



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

Fakultät für Naturwissenschaften
und Technik

Facoltà di Scienze
e Tecnologie

Faculty of Science
and Technology



Ripartizione Opere Idrauliche
Provincia Autonoma di Bolzano

Workshop
PERICOLOSITÀ IDRAULICA NEL TERRITORIO
MONTANO ITALIANO ED APPLICAZIONE
DELLA DIRETTIVA EUROPEA "ALLUVIONI"

Bolzano, 9-10 giugno 2011

Il monitoraggio delle colate detritiche



Lorenzo Marchi
(CNR IRPI Padova)



A titolo di introduzione...



Illgraben (Svizzera)

A titolo di introduzione...



Torrente Moscardo (Alpi Carniche)

Motivazioni ed obiettivi

Perché il monitoraggio:

- Necessità di affinare la conoscenza di un fenomeno naturale pericoloso.
- Scarsità di dati rilevati direttamente durante gli eventi.

Principali obiettivi:

- Descrivere ed interpretare i processi.
- Raccogliere dati per la taratura di modelli fisici e numerici.
- Sviluppare sistemi di allarme.

Peculiarità e problemi

Fenomeni di breve durata e solitamente intervallati da lunghi periodi di inattività.

Scarse occasioni per effettuare la messa a punto, in corso di evento, dei sistemi di monitoraggio.

Flusso di grandi masse di sospensioni ad elevata concentrazione, spesso con presenza di materiale grossolano.

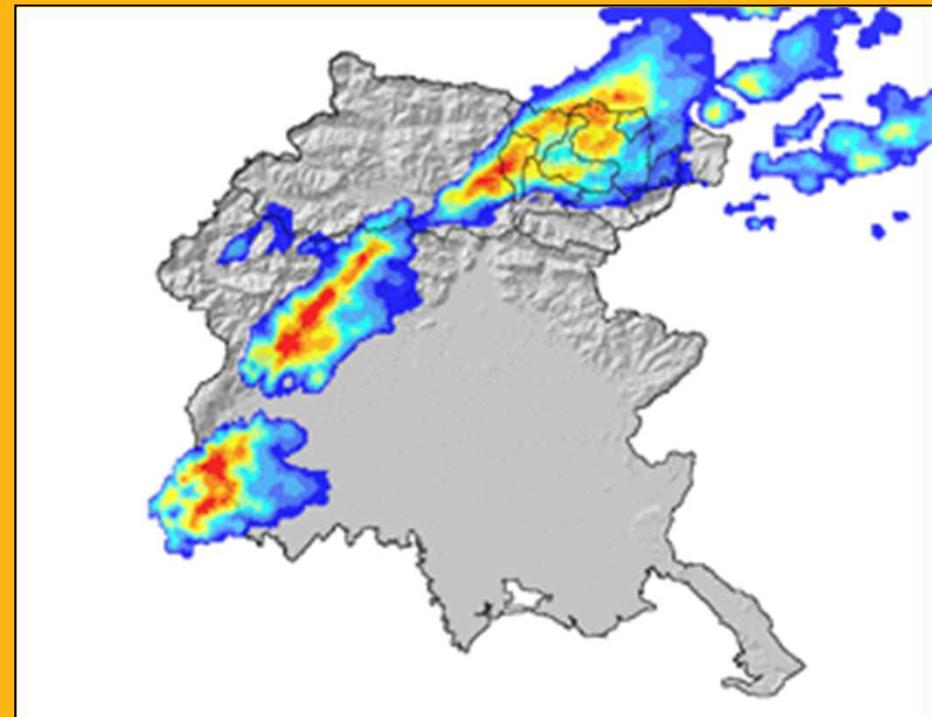
Difficoltà nell'uso di campionatori ed, in genere, di sensori a contatto con la miscela fluente.

Preferenza per sensori non a contatto o a dispositivi (campionatori, celle di carico, ecc.) appositamente progettati.

Misura delle precipitazioni

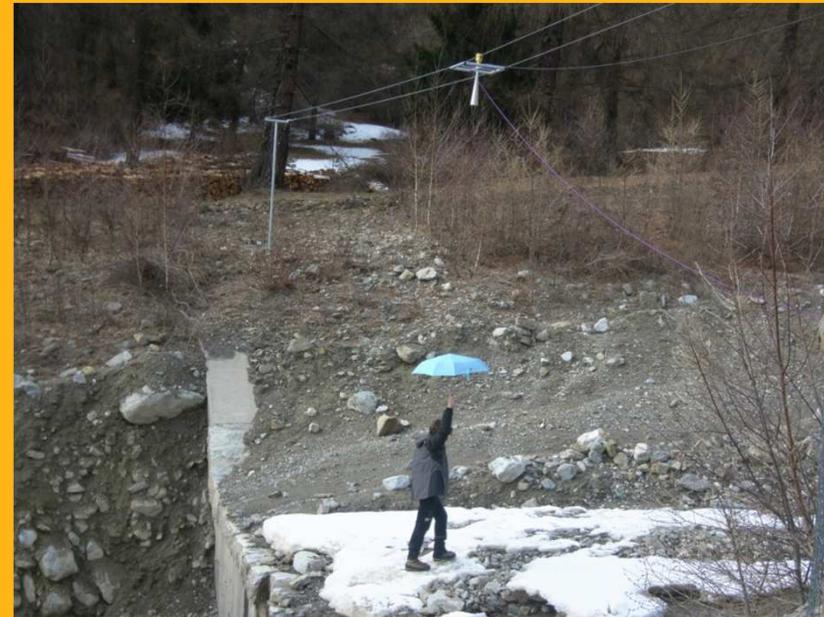
- Problematiche simili alla misura delle piogge in piccoli bacini montani dove si conducono studi idrologici.
- Breve durata dei fenomeni: particolare importanza della sincronia fra i diversi strumenti.

Possibile uso del radar meteorologico



Misura della profondità di flusso - idrogrammi

- Utilizzo di sensori ad ultrasuoni (ecometri), radar, laser.
- Devono essere impostati tempi di campionamento molto più brevi (indicativamente $1 \div 2$ secondi) di quelli normalmente utilizzati per la misura dei livelli idrometrici di corsi d'acqua non interessati da colate detritiche.



Misura della profondità di flusso - idrogrammi

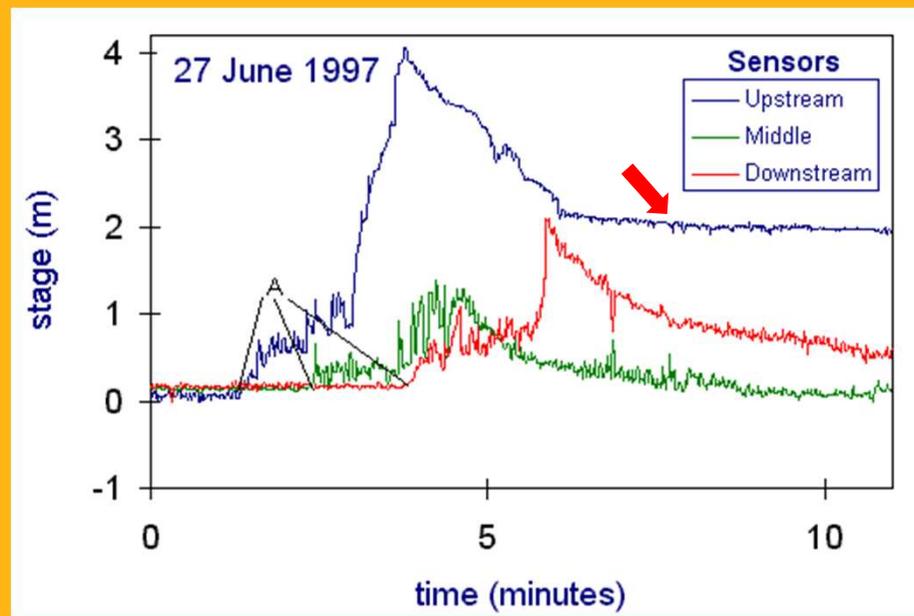
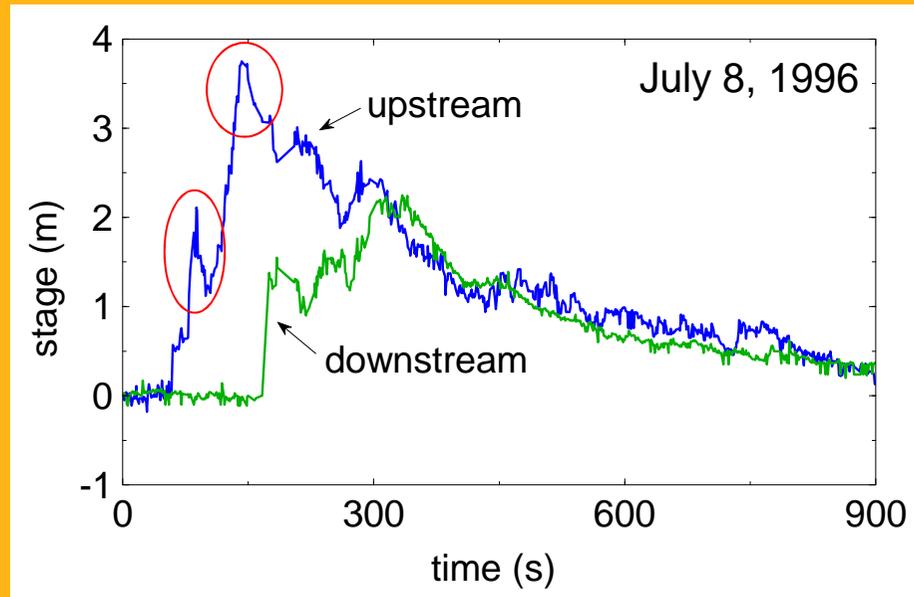
Esempio: Torrente Moscardo



