

COMUNE DI VALTOURNENCHE

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA



***Valutazione geologica e del sistema permafrost del sito, studio
per la predisposizione di un sistema di controllo permanente
delle temperature e della meteorologia relativi al progetto
TREK+***

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI VALTOURNENCHE (AO)

Data presentazione elaborato: Dicembre 2021

TECNICI INCARICATI

Dott. Geol. Marco Zantonelli
Via Vittorio Veneto n° 5
Borgosesia (VC)
tel/fax 016327283
cell. 3356168114
email titolare@marcozantonellistudio.eu

Dott. Geol. Pietro di Sopra
Fraz. Cretaz n° 11
Valtournenche
cell. 3203815305
email pietro.disopra93@gmail.com

INDICE

- 1. Premessa**
- 2. Inquadramento geologico**
- 3. Rilevamento geologico di dettaglio (stazioni geomeccaniche)**
- 4. Cartografie esistenti e dissesti pregressi**
- 5. Monitoraggio del permafrost**
- 6. Conclusioni**

1. PREMESSA

Nell'ambito del PROGETTO "TREK+" PROGRAMMA DI COOPERAZIONE TRANSFRONTALIERA INTERREG ITALIA – SVIZZERA 2014/2020 il Comune di Valtournenche con la determinazione a contrarre n. 303 del 08/07/2021 del responsabile del servizio tecnico, stabiliva di procedere con "appalto del servizio di valutazione geologica e del sistema permafrost del sito, studio per la predisposizione di un sistema di controllo permanente delle temperature e della meteorologia relativi al progetto TREK+" (ID 617918) – CIG: ZBF3143EC5 – CUP G25C190000220007.

Con determinazione la n. 413 del 06/09/2021 del responsabile del servizio tecnico, esecutiva ai sensi di legge, di aggiudicazione della procedura telematica ex art. 36, c. 2, lett. b), del D.lgs. 50/2016, il Comune affidava, mediante affidamento al Dott. Geol. Marco Zantonelli (Mandante di RTI) ed al Dott. Geol. Pietro Di Sopra (Mandatario di costituendo RTI) del servizio precedentemente descritto.

Lo studio ha interessato l'area attorno alla Capanna Carrel, quotata su CTR 3830,39 m s.l.m. lungo la cresta SW (del Leone) del Monte Cervino, dove passa la via normale italiana di salita alla vetta. Il tutto al fine di migliorare la fruizione della Capanna e della contigua piazzola ad uso elicottero, in funzione degli interventi di implementazione del sistema permafrost, come da accordi intercorsi con Funzionari addetti ARPA Valle d'Aosta.

Trattandosi di uno studio preliminare alla progettazione esecutiva degli interventi, i Professionisti, hanno provveduto ad effettuare uno studio volto a determinare le principali caratteristiche geologiche in un intorno significativo dell'area oggetto degli interventi.

L'attuale costruzione poggia su un piccolo ripiano roccioso lungo la cresta nel tratto compreso tra il Colle del Leone (3580 m s.l.m.), e la Grande Tour, a sua volta incombente sul rifugio. Pochi metri monte del rifugio è presente la piccola piazzola di servizio per l'atterraggio degli elicotteri, ricavata nello spiazzo dove un tempo sorgeva la storica Capanna Luigi Amedeo di Savoia, ora allestita a museo, presso la Casa delle Guide del Cervino, a Breuil-Cervinia.

Cronologia degli interventi Capanna Carrel

- La Capanna Carrel è stata edificata a seguito del NULLA OSTA del Comune di Valtournenche alla "Nuova costruzione di un rifugio alpino sul Monte Cervino datata 14 luglio 1966. Il Rifugio è funzionale dal 1969.
- In data 13/07/1998, con prot. 5934, prat. n. 5416, la Società Guide del Cervino richiedeva l'autorizzazione edilizia per i lavori di demolizione bivacco alpino "Luigi Amedeo di Savoia".
- Il 12/05/1998 mediante l'atto di concessione n. 1809 il Sindaco di Valtournenche autorizzava la Società delle Guide del Cervino all'esecuzione dei "Lavori di restauro e risanamento conservativo ed ampliamento del fabbricato ad uso bivacco alpino denominato "Capanna Carrel".

L'area interessata dagli interventi che si ha in animo di attuare, risulta collocata presso i mappali n. 30 e 333 del Foglio n. 2 della locale planimetria catastale. In particolare il mappale n. 30 contraddistingue l'area oggi occupata dalla piazzola di servizio per l'atterraggio degli elicotteri (ex Capanna Luigi Amedeo di Savoia), mentre l'attuale Capanna Carrel non risulta accatastata.

Il mappale n. 333 pertanto comprende gran parte del settore sud-occidentale del Monte Cervino e parte della Testa del Leone; dai pascoli nei pressi del rifugio Duca degli Abruzzi (circa 3000 m s.l.m.) al Pic Tyndall (oltre 4000 m), sul Cervino.

A questo proposito occorre sottolineare che il perimetro della locale planimetria catastale non risulta corrispondere con il confine comunale e il confine di Stato. I limiti amministrativi, in questo settore, corrispondono allo spartiacque orografico costituito dalla cresta SW del Monte Cervino, ove è collocata la Capanna Carrel. Il Foglio n. 2 della locale planimetria catastale invece non segue il suddetto limite, ma è tracciato in modo rettilineo circa 150 m più a sud, presso la parete sud del Monte Cervino. Per questo motivo il mappale n. 30 non risulta georiferito correttamente, ma è posto arbitrariamente lungo il limite settentrionale del Foglio.

Per questi motivi, questo settore di confine non risulta considerato nelle varie cartografie associate al PRGC (carte prescrittive, carte motivazionali, ambiti inedificabili, ecc...) (cap. 5).

L'area sottesa ai mappali considerati risulta classificata nella tavola P4 – *Carta della zonizzazione, dei servizi e della viabilità del PRG in sottozona di tipo Ef10* (art. 54 delle NTA) comprendenti i siti di specifico interesse naturalistico o altre aree naturali.



Fig. 1 – Estratto geonavigatore SCTOutil. Nel cerchio rosso l'effettiva posizione del mappale n. 30 del Foglio n. 2, che dista circa 200 m da dove è rilevato sul catasto (limite foglio). La linea blu rappresenta il limite del foglio, la linea azzurra il confine comunale e confine di Stato.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Cenni storici

Il fascino del Monte Cervino ha attratto svariate generazioni di naturalisti e geologi sin dai tempi eroici di Horace Bénédict de Saussure (1740-1799), il quale nel 1792 eseguì la prima misurazione trigonometrica della sua altezza (4522 m) dal Colle del Teodulo. Egli ne osservò a lungo la struttura e così lo descrisse: *"Il suo obelisco triangolare sembrava composto da tre masse ben distinte, o di tre strati tra loro paralleli... lo strato superiore, che costituisce la cima, appare di un giallo isabella; secondo me si compone di principalmente di serpentino misto a scisto micaceo, parte calcareo e parte quarzoso... Il secondo strato appare grigio: io credo una mescolanza di gneiss e di rocce micacee quarzose... il terzo strato, il cui colore assomiglia perfettamente a quello del primo, è pure di serpentino alternato verosimilmente a scisti micacei per la maggior parte calcareo"*.

In seguito il celebre alpinista e fisico inglese John Tyndall e l'ingegnere-geologo Felice Giordano, del Reale Ufficio Geologico di Stato, furono i primi studiosi a raggiungere la vetta del Cervino, entrambi nel 1868, quattro anni dopo la prima tragica ascesa alpinistica di E. Whymper; In quell'anno Giordano fu il primo a completare la traversata con le guide J.A. Carrel e J.J. Maquignaz; le difficoltà alpinistiche non gli impedirono di studiare nel dettaglio le rocce e di effettuare alcune misure che gli permisero di realizzare quello che è il primo profilo geologico rappresentativo della struttura del Monte Cervino (fig. 2).

Il Cervino tornò al centro dell'attenzione degli studiosi agli inizi del '900, quando il geologo svizzero Emile Argand, trasse spunto per una nuova ricostruzione della genesi delle Alpi. In precedenza infatti, la genesi delle catene montuose era attribuita a semplici movimenti verticali, generati per contrazioni della crosta terrestre in raffreddamento o per l'iniezione di corpi magmatici (teoria fissista). Argand invece sosteneva che la formazione delle Alpi fosse dovuta principalmente alla traslazione orizzontale (teoria mobilista), anche per centinaia di chilometri, di ammassi rocciosi coerenti (falda di ricoprimento). L'orogenesi era quindi attribuita al movimento del continente africano contro quello europeo e alla loro collisione finale, di fatto anticipando la comparsa, alla fine degli '60, della "teoria delle placche" come modello di tettonica globale. Relativamente all'area del Cervino, le sequenze mesozoiche dei calcescisti con pietre verdi della zona piemontese (ofioliti), divennero i relitti della litosfera oceanica della Tetide alpina, il bacino oceanico che separava i blocchi continentali europeo e africano, prima riuniti in un singolo mega-continente (Pangea).

L'oceano della Tetide interruppe la sua espansione e, dal Cretacico (120 milioni di anni), iniziò a scendere a grandi profondità (subduzione) sotto il margine africano, provocando l'avvicinamento dei blocchi continentali. La loro collisione, iniziata nel Terziario (50 milioni di anni fa) e tutt'ora in corso, produsse l'accavallamento della parte frontale della crosta africana al di sopra di quella europea, entrambe suddivise in molteplici falde di ricoprimento.

