

***Le grotte con ghiaccio delle Alpi Liguri: primi
risultati del monitoraggio temperature
aria-roccia***



**Bartolomeo Vigna - DIATI – Politecnico di Torino
Luca Paro & Daniele Bormioli – ARPA Piemonte
R. Zerbetto – Associazione Gruppi Speleologici Piemontesi
M. Sciandra – Parco Alpi Marittime**

**Lo studio, oltre alla documentazione e il censimento
delle cavità con ghiaccio, ha la finalità di
comprendere il fenomeno della formazione di questi
depositi di ghiaccio e la loro evoluzione nel tempo.**

**La ricerca viene condotta dal DIATI del Politecnico di
Torino ed ARPA Piemonte, nell'abisso del Rem
anche in collaborazione con l'Associazione Gruppi
Speleologici Piemontesi, il Parco Alpi Marittime e il
CNR di Torino**

Con il termine «Grotte ghiacciate» si intendono cavità caratterizzate dalla presenza di ghiaccio durante l'intero anno. In alcune grotte questi depositi sono molto abbondanti e danno origine a dei veri «ghiacciai sotterranei»



Lo studio viene eseguito attraverso l'installazione nelle cavità ghiacciate di termometri per la misura in continuo della temperatura dell'aria e della roccia a differenti profondità (da 40 a 6 cm) e di campionamenti del ghiaccio e successive analisi chimiche



La strumentazione utilizzata è l'acquisitore di temperatura a due canali Gemini Tinytag, costo ca. 200 E



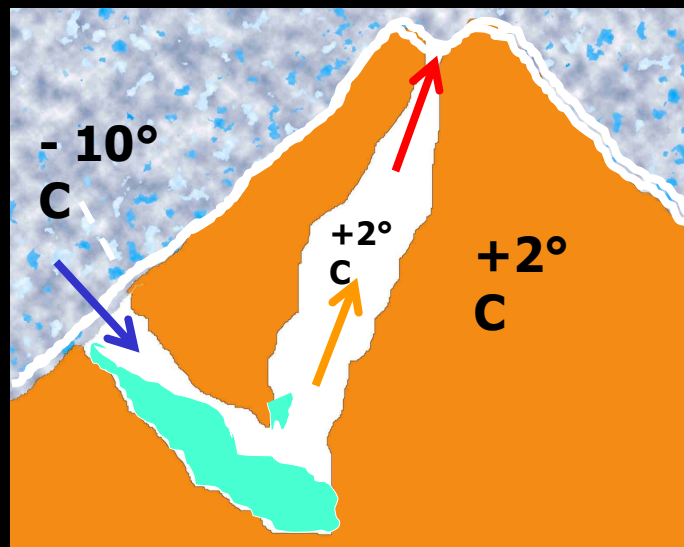
Questi ghiacciai sotterranei sono caratterizzati da centinaia, a volte migliaia, di straterelli di ghiaccio: ma quando e come si sono formati?



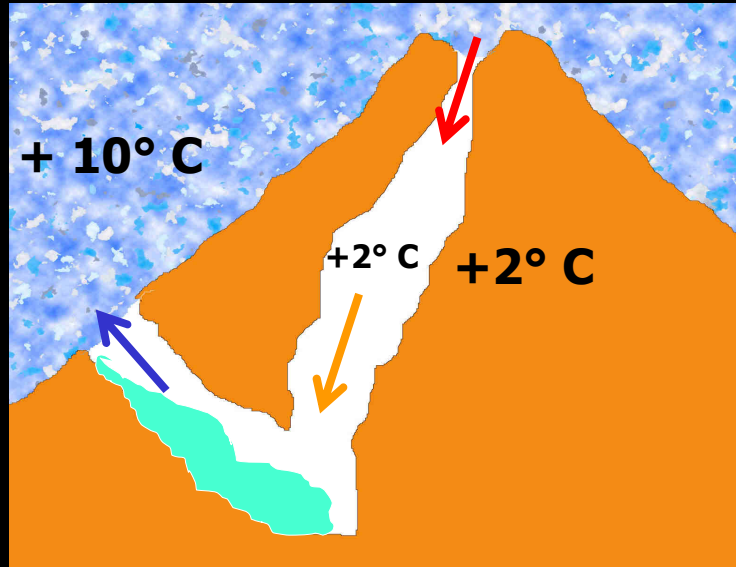
Questi ghiacciai mostrano una notevole complessità nella loro storia evolutiva caratterizzata anche da periodi di interruzione della loro formazione e di parziale fusione



Ipotesi sulla formazione del ghiacciaio: nella situazione invernale esce aria relativamente calda dagli ingressi alti ed entra neve e aria molto fredda dagli ingressi bassi



Situazione estiva: entra aria relativamente calda dagli ingressi alti che si raffredda nell'attraversamento dell'ammasso roccioso, la neve si trasforma in ghiaccio



Un pozzo presso la zona della Brignola, Lamba 21, (Alpi Liguri) caratterizzato dalla presenza di un grosso nevaio che ricopre un ghiacciaio sotterraneo



In inverno enormi volumi di neve entrano nella grotta. Ancora a settembre si trovano ingenti accumuli di neve che ricoprono il ghiaccio



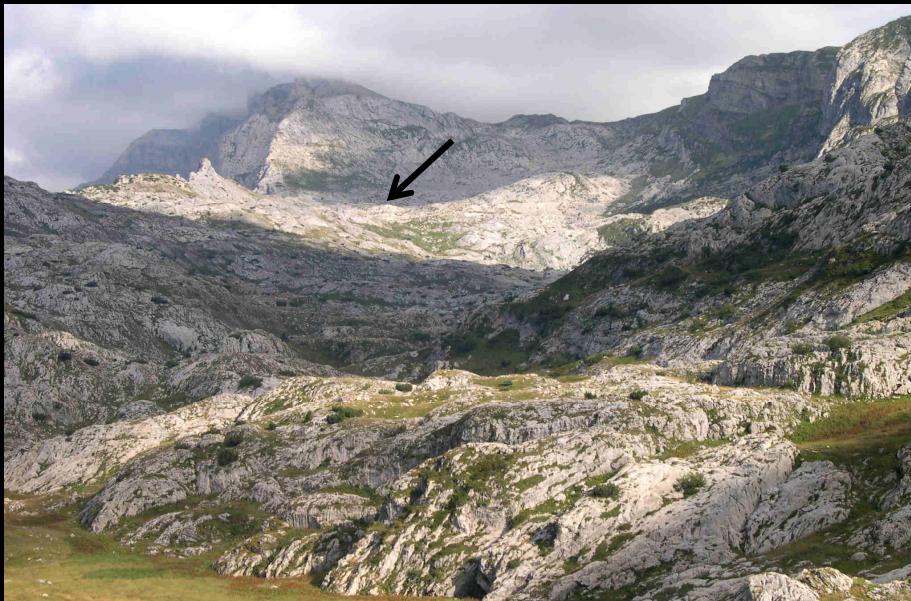
La neve si compatta progressivamente trasformandosi in ghiaccio ed originando un ghiacciaio sotterraneo