Precursory surge, fronte della colata, passaggio del corpo della colata, fase di esaurimento.

Diversa forma degli idrogrammi: diversa geometria delle sezioni, deposito di materiale avvenuto fra i siti di misura.

Sovralluvionamento (in altri casi erosione).



Misura della massima profondità di flusso

I cavi a strappo consentono di rilevare il passaggio di una colata detritica e di misurarne la massima profondità di flusso.

La registrazione del momento in cui avviene lo strappo consente anche di identificare il momento in cui avviene l'evento.

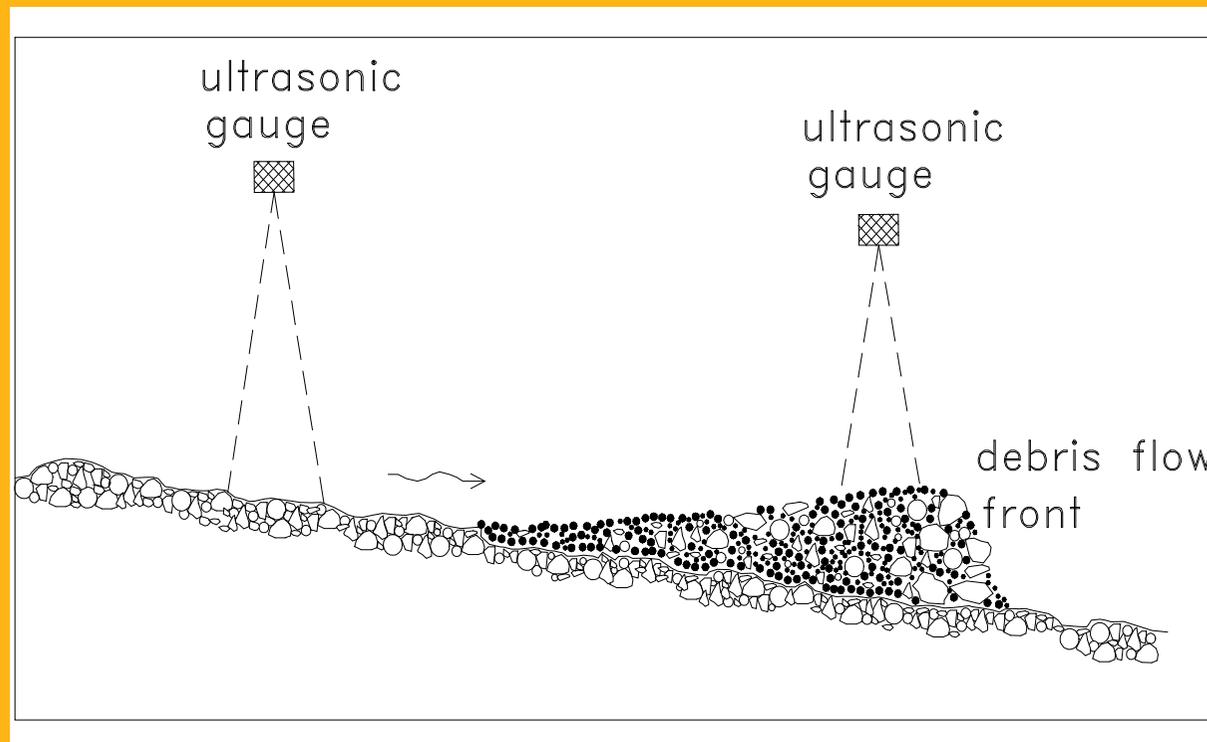
Limitazioni ed inconvenienti:

- misurata approssimata della sola profondità massima;
- necessità di ripristino dopo un evento.



Valutazione della velocità media

La velocità media di una colata detritica può essere determinata dividendo la distanza fra due sensori in grado di rilevare il passaggio della colata per il tempo intercorso fra il manifestarsi della colata nelle due sezioni.



Determinazione portata di picco e volume

Elementi necessari:

- idrogramma (profondità di flusso);
- velocità;
- rilievo della sezione trasversale.

La portata di picco è data dal prodotto della velocità per la sezione impegnata dalla colata in corrispondenza della massima profondità di flusso. Quest'ultima può essere rilevata dalle tracce dell'evento; in una sezione monitorata con ecometri è la sezione corrispondente alla massima profondità di flusso.

E' possibile anche effettuare una valutazione approssimata dei volumi defluiti.

$$Vol = \int_{t_0}^{t_f} v \cdot A(t) dt$$

Vol : volume miscela fluente (acqua e solidi)

v : velocità media

$A(t)$: area della sezione occupata dalla colata al tempo t

t_0 : tempo corrispondente all'arrivo della colata alla sezione di misura

t_f : tempo corrispondente alla fine del passaggio della colata

Misura delle vibrazioni del terreno

Le vibrazioni indotte nel terreno dal passaggio delle colate possono essere misurate utilizzando sensori sismici.

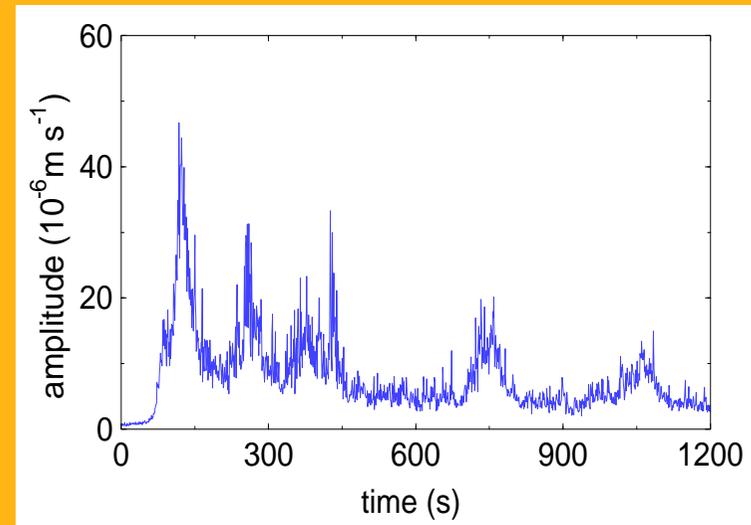
Possono essere utilizzati diversi tipi di sensori: geofoni, sismografi, accelerometri.

Il segnale in uscita da questi sensori è costituito da una tensione; nota una costante strumentale, è possibile determinare la velocità di vibrazione del terreno.

Una rappresentazione conveniente per l'elaborazione dei dati prevede il calcolo dell'ampiezza A :

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n |v_i|}{n}$$

dove v_i indica la velocità di oscillazione del terreno e n il numero di dati campionati in un secondo (ad es. 100).



