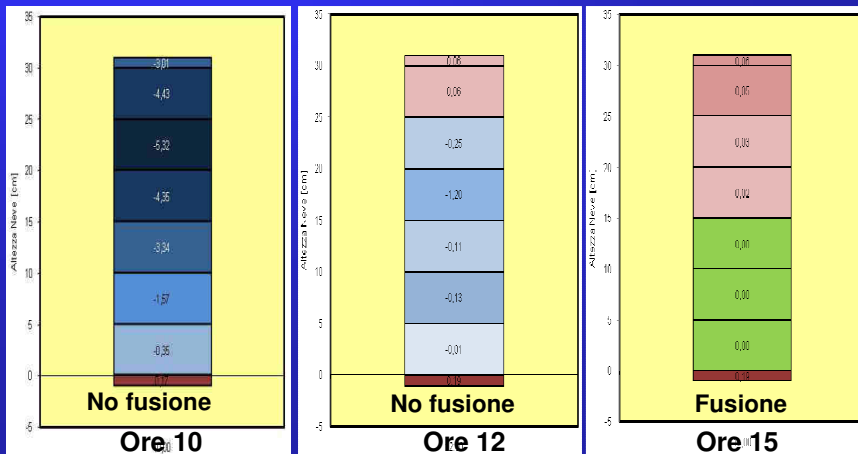
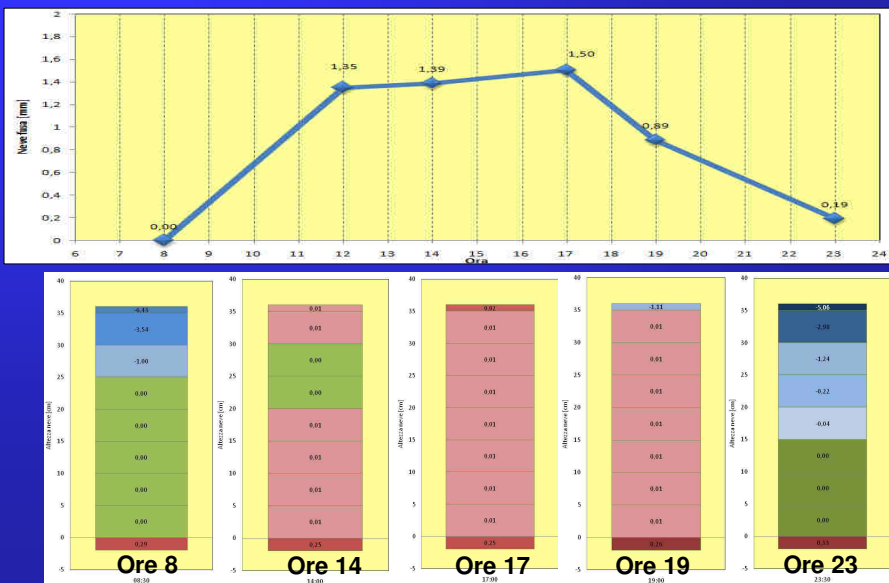


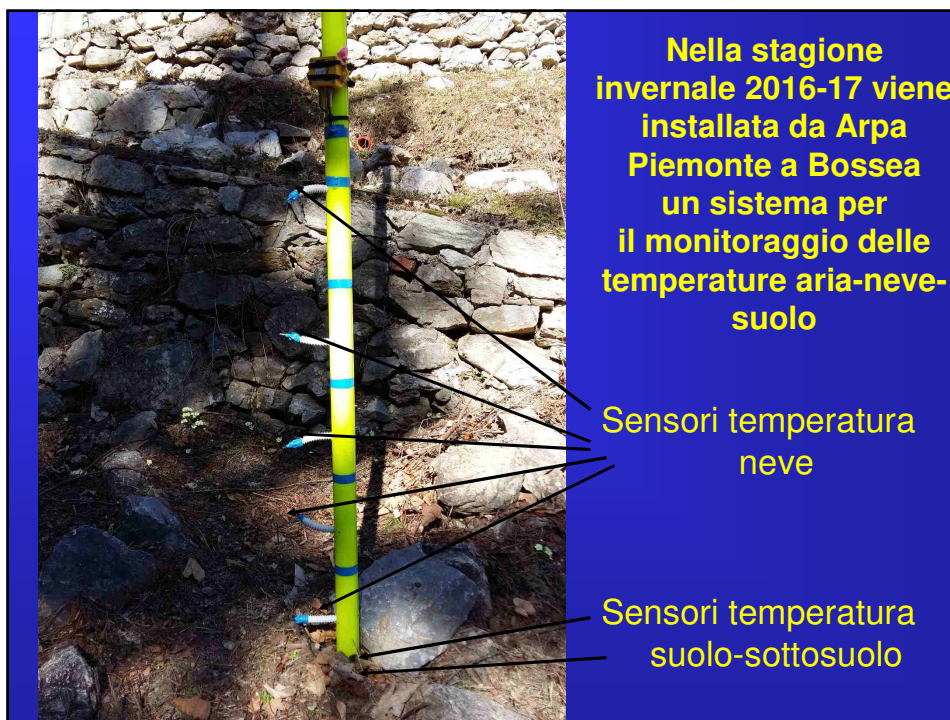
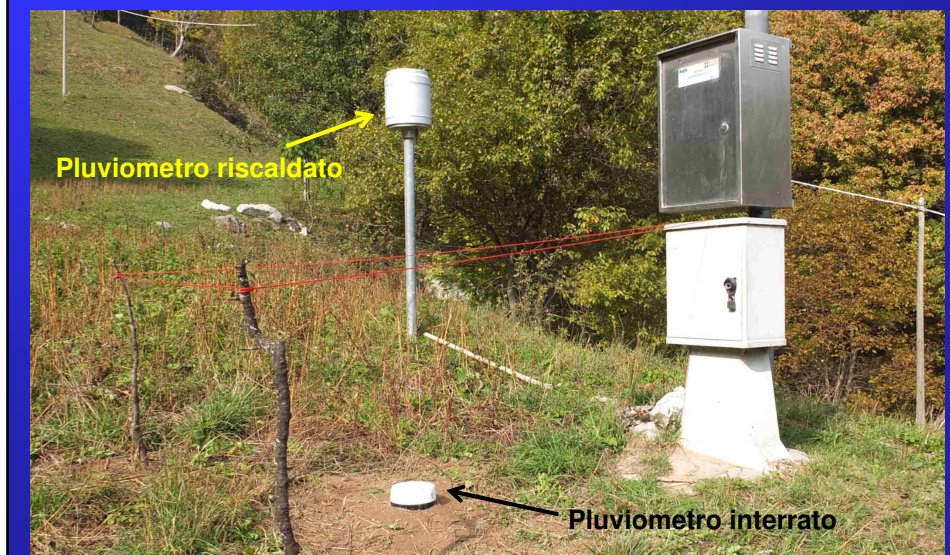
Vengono eseguite anche una serie di misure manuali della temperatura della neve per comprendere i diversi fattori che condizionano il processo di fusione nivale: in figura temperature (al centesimo di grado) dell'ammasso nevoso a diverse profondità rilevate durante una giornata



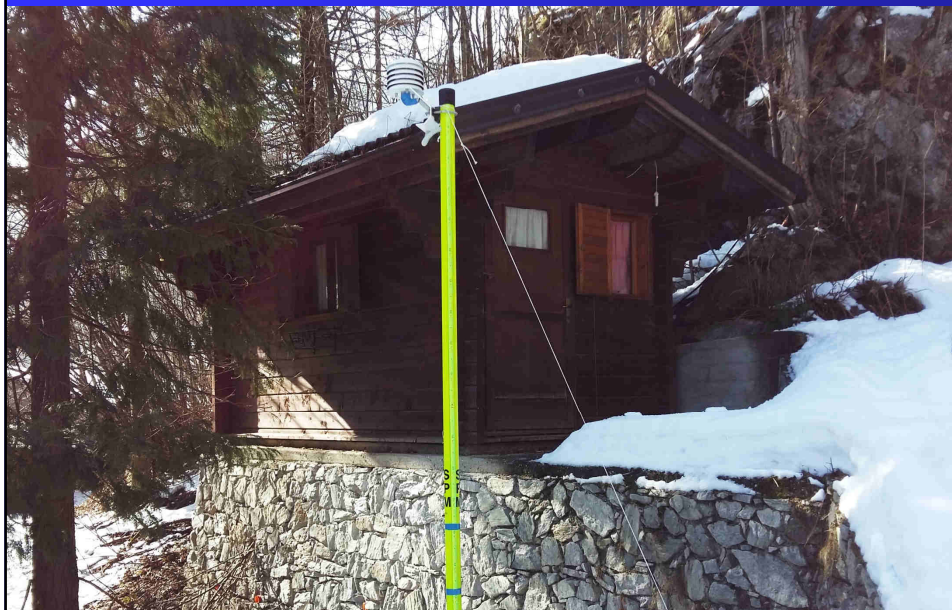
Variazioni giornaliere della temperatura dell'ammasso nevoso
a diverse profondità e quantità di acqua
derivata dal processo di fusione



