

### **Autori**

Veronika Fontana<sup>1</sup>, Georg Niedrist<sup>1</sup>, Roberta Bottarin<sup>1</sup>, Francesco Comiti<sup>2</sup>, Giacomo Bertoldi<sup>1</sup>, Stefano Della Chiesa<sup>1</sup>, Johannes Klotz<sup>1</sup>, Nikolaus Obojes<sup>1</sup>, Alberto Scotti<sup>1</sup>, Julia Seeber<sup>1</sup>, Michael Steinwandter<sup>1</sup>, Erich Tasser<sup>1</sup>, Alessandro Zandonai<sup>1</sup>, Michael Engel<sup>2</sup>, Georg Wohlfahrt<sup>3</sup>, Ulrike Tappeiner<sup>1</sup>

### **Affiliazione**

<sup>1</sup> Istituto per l'Ambiente Alpino, Eurac Research, Viale Druso 1, 39100 Bolzano, Italia.

<sup>2</sup> Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, Piazza Università 5, 39100 Bolzano, Italia.

<sup>3</sup> University of Innsbruck, Department of Ecology, Sternwartestraße 15, 6020 Innsbruck, Austria.

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/11696de6-0ab9-4c94-a06b-7ce40f56c964>

**Referente macrosito:** Ulrike Tappeiner

### **Siti di ricerca del macrosito:**

Monteschino, IT25-001-T

Bacino idrografico Saldura, IT25-002-T

Rio Saldura, IT25-003-T

Area proglaciale Mazia, IT25-004-T

**Tipologia di ecosistema:** terrestre

---

## Descrizione del macrosito e delle sue finalità

La Val Mazia si trova nelle Alpi Centrali nella parte occidentale della Provincia Autonoma di Bolzano



Fig. 1 - Veduta sulla Val Mazia

in Nord Italia. La valle si estende da Sluderno in Val Venosta per circa 15 km in direzione nordorientale su una superficie di circa 100 km<sup>2</sup>. I quattro siti LTER “Monteschino”, “Bacino idrografico del Rio Saldura”, “Rio Saldura” e “Area proglaciale Mazia” si distribuiscono a partire dall’ingresso della valle a 950 m fino alla zona nivale del ghiacciaio Palla Bianca a circa 3000 m. La presenza del ghiacciaio Palla Bianca (3738 m) nell’area di ricerca permette di effettuare preziose analisi sul ruolo dello

scioglimento dei ghiacciai sul bilancio idrico totale e grazie a un bacino idrografico chiuso, la valle si presta per la calibrazione di parametri di modelli idrologici. Con delle precipitazioni medie di 525 mm annue (a 1500 m di quota), la Val Mazia è una delle zone più aride dell’arco alpino. Nella valle è già visibile ora quello che potrebbe accadere in altre aree alpine dove l’aridità potrebbe far parte di un futuro scenario climatico.

Il villaggio principale di nome Mazia comprende 458 abitanti ed è situato a 1600m di quota. La Val di Mazia presenta una densità demografica relativamente bassa e il suolo è utilizzato prevalentemente per scopi agricoli. In questa valle sono presenti numerosi tipi di coltivazioni tipiche dell’agricoltura montana, dalle praterie ai prati magri, dai pascoli ai lariceti. Questo paesaggio a mosaico si è evoluto insieme alla popolazione rurale presente ed è fortemente dipendente dall’azione dell’uomo.

Per questo la ricerca nel macrosito Val Mazia/Matschertal segue un approccio olistico e riguardante l’intero paesaggio. I quattro siti individuati coprono sia diverse scale spaziali, sia un ampio spettro altitudinale. L’obiettivo principale della ricerca nel macrosito è quello di considerare l’intero paesaggio alpino e le sue funzioni, per capire al meglio come si comportano e come interagiscono i singoli componenti, ovvero gli ecosistemi, specialmente nel contesto del cambiamento climatico e dei cambiamenti dell’uso del suolo.

Le prime analisi ecologiche in Val Mazia sono state effettuate nell’autunno 2008, mentre la prima stazione microclimatica è stata installata nel 2009. Lo scopo iniziale dei primi rilevamenti era quello di analizzare le praterie montane con particolare attenzione agli effetti del cambiamento climatico sul microclima, sulla diversità della vegetazione e sulla produzione di foraggio. Da allora le misurazioni sono state eseguite regolarmente e con frequenza crescente permettendo così, negli ultimi anni, di concentrare la ricerca sui processi ecologici e di effettuare analisi spaziali e temporali (analisi storiche, analisi dei processi attuali e futuri).

---

Oltre alle misure microclimatiche, all'imbocco della valle si trova un transetto altitudinale che permette di studiare vari impatti climatici con esperimenti manipolativi, come il trapianto di interi blocchi di vegetazione. Alcuni rilievi vengono ripetuti periodicamente come la mappatura della vegetazione, dell'uso e del tipo di suolo.

Le attività scientifiche si concentrano su processi ecologici e comprendono analisi storiche, attuali, ma anche proiezioni nel futuro considerando più scale spaziali, tenendo conto che si tratta di un bacino altamente condizionato dalla presenza dell'uomo.

## Abstract

The Matsch valley covers a surface of 100 km<sup>2</sup> and is 15 km long. It is branching off the main Valley, Vinschgau, situated in the westernmost part of South Tyrol, in the Central Alps, in the northernmost province of Italy.

The four LTER sites "Muntatschinig", "Saldur River Catchment", "Saldur River" and "Proglacial area Matsch" are distributed from the lower reaches of the valley at 950 m to the nival zone of glacier Matscher Ferner (app. 3000 m a.s.l.). The peak Weißkugel/Palla Bianca (3738 m a.s.l.), which dominates the Matscher Ferner, closes the valley off to the northeast. The presence of a glacier enables investigations on the role of glacial runoff into the water regime of a typical inner-Alpine valley and, due to the closed catchment, the Matsch valley is suited for parameterizing hydrological models. With an average of 525 mm of precipitation per year (at 1600 m a.s.l.), the Matsch valley is one of the driest valleys in the Alps. The aridity may be representative of future scenarios in other regions and thus, the Matsch valley can serve as a reference area. The main village Matsch is located at 1600 m a.s.l. and has a population of 458 people. The valley has very few other settlements and is primarily used for farming. The range of land use types is representative of agricultural practices in mountainous regions of the Alps, including cultivated fields, poor- and high-yield meadows, pastureland and typical low-density larch forests. Over centuries of land-use a landscape mosaic has developed which is strongly dependent of human action. This is why we developed a holistic landscape approach with 4 research sites covering several spatial scales and an altitudinal range for our mainly climate change related studies in Matsch valley.

First ecological investigations in Matsch valley began in 2008, while the first automated microclimate station was installed in 2009. The original goal was to investigate the effects of a changing climate on specific microclimates, plant diversity and the yield of typical grasslands in mountainous regions. Investigations follow an integrated approach, both over time (historical analyses, current processes and future scenarios) and across spatial scales (single test plots to entire landscapes and across ecosystem types).

An altitudinal transect within the human influenced catchment is used for climate simulation experiments e.g. for grassland transplantation experiments to model the impact of warmer temperatures on plot samples. Some parameters have been mapped periodically, such as vegetation, landscape type or soil type.

**Autori**

Veronika Fontana<sup>1</sup>, Georg Niedrist<sup>1</sup>, Roberta Bottarin<sup>1</sup>

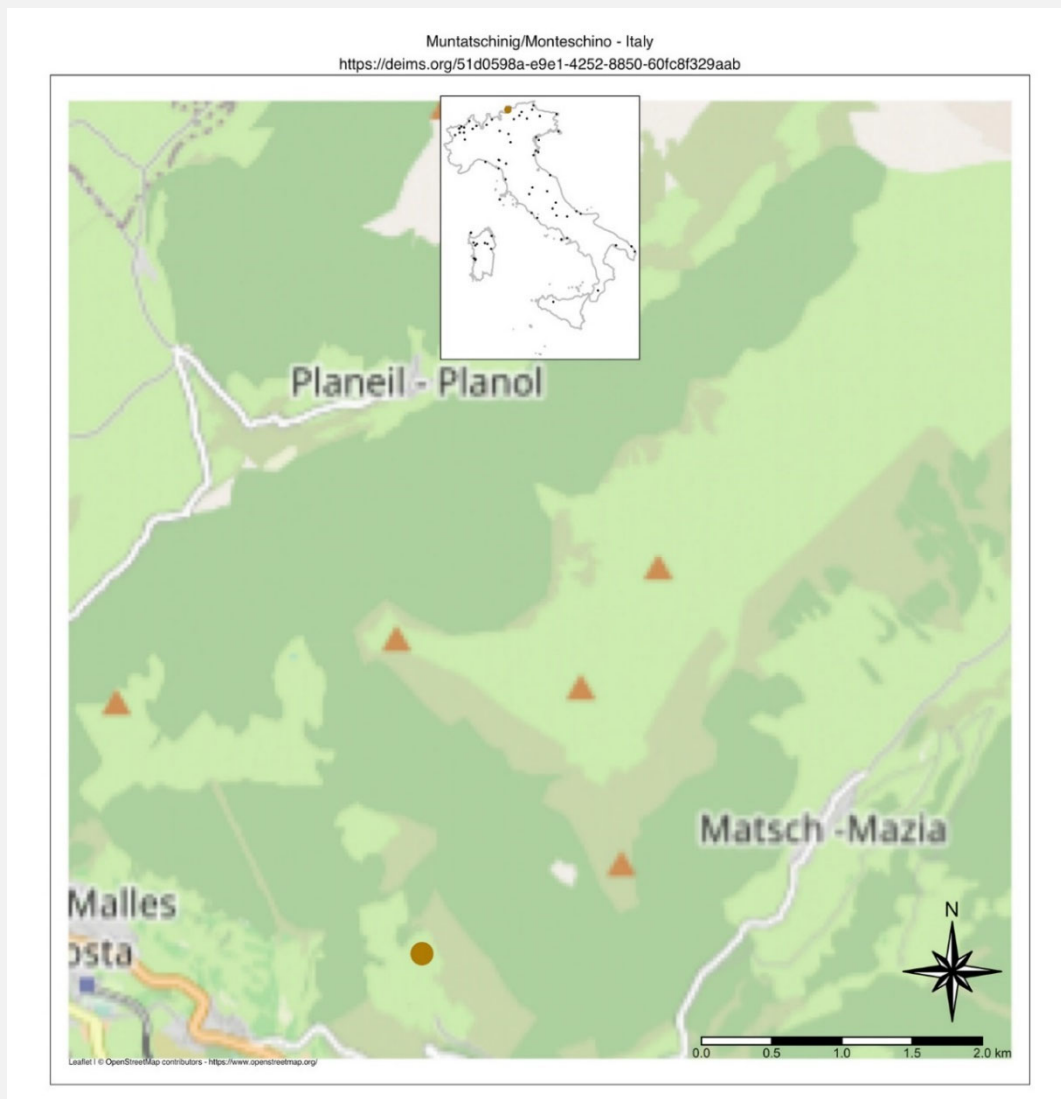
**Affiliazione**

<sup>1</sup> Istituto per l'Ambiente Alpino, Eurac Research, Viale Druso 1, 39100 Bolzano, Italia

**Sigla:** IT25-001-T

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/51d0598a-e9e1-4252-8850-60fc8f329aab>

**Responsabile sito:** Georg Niedrist





## Descrizione del sito

Il sito Monteschino (Muntatschinig) si trova ad una quota di 1480 m s.l.m. all'imbocco della Val Mazia. Il sito è stato istituito nell'autunno del 2009 con una stazione microclimatica e primi rilievi nell'ambito di un progetto finanziato dalla Provincia Autonoma di Bolzano. I parametri temperatura e umidità dell'aria,



Fig. 2 - Il sito di Monteschino

velocità e direzione del vento, precipitazioni, altezza della neve e della vegetazione, temperatura del suolo, contenuto idrico del suolo, potenziale idrico del suolo, radiazione solare (ad onda lunga e corta) e radiazione fotosintetica attiva vengono registrati e trasmessi ogni 15 minuti. Durante gli ultimi anni le misurazioni delle attività sono state continuamente intensificate. Nel 2010 è stata installata una stazione per il monitoraggio dei flussi di calore, vapore e carbonio (“Eddy Covariance”) da parte dell'Università di Innsbruck.