Misura delle vibrazioni del terreno



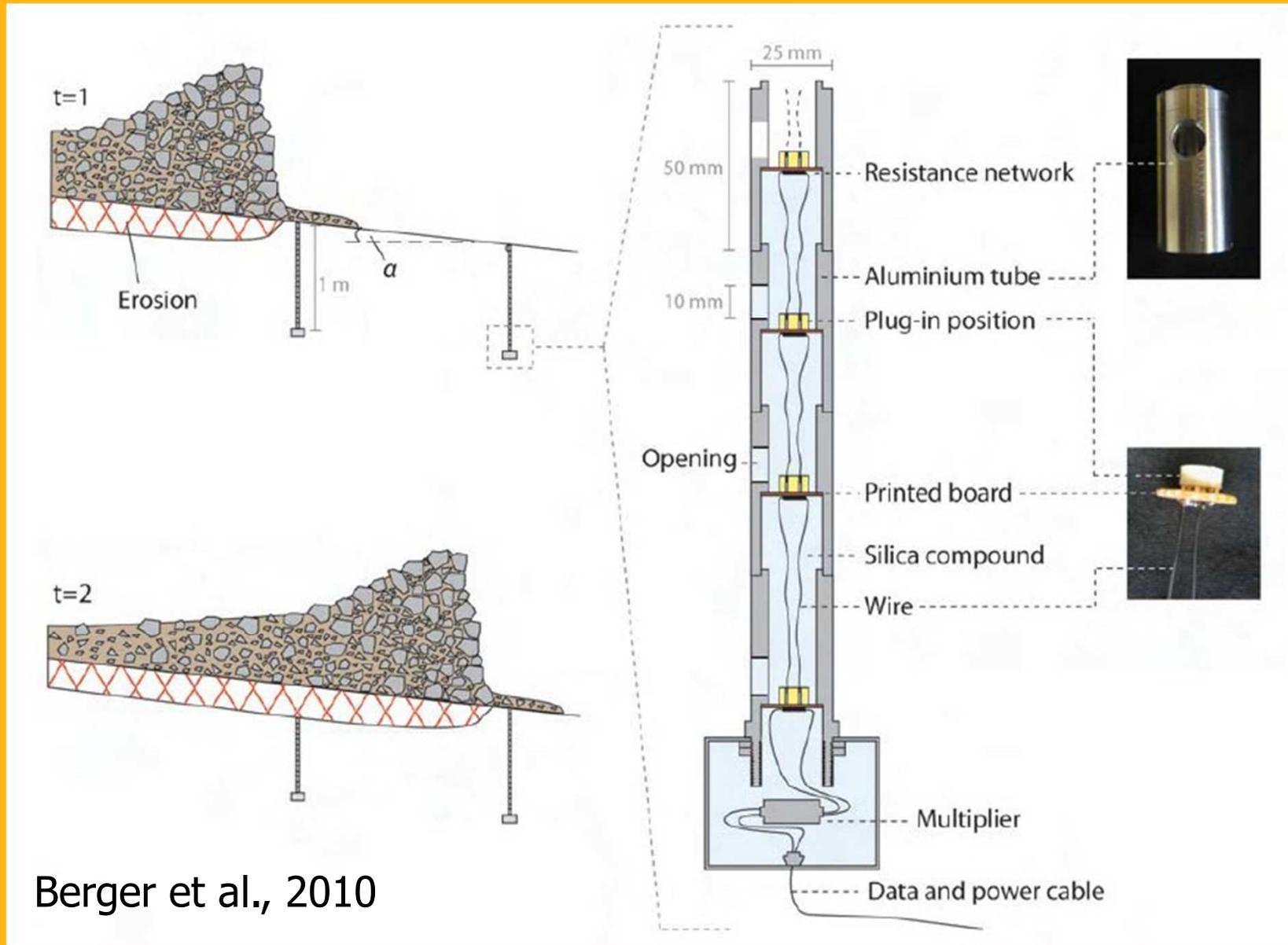
Sensori sismici - aspetti positivi: sensore non a contatto con la colata; installazione lungo le sponde del torrente (più semplice e sicura rispetto, ad esempio, ai sensori ad ultrasuoni).

Riprese video

- Interpretazione dei fenomeni: tipologia dei processi, successione delle diverse fasi della colata.
- Misura della velocità superficiale (sono state sviluppate diverse tecniche).
- Analisi delle variazioni della granulometria superficiale della massa fluente.
- Prospettive nell'impiego di telecamere con visione notturna.



Misura dell'erosione in alveo



Stazioni mobili per il monitoraggio e l'allerta



Taiwan – colate detritiche causate da tifoni

Alcune aree attrezzate

Fra le prime sistematiche esperienze di monitoraggio delle colate detritiche, si ricordano quelle condotte in Giappone, degna di nota è, in particolare, l'area attrezzata del Mt. Yakedake (Okuda et al., 1980; Suwa et al., 2000).

Cina: Jiangjia Gully. Frequenza delle colate molto elevata (anche 10÷20 eventi all'anno) (Zhang, 1990).

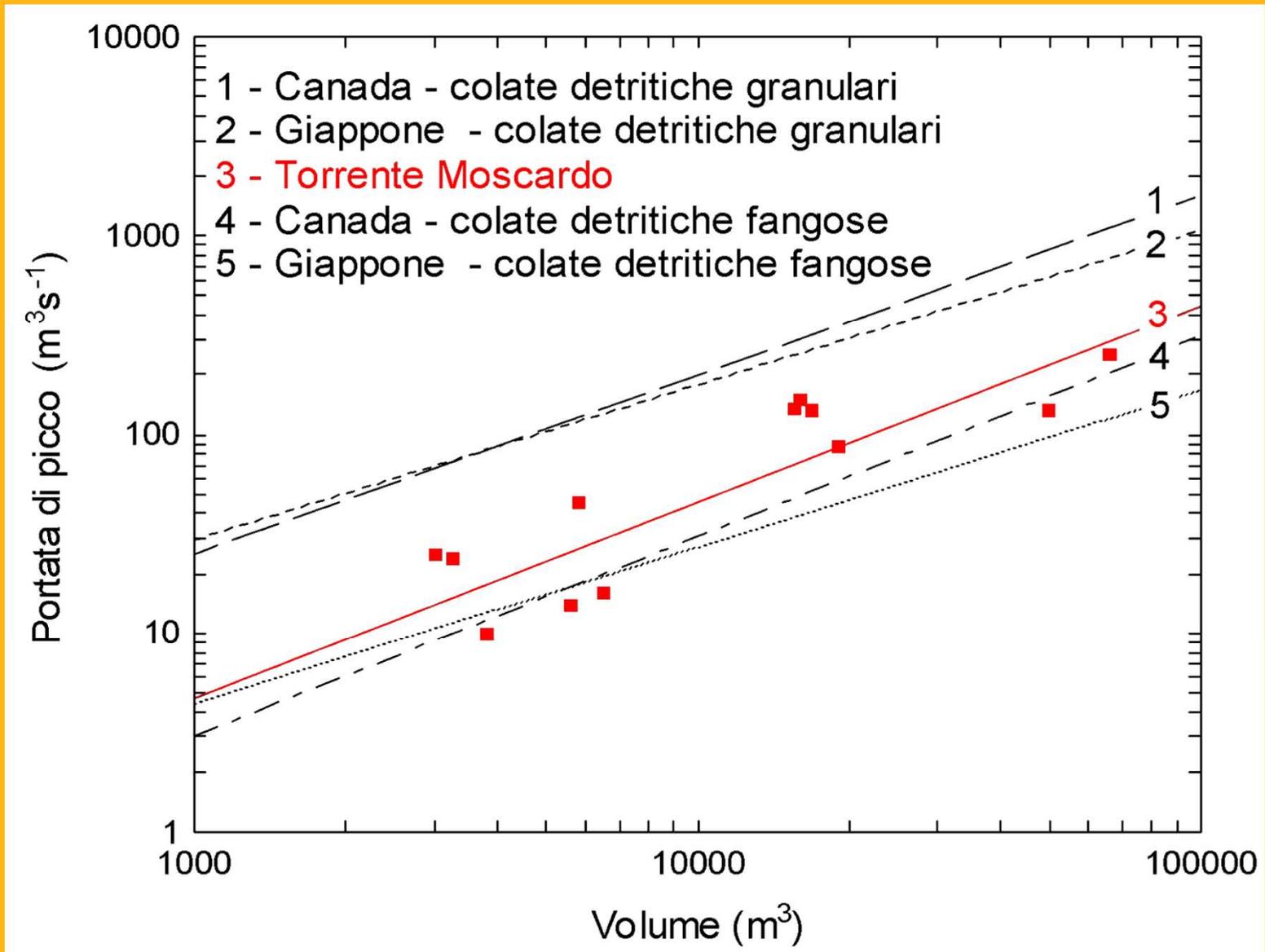
Taiwan: 17 aree attrezzate per il monitoraggio e l'allarme.

