



**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 4

**4.2 - 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

≈

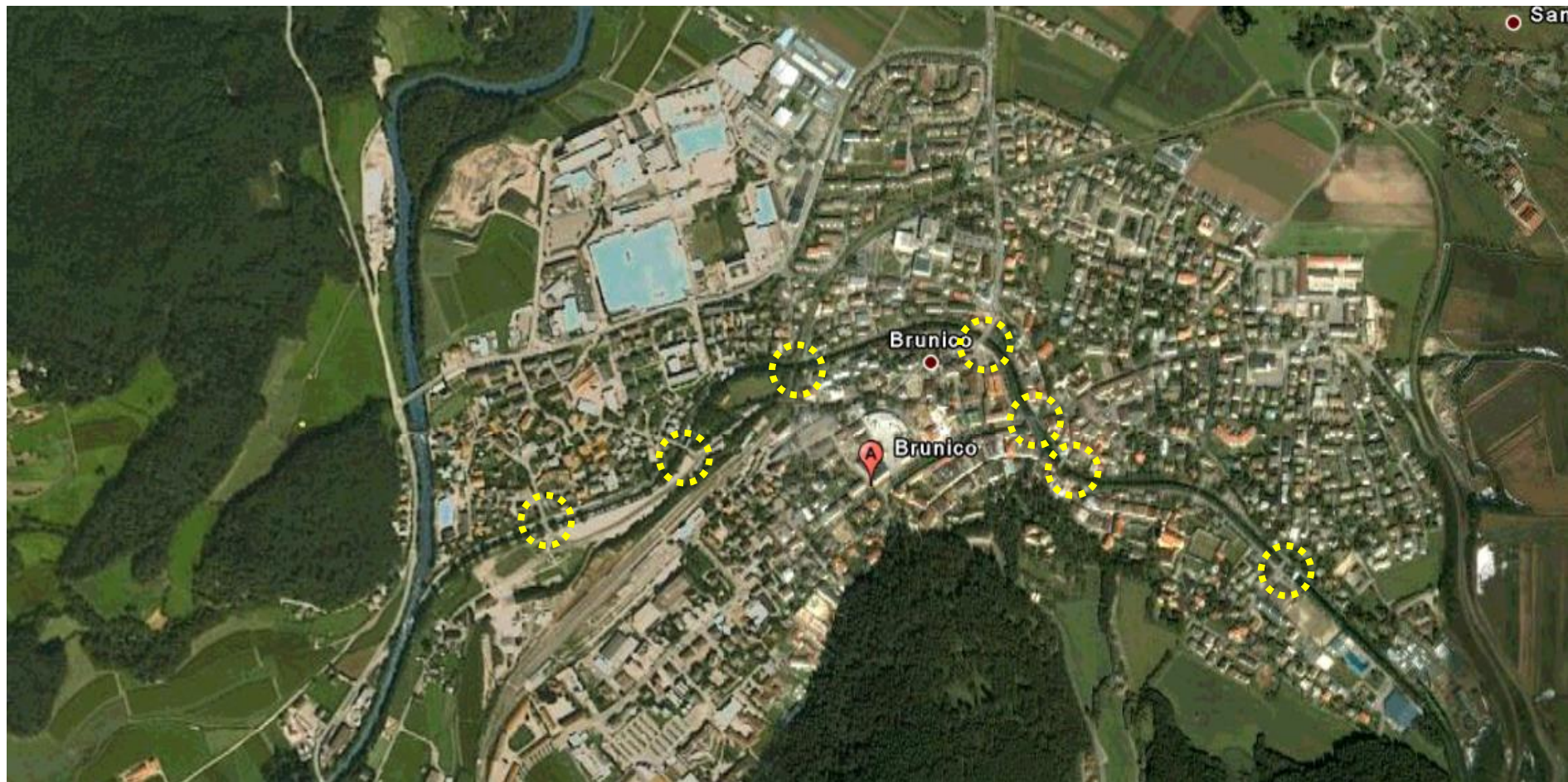
16 milioni €

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



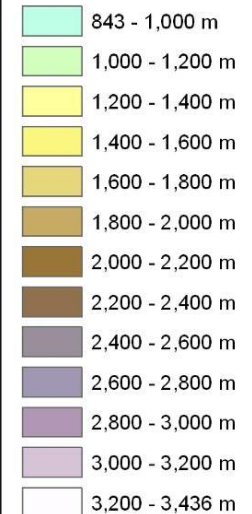
LIBERA UNIVERSITA' DI BOLZANO
Facoltà di Scienze e Tecnologie

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

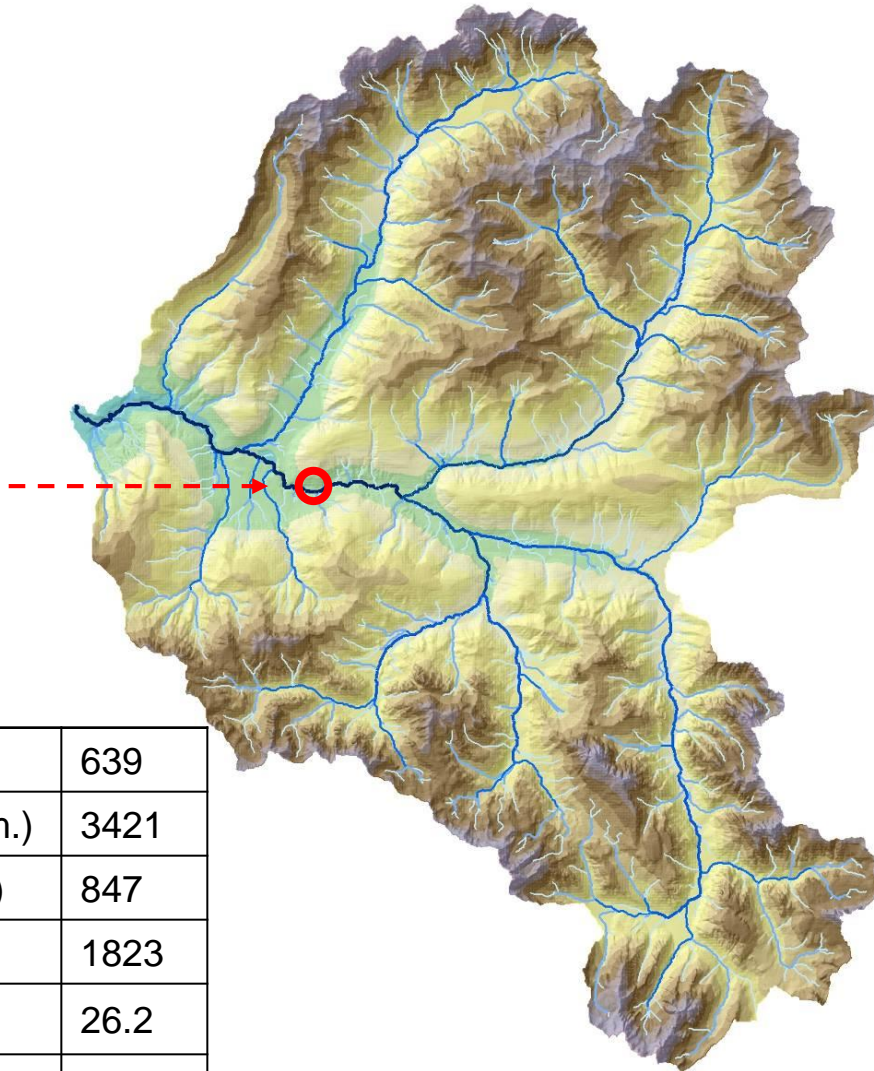


LEGENDA

Quota (m s.l.m.)



Diga di
Monguelfo



Area (Km ²)	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



0 2.5 5 Km

Definizione del sistema: il bacino del Rienza

Diga di Monguelfo

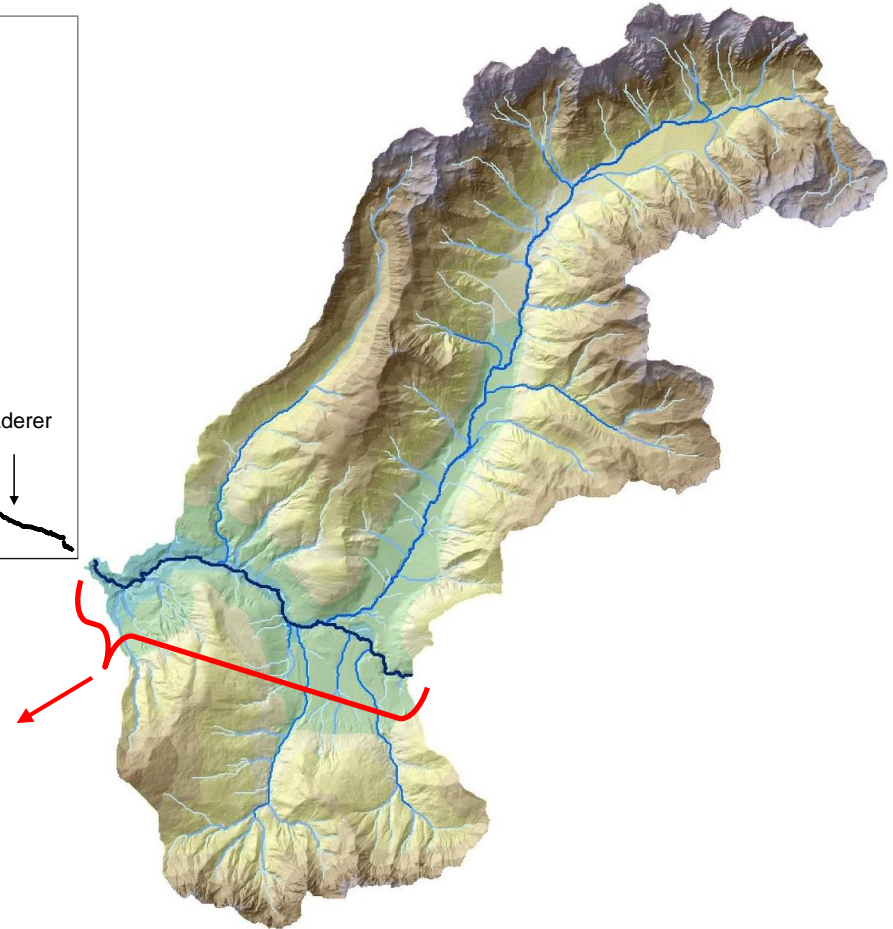
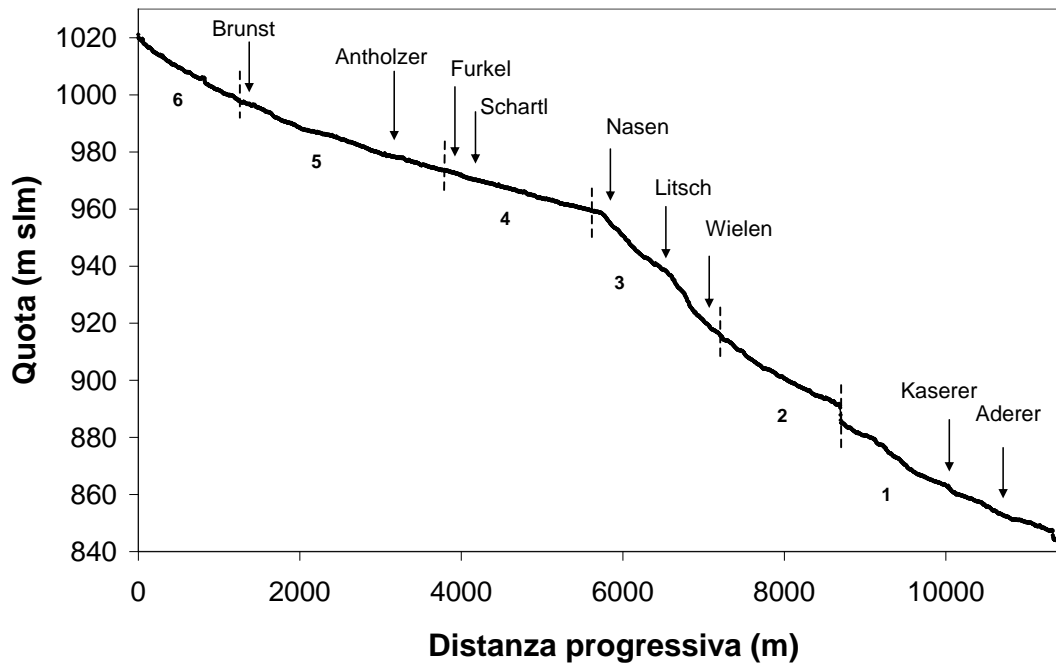
*4,8 milioni m³
deriva 22 m³ s⁻¹*

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 ₃₀₀
	(km ²)	(%)	(Km)	(%)	(%)	(N km ⁻¹)		(m ³ s ⁻¹)
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