Nello stesso anno, sono stati montati 9 lisimetri a pesata automatica per ottenere dei punti di informazione sull'evapotraspirazione (ET) e sull'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE). Nel 2012 sono stati eseguiti inoltre esperimenti di rain-out shelter che simulano la siccità dei mesi estivi e dei primi mesi dell'anno. Dal 2014, nell'ambito del progetto HiResAlp, la rete di monitoraggio dell'umidità del terreno è stata estesa a 5 stazioni tra le quali una seconda stazione per misurare microclima, flussi di CO<sub>2</sub> etc. nei pascoli vicini, per valutare meglio le differenze tra i vari tipi di uso del suolo agricolo nella regione. Grazie a questa densa rete di infrastrutture in una zona limitata ma complessa riguardo l'aspetto idrologico, Monteschino è stato scelto come sito di calibrazione per la campagna Soil Moisture Active Passive (SMAP) della NASA (Colliander *et al.* 2017). Nell'ambito del progetto MONALISA (Autonoma Prov. di Bolzano) il sito è stato attrezzato con sensori ottici (PRI, NDVI, fenocamera) per monitorare la fenologia di specie vegetali e rilevare le differenze tra pascoli e prati intensivi.

La ricerca che viene svolta nel sito Monteschino (Muntatschinig) è strettamente legata alle attività del sito Bacino idrografico del Rio Saldura, nel senso che i risultati ottenuti a livello puntuale (p.e. flussi di calore, proprietà del suolo, biodiversità) servono per essere estesi a scala di bacino. Inoltre, il sito comprende un transetto altitudinale grazie al quale, tramite esperimenti di trapianto, è possibile osservare gli effetti dell'innalzamento della temperatura sulla vegetazione.

## Risultati

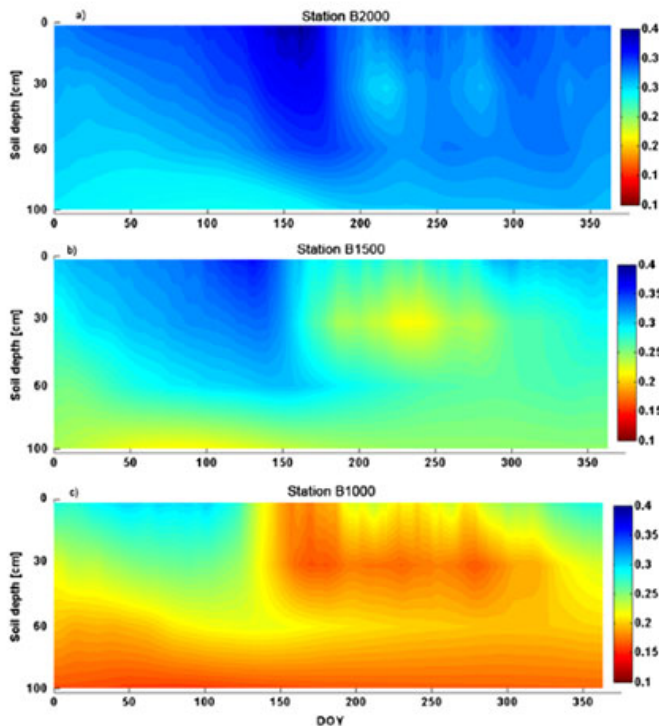


Fig. 3 - Della Chiesa *et al.* 2014, profili medi per il periodo 1990-2010 simulati con il modello GEOTop del contenuto idrico volumetrico del suolo lungo il transetto sperimentale di Monteschino

sviluppato un modello eco-idrologico che permette di valutare gli impatti delle variazioni climatiche sulle risorse idriche e la produttività della vegetazione in ambienti montani. Nel lavoro di Della Chiesa *et al.* 2014 (Fig. 3), è stato rilevato un bilancio idrico positivo sopra ai 1500 m di quota, mentre a quote più basse l'evapotraspirazione si è dimostrata ridotta a causa della carenza idrica. La produzione di biomassa dei prati presenta un valore massimo a quota 1500 m, mentre a quote più elevate il fattore limitante è la temperatura, al di sotto l'acqua. Senza irrigazione, a quote basse la produttività dei prati cala significativamente.

Ma non solo lo studio lungo un gradiente altitudinale, anche il confronto fra due tipi di uso del

Un principale risultato di ricerca riguarda lo studio dell'effetto dell'aumento della temperatura sulla biodiversità e la quantità di foraggio di prati montani. Tramite un esperimento manipolativo sono state trapiantate delle zolle di prato da 2000 m al sito di Monteschino (1500 m) simulando un aumento di temperatura di 2.8 gradi, un aumento che corrisponde agli scenari climatici medi per l'anno 2050. Dopo tre anni di studio si è notato un aumento significativo della biomassa rispetto al sito originale più elevato. Per quanto riguarda la biodiversità le specie hanno dimostrato poche reazioni nei primi due anni, mentre nel terzo anno è stato rilevato un notevole turnover di specie. Il trapianto da Monteschino a quote più basse non ha dimostrato alcun effetto sulla biomassa (Niedrist *et al.* 2016). I risultati di questo esperimento sono stati confermati anche tramite un approccio modellistico: in collaborazione con l'Università di Trento e la Duke University (USA), è stato

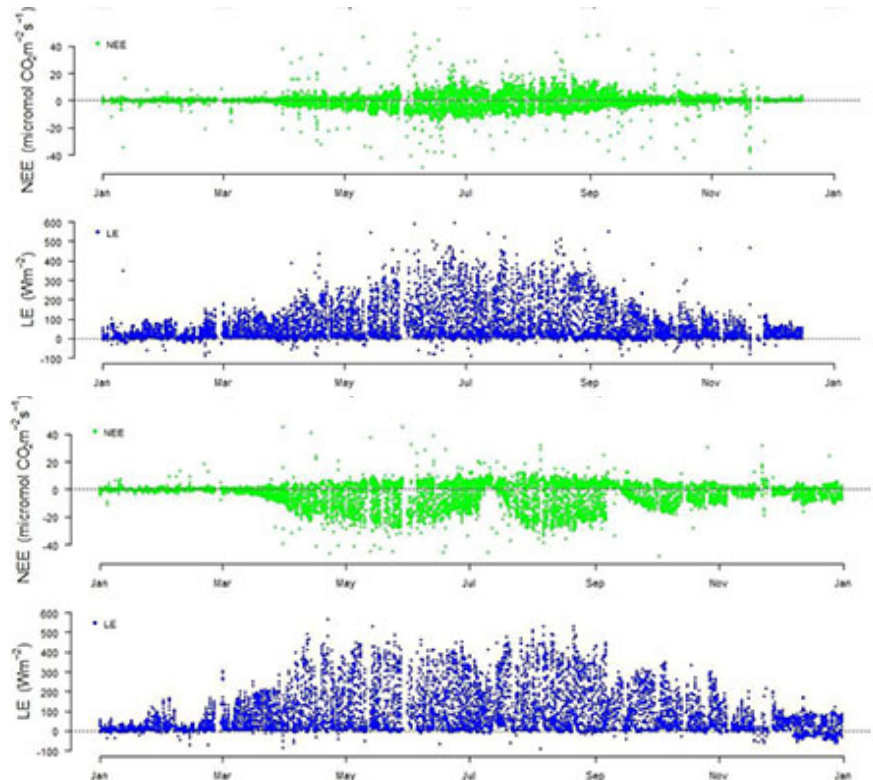


Fig. 4 - Confronto dei flussi di CO<sub>2</sub> e calore latente dell'anno 2017 nel pascolo (sopra) e nel prato falciato (sotto) del sito di Monteschino (Wohlfahrt *et al.* In prep.)

suolo (prato a sfalcio, pascolo) dello stesso ecosistema (prateria) dimostra l'ampio spettro di possibili reazioni di un ecosistema ai cambiamenti climatici. I dati di flussi di carbonio (Fig. 4) rivelano che gli andamenti giornalieri (in particolare l'accumulo) sono molto più accentuati sul prato a sfalcio, dimostrando la sensibilità di questi sistemi riguardo le condizioni climatiche e l'intensità della gestione. Inoltre, i dati rilevati al sito di Monteschino vengono usati anche per studi metodologici come quello di Wohlfahrt *et al.* 2015 che esplorano i limiti della risoluzione nel bilancio energetico su un terreno complesso.

Il sito Monteschino è coinvolto in numerosi progetti internazionali come per esempio GNOMO\_soil (Laboratory of Ecosystems & Societies in Mountain Environments, Grenoble, France), TransPlant network (Università di Lausanne, Switzerland), e l'ILTER tea composition experiment (Environment Agency, Austria).

## Attività di divulgazione

Monteschino è facilmente raggiungibile e per questo molto adatto per escursioni sia per studenti che anche per altri ricercatori come i partecipanti al convegno LTER che ha visitato il sito nel 2018 (Fig.5).

Anche nelle numerose occasioni nelle quali giornalisti e i loro operatori sono alla ricerca di riprese per interviste e servizi vari, Monteschino offre scenari e dintorni ideali (per esempio anche gran parte del breve video “research bite Val Mazia” è stato ripreso a Monteschino). Nel 2017 il sito web <http://lter.eurac.edu> è stato aggiornato, ed oltre ad offrire molte informazioni sui singoli siti di ricerca in Val di Mazia, i principali filoni di ricerca, il personale coinvolto, e la lista di pubblicazioni, permette anche di visualizzare 5 webcam che aggiornano l'immagine ogni mezz'ora.



Fig. 5 - Partecipanti dell'escursione in Val Mazia in occasione del XII convegno di LTER Italia a Bolzano, Eurac Research

## Prospettive future

Con sei stazioni microclimatiche, due torri per misurare i flussi di carbonio e il vapore acqueo e più di 60 sensori di umidità del terreno, il sito di Monteschino è tra i siti più attrezzati a livello Europeo. Questa infrastruttura è ottimale sia per il monitoraggio a lungo termine del microclima ma rappresenta anche una piattaforma ideale per capire ed interpretare i processi biologici ed ecologici nelle praterie montane. Inoltre, una rete così densa di osservazioni può essere di grande interesse per altri siti sperimentali nazionali ed internazionali ma anche per la validazione dei prodotti di telerilevamento del programma “Copernicus” come i dati provenienti dai satelliti Sentinel 1, Sentinel 2 e Sentinel 3. Perciò una delle sfide più importanti di questo sito è di garantire il flusso e la qualità dei dati a lungo termine e di rendere accessibili più dati possibili in tempo reale alla comunità scientifica. A questo scopo è già iniziato un progetto di Eurac Research relativo all'infrastruttura di dati che comprende l'accesso remoto automatizzato alle stazioni, l'archiviazione e il controllo di qualità dei dati, nonché il design delle interfacce d'accesso. Grazie all'installazione di sensori ottici (fenocamera, sensori NDVI, e PRI) il focus della ricerca



---

si è allargato verso un monitoraggio continuo della fenologia includendo il sito Monteschino. Per la calibrazione e validazione di questi sensori sarà necessario un cospicuo lavoro in campo impiegando strumentazione mobile quale lo spettrofotometro da campo oppure campionamenti di biomassa. Queste campagne sono partite nel 2018 in stretta collaborazione con l'Istituto dell'Osservazione della Terra di Eurac Research e proseguiranno proseguiti nei prossimi anni.

Per quanto riguarda i dati biologici, è previsto, come nel sito Bacino idrografico del Rio Saldura, di ripetere il censimento della biodiversità in periodi regolari (ogni 5 anni), seguendo un protocollo fisso e includendo un vasto spettro di specie dalle criptogame alle piante vascolari agli insetti fino agli organismi superiori come gli uccelli.

