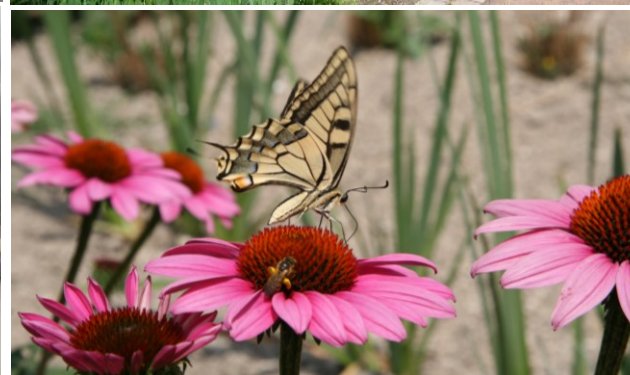


Corso di Laurea triennale in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio – RTTP

Corso interdisciplinare di Scienze agro-forestali, Pianificazione e Ingegneria
rivolto alla protezione del territorio e progettazione delle infrastrutture verdi

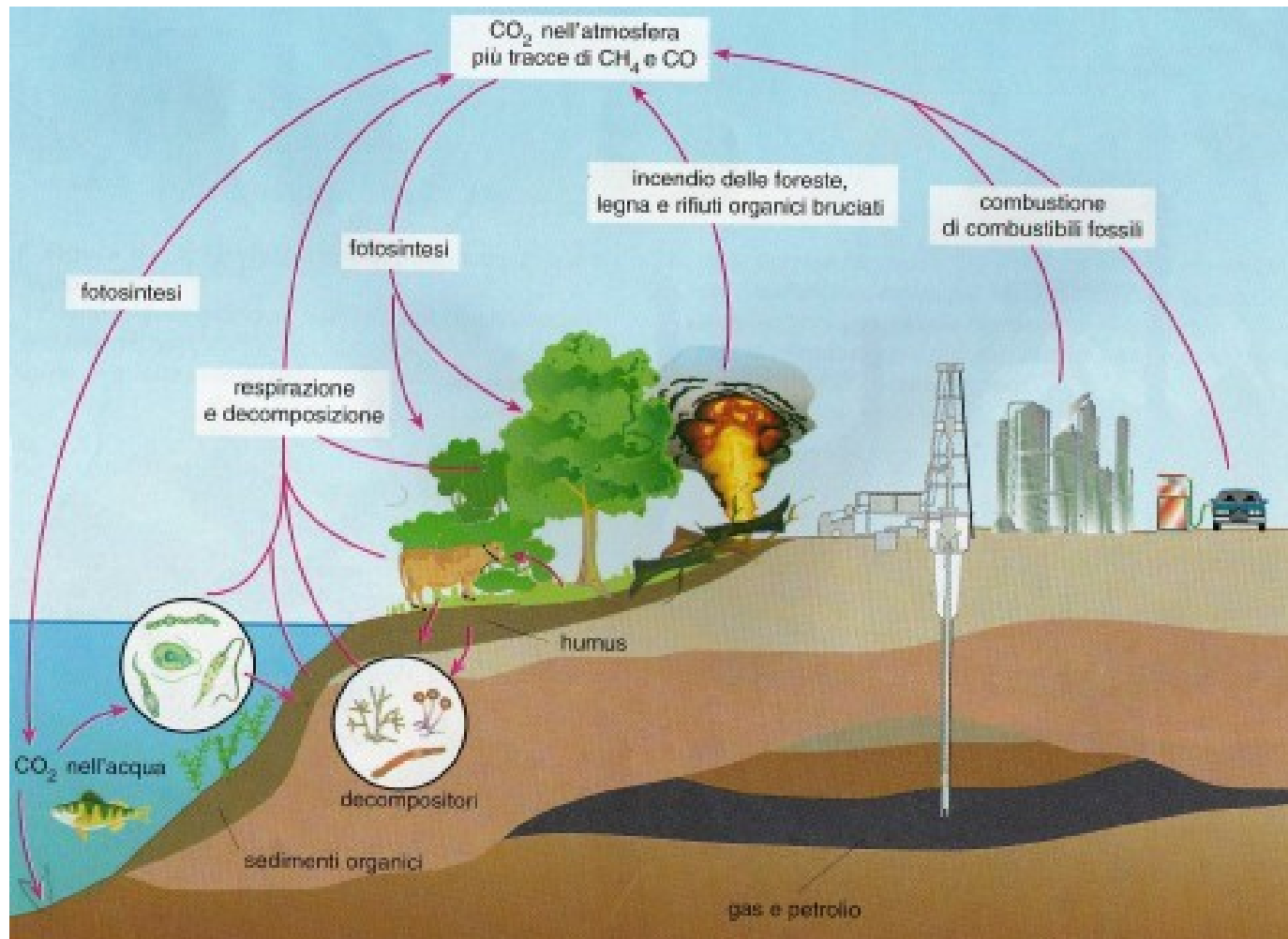
Dipartimento TESAF - Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Rischio idrogeologico in ambito montano: monitoraggio e contromisure
Relatori: Prof. C. Gregoretti, ing. M. Bernard