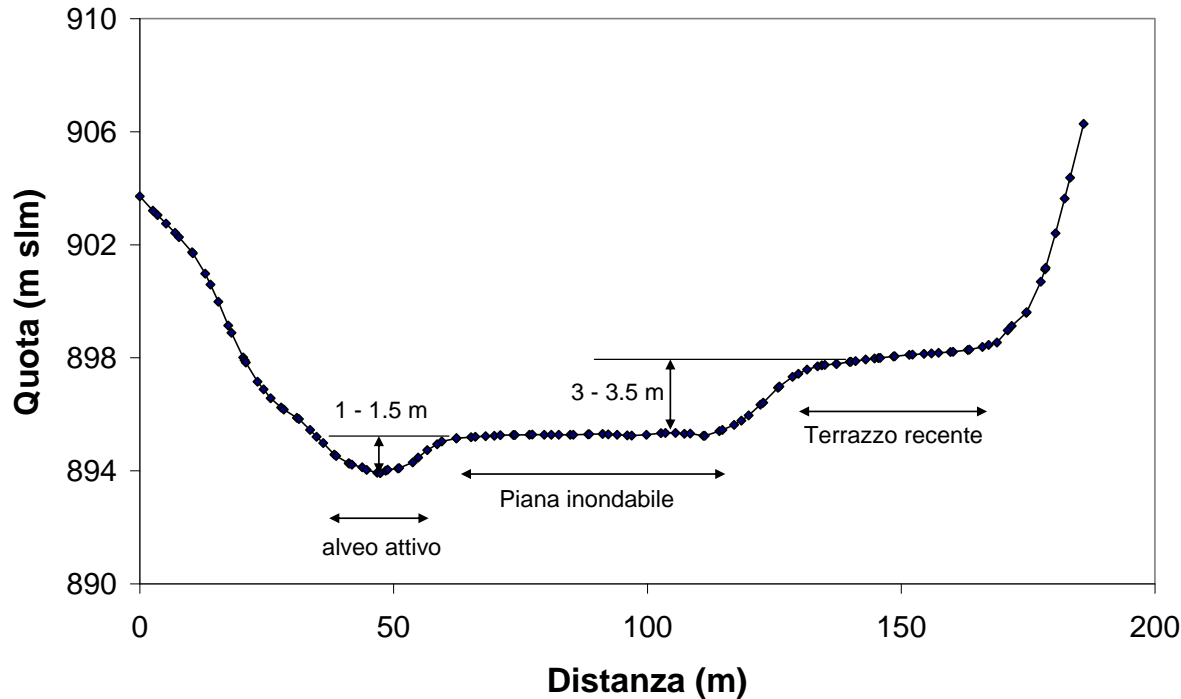
Interruzione flusso sedimenti



Restringimento ed abbassamento dell'alveo



Aumento copertura forestale nel corridoio fluviale



Definizione del sistema: evoluzione recente corridoio fluviale

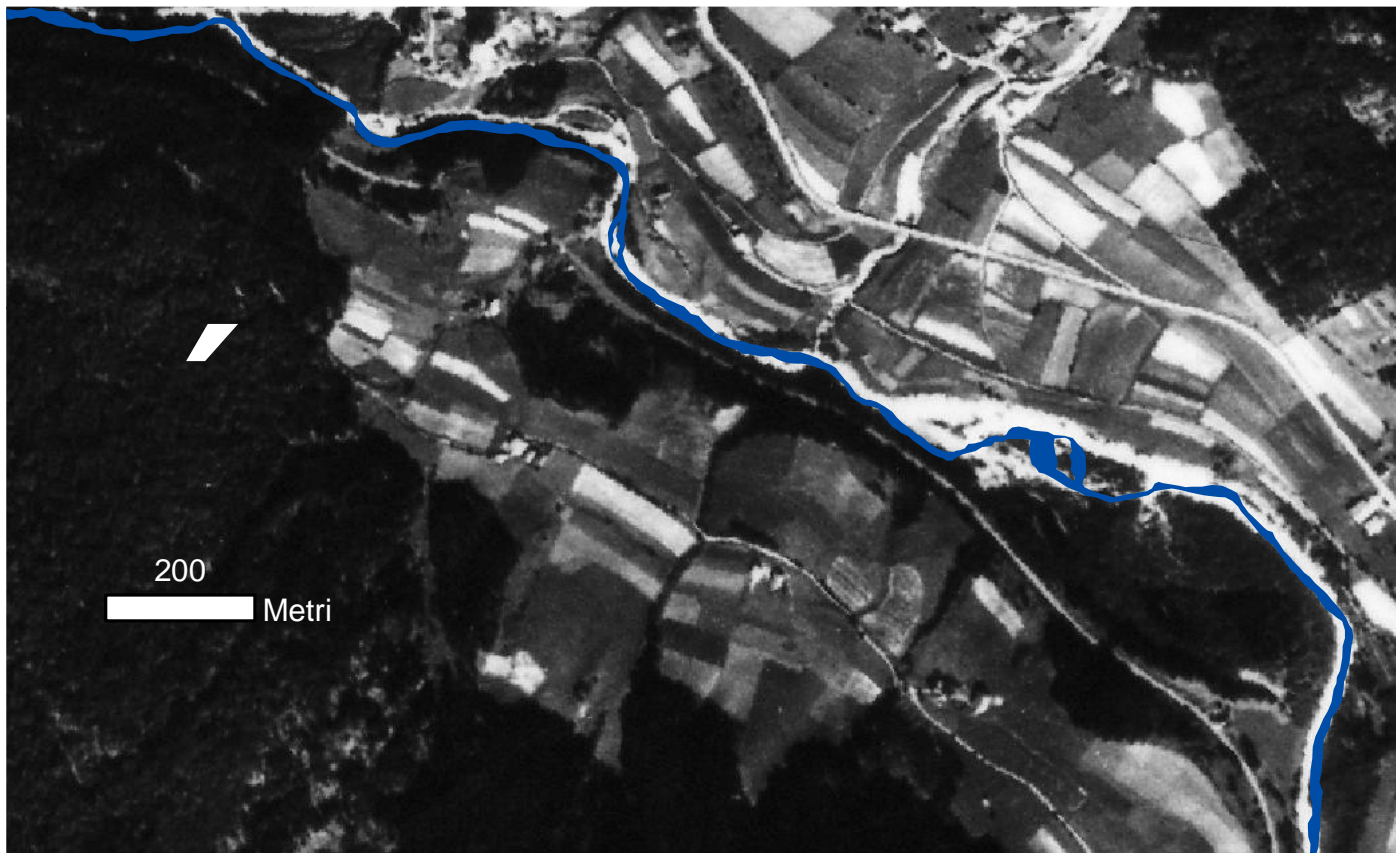


Foto aerea volo GAI 1954 del tratto del Rienza compreso tra la cava di ghiaia (angolo in basso a destra) e confluenza con Litschbach (angolo in alto a sinistra). E' evidente come l'alveo attivo di allora (area bianca) fosse notevolmente più largo dell'attuale (striscia blu scuro).

Modellazione idraulica

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

Serve a definire:

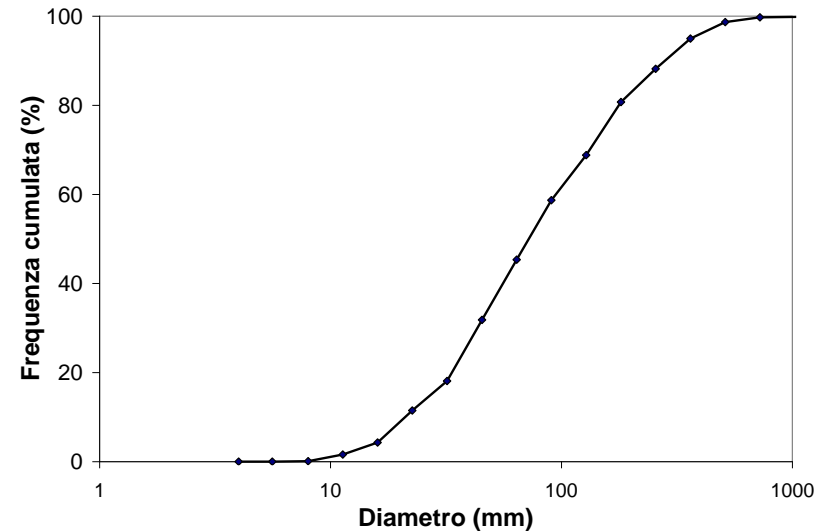
*1116 ciottoli misurati
metodo integrato a
reticolo su 8 aree (sui
140 punti per area)*

**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 ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)
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)

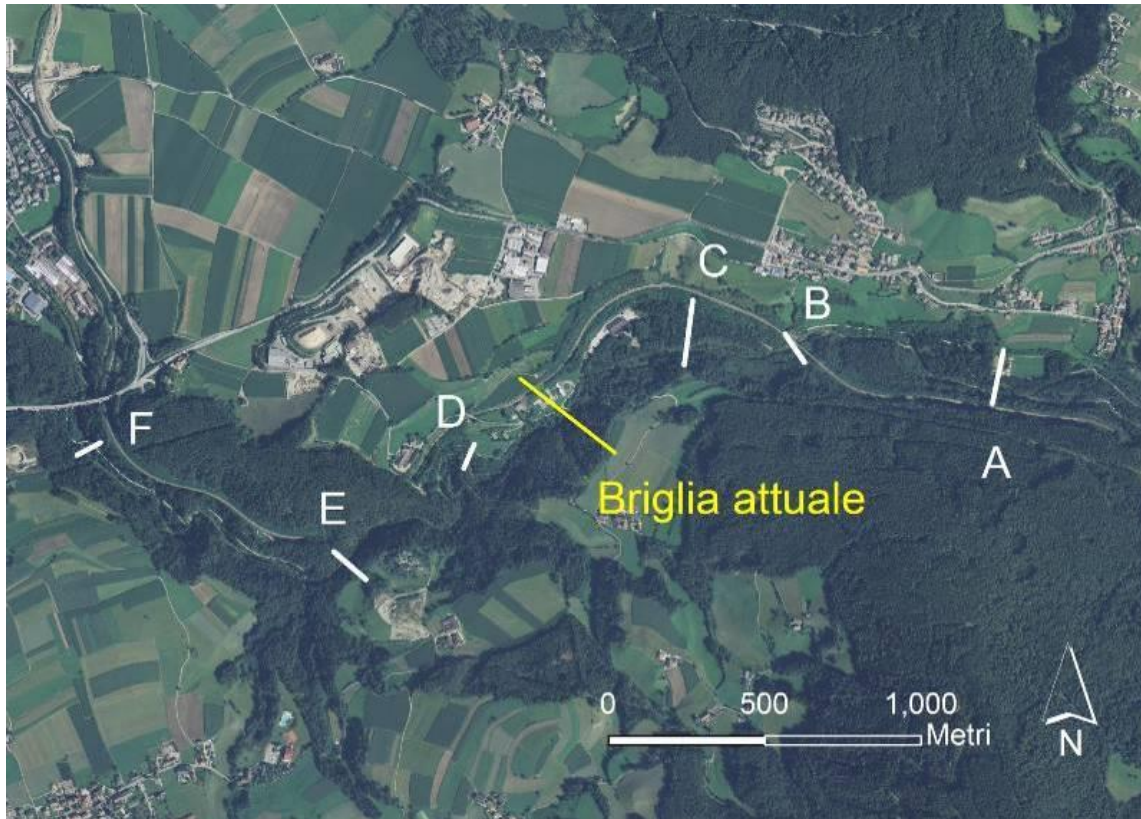


intervalli temporali discreti di 5 ore dell'idrogramma di progetto

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 ³)
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