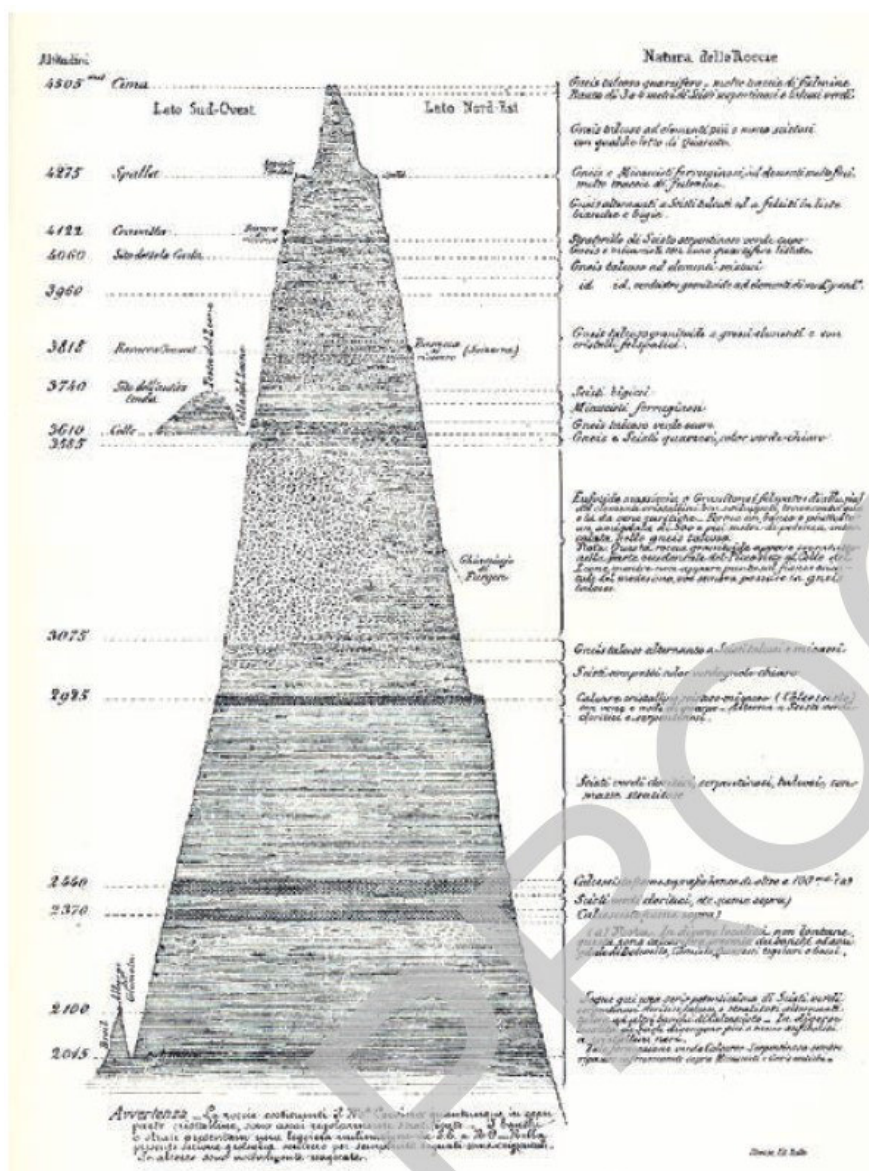


Fig. 2 – Estratto delle Note Illustrative del Foglio Monte Cervino, profilo geologico di Giordano del 1869 (Progetto CARG).

Conoscenze attuali

Dal punto di vista geologico il sito che ospita la Capanna J.A. Carrel è caratterizzata dalla presenza di **substrato roccioso** in posto estesamente affiorante.

Nello specifico si tratta di Gneiss granitici occhiadini appartenenti al cosiddetto “Lembo del Cervino” che fa parte dei lembi superiori non eclogitici (“Serie di Arolla”) del Domino Australpino.

Il Dominio Australpino raggruppa gli elementi di crosta continentale africana ed è costituito da un grande elemento interno (zona Sesia-Lanzo: che rappresenta la più grande porzione di crosta continentale che è andata in subduzione durante l’orogenesi alpina) e da numerosi lembi esterni raggruppati in lembi inferiori eclogitici intercalati tettonicamente all’interno delle sequenze ofiolitiche piemontesi, a nord (Etirol-Levaz) e a sud (M. Emilius, Glacier-Rafay, Tour Ponton, Santanel e Acque Rosse) del graben Aosta-Ranzola e lembi superiori non eclogitici ubicati a tetto della Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi (Dent Blanche s.s., M. Mary-Cervino, Pillonet).

Il Lembo della Dent Blanche s.s. riunisce due principali e classiche unità tettonico-metamorfiche: l'unità superiore (Serie di Valpelline) è costituita da crosta profonda in facies granulitica e anfibolitica prealpina (Complesso Kinzigitico) con limitata e discontinua retrocessione in facies scisti verdi. L'unità inferiore è invece costituita da prevalenti gneiss granitoidi (Serie di Arolla), da grandi corpi di metagabbri in contatto tettonico duttile con gli ortogneiss incassanti.

La successione tettonico-metamorfica sopra descritta è ben evidente presso l'elevazione rocciosa che costituisce il Cervino. La Zona Piemontese (resti dell'Oceano Ligure-Piemontese) costituiscono il substrato della conca del Breuil fino a circa 3000 m di quota (rifugio Duca degli Abruzzi). Al di sopra, fino a poco sotto la Testa del Leone sono presenti gabbri permiani con intercalazioni di filoni basici e acidi. Oltre il contatto tettonico gli gneiss della Serie di Arolla costituiscono il corpo principale della montagna fino al Pic Tyndall, oltre il quale, un altro contatto tettonico mette a giorno la soprastante Serie di Valpelline che costituisce la sommità del Pic Tyndall e la Testa del Cervino (fig. 3).

Si tratta di fatto della normale successione Arolla-Valpelline che costituisce gran parte della catena orografica delle Grandes Murailles, che sul Cervino troviamo ripiegata e replicata.

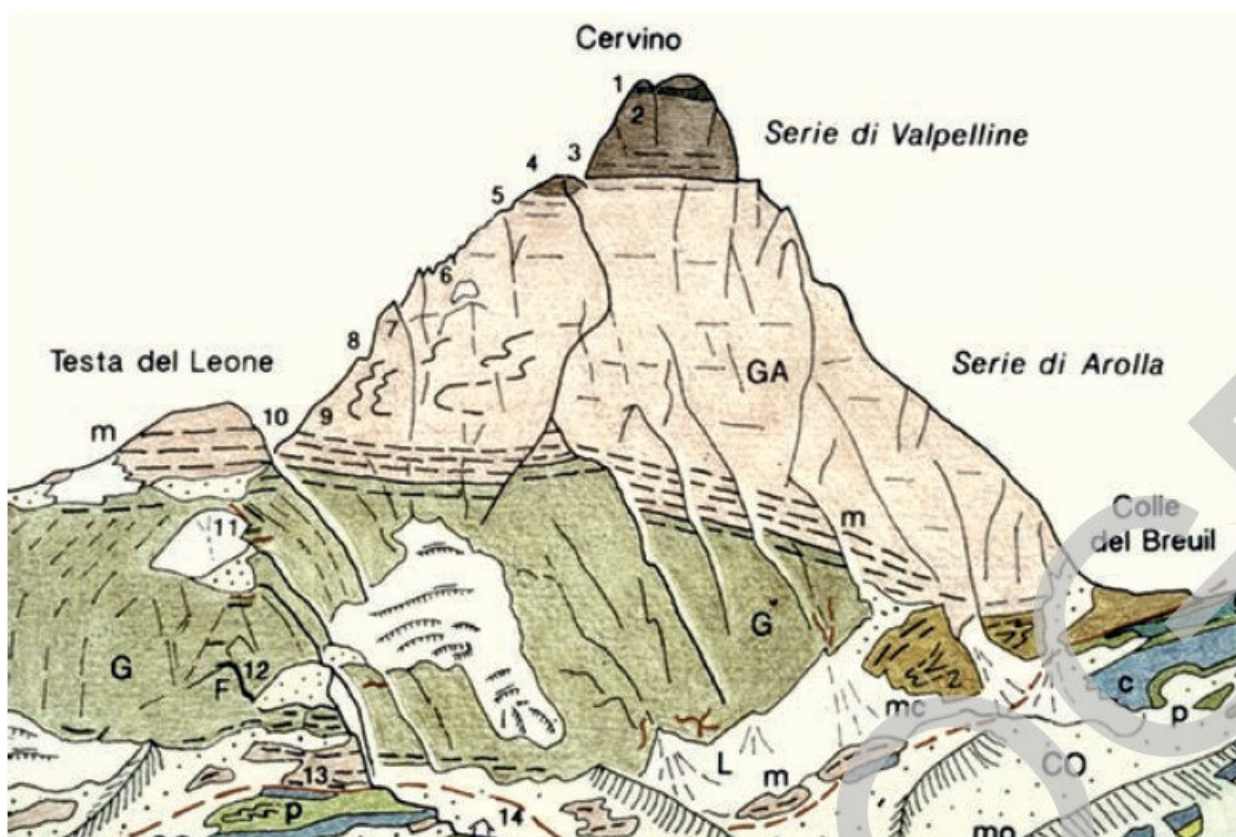


Fig. 16 - Geologia del Cervino, versante italiano (DAL PLAZ, 1992, 1996b). Falda della Dent Blanche s.l., lembo del Cervino: Serie di Valpelline: complesso kinzigitico; Serie di Arolla: gneiss granitoidi (GA); gabbro permiano (G) con filoni acidi e basici (F), miloniti (m), micaschisti del Colle del Breuil (mc). Zona del Combin, alla base: calcescisti mesozoici (c); metabasalti prasinitici (p). 1-12: dettagli della descrizione geologica della via italiana al Cervino in DAL PLAZ (1996b).

Fig. 3 – Estratto Note Illustrative Foglio Monte Cervino (Progetto CARG).

Dal punto di vista strutturale la foliazione principale, nell'area oggetto di studio, risulta immergente a basso angolo verso SW (si rimanda al capitolo specifico per maggiori dettagli).

Le principali informazioni geologiche sono contenute nel Foglio CARG N. 70 "Monte Cervino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e nelle relative Note Illustrative, oltre che nella Carta Geologica della Valle d'Aosta alla scala 1:100.000, 1:25.000 e 1:10.000 disponibili sul Geonavigatore SCTOutil della RAVA.