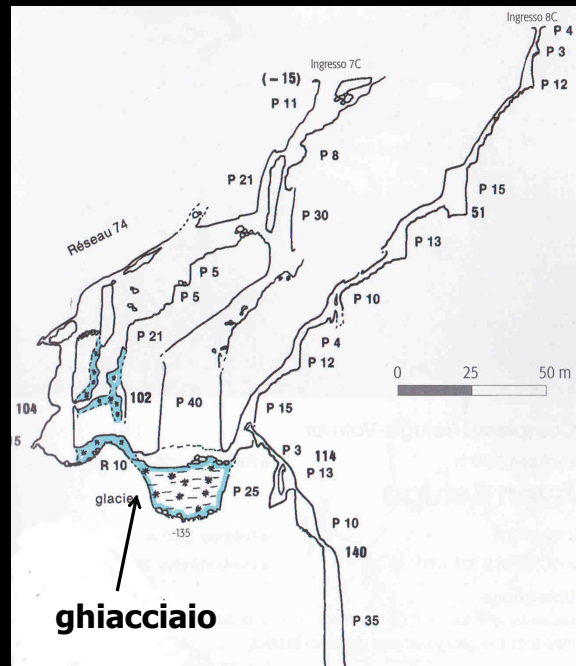
Lo spessore di questo ghiacciaio è di alcune decine di metri



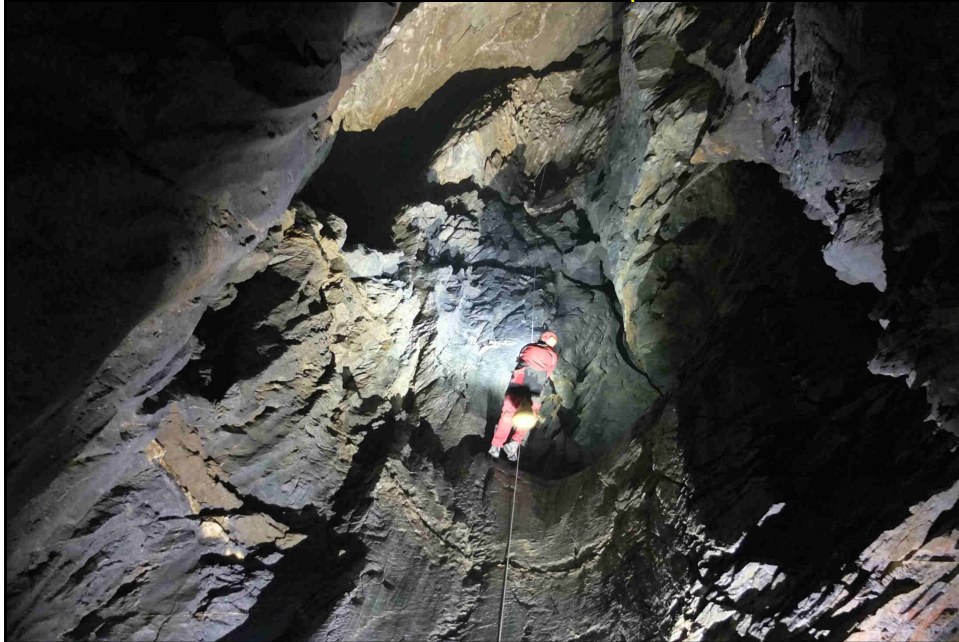
La Conca delle Carsene e l'ubicazione dell'ingresso dell'Abisso Scarasson (nella zona molti "pozzi a neve")



Sezione dell'Abisso Scarasson con un ghiacciaio a -120 m



Una serie di pozzi permettono di raggiungere il ghiacciaio
sotterraneo a -120 m dalla superficie



**La situazione del ghiacciaio
sotterraneo dello
Scarasson nel 1962**

Foto Siffre



**Situazione 2015: la guglia del ghiacciaio si è abbassata
di circa 20 m in 30 anni**



Evoluzione nel tempo: il ghiacciaio nel 1996



Foto Mangiagalli

Il ghiacciaio nel 2004



Foto Mangiagalli

Il ghiacciaio nel 2007



Foto Mangiagalli

La situazione del ghiacciaio dello Scarasson nel 2002



Foto Mangiagalli

La situazione ad agosto 2015: il ghiacciaio si è ulteriormente ridotto di diverse decine di metri



La situazione nell'agosto 2017: il ghiacciaio superiore è quasi del tutto sparito



Foto Baglietto

La zona alla base del ghiacciaio nel 2008



Foto Mangiagalli

La medesima zona nel 2015 evidenzia come il ghiacciaio si è ridotto di molti metri



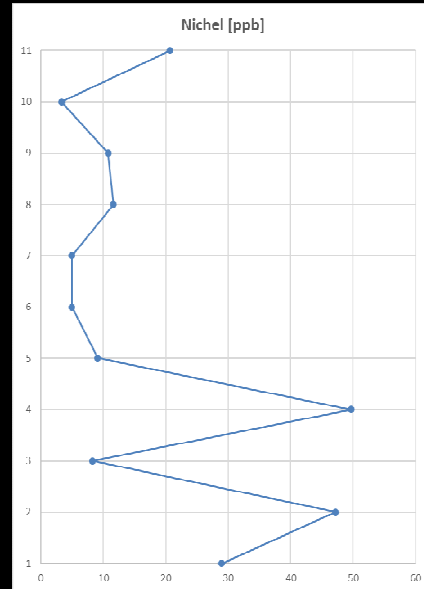
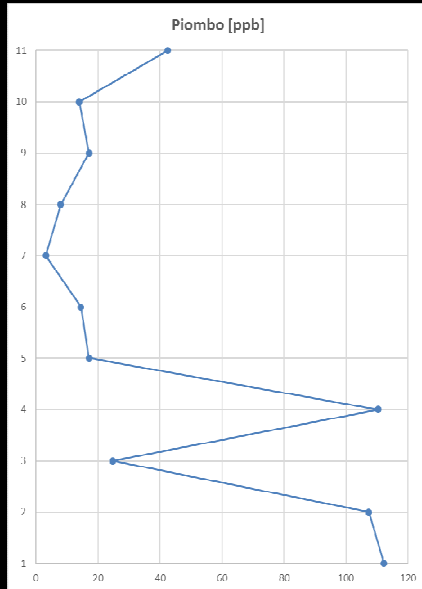
Agosto 2017: la riduzione di spessore è molto evidente



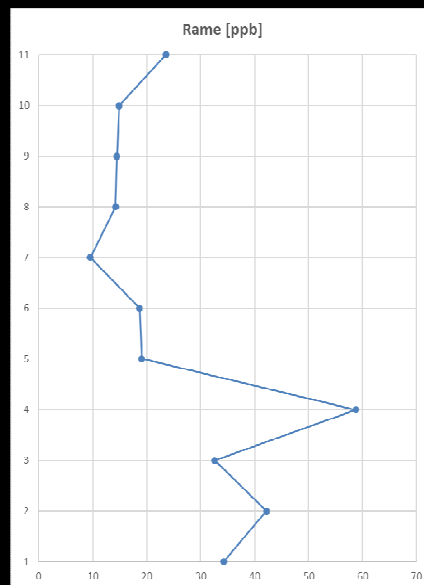
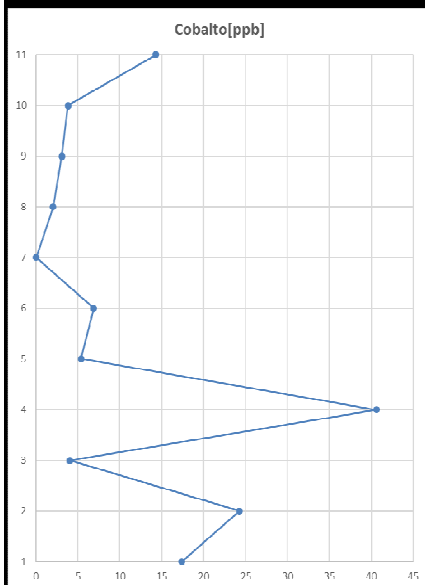
Sono stati eseguiti 11 campionamenti del ghiaccio, a diverse altezze, e successivamente analizzate le acque