USA: un'importante campagna di monitoraggio è stata condotta fra il 1981 ed il 1983 sul Mt. St. Helens, in due siti di osservazione. (Pierson, 1986).

Relativamente limitate (fino a pochi anni fa) le attività di monitoraggio in siti appositamente attrezzati in Europa.

Una possibile ragione: la scarsità di siti in cui le colate detritiche si manifestano con elevata frequenza.

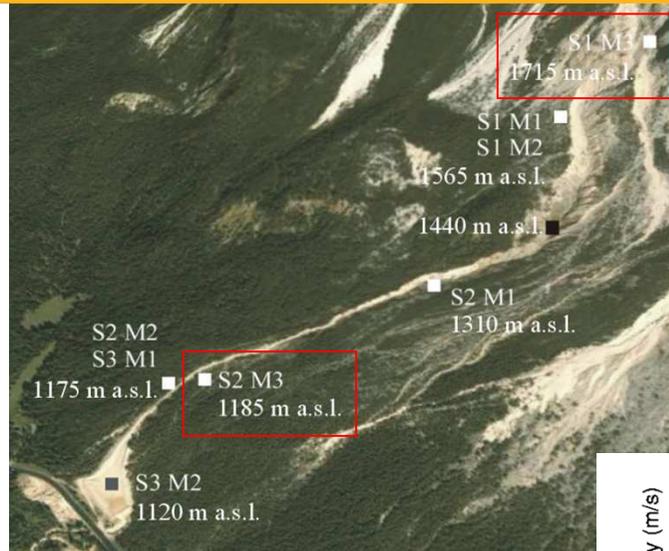
Torrente Moscardo (Friuli)



Acquabona (Dolomiti Bellunesi)



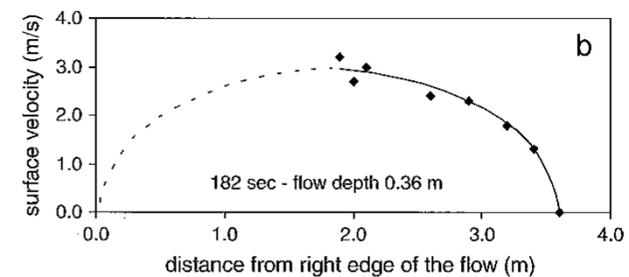
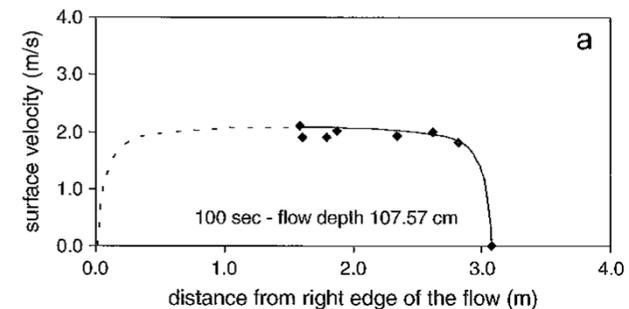
Area del bacino in roccia a monte (km²): 0.27



Stazione meteo a monte



Stazione di valle: pluviografo, sensore di livello a ultrasuoni, geofoni, telecamera

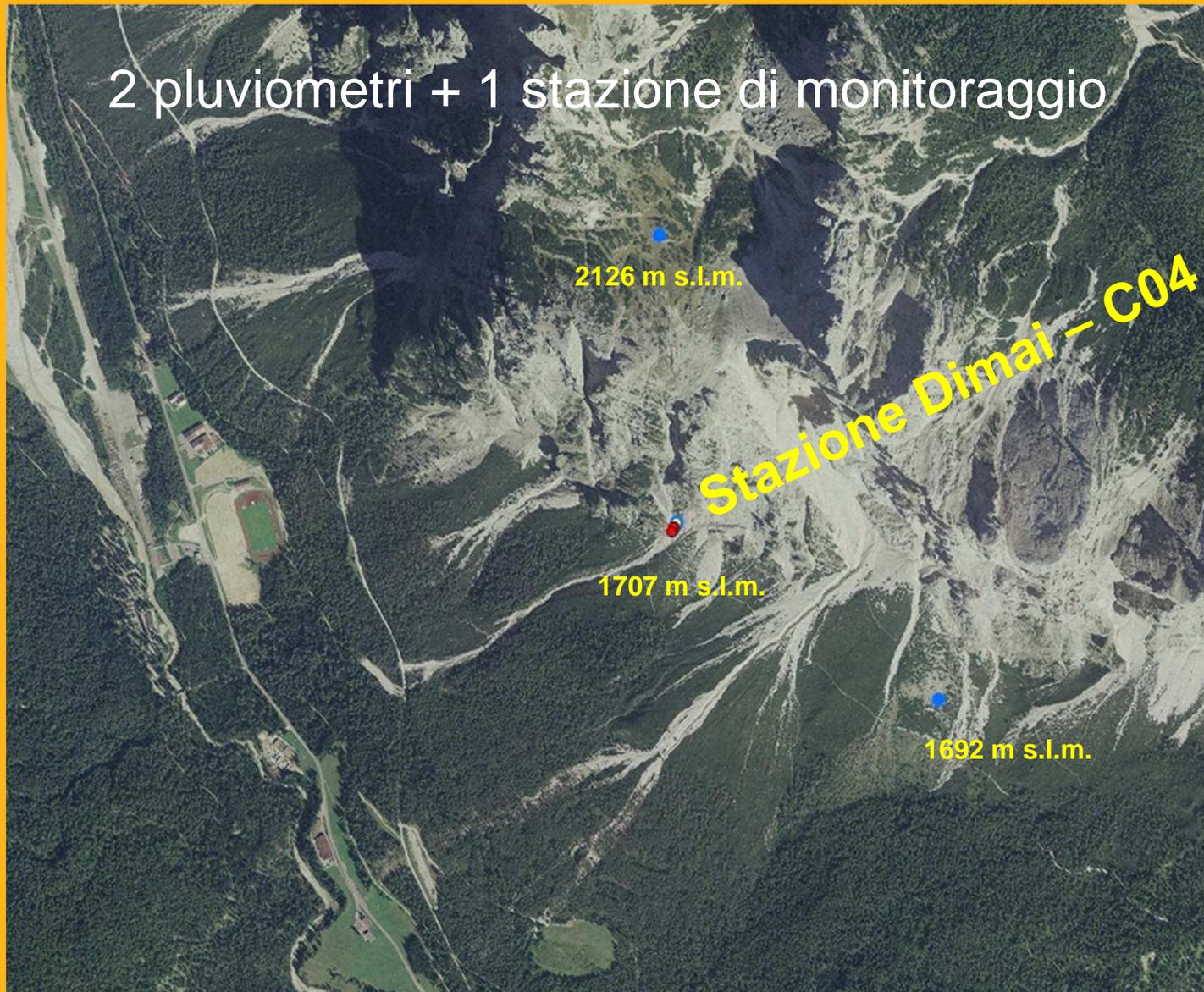


Variazioni della velocità superficiale attraverso una sezione (elaborazione immagini video)

Fiames (Dolomiti)



2 pluviometri + 1 stazione di monitoraggio



C. Gregoretti, M. Degetto, M. Berti, A. Simoni

Rio Chiesa (Dolomiti Bellunesi)



Stazione di monte: 3 pluviografi , uno dei quali con teletrasmissione in tempo reale.