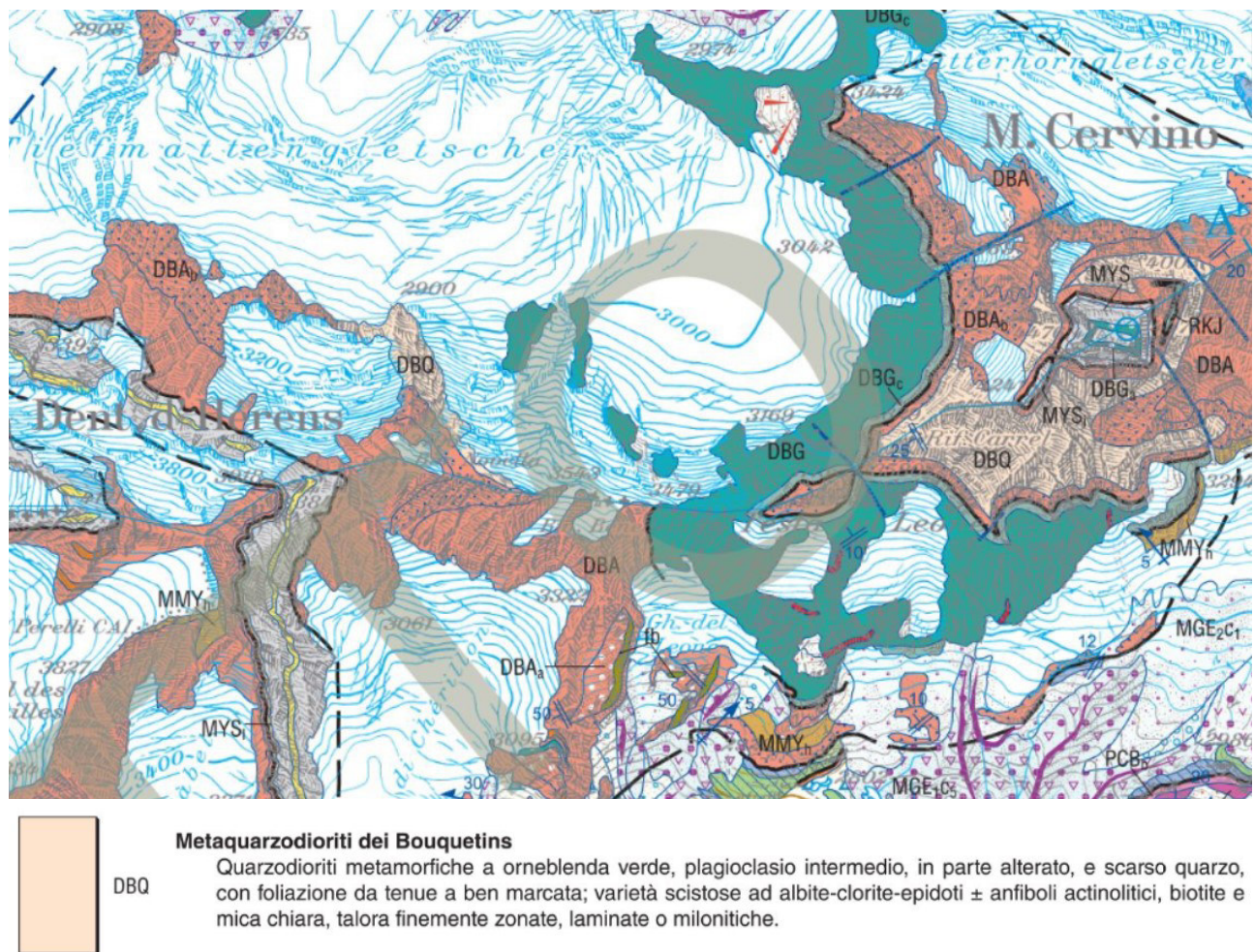


Fig. 4 – Estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 progetto CARG - foglio Monte Cervino.

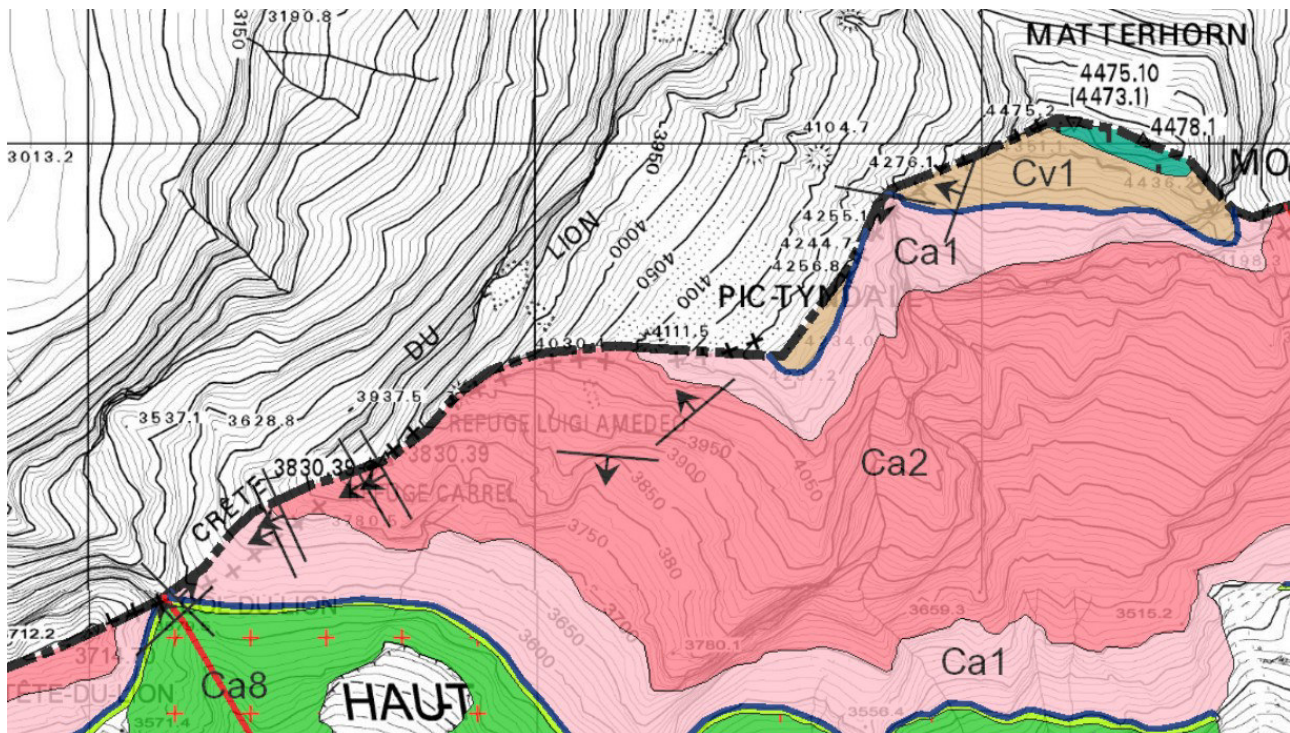


Fig. 5 – Estratto Carta Geologica della Valle d'Aosta alla scala 1:10.000 (SCTOutil-RAVA).

LEGENDA CARTA GEOLOGICA

Punti di osservazioni geologiche	
	Superficie di scistosità (scistosità regionale)
Unità geologiche cartografabili (lineari)	
	Contatto tettonico
	Limite geologico certo
	Confine Italia - Svizzera
Unità geologiche cartografabili (poligonali)	
Fiumi, Laghi e Ghiacciai	
Elemento	Nevali e ghiacciai
Trasparente	Nevali e ghiacciai
Substrato pre-quaternario	
AUSTROALPINO	
<i>Lembi austroalpini superiori, non eclogitici: Dent Blanche, Mont Mary-Cervino, Pillonet</i>	
Lembo del Cervino	
	Ar4 - Gneiss granitici occhiadini Gneiss occhiadini. Gneiss granitici con porfiroclasti eudrali od ovalizzati di feldspato potassico, in parte sostituiti da albite a scacchiera, derivanti da graniti porfirici permiani a biotite ± orneblenda e passanti, per deformazione milonitica, a gne
	Ar12 - Miloniti gabbriche Miloniti gabbriche. Rocce di colore biancastro, a grana fine, talora con mica di cromo smeraldina.
	Ar10 - Metagabbri Metagabbri. Gabbri olivinici e locali peridotiti cumulitiche di età permiana (M.Collon-Dents de Bertol, Petit Collon, La Sassa), in contatto milonitico con gli ortogneiss dell'Unità di Arolla. Localmente ben preservati, mostrano alterazioni e tra
Lembo della Dent Blanche	
	Ar1 - Gneiss granitoidi indifferenziati Gneiss granitoidi indifferenziati. Gneiss granitici a biotite e/o fengite, micro-occhiadini e/o occhiadini (Gneiss d'Arolla Auct.), gneiss minuti ad albite-biotite-anfibolo-epidoto ± clorite e miloniti da granitoidi calcalcalini, con dominante scistosità
	Vp1 - Paragneiss di Valpelline Paragneiss di Valpelline (Complesso Kinzigito Auct.). Paragneiss a biotite-granato-sillimanite ± cordierite e migmatiti a grana vistosa, con filoni prealpini concordanti e discordanti di pegmatiti e leucograniti, di origine anatettica, non distinti, e

3. RILEVAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO (STAZIONI GEOMECCANICHE)

In data 24/11/2021 è stato effettuato un sopralluogo presso la Capanna Carrel al fine di individuare le principali caratteristiche geologiche del sito oggetto di studio.

Lo studio ha interessato l'area attorno alla Capanna Carrel, quotata su CTR 3830,39 m s.l.m. Lungo la cresta SW (del Leone) del Monte Cervino, dove passa la via normale italiana di salita al Cervino.



Fig. 6 – Prospetto S-SW.

Circa 6-7 m di dislivello a monte della Capanna è presente la piazzola dell'elicottero: un'area di pochi metri quadrati ricavata presso un'interruzione della cresta. Un tempo questo spazio era occupato dalla Capanna Luigi Amedeo. Questo basamento ad oggi risulta sostenuto da una porzione di muratura a secco e da blocchi rocciosi accatastati consolidati da una doppia rete metallica addossata.



Fig. 7 – Foto storica in cui si nota la Capanna Luigi Amedeo di Savoia pochi metri a monte della più grande Capanna Carrel; oggi la prima è stata demolita e l'area è utilizzata come piazzola di servizio per l'atterraggio degli elicotteri (RAVA).



Fig. 8 – Piazzola elicottero, in primo piano la Capanna Carrel.



Fig. 9 - Dettaglio 1 reti addossate su blocchi che sostengono la piazzola di servizio.



Fig. 10 - Dettaglio 2 reti addossate su blocchi che sostengono la piazzola di servizio.

A monte della piazzola è presente una parete rocciosa alta oltre 10 m piuttosto fratturata (stazione geomeccanica 3) ove è presente il primo passaggio della via normale dopo la Capanna Carrel denominato “Corda della Sveglia”.

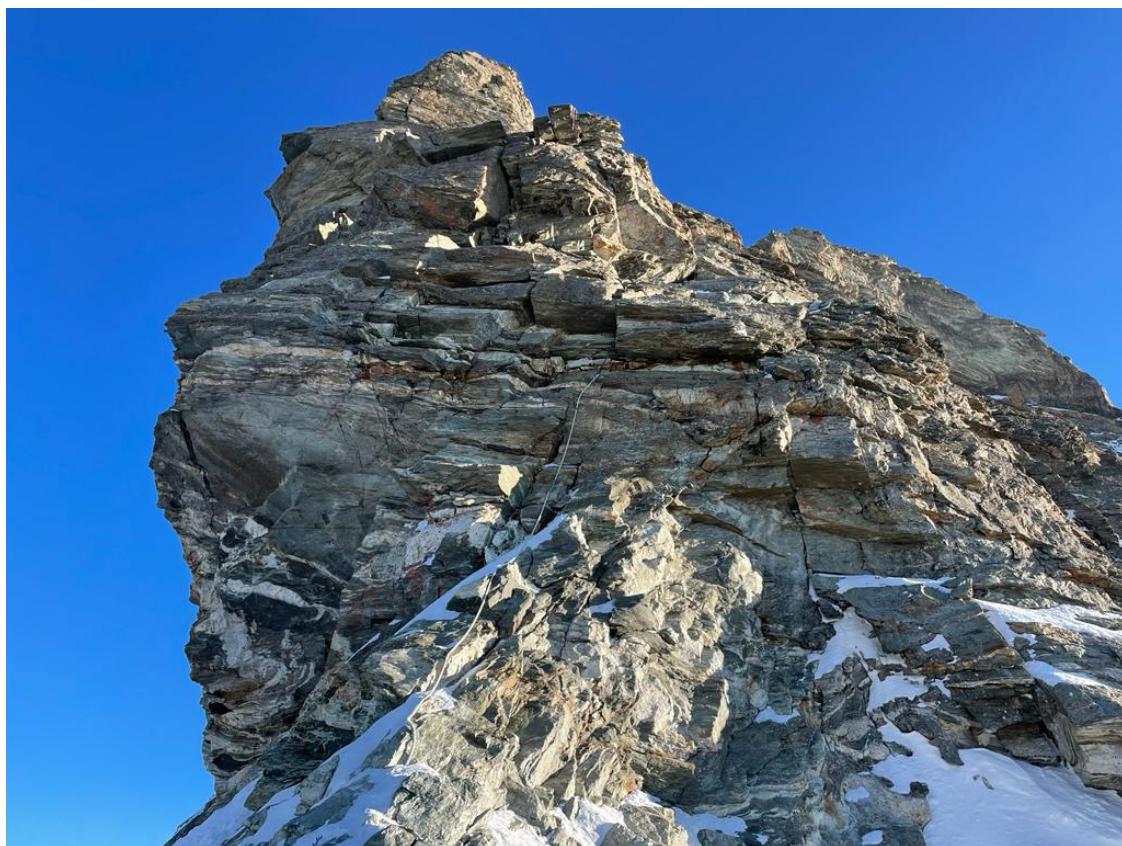


Fig. 11 - Parete rocciosa a monte della piazzola. Evidente lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso. In centro la “Corda della Sveglia”. Nel cerchio rosso la stazione geomeccanica 3 descritta in seguito.