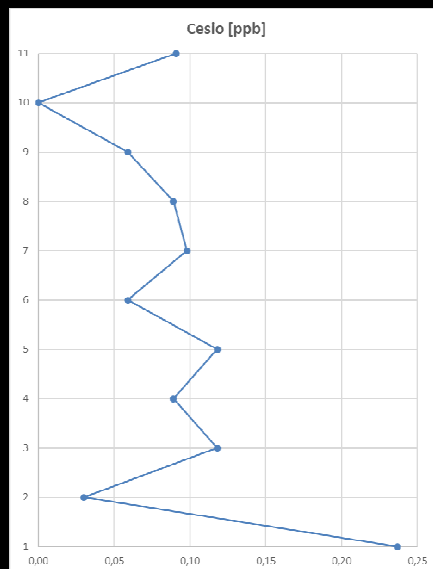
Concentrazioni del Piombo e del Nichel a varie altezze nel ghiacciaio dello Scarasson (valori elevati dei diversi metalli)



Le concentrazioni elevate dei metalli evidenziano un loro accumulo nella massa glaciale escludendo una formazione legata all'apporto nevoso



Le basse concentrazioni del Cesio evidenziano come i livelli del ghiaccio siano molto più vecchi del periodo del *fall out* radiattivo degli anni 1950-1960

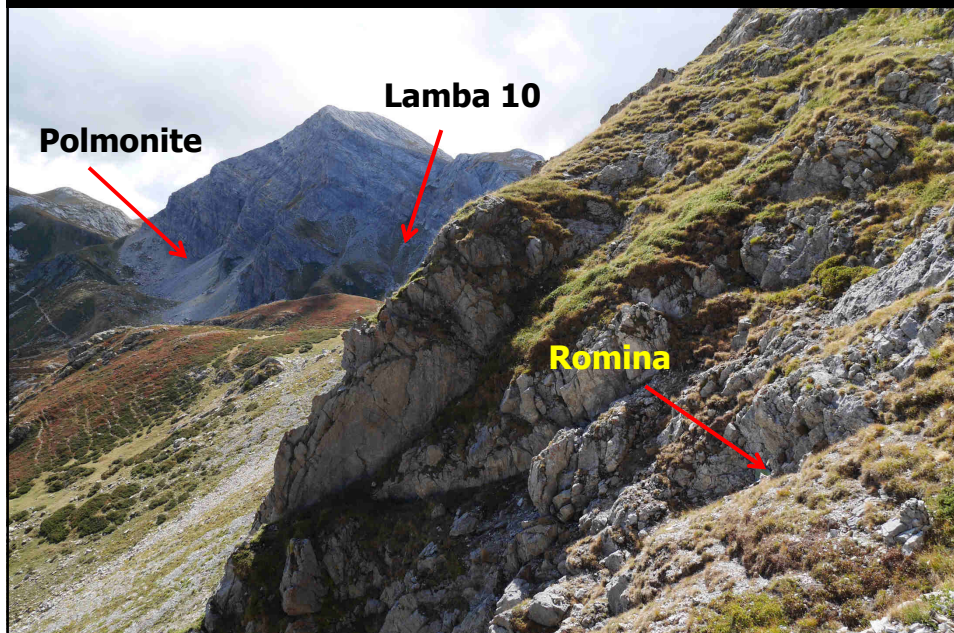


Le grotte con presenza di ghiaccio

Nelle Alpi Liguri numerose sono le cavità con depositi di ghiaccio, anche in piena estate (Balma ghiacciata del Mondolè, O freddo, O3, Polmonite, ecc.). In quasi tutte queste cavità il ghiaccio si sta riducendo o è sparito del tutto



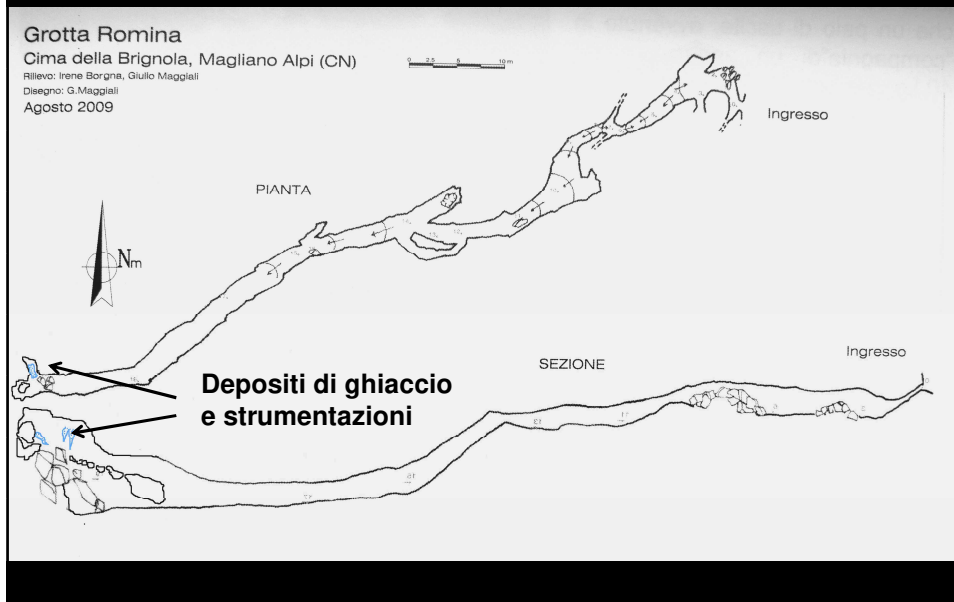
Nel massiccio del M. Mongioie sono presenti diverse cavità con ghiaccio perenne (Q. 2200-2300 s.l.m.)



Ingresso di Romina, chiuso con una lamiera, è caratterizzato da una notevole circolazione d'aria, soffiante nel periodo estivo



La grotta ha uno sviluppo di circa 120 m, orizzontale e chiusa al fondo da una frana con enormi blocchi



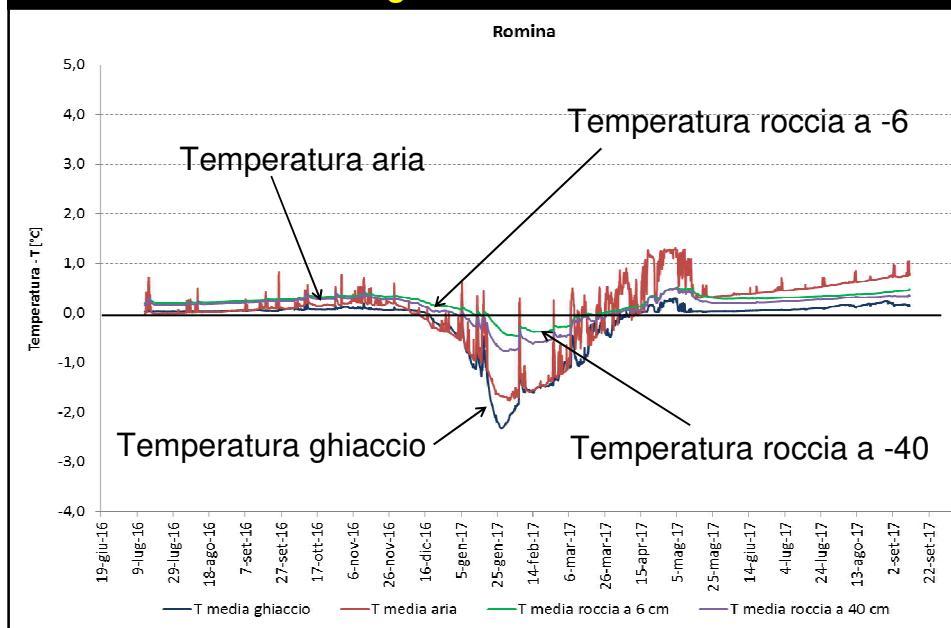
Nel settore terminale sono presenti depositi di ghiaccio perenni, con spessore variabile



