



# Processi erosivi ed evoluzione dei corsi d'acqua nel contesto dei cambiamenti climatici

Prad am Stilfser Joch - Prato allo Stelvio  
19.06.2015

Francesco Comiti  
Facoltà di Scienze e Tecnologie  
Libera Università di Bolzano



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Ripartizione 30 - Opere idrauliche





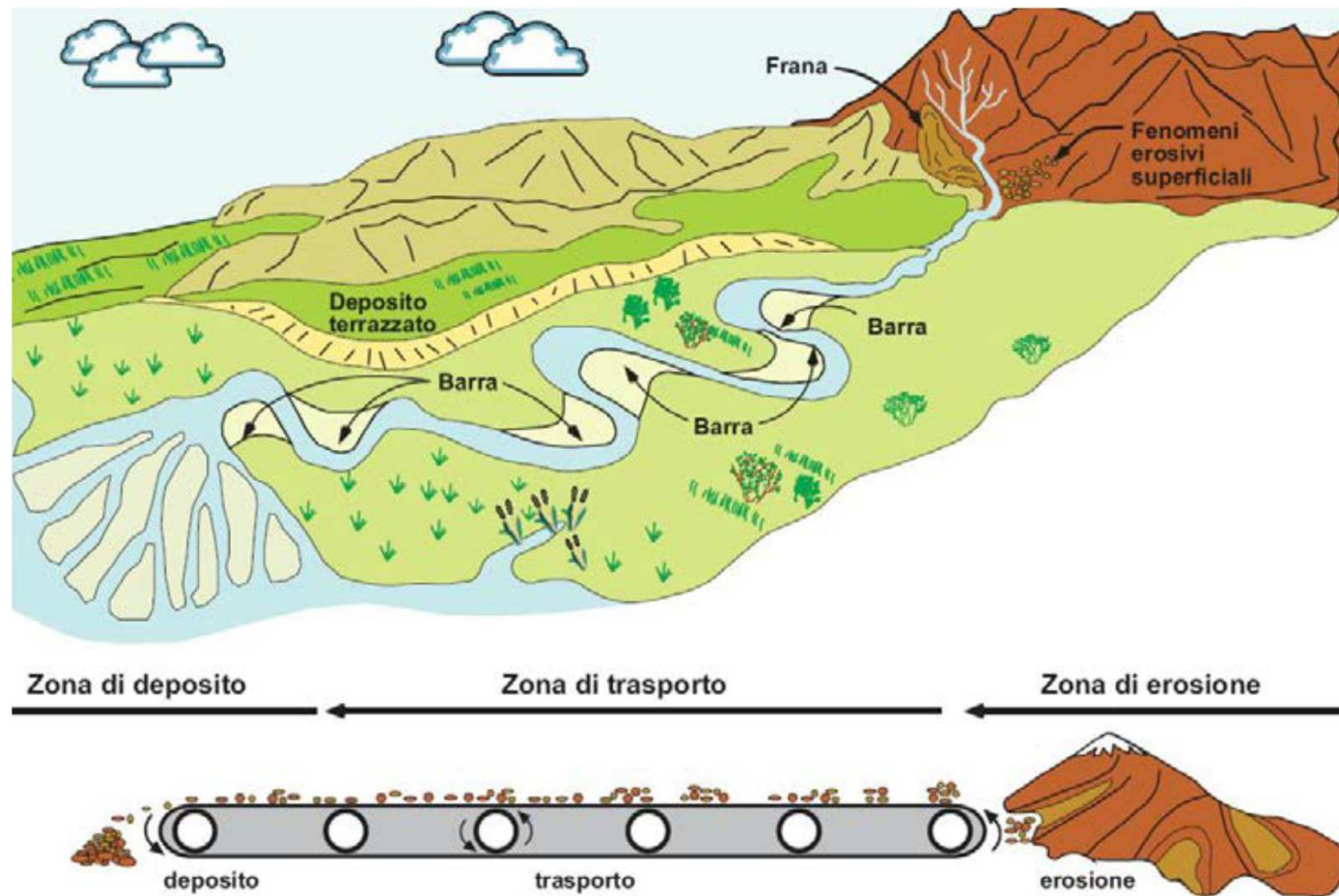
# Sommario

- Il trasferimento dei sedimenti a scala di bacino
- Il trasporto solido nei torrenti alpini
- Equilibrio e variazioni dei corsi d'acqua
- Quali le variazioni future ?
- Conclusioni





# Il trasferimento dei sedimenti a scala di bacino



Rinaldi et al (2014)



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

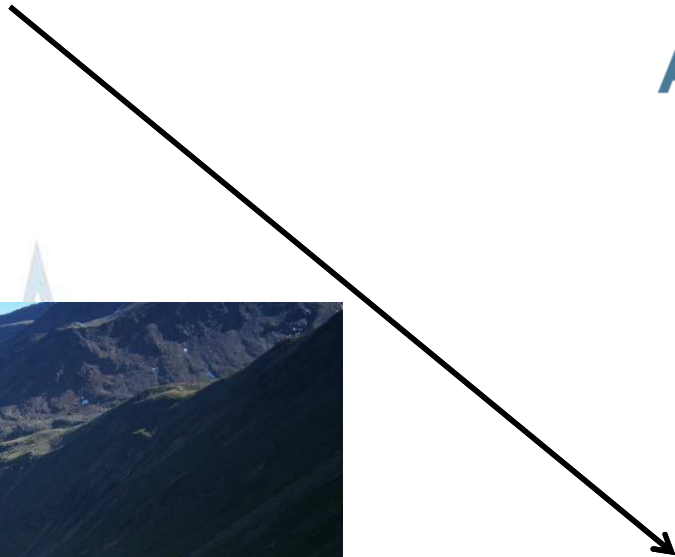
Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Ripartizione 30 - Opere idrauliche





AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



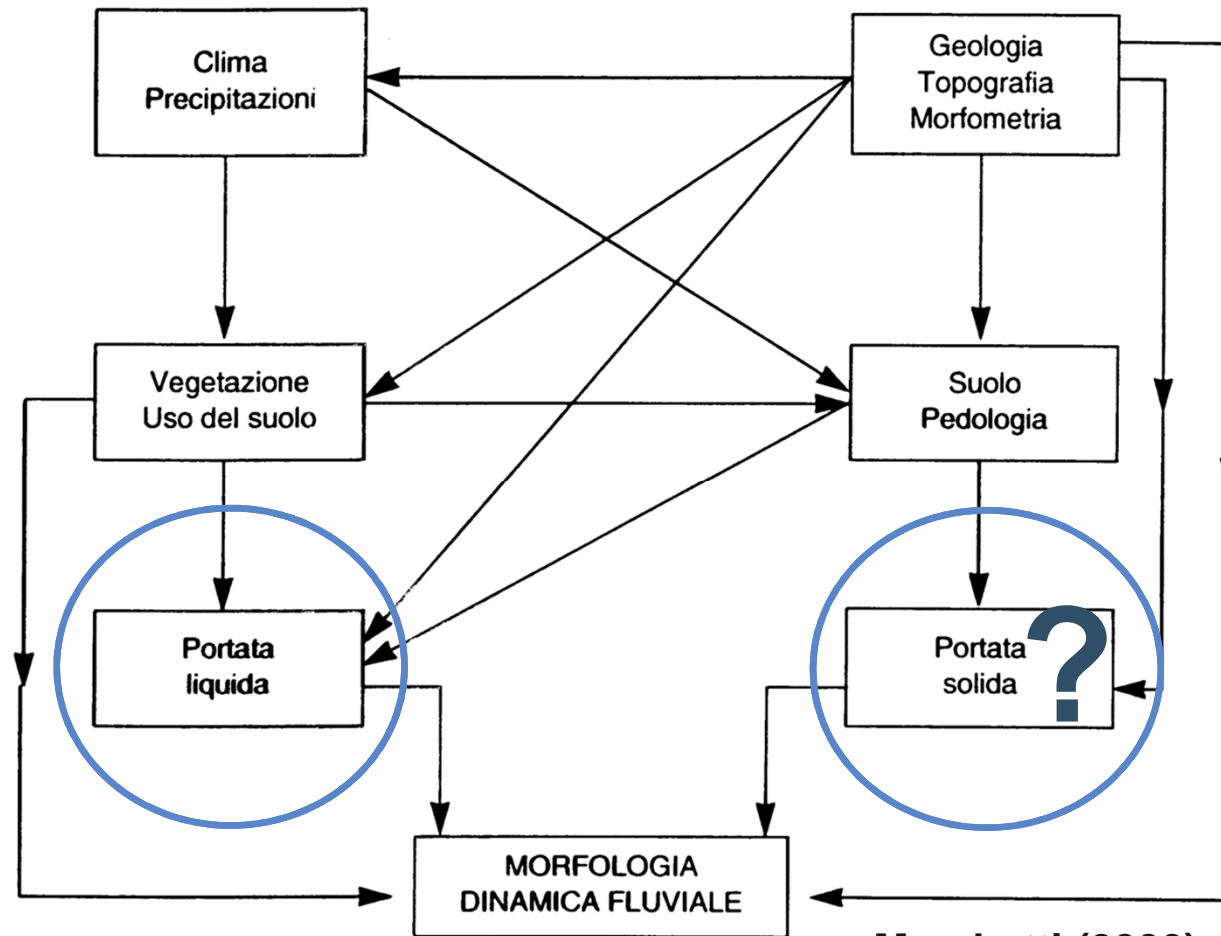
PROVINCIA AUTONOMA DI BOZÈ

Ripartizione 30 - Opere idriche



# Il trasferimento dei sedimenti a scala di bacino

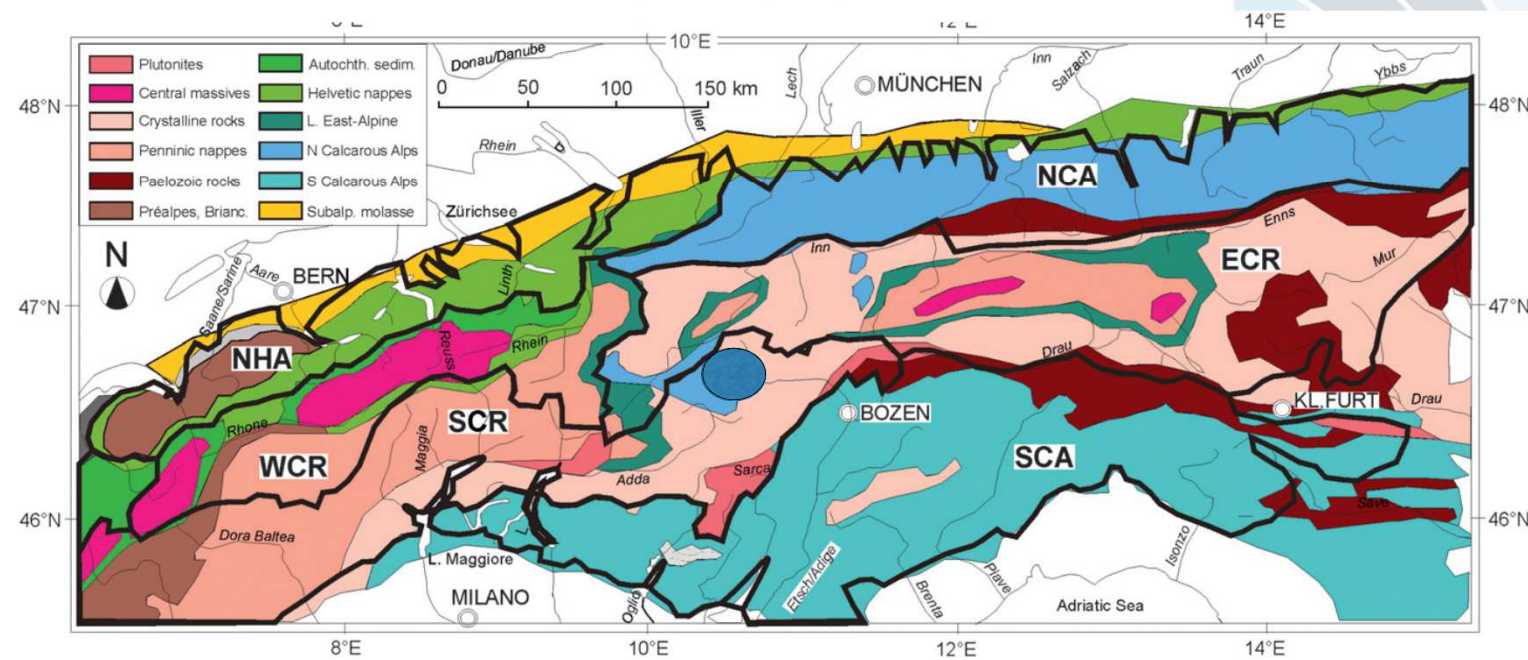
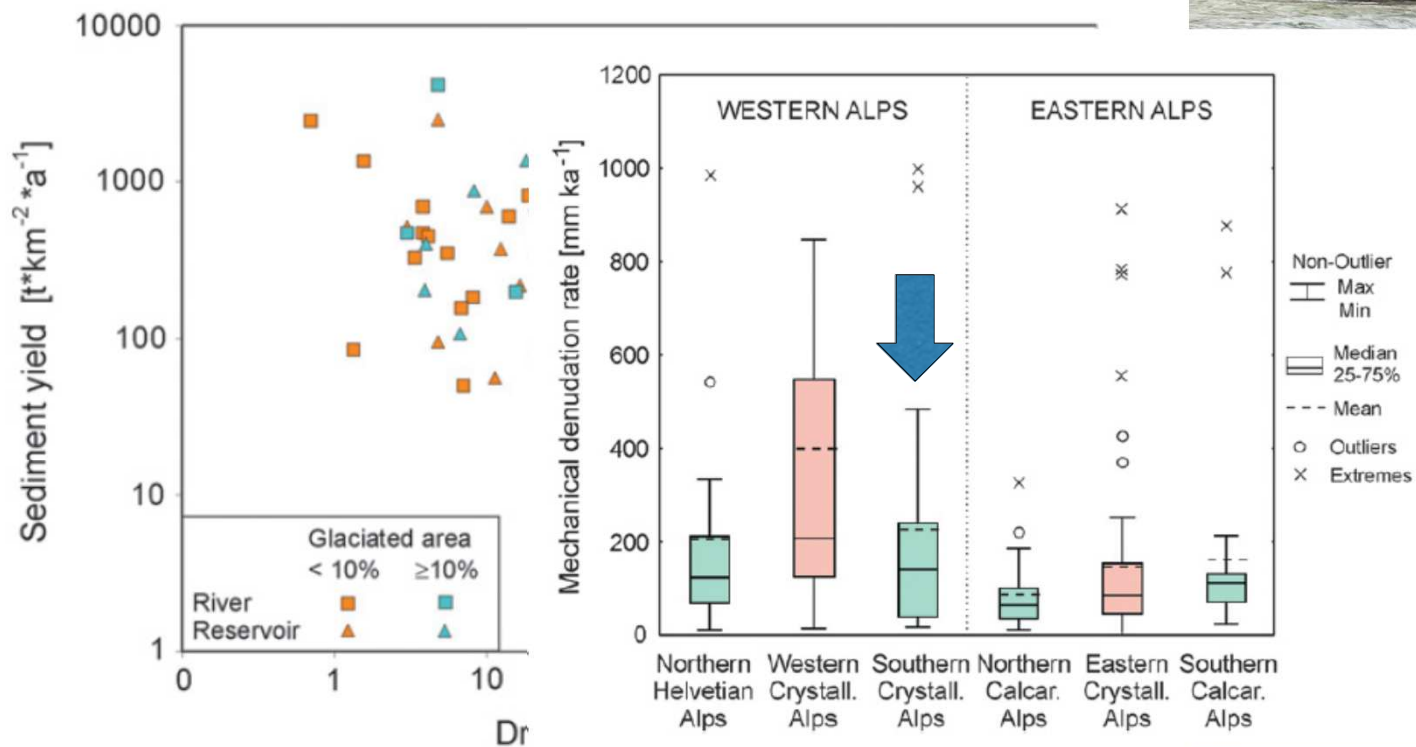
Fattore di controllo sulla dinamica fluviale