La Capanna è sostenuta da una struttura metallica che poggia in parte su substrato roccioso (NE, non visibile), in parte su un muro parzialmente cementato/blocchi stabilizzati e in parte su putrelle verticali (pedana metallica). Questo basamento sostiene una piattaforma su cui è ancorato l'edificio in legno costituito da 4 ambienti: bagno (accesso dall'esterno lato parete W), locale Guide, locale comune, e camerata.

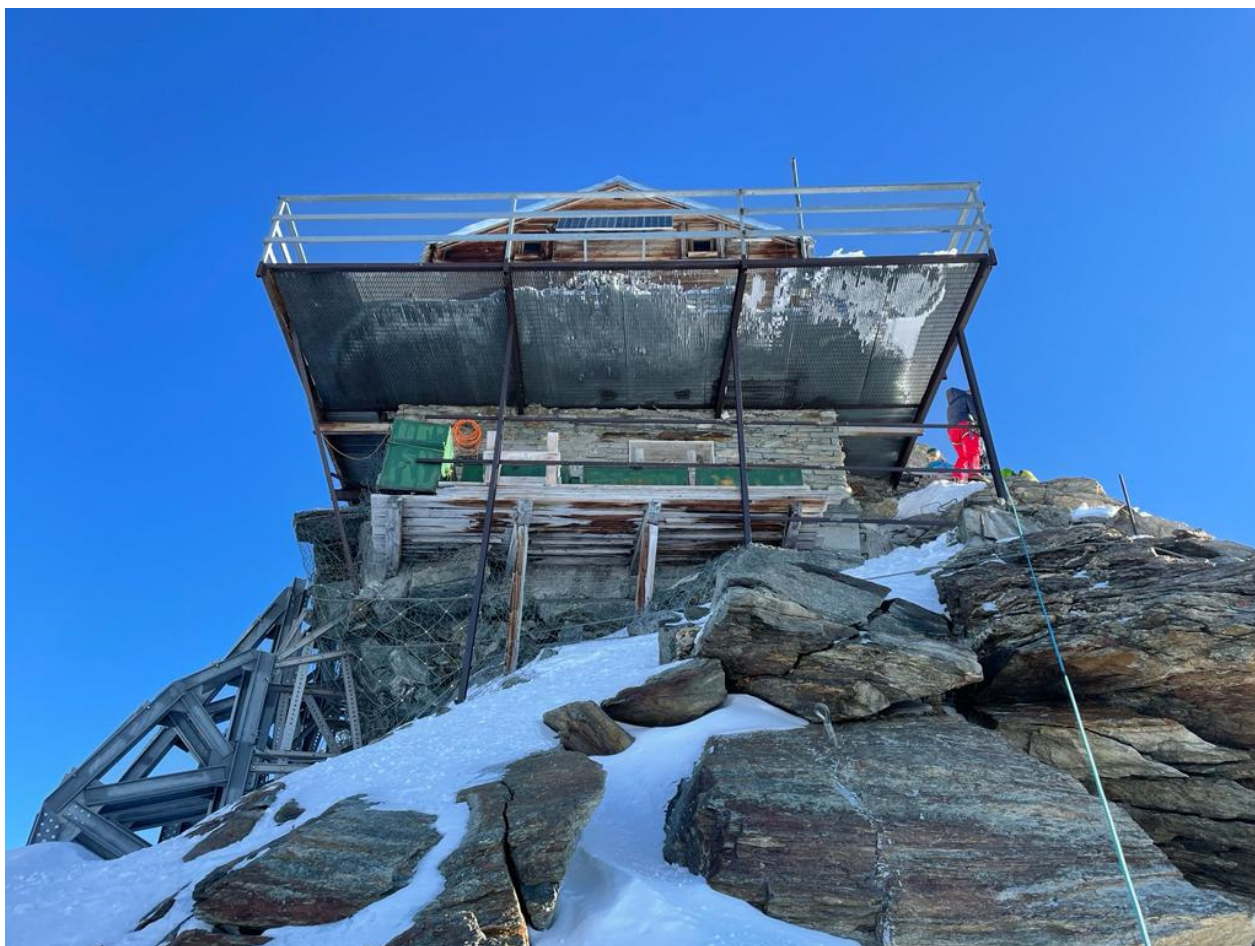


Fig. 12 - Vista generale della struttura che sostiene la Capanna. Si nota un muro di sostegno cementato sotto la piattaforma metallica, al di sotto un basamento in cemento e sotto blocchi accatastati con parziale “scavernamento” sul lato W. Sullo stesso lato strutture metalliche di sostegno poggianti su dadi cementati.



Fig.13 - Vista generale della struttura che sostiene la Capanna



Fig. 14 - Dettaglio blocchi consolidati con effetto "scavernamento" degli stessi

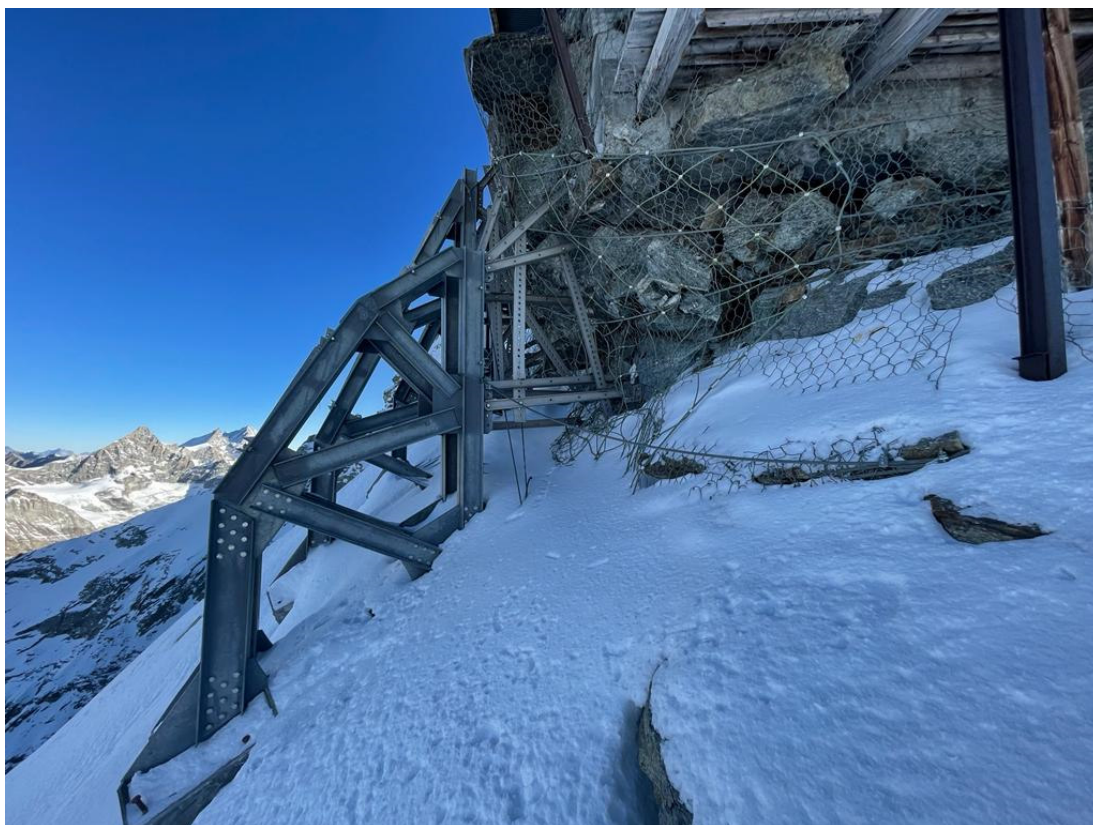


Fig. 15 - Dettaglio “putrelle di spinta” sul lato ovest (Bagno)

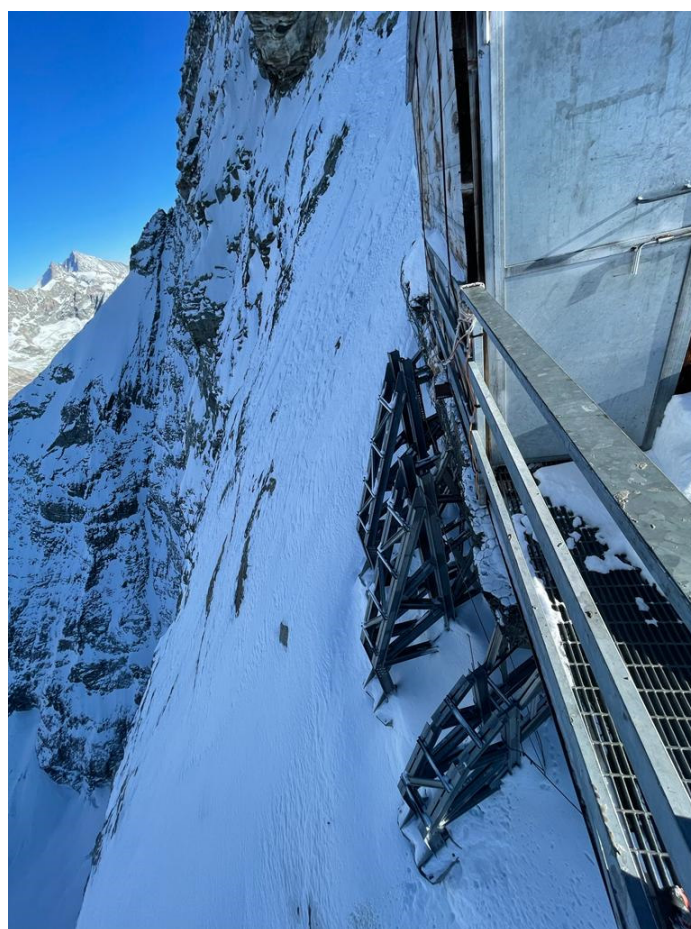


Fig. 16 - Dettaglio “putrelle di spinta” sul lato ovest (Bagno)

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Ai fini della caratterizzazione dell'ammasso roccioso, è stato realizzato un rilievo geologico-strutturale, compatibilmente con le condizioni della montagna durante il sopralluogo, ovvero con le condizioni meteo-climatiche dell'autunno avanzato. In particolare sono state individuate 3 stazioni geomeccaniche ove è stata misurata l'orientazione dei principali piani di discontinuità caratterizzanti l'ammasso roccioso presso l'area di studio.