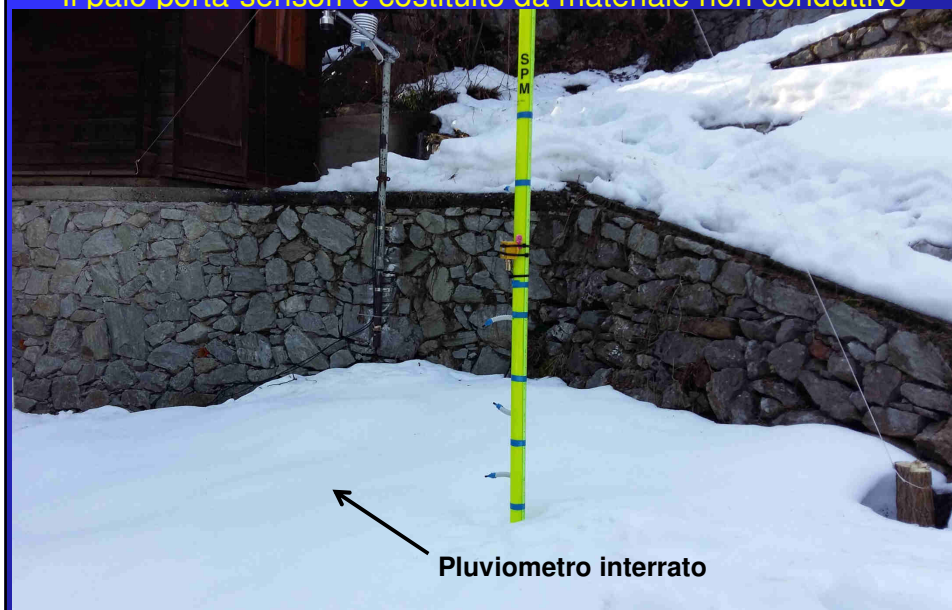
Negli anni vengono poi realizzati una serie di nuovi prototipi per migliorare la precisione del dato acquisito. I valori dell'intera stagione invernale vengono sempre paragonati a quelli rilevati da un pluviografo a bocca riscaldata dell'Arpa (stazione di Borello)



Il sensore della temperatura aria



I sensori di temperatura ubicati a diverse altezze
per misurare i valori termici dell'ammasso nevoso.
Il palo porta-sensori è costituito da materiale non conduttivo

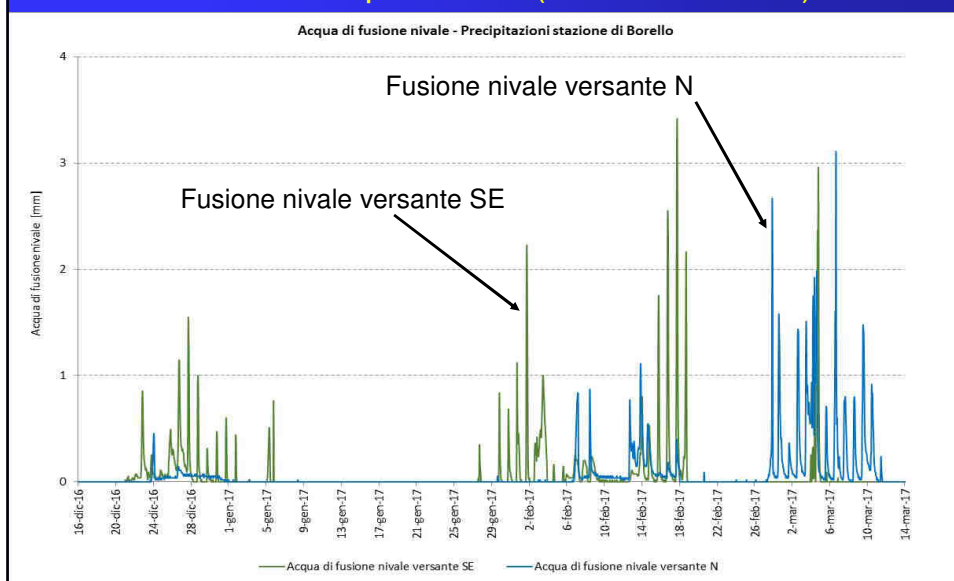


Pluviometro interrato

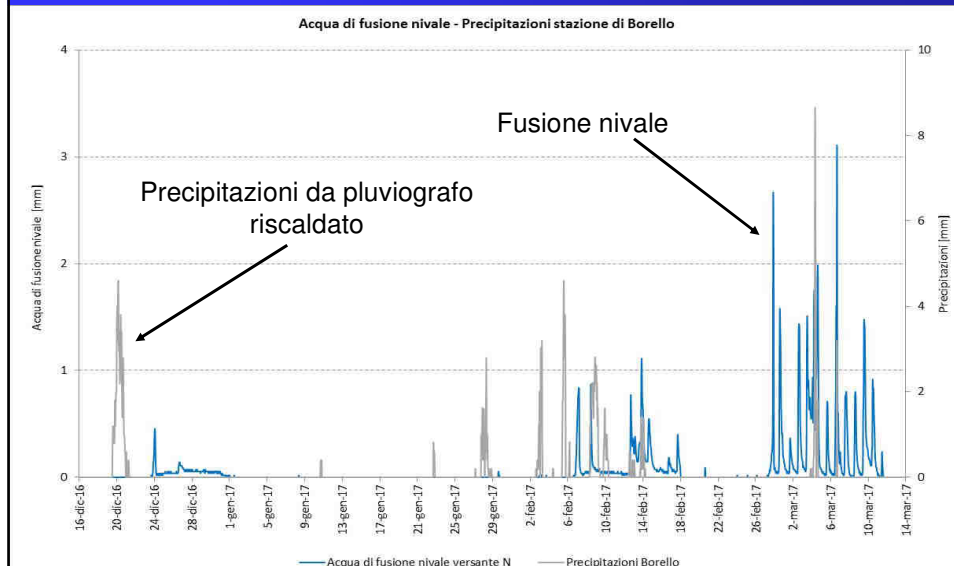
Controlli manuali dei valori di temperatura dell'ammasso nevoso
rilevati dagli acquisitori automatici



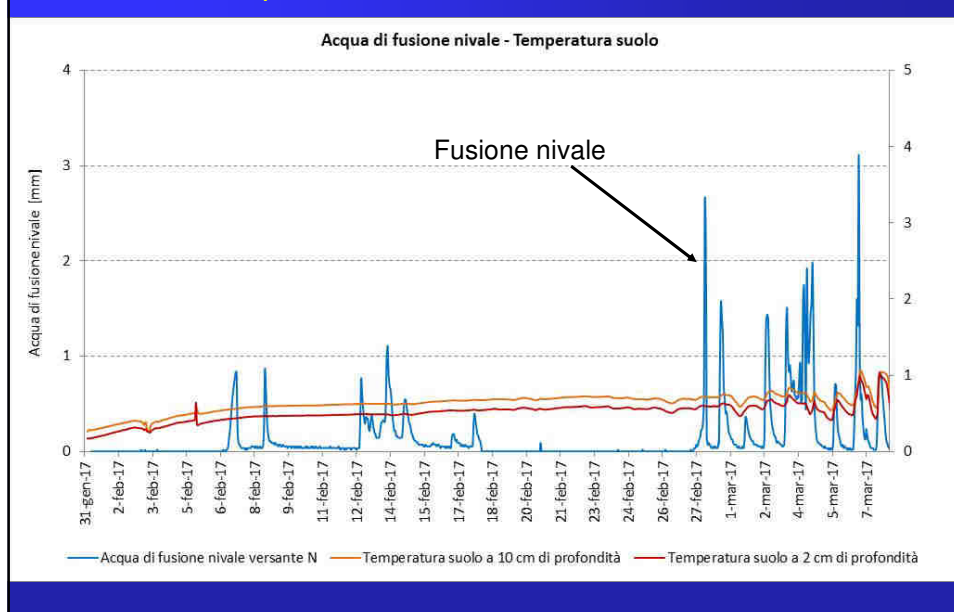
Confronto dei valori di fusione nivale (mm/h) relative a
due "pluviografi interrati" ubicati su pendii vicini ma con
differente esposizione (Sud-Est e Nord)



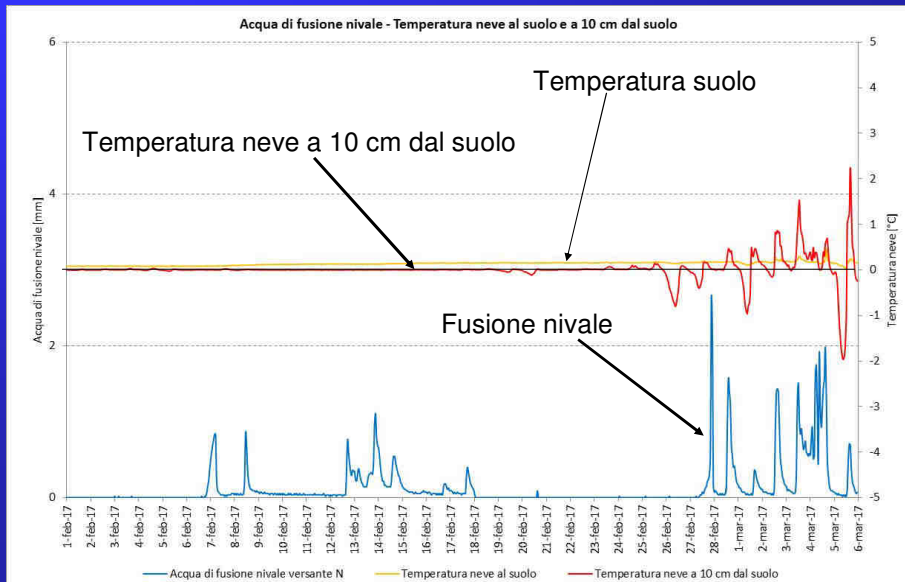
Confronto dei valori di fusione nivale (mm/h) relative al pendio con esposizione Nord e valori del pluviografo riscaldato (mm/h)