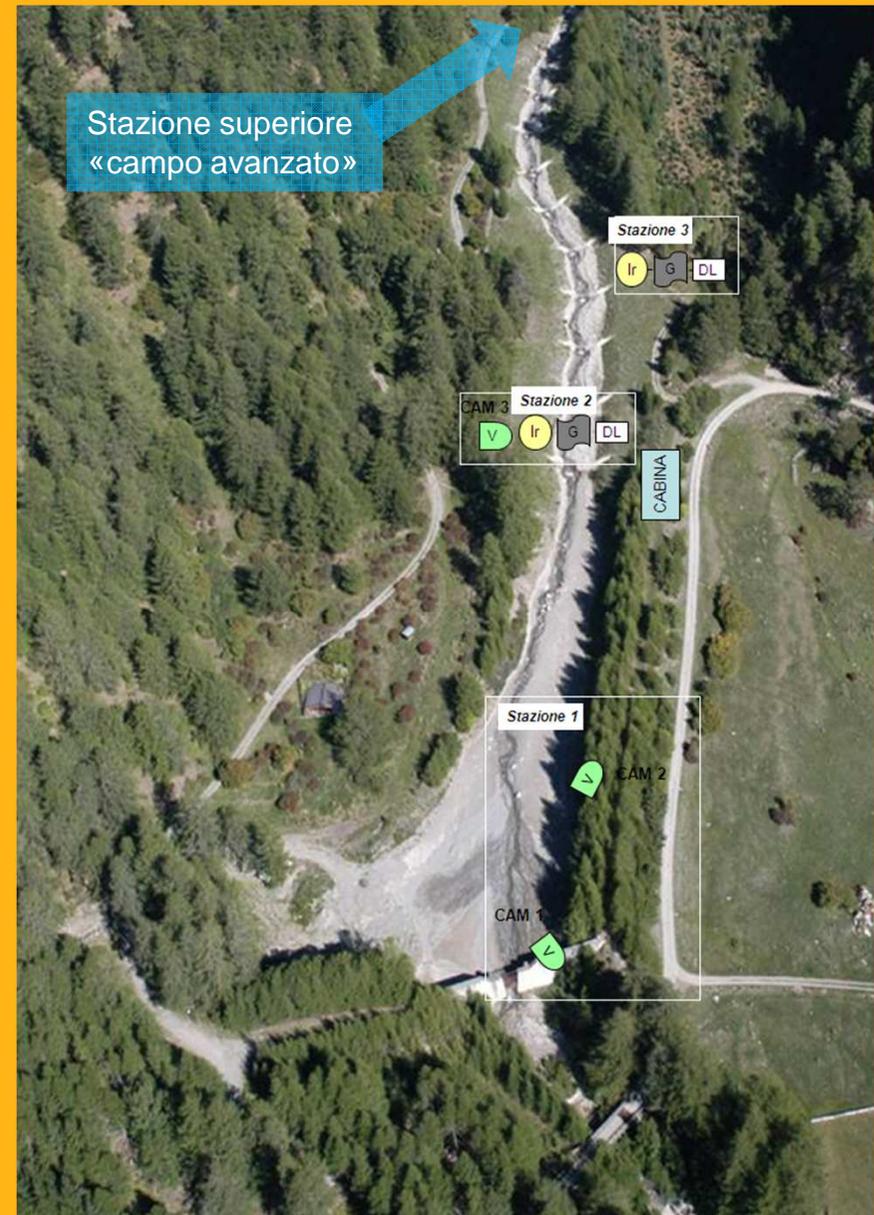
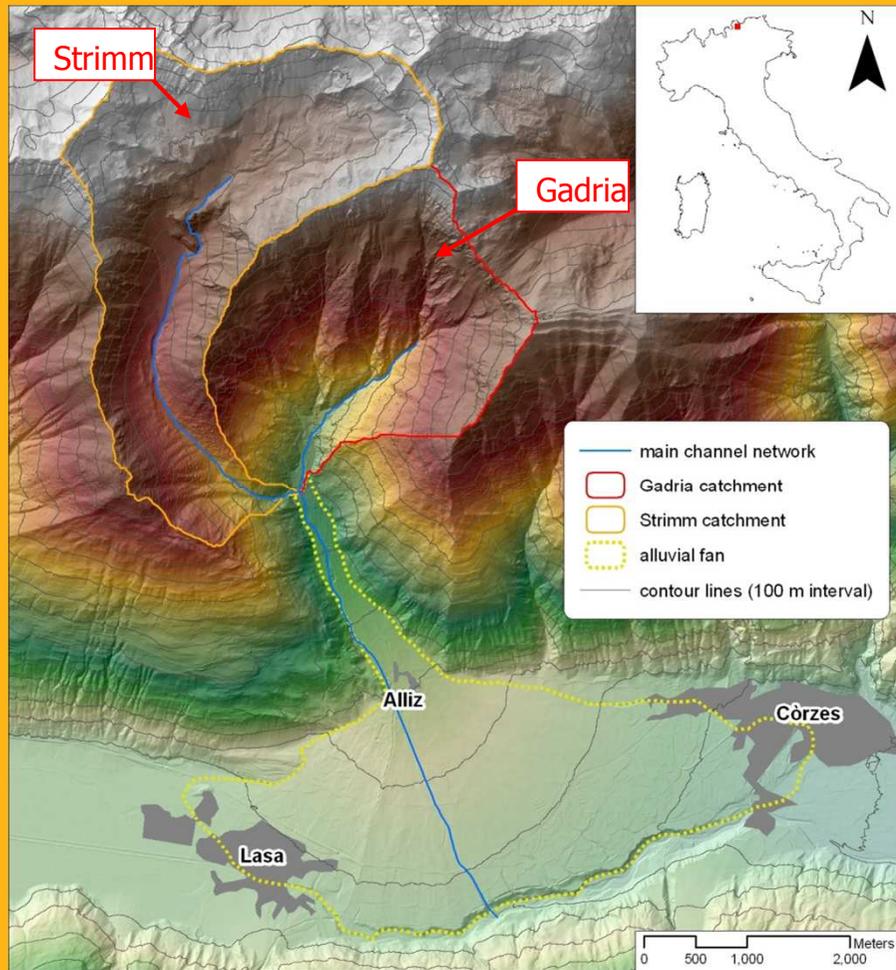
Stazione di valle:

lungo il canale di transito della colata detritica in prossimità di una briglia filtrante

- 1 telecamera termica;
- 4 sensori ad ultrasuoni (ecometri);
- 2 cavi a strappo;
- centralina di acquisizione, gestione e trasmissione dati;
- pannelli fotovoltaici per alimentazione, batterie tampone.



Torrente Gadria (Bolzano)