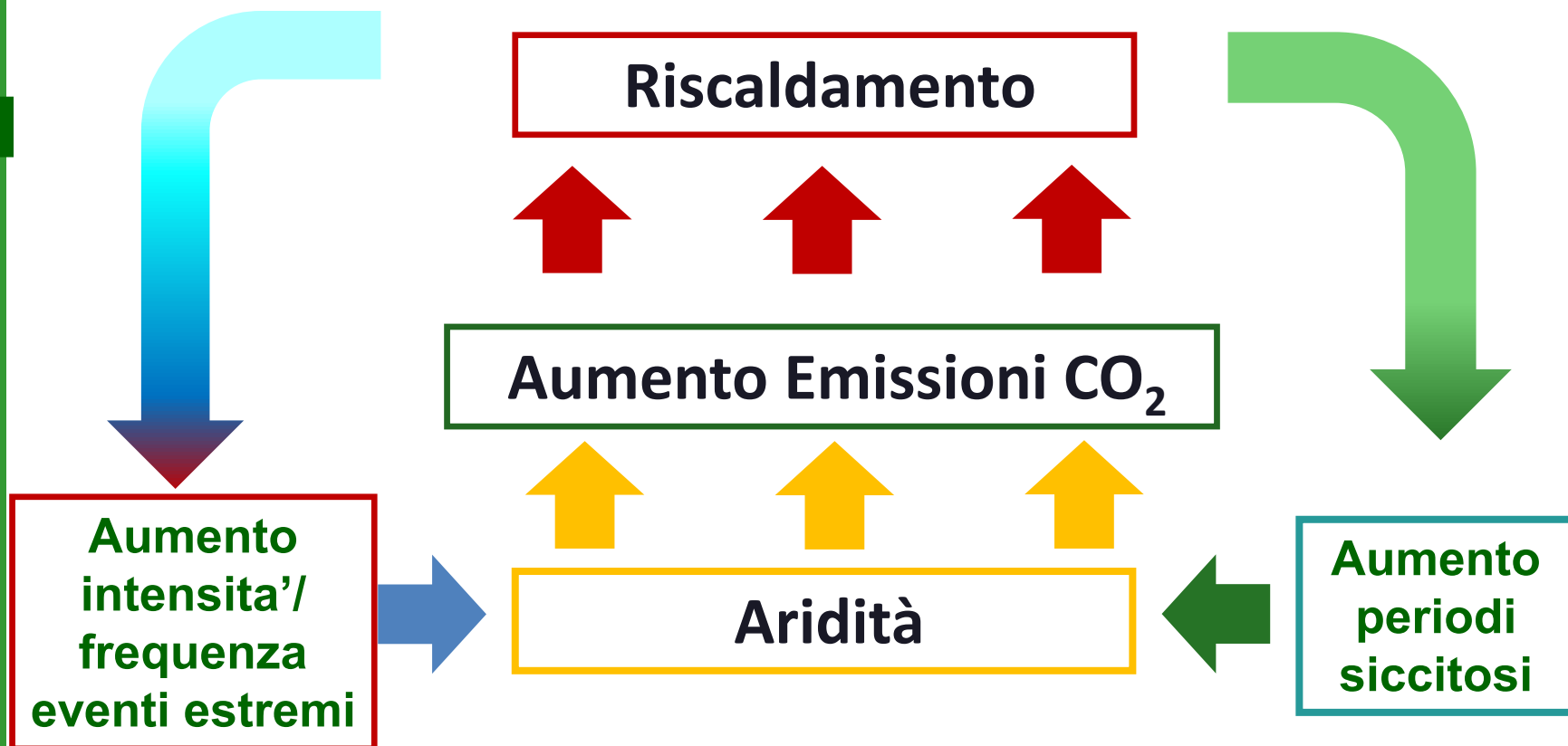
Cambio Climatico

Ciclo del Carbonio



Cos'è cambiato nel ciclo del carbonio

Un ciclo che si autoalimenta



La precipitazione concentrata rispetto a quella distribuita su di una durata maggiore si infila meno nel terreno, il suolo tende ad essere più arido e perde vegetazione e con questa la CO₂ ivi trattenuta

Precipitazioni estreme

4 casi di precipitazione di diversa durata, intensità ed effetti



Fenomeni innescati in alta montagna

Sui versanti delle montagne bacini di alimentazione «minuscoli» (0.05-0.7 km²) e disponibilità di sedimenti, precipitazione di durata 10-30 minuti causano flussi solido-liquidi che trasportano verso valle fino a 100000 m³ di materiale detritico.

Sul fondovalle di aree montuose, bacini di alimentazione «estesi» (1-50 km²), precipitazioni di durata 4-12 ore causano esondazioni liquide e solide.

**Rovina di Cancia 18/07/2009
Borca di Cadore (BL)**

25 mm in 20 minuti (75 mm/h)



Alto Agordino (BL) 30/10/2018

124 mm in 6 ore (22 mm/h)



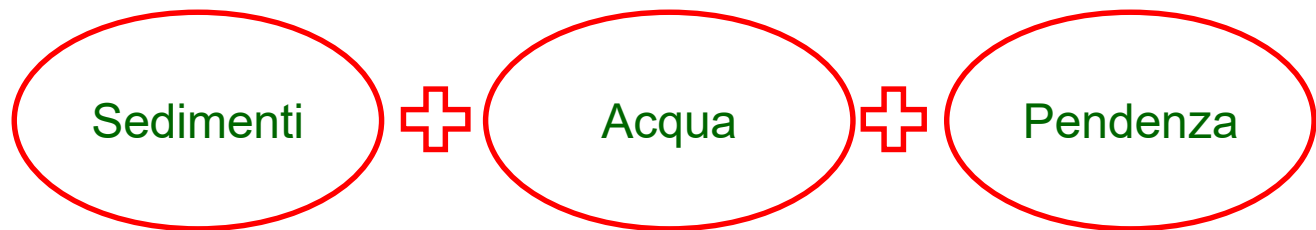
Fenomeni innescati in alta montagna

Colata detritica avvenuta il 23 luglio 2015 a Cancia di Borca di Cadore (BL), registrata da una stazione di monitoraggio del Dipartimento TeSAF



Cos'è una colata detritica?