Marchetti (2000)



# Hinderer et al (2013)

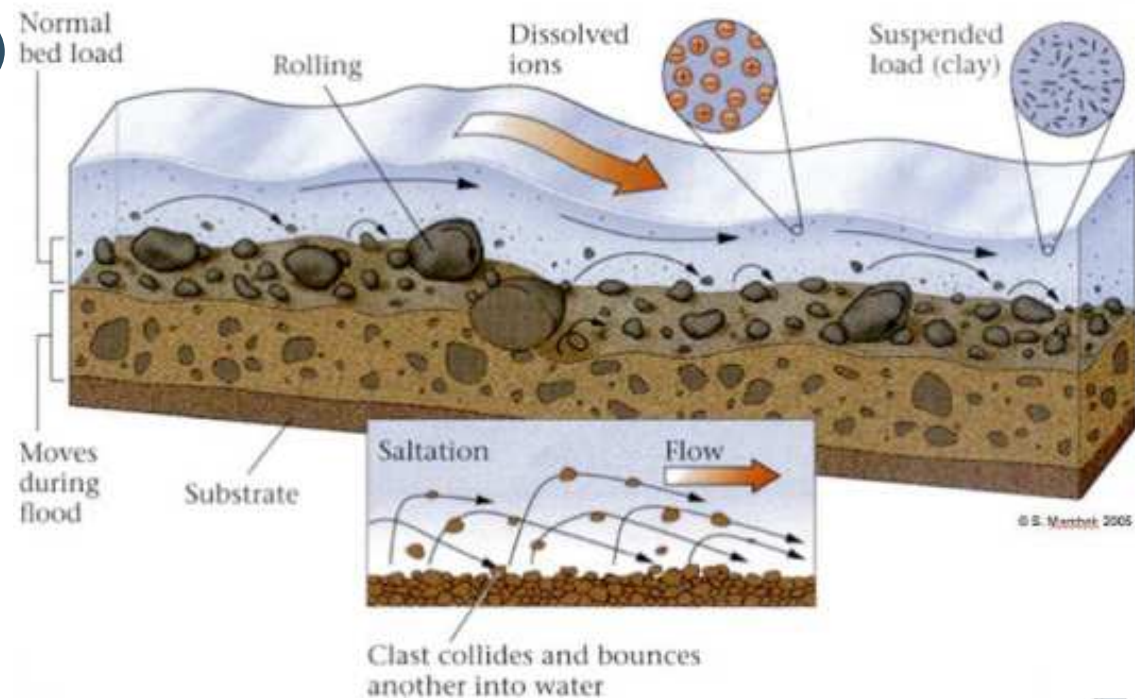




## Il trasporto solido nei torrenti alpini

- trasporto al fondo (massi, ciottoli, ghiaia, sabbia)
- trasporto in sospensione (sabbia, limi, argille)
- trasporto in soluzione (ioni)
- trasporto in fluitazione (legno)

**Come studiare il T.S. ?  
Monitoraggio !**

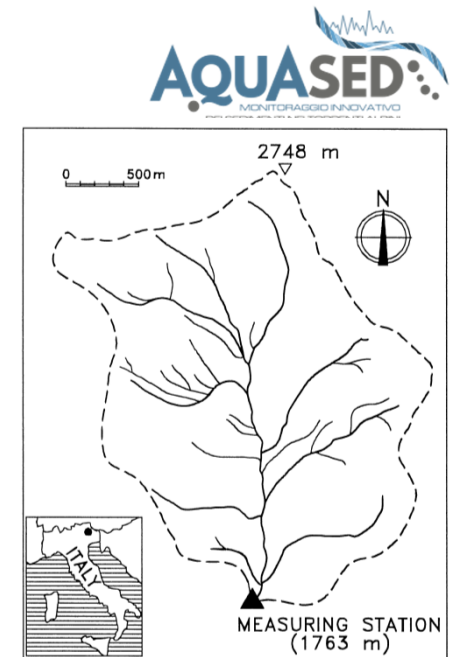




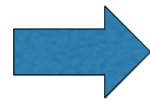
## Il trasporto solido nei torrenti alpini

Rio Cordon (area bacino 5 km<sup>2</sup>, Belluno)

- ARPA Veneto (con Dip. TESAF, Univ. Padova)
- Regime nivo-pluviale



Dal 1986 al 2014



78% del trasporto totale (~100 t/km<sup>2</sup>/a) è avvenuto in sospensione (SEDALP WP5 report)



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

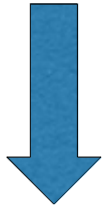
Ripartizione 30 - Opere idrauliche



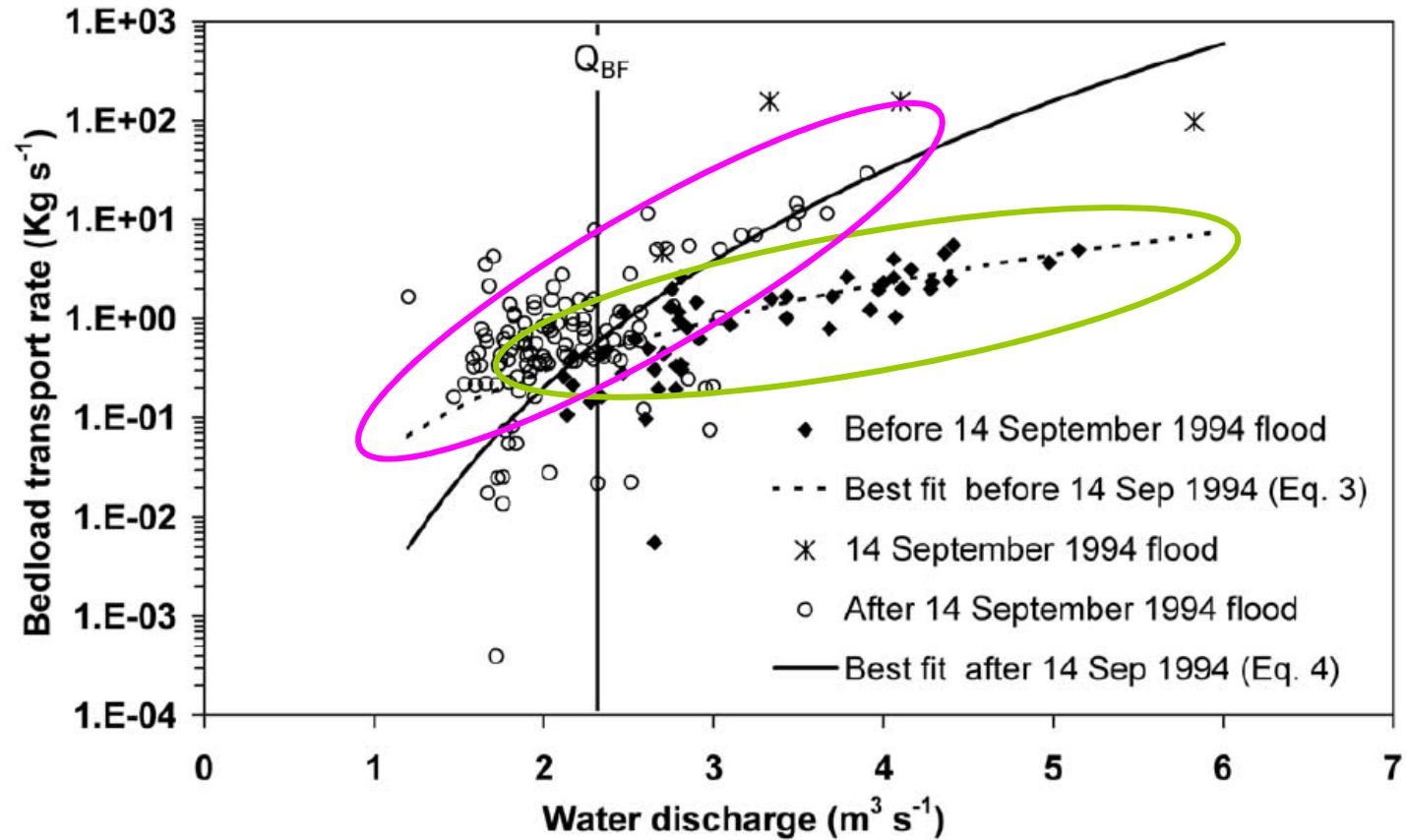




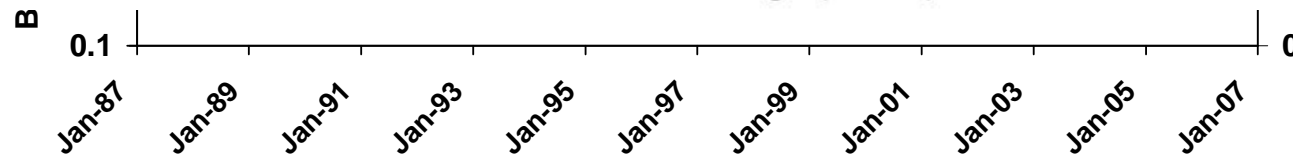
No unica relazione  $Q-Q_s$



Ruolo chiave  
alimentazione  
solida !!