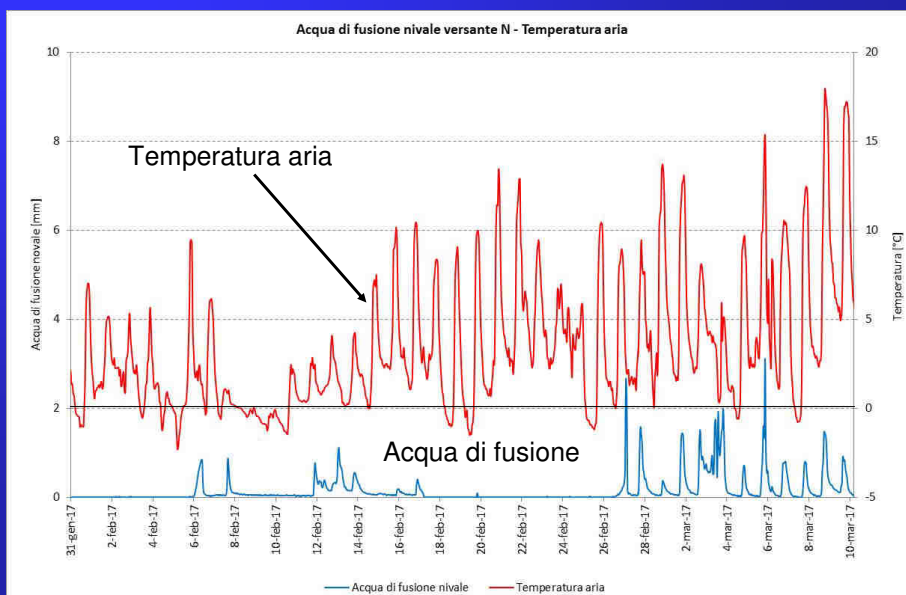
mm/h di acqua di fusione nivale della strumentazione a N e temperature sottosuolo a -10 cm e -2cm



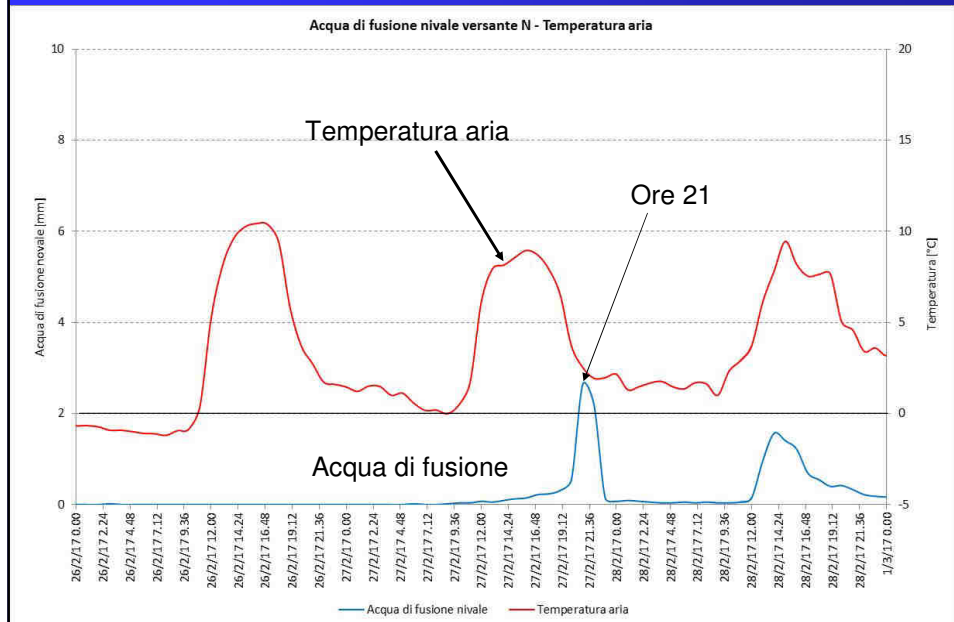
mm/h di acqua di fusione nivale della strumentazione a N
e temperature suolo e neve a 10 cm dal suolo



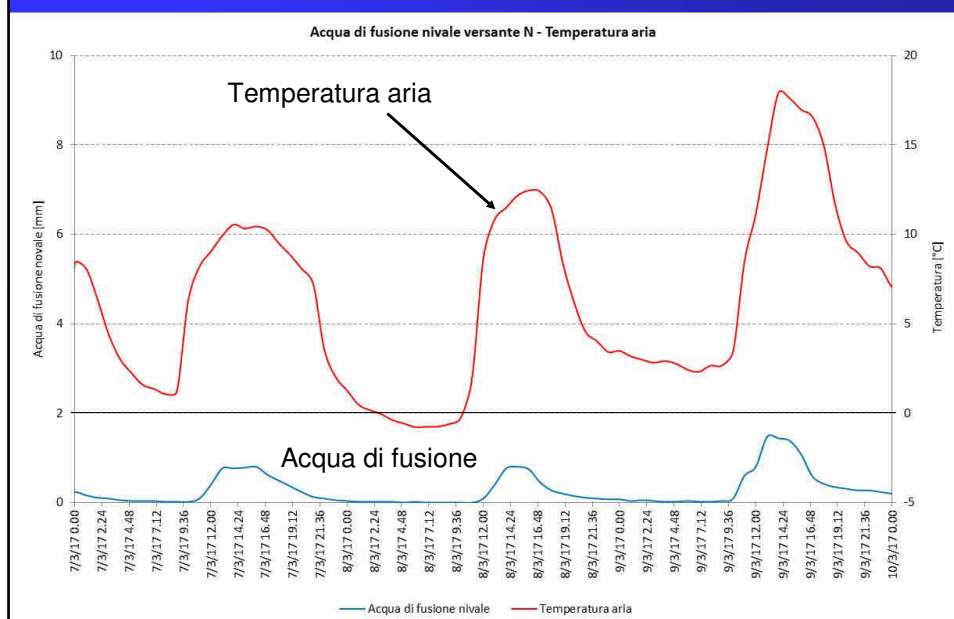
Andamento della temperatura dell'aria e dei mm/h di acqua
di fusione nella strumentazione con esposizione Nord



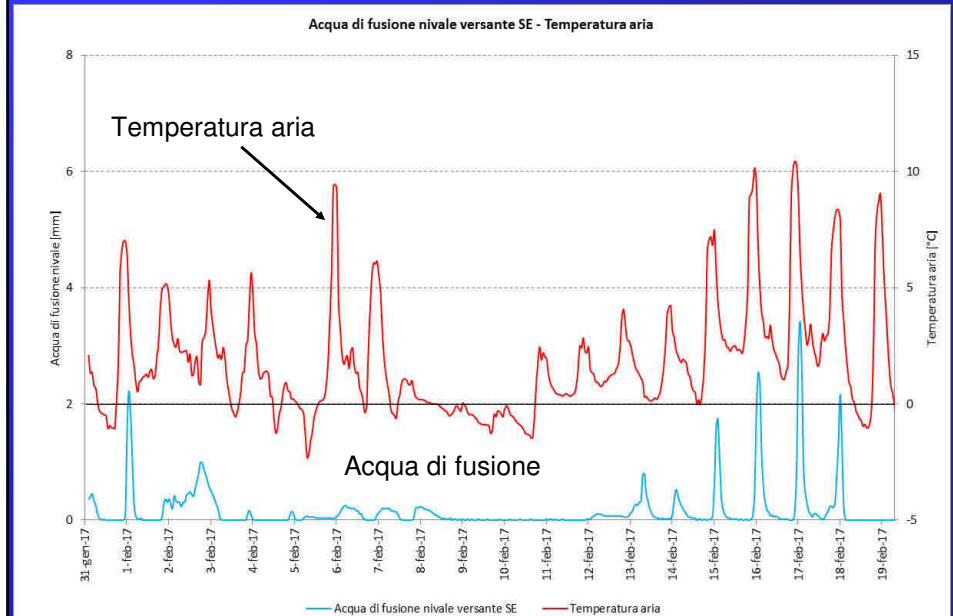
Andamento giornaliero della temperatura aria e mm di acqua di fusione nivale sul versante a N