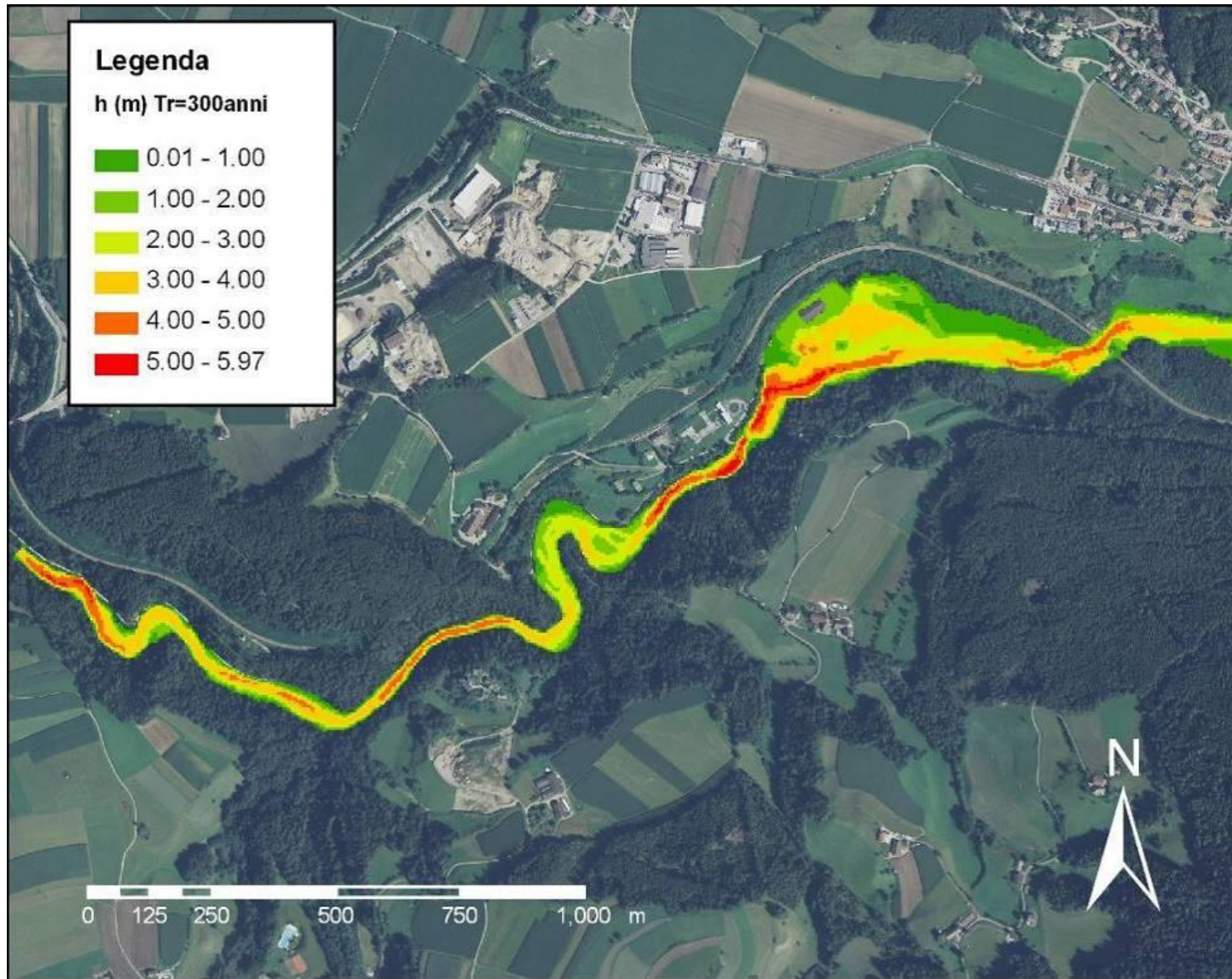
innalzamento del livello dell'alveo

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

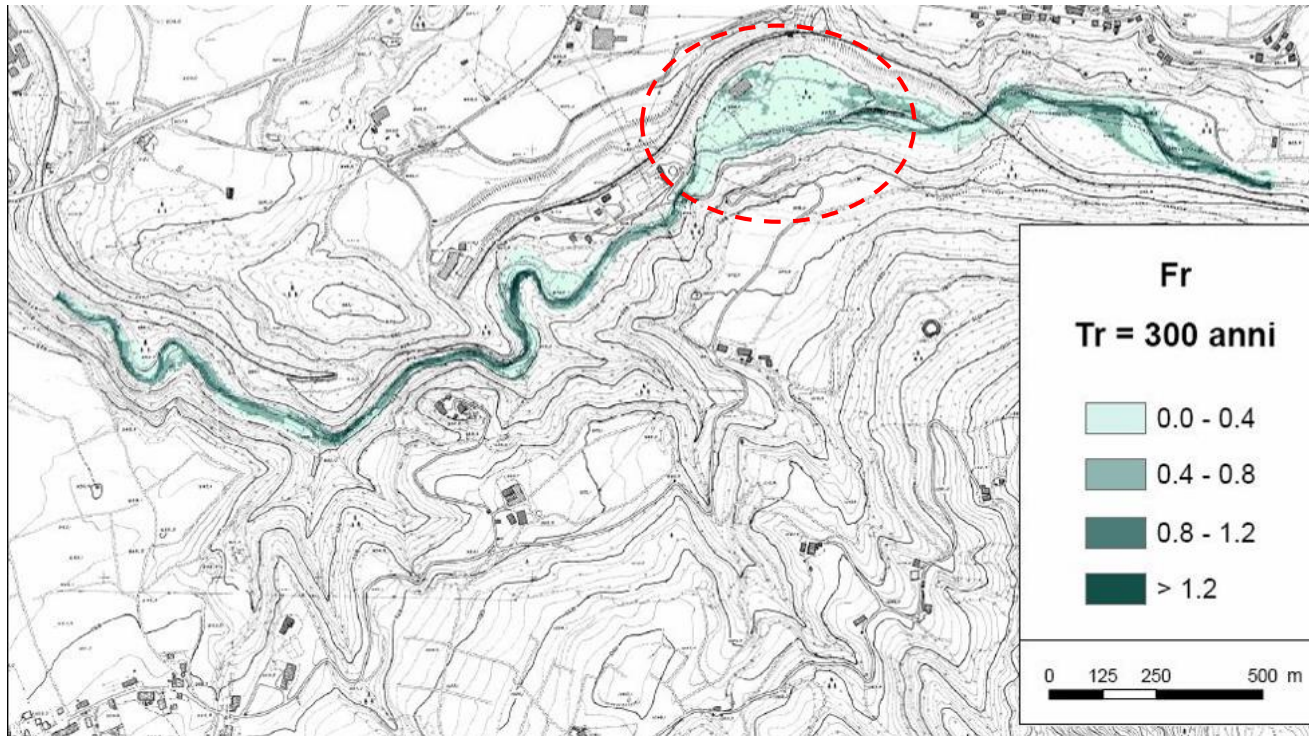
Ampia zona allagata compresa fra l'attraversamento ferroviario e la centrale idroelettrica con

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

+

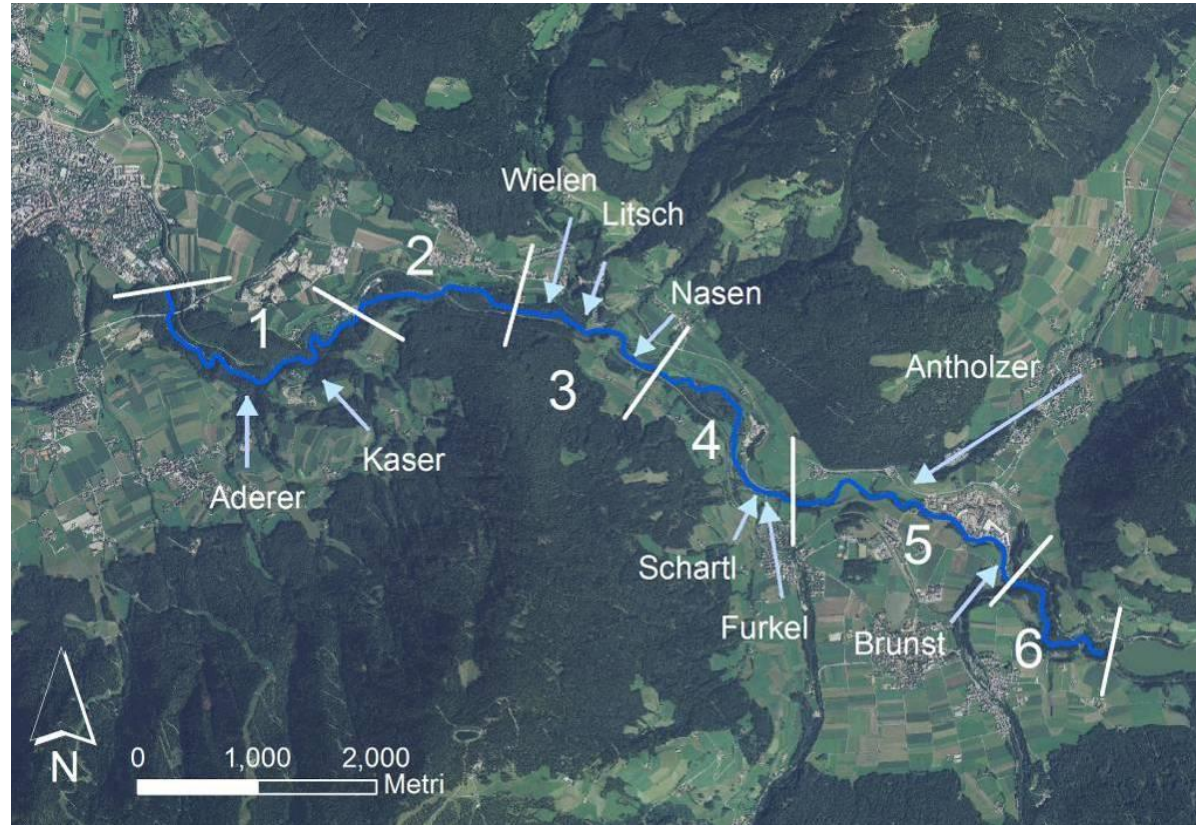
VV versanti adiacenti

Frane superficiali

+

VA affluenti

Trasporto fluitazione



Ipotesi: trasporto lungo asta principale pari al 100%

Σ 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

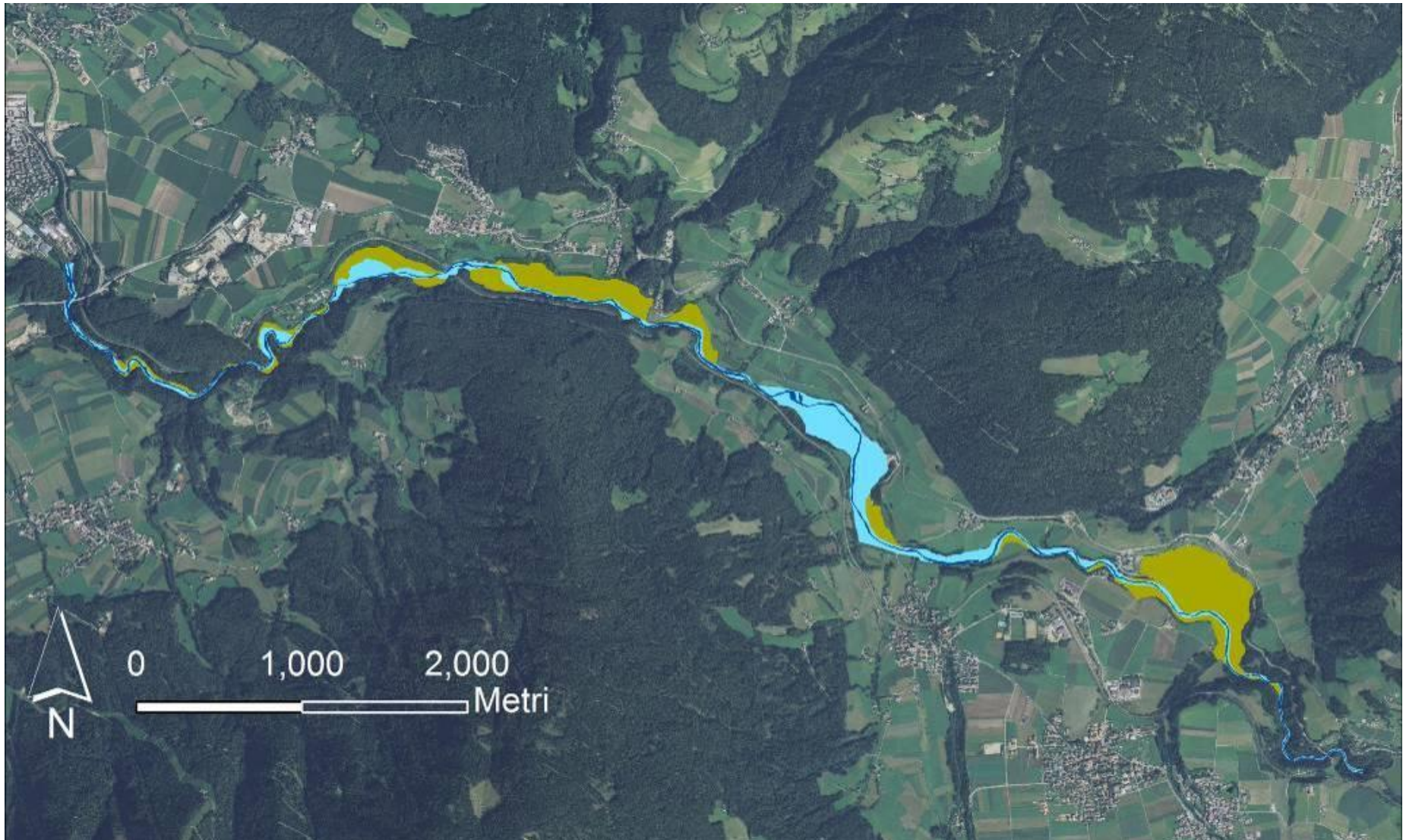
Aree con sedimenti incoerenti soggette a rimaneggiamento