Lenzi et al (2004)

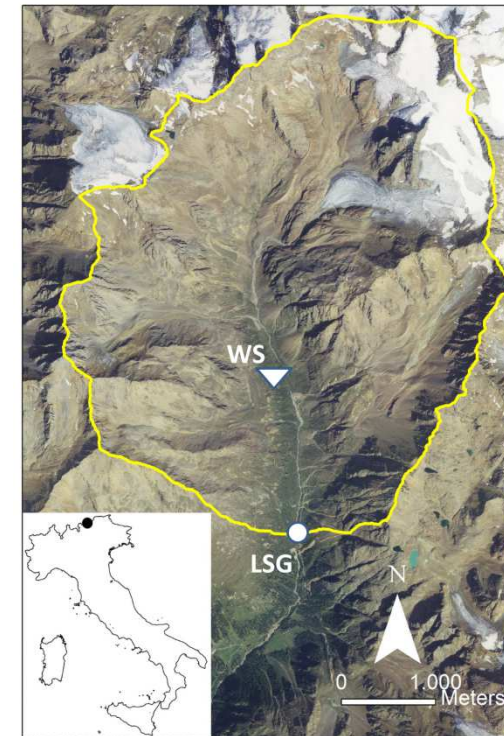




# Il trasporto solido nei torrenti alpini

Saldurbach/Saldura (area bacino 18 km<sup>2</sup>, Val di Mazia, Bolzano)

- Libera Università di Bolzano
- Regime nivo-glaciale

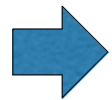
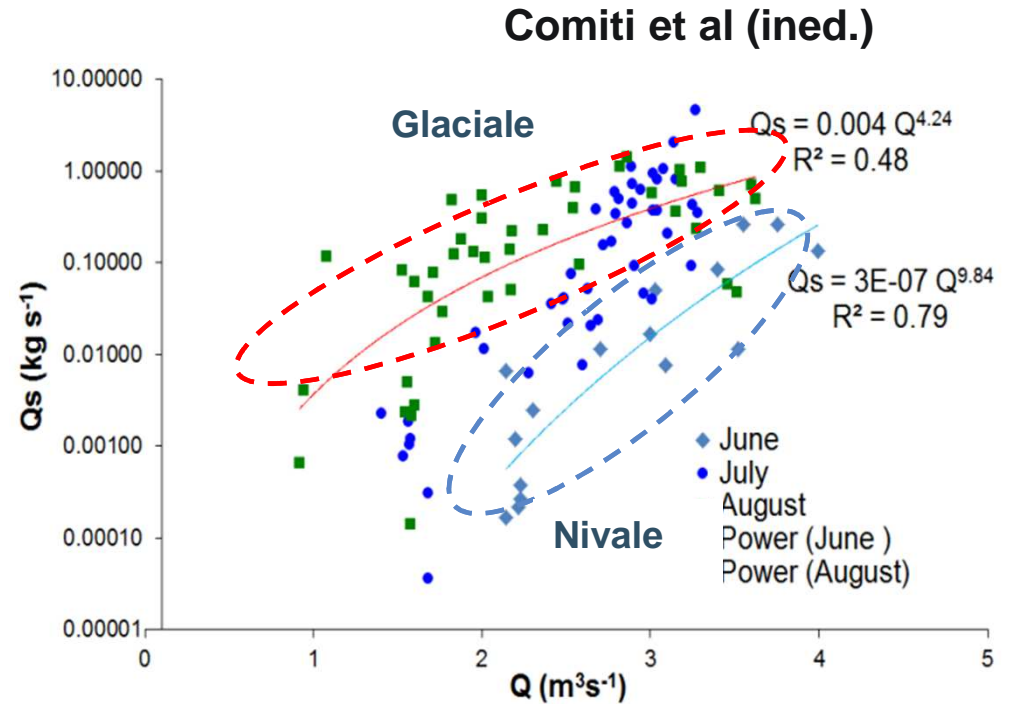
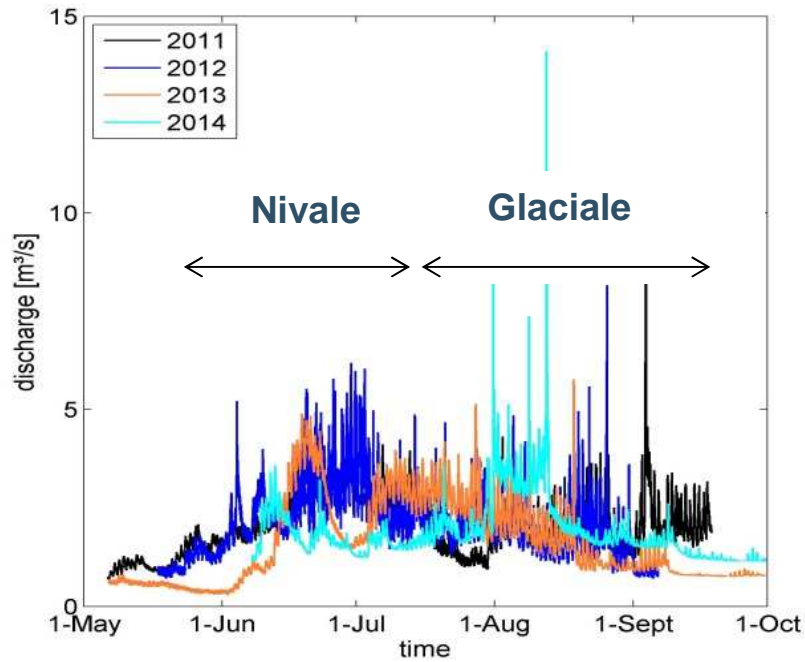


In 2012 → { ~ 80% del trasporto totale (~650 t/km<sup>2</sup>/a) in sospensione.  
~ 85% trasporto totale associato allo scioglimento glaciale





# Saldurbach/Saldura



La portata solida al fondo aumenta tra giugno a settembre, a parità di portata liquida !