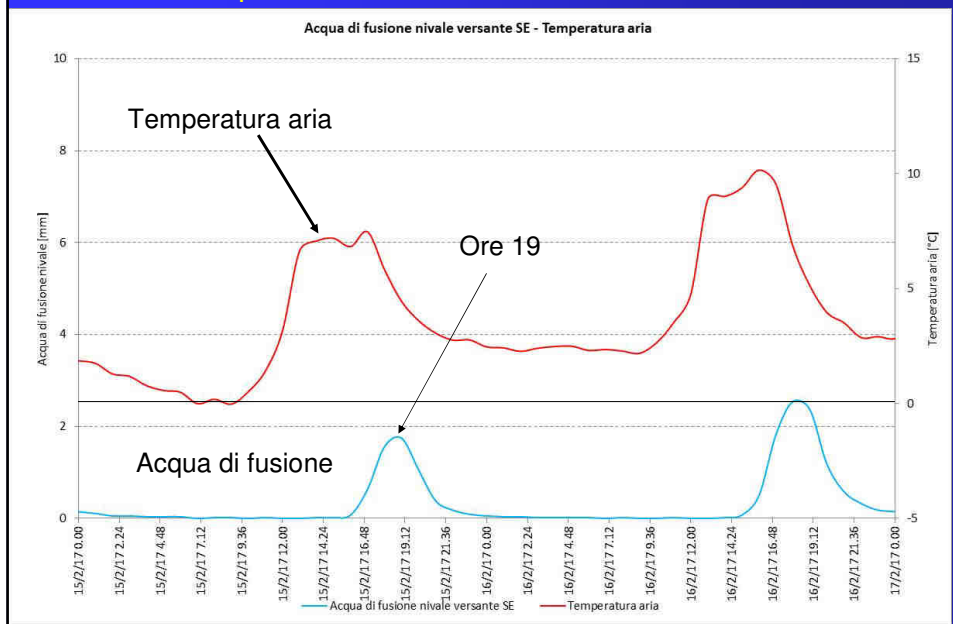
Andamento giornaliero della temperatura aria e mm/h di acqua di fusione nivale sul versante a N



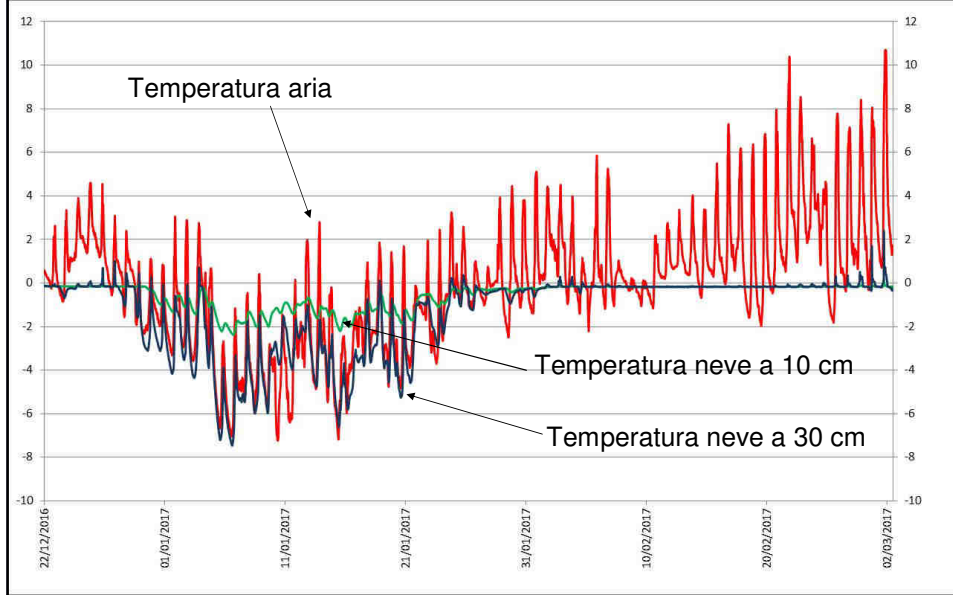
Andamento della temperatura dell'aria e dei mm/h di acqua di fusione nella strumentazione con esposizione Sud-Est



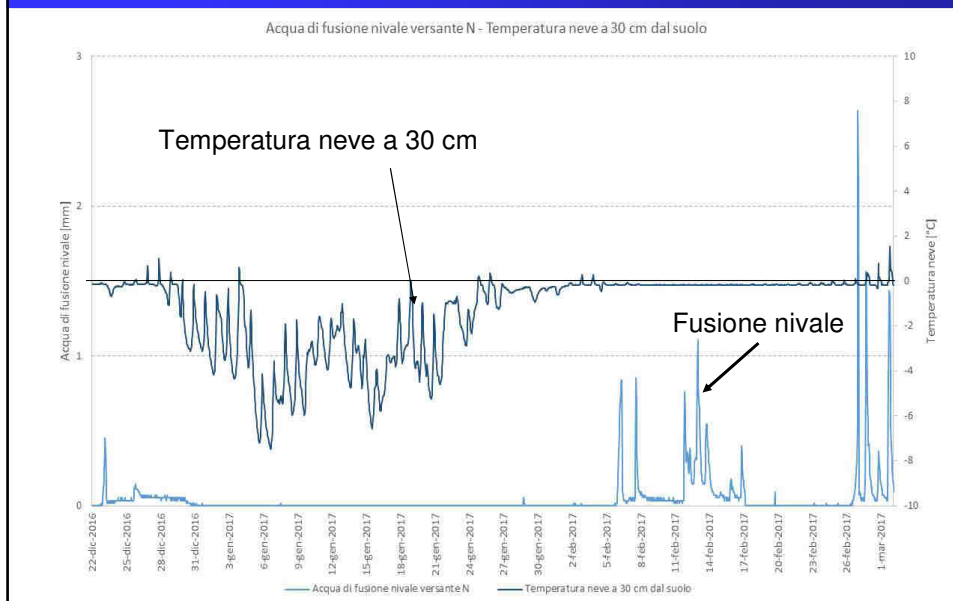
Andamento giornaliero della temperatura aria e mm/h di acqua di fusione nivale sul versante a SE



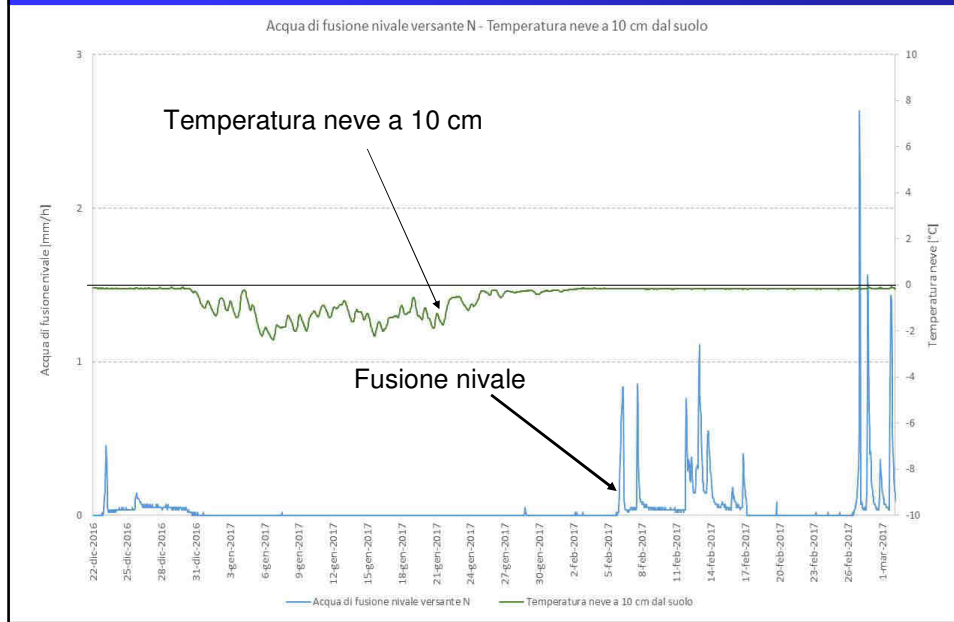
Andamento dei dati della temperatura dell'aria e della neve a 10 e 30 cm dal suolo



Andamento della temperatura della neve a 30 cm dal suolo e mm di acqua di fusione sul versante N



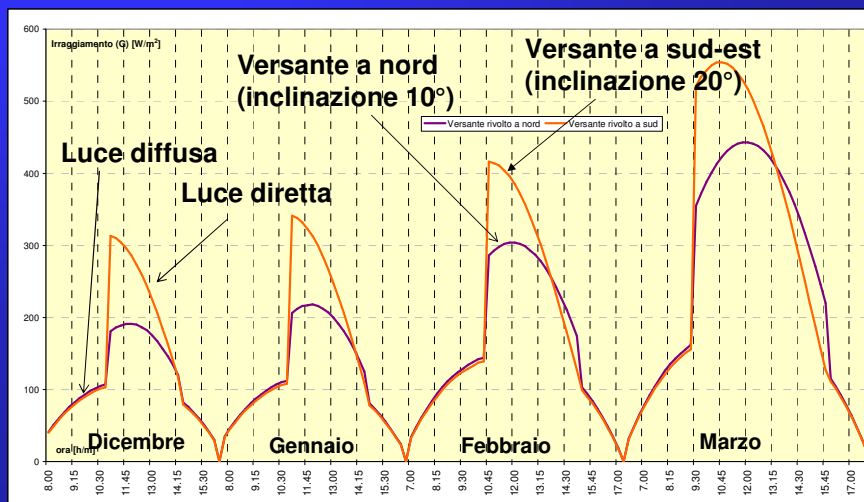
Andamento della temperatura della neve a 10 cm dal suolo e mm di acqua di fusione sul versante N