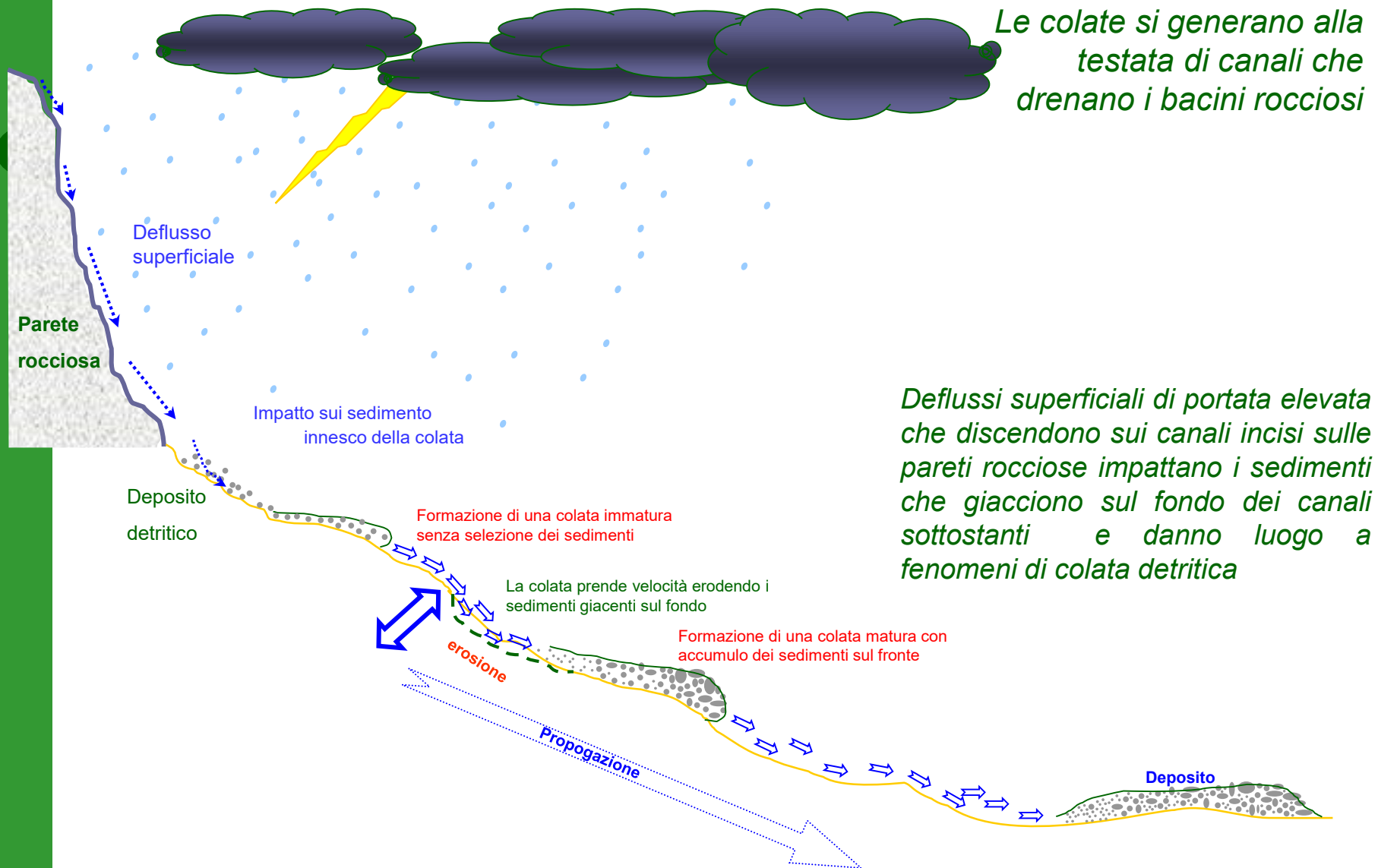
- Una colata detritica (in inglese debris flow) avviene quando una corrente liquida ingloba un'elevata quantità di detrito generando una corrente solido-liquida



- Può essere inquadrato a metà tra una frana ed una piena in un corso d'acqua



Genesi di una colata detritica



Colate detritiche

Caratteristiche delle colate di detriti

- **Imponenza** (movimentazione a 100000 m³ di sedimento)
- **Imprevedibilità**
- **Rapidità** di evoluzione
- **Rarità** (scala annuale)



Migliorare la conoscenza delle colate detritiche

- **Pericolosità** del fenomeno
- **Carenza** di dati rilevati durante gli eventi

Pericolosità del fenomeno - 1



SS 51 tra Cortina d'Ampezzo e San
Vito di Cadore (BL) 08-08-2015



Pericolosità del fenomeno - 2



Il villaggio di Campolongo di Baselga di Pinè (TN) durante (sinistra) e dopo (sotto) la colata detritica del 15 agosto 2010.