Maggior alimentazione solida



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

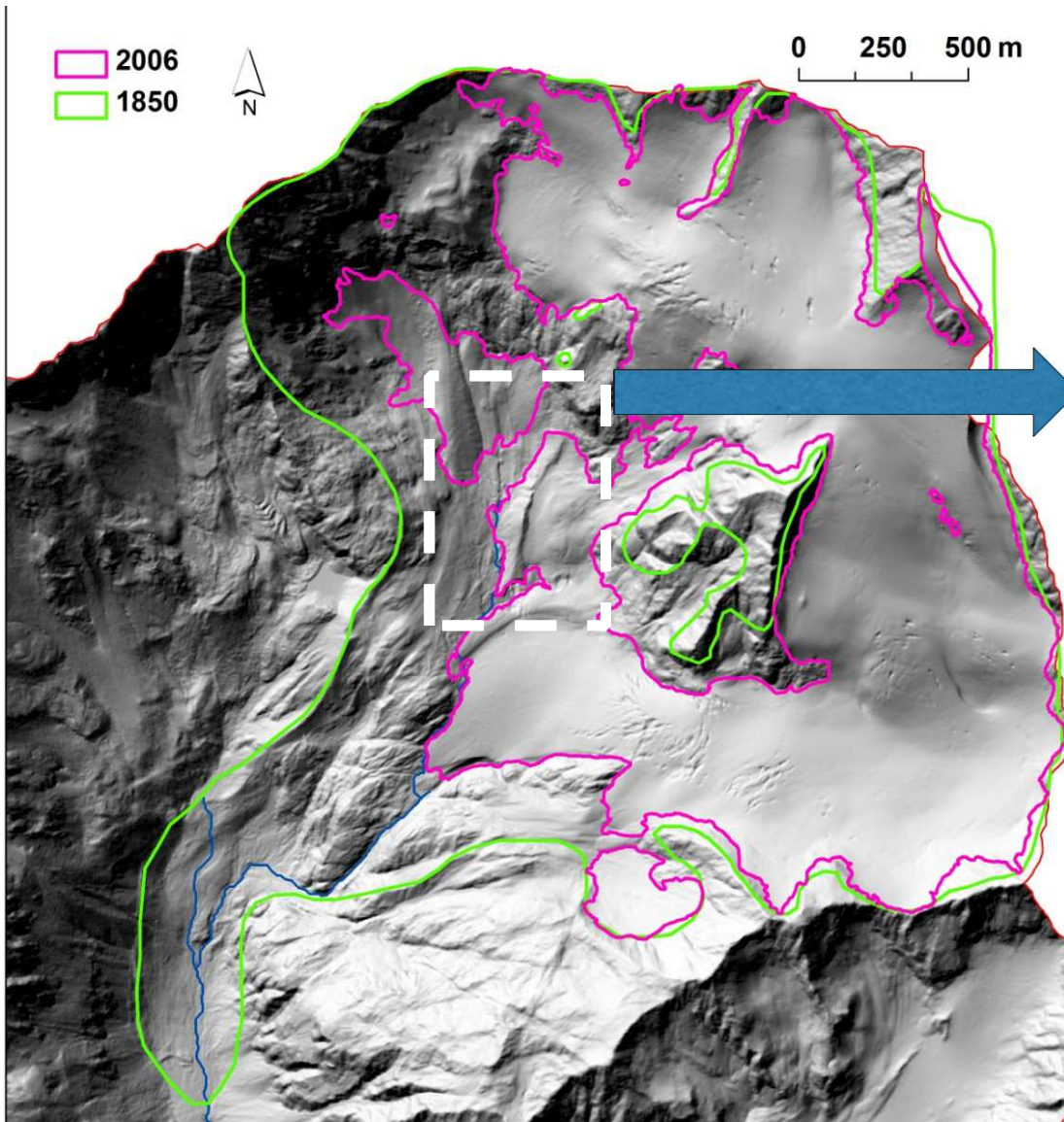
Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Ripartizione 30 - Opere idrauliche





Giugno/inizio Luglio



Agosto/Settembre



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Ripartizione 30 - Opere idrauliche





**AQUASED**  
 MONITORAGGIO INNOVATIVO  
 DEI SEDIMENTI NEI TORRENTI ALPINI



COMUNE DI BOLZANO - ALTO ADIGE



Abteilung 30 - Wasserschutzbauten

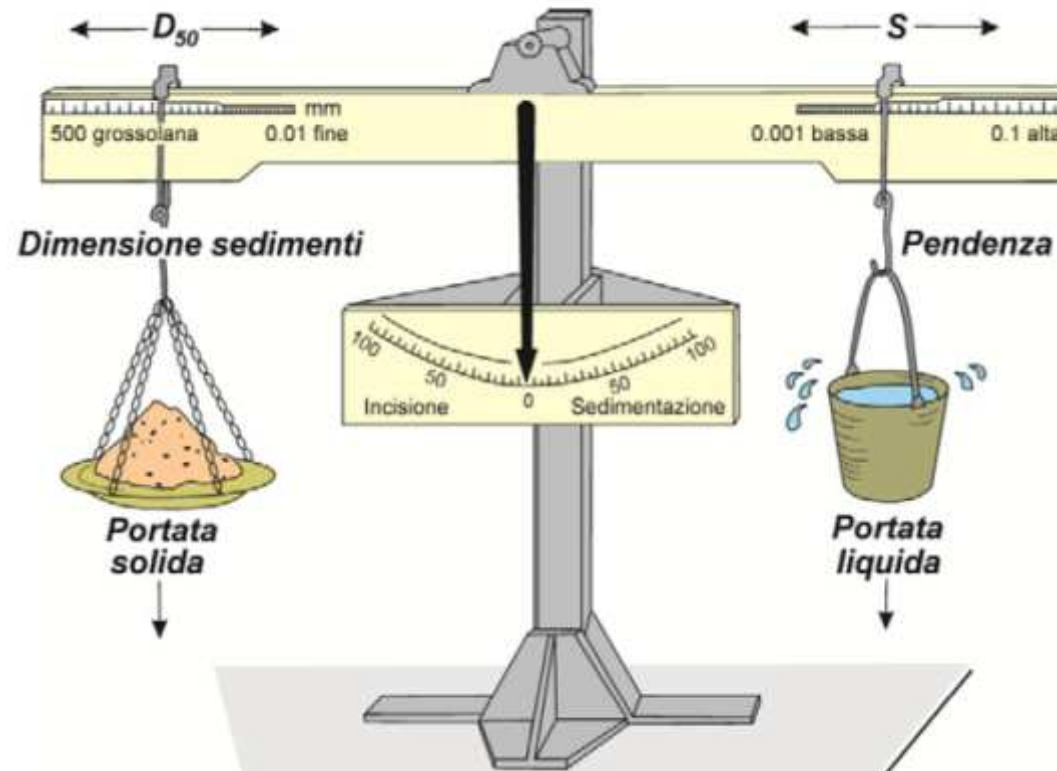


Ripartizione 30 - Opere idrauliche





# Equilibrio e variazioni dei corsi d'acqua



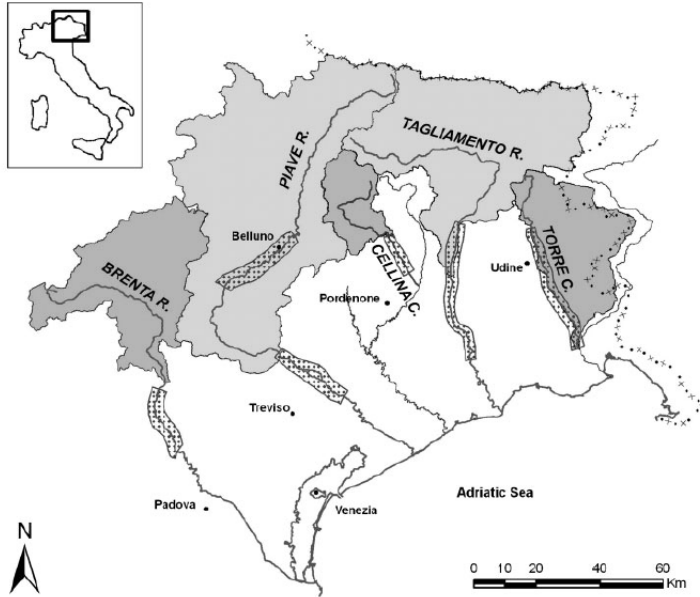
Lane (1955)

- Se aumenta portata solida → Sedimentazione, allargamento
- Se diminuisce portata solida → Incisione, restringimento