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

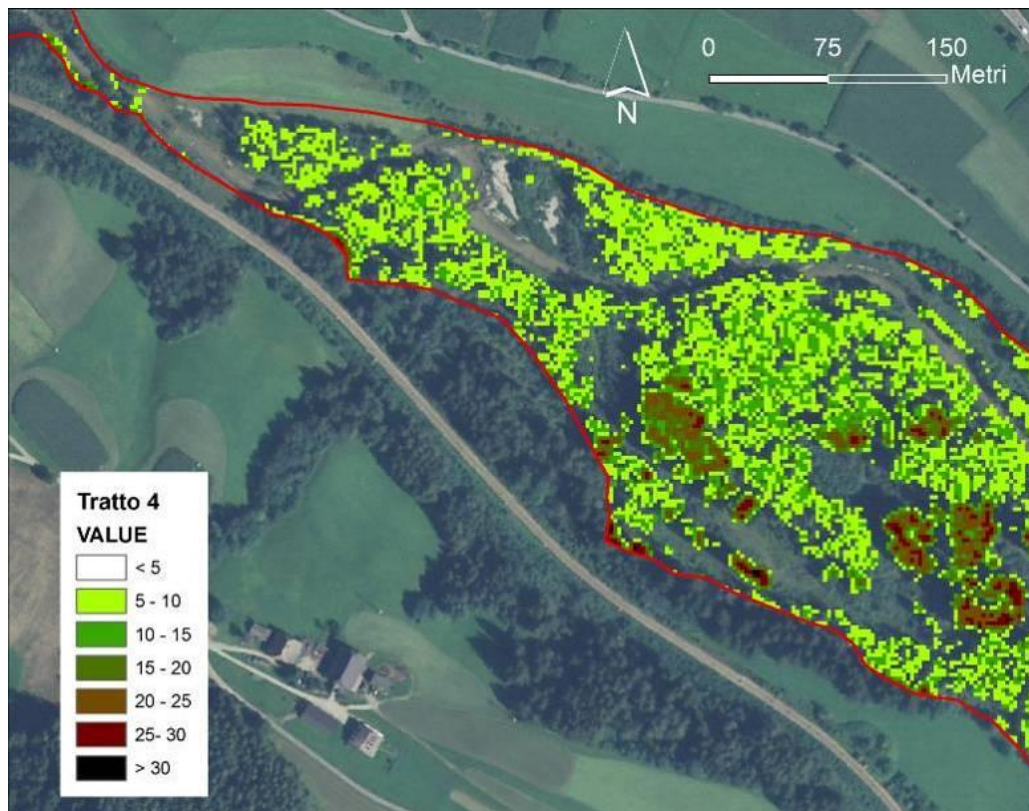
Raster H (DSM-DTM) vegetazione corridoio fluviale



Aree di saggio



Volume potenziale VC



Tratto	Lungh (km)	Corridoio boscato (ha)	Volume pot. V_c (m ³)	Volume pot./lungh (m ³ km ⁻¹)
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
Tot		34.7	4500	

Aumentato per crescita popolazione

5200 m³

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

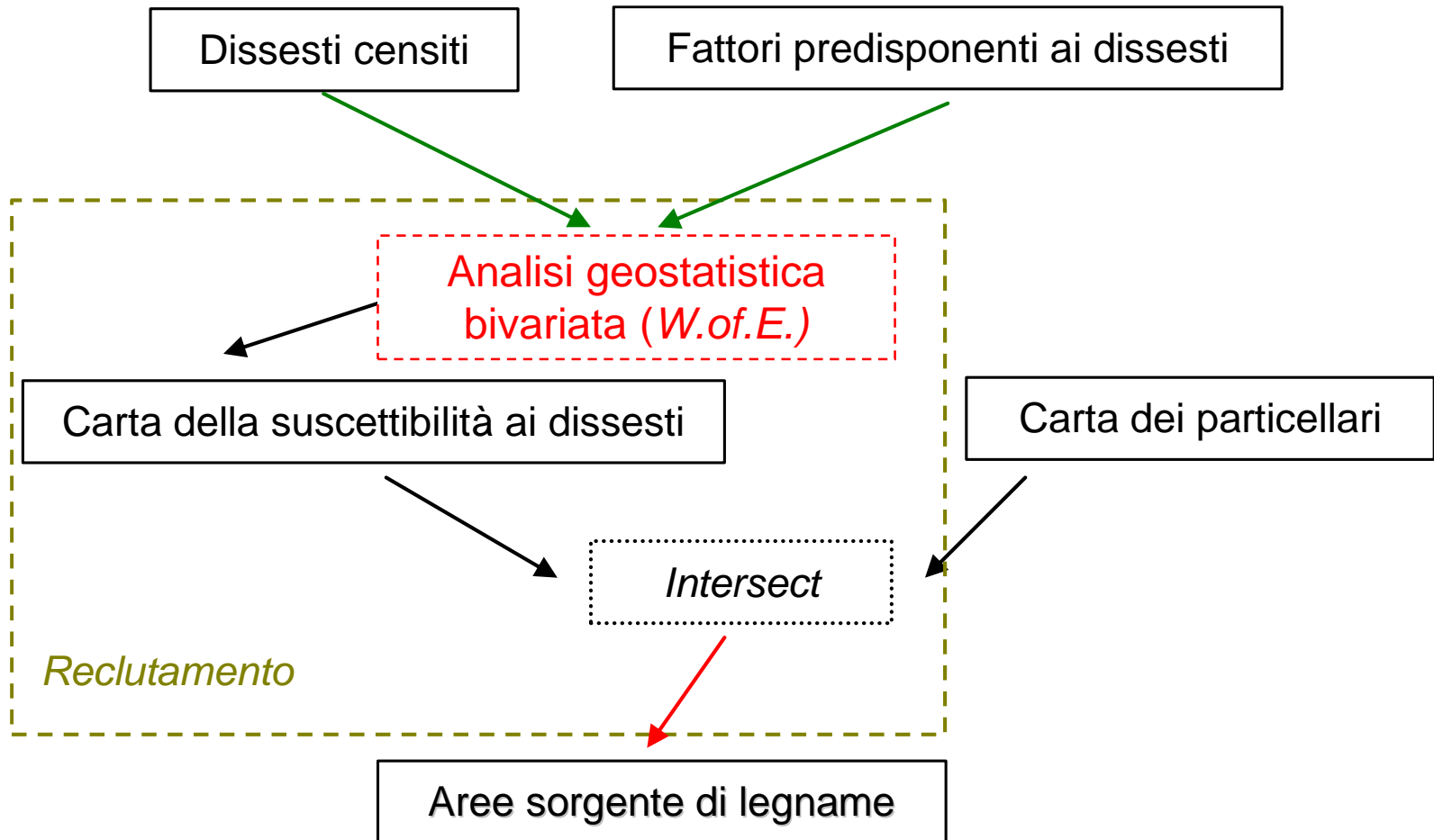
determinare la **quantità potenziale**
di materiale legnoso
che può pervenire in alveo

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

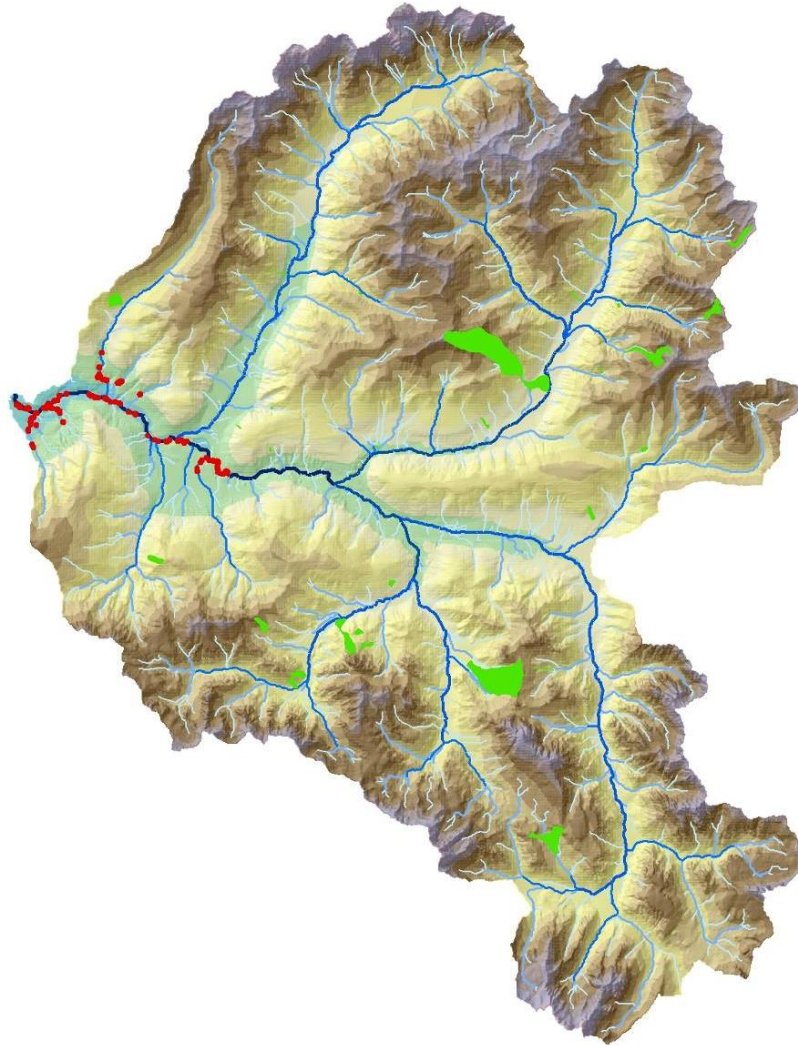
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali



LEGENDA

Frane censite

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



0 2.5 5 Km

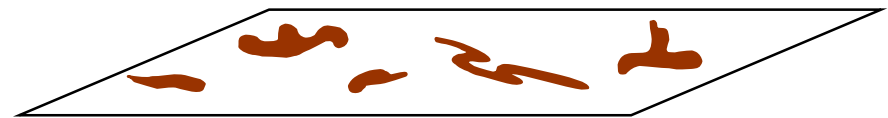
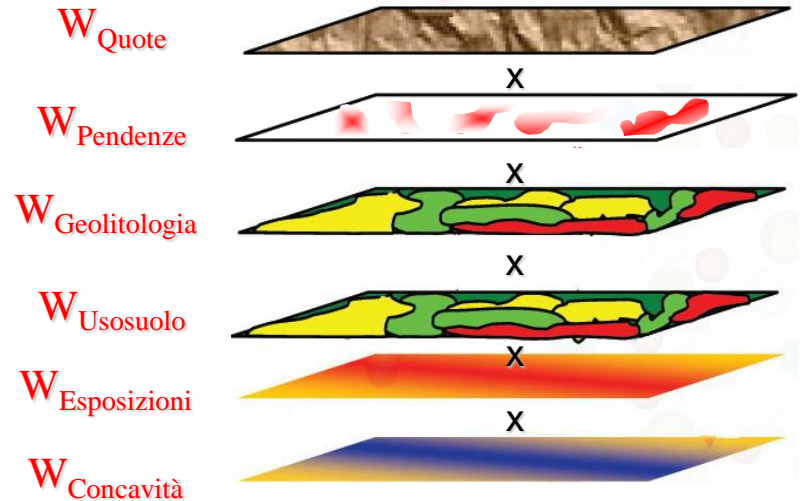
Stima del legname trasportabile: VV