Inoltre, il sito di Monteschino sarà fondamentale anche nel contesto del terraXcube, una nuova infrastruttura di ricerca a Bolzano. Il terraXcube dispone di diverse camere climatiche dove sarà possibile simulare tanti aspetti del clima alpino come temperatura, umidità, radiazione e diverse proprietà atmosferiche (pressione, composizioni di gas). Tale infrastruttura permette di studiare processi ecologici in condizioni controllate e di confrontare i risultati ottenuti con quelli ottenuti in campo. Pertanto, il futuro ruolo del sito di Monteschino sarà notevole, soprattutto nel collegamento della ricerca ecologica in campo con esperimenti in condizioni controllate. La prima fase sperimentale nel terraXcube é prevista per il 2019, ed ulteriori informazioni sull'infrastruttura sono disponibili su <https://terraxcube.eurac.edu/>. (Niedrist *et al.* 2018).

## Abstract

The Muntatschinig site is located at an altitude of 1480 m a.s.l. at the entrance of the Saldur River catchment. The site was first established in 2009 within a project financed by the Autonomous Province of South Tyrol by assessing microclimate, plant diversity and grassland productivity. Microclimatic data including air temperature and humidity, wind speed and direction, precipitation, snow/vegetation height, soil temperature, soil water content, soil water potential, soil heat flux net radiation (short-& longwave), and photosynthetically active radiation are recorded every 15 minutes. However, measurement activities have been continuously intensified throughout the years. In 2010, an Eddy Covariance station measuring heat, water vapor and carbon fluxes was built up by the University of Innsbruck. In the same year, 9 automatic weighting lysimeters were set up in order to obtain point information on evapotranspiration (ET) and water use efficiency (WUE). In 2014 the station network at the site has been further extended by 5 stations (among others a second flux tower) in order to better assess the spatial and temporal heterogeneity of soil water content. Thanks to this dense sensor network within a highly complex terrain the site acted as a calibration and validation site for the Soil Moisture Active Passive (SMAP) – Project of the NASA Jet Propulsion Laboratory (Colliander *et al.* 2017).



# Bacino idrografico del Rio Saldura

## Autori

Veronika Fontana<sup>1</sup>, Georg Niedrist<sup>1</sup>, Roberta Bottarin<sup>1</sup>

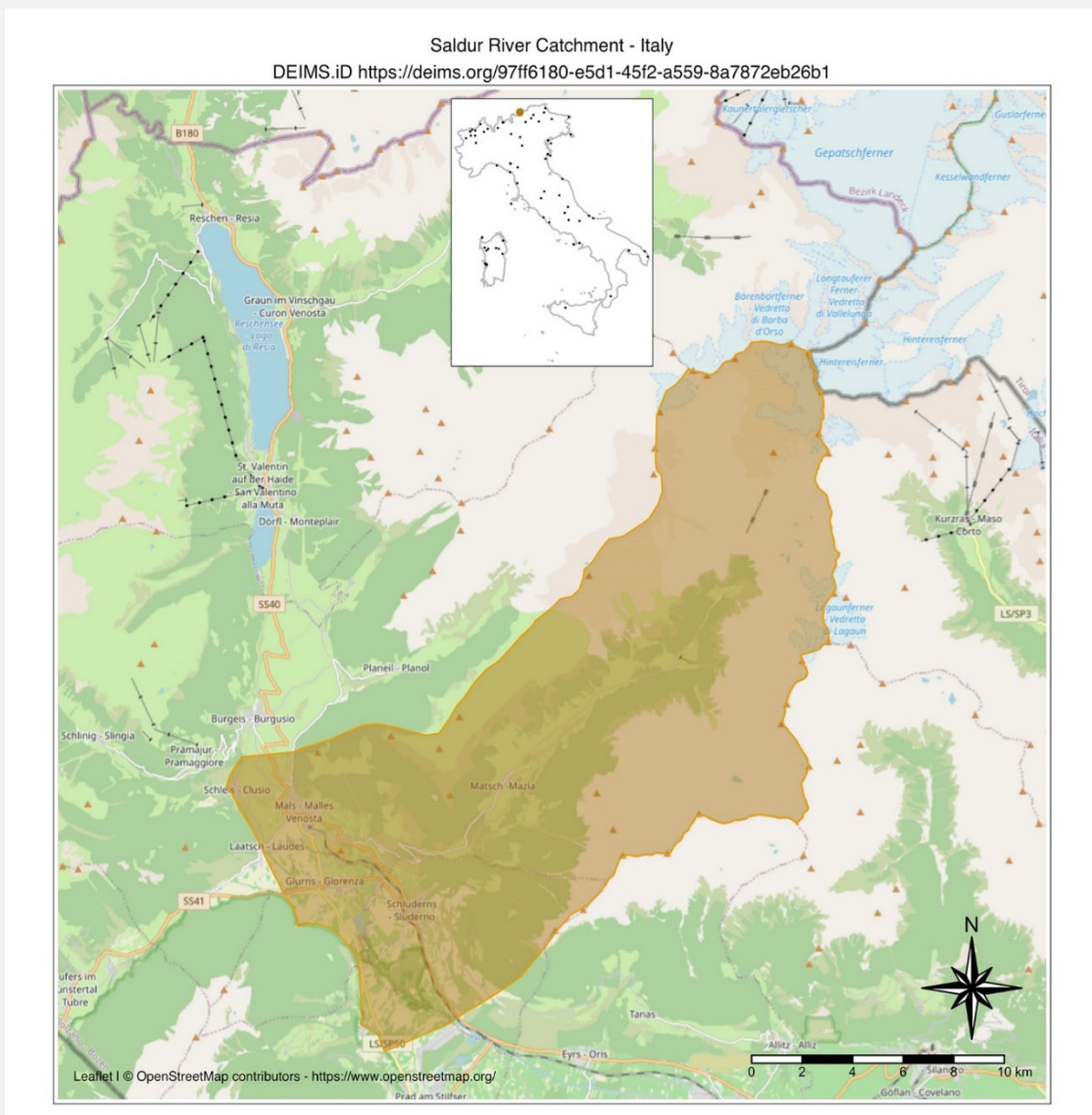
## Affiliazione

<sup>1</sup> Istituto per l'Ambiente Alpino, Eurac Research, Viale Druso 1, 39100 Bolzano, Italia

**Sigla:** IT25-002-T

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/97ff6180-e5d1-45f2-a559-8a7872eb26b1>

**Responsabile sito:** Georg Niedrist



## Descrizione del Sito

Il bacino idrografico del Rio Saldura comprende un'area di ca. 100 km<sup>2</sup> e si estende su vari livelli altitudinali e topografici. Le misurazioni nel bacino sono iniziate nel 2009, in concomitanza al sito di Monteschino/Muntatschinig, seguendo un approccio integrato di misurazioni da quelle puntiformi fino



Fig. 6 - Bacino idrografico del Rio Saldura

a livello paesaggistico. Le misurazioni sono meno intensive, ma coprono un ampio range di ecosistemi differenti (campi di agricoltura intensiva, pascoli estremamente secchi, foreste, laghi alpini). Specialmente i dati relativi alla diversità tassonomica (principalmente licheni, briofite, piante vascolari, ragni, coleotteri, formiche, cavallette, farfalle e lombrichi) vengono raccolti periodicamente nell'intero bacino. I dati

derivanti da queste misurazioni sono utilizzati sia per parametrizzare e validare dei modelli, che come dati input per le analisi sul cambiamento dell'uso del suolo e dei servizi ecosistemici (produttività, disponibilità d'acqua, rischio e pericolosità naturale, biodiversità). Il bacino è stato attrezzato con 12 stazioni climatiche distribuite lungo tutta la valle. Inoltre, nell'ambito di due progetti finanziati dalla Provincia Autonoma di Bolzano, sono stati istituiti nella primavera del 2014 cinque siti di misurazione del flusso linfatico e della variazione del diametro dei tronchi di vari specie di alberi. Gli studi lungo la sezione altitudinale sono iniziati nel 2009 in cooperazione con l'Università di Innsbruck, Austria.

Assumendo l'elevazione come proxy per le future condizioni climatiche (temperature crescenti e cambio nel regime delle precipitazioni), tre siti pratici posti a quote diverse, ma con una gestione e condizioni paragonabili, sono stati recintati ed equipaggiati con sensori per valutare il microclima, col fine di studiare i processi microclimatici, e le variazioni di questi parametri rispetto alla quota.

## Risultati

Il risultato più recente riguarda la ricerca della diversità tassonomica. Nel 2016 è stata raccolta una mole di dati biotici durante un intensivo censimento della valle, che comprendeva vari gruppi di animali e di piante. Lo studio di questi dati dimostra che sia l'abbandono che intensificazione dei prati e pascoli agricoli diminuisce la biodiversità e sottolinea l'importanza di alcuni habitat come i pascoli aridi, che oltre a presentare i numeri più alti di specie ospitano anche la maggior parte delle specie più rare e protette (Hilpold *et al.* 2018).

Sempre con lo scopo di studiare la biodiversità, nel corso degli ultimi anni sono stati campionati numerosi punti nel bacino idrografico del Rio Saldura per analizzare l'abbondanza degli invertebrati che vivono nel e sul suolo. Da zolle di suolo, raccolte soprattutto su terreni semi-naturali pascolati, e da trappole a caduta, sono stati estratti e determinati in laboratorio gli organismi presenti. I primi risultati del progetto AlpSoil di Eurac Research si dimostrano molto promettenti con parecchie scoperte di nuove

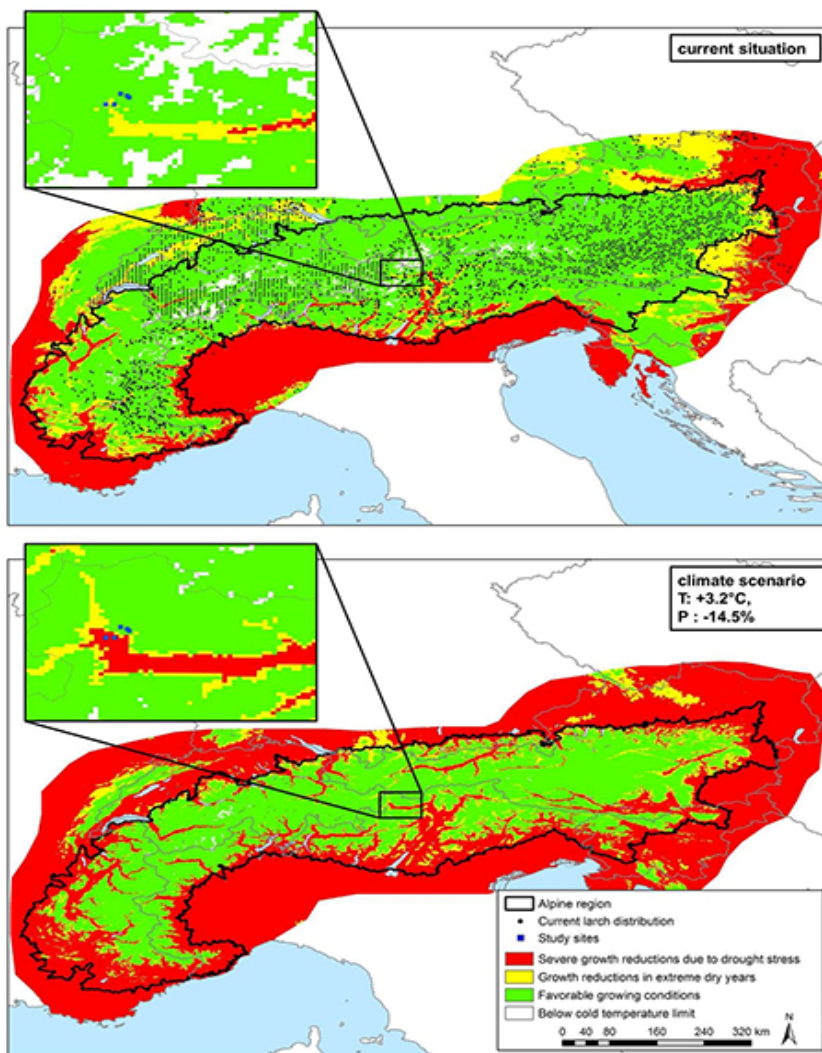


Fig. 7 - Obojes *et al.* 2018, Simulazione dell'accrescimento del larice in condizioni climatiche attuali e future (2069-2098) nelle Alpi

*sylvestris* and *Picea abies*) tramite sensori a circuito elettrico e dendrometri automatici. I risultati di queste analisi indicano, per esempio, che in Val Mazia l'accrescimento del larice fino a un certo livello altitudinale (1700 m) viene limitato dalla carenza idrica. A quote più elevate, fino al raggiungimento del limite del bosco, negli ultimi 20-30 anni la crescita del larice invece è aumentata fortemente (Obojes *et al.* 2018, Fig. 7). In futuro questi aspetti verranno approfonditi in modo tale da poter prevedere meglio l'adattamento di queste 5 specie boschive rispetto al riscaldamento climatico e l'idoneità delle singole specie per l'uso forestale.