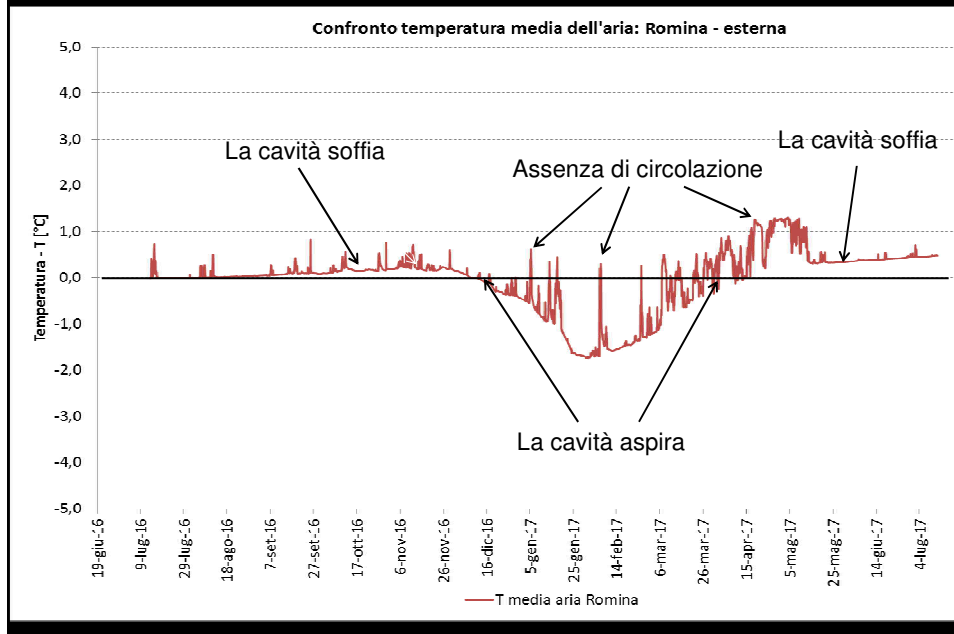
Sono stati installati diversi acquisitori automatici per la misura in continuo della temperatura aria e roccia



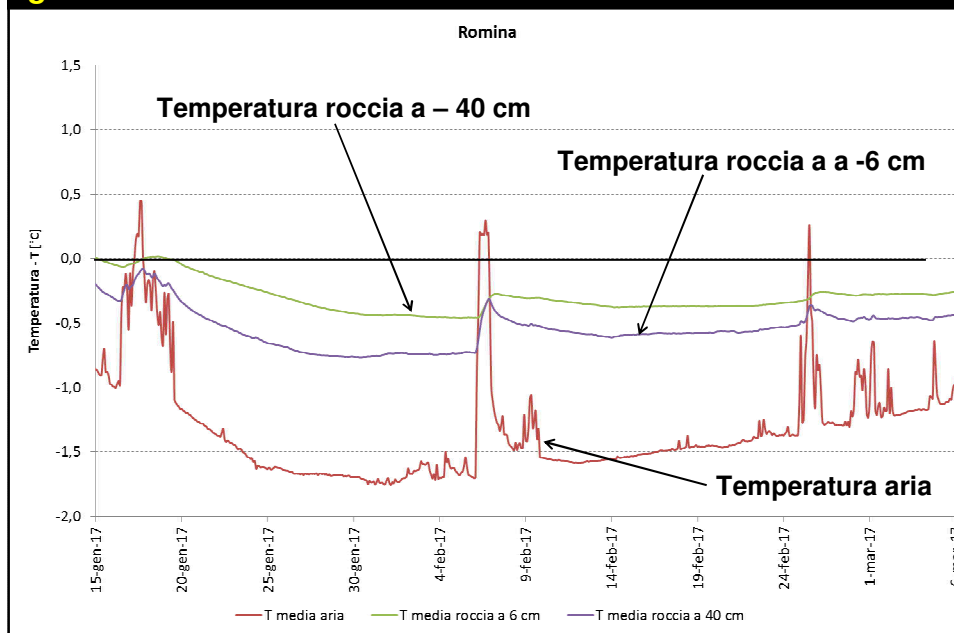
Andamento delle temperature dell'aria, della roccia a – 40 e –6 cm tra luglio 2016-settembre 2017



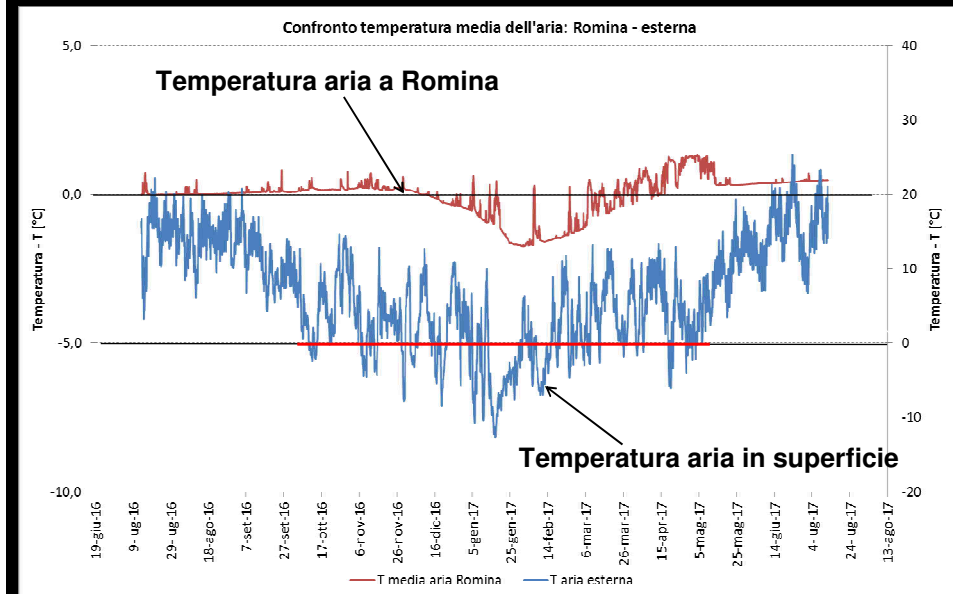
Situazione della circolazione d'aria basata sui dati di temperatura



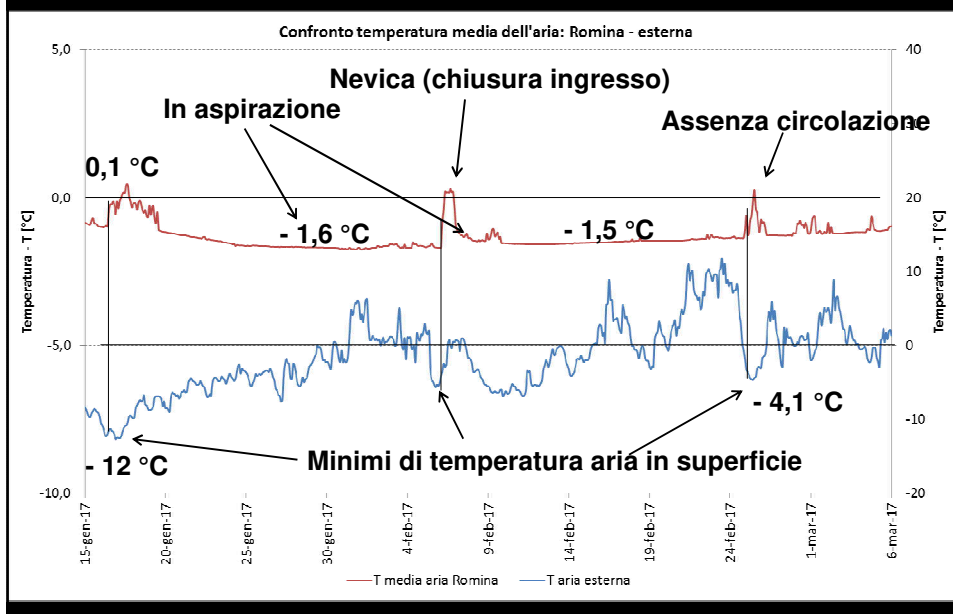
Andamento della temperatura aria, roccia a -40 e -6 cm tra gennaio e marzo 2017: si vede una relazione tra aria e roccia



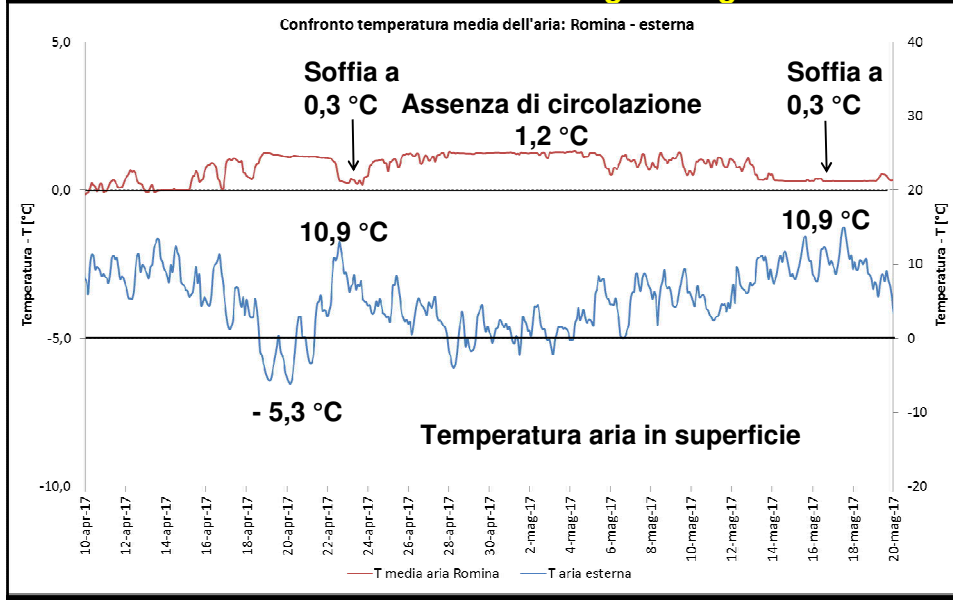
Andamento della temperatura dell'aria di Romina e all'esterno nell'arco di un anno: le relazioni non sono evidenti a causa del dato di superficie non rilevato a ingresso grotta



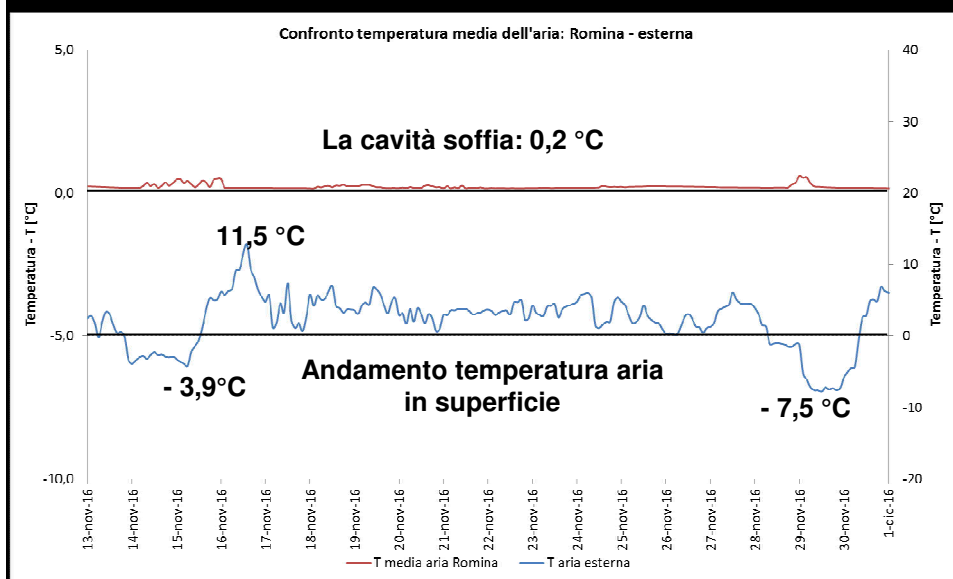
Andamento della temperatura aria dell'aria a Romina e all'esterno in situazione invernale (tra gennaio e marzo 2017)



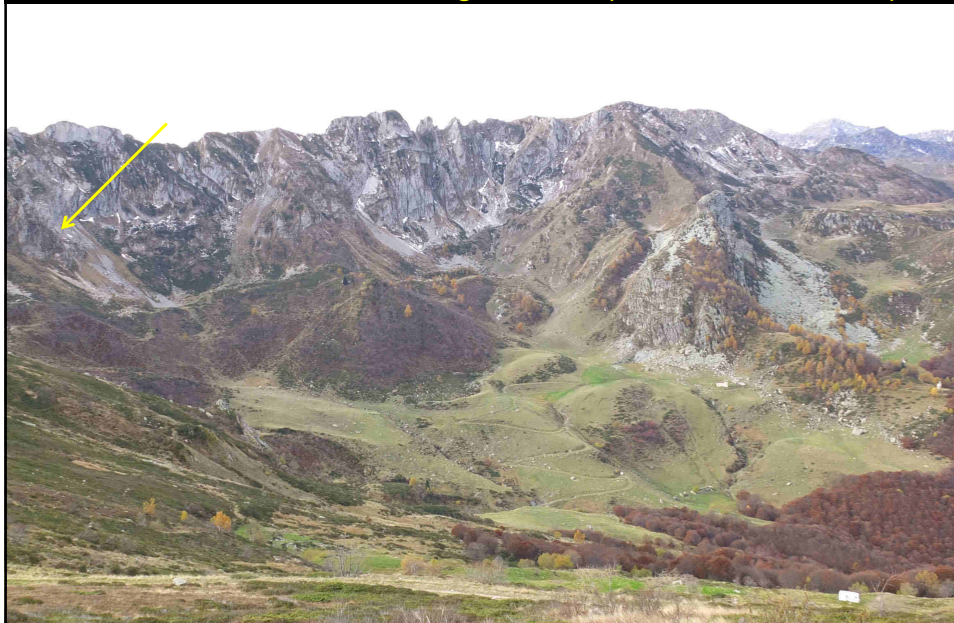
Andamento delle temperature dell'aria a Romina e all'esterno in situazione primaverile, pesantemente condizionate dalle nevicate che ostruiscono l'ingresso grotta



L'andamento delle temperature dell'aria a Romina rimane costante anche se all'esterno ci sono importanti variazioni termiche (situazione autunnale nel mese di ottobre 2016).