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



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

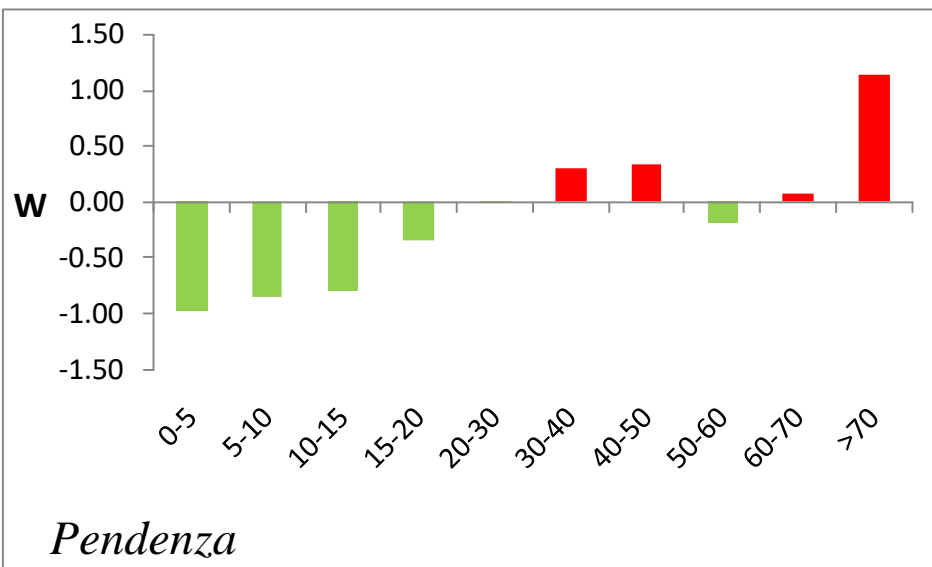
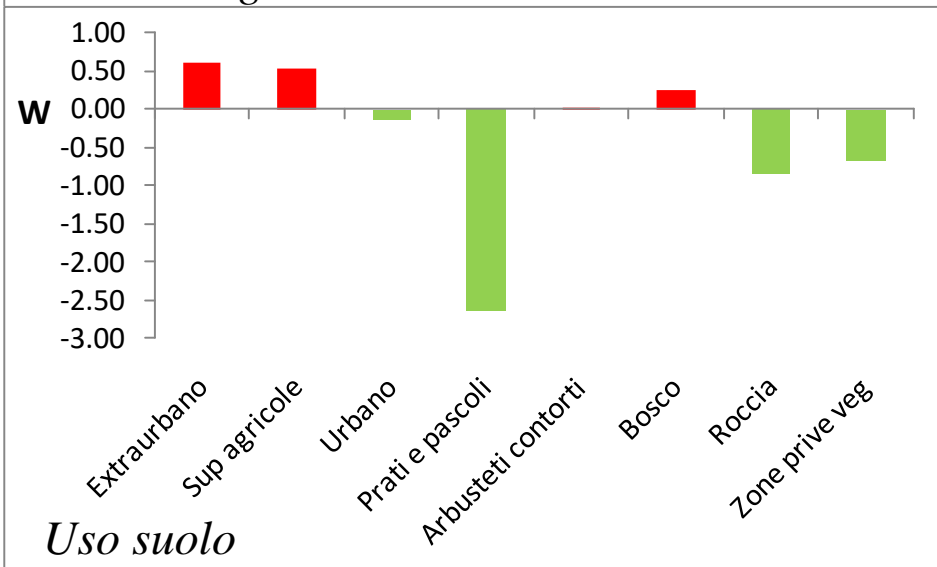
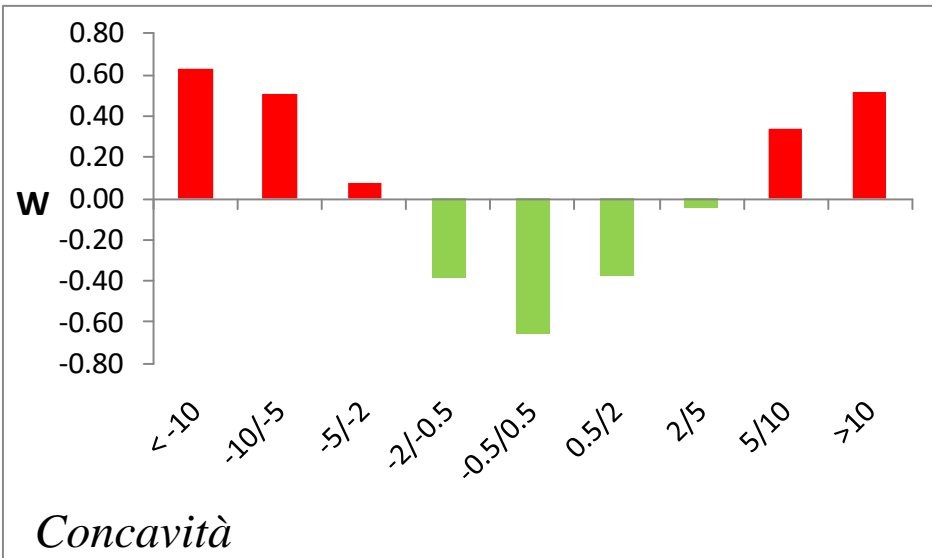
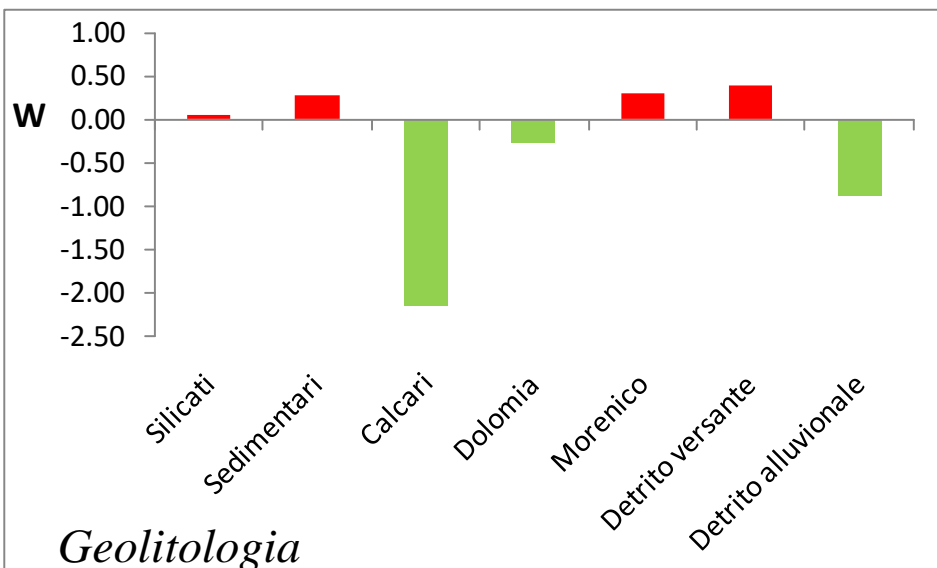
Fattori “pesati”