L'ammasso roccioso in generale si presenta perlopiù da fratturato a molto fratturato. Tuttavia esistono dei punti dove esso appare più compatto.

Durante il rilevamento sono state individuate 4 famiglie di discontinuità principali che caratterizzano questo settore di cresta di seguito riportate come A, B, C, D.

A: foliazione principale con giacitura circa suborizzontale (immersione verso S-SW)

B, C: set di discontinuità subVerticali che formano diedri

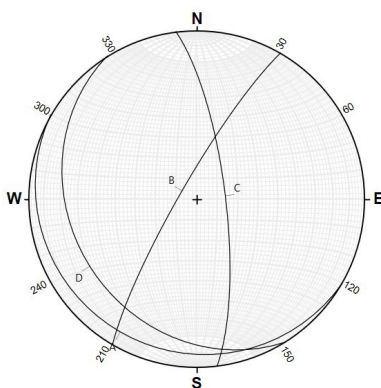
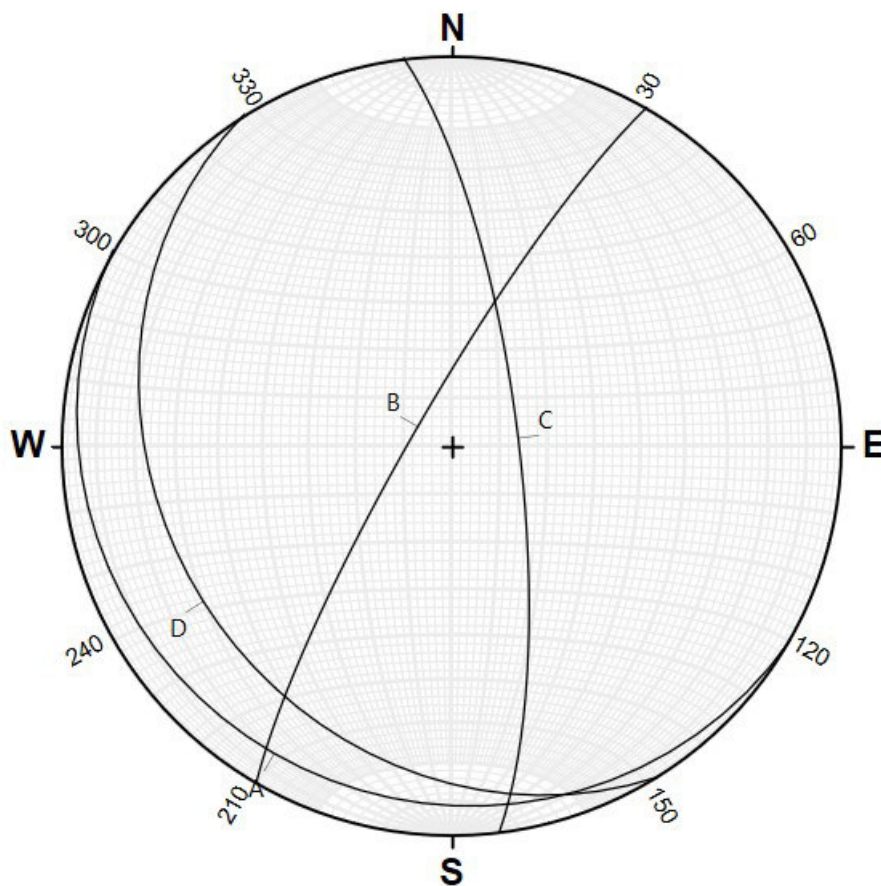
D: set di discontinuità a medio-basso angolo (20-30°) a franapoggio rispetto alla cresta, che formano una serie di placche appoggiate, soprattutto a valle della Capanna

Stazione geomeccanica 1

Questo sito è costituito dal diedro di accesso alla pedana della capanna da valle (SW).

Sono stati rilevati i seguenti piani di discontinuità espressi in immersione/inclinazione:

- 210/10 (foliazione principale) **A**
- 300/82 discontinuità sub-verticale diedro **B**
- 83/76 discontinuità subverticale diedro **C**
- 238/26 (discontinuità a basso angolo a basso angolo con la foliazione principale) = Placca appoggiata **D**



No.	Strike	Dip	Label
☒ 1	120.0	10.0	A
☒ 2	210.0	82.0	B
☒ 3	353	76.0	C
☒ 4	148.0	26.0	D



Fig. 17 – Diedro di accesso alla Capanna Carrel, in evidenza i piani del set B e C.

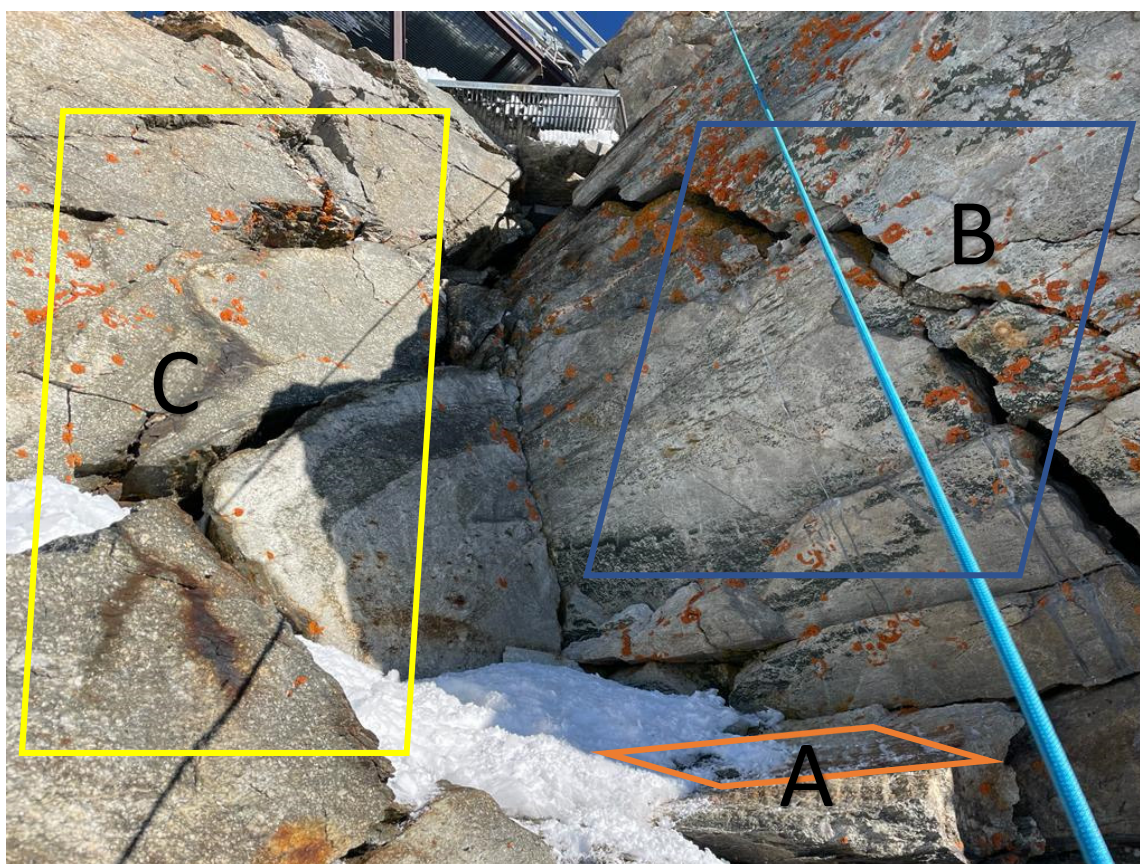


Fig. 18 – Diedro di accesso alla Capanna Carrel con parte dei set rilevati.