Monitoraggio delle colate detritiche

Obiettivi

- ***Interpretazione*** dei processi
- ***Raccolta dati*** per la calibrazione dei modelli
- ***Sviluppo e Test*** di sistemi di allarme



Problematiche

- ***Difficoltà logistiche*** dell'ambiente di lavoro
- ***Impossibilità*** nell'uso di sensori a contatto con la corrente

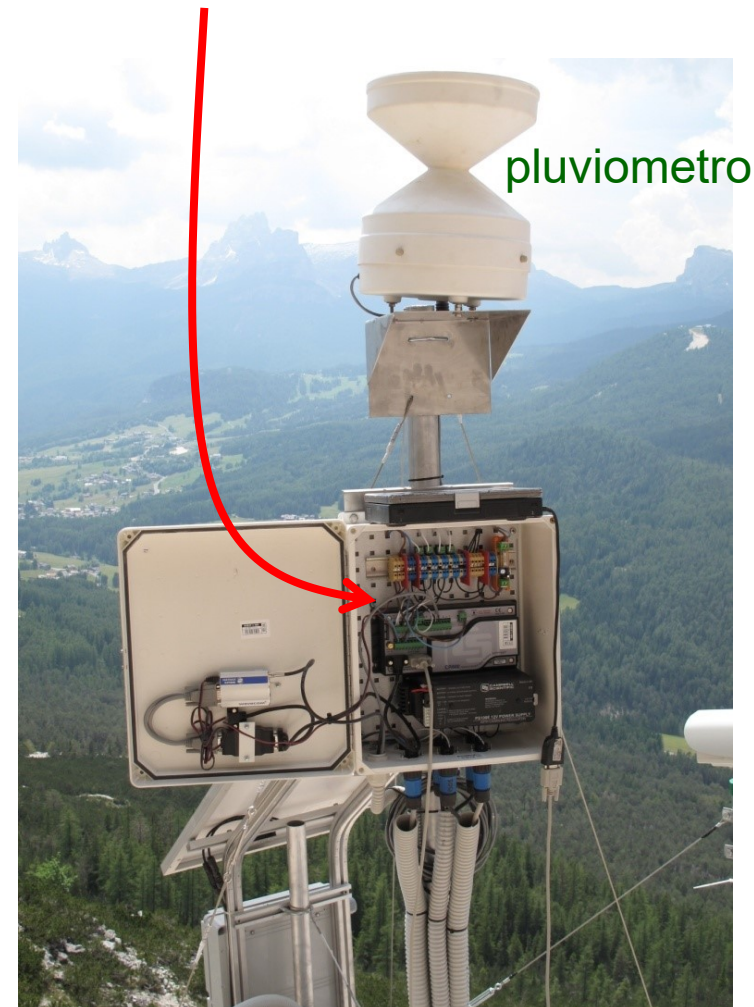
Monitoraggio

Stazioni di monitoraggio

Grandezze monitorabili

- Meteorologiche
 - Precipitazione
 - Vento
 - Temperatura
- Caratteristiche del flusso:
 - Profondità
 - Velocità