Il versante nord dell'Antoroto dove è presente l'ingresso dell'abisso del Rem del ghiaccio (Q. 1900 m s.l.m.)



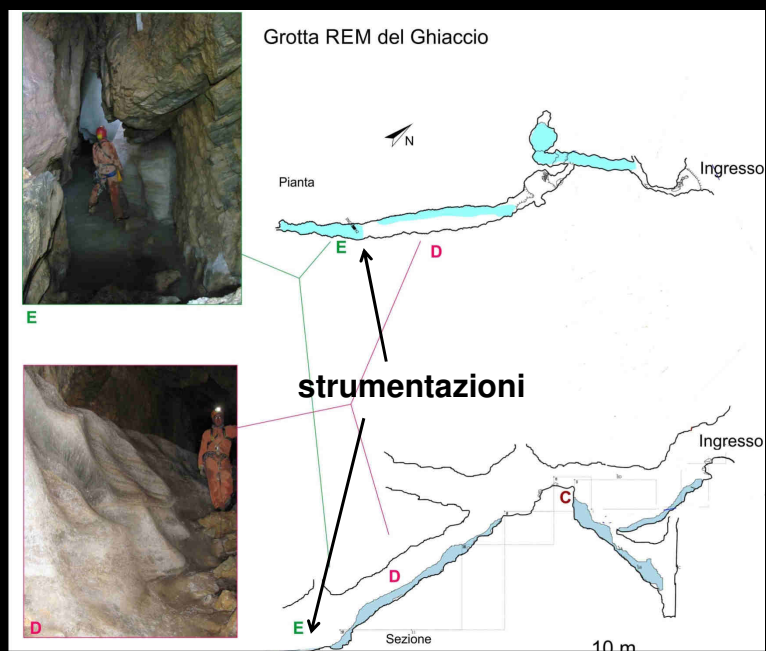
Il Rem del Ghiaccio è stato scoperto nel 1995 dal SCT



L'ingresso della cavità è caratterizzato da una notevole circolazione d'aria, soffiante nel periodo estivo



Il rilievo eseguito nel 2005: la grotta chiudevava su ghiaccio



A giugno 2015 è stato possibile accedere al ghiacciaio in quanto si è aperto un largo passaggio tra roccia e ghiaccio



Il ghiacciaio si presentava piuttosto ampio e ben stratificato



La prima parte del ghiacciaio a luglio 2016



La medesima immagine a luglio 2017 con una colonna di ghiaccio di percolazione



Le pareti della roccia sono coperte da ghiaccio legato alla percolazione delle acque e alla condensazione?



Il ghiacciaio presenta una forma allungata sottostante un alto camino



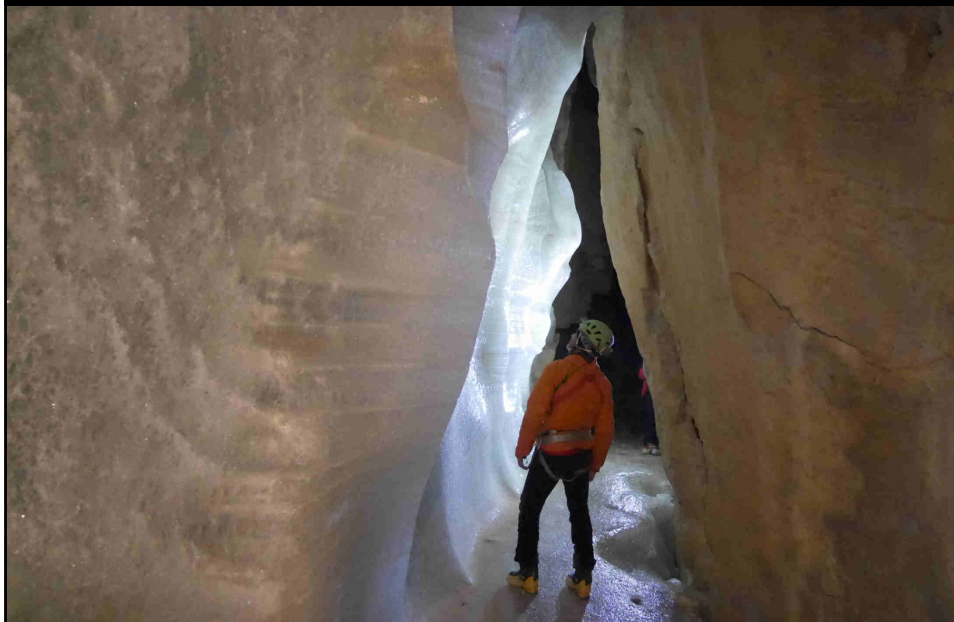
Campionamento del ghiaccio



Nel mese di novembre 2017, dopo una nevicata e con temperature molto basse si ritorna per osservare la cavità in aspirazione



La cavità è priva di neve, anche all'ingresso, totalmente asciutta ed il ghiaccio è molto trasparente



A 20 cm al di sotto della superficie si osservano foglie ed insetti ben conservati



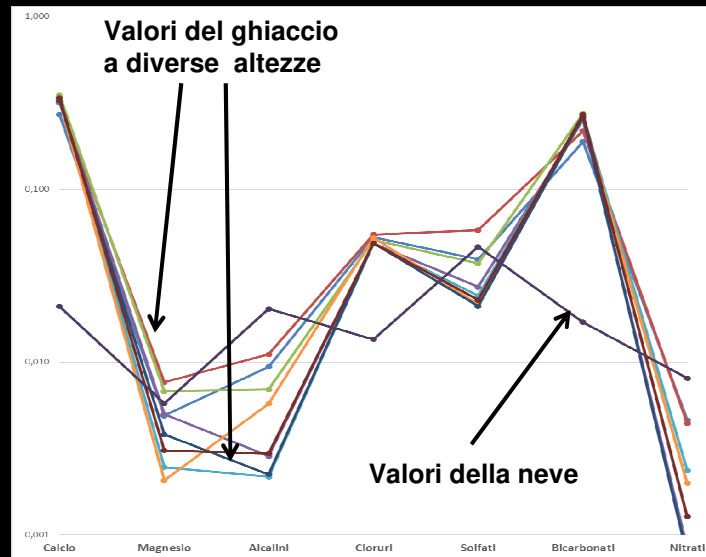
Si osserva in alcuni punti una notevole riduzione della massa glaciale: situazione a luglio 2016