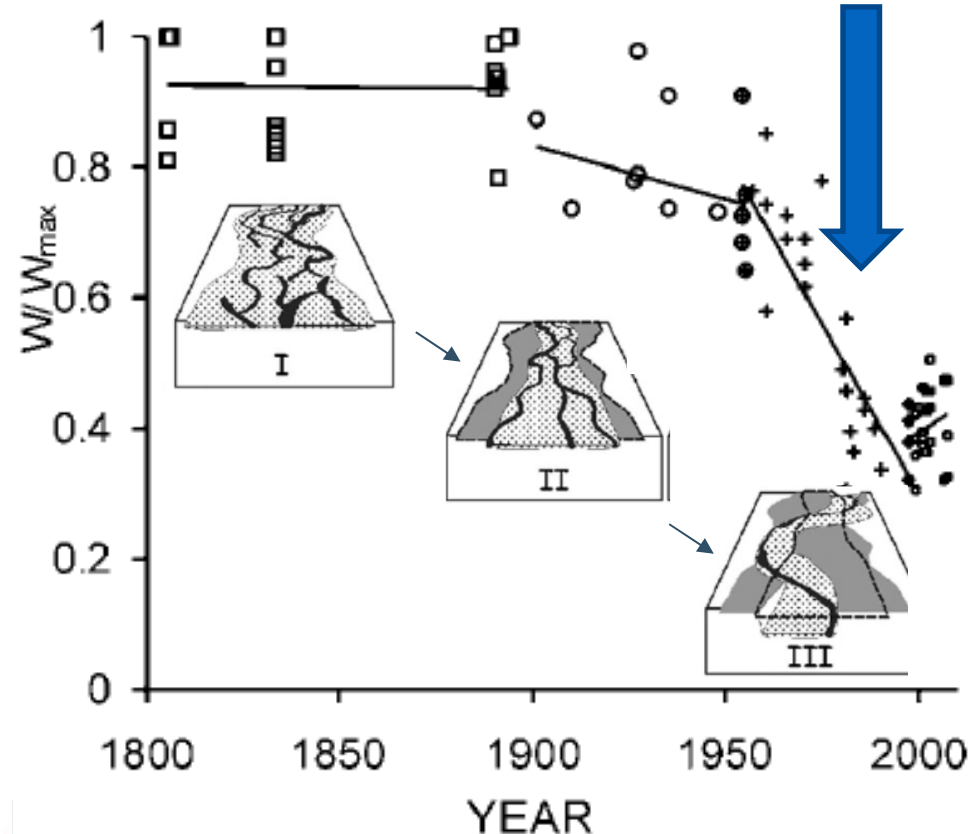


# Equilibrio e variazioni dei corsi d'acqua



- Estrazioni ghiaia
- Dighe
- Sistemazioni

Surian et al (2009)



I fiumi alpini negli ultimi 50-60 anni sono fortemente cambiati (incisi, ristretti e semplificati)

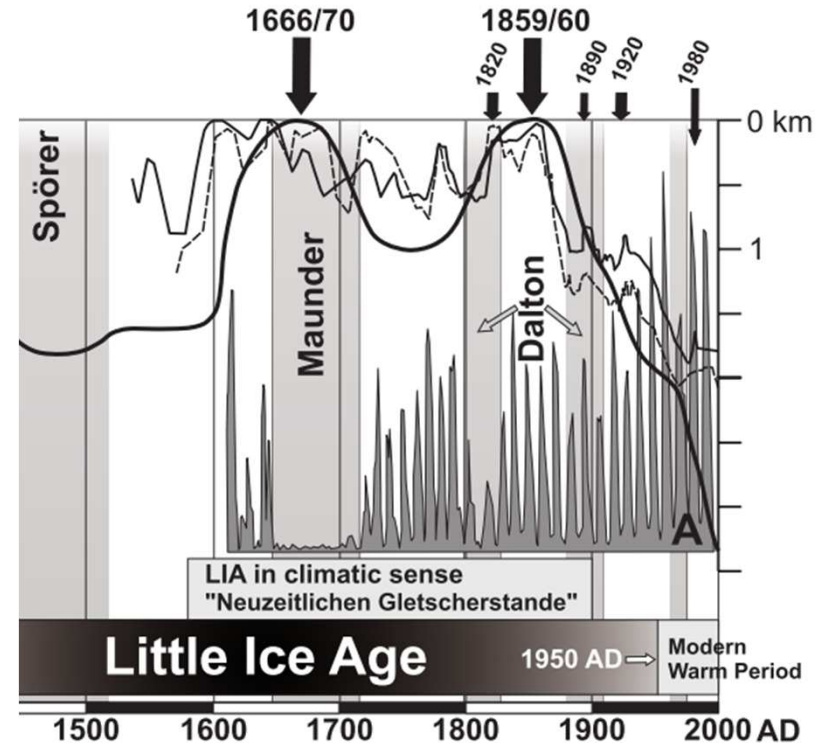
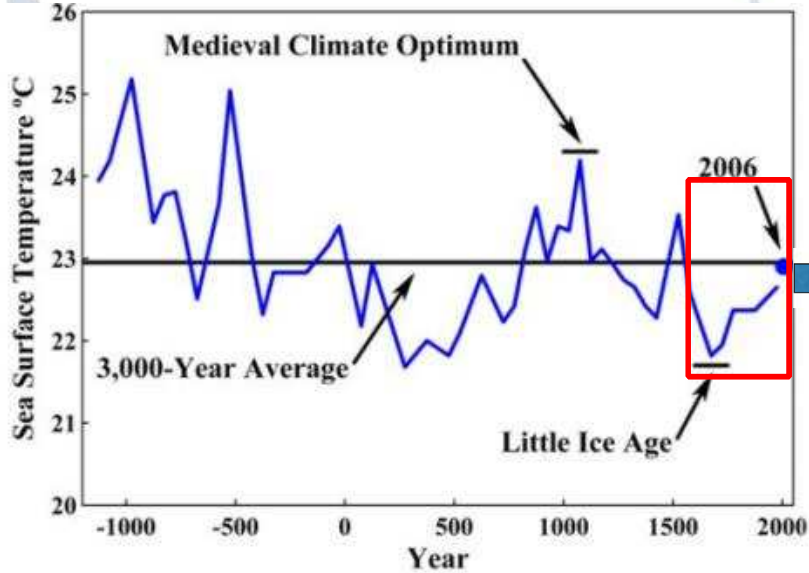


Cause antropiche (riduzione portata solida)





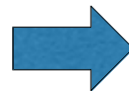
# Equilibrio e variazioni dei corsi d'acqua



«Piccola Età Glaciale»



- Avanzamento ghiacciai
- Minor copertura forestale
- Precipitazioni elevate



Allargamento, aggradazione

Zasadni (2007)