Central Unit CR800 di controllo e registrazione



Monitoraggio - Precipitazione

- Pluviometri a terra

PRO

- Facilità di installazione
- Precisione nella misura

CONTRO

- Puntualità della misura
- Sincronia fra pluviometri



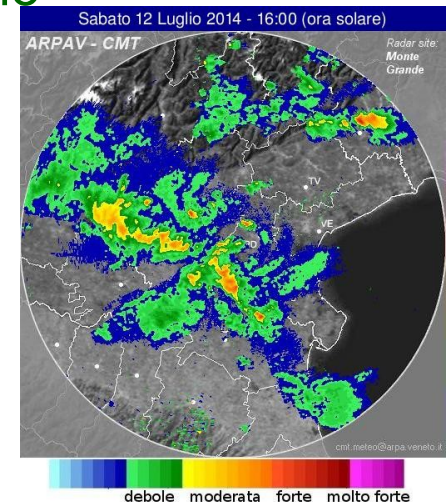
- Radar meteo

PRO

- Ampia risoluzione spazio-temporale

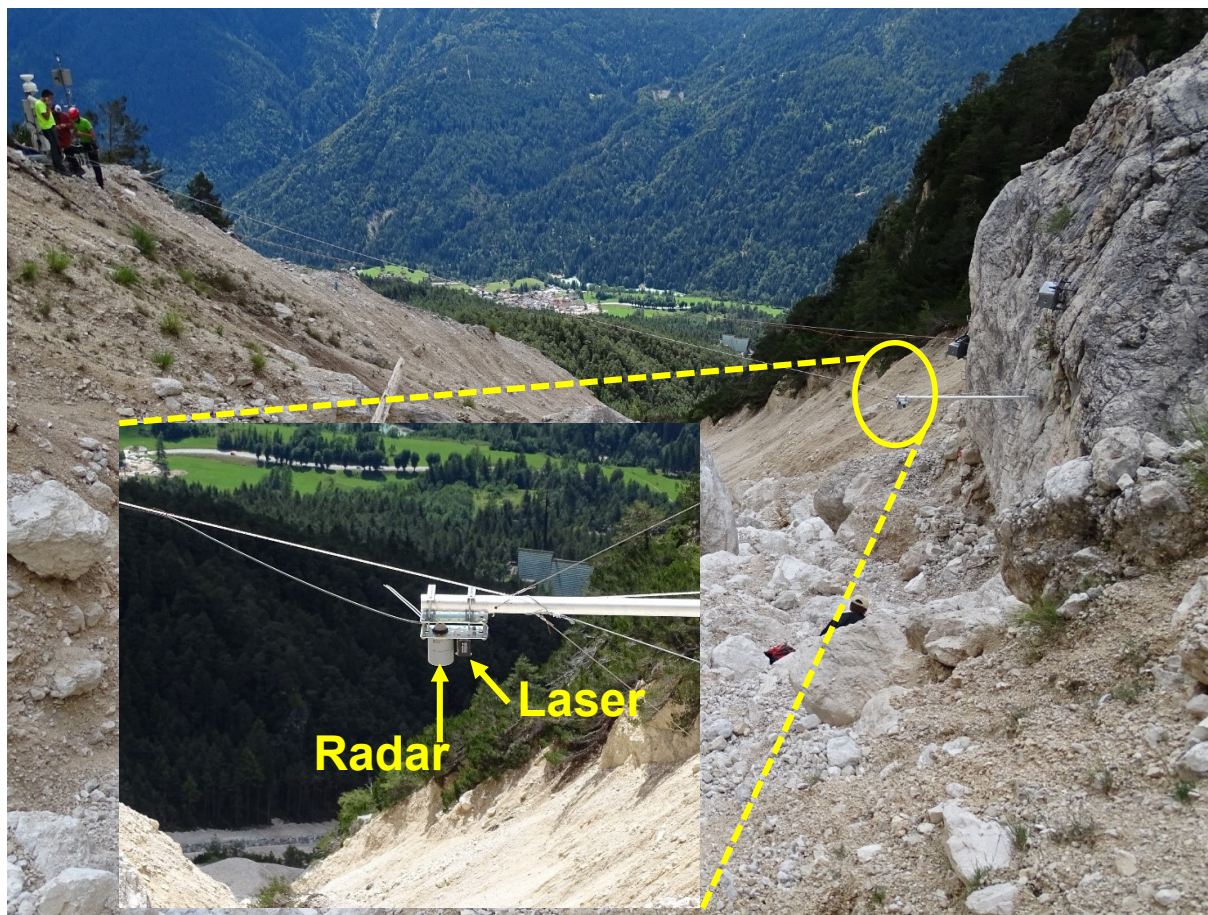
CONTRO

- Ampia gamma di errori nella misura in ambiente alpino



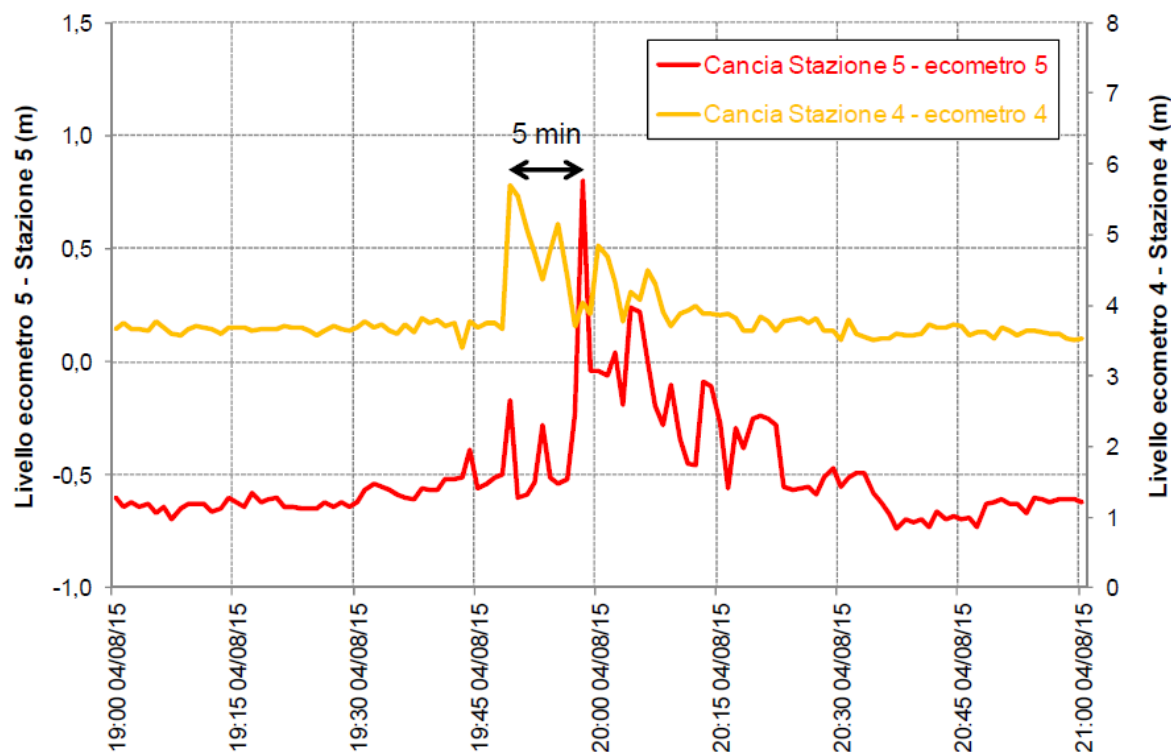
Monitoraggio - Profondità flusso

Utilizzo di sensori ad ultrasuoni (ecometri) o laser in sospensione sul canale



Monitoraggio – Velocità media

Può essere determinata a partire dal tempo di passaggio dell'onda fra sensori a distanza nota o da riprese video