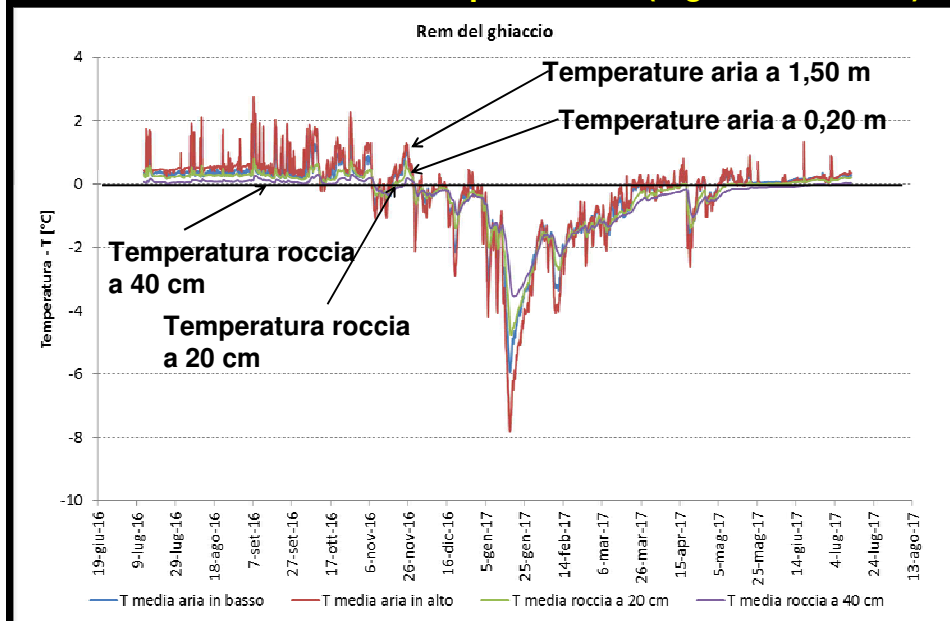
La medesima zona a novembre 2017 dopo un'estate molto calda



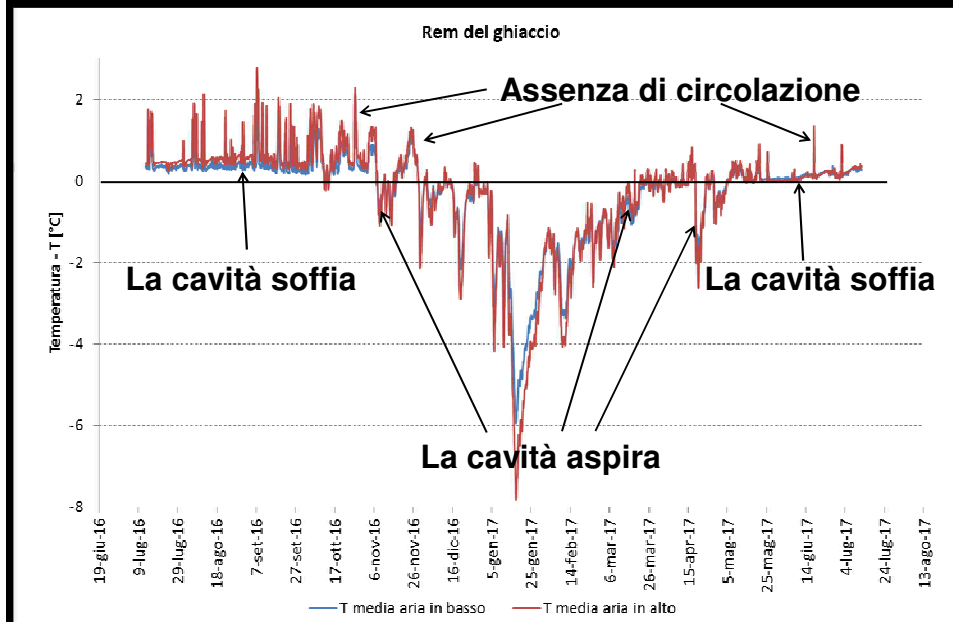
Digramma di Schoeller delle concentrazioni degli ioni principali del ghiaccio campionati a diverse altezze: il calcio e i bicarbonati sono molto più alti ed evidenziano che il ghiacciaio non si è formato per accumulo della neve



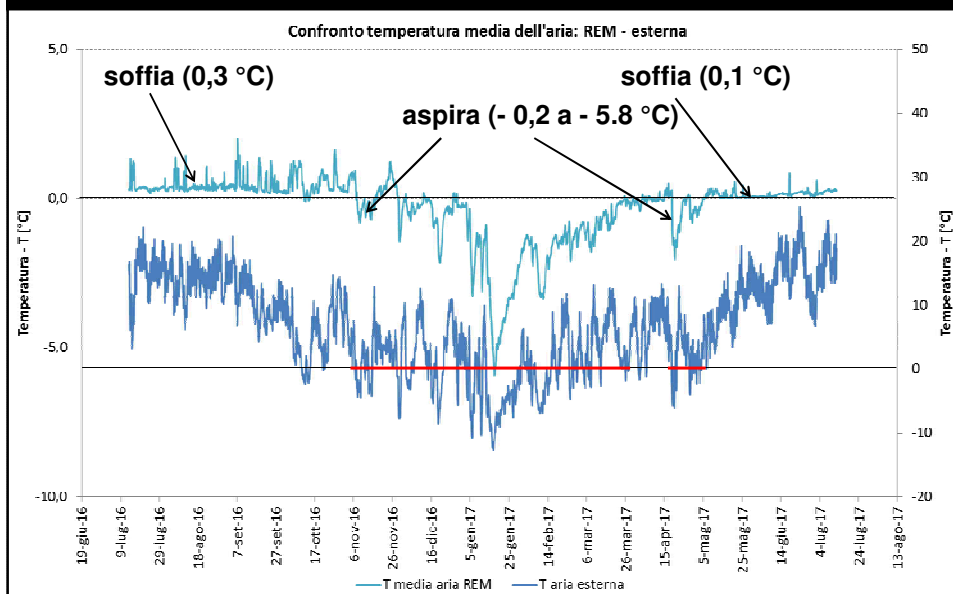
Andamento temperatura aria a 0,20 e a 1,50 m dal pavimento, della roccia a 20 e 40 cm di profondità. (luglio 2016- 2017)



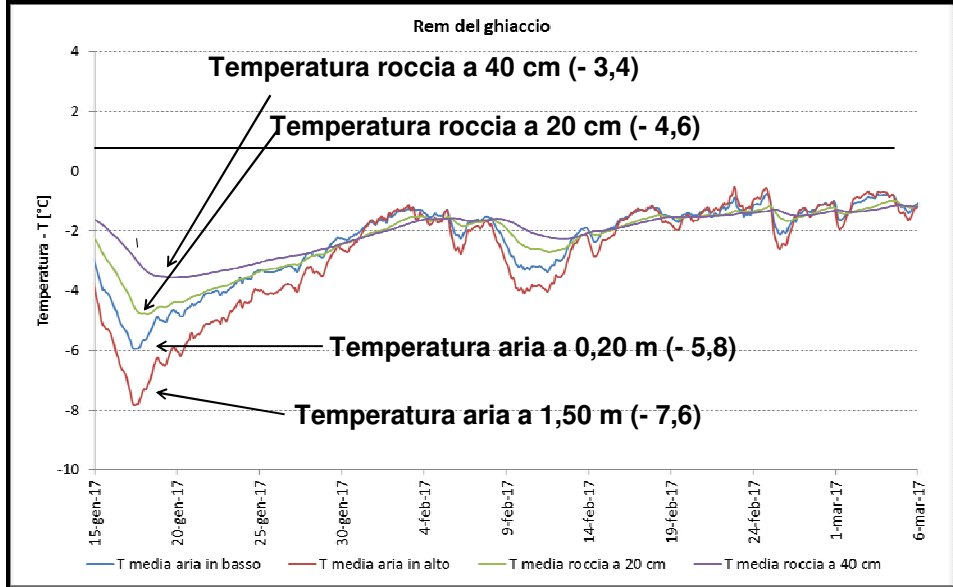
Andamento della temperatura aria a 0,20 e a 1,50 m dal pavimento della cavità nell'arco di un anno