Fattori che condizionano la fusione nivale:
il processo avviene progressivamente su versanti
con diversa esposizione e per fasce altimetriche e viene
condizionato, di conseguenza, anche dall'irraggiamento solare



Andamento orario medio mensile dell'irraggiamento solare relativo ai versanti della zona di Bossea dove sono ubicati i due "pluviografi interrati"



CONCLUSIONI

- Le precipitazioni nevose ed il processo di fusione hanno un ruolo importantissimo nella ricarica degli acquiferi
- La nuova strumentazione sperimentata, il "pluviografo interrato", permette di acquisire dati fondamentali per gli studi idrogeologici ed idrologici in quota
- La fusione nivale viene influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'irraggiamento solare (vedi differenza versanti N e SE)
- Una nuova strumentazione è stata installata nell'autunno 2017 in quota (Stazione Arpa di Limone Pancani) dove sono presenti una serie di sensori (pluviografo riscaldato, altezza neve, temperature aria-neve, radiazione solare, snow pillow) fondamentali per comprendere il processo di fusione nivale



Grazie dell'attenzione

**Il processo di fusione nivale:
strumentazione sperimentale e dati termici**



Bartolomeo Vigna - DIATI – Politecnico di Torino
Luca Paro & Daniele Bormioli – ARPA Piemonte

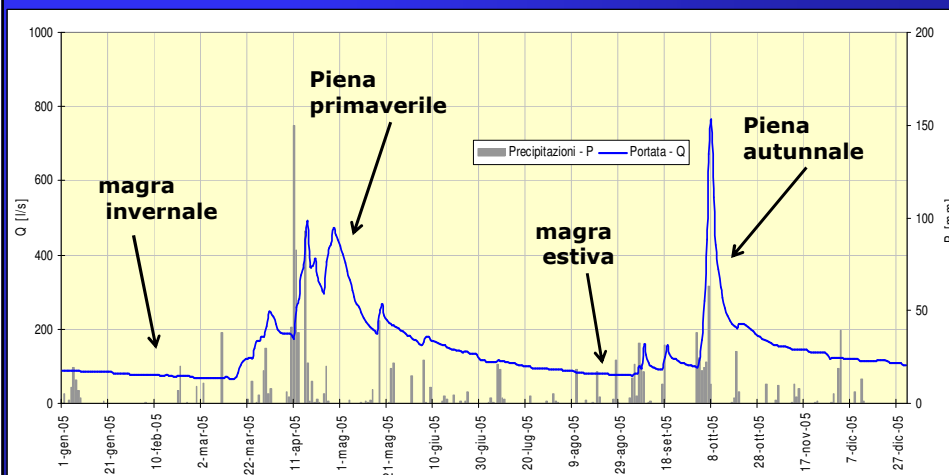
**Nelle zone montuose del territorio italiano le precipitazioni
nevose raggiungono valori piuttosto elevati (nell'immagine
la Stazione di rilevamento di Bossea a quota 826 m,
presso il laboratorio sotterraneo)**



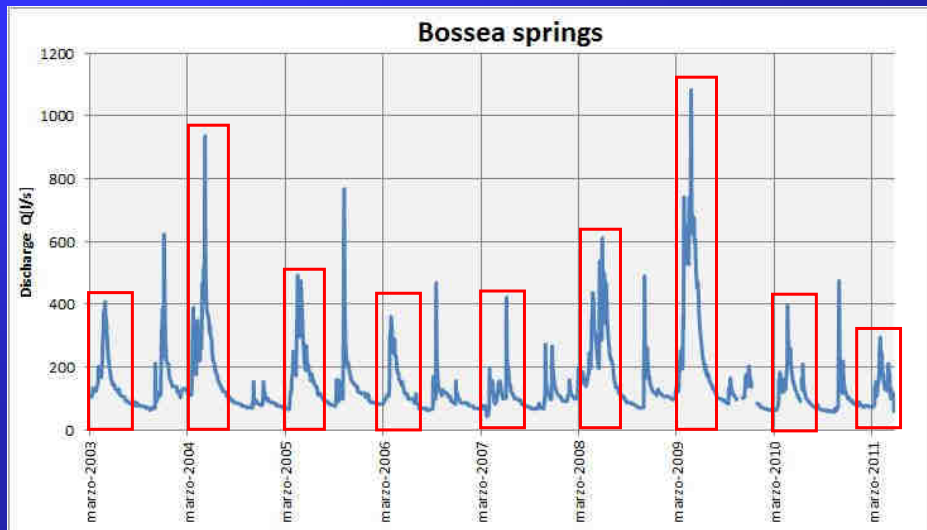
**Nelle aree in quota sono presenti nevai ancora a fine luglio
(immagine relativa ad una quota media 2200 m)**



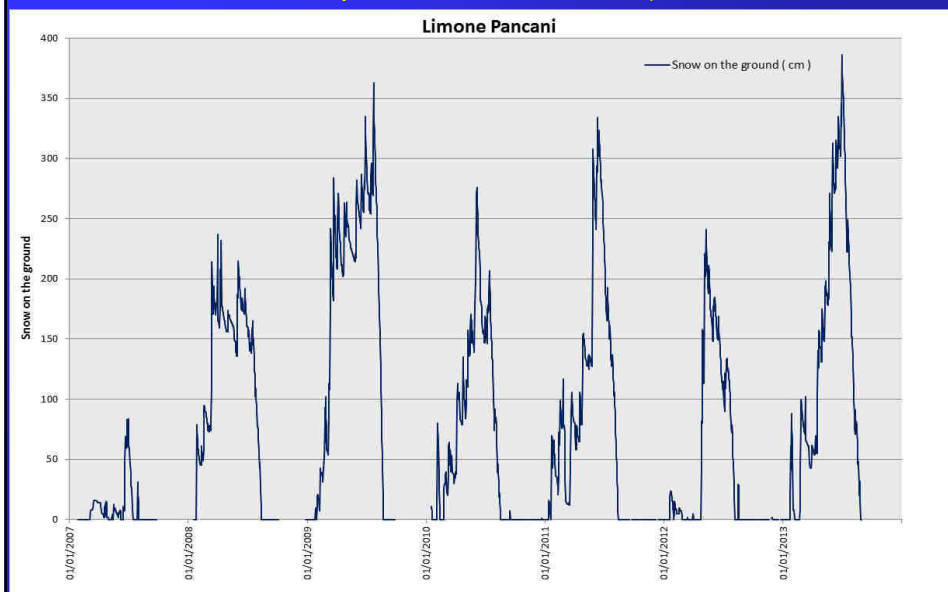
**Andamento annuale delle portate del collettore di Bossea
e delle precipitazioni. Le portate del periodo primaverile
raggiungono i volumi maggiori e sono strettamente
condizionate dai processi di fusione nivale**



Andamento delle portate tra il 2003 e il 2011 del sistema di Bossea. Le piene principali sono strettamente legate alla quantità di neve caduta ed ai processi di fusione nivale

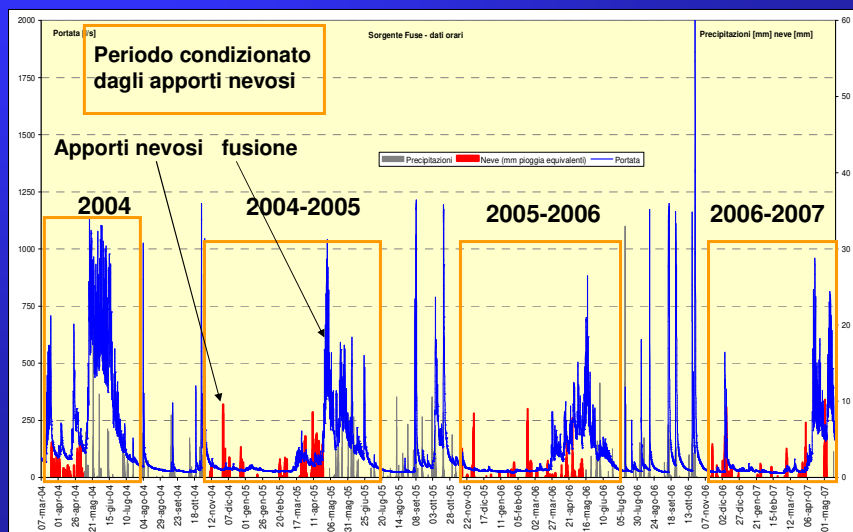


Negli anni le altezze del manto nevoso sono molto variabili (situazione tra il 2007 e il 2013 registrata alla stazione Arpa di Limone Pancani)