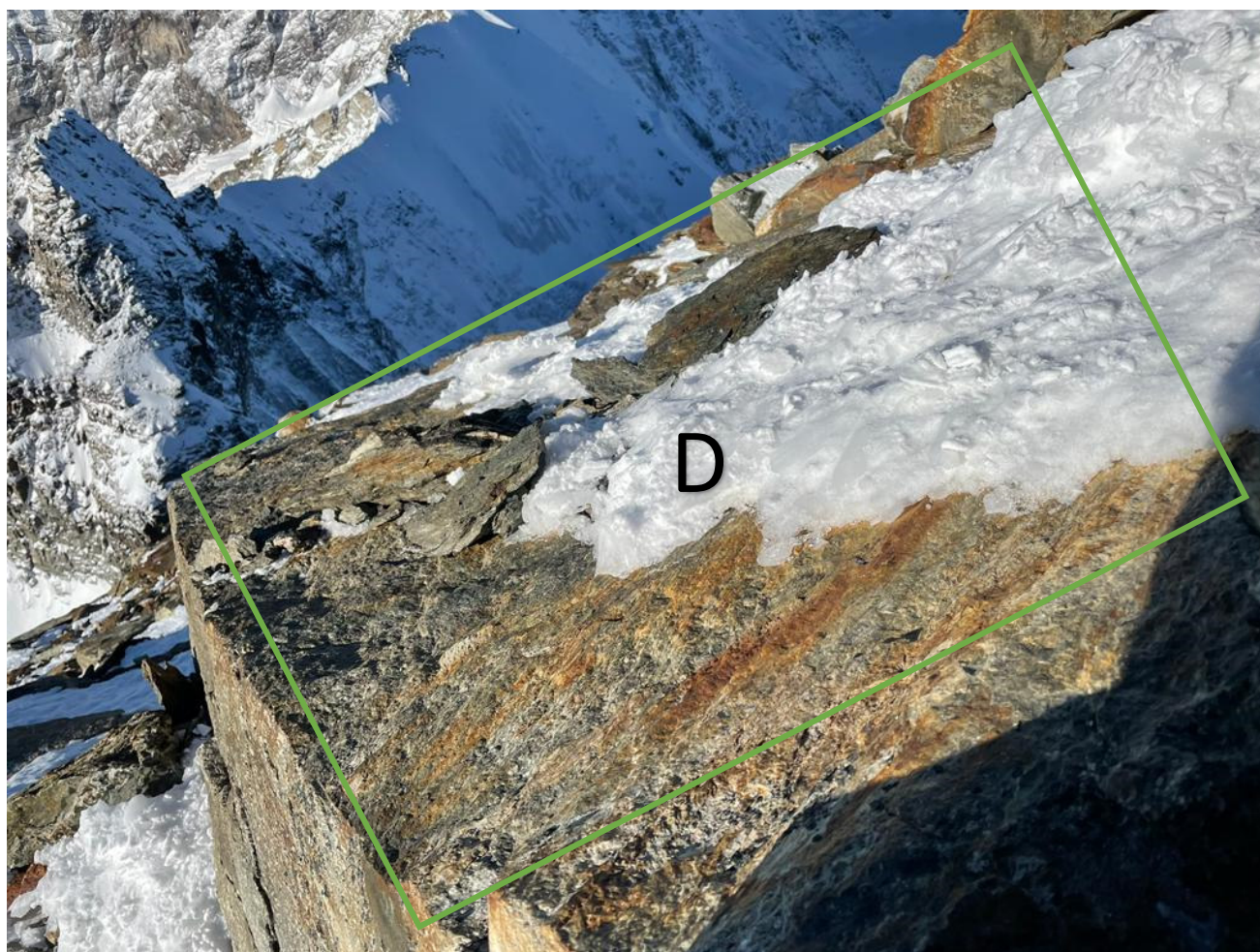


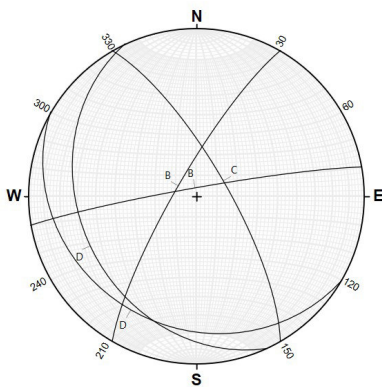
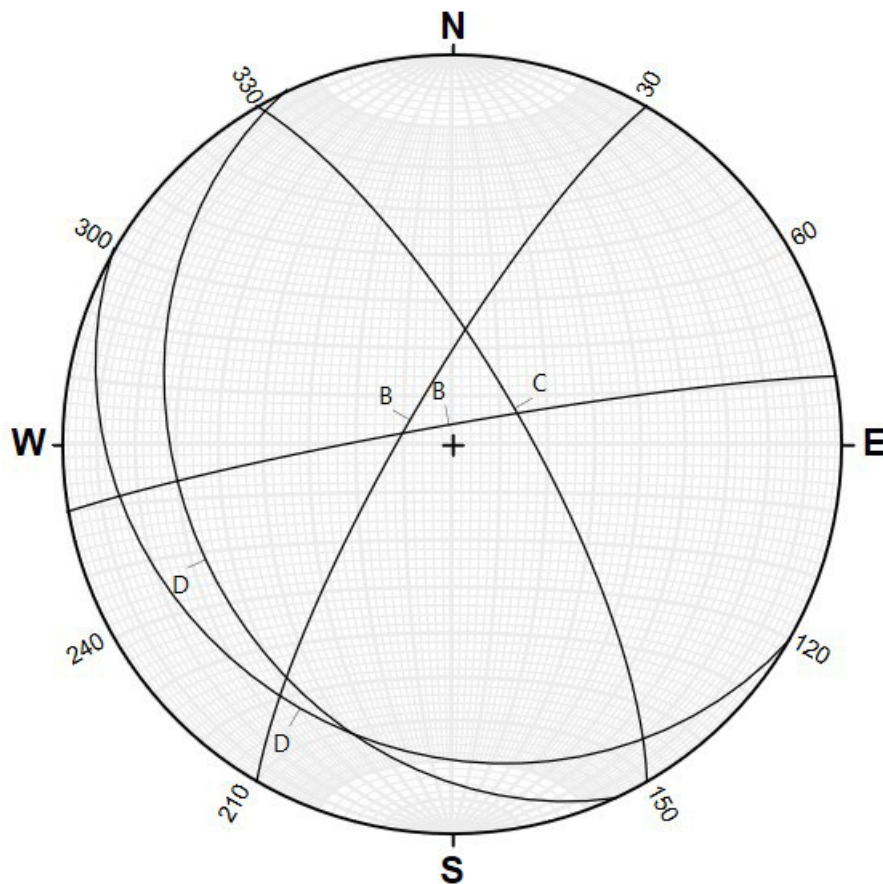
Fig. 19 – Dettaglio.

Stazione geomeccanica 2

Questo sito si colloca 8-10 m a valle in direzione SE della Capanna Carrel.

Presso questo sito sono stati rilevati i seguenti piani:

- 210/23 placca appoggiata **D**
- 300/80 discontinuità subvert. **B**
- 60/75 discontinuità subvert. **C**
- 245/31 placca appoggiata **D**
- 350/86 discontinuità subvert. **B**



No.	Strike	Dip	Label	
☒ 1	120.0	23.0	D	
☒ 2	210.0	80.0	B	
☒ 3	330.0	75.0	C	
☒ 4	155.0	31.0	D	
☒ 5	260.0	86.0	B	



