

# Misure di processi turbolenti e di interazione suolo-atmosfera in alta montagna: il sito dell'Alpe Veglia (Alpi Lepontine, Piemonte)

Alessio Golzio<sup>1</sup>, Silvia Ferrarese<sup>1</sup>, Irene Maria Bollati<sup>2</sup> e Manuela Pelfini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Fisica; <sup>2</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio" [alessio.golzio@unito.it](mailto:alessio.golzio@unito.it), Via Giuria 1, 10125, Torino (IT)

## Introduzione

Le aree di alta montagna sono un laboratorio atmosferico tra i più interessanti, poiché permettono di studiare le più complesse interazioni tra la superficie terrestre e l'atmosfera. Negli ultimi decenni diverse campagne intensive ed estensive si sono svolte in diversi siti sparsi per il mondo includendo nelle aree in analisi anche le Alpi (tra cui MAP, Alpex, **i-Box**, **TEAMx**), cercando di investigare sempre più nel dettaglio, partendo dalla mesoscala fino alla microscala, le interazioni tra l'atmosfera e l'orografia complessa.

La ricerca in questo ambito non ha ancora risposto a tutte le domande e molto è ancora da interpretare, capire e descrivere formalmente. Per investigare a fondo il comportamento dell'atmosfera e in particolare delle interazioni suolo-atmosfera nello strato limite e in alta montagna sono fondamentali misure di alta qualità che comprendano anche i parametri della turbolenza.

za. Allo scopo di raccogliere il maggior numero di osservazioni per un periodo sufficientemente lungo è stato scelto di installare una stazione micrometeorologica (SAV) presso la piana dell'Alpe Veglia nell'ambito del **progetto MetAlp** guidato dal gruppo di Fisica dell'Atmosfera dell'Università di Torino.

## La campagna di misura

La campagna di misura è iniziata il **27 Settembre 2018** con l'installazione della stazione micrometeorologica (SAV) presso la piana dell'Alpe Veglia a 1736 m s.l.m. dotata di sensori meteo standard (termo-igrometro, anemometro, banderuola, barometro, solarimetro, radiometro netto, nivometro), sensori per lo studio del bilancio energetico e la turbolenza (flussimetro nel terreno, anemometro sonico) e un profilatore nel suolo (temperatura, permittività, conducibilità elettrica e contenuto di umidità). I dati misurati permettono di condurre non solo studi in ambito meteorologico, ma anche di misurare alcuni parametri fisici del suolo, la cui determinazione può essere utile alla modellistica meteorologica, e in particolare nelle *routine* relative al *surface-layer* e al *land-surface*.

Nell'ambito della campagna è stata anche installata una stazione pluviometrica nella piana proglaciale del ghiacciaio Aurona (2263 m s.l.m.), equipaggiata con pluviometro e termo-igrometro.

Nella piana dell'Alpe Veglia è inoltre presente dall'agosto 2002 la stazione nivometrica dell'ARPA Piemonte (nivometro, pluviometro e termo-igrometro), utile per determinare le differenti dinamiche dell'accumulo e della fusione della neve tra lariceto (ARPA) e pascolo (SAV). Inoltre, con essa è possibile avere un ulteriore punto di misura della precipitazione estiva.