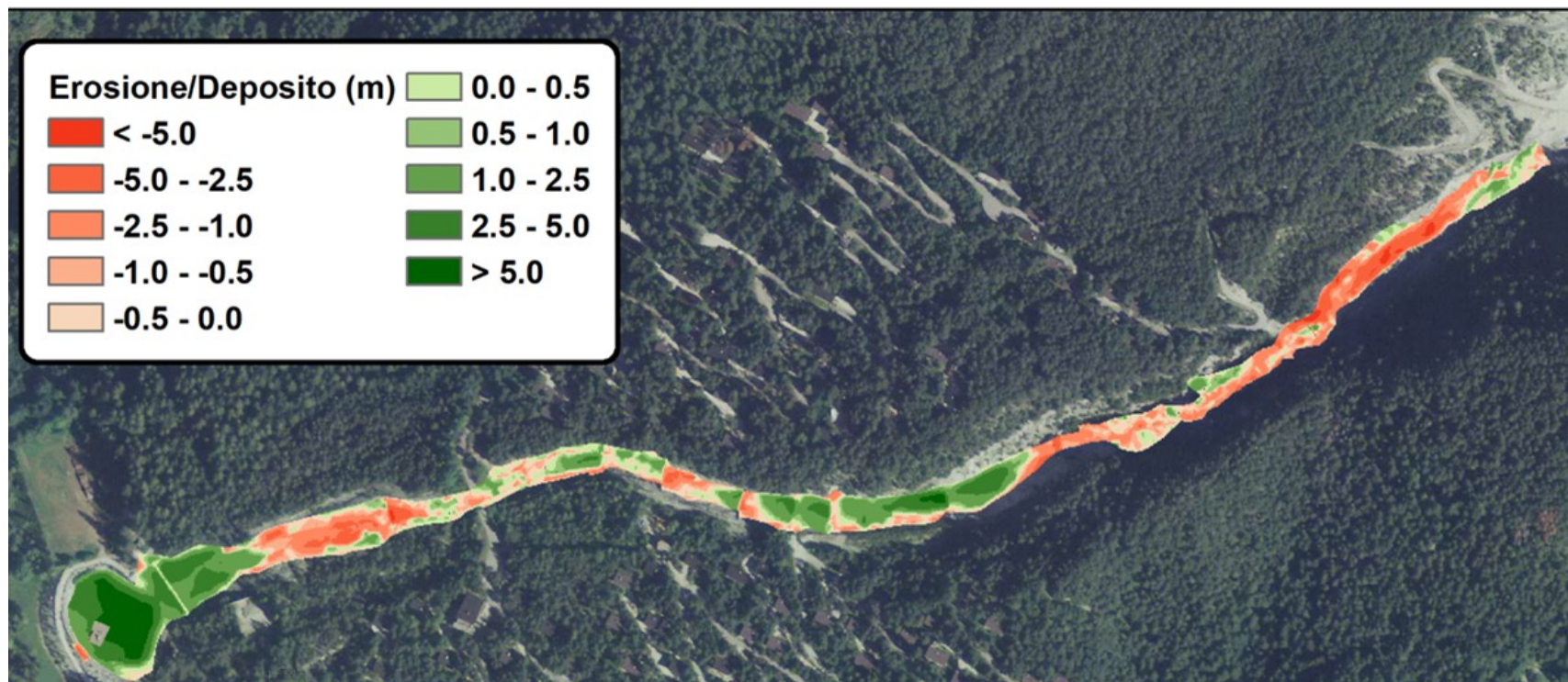
Monitoraggio – Erosioni e Depositi

Rilievo della superficie del terreno mediante tecniche di rilevamento



Monitoraggio – Erosioni e Depositi

- Valutazione delle profondità di erosione e degli spessori di deposito mediante differenza fra i rilievi post- e pre-evento



Modellazione del fenomeno

Una simulazione di colata detritica consiste nel replicare:

- Formazione dell'onda solido-liquida della colata a seguito di abbondanti precipitazioni
- Propagazione della colata verso valle
- Le aree inondate

Ogni processo necessita di un apposito modello matematico per essere simulato

Modello di propagazione

Il modello idraulico permette di valutare la propagazione verso valle dell'onda solido-liquida della colata e i conseguenti processi di erosione e deposito

Rovina di Cancia – Borca di Cadore (BL)



18.07.2009 03:47

 PROFONDITA' DEFLUSSO

Analisi aree inondate

Al termine di una simulazione di un evento, è possibile fare un'analisi delle aree che la colata detritica ha inondato