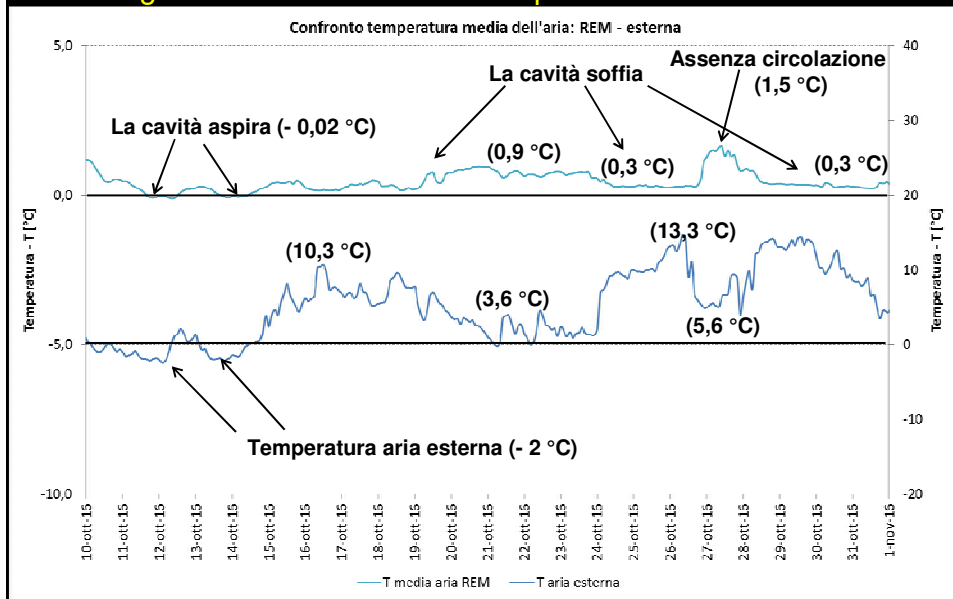
Andamento della temperatura dell' aria di Rem e all'esterno nell'arco di un anno (i valori della stazione meteo non corrispondono con le temperature a ingresso grotta)



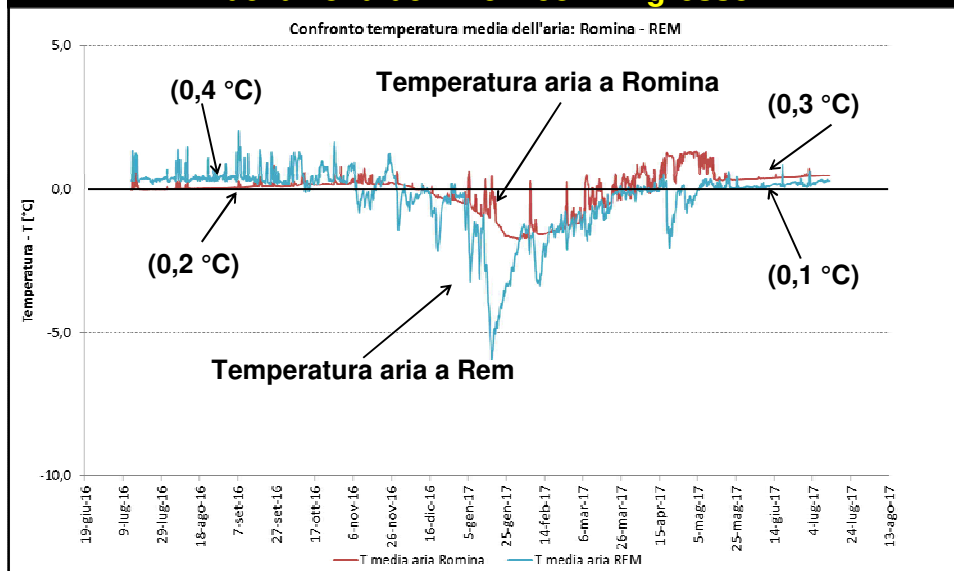
L'andamento della temperatura aria in grotta (a 0,20 e a 1,50 m dal pavimento) influenza la temperatura della roccia (situazione invernale con grotta in aspirazione)



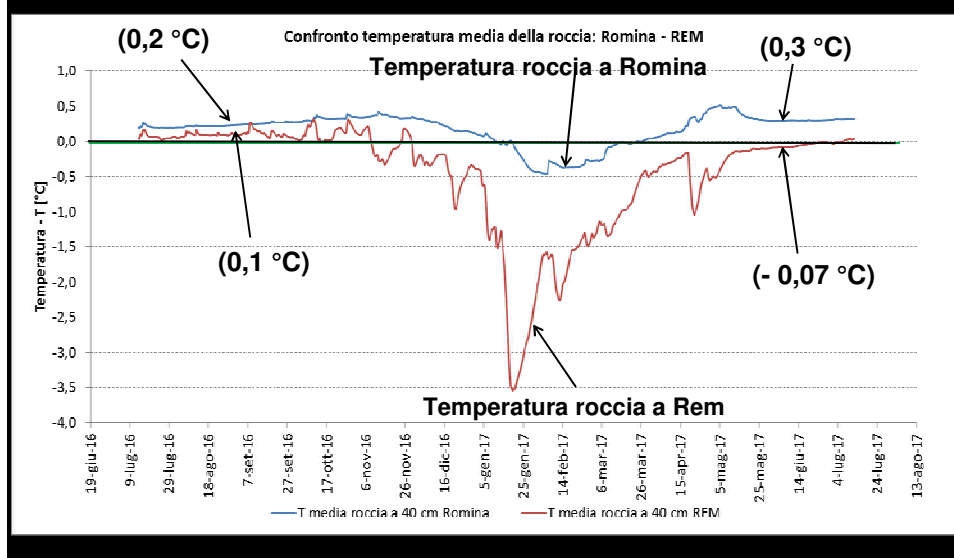
Andamento delle temperature dell'aria nella cavità influenzata dalla situazione climatica del periodo autunnale. Il picco positivo è legato ad una situazione di equilibrio interno-esterno



Confronto della temperatura aria di Romina e di Rem nell'arco di un intero anno: i valori sono piuttosto differenti e nel periodo invernale a Rem sono molto più bassi per la vicinanza della zona dei rilievi con l'ingresso



Confronto della temperatura roccia a 40 cm di Romina e di Rem nell'arco di un anno: le temperatura di Rem sono molto più basse e permettono la conservazione del ghiaccio



Prime ipotesi sulla formazione dei ghiacciai:

- I ghiacciai sembrano essersi formati per congelamento di acque di condensazione e di percolazione
- La temperatura della roccia sembra condizionare pesantemente la formazione e la conservazione del ghiacciaio (verranno strumentati fori di 1m di lunghezza)
- Nuove strumentazioni sono state installate presso gli ingressi e nuove cavità