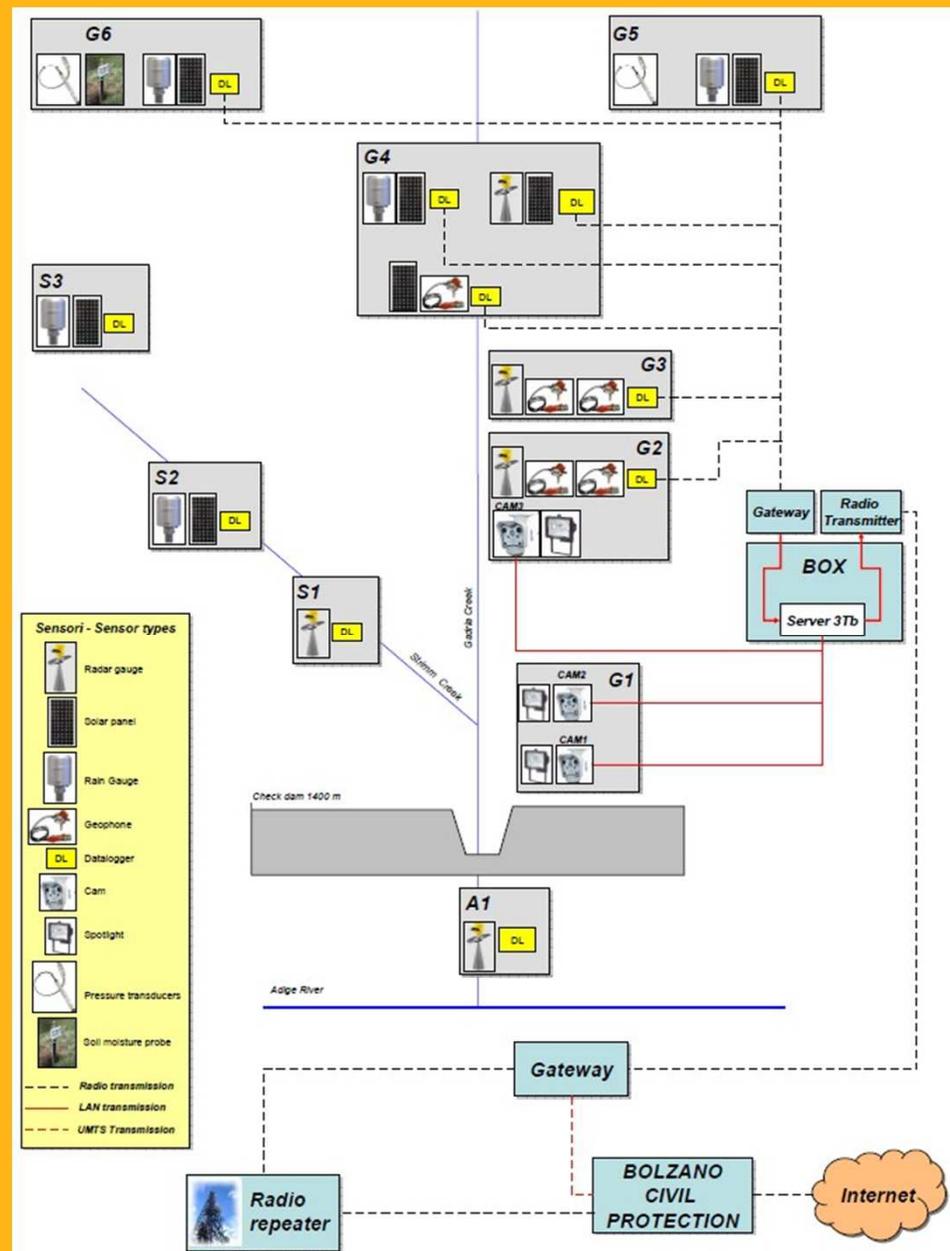
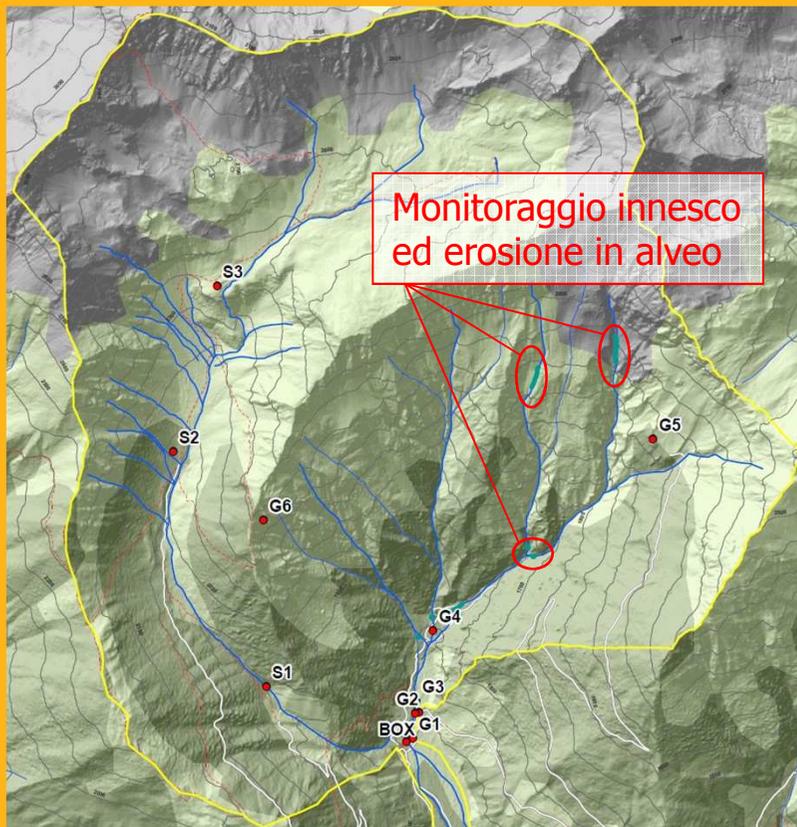


Gadria: 6.36 km²

Strimm: 8.50 km²

Torrente Gadria (Bolzano)

Schema generale della strumentazione



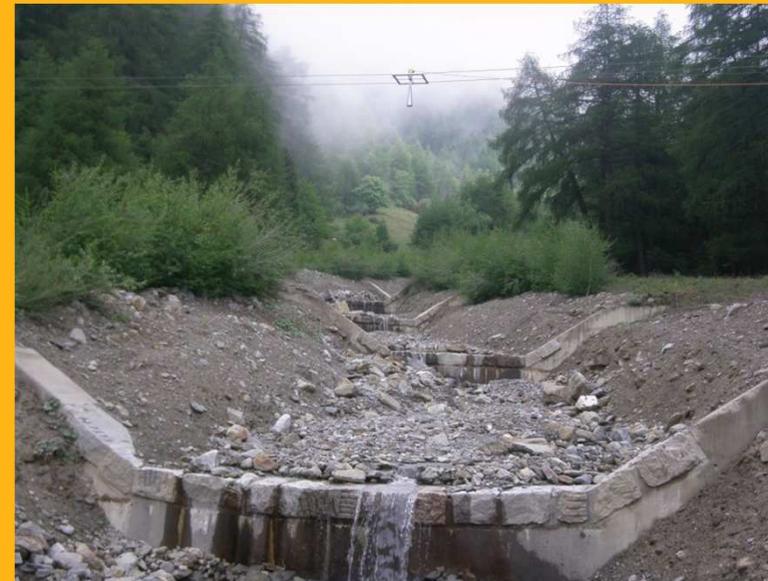
Torrente Gadria (Bolzano)



Telecamere: riprese su canale e piazza di deposito



Sensori radar per la misura della profondità di flusso



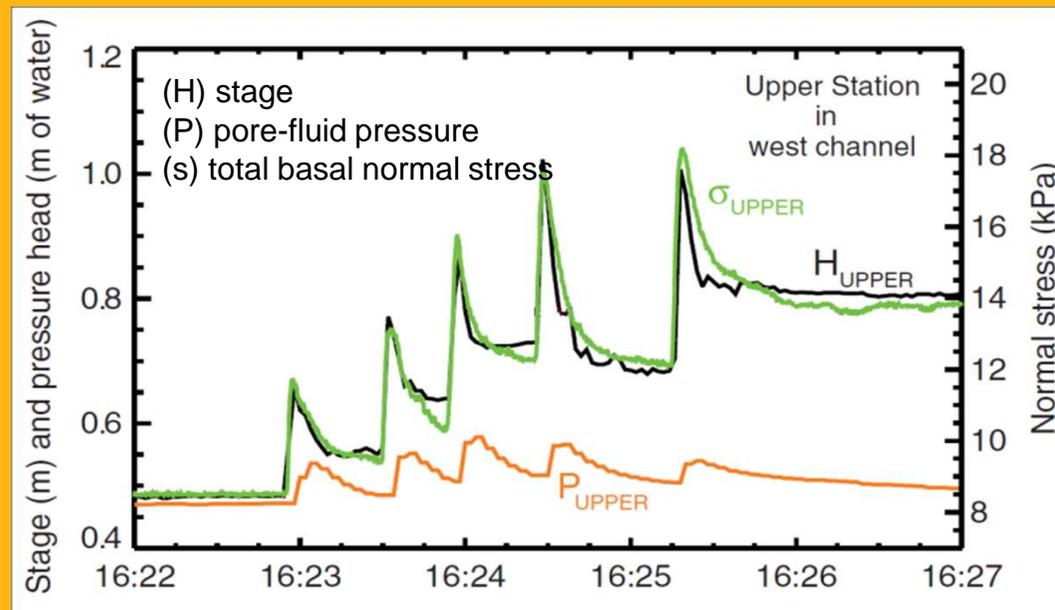
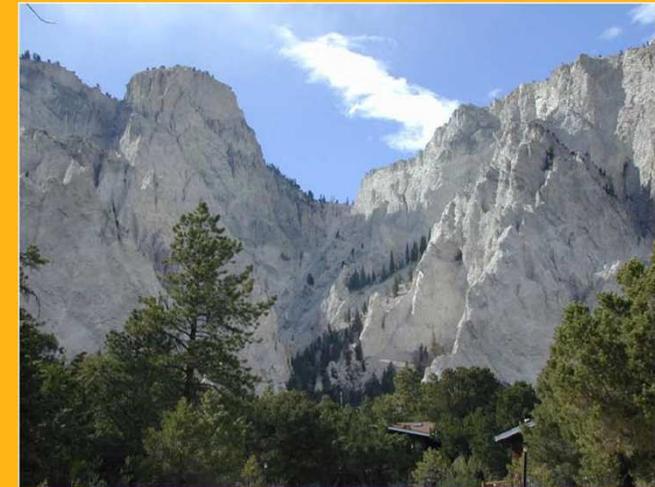
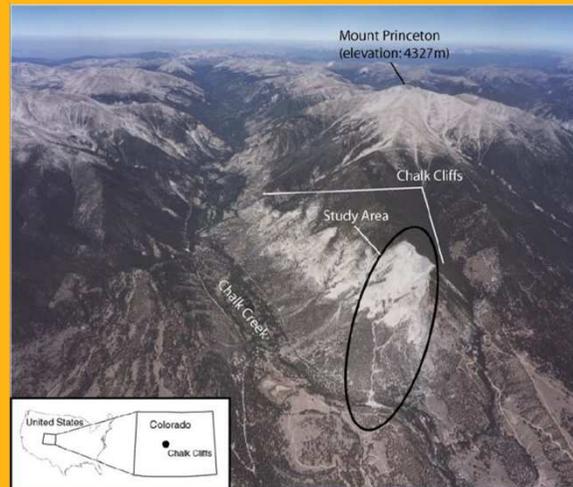
Chalk Cliffs (Colorado - USA)