Nelle zone di alta quota del bacino si trovano vari corpi d'acqua di modeste dimensioni, che sono stati indagati nel corso del progetto "Change Lake" di Eurac Research. Nei laghi influenzati dei ghiacciai si è osservato un calo di pH e un incremento della concentrazione di metalli nell'acqua, mentre nella maggior parte degli altri laghi la conducibilità e il pH dell'acqua sono aumentati (Ilyashuk *et al.* 2017). Alcuni laghi si trovano ancora in fase di colmamento, quindi i livelli dell'acqua variano molto da un anno all'altro e in futuro si potrebbero verificare anche dei prosciugamenti completi.

Un altro aspetto scientifico importante riguarda l'utilizzo delle informazioni raccolte nell'ambito della rete LTER per sviluppare e validare nuove tecniche di telerilevamento per monitorare parametri ambientali in aree montane, che, per la loro complessità morfologica, risultano particolarmente difficili da studiare. Il lavoro è stato svolto principalmente in collaborazione con l'Istituto di Osservazione della Terra di Eurac Research, l'Università di Trento e la TUV di Vienna. In particolare, nell'ambito del

specie per l'Alto Adige, come il coleottero *Opetiopalpus sabulosus* (Cleridae), che rappresenta una nuova specie per le Alpi. I siti alpini d'alta quota (2000 e 2500 m s.l.m.) riscontriamo la biodiversità più alta di tutti i punti censiti (Steinwandter *et al.* 2017; Steinwandter *et al.* 2018).

Dato che il cambiamento climatico potrà influenzare la crescita e composizione dei boschi alpini, anche la composizione della fauna del suolo potrebbe cambiare. In prospettiva, si vorrebbe analizzare l'impatto delle singole specie boschive sulla lettiera del suolo e sulla comunità degli invertebrati del suolo. I risultati preliminari assegnano un ruolo determinante al pH del suolo e si presuppone che ogni tipo di bosco presenti organismi specifici nella fauna del suolo.

Nel progetto Climate Change di Eurac Research e Provincia Autonoma di Bolzano con la collaborazione di Dendroglobal (WSL Svizzera), vengono monitorati i flussi linfatici di 5 specie boschive (*Larix decidua*, *Pinus cembra*, *Pinus nigra*, *Pinus*



---

progetto HiResAlp si sono sviluppate tecniche per la stima dell'umidità del terreno tramite satelliti con sensori SAR (Synthetic Aperture Radar) ad alta risoluzione, che sono state validate con modelli idrologici e misure a terra. (Bertoldi *et al.* 2014; Greifender *et al.* 2016, 2015, 2014; Pasolli *et al.* 2015, 2014, 2011a, 2011b; Stamenkovic *et al.* 2014). Si sono sviluppate e validate anche metodologie per la stima dell'evapotraspirazione con dati satellitari (Castelli *et al.* 2018).

La fitta rete di stazioni LTER è stata anche utilizzata per la validazione di radar a banda X per la stima delle precipitazioni in ambiente montano, problematica di notevole importanza per prevenzione di eventi alluvionali in montagna (Anagnostou *et al.* 2018).

Il regime idrologico della Val Mazia è dominato dagli afflussi nivo-glaciali. Una accurata stima delle precipitazioni solide e della dinamica dello scioglimento della neve è essenziale. L'area di studio è stata utilizzata per lo sviluppo di un nuovo approccio per migliorare la stima delle precipitazioni invernali (Mair *et al.* 2015) e per la modellazione della dinamica del manto nevoso (Engel *et al.* 2017).

Il bacino idrografico del Rio Saldura si presta per lo sviluppo di modelli che stimano il valore estetico tramite questionari basati su foto che raffigurano il paesaggio. I risultati di questi sondaggi sono stati convertiti in informazioni spaziali e le mappe prodotte saranno molto utili nelle future discussioni politiche locali per lo sviluppo del paesaggio. Le informazioni raccolte nell'ambito di una collaborazione con l'Università di Innsbruck contribuiranno soprattutto alla futura sfida di mantenere un ambiente attraente per attività ricreative e ricco di valori culturali, ma che al tempo stesso permetta l'uso agricolo, che costituisce la base economica della valle.

Grazie al coinvolgimento di stakeholders in un'iniziativa ILTER è stato possibile mettere a confronto la ricerca-socio-ecologica di 25 siti LTSE in tutto il mondo, uno dei quali è stato il macosito Val Mazia/Matschertal.

#### Progetti Nazionale ed Internazionali

Nell'estate del 2017 è iniziato un programma di monitoraggio nelle quote più alte del bacino. Le così dette vallette nivali sono piccole depressioni nel terreno (pochi metri di diametro) che si prestano perfettamente per studiare i cambiamenti climatici sugli ecosistemi alpini. In collaborazione con il Parco Nazionale Hohe Tauern (AT) e l'Università di Basilea (LTER Furka, CH) si studiano la produttività della vegetazione e diversi parametri del suolo, compresa la macrofauna, mentre insieme all'Università di Torino viene studiata la fenologia di selezionate piante alpine.

#### **Attività di divulgazione**

Periodicamente viene organizzato un evento divulgativo nel paese di Mazia dove si informano i cittadini sulla ricerca svolta, i risultati ottenuti e le possibili conseguenze, opportunità e difficoltà per la valle. Annualmente si tiene anche un corso giornaliero ("EUROSTAIN – Training on Sustainable Management of European Mountain Regions") per studenti internazionali dove vengono presentati vari metodi di analisi dell'uso del suolo, della vegetazione, dei corsi d'acqua e della biodiversità degli animali del suolo. Grazie alla stretta collaborazione con l'Università di Innsbruck e la Libera Università di Bolzano, nel macosito sono state svolte numerose tesi di laurea e di PhD. Per porre la base di un monitoraggio a lungo termine della diversità di piante e animali presenti nella valle, nel 2016 è stata organizzata una settimana intera dedicata alla biodiversità tassonomica. Esperti provenienti da Italia, Svizzera, Austria e Germania hanno censito la valle in modo molto esaustivo. In questo contesto è stato sviluppato anche un programma didattico insieme al Museo di Scienze Naturali di Bolzano. Famiglie e interessati hanno partecipato agli esperimenti, hanno classificato con i ricercatori degli organismi, sono stati coinvolti attivamente in attività ludiche avvicinando la ricerca anche ai più piccoli. Occasionalmente si organizzano anche delle giornate informative per le scuole locali della Val Venosta dove viene presentato il macosito e le attività scientifiche svolte durante l'anno. Queste attività hanno avuto un riscontro notevole a livello mediatico, con numerosi articoli su quotidiani, riviste locali, interviste alla radio e televisione.



---

## Prospettive future

Un aspetto futuro molto importante è l'archiviazione dei dati raccolti in un database con accesso pubblico. Per raggiungere questo obiettivo il sito sta investendo molto nel controllo di qualità del dato e nelle strutture tecniche necessarie per l'archiviazione delle grandi quantità di variabili che vengono registrate giornalmente. Un secondo aspetto riguarda l'uso e l'approfondimento di dati raccolti in passato, riflettendo su nuove possibilità di analisi e interpretazioni. L'obiettivo è di trovare connessioni con altre discipline e anche con altre istituzioni per sfruttare al meglio le risorse presenti. In questo contesto si mira anche all'intensificazione della ricerca riguardante gli effetti della presenza antropica in Val Mazia. Si mira di rafforzare la collaborazione con ricercatori interni all'istituto che si occupano di servizi ecosistemici e anche con ricercatori esterni nel campo socio-economico. La ricerca e il monitoraggio della biodiversità tassonomica rimarranno un pilastro principale nel macrosito. Una misura per sottolineare l'importanza di questo obiettivo è la ripetuta organizzazione del censimento tassonomico della valle almeno ogni 10 anni. Inoltre, il macrosito verrà a far parte di un nuovo progetto della Provincia Autonoma di Bolzano che ha come obiettivo il monitoraggio a lungo termine della biodiversità dell'intera Provincia.

La divulgazione avrà ancora più spazio nelle future attività: per esempio, nel 2019 c'è stata partecipazione attiva all'iniziativa dei "Cammini" (Bergami *et al.* 2018), organizzando un cammino transfrontaliero Italia-Austria. Inoltre, sarà approfondito l'approccio della Citizen Science nei futuri progetti.

## Abstract

The Saldur River Catchment covers an area of app. 100 km<sup>2</sup> and includes different elevations and topographic aspects. Measurements in the Saldur River catchment started in 2010, additionally and in accordance to the sites Monteschino/Muntatschinig, in order to complete an integrated approach of measurements from plot to landscape level. Measurements in the Saldur River catchment are less intensive, but cover a larger area and different ecosystems (intensive meadows, extremely dry pastures, forest). Especially data on taxonomic diversity (mainly lichen, bryophytes, vascular plants, spiders, bugs, ants, grasshoppers, butterflies and earth worms) are surveyed periodically within the whole catchment. Data deriving from these measurements are used for parameterizing and validating models, as well as for input data for analyses on land-use change and ecosystem services (productivity, water availability, natural hazards, biodiversity). The catchment has been equipped with 12 climate stations distributed all over the valley. Furthermore, within the framework of two projects financed by the Autonomous Province of South Tyrol, five sap-flow and radial stem growth-measuring sites were established in spring 2012 in cooperation with Innsbruck University, Austria. Assuming elevation as proxy for future climate conditions (increasing temperatures and changing precipitations regimes) three mountain meadows with comparable management and site conditions were fenced and equipped with sensors for assessing microclimate, in order to study basic microclimatic processes, and connected effects on plant and soil animal diversity along dry elevational gradients.