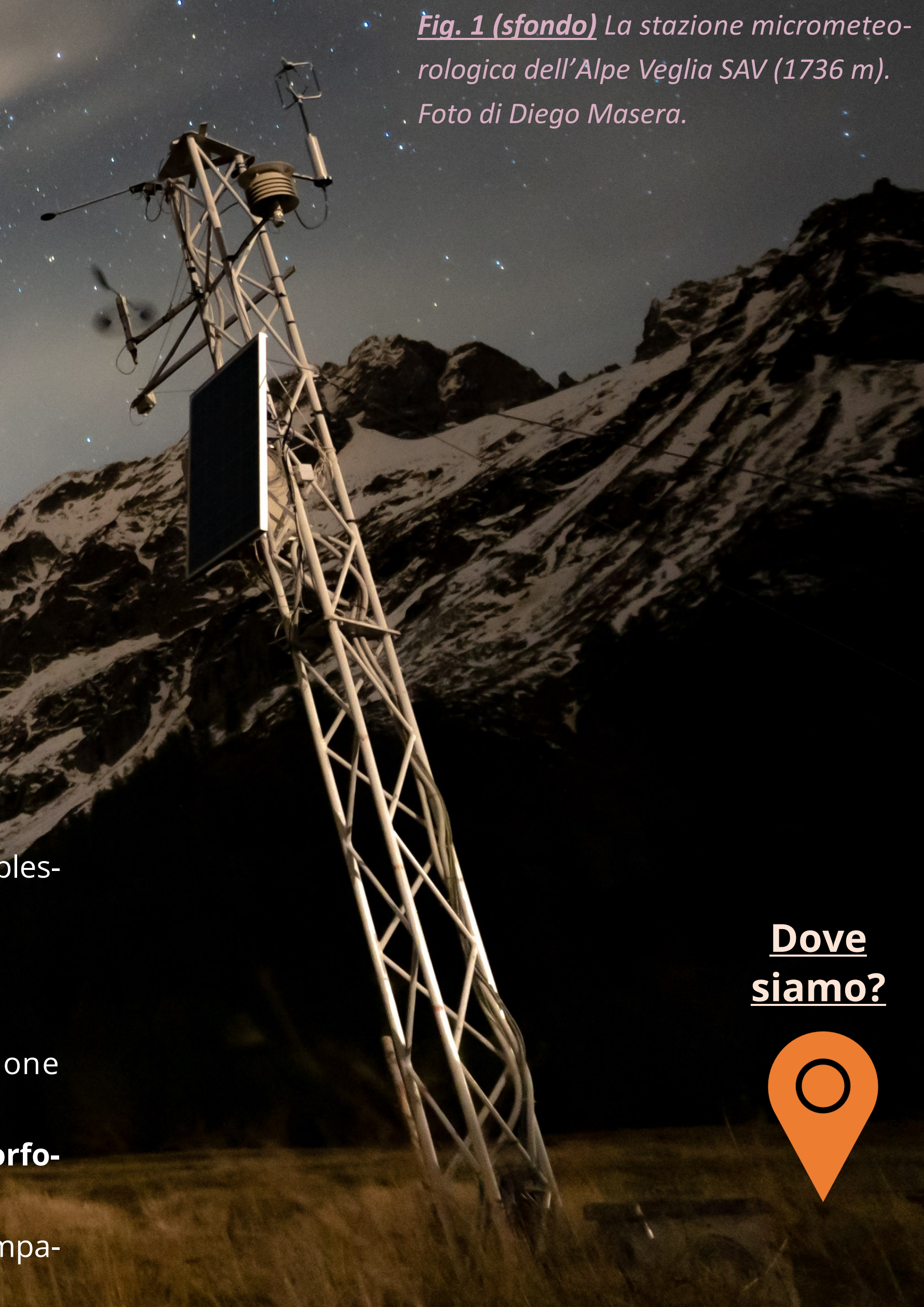
## Gli studi in corso e futuri

I campi di applicazione dei dati raccolti sono molteplici:

- 1 studio del **bilancio energetico** alla superficie in terreno complesso;
- 2 **turbolenza dello strato superficiale**;
- 3 dinamica del **manto nevoso** e dei **parametri nel suolo**;
- 4 **verifica del modello meteorologico WRF** ad alta risoluzione e in terreno complesso;
- 5 **effetto delle forzanti meteorologiche su processi geomorfologici**, specialmente in aree glaciali;
- 6 studio di **eventi estremi** verificatisi nella zona durante la campagna.



Fig. 1 (sfondo) La stazione micrometeorologica dell'Alpe Veglia SAV (1736 m). Foto di Diego Masera.



Dove siamo?



Fig. 2 (sotto) La stazione termo pluviometrica della piana proglaciale del ghiacciaio Aurona (2263 m). Foto di Diego Masera.