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



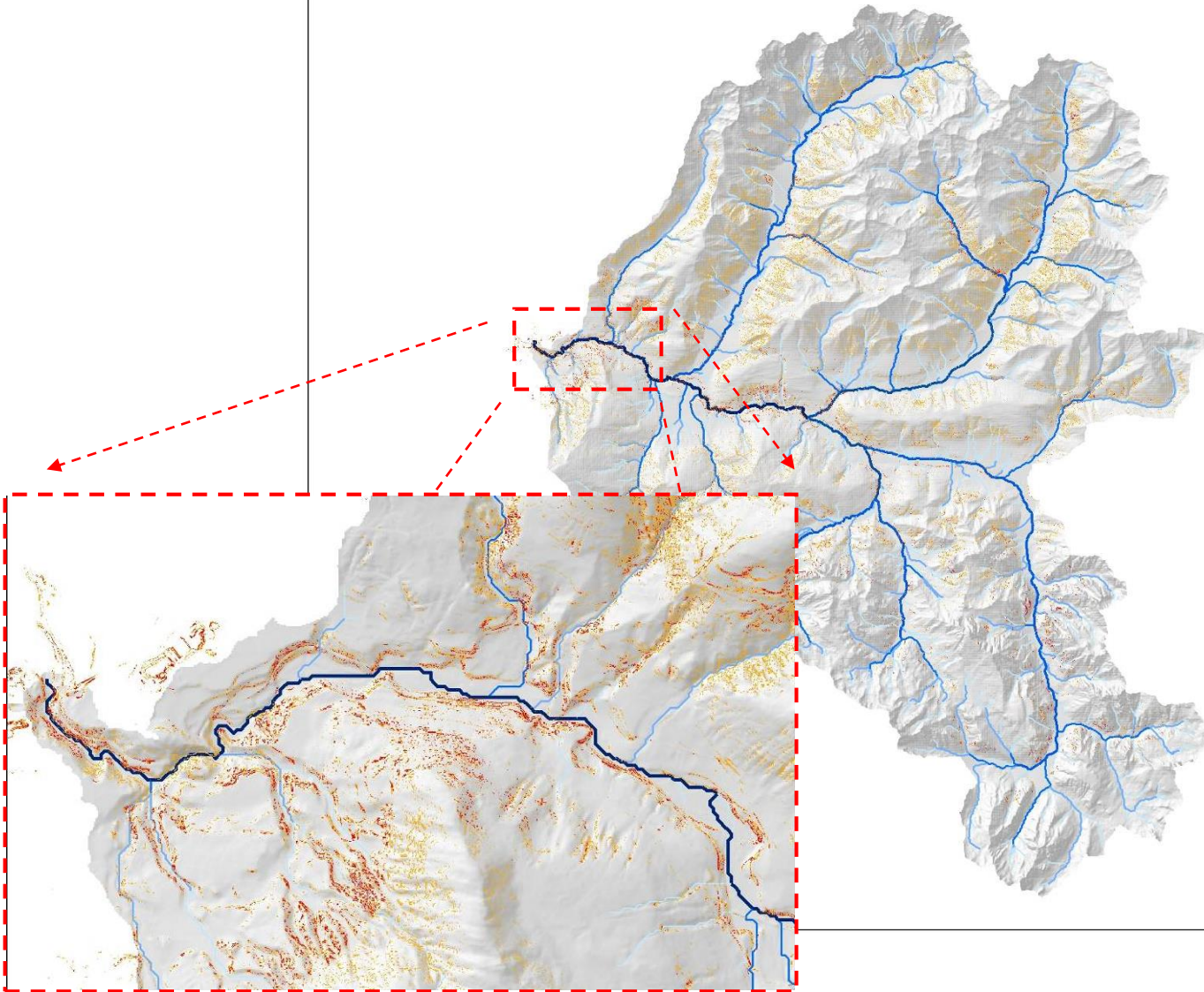

LEGENDA

**Suscettibilità
ai dissesti**

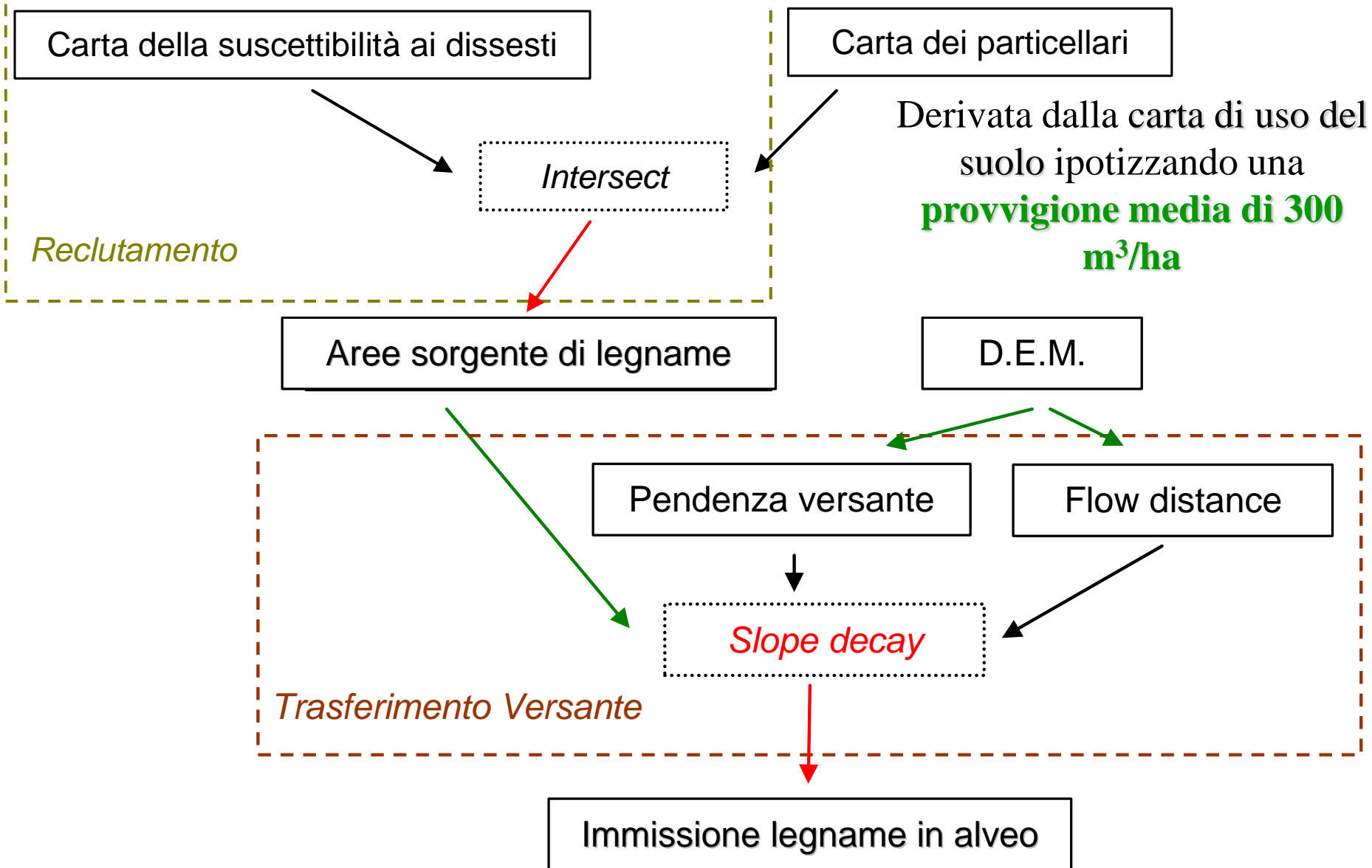
-  Bassa
-  Alta



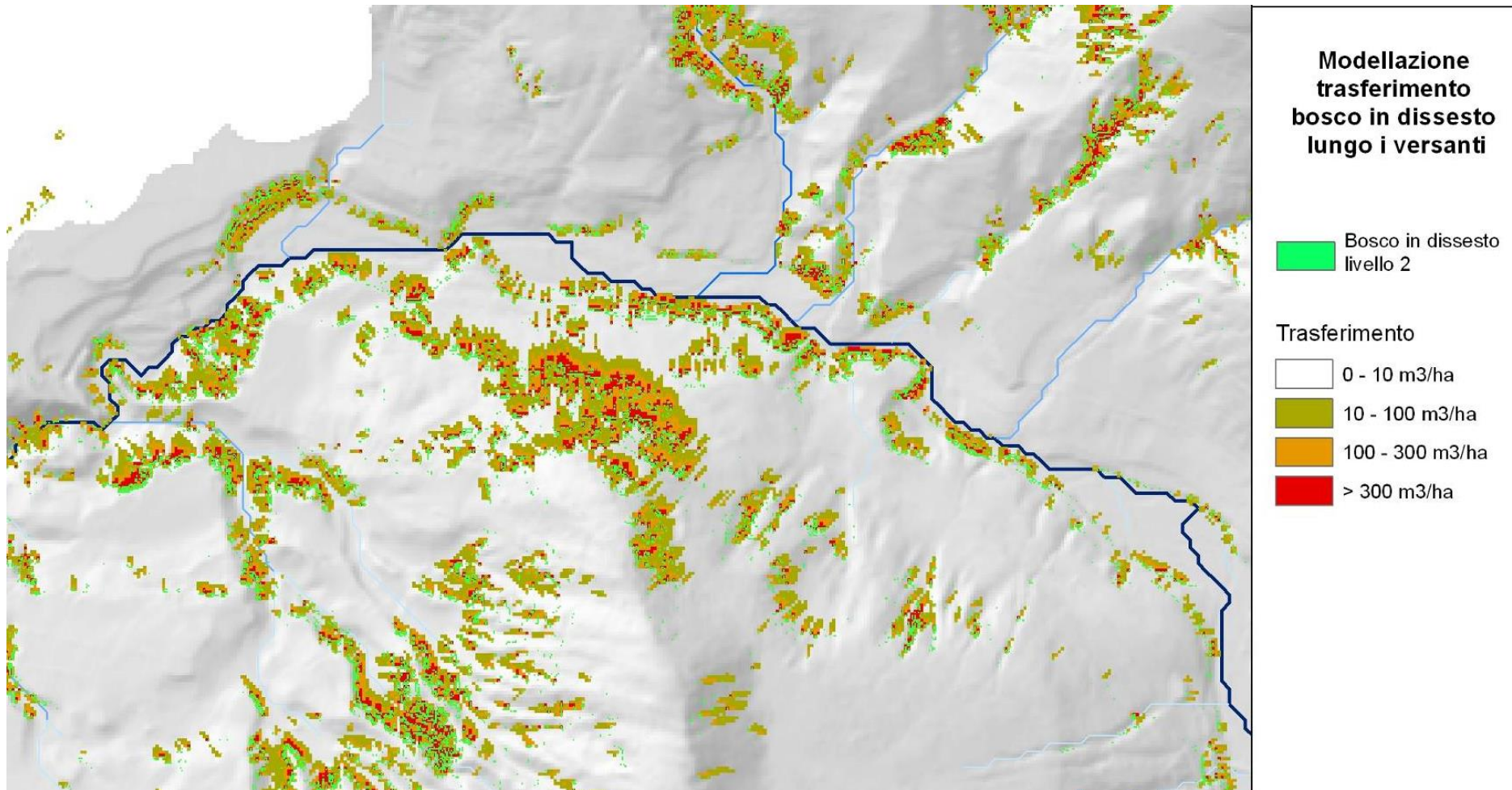
0 2.5 5 Km



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_v sottotratti Rienza

Tratto	V _v (m ³) Livello 1	V _v (m ³) Livello 2	V _v (m ³ km ⁻¹) 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
Totale	670	1270	

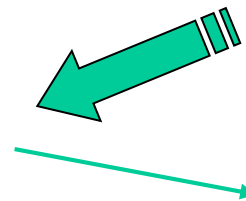
V_v affluenti

Affluente	V _v (m ³) Livello 1	V _v (m ³) Livello 2	V _v (m ³ km ⁻²) 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_a



- Opere trattenuta
- Attraversamenti critici
- Modalità di trasporto

Stima del legname trasportabile: volume da affluenti Va

Affluente	Fattore limitante il trasporto	V _A (m ³)
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
Totale		450

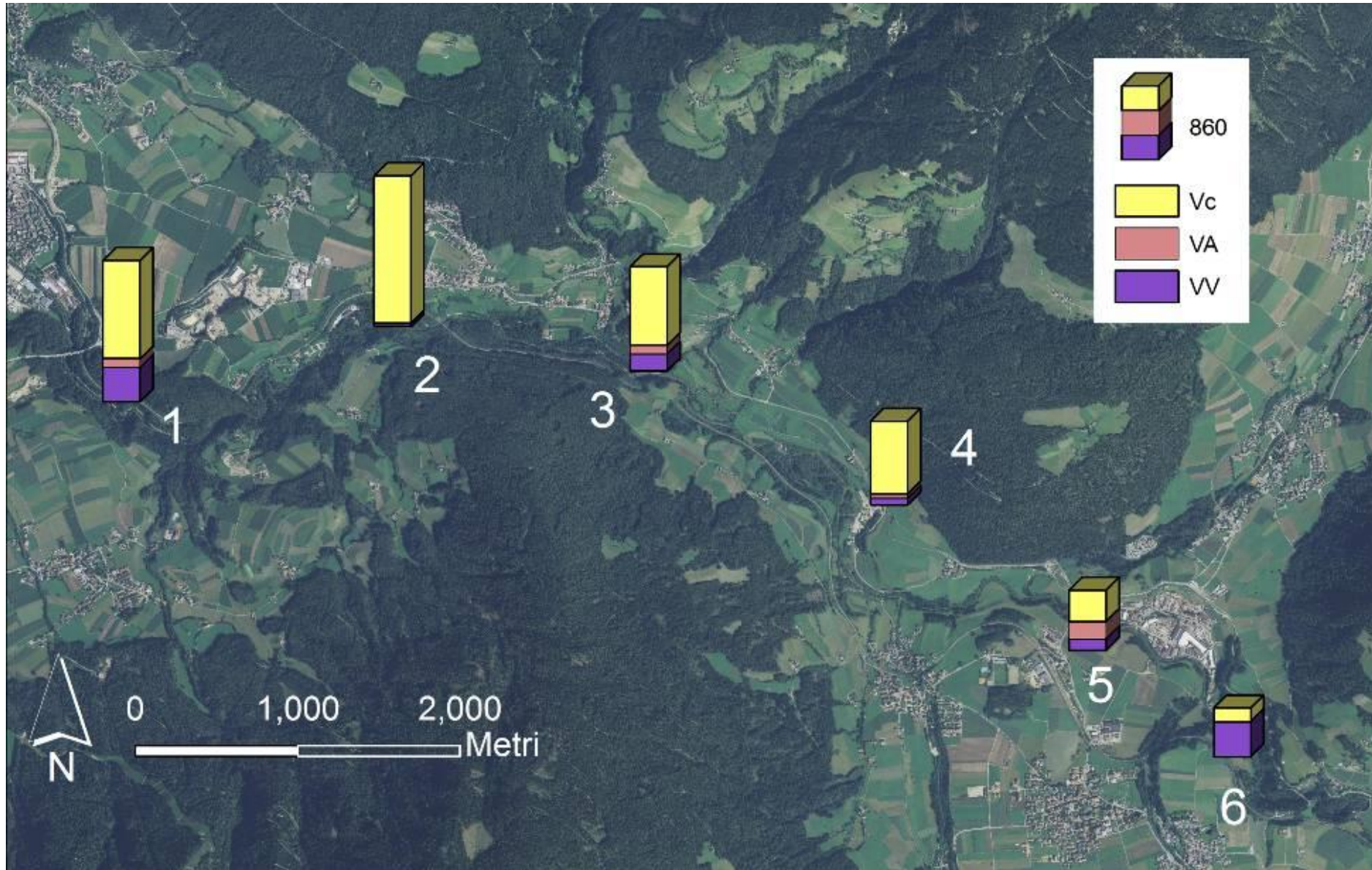
* *si è calcolato il volume di vegetazione asportabile dal corridoio fluviale*

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%

Tratto	V_C (m³)	V_V (m³)	V_A (m³)	V_T (m³)	V_T cum (m³)
1	1150	400	100	1650	6895
2	1725	40	0	1765	5245
3	920	205	100	1225	3480
4	851	80	50	981	2255
5	368	135	200	703	1274
6	161	410	0	571	571

Stima del legname trasportabile: volume complessivo VT



Scenari progettuali

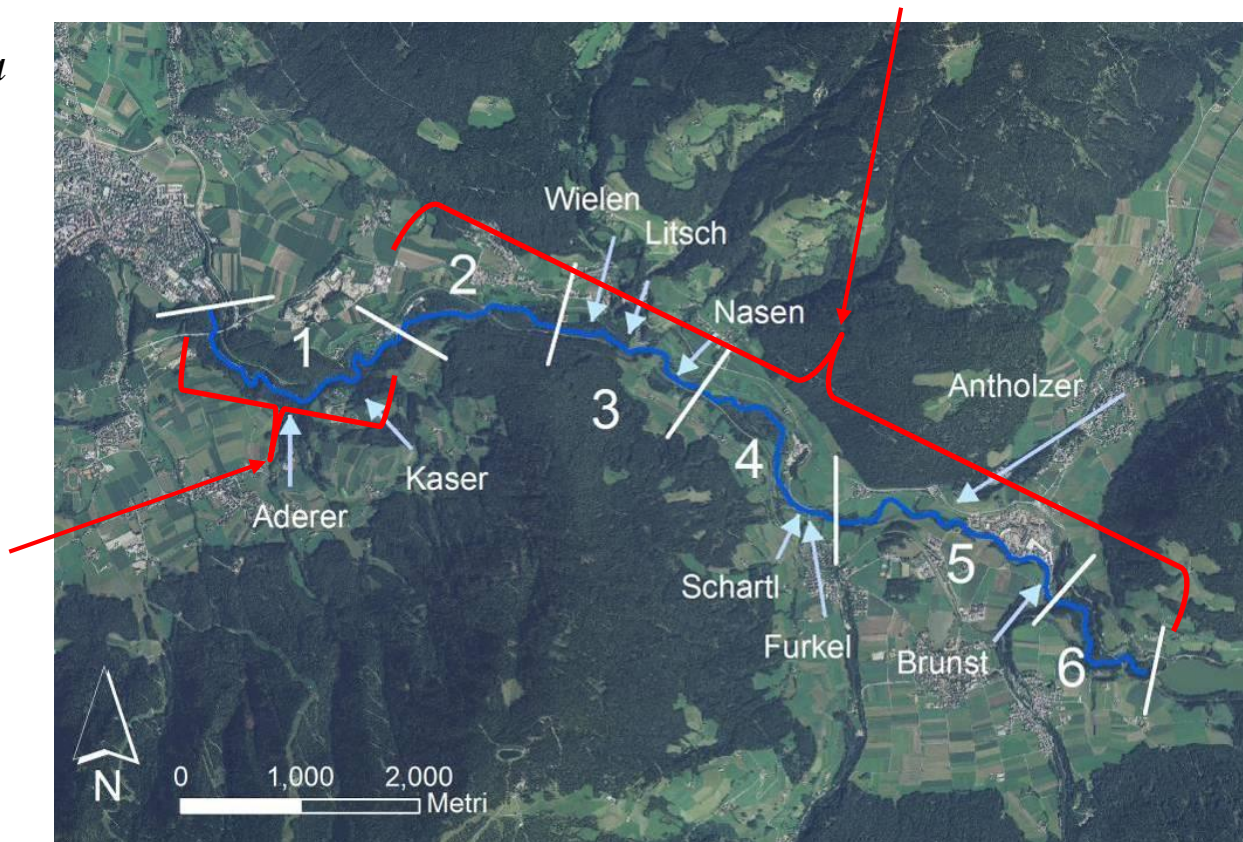
**V sedimento fino a briglia = naturale
deposizione subito a monte**

VT legname fino a briglia = 5200 m³

*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 m³**



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 m³ 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 m³), 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



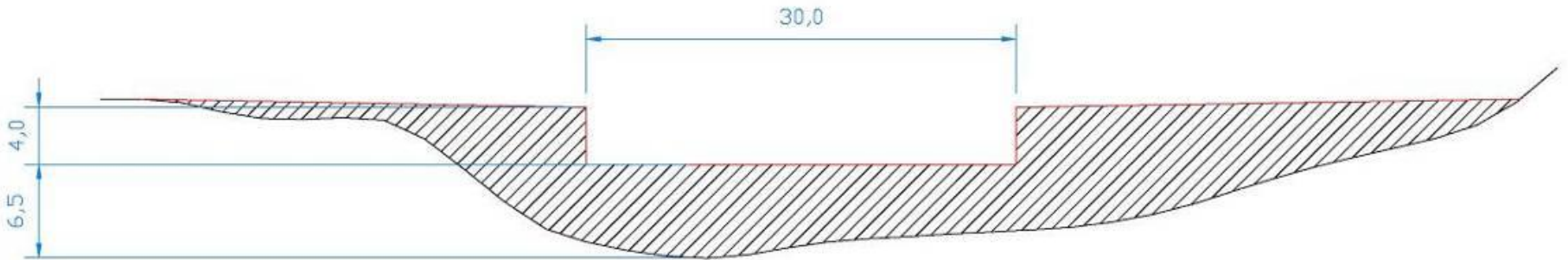
Opere proposte

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

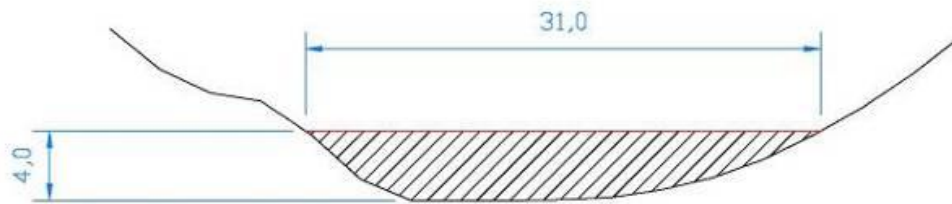
La briglia a valle sfrutta, oltre all'azione diretta del dispositivo di trattenuta, anche la diminuzione di velocità del flusso e lo sbandamento che la corrente subisce nelle curve; questo tratto beneficia anche della presenza della pista ciclabile in destra idrografica (accesso da valle) e di un'ulteriore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