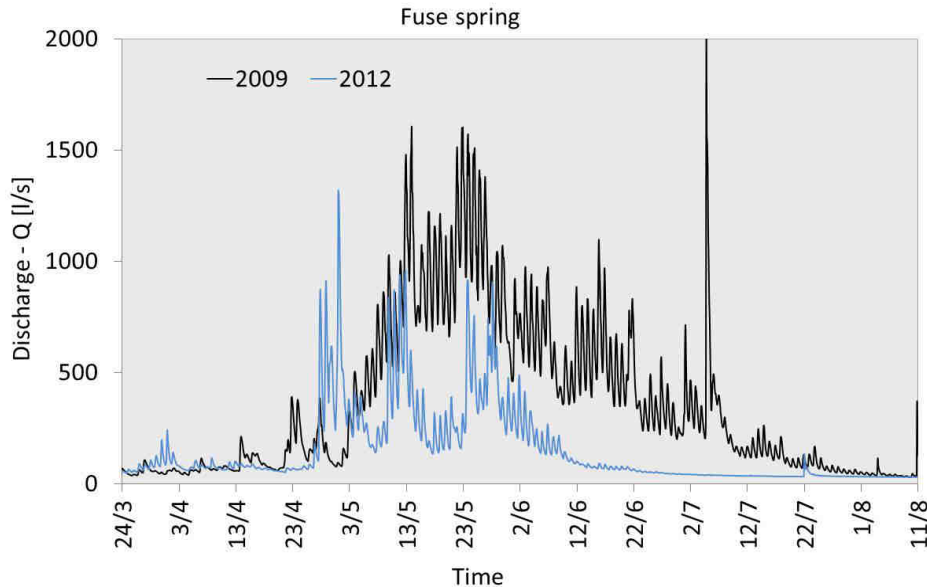


Dai dati di monitoraggio di numerose sorgenti eseguiti per parecchi anni, risulta che l'andamento giornaliero della portata sorgiva è strettamente legato alla tipologia dell'acquifero, mentre il volume stagionale sorgivo è condizionato dalla quantità degli apporti nevosi

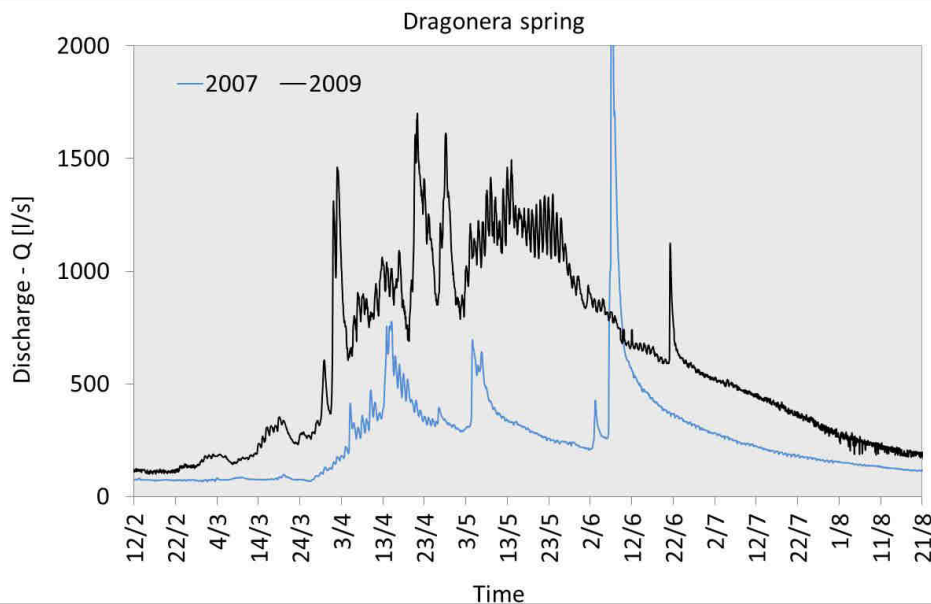
Le precipitazioni nevose condizionano per molti mesi il regime del flusso idrico sotterraneo: andamento pluriannuale della portata di una sorgente (S. Fuse) alimentata da un sistema altamente carsificato



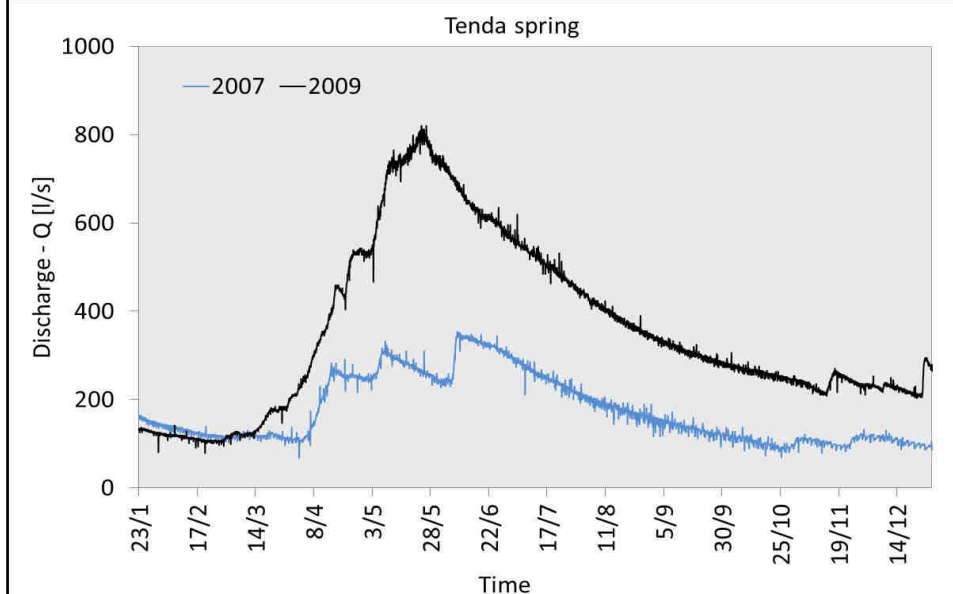
Portata della Sorgente delle Fuse (sistema molto carsificato) nel periodo primaverile-estivo dopo un anno particolarmente nevoso (2009) e con poca neve (2012)



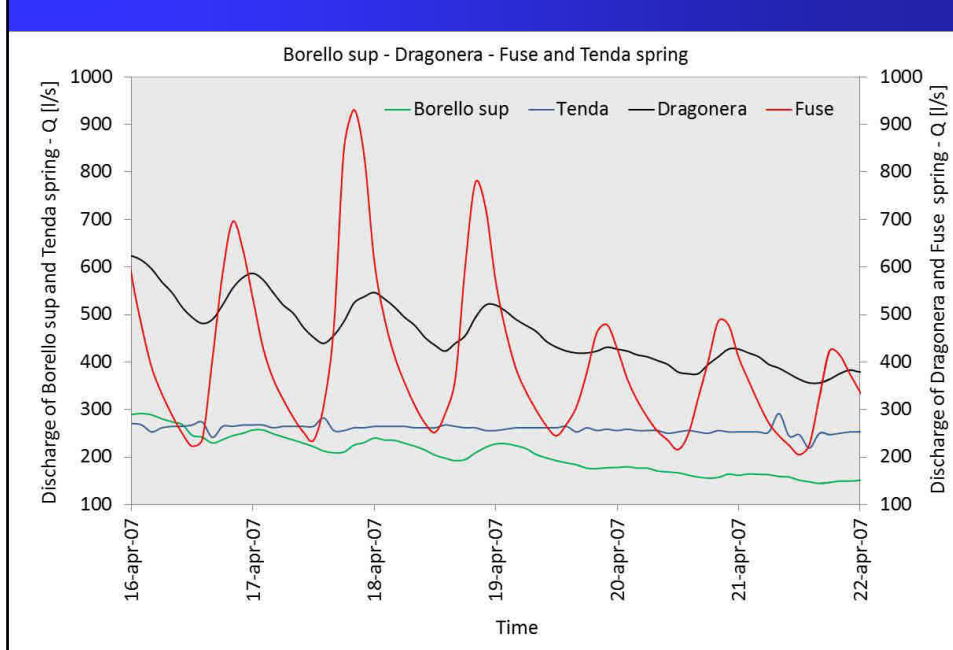
Portata della Sorgente Dragonera (sistema fratturato e carsificato) nel periodo primaverile-estivo dopo un anno particolarmente nevoso (2009) e con poca neve (2007)



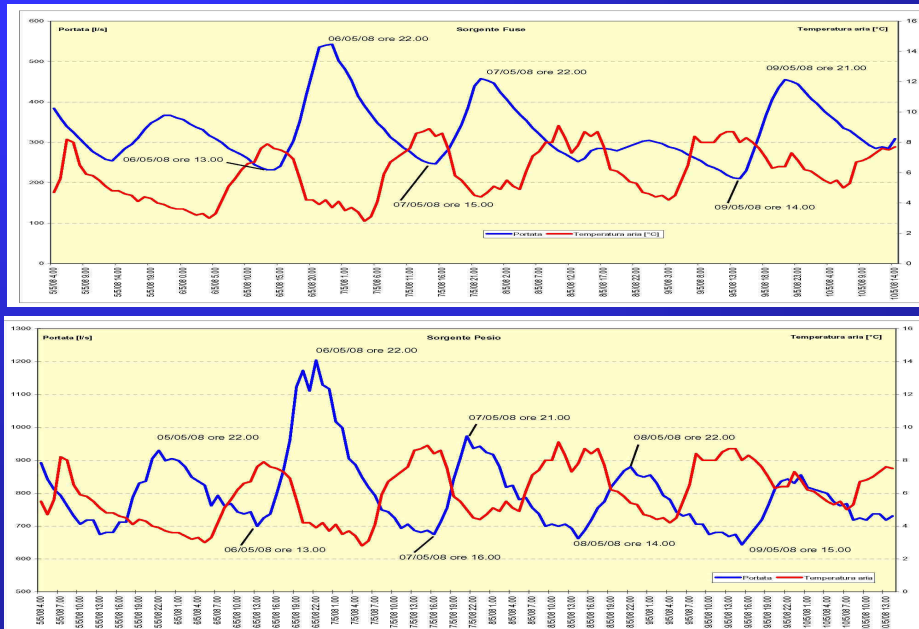
Portata della Sorgente del Tenda (sistema fratturato)
nell'arco di 11 mesi dopo un anno particolarmente nevoso (2009)
e con poca neve (2007)



Confronto della portata plurigiornaliera di 4 diverse sorgenti



Nel periodo primaverile andamento plurigiornaliero della portata delle S. delle Fuse e del Pesio e delle temperature dell'aria



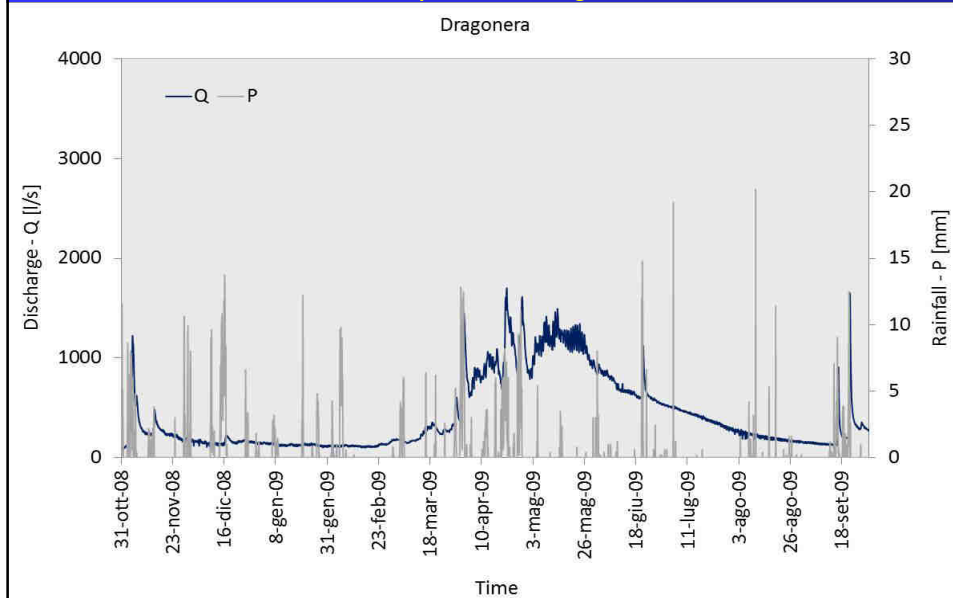
Strumentazioni per il monitoraggio degli apporti nevosi: pluviografi con il riscaldatore



Inconvenienti:

- il termoriscaldatore funziona con energia elettrica e nelle zone montane in quota è difficile portare la corrente
- il valore di precipitazione acquisito non può essere correlato con le portate sorgive in quanto l'ammasso nevoso subisce il processo di fusione anche dopo diversi mesi

Nel periodo autunnale, invernale e primaverile non si osserva nessuna relazione tra il dato fornito dai pluviografi e l'andamento della portata sorgiva



Strumentazioni per il monitoraggio degli apporti nevosi: pluviografi senza il riscaldatore



Inconvenienti:

il valore di precipitazione acquisito è decisamente sottostimato, in particolare nelle zone in quota o con presenza di vento

Strumentazioni per il monitoraggio degli apporti nevosi: misuratori di altezza neve e temperatura aria

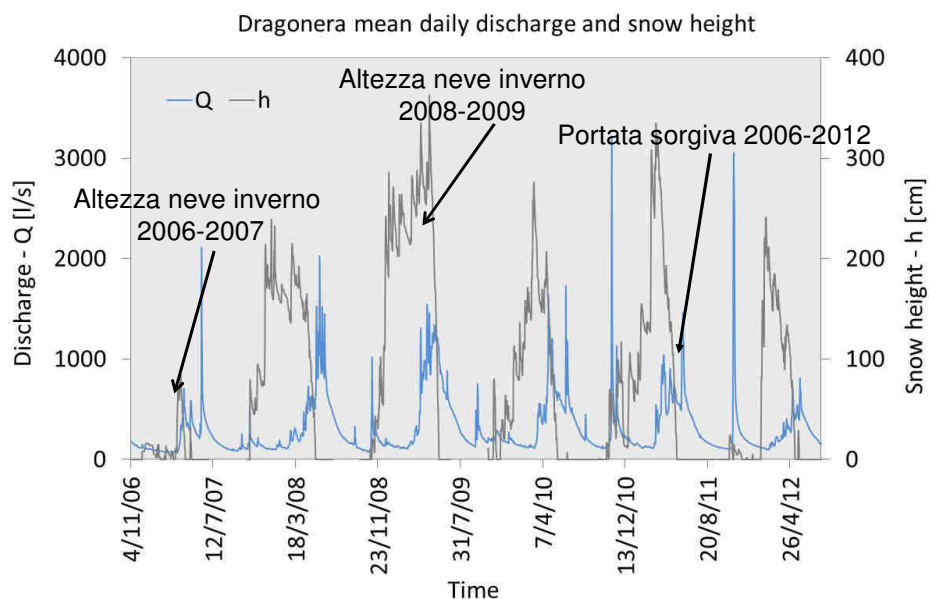


Inconvenienti:

- attrezzatura di non semplice installazione.
- il valore di precipitazione si ricava con formule poco precise ed è relativo alla fase di accumulo della neve



Relazioni pluriannuali tra altezza del manto nevoso e la portata sorgiva



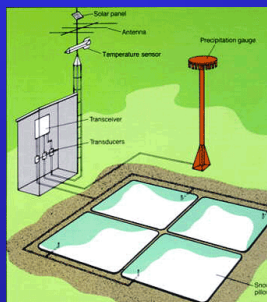
Strumentazioni per il monitoraggio degli apporti nevosi: apparecchiature di nuova generazione

Strumentazioni costose che forniscono dati sempre relativi al periodo della precipitazione o dati poco precisi