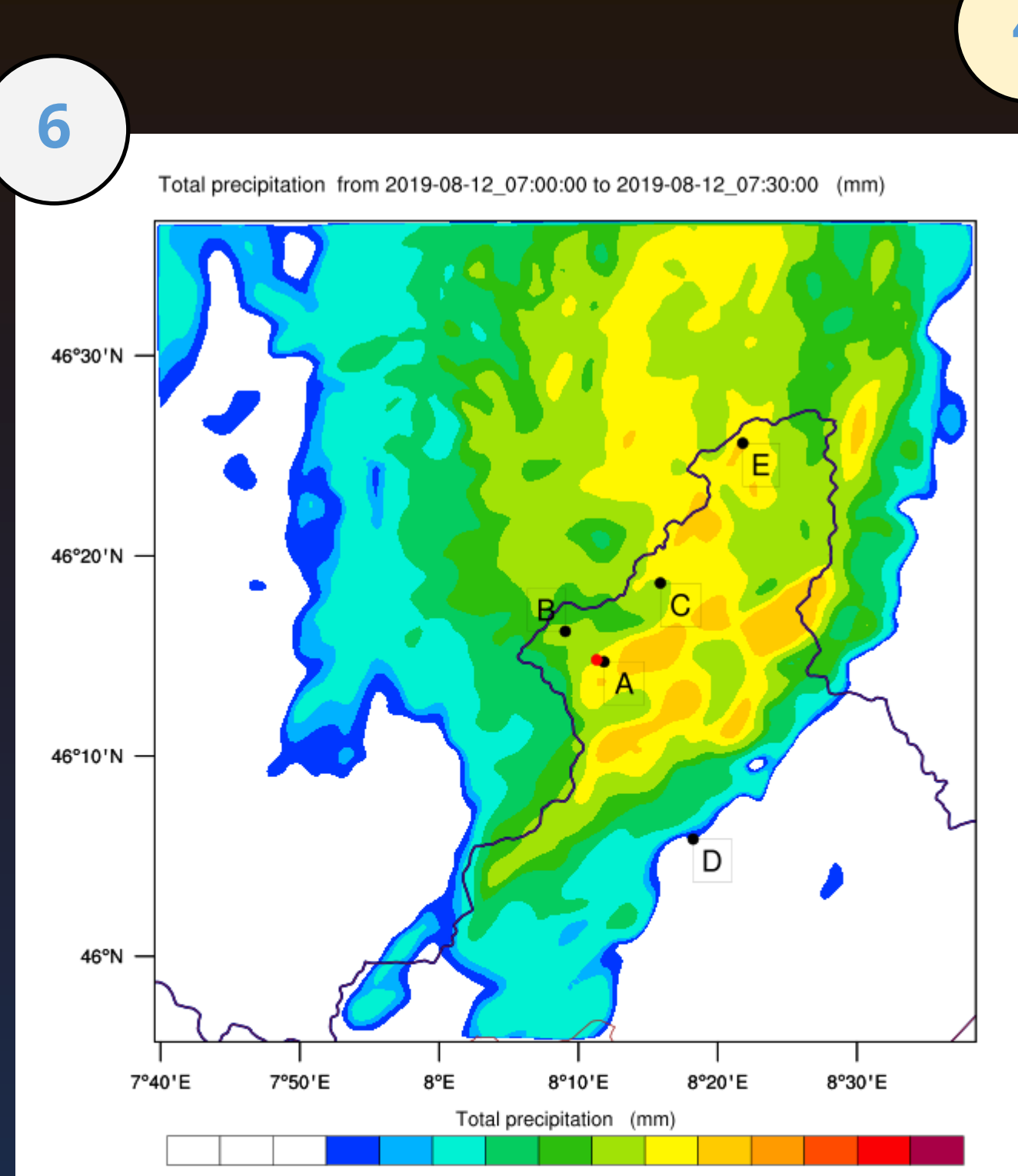


Fig. 3 (sopra) Le precipitazioni simulate dal modello WRF con risoluzione 0.5 km per l'Ossola durante l'evento del 12-13 agosto 2019. L'immagine si riferisce alla precipitazione cumulata in 30 minuti dalle 0700 UTC del 12-8-2019.