Area bacino: 0.3 km²

4 pluviografi

2 sezioni attrezzate:

- Telecamera
- Sensore a ultrasuoni
- Cella di carico
- Trasduttore di pressione



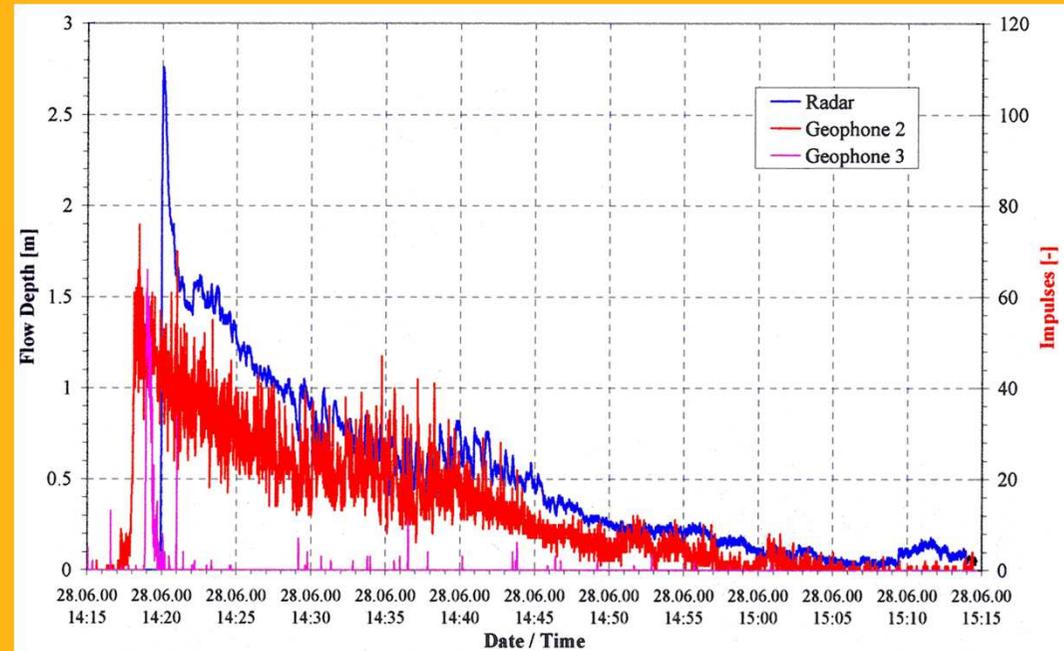
Mc Coy et al. (2010)

Illgraben Torrent (CH)



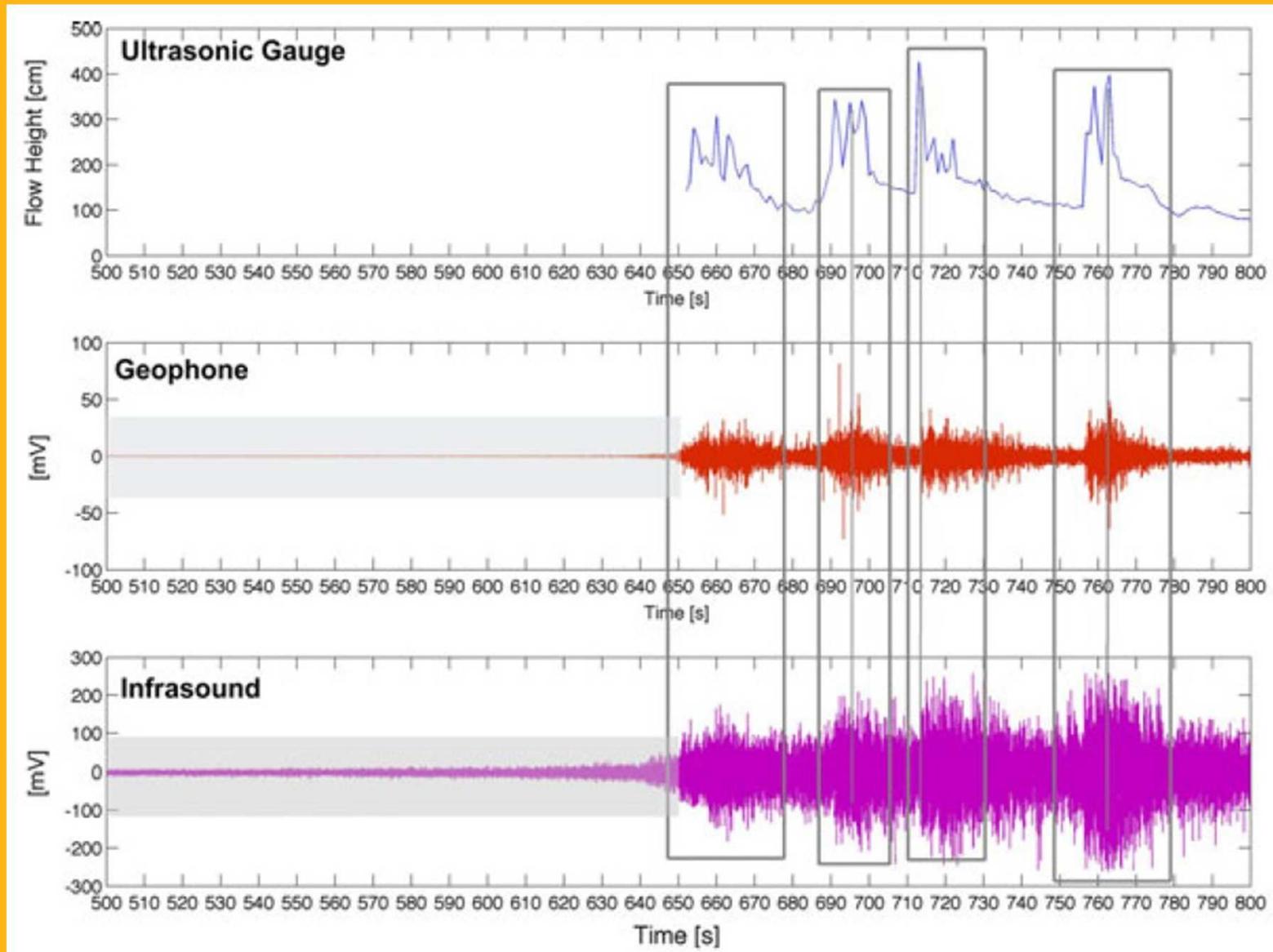
Strumentazione:

- Pluviografi
- Geofoni
- Sensori radar (misura profondità di flusso)
- Telecamere
- Celle di carico (misura delle pressioni)
- Trasduttori di pressione
- Sensori per la misura dell'erosione in alveo