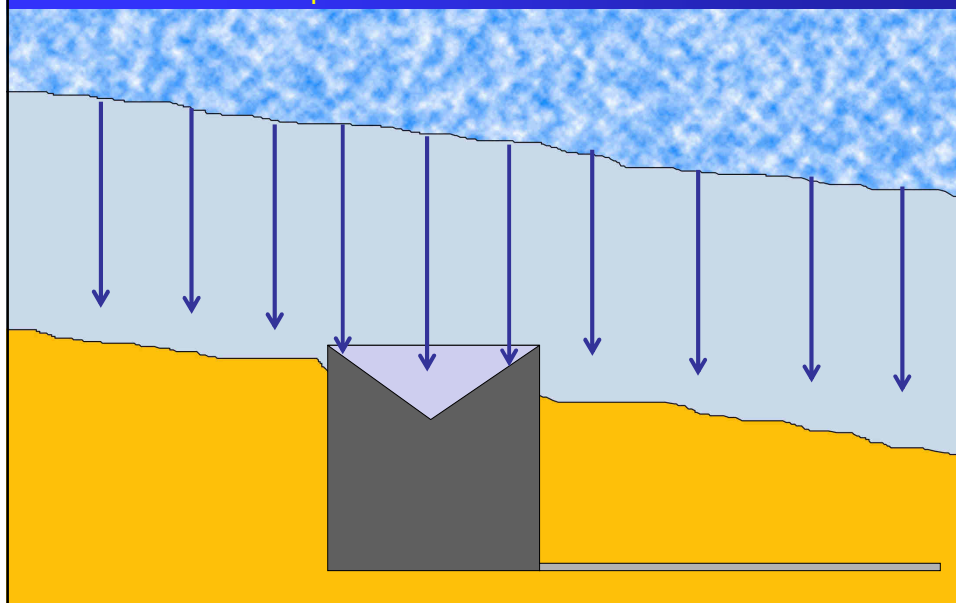


**Pluviometro a pesata
con liquido antigelo**

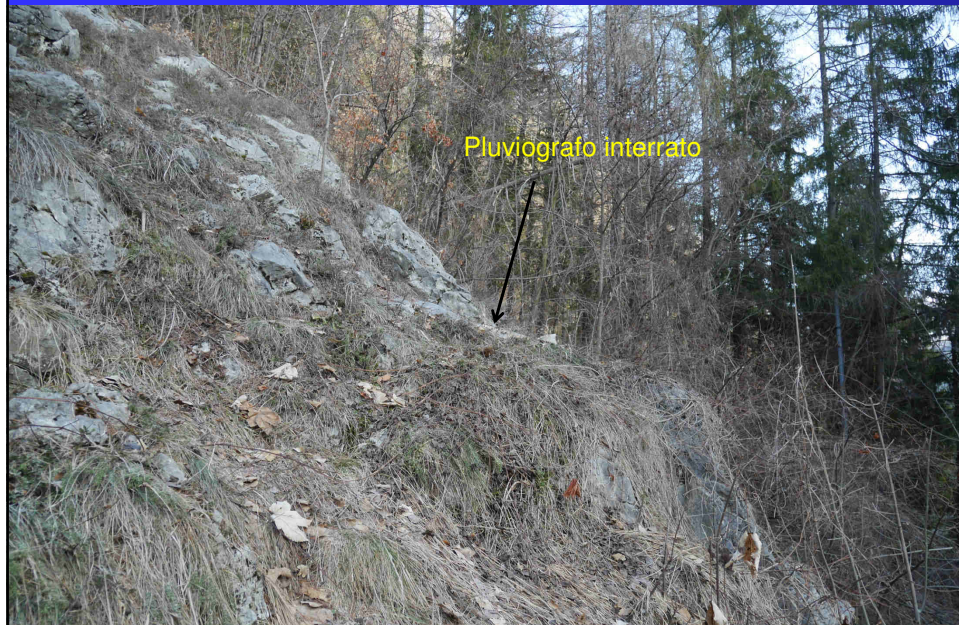
Sistema Snow Pillow



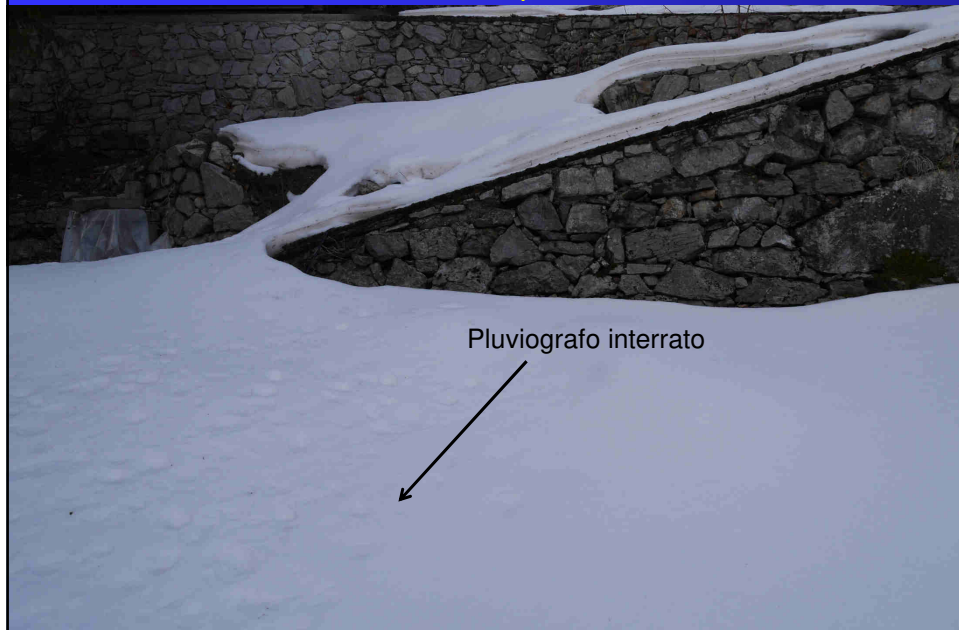
Per misurare la quantità d'acqua legata al processo di fusione
nivale viene realizzato nel 2008 un primo prototipo denominato
"pluvionivometro interrato"



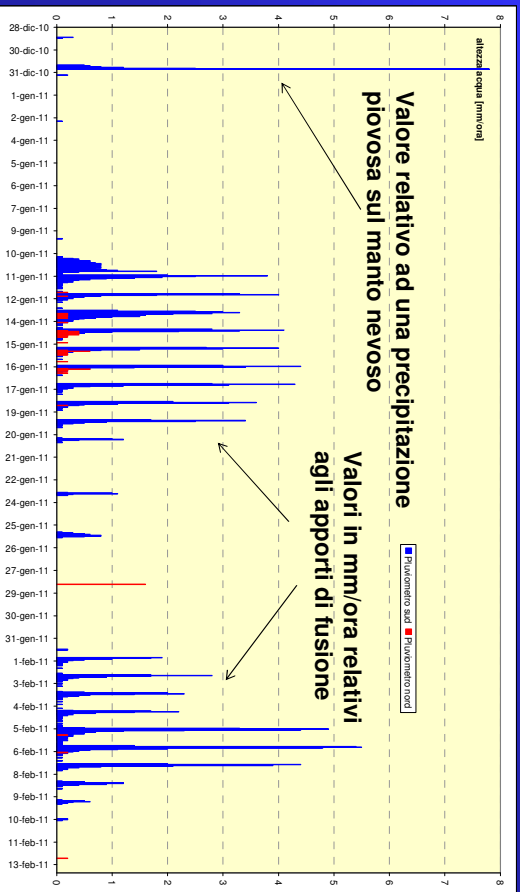
Viene installato presso la stazione di Bossea
un prototipo su un versante con esposizione a Sud-Est ...



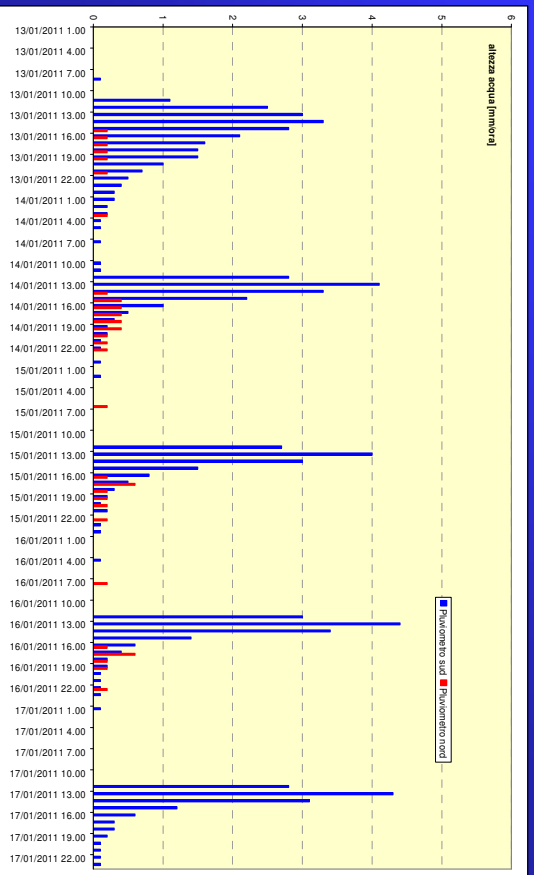
...e a 25 m di distanza una seconda strumentazione
su un versante con esposizione Nord



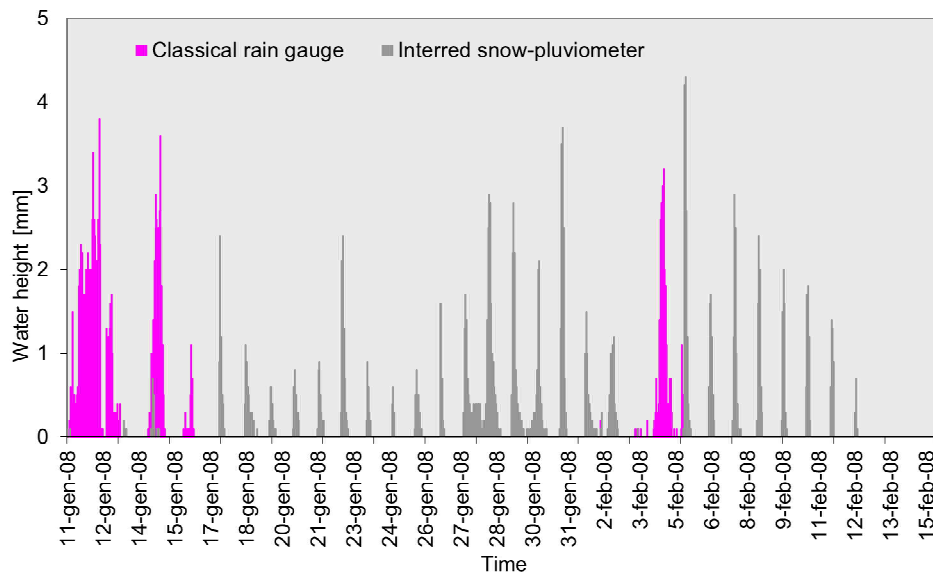
**Il dato acquisito: valori orari relativi alla quantità di acqua derivata dalla fusione nivale (mm/ora) o a precipitazioni liquide (Stazione di Bossea).
Registrazioni dal 2008**



Dettaglio dell'acquisizione oraria relativa alla quantità di acqua derivata dalla fusione registrata da due "pluviografi interrati" ubicati su versanti con diversa esposizione



Comparazione tra il dato registrato con un nivopluviografo a bocca riscaldata ed il pluviografo interrato alla stazione sperimentale di Bossea (826 m s.l.m.)



Con i dati ricavati dalla nuova strumentazione è possibile vedere le relazioni esistenti tra la portata di una venuta idrica di Bossea ed il processo di fusione nivale