**Autori**

Roberta Bottarin<sup>1</sup>, Alberto Scotti<sup>1</sup>

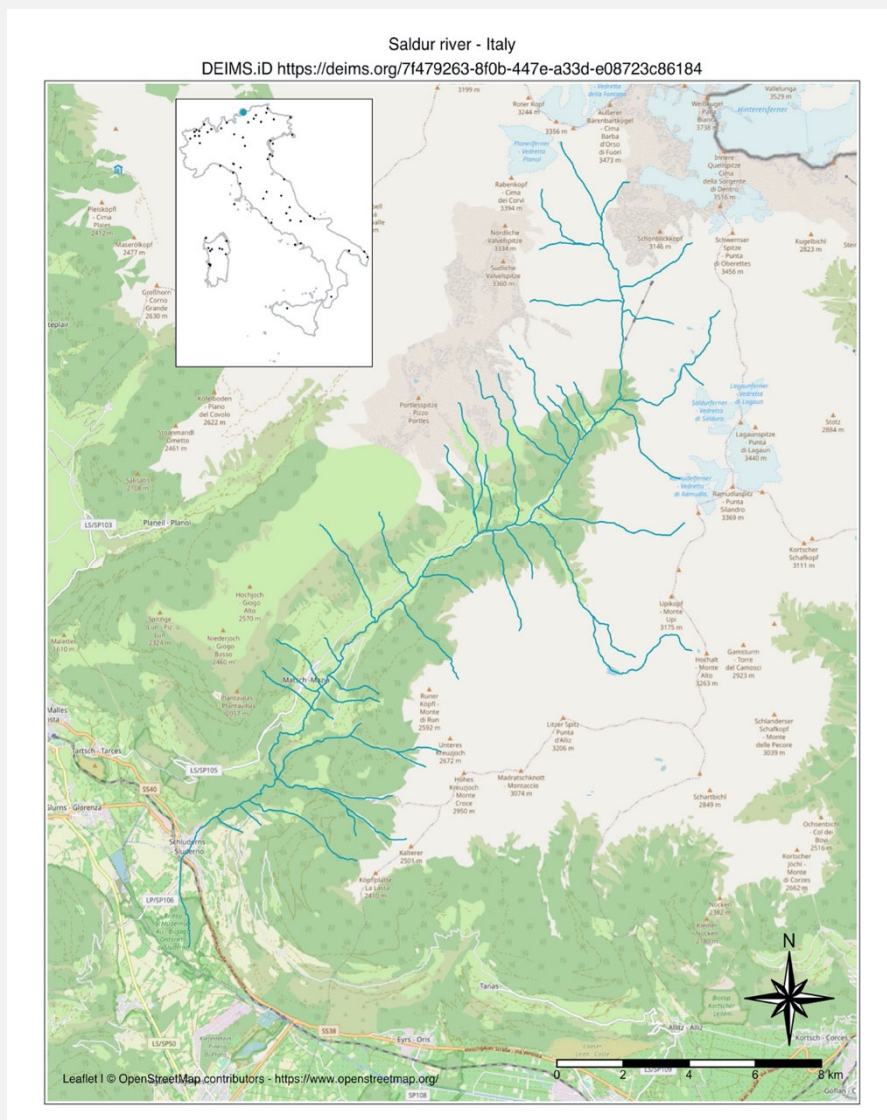
**Affiliazione**

<sup>1</sup> Istituto per l'Ambiente Alpino, Eurac Research, Viale Druso 1, 39100 Bolzano, Italia

**Sigla:** IT25-003-T

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/7f479263-8f0b-447e-a33d-e08723c86184>

**Responsabile sito:** Roberta Bottarin



## Descrizione del Sito

Il Rio Saldura nasce a ca. 2800 m di quota dalla lingua glaciale del ghiacciaio Matschferner. Il torrente è lungo ca. 22 km e a 900 m di quota confluisce nel Rio Puni, affluente dell'Adige, presso Sluderno. A



Fig. 8 - Veduta del Rio Saldura

quota 1600 m è presente dal 2009 un misuratore di portata dell'Ufficio Idrografico della Provincia di Bolzano, mentre a quota 2300 è presente dal 2012 un misuratore di portata dell'Università di Bolzano (vedi sito Area proglaciale Mazia). Il Rio Saldura è stato analizzato nella sua parte finale sia dal Laboratorio Biologico sia da quello Chimico della Provincia Autonoma di Bolzano dal 1980 (a quota 980

m s.l.m., a 17 km dalla sorgente). Questo sito rientra anche nella rete di monitoraggio provinciale della qualità dei corsi d'acqua. Mentre quindi la parte finale del torrente è stata analizzata in passato, non esistevano nessun tipo di analisi né chimiche né faunistiche effettuate nella parte alta del bacino idrografico. Quando nel 2008 la Val Mazia è stata scelta per lo studio dei cambiamenti climatici nei vari ecosistemi terrestri (essendo una delle valli più secche delle Alpi), è stato preso in considerazione anche il monitoraggio della fauna torrentizia (banca dati dal 2009). La presenza del ghiacciaio Palla Bianca nel bacino imbrifero ha reso molto interessante anche il suo effetto correlato ai cambiamenti climatici e alle conseguenze dello scioglimento di neve e ghiaccio sulla fauna lotica. Grazie ad un finanziamento iniziale correlato alla Società Italiana di Ecologia nel 2011 sono state scelte quattro stazioni di campionamento che sono state successivamente monitorate stagionalmente (parametri chimico-fisici e biologici). Nell'ambito di una tesi di laurea e alcuni tirocini, sono stati scelti ulteriori 16 punti di campionamento, dislocati sui vari tributari (alcuni aventi il ghiacciaio nel loro bacino, altri no), permettendo di ottenere interessanti confronti su piccola scala. Nel 2015 sono partiti i lavori di realizzazione di una piccola centrale idroelettrica sul torrente a quota 2000 m. Questo ha comportato tutto una serie di problemi anche per i campionamenti e per la stima della portata, ma anche creato un'opportunità per monitorare gli effetti di questo intervento antropico sugli ecosistemi. Di conseguenza la stazione di campionamento 2 sul corso d'acqua principale, che si trovava esattamente all'altezza della centrale idroelettrica costruita, è stata frazionata in 4 stazioni, mentre la stazione 4 molto più a valle non è stata più campionata. In totale dal 2015 vengono così monitorate non più stagionalmente, ma mensilmente 6 stazioni di campionamento.

Tra il 2011 e il 2013, nell'ambito del progetto EMERGE, in collaborazione con l'Università di Bolzano, si sono misurati su base mensile nell'ambito di campagne intensive (valori orari) gli isotopi dell'ossigeno, dell'idrogeno e la conduttività in vari siti del Rio Saldura, dei suoi principali affluenti e in alcune sorgenti scelte.

Nel 2017 sono state installate da Eurac Research due sonde multiparametriche a due diversi livelli altitudinali che tra l'altro misurano la concentrazione di azoto nell'acqua del Rio Saldura. I valori dettagliati di questi parametri chimico-fisici dell'acqua saranno importanti per seguire anche variazioni minime

legate per esempio allo scioglimento della neve e ghiaccio o a fenomeni di lisciviazione dai terreni circostanti.

## Principali risultati scientifici

Il monitoraggio della comunità macrobenthonica del Rio Saldura ha permesso di individuare sia pattern longitudinali che stagionali (Fig.9). La presenza di un ghiacciaio ha un grande impatto sul regime idrologico, in quanto influenza notevolmente la portata e il trasporto solido. Le comunità faunistiche presenti nei corsi d'acqua alpini reagiscono molto velocemente ai cambiamenti dei loro ambienti e quindi

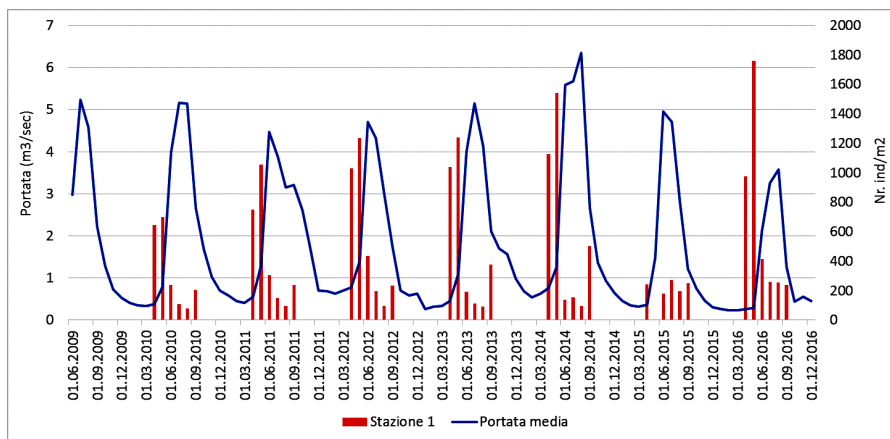


Fig. 9 - All'aumentare della portata (esempio riportato relativo alla stazione 1 del Rio Saldura) in tarda primavera e nei mesi estivi in seguito allo scioglimento di neve e ghiaccio la fauna bentonica diminuisce sia nel numero totale (abbondanza) che nel numero di specie (diversità), per poi recuperare nei mesi autunnali quando la portata del torrente torna a stabilizzarsi

fungono da vere sentinelle climatiche. Nel corso del progetto di Eurac Research “AlpWater” è stato individuato come l'aumento di portata con i suoi picchi nei mesi di giugno e luglio legato prevalentemente al crescente scioglimento di neve e ghiaccio, ha portato ad una diminuzione della abbondanza e della diversità nel macrozoobenthos (Rogora *et al.* 2018; Scotti *et al.* 2018).

Un altro risultato di ricerca riguarda la

valutazione del contributo legato allo scioglimento della neve e del ghiaccio ai deflussi complessivi del Rio Saldura, che presenta un regime marcatamente nivo-glaciale. Il cambiamento climatico rende questa domanda di ricerca particolarmente urgente. In particolare, per quantificare questi contributi si sono usati traccianti ambientali come isotopi dell'ossigeno, dell'idrogeno e la conduttività elettrica, con un monitoraggio intensivo condotto per tre anni, nell'ambito del progetto EMERGE in collaborazione con l'Università di Bolzano. I risultati sono pubblicati in diversi articoli molto citati: Penna *et al.* (2017); Engel *et al.* (2016); Penna *et al.* (2014).

Un'altra linea di ricerca condotta sul Rio Saldura dall'Università di Bolzano riguarda il contributo glaciale al trasporto solido nei torrenti di alta quota. I risultati hanno evidenziato un notevole incremento del trasporto solido nei periodi di intensa ablazione glaciale (Mao *et al.* 2017; Mao *et al.* 2015).

Nell'anno 2015 anche in previsione dell'entrata in funzione di una nuova centrale idroelettrica, nell'ambito di una tesi per un master in collaborazione con l'Università di Copenhagen, è stato sviluppato un modello idraulico dettagliato che comprende il tratto immediatamente a valle della centrale fino alla stazione 3, dislocata a 5,6 km a valle. In questo tratto fluviale ogni 100 m sono state rilevate delle sezioni dettagliate dell'alveo mediate GPS, che poi hanno fornito i dati per il calcolo del modello idraulico. Questo modello ha permesso di “prevedere” i cambiamenti di microhabitat, la mole di sedimentazione, e i cambi di portata (Scotti 2014). In futuro questi parametri potranno essere messi in relazione con la fauna bentonica.

Sempre nell'ambito del progetto AlpWater, nel 2017 il Rio Saldura è stato, insieme ad altri 14 siti dislocati in vari punti dell'Alto Adige, uno dei punti di campionamento scelti per valutare il tipo di relazione esistente fra comunità di macroinvertebrati lotici e il tipo di uso del territorio circostante. I primi risultati evidenziano in modo molto chiaro che non solo esiste una chiara relazione fra la struttura delle comunità macrobentoniche e il territorio circostante, ma si possono identificare anche specie indicatrici specifiche per alcune tipologie. Fra le tipologie analizzate, il tipo d'uso “prateria”, sia a pascolo che a



---

sfalcio, rappresenta la tipologia con la biodiversità compositiva e funzionale più alta, nonché la struttura di comunità più simile.

Eurac Research inoltre collabora con il Laboratorio Analisi acque e cromatografia della Provincia Autonoma di Bolzano e il Laboratorio biologico della Provincia Autonoma di Bolzano per valutare le concentrazioni dei nitrati nelle acque e nell'atmosfera. L'aumento di nitrati negli ultimi decenni è preoccupante principalmente per due motivi: primo, elevate concentrazioni di nitrati nell'acqua compromettono la salute umana e lo stato di salute dei corpi idrici e secondo, l'impiego di fertilizzanti, l'aratura dei campi e le concimazioni possono contribuire all'inquinamento diffuso. La percolazione da strade agricole e da superfici coltivate rappresenta una fonte potenziale di inquinamento. Quantitativamente spesso le singole sorgenti diffuse sarebbero trascurabili, ma la loro somma a livello di un intero bacino imbrifero diviene significativa e può compromettere lo stato di salute del corso d'acqua che drena la zona. Dal 2017 sono stati installati campionatori per le deposizioni atmosferiche in due siti in Val Mazia e sono stati fatti numerosi prelievi dell'acqua del torrente Saldura. Le analisi delle concentrazioni dei nitrati in acqua proseguono grazie anche all'installazione di due sonde multiparametriche nel torrente. Grazie alle numerose stazioni climatiche presenti nel bacino idrografico del Rio Saldura, la connessione con i dati meteorologici è possibile e sarà interessante collegare concentrazioni in acqua con quelle atmosferiche e conmetterle alle variabili climatiche per cercare di avere informazioni relative al ciclo dell'azoto in questa valle alpina. Interessante sarà anche paragonare i risultati ottenuti con quelli misurati in due stazioni gemelle gestite dalla Provincia Autonoma di Bolzano (Renon a 1780 m s.l.m. e a Monticolo a 530 m s.l.m.), per valutare quanto differiscono i valori rilevati in una valle comunque più secca.

## Attività di divulgazione

Oltre alla partecipazione ad eventi che riguardano tutto il macrosito, come le lezioni in campo per studenti delle Università di Bolzano e Innsbruck, la settimana della scienza nel 2016 e gli approfondimenti con scuole e insegnanti locali, periodicamente vengono anche organizzate escursioni con il gruppo glaciologico nella parte di alta quota del Rio Saldura.

Alcuni risultati sono stati condivisi con un'iniziativa di LTER Italia, che è riuscita a pubblicare un articolo collettivo sull'impatto del cambiamento climatico su diversi ecosistemi montani nelle Alpi e negli Appennini (Rogora *et al.* 2018).

## Prospettive future

Il monitoraggio del macrozoobenthos nelle sei stazioni dislocate lungo l'asta fluviale continuerà cercando di mantenere la cadenza mensile. Questo risulta anche molto interessante se posto in relazione alla problematica dei cambiamenti climatici. Cambiano gli habitat delle specie anche in ambito lotico all'aumentare della temperatura? Che effetti si possono evidenziare a livello di struttura di comunità? Eventuali cambiamenti possono avere influenze sul funzionamento dei principali processi ecologici nei torrenti alpini d'alta quota?

Grazie alle sonde multiparametriche sarà possibile collegare i risultati biotici con i maggiori parametri abiotici con una risoluzione temporale notevole. Vista l'importanza dell'uso del territorio circostante risultata nell'ambito di uno studio condotto, si pianifica un'analisi dei servizi ecosistemici all'interno del bacino idrografico cercando di collegarli con la qualità dell'acqua (sia biologica che per esempio con le concentrazioni dei nitrati).

Per quanto riguarda le analisi quantitative legate alla portata del torrente, si è reso sempre più importante trovare il modo di valutare la portata complessiva del torrente, che si è resa molto difficile dopo la costruzione della centrale idroelettrica a quota 2000 m s.l.m. Per quanto riguarda la modellazione, si vuole arrivare a una stima in continuo del bilancio idrologico del bacino.

---

## Abstract

The Saldur River has its source at an elevation of 2700 m a.s.l. within the proglacial area of the glacier Matschferner. The river is 22 km long and flows into the small Rio Puni close by Sluderno at 900 m a.s.l., which ends in the main river Adige. The Saldur River has been analyzed by the Biological and Chemical Laboratory of the Autonomous Province of Bolzano since 1980: one site, located at 980 m a.s.l. (17 km distance from the source), belongs to the regional and national biological and water-quality program. Discharge has been monitored since 2009 in one location, and since 2012 in a second one.

Since 2011, four sampling stations in the upper part of the catchment have been monitored: physical, chemical and biological parameters have been carried out seasonally. Moreover, 16 smaller sites located on the main tributaries have been sampled in the upper part of the Saldur basin. Since 2015, as a hydroelectric power station has been built at 2000 m a.s.l., in total the macrobenthic communities of 6 sites are monitored monthly. Moreover, in 2017 two multi-probes have been installed in the Saldur River measuring several chemical parameters of the river water, for example nitrogen concentrations.

## Area Proglaciale Mazia

### Autori

Francesco Comiti<sup>1</sup>, Michael Engel<sup>1</sup>

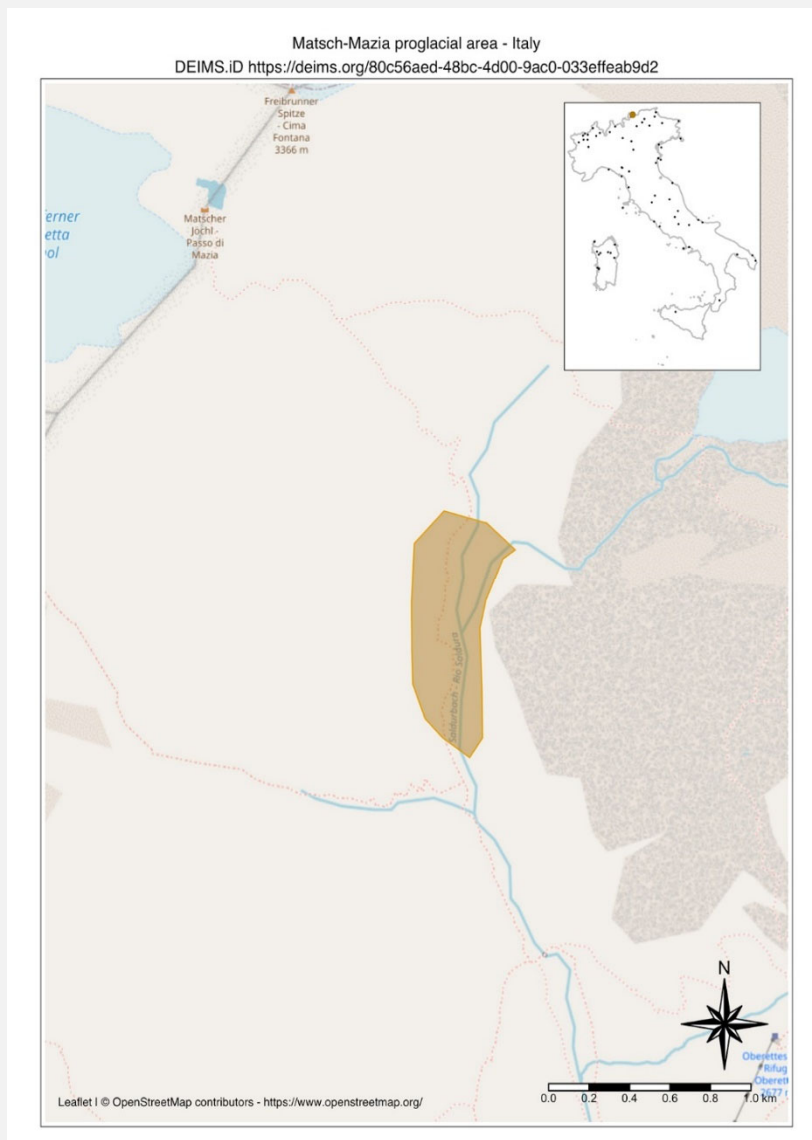
### Affiliazione

<sup>1</sup> Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Piazza Università 5, 39100 Bolzano, Italia

**Sigla:** IT25-004-T

**DEIMS.ID:** <https://deims.org/80c56aed-48bc-4d00-9ac0-033effeab9d2>

**Responsabile sito:** Francesco Comiti



## Descrizione del sito

Il sito di ricerca – gestito dalla Libera Università di Bolzano/Bozen, Facoltà di Scienze e Tecnologia – si trova ad una quota variabile tra 2.400-2.500 m s.l.m., alla testata della Val Mazia (area drenata del



Fig. 10 - Area proglaciale Mazia

bacino pari a 11 km<sup>2</sup>), poche centinaia di metri a valle del fronte glaciale attuale. Nella parte superiore del bacino, al di sopra dei 2700 m s.l.m., giace un ghiacciaio con un'estensione attuale di circa 2.5 km<sup>2</sup>. Il substrato roccioso è formato da rocce metamorfiche ed il clima è molto freddo e di tipo continentale, con precipitazioni medie annue dell'ordine di 700-1000 mm, che per la maggior parte avvengono in forma solida. La neve al suolo permane da Novembre-Dicembre fino ad Aprile-Maggio.

Presso il sito sono state eseguite analisi di tipo floristico-vegetazionale, microbiologiche ed

idro-morfologiche. Attualmente, soltanto le ultime sono ancora in corso. Il livello idrometrico del Rio Saldura (il corso d'acqua principale della Val Mazia) è monitorato presso due sezioni trasversali subito a valle del sito. La conversione da livello idrometrico a portata è stata effettuata tramite misure di portata realizzate con il metodo della diluizione salina. Le precipitazioni liquide per le analisi isotopiche sono state raccolte per mezzo di tre campionatori a bottiglia. I campionatori di precipitazione sono stati svuotati approssimativamente ogni 45 giorni durante il periodo di studio. Campioni di acqua per analisi isotopiche e geochimiche sono stati raccolti manualmente per anni ogni 30-45 giorni in 11 punti nell'asta torrentizia principale e in tre tributari.

I dati ad ora disponibili sono i seguenti: chimica del suolo, diversità floristica (quantitativa e qualitativa), produzione primaria (2012-2014), scambio netto dell'ecosistema e respirazione dell'ecosistema (da giugno a ottobre 2012-2014), deflusso idrico nel Rio Saldura (dal 2012, a intervalli di 10 minuti) e sua separazione nelle componenti di scioglimento glaciale, scioglimento nivale ed acque di falda (per periodi/eventi selezionati), modello digitale del Terreno fornito dalla Provincia Autonoma di Bolzano/Bozen (2005), rilievo LiDAR commissionato da parte della Libera Università di Bolzano (2013), rilievo satellitare "Pleiades" commissionato dall'Università di Innsbruck (2017), rilievo fotogrammetrico della zona proglaciale commissionato dalla libera Università di Bolzano (2017) ed infine il bilancio di massa del ghiacciaio eseguito dall'Università di Innsbruck (2005-2013).

Le collaborazioni scientifiche della Libera Università di Bolzano (passate ed ancora attive) relativamente al sito sono le seguenti: Colorado State University (Dept. Geosciences), Pontificia Universidad Católica de Chile (Dept. Ecosystems and Environment), Università di Padova (Dip. Territorio e sistemi agro-forestali), CNR-IRPI Padova, Università di Firenze (Dip. Agricultural, Foodstuff and Forestry systems management), Eurac Research (Ist. per l'Ambiente Alpino).



## Risultati

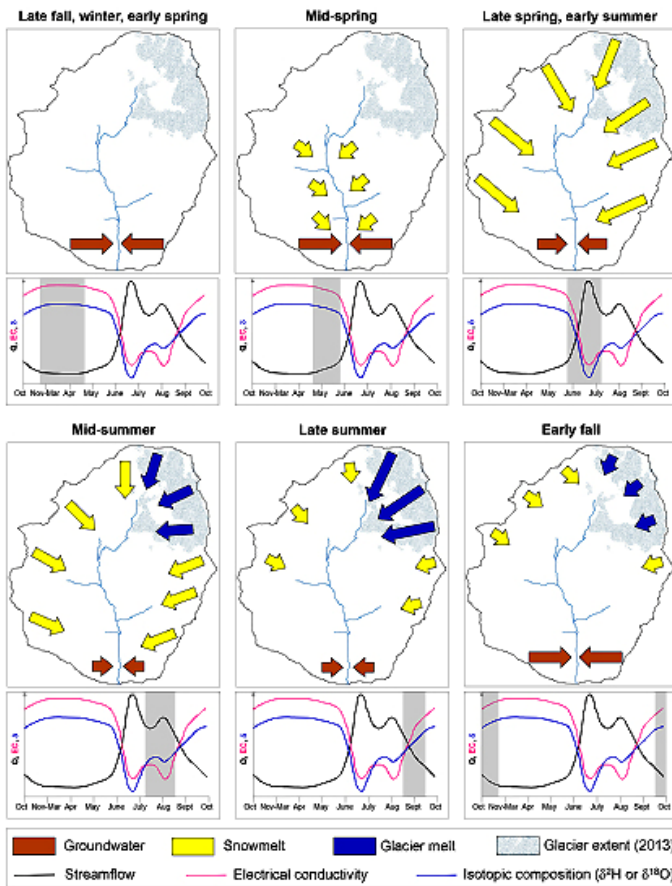


Fig. 11 - Dinamica stagionale idrologia nel bacino superiore del T. Saldura (da Penna *et al.* 2017)

dinamiche dei deflussi liquidi (Engel *et al.* 2016; Penna *et al.* 2017, Fig. 11), e del trasporto solido, sia in sospensione (Mao *et al.* 2019), che al fondo (Mao *et al.* 2014; Comiti *et al.* 2019; Fig. 12 e 13).

Nel complesso, tali risultati evidenziano come i ghiacciai non siano importanti solo come serbatoi di acqua, ma producono ingenti volumi di sedimenti (che rappresentano una percentuale significativa della produzione totale in bacini di alta montagna), che vengono poi trasferiti a valle da torrenti e fiumi. I processi di trasporto solido e la loro disponibilità determinano l'evoluzione morfologica di questi corsi d'acqua su scale temporali da molto brevi (ore) fino a molto lunghe (decenni) e influiscono quindi direttamente sulla relazione uomo/fiume dal punto di vista del rischio idro-geologico (attraverso cambiamenti improvvisi durante le piene e variazioni continue nel tempo) e dell'impatto sulla sedimentazione (e quindi sul volume utile) dei bacini artificiali. Inoltre, si è

Le attività condotte presso il sito hanno permesso di caratterizzare le comunità microbiche dei suoli (Ciccazzo *et al.* 2014, 2015) e delle sorgenti presenti presso il sito (Esposito *et al.* 2016), così come le loro caratteristiche chimico-fisiche (Engel *et al.* 2016; Penna *et al.* 2017).

Sono stati rilevati i dati sulla diversità floristica (dati qualitativi e quantitativi) e le caratteristiche chimico-fisiche del suolo in diversi transetti, che ha condotto alla quantificazione dei flussi gassosi degli ecosistemi erbacei del sito. Infatti, negli anni 2012, 2013 e 2014, è stato registrato lo scambio di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) con l'atmosfera da parte di due comunità vegetali in una morena della Piccola Era Glaciale, ad un'altitudine di 2.400 m s.l.m. Lo scambio netto dell'ecosistema (NEE) e la respirazione dell'ecosistema (Reco) sono stati rilevati utilizzando un sistema multiplex composto da 8 camere automatiche a dinamica chiusa (Montagnani *et al.* 2017).

In merito agli aspetti idro-morfologici, i dati idrometrici, isotopici, geochimici e del trasporto solido raccolti finora hanno permesso di evidenziare il ruolo chiave svolto dall'acqua di fusione glaciale sulle

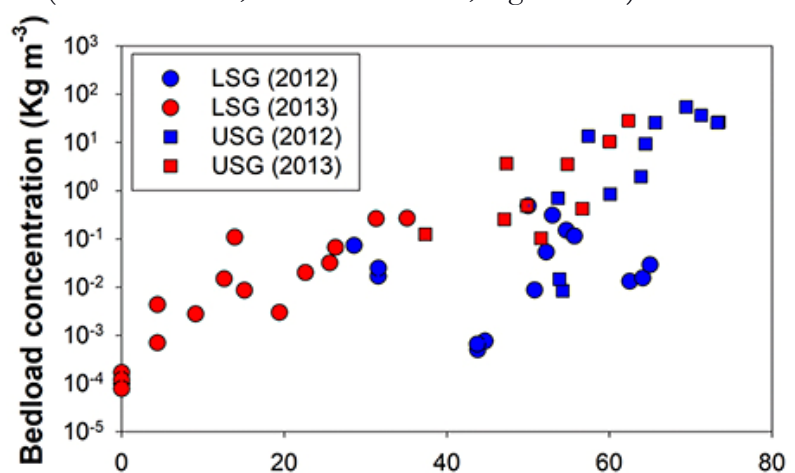


Fig. 12 - Relazione tra la concentrazione solida del trasporto di fondo e la frazione di deflusso di origine glaciale nel Rio Saldura (da Comiti *et al.* 2019)

visto come i processi di trasporto solido fluviale interagiscono in modo rilevante con le dinamiche degli ecosistemi acquatici delle aree proglaciali, mentre i processi di versante (frane, colate) risultino spesso “disconnessi” dal reticolo idrografico e pertanto con minor rilevanza rispetto alla dinamica glaciale.

### Progetti di ricerca nazionali ed internazionali

Il sito è stato istituito nella primavera 2011 nell’ambito del progetto EMERGE – Retreating glacier and emerging ecosystem in the Southern Alps, “Ghiacciai in ritiro ed ecosistemi emergenti nelle Alpi meridionali”, supportato finanziariamente dalla Fondazione Dr. Erich-Ritter e Dr. Herzog-Sellenberg all’interno della Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e co-finanziata dalla Libera Università di Bolzano/Bozen). Il progetto EMERGE mirava ad analizzare i differenti aspetti dell’ecosistema emergente dal ritiro glaciale, principalmente per quanto riguarda l’idrologia, le comunità microbiche del suolo e le comunità vegetali presenti sulla zona antistante al ghiacciaio. Nel 2012, lungo gli stessi transetti, ha avuto inizio il progetto “Influence of vegetation on carbon fluxes and carbon soil accumulation after glacier retreat” supportato finanziariamente dalla Libera Università di Bolzano.

Infine, grazie al progetto di ricerca finanziato dalla Prov. Aut. di Bolzano “GLORI” (2017-2020), è stato possibile continuare il monitoraggio idrologico e del trasporto solido lungo il Rio Saldura anche una volta terminato il progetto EMERGE, così come seguire l’evoluzione glaciale e proglaciale tramite immagini telerilevate.

### Prospettive future

Le attività di monitoraggio idro-morfologico verranno portate avanti dalla Libera Università di Bolzano al fine di seguire l’evoluzione del sistema proglaciale e del regime idrologico della parte alta del Rio Saldura al progredire della riduzione delle masse glaciali prevista nei prossimi anni. In prospettiva, si prevede che possa essere di grande valore ripetere il monitoraggio del trasporto solido al fondo presso il sito nel periodo 2021-2024, ovvero a 10 anni di distanza dal precedente studio, al fine di verificare come la deglaciazione stia modificando gli apporti solidi al sistema fluviale, e come le diverse unità morfologiche (ovvero habitat acquatici) potranno esserne influenzati.

### Abstract

The proglacial site is located at an altitude varying between 2,400-2,500 m above sea level, at the head of the Matsch valley. Floristic-vegetation, microbiological and hydro-morphological analyses were carried out at the site. The hydrometric, isotopic and solid transport data collected so far have shown the dominant role played by glacial outflows on sediment transfer dynamics along the Salur River.

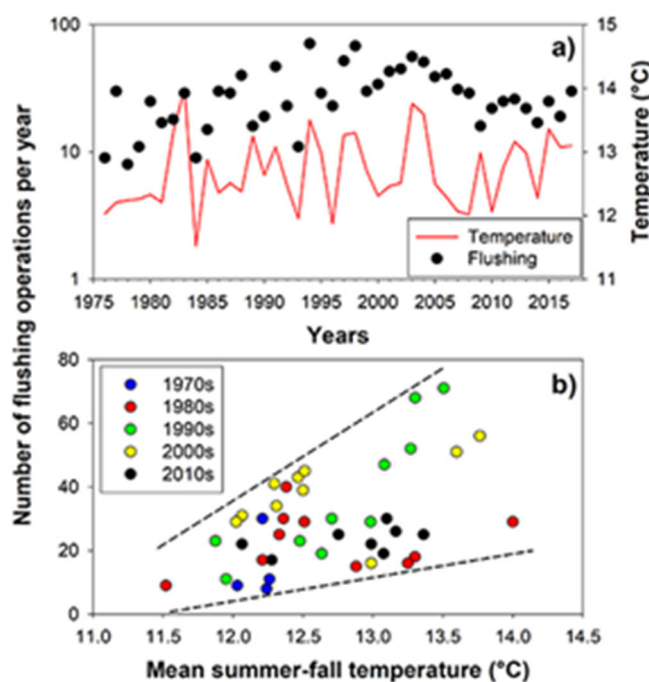


Fig. 13 - Andamento della produzione solida del Rio Saldura (valutata tramite le operazioni di dissabbiamento della presa idroelettrica presente a valle del sito) e temperatura media dell’aria nel periodo estivo-autunnale negli ultimi 4 decenni (da Comiti et al. 2019; dati forniti da Alperia S.p.A.)

---

## Bibliografia citata e Prodotti del macrosito. Ultimi 10 anni

### Riviste ISI

- Anagnostou M.N., Nikolopoulos E.I., Id J.K., Anagnostou E.N., Id F.M., Mair E., Bertoldi G., Tappeiner U., Borga M. (2018). Advancing Precipitation Estimation and Streamflow Simulations in Complex Terrain with X-Band Dual-Polarization Radar Observations. *Remote Sens.* 10, 1258. <https://doi.org/10.3390/rs10081258>.
- Bertoldi G., Della Chiesa S., Notarnicola C., Pasolli L., Niedrist G., Tappeiner U. (2014). Estimation of soil moisture patterns in mountain grasslands by means of SAR RADARSAT2 images and hydrological modeling. *Journal of Hydrology*, DOI: 10.1016/j.jhydrol.2014.02.018.
- Castelli M., Anderson M.C., Yang Y., Wohlfahrt G., Bertoldi G., Niedrist G., Hammerle A., Zhao P., Zebisch M., Notarnicola C. (2018). Two-source energy balance modeling of evapotranspiration in Alpine grasslands. *Remote Sensing of Environment* 209, 327-342. DOI: 10.1016/j.rse.2018.02.062.
- Cicczazzo S., Esposito A., Borruso L., Brusetti L. (2015). Microbial communities and primary succession in high altitude mountain environments. *Annals of Microbiology*, DOI: 10.1007/s13213-015-1130-1.
- Cicczazzo S., Esposito A., Rolli E., Zerbe S., Daffonchio D., Brusetti L. (2014). Different pioneer plant species select specific rhizosphere bacterial communities in a high mountain environment. *SpringerPlus*, 3:391.
- Colliander A., Jackson T.J., Bindlish R., Chan S., Das N., Kim S.B., Cosh M. H., Dunbar R.S., Dang L., Pashaian L., Asanuma J., Aida K., Berg A., Rowlandson T., Bosch D., Caldwell T., Caylor K., Goodrich D., al Jassar H., Lopez-Baeza E., Martínez-Fernández J., González-Zamora A., Livingston S., McNairn H., Pacheco A., Moghaddam M., Montzka C., Notarnicola C., Niedrist G., Pellarin T., Prueger J., Pulliainen J., Rautiainen K., Ramos J., Seyfried M., Starks P., Su Z., Zeng Y., van der Velde R., Thibeault M., Dorigo W., Vreugdenhil M., Walker J.P., Wu X., Monerris A., O'Neill P.E., Entekhabi D., Njoku E.G., Yueh S. (2017). Validation of SMAP surface soil moisture products with core validation sites, *Remote Sensing of Environment* 191, 215-231.
- Comiti F., Mao L., Penna D., Dell'Agnese A., Engel M., Rathburn S., Cavalli M. (2019). Glacier melt runoff controls bedload transport in Alpine catchments. *Earth and Planetary Science Letters*. *Earth and Planetary Science Letters*, 520, 77-86.
- Della Chiesa S., Bertoldi G., Niedrist G., Obojes N., Endrizzi S., Albertson J.D., Wohlfahrt G., Hörtnagl L., Tappeiner U. (2014). Modelling changes in grassland hydrological cycling along an elevational gradient in the Alps. *Ecohydrology* <http://dx.doi.org/10.1002/eco.1471>.
- Dick J., Orenstein D.E., Holzer J.M., Wohner C., Achard A.L., Andrews C., Avriël-Avni N., Beja P., Blond N., Cabello J., Chen C., Díaz-Delgado R., Giannakis G.V., Gingrich S., Izakovicova Z., Krauze K., Lamouroux N., Leca S., Van Ryckegem G. (2018). What is socio-ecological research delivering? A literature survey across 25 international LTSER platforms. *Science of the total Environment* 622-623, 1225-1240.
- Djukic I., Kepfer-Rojas S., Kappel Schmidt I., Steenberg Larsen K., Beier C., Berg B., Verheyen TeaComposition (~200 LTER members) (2018). Early stage decomposition across biomes. *Science of the Total Environment* 628-629, 1169-1394. [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.012](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.012).
- Engel M., Notarnicola C., Endrizzi S., Bertoldi G. (2017). Snow model sensitivity analysis to understand spatial and temporal snow dynamics in a high-elevation catchment. *Hydrological Processes* 31 (23), 4151-4168. DOI: 10.1002/hyp.11314.
- Engel M., Penna D., Bertoldi G., Dell'Agnese A., Soulsby C., Comiti F. (2016). Identifying run-off contributions during melt-induced run-off events in a glacierized alpine catchment. *Hydrological Processes*, 30 (3), pp. 343-364. DOI: 10.1002/hyp.10577.
- Esposito A., Engel M., Cicczazzo S., Daprà L., Penna D., Comiti F., Brusetti L. (2016). Spatial and temporal variability of microbial communities in high alpine waterspring sediments. *Research in Microbiology*. DOI: 10.1016/j.resmic.2015.12.006.

- 
- Fontana V., Guariento E., Hilpold A., Niedrist G., Steinwandter M., Spitale D., Nascimbene J., Tappeiner U. and Seeber J. (2020). Species richness and beta diversity patterns of multiple taxa along an elevational gradient in pastured grasslands in the European Alps. *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1-11.
- Fontana V., Kohler M., Niedrist G., Bahn M., Tappeiner U. & Frenck G. (2017). Decomposing the land-use specific response of plant functional traits along environmental gradients. *Science of The Total Environment*, 599, 750-759.
- Greifeneder F., Notarnicola C., Bertoldi G., Niedrist G., Wagner W. (2016). From point to pixel scale: An upscaling approach for in-situ soil moisture measurements. *Vadose Zone Journal* 15/6.
- Hilpold A., Seeber J., Fontana V., Niedrist G., Rief A., Steinwandter M., Tasser E., Tappeiner U. (2018). Decline of rare and specialist species across multiple taxonomic groups after grassland intensification and abandonment. *Biodiversity and Conservation* 1-16.
- Ilyashuk B., Ilyashuk E., Psenner R., Tessadri R., Koinig K.A. (2018). Rock glaciers in crystalline catchments: Hidden permafrost-related threats to alpine headwater lakes. *Global Change Biology* 24 (4), 1548-1562. DOI: 10.1111/gcb.13985.
- Kattge J., Bönisch G., Díaz S., Dainese M., Fontana V., Niedrist G., Tappeiner U. *et al.* TRY plant trait database – enhanced coverage and open access. *Glob Change Biol.* 2020; 26: 119-188. <https://doi.org/10.1111/gcb.14904>.
- Mair E., Bertoldi G., Leitinger G., Della Chiesa S., Niedrist G., Tappeiner U. (2014). ESOLIP – estimate of solid and liquid precipitation at sub-daily time resolution by combining snow height and rain gauge measurements, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 10, 8683-8714, DOI: 10.5194/hessd-10-8683-2013. (conference proceeding paper).
- Mair E., Leitinger G., Della Chiesa S., Niedrist G., Tappeiner U., Bertoldi G. (2016). A simple method to combine snow height and meteorological observations to estimate winter precipitation at sub-daily resolution. *Hydrological Sciences Journal* 61/11, 2050-2060.
- Mao L., Comiti F., Carrillo R. & Penna D. (2019). Sediment transport in proglacial rivers. *Geomorphology of Proglacial Systems. Landform and Sediment Dynamics in Recently Deglaciated Alpine Landscapes*, eds Heckmann T, Morche D (Springer).
- Mao L., Dell’Agnese A., Huinache C., Penna D., Engel M., Niedrist G., Comiti F. (2014). Bedload hysteresis in a glacier-fed mountain river. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39(7), 964-976. DOI: 10.1002/esp.3563.
- Montagnani L., Varolo E., Zanotelli D., Tagliavini, Zerbe S. (2017). Colonization of a deglaciated moraine: contrasting patterns of carbon uptake and release from C3 and CAM plants. *PLOS one*, DOI: 10.1371/journal.pone.0168741s.
- Montagnani L., Badraghi A., Speak A.F., Wellstein C., Borruso L., Zerbe S., Zanotelli D. (2019). Evidence for a non-linear carbon accumulation pattern along an Alpine glacier retreat chronosequence in Northern Italy. *PeerJ* 7:e7703.
- Niedrist G., Tasser E., Bertoldi G., Della Chiesa S., Obojes N., Egarter Vigl L., Tappeiner U. (2016). Down to future: Transplanted mountain meadows react with increasing phytomass or shifting species composition. *Flora* 224, 172-182.
- Niedrist G., Nollo A., Brugger H., Vilardi A., Leitinger G., Tappeiner U. (2018). terraXcube: An emerging ecotone to converge chamber experiments and environmental studies in alpine ecology, *Geophysical Research Abstracts Vol. 20, EGU2018-9199, EGU General Assembly 2018, Vienna, Austria*, 8-13 April 2018.
- Obojes N., Meurer A., Newesely C., Tasser E., Oberhuber W., Mayr S., Tappeiner U. (2018). Water stress limits transpiration and growth of European larch up to the lower subalpine belt in an inner-alpine dry. *New Phytologist*. DOI: 10.1111/nph.15348.



- 
- Pasolli L., Notarnicola C., Bertoldi G., Della Chiesa S., Niedrist G., Bruzzone L., Tappeiner U., Zebisch M. (2014). Soil moisture monitoring in mountain areas by using high resolution SAR images: results from a feasibility study. *European Journal of Soil Science* 65/6, 852-864.
- Pasolli L., Notarnicola C., Bruzzone L., Bertoldi G., Della Chiesa S., Hell V., Niedrist G., Tappeiner U., Zebisch M., Del Frate F., Vaglio Laurin G. (2011). "Estimation of Soil Moisture in an Alpine Catchment with RADARSAT2 Images", *Applied and Environmental Soil Science*, vol. 2011, Article ID 175473, 12 pages, 2011. DOI: 10.1155/2011/175473.
- Penna D., Engel M., Mao L., Dell'Agnese A., Bertoldi G., Comiti F. (2014). Tracer-based analysis of spatial and temporal variation of water sources in a glacierized catchment. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 11: 4879-4924. DOI: 10.5194/hessd-11-4879-2014.
- Penna D., Engel M., Bertoldi G., Comiti F. (2017). Towards a tracer-based conceptualization of meltwater dynamics and streamflow response in a glacierized catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21 (1), pp. 23-41. DOI: 10.5194/hess-21-23-2017.
- Präg N., Seeber J., Leitinger G., Tasser E., Tappeiner U., Illmer P. (2020). The role of land management and elevation in shaping soil microbial communities: insights from the Central European Alps. *Soil Biology & Biochemistry* 150, 107951.
- Reyer C., Leuzinger S., Rammig A., Wolf A., Bartholomeus R.P., Bonfante A., De Lorenzi F., Dury M., Gloning P., Abou Jaoudé R., Klein T., Kuster T.M., Martins M., Niedrist G., Riccardi M., Wohlfahrt G., De Angelis P., De Dato G., François L., Menzel A., Pereira M. (2012). A plant's perspective of extremes: terrestrial plant responses to changing climatic variability. *Global Change Biology*, 19, 75-89.
- Rogora M., Frate L., Carranza M.L., Freppaz M., Stanisci A., Bertani I., ... & Cerrato C. (2018). Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of the Total Environment*, 624, 1429-1442.
- Rossi M., Niedrist G., Asam S., Tonon G., Tomelleri E., Zebisch M. (2019). A Comparison of the Signal from Diverse Optical Sensors for Monitoring Alpine Grassland Dynamics. *Remote Sensing* 2019, 11, 296.
- Schirpke U., Leitinger G., Tasser E., Rüdiger J., Fontana V., Tappeiner U. (2020). Functional spatial units are fundamental for modelling ecosystem services in mountain regions. *Applied Geography* 118, DOI: 10.1016/j.apgeog.2020.102200.
- Scotti A., Jacobsen D., Tappeiner U., Bottarin R. (2018). Spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrate assemblages during the glacial melt season in an Italian glacier-fed stream. *Hydrobiologia* 1-17.
- Scotti A. (2014). Forecasting ecological impacts of a "run-of-river" hydropower plant on a high. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 794-808.
- Scotti A., Tappeiner U., Bottarin R. (2019). Stream benthic macroinvertebrates abundances over a 6-year monitoring period of an Italian glacier-fed stream. *Biodiversity Data Journal* 7: e33576. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33576>.
- Steinwandter M., Kahlen M., Tappeiner U., Seeber J. (2019). First records of *Opetiopalpus sabulosus* Motschulsky, 1840 (Coleoptera, Cleridae) for the European Alps. *Nature Conservation* 34, 119-125. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.34.30030>.
- Steinwandter M., Rief A., Scheu S., Traugott M., Seeber J. (2018). Structural and functional characteristics of high alpine soil macro-invertebrate communities. *European Journal of Soil Biology* 86: 72-80. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2018.03.006.
- Steinwandter M., Schlick-Steiner B.C., Seeber G.U.H., Steiner F.M., Seeber J. (2017). Effects of Alpine land-use changes: Soil macrofauna community revisited. *Ecology and Evolution* 7 (14), 5389-5399. DOI: 10.1002/ece3.3043.
- Wohlfahrt G., Hammerle A., Niedrist G., Scholz K., Tomelleri E., Zhao P. (2016). On the energy balance closure and net radiation in complex terrain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 226-227, 37-49.

---

## Riviste non ISI

- Ballini S., Rief A., Steinwandter M. (2017). Neumeldungen von Spinnen (Arachnida: Araneae) für Südtirol aus dem LTSER-Gebiet Matschertal. *Gredleriana* 17, 241-244.
- Frieß T., Hilpold A. (2017). Wanzen (Insecta: Heteroptera) ausgewählter Untersuchungsflächen der Science Week 2016 in der Umgebung von Matsch (Südtirol, Italien). *Gredleriana* 17, 191-204.
- Hilpold A., Stoinschek B. (2017). Erhebung der Tagfalter und Widderchen (Lepidoptera: Papilionoidea, Zygaenidae) in den LTSER-Untersuchungsflächen in Matsch (Südtirol, Italien) im Rahmen der Forschungswoche 2016. *Gredleriana* 17, 227-230.
- Kranebitter P., Hilpold A. (2017). Erhebung der Heuschrecken (Orthoptera, Insecta) in den LTSER-Untersuchungsflächen in Matsch (Südtirol, Italien) im Rahmen der Forschungswoche 2016. *Gredleriana* 17, 185-190.
- Niedrist G.H., Alber R., Scotti A., Rauch H., Vorhauser S., Kiebacher T. & Bottarin R. (2017). Aquatic invertebrates along the progression of glacial and non-glacial streams in Matsch Valley (South Tyrol, Italy). *Gredleriana*, 17, 129-140.
- Rief A., Fontana V., Niedrist G., Seeber J., Tappeiner U. (2017). Floristische und faunistische Bestandsaufnahmen in den LTSER-Untersuchungsflächen in Matsch (Südtirol, Italien) im Zuge einer multidisziplinären Forschungswoche 2016. *Gredleriana* 17, 95-114.
- Steinwandter M., Seeber J. (2017). Erhebung der epi- und endogäischen Bodenmakrofauna in den LTSER-Untersuchungsflächen im Matschertal (Südtirol, Italien) im Sommer 2016. *Gredleriana* 17, 141-156.