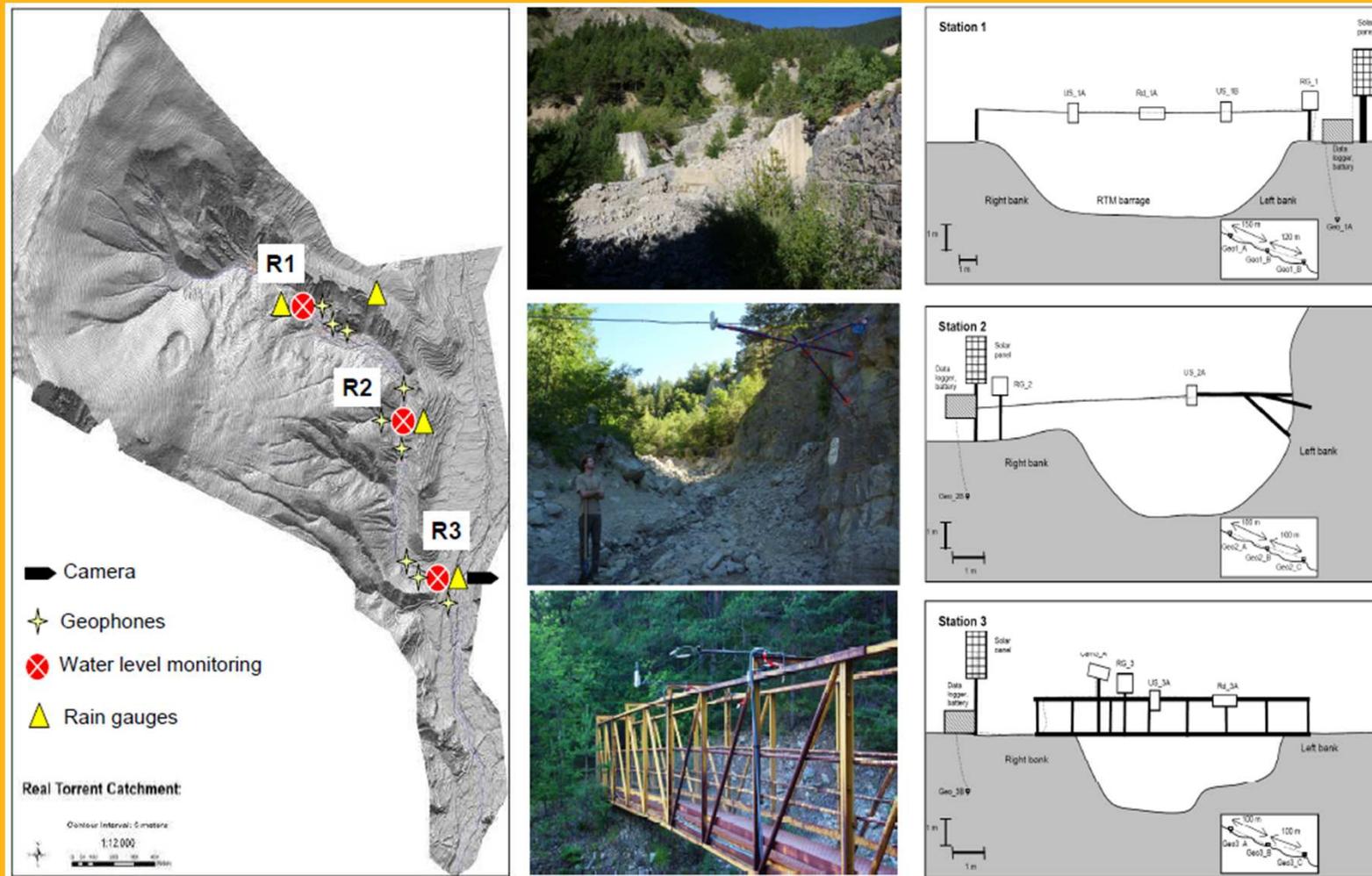
Recorded Signals of the June 28th 2000 debris flow

Lattenbach (Austria)



Alpi Francesi

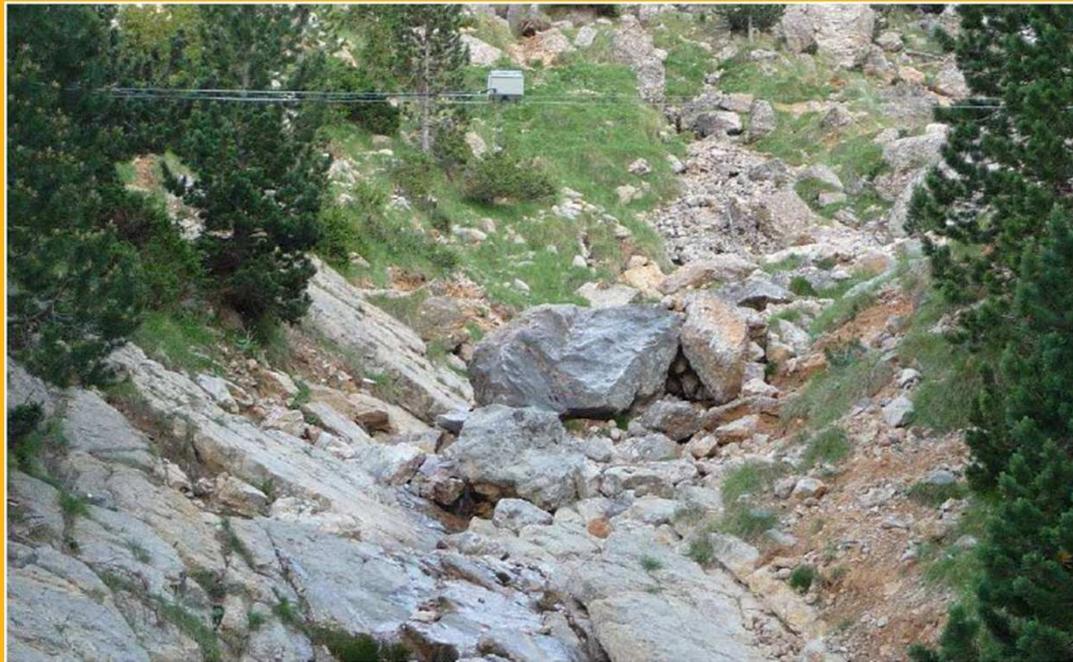
Monitoraggio di piene improvvise (*flash flood*) e colate detritiche in 5 bacini (2.3 – 48.7 km²)



Pirenei Catalani

<http://www2.etcg.upc.es/prj/debriscatch/>

Tre piccoli bacini (0.37 – 0.80 km²)



Ensija

Sensore a ultrasuoni per la misura del livello



Erill La Vall

Instrumentation by GEOBRUGG

Celle di carico per la misura delle pressioni sui cavi orizzontali di una briglia in reti di acciaio

Un'attività riservata alle istituzioni di ricerca?

Il monitoraggio delle colate detritiche può essere svolto con successo anche da enti coinvolti nella gestione dei bacini montani.

Finalità:

- ampliamento della base di dati sperimentali (profondità di flusso, velocità, portate, volumi);
- premessa per la realizzazione di sistemi di allarme.

Uno schema tipo per un sistema di monitoraggio semplice e basato su dispositivi di comprovata validità:

- pluviografo/i nei pressi della zona di innesco;
- due o più sensori per la misura dei livelli;
- telecamere per effettuare riprese dei tratti d'alveo oggetto di monitoraggio.

Conclusioni

8-07-96
9:19:21

3H

- I bacini attrezzati per il monitoraggio delle colate detritiche contribuiscono alla conoscenza di questi processi fornendo dati altrimenti non ottenibili;
- La prosecuzione nel tempo delle osservazioni aumenta il valore dei dati rilevati;
- La sinergia di istituzioni preposte alla gestione dei bacini idrografici con enti di ricerca ed università apre prospettive particolarmente promettenti per la prosecuzione e l'ampliamento delle attività di monitoraggio.



Lorenzo Marchi
(CNR IRPI Padova)



Workshop PERICOLOSITÀ IDRAULICA NEL TERRITORIO
MONTANO ITALIANO ED APPLICAZIONE
DELLA DIRETTIVA EUROPEA "ALLUVIONI"

Bolzano, 9-10 giugno 2011

3H

Vi ringrazio per la vostra attenzione



**Lorenzo Marchi
(CNR IRPI Padova)**