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten

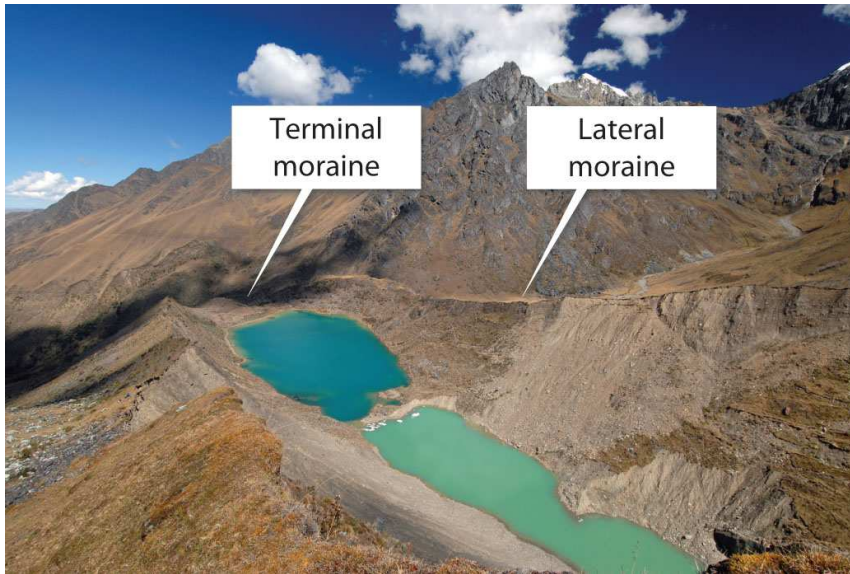


PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

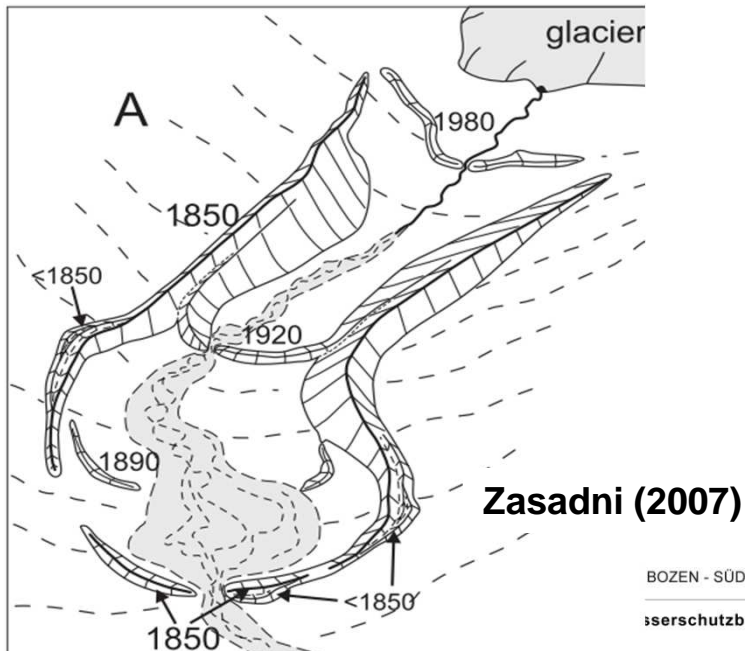
Ripartizione 30 - Opere idrauliche







**Bierman & Montgomery (2014)**



## Alla fine della Piccola Età Glaciale:

Formazione di laghi/piane proglaciali



Disconnessione longitudinale flusso di sedimenti



Minor alimentazione solida a valle



Variazioni morfologiche fluviali



Morena terminale

Lago proglaciale  
completamente riempito  
(ancora zona di deposito di  
sedimento grossolano)



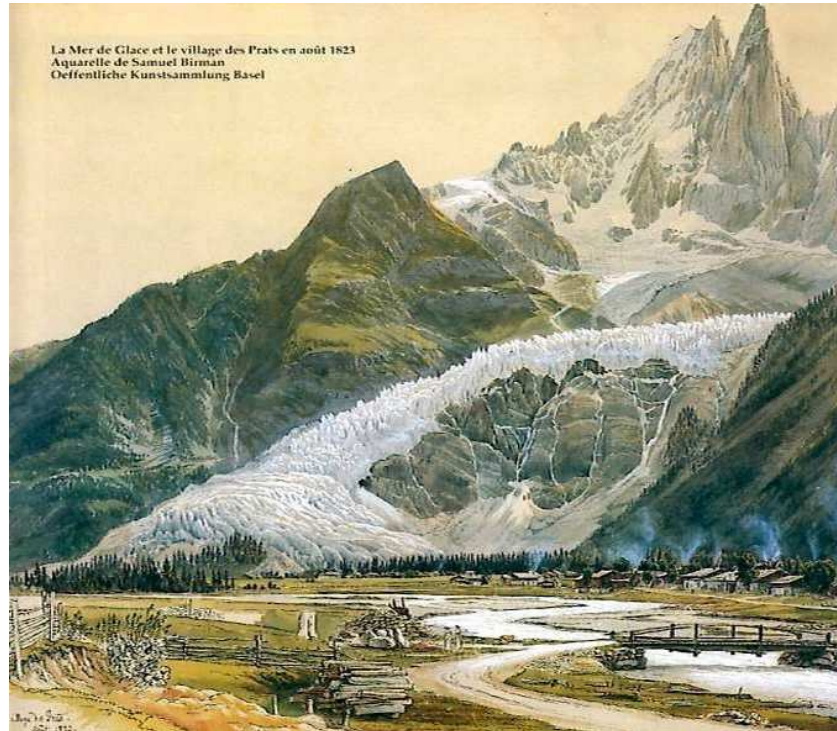


# Equilibrio e variazioni dei corsi d'acqua

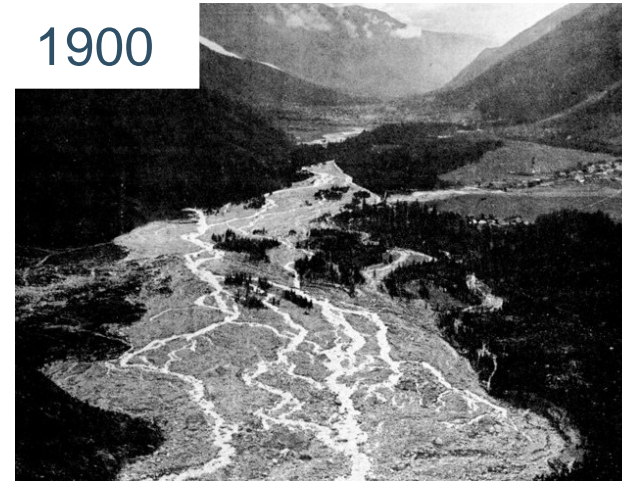
T. Arveyron (Chamonix)



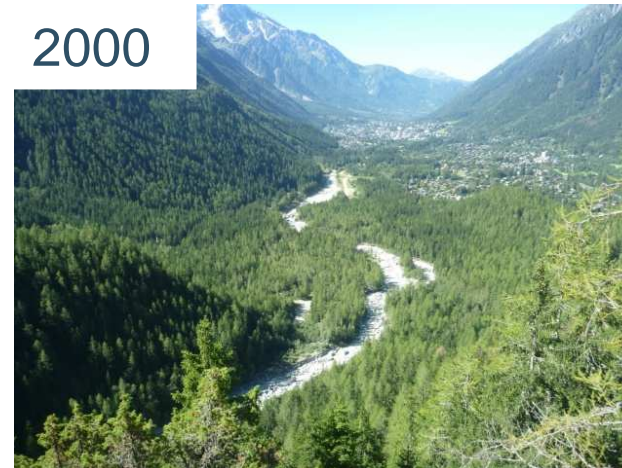
Berthet et al (2015)



1900



2000



Nella prima metà del 20° secolo:

- Incisione «naturale» > 10 m
- Forte restringimento (1/4)



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Ripartizione 30 - Opere idrauliche





# Quali le variazioni future ?



Ulteriore arretramento ghiacciai



Formazione nuovi laghi proglaciali



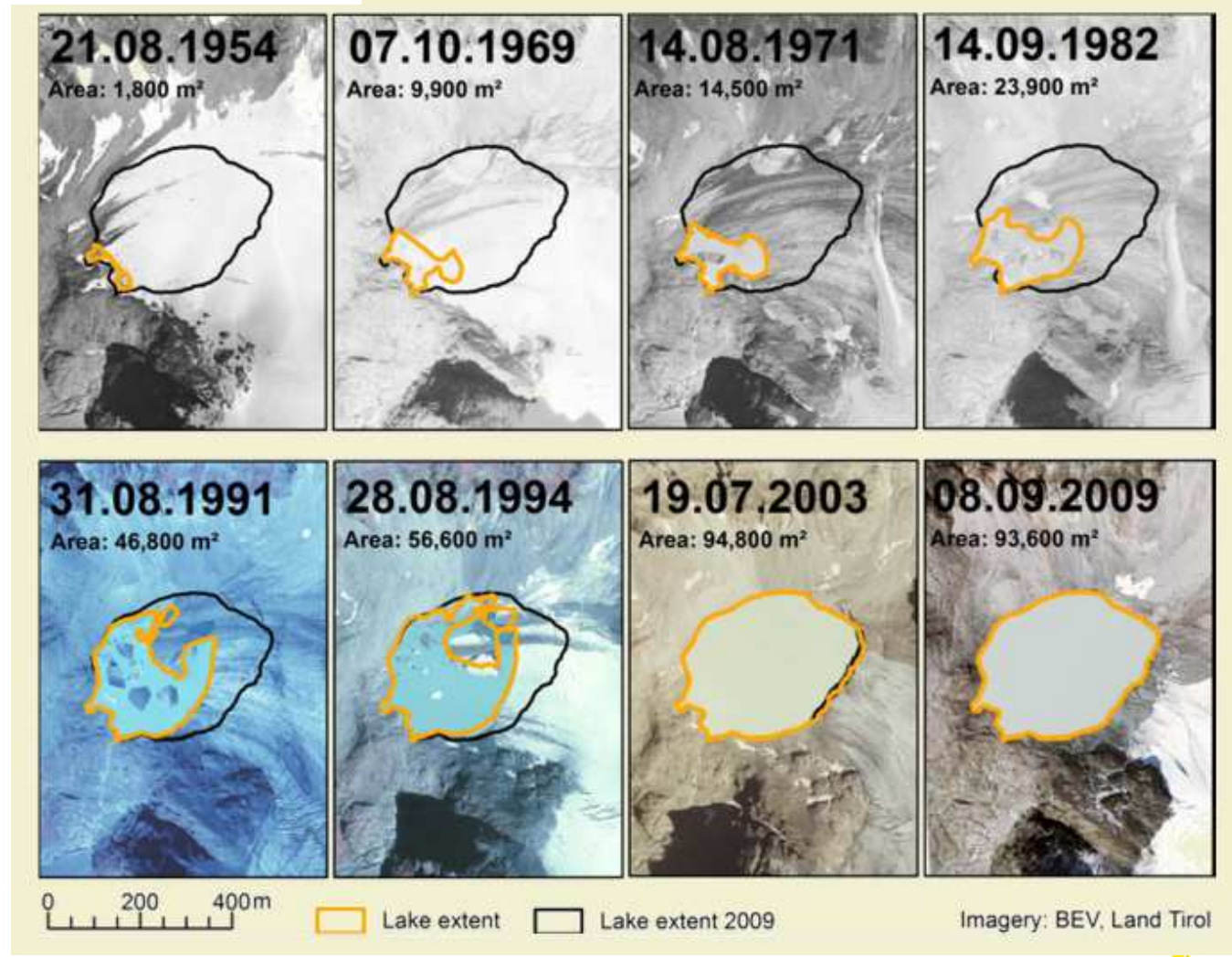
Disconnessione della parte alta dei bacini