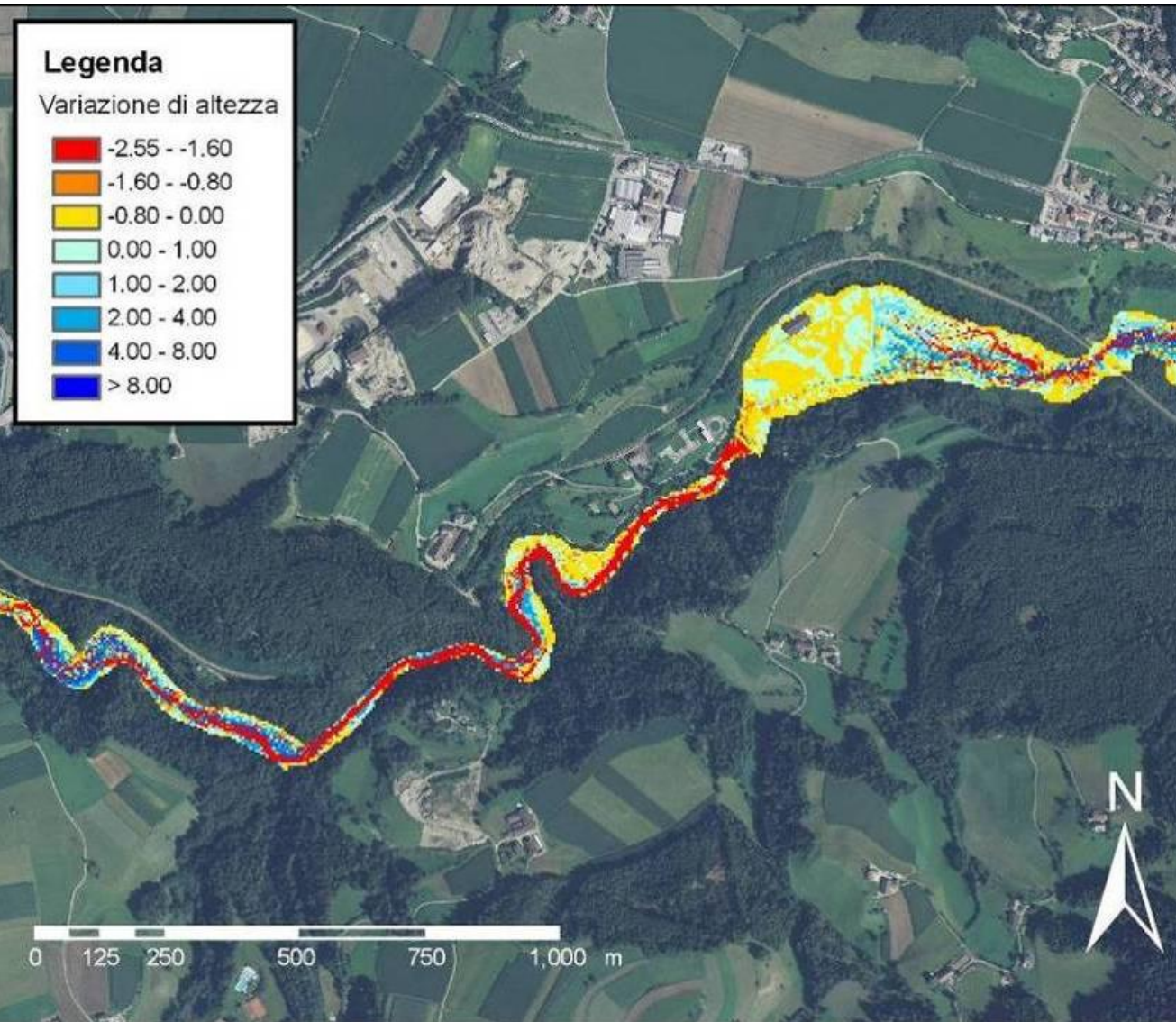


Dall'analisi dei profili e delle altezze del flusso raggiunte è stato possibile calcolare dei valori comparativi relativi **all'estensione dei tratti d'alveo** a monte delle briglie di trattenuta che possono essere interessati dal **deposito di sedimenti**.

Opera	Area deposito (m ²)	Altezza media invaso (m)	Volume Invaso (m ³)	Volume totale per le briglie (m ³)
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 ³)	Sediment outflow (m ³)
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 m³** con un apporto medio di **0.26 m³/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

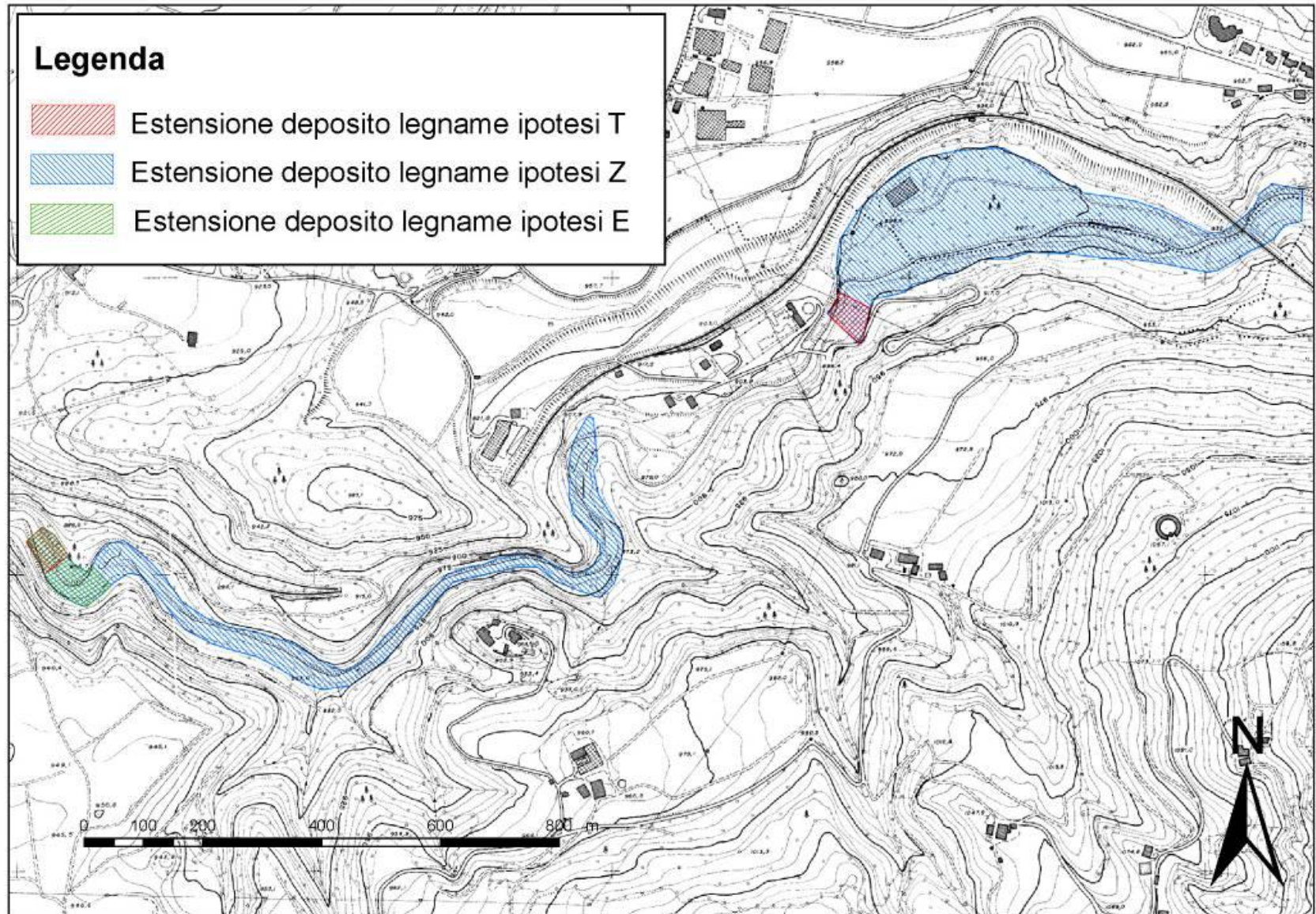
opera di monte = 5245 m³ **opera di valle = 2500 m³** (cautelativo)

tutto il materiale nella briglia a valle

Ipotesi Estrema

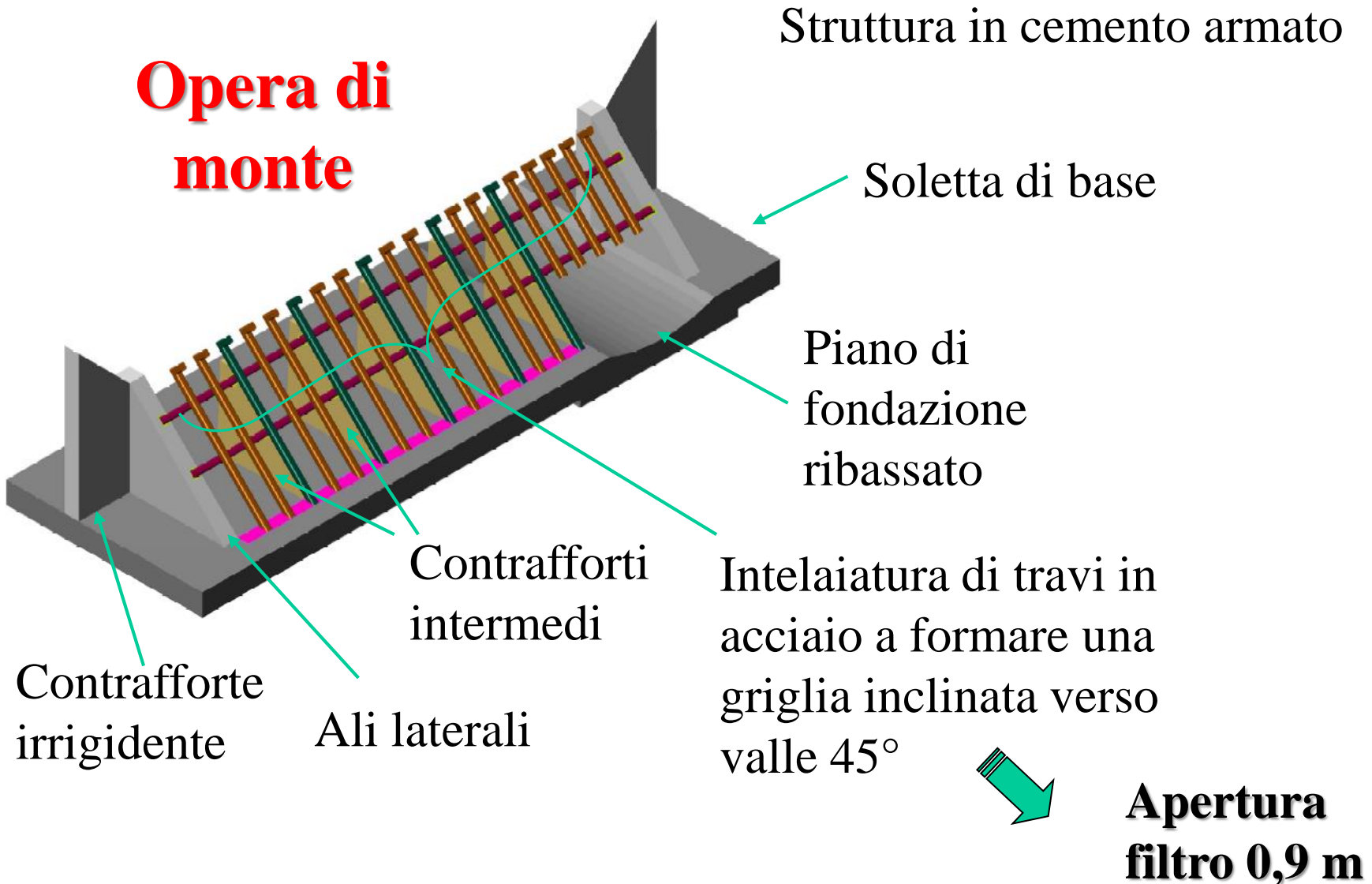
		Ipotesi Z	Ipotesi T	Ipotesi E
	Area deposito (m ²)	104,900	3,273	-
Briglia di monte	Lunghezza deposito (m)	880	50	-
	Area deposito (m ³)	50,000	2,941	8,112
Briglia di valle	Lunghezza deposito (m)	1,400	65	200