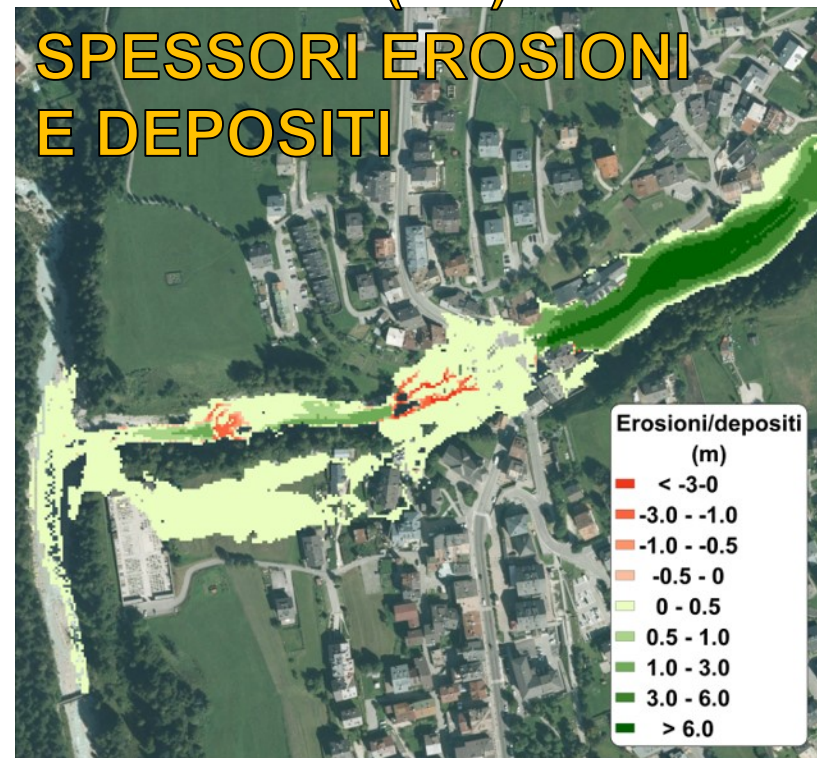
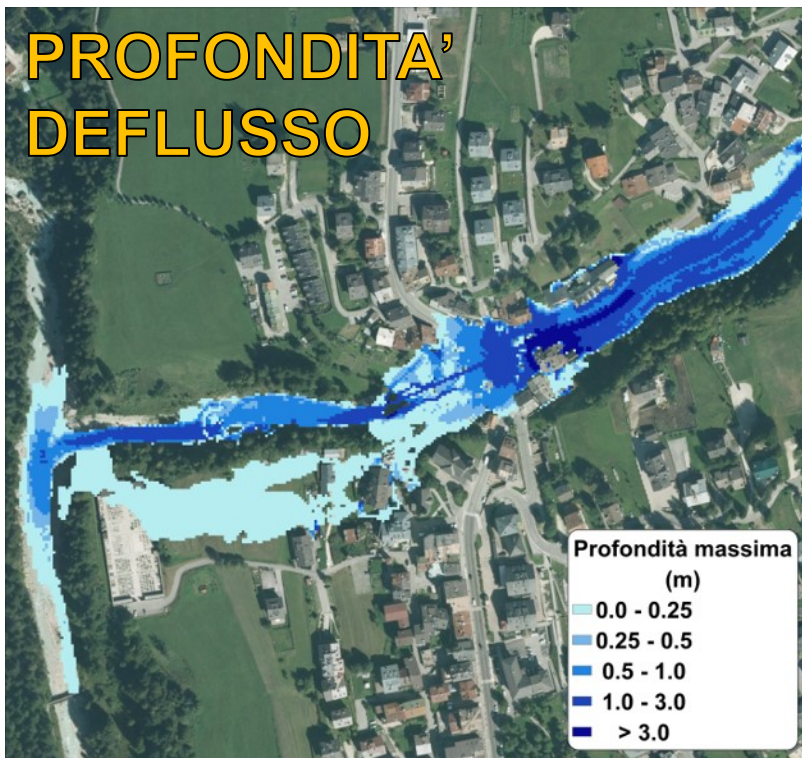
Rovina di Cancia – Borca di Cadore (BL)



Analisi aree inondate

Al termine di una simulazione di tipo previsionale, è possibile fare un'analisi delle aree che la colata detritica potrebbe inondare

Ru Secco – San Vito di Cadore (BL)



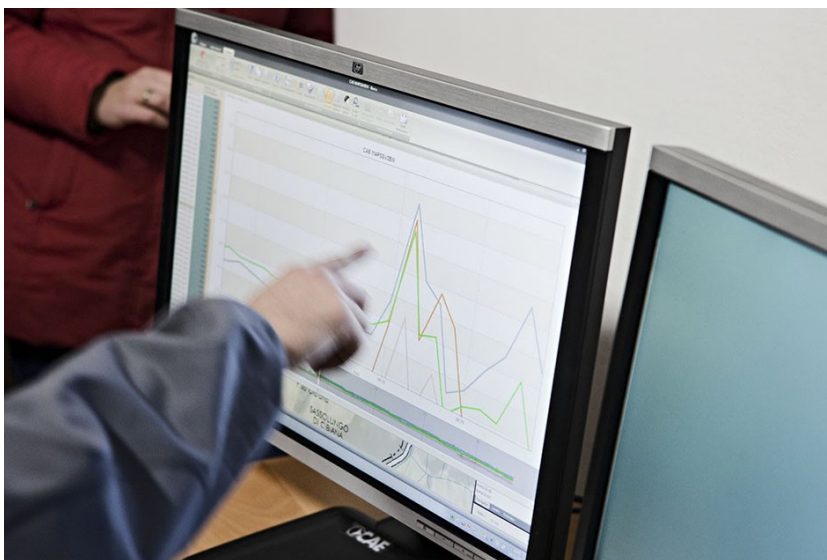
Mitigazione del fenomeno

Studio mediante modello delle aree inondabili e conseguente messa a punto del piano di interventi di difesa:

1. Sistema d'allarme: Previsione in tempo reale (0.1-3h in anticipo) della possibile formazione e propagazione del fenomeno
2. Opere idrauliche: Definizione e progettazione di interventi di sistemazione e/o protezione dei centri abitati.