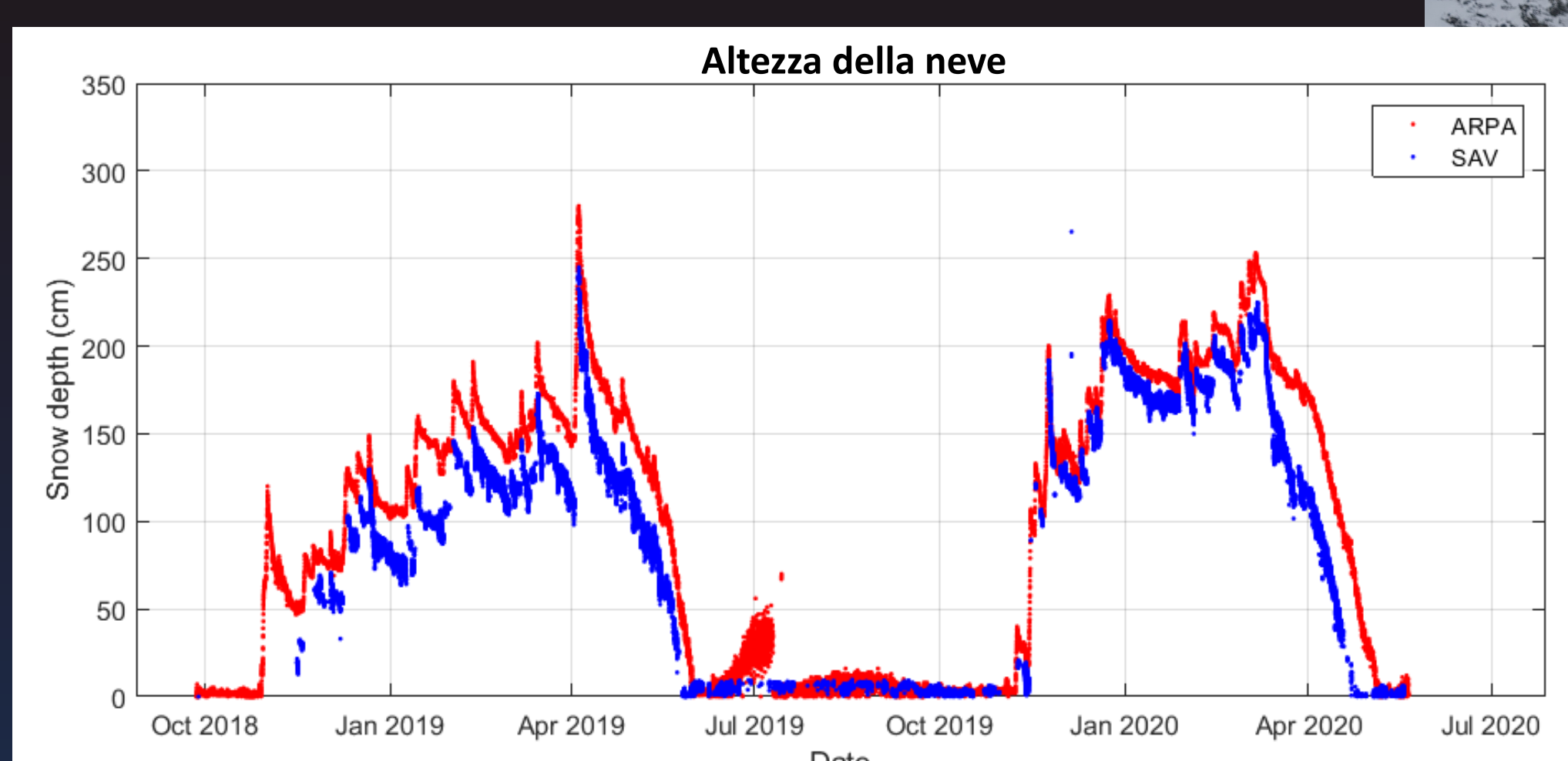


Fig. 4 (sopra) Andamento della neve al suolo misurata nella stazione ARPA (rosso) e nella stazione SAV (blu), si notano le maggiori differenze durante la fusione del manto (tratti discendenti delle curve), molto evidente in Marzo-Aprile 2020.

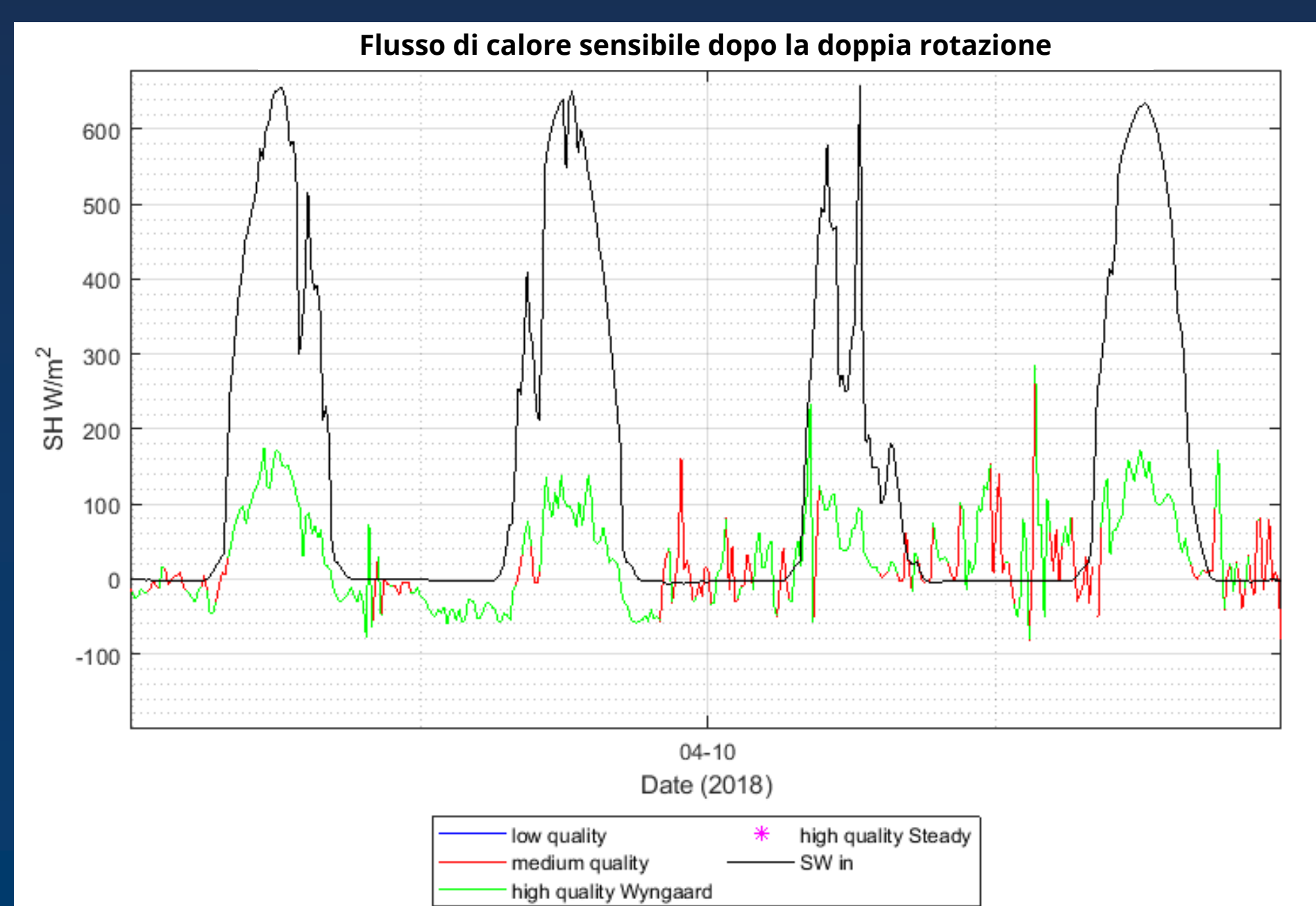
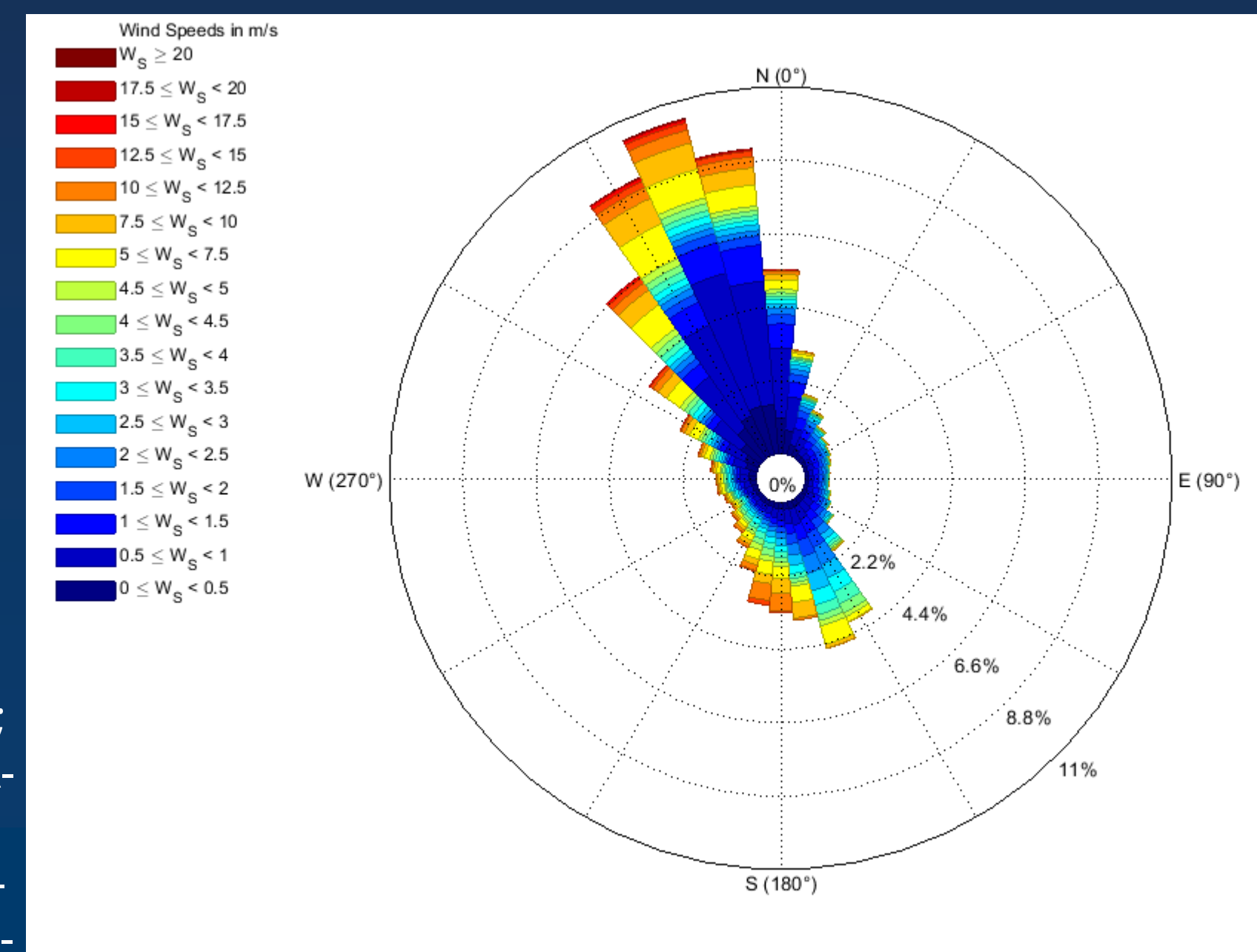


Fig. 5 (sinistra) Un estratto dei flussi di calore sensibile calcolati con i dati dell'anemometro sonico. Qui sono rappresentate quattro giornate (dal 2 al 5 ottobre 2018) con la radiazione solare globale (linea nera). I colori della linea dei flussi rappresentano il livello di qualità del dato raggiunto, determinato seguendo la catena di analisi descritta in Golzio et al. 2019.

Fig. 6 (destra) Intensità e direzione del vento in due anni di misure (SAV); le direzioni prevalenti sono quelle dell'orientazione del pianoro, ma nella componente nord-nord-ovest interagiscono anche i venti incanalatisi nella Valle Aurona.



## Lavori pubblicati

- Analisi delle incertezze sui flussi di calore calcolati con i dati raccolti dall'anemometro sonico: Golzio et al. 2019, *Atmosphere*, 10.324 doi: [10.3390/atmos10060324](https://doi.org/10.3390/atmos10060324)
- Studio di un caso di precipitazioni intense che hanno provocato una colata detritica lungo il letto del rio Croso nell'Agosto 2019: Golzio et al. 2020, *Applied Sciences*, 10.4243 doi: [10.3390/app10124243](https://doi.org/10.3390/app10124243)
- Sito web del progetto MetAlp: [www.metalp-research.it](http://www.metalp-research.it)

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'Ente Gestore delle Aree Protette dell'Ossola per il supporto logistico durante la campagna di misure e per la manutenzione; il Comune di Varzo per i permessi; l'Azienda Agricola Zanola per la concessione del suolo di pascolo per l'installazione della stazione e il supporto logistico in diverse occasioni. Si ringraziano inoltre Bruno Testa, Adelmo Corsi, Lina Gaggero, Francesco Radicati di Primeglio, Diego Masera, Luciano Golzio, Fausto Cagnasso, Bruno Sacco e Ciro Vimercati che a diverso titolo hanno contribuito in amicizia allo svolgimento della campagna.

Fig. 7 (sotto) Panorama della piana dell'Alpe Veglia dalla posizione della stazione SAV; il Monte Leone (3552 m) domina da sud-ovest, l'imboccatura della piana è posto a sud, mentre il margine destro della foto è a nord-nord-ovest.