Minor portata solida



Merkl et al (2015)





## Quali le variazioni future ?

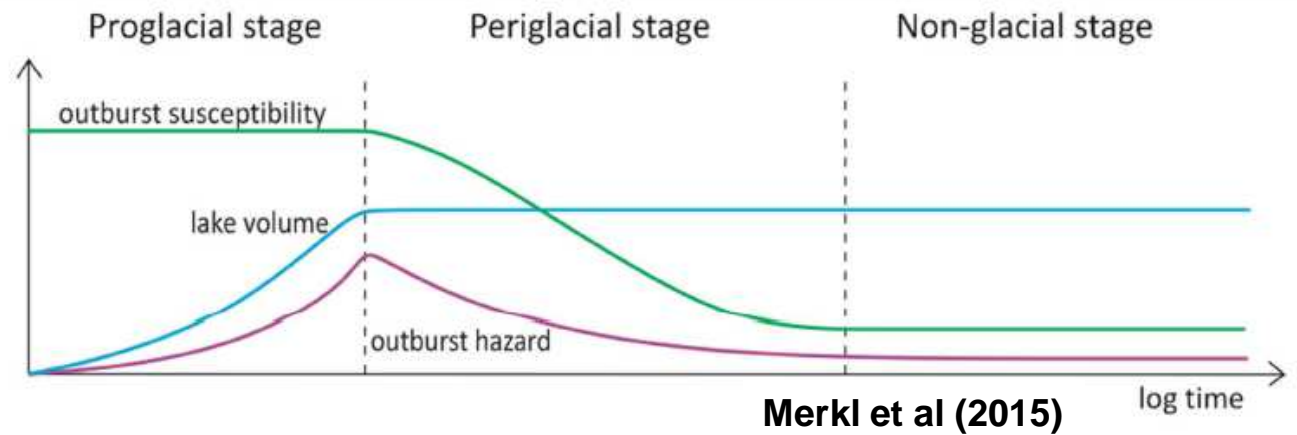
Probabilità di eventi di piena da rottura di laghi glaciali (GLOF) ?



Variabile, in base alla morfologia del ghiacciaio/bacino



Incisione tratti ripidi iniziali (morene) e successiva deposizione



Merkl et al (2015)

Bierman & Montgomery (2014)





## Quali le variazioni future ?

Portate medie nei torrenti  
glaciali culmineranno nei  
prossimi anni



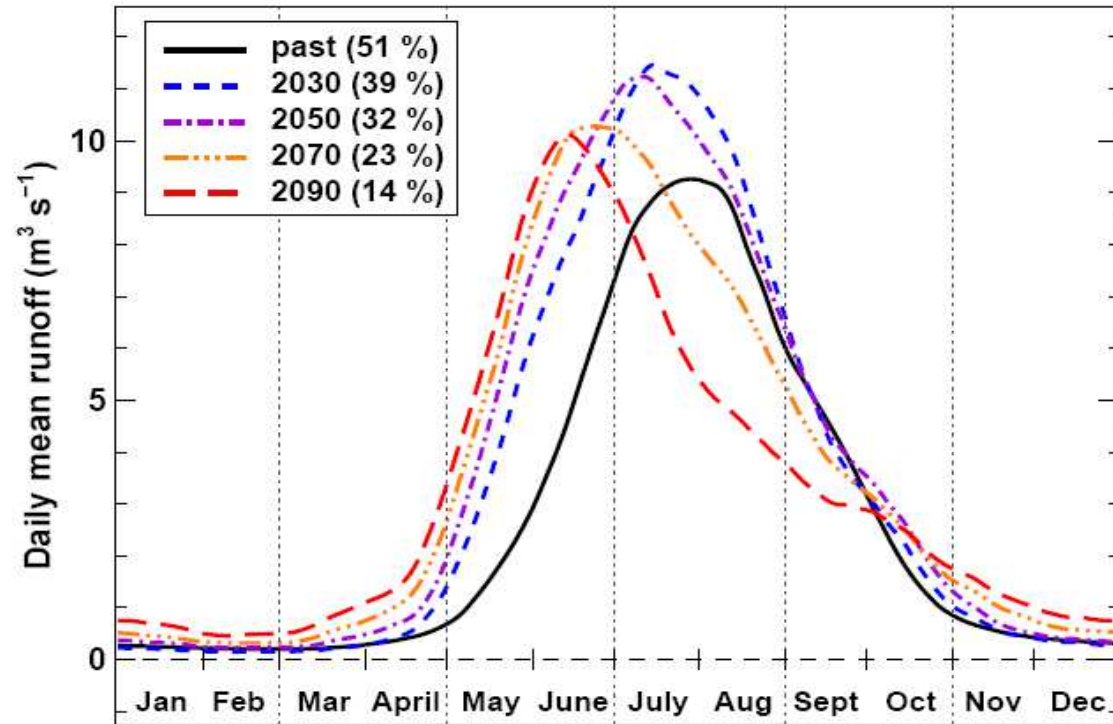
Successivamente, riduzione  
delle portate medie



Ma probabile aumento  
portate di piena (quota neve)



Capacità di trasporto media  
minore, ma maggiore durante  
eventi rari



Huss et al (2010)





## Quali le variazioni future ?

Aumento di spessore strato attivo del permafrost



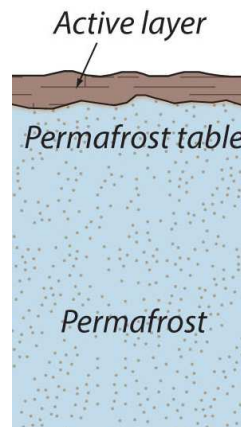
Maggiore disponibilità sedimento sciolto dai versanti alta quota



Maggior frequenza/volume colate detritiche



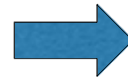
Maggior alimentazione solida alveo principale





In che direzione si andrà quindi ?  
Incisione o deposito ?

F. Haasliare  
(Rickenmann et al., 2014)



F. Aare  
(D. Tobler, Geotest)



2009



2011



2007



2010



2011







## Conclusioni

- Il trasporto solido nei corsi d'acqua montani dipende fortemente dai processi di alimentazione (ghiacciai e versanti)
- I corsi d'acqua hanno risposto nel passato alle variazioni del rapporto tra portata solida/liquida (climatiche ed antropiche)
- I torrenti d'alta quota sono sicuramente sensibili alle attuali/future variazioni climatiche, ma in maniera molto complessa e differenziata da bacino a bacino
- Il monitoraggio (morfologico e dei flussi liquidi e solidi) è necessario per comprendere la traiettoria evolutiva futura di tali corsi d'acqua, indispensabile per la loro gestione