Sistemi di allarme

- **Previsione:** utilizzo combinato di modelli di previsione meteo e modelli di propagazione per determinare la possibile formazione e le aree potenzialmente investite dalla colata detritica
- **Tempo reale:** superamento di soglie di pericolosità stabilite in corrispondenza dei sensori lungo il canale si attiva il sistema di allarme (semafori, sirene, ecc..)



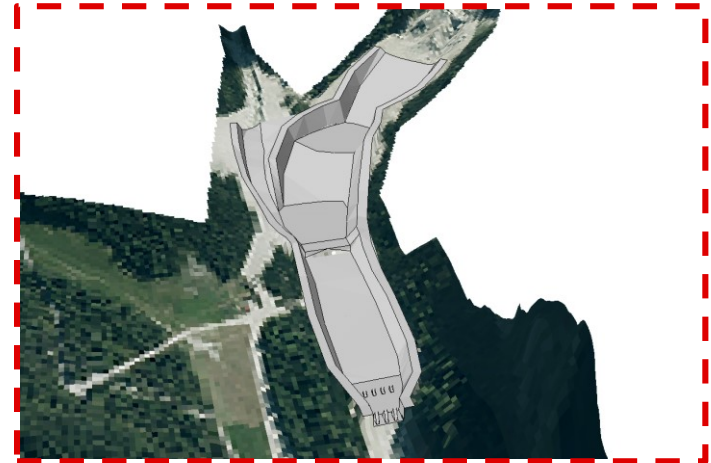
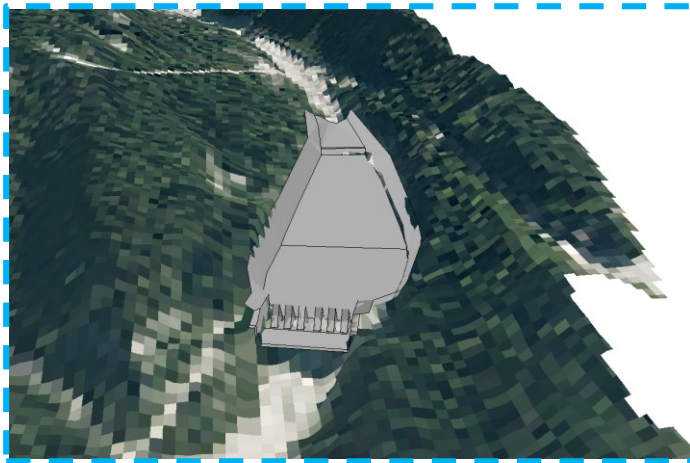
Opere idrauliche

- Per proteggere un abitato, le principali opere idrauliche sono piazze di deposito, briglie e bacini di ritenuta

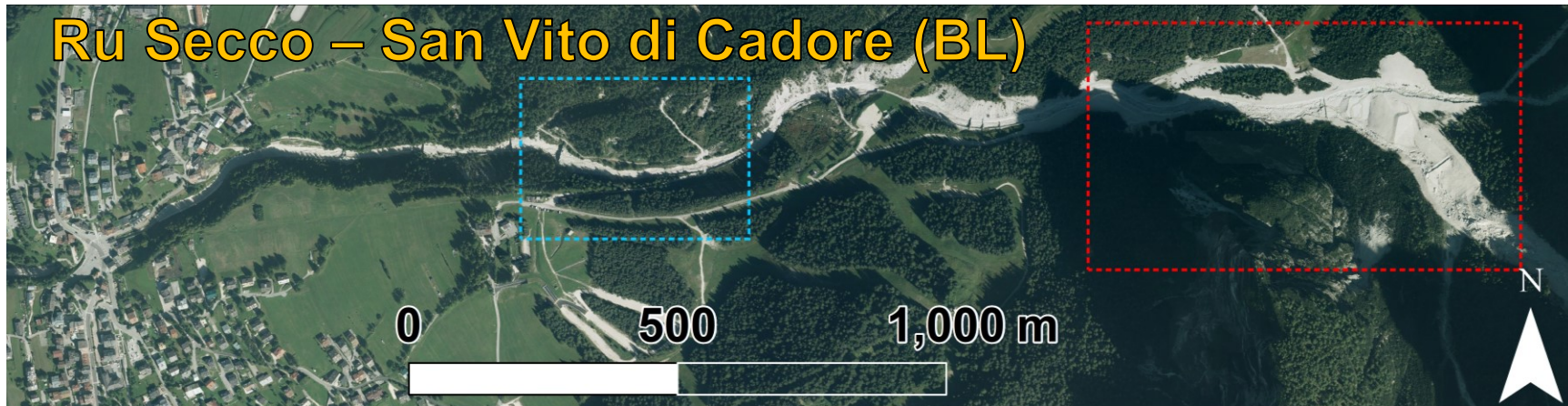


Opere idrauliche

- Per proteggere un abitato, le principali opere idrauliche sono piazze di deposito, briglie e bacini di ritenuta



Ru Secco – San Vito di Cadore (BL)



Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio – RTTP

- Idraulica e Idrologia
- Opere di protezione dei versanti
- Design of sustainable and resilient measures against floods
- Channel morphology, large wood and sediment fluxes in mountain rivers
- Climate changes and hydrogeological hazard mitigation

Grazie per l'attenzione!



TESAF

Dipartimento Territorio
e Sistemi Agro-Forestali
Università di Padova

Martino Bernard
martino.bernard@unipd.it