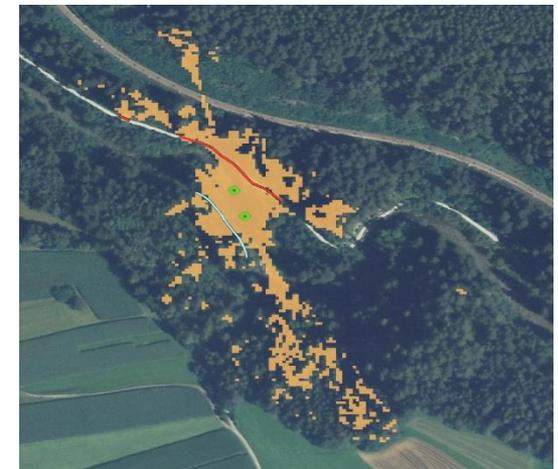
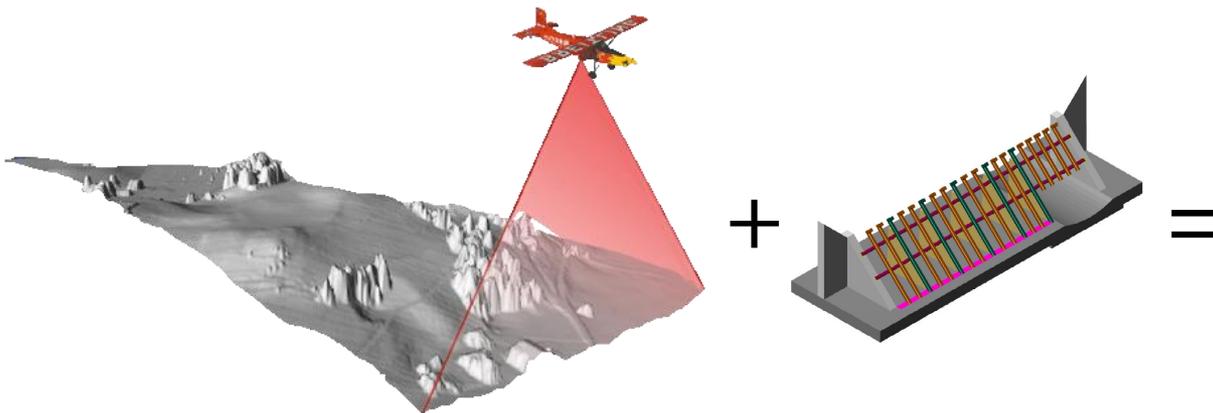
## Carta dell'intervisibilità

Valutazione delle porzioni di territorio da cui è visibile l'opera

Metodologia semi-automatica attraverso strumenti di *surface analysis* implementati in arc-gis



DTM o DSM + localizzazione opere = Raster intervisibilità



## LEGENDA

● localizzazione opere

Visibilità da DSM

■ Superficie

— Pista ciclabile

— Sentiero natura



0 50 100 m