Fig. 20 - Vista dalla stazione geomeccanica 2 verso la Capanna Carrel



Fig. 21 - Vista dalla Capanna Carrel verso la stazione 2

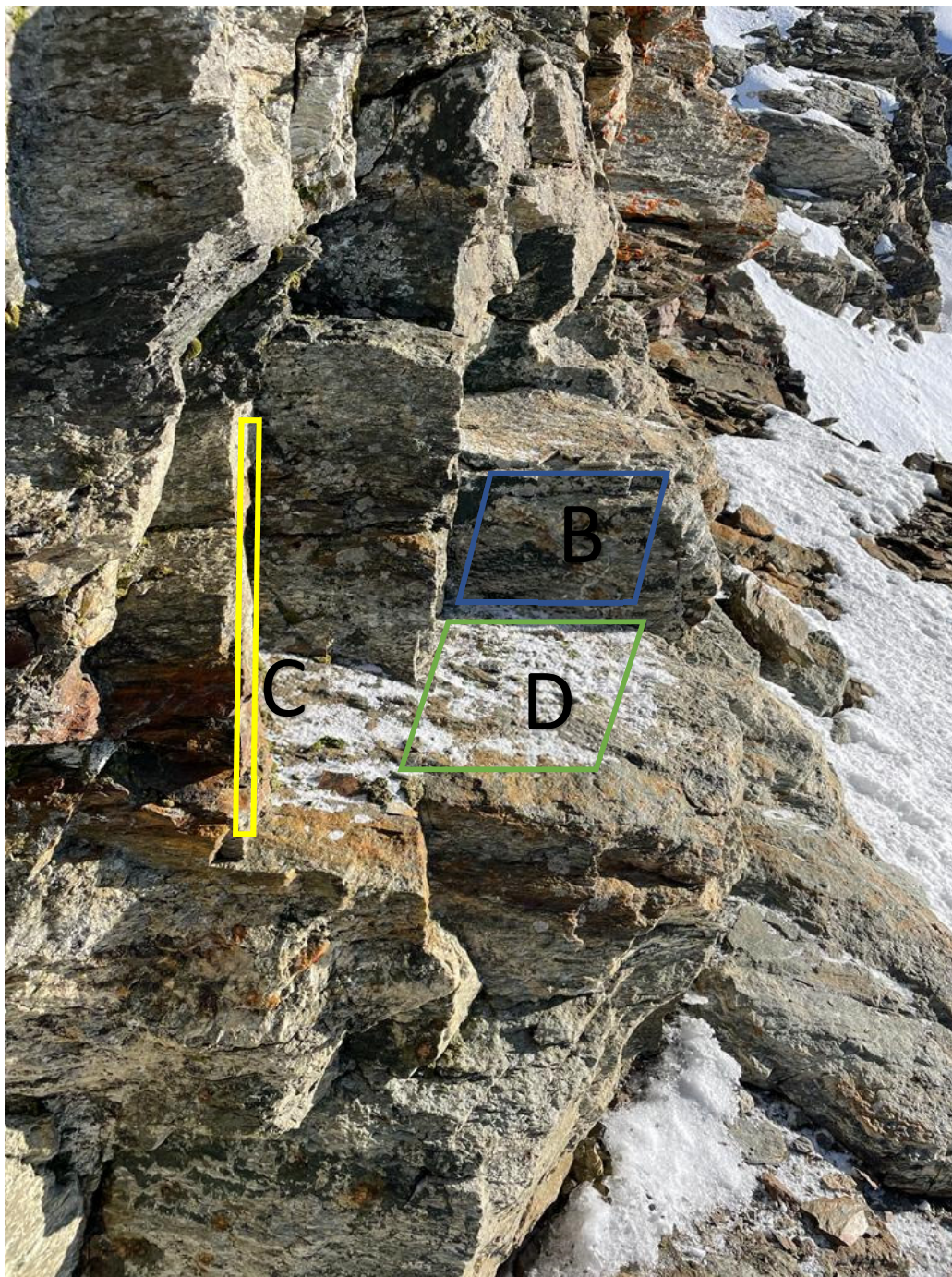


Fig. 22 - Stazione 2, set di discontinuità principali rilevati

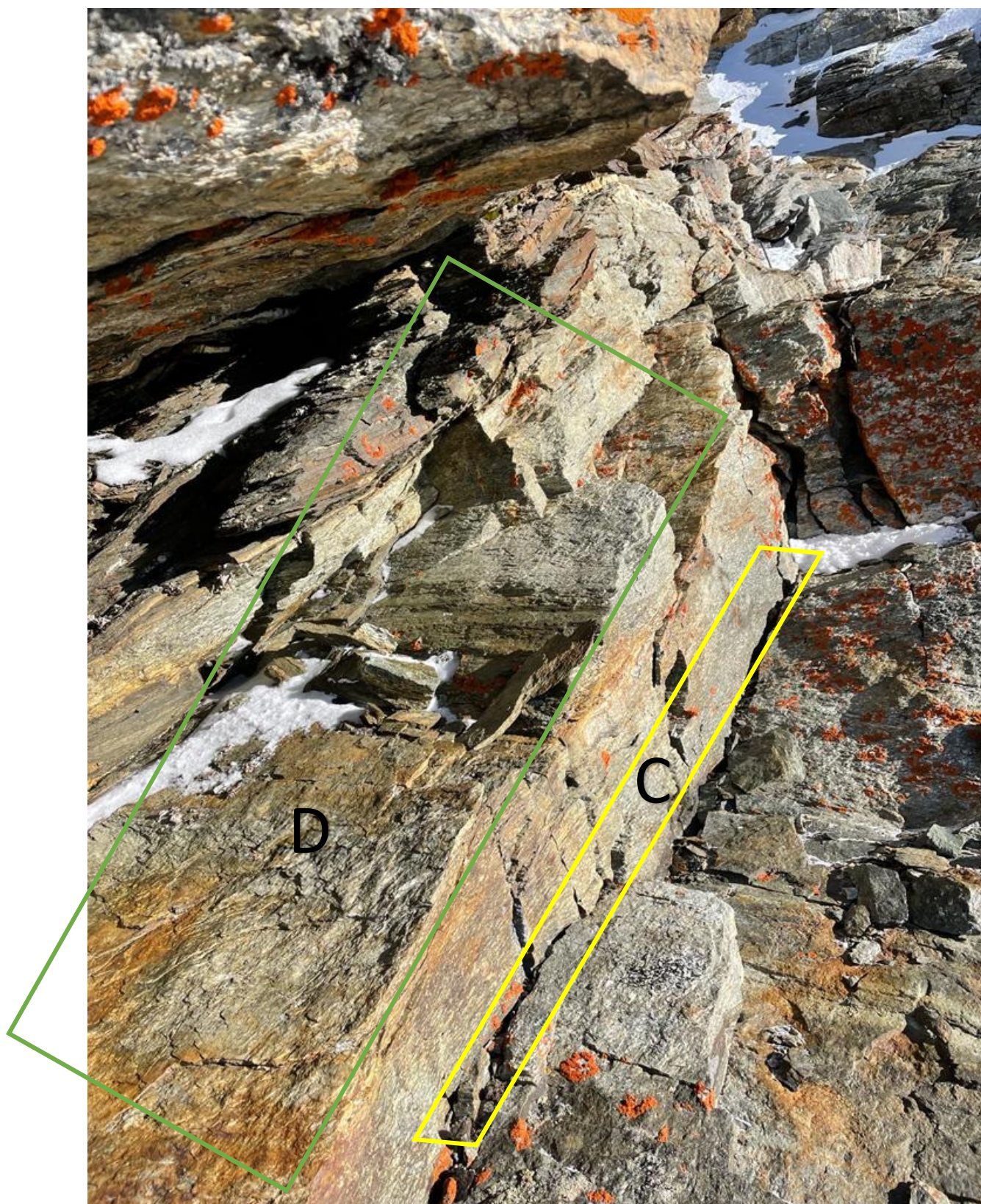


Fig. 23 – Dettaglio stazione geomeccanica 2

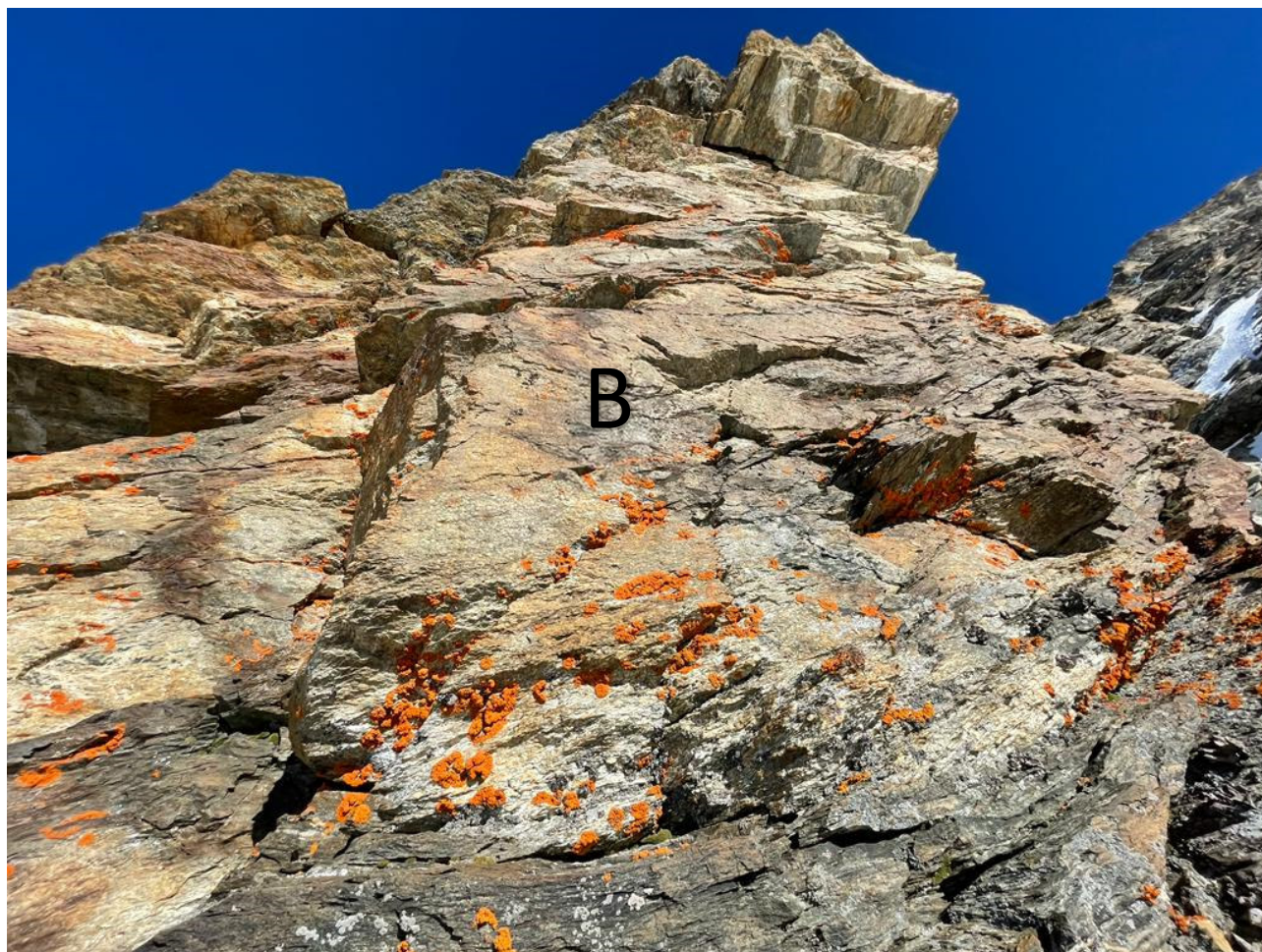


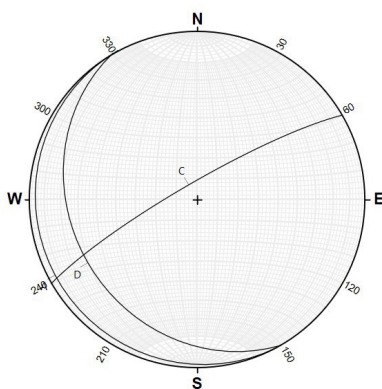
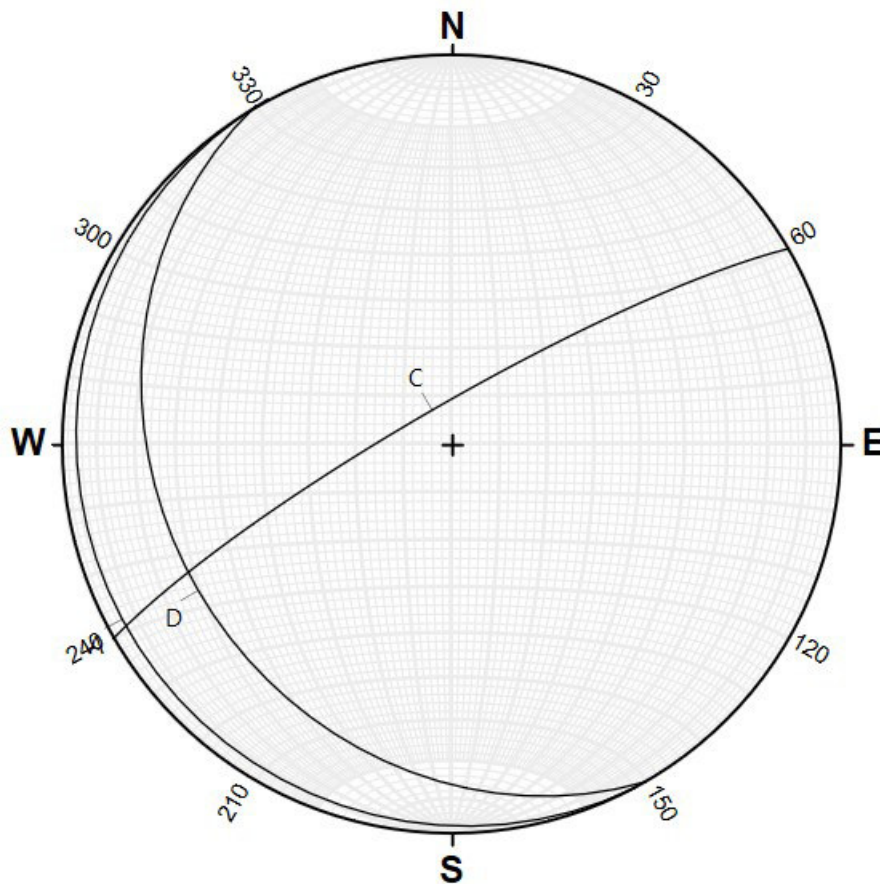
Fig. 24 – Dettaglio

Stazione geomeccanica 3

Questo sito è stato individuato lungo il primo tratto attrezzato denominato “Corda della sveglia” i direzione NE, a monte della Capanna Carrel e della piazzola elicotteri.