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

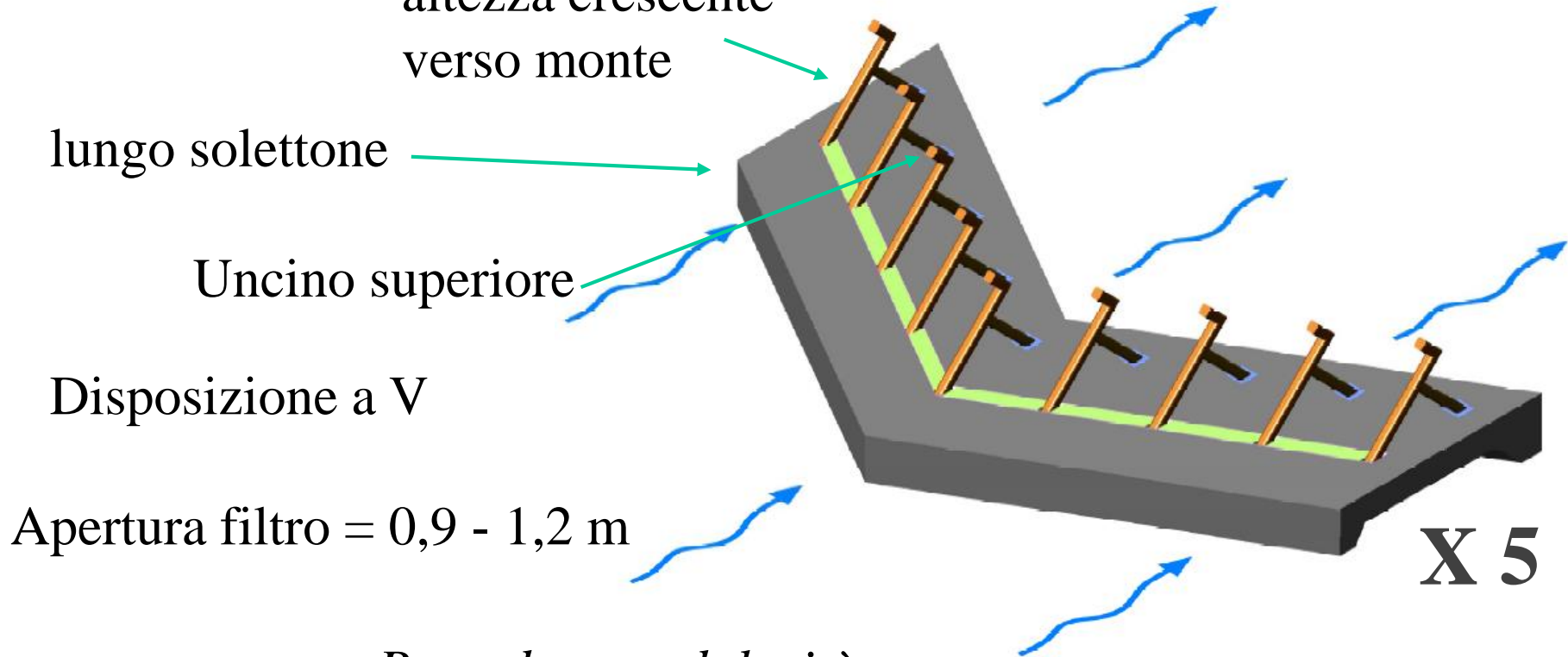
lungo solettone

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
Litosistema	Morfologia	Occupazione di aree per cantiere, piste, depositi temporanei etc.
	Dissesti	Labilità temporanea legata agli scavi di fondazione e deviazione d'acqua
Idrosistema	Interazione versante-falda-corsò d'acqua	Movimenti terra in fase di costruzione, rottura dello strato impermeabile etc.
Idrobiosistema	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
Biosistema	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
Sistema atmosferico	Emissioni e particolati, rumore	Macchine operatrici in funzione durante la fase di costruzione
Sistema infrastrutturale	Accesso al cantiere Viabilità secondaria	Costruzione di strade, impianto teleferiche etc. Effetti del traffico di cantiere sulla viabilità esistente
Paesaggio e ricreazione	Effetti locali sul paesaggio Fruizione ricreativa	Introduzione elementi di disturbo Effetti negativi della presenza del cantiere
Sistema economico e produttivo	Costi e attività economiche connesse	Posti di lavoro, noleggi, acquisti
Sistema culturale	Popolazione locale	Accettazione delle opere, memoria storica
	Popolazione fluttuante	Accettazione delle opere

COMPONENTI AMBIENTALI

PRINCIPALI ASPETTI COINVOLTI O
PROCESSI INNESECATI

Litosistema	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
Idrosistema	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
Idrobiosistema	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
Biosistema	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
Litosistema						
1	Morfologia corridoio fluviale	Occupazione di aree per cantieri, manufatti piste e depositi temporanei	0	-2	0	-2
2	Morfologia alveo attivo	Variazioni dell'assetto del collettore	0	-2	0	-1
3	Morfologia versanti	Modifiche temporanee per scavo e riporto	0	0	0	-1
Idrosistema						
4	Caratteristiche idrauliche corrente	Variazioni del campo di moto idrodinamico durante i lavori	0	-2	0	-2
5	Interazione versante-falda-corso d'acqua	Movimenti terra in fase di costruzione, rottura dello strato impermeabile	0	-2	0	-2
Idiosistema						
6	Ecosistema bentonico	Alterazioni legate alla fase di costruzione	0	-3	0	-3
7	Ecosistema ripariale	Taglio della vegetazione ripariale presso i siti di costruzione, inquinamento causato da oli e benzine	0	-3	0	-3
8	Qualità dell'acqua	Intorbidimento per la presenza di mezzi in alveo. Riduzione della capacità di autodepurazione	0	-2	0	-2
9	Ittiofauna	Disturbi causati da intorbidimenti e deviazioni corso d'acqua	0	-2	-1	-2
Biosistema						
10	Copertura vegetazionale non riparia	Asportazione e danni nella fase di costruzione	0	-1	0	-2
11	Fauna terricola ed avicola	Disturbi e danni nella fase di costruzione	0	-1	-1	-2
Sistema atmosferico						
12	Emissioni e particolati	Macchine operatrici in funzione nella fase di costruzione	0	-2	0	-2
13	Rumori	Macchine operatrici in funzione nella fase di costruzione	0	-2	0	-2
Sistema infrastrutturale						
14	Manufatti	Possibilità che vengano arrecati danni a ponti, strade, opere di sistemazione-derivazione	0	-1	0	-2
15	Viabilità secondaria	Effetti sulla viabilità esistente	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

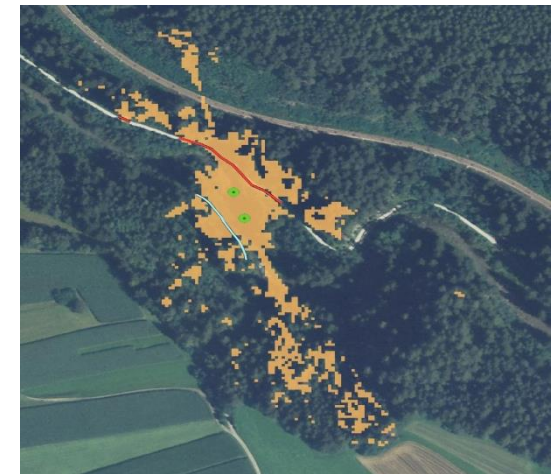
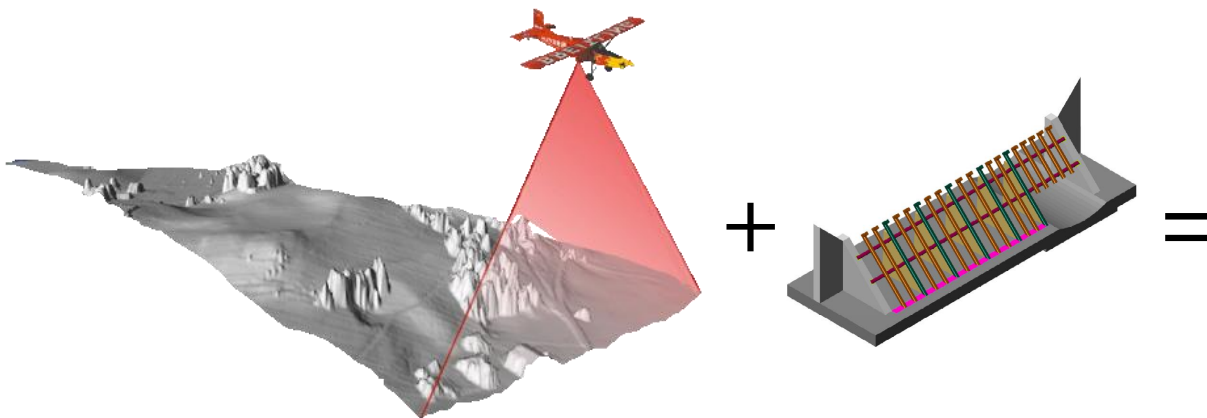
Carta dell'intervisibilità

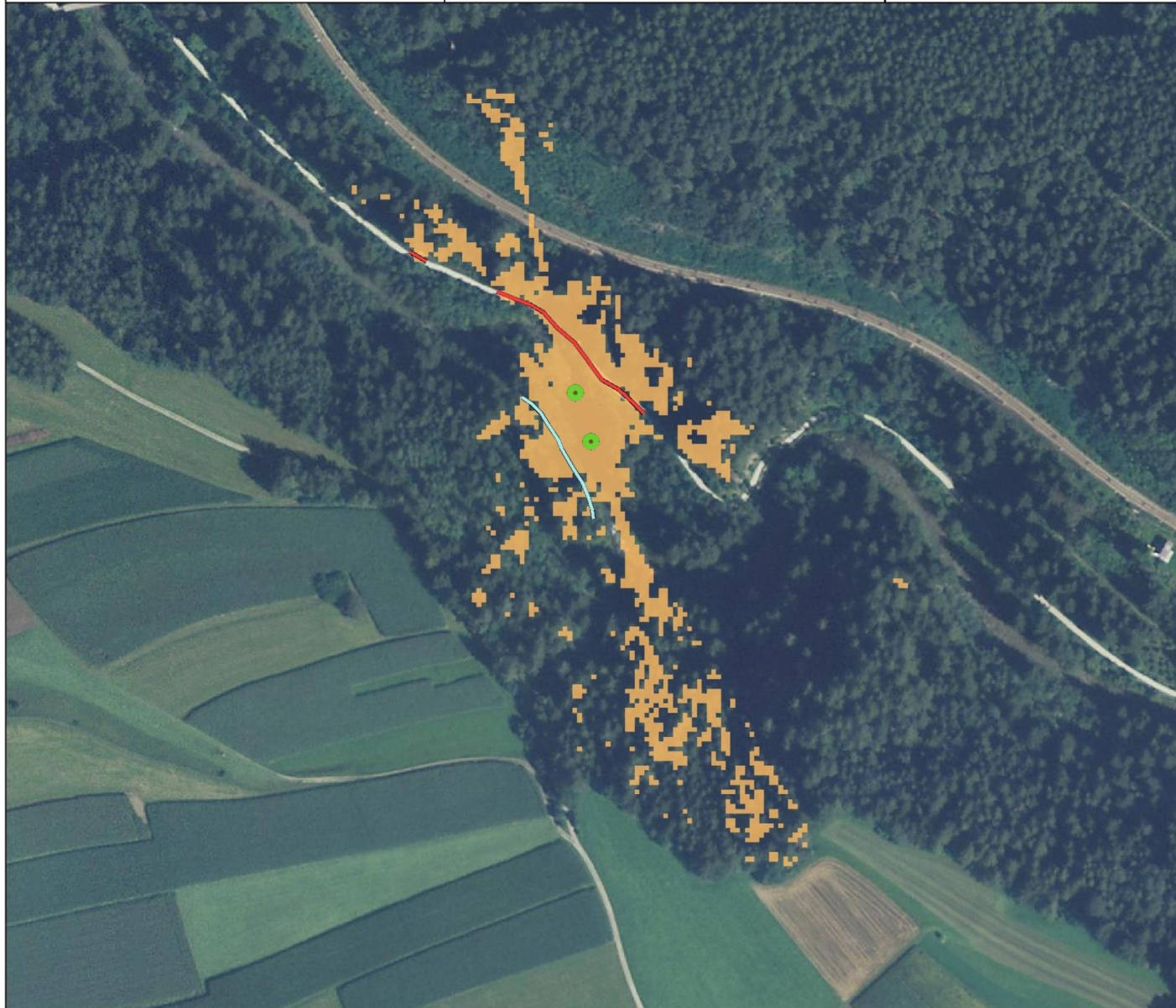
Valutazione delle porzioni di territorio da cui è visibile l'opera

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