Presso questo sito sono stati individuati i seguenti piani di discontinuità:

- 330/82 **C**
- 240/26 placca appoggiata **D**
- 242/5 foliazione principale **A**



No.	Strike	Dip	Label
☒ 1	240	82	C
☒ 2	150	26	D
☒ 3	152	5	A



Fig. 25 – Vista della stazione geomeccanica 3 dalla piazzola dell'elicottero



Fig. 26 - Dettaglio stazione geomeccanica 3 con i principali set di discontinuità rilevati

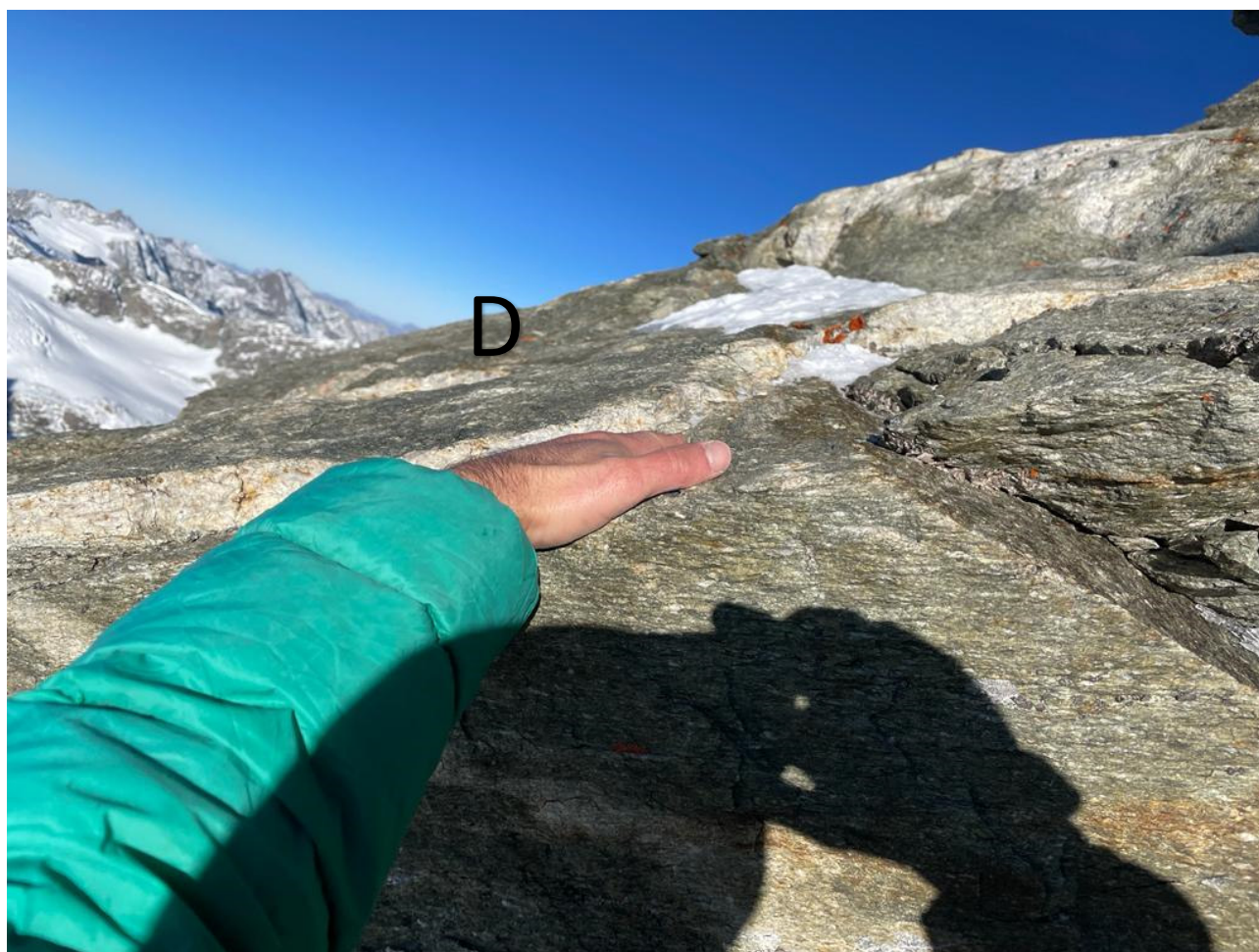


Fig. 27 - Dettaglio piano del set D (placche appoggiate)



Fig. 28 - Dettaglio foliazione (SET A)



Fig. 29 – Ubicazione delle stazioni geomeccaniche rispetto alla Capanna Carrel.

4. CARTOGRAFIE ESISTENTI E DISSESTI PREGRESSI

In questa sezione si presentano le differenti carte di pericolosità presenti per il sito di studio. Si ribadisce quanto affermato nella premessa, ovvero che l'odierna Capanna Carrel non risulta ad oggi accatastata e che l'area di studio risulta esterna al limite della planimetria catastale del comune di Valtournenche.

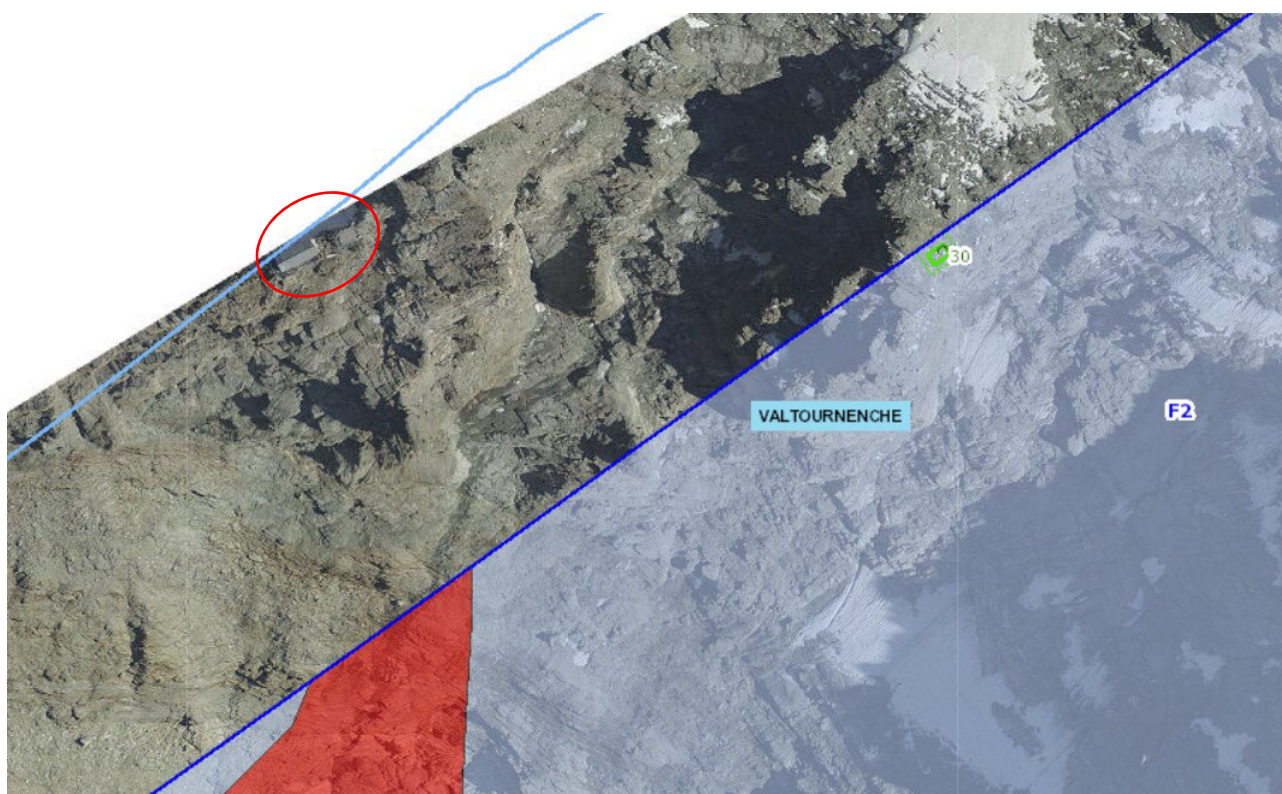
Per quanto riguarda il “PIANO stralcio per l'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)” – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti – redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi della Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter, ed adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26.04.2001”, non risulta alcuna pericolosità pregressa o in atto per il sito oggetto di intervento.

Per quanto riguarda i vincoli forestali, in relazione all'incoerenza della cartografia vincolistica con lo stato di fatto, l'area oggetto di studio non risulta essere soggetta a Vincolo Idrogeologico ai sensi del Regio Decreto n. 3267 del 30.12.1923 – “*Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*”. Si può però estensivamente ipotizzare che i lotti di intervento ricadano di fatto all'interno del suddetto vincolo, in quanto esso comprende tutta l'area compresa entro il foglio catastale n. 2.

Dall'analisi delle cartografie prescrittive di Sintesi dello *Studio per la delimitazione degli Ambiti Inedificabili ai sensi della L.R. 11/98*, si evincono le seguenti informazioni:

- ✓ Art. 35, Comma 1 – “Individuazione dei terreni a rischio di frana”. Il settore oggetto di intervento non ricade all'interno di alcuna fascia di vincolo. Facendo seguito a quanto già osservato per il Vincolo Idrogeologico, si può pertanto ipotizzare che i lotti di intervento siano effettivamente in “Fascia di cautela con disciplina d'uso F2 – FC-2” come estensione del vincolo esistente nelle aree limitrofe e trovandosi all'esterno della prosecuzione verso monte dell'incisione in fascia F1, che caratterizza questo settore di parete.
- ✓ Art. 36 – “Individuazione dei terreni a rischio d'inondazione”. Il settore in oggetto risulta esterno alle fasce di vincolo, trattandosi di un'area di cresta.
- ✓ Art. 37 – “Individuazione dei terreni sede di valanga”. Il settore in oggetto ricade all'interno della fascia di vincolo “Vb – Zona di probabile localizzazione dei fenomeni valanghivi”.

Stralcio della carta degli ambiti inedificabili relativa ai terreni sede di frana ai sensi della L.R. 11/98 – art. 35 comma 1.



Art.35 comma 1 - Frane

- F1 - Area ad alta pericolosità
- F2 - Area a media pericolosità
- F3 - Area a bassa pericolosità
- F3-S - Area a bassa pericolosità speciale
- FC-1 - Fascia di cautela con disciplina d'uso F1
- FC-2 - Fascia di cautela con disciplina d'uso F2
- FC-S - Fascia di cautela speciale

Stralcio della carta degli ambiti inedificabili relativa ai terreni a rischio di inondazione ai sensi della L.R. 11/98 – art. 36



Art.36 - Inondazioni

- FA - Area di deflusso della piena
- FB - Area di esondazione
- FC - Area di inondazione per piena catastrofica
- IC-A - Fascia di cautela con disciplina d'uso FA
- IC-B - Fascia di cautela con disciplina d'uso FB
- IC-C - Fascia di cautela con disciplina d'uso FC
- Cartografia non approvata

Stralcio della carta degli ambiti inedificabili relativa ai terreni soggetti a rischio di valanghe o slavine ai sensi della L.R. 11/98 – art. 37



Art.37 - Valanghe

V1 - Area ad alto rischio



Va - Zona esposta a fenomeni valanghivi



Vb - Zona di probabile localizzazione dei fenomeni valanghivi



V2 - Area a medio rischio



V3 - Area a basso rischio



Valanghe o settori di valanga che, per la presenza di opere di difesa attiva considerate efficienti, sono allo stato attuale da ritenersi bonificate



Ai fini della valutazione della pericolosità del sito è stato consultato il Catasto Dissesti disponibile sul Geonavigatore SCTOutil della RAVA, che include i fenomeni franosi dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI). Dall'analisi del catasto sono stati individuati diversi fenomeni di franosi nei pressi dell'area oggetto di studio.

Il fenomeno ID: 26796 raggruppa una serie di eventi che hanno interessato l'area tra il 23 e il 26 luglio 2015. Questi fenomeni *“si sono innescati dal settore sommitale di una parete rocciosa subverticale con giacitura a franapoggio, fortemente fratturata, posta ad una quota approssimativa di 3700 m s.l.m. ed hanno coinvolto un volume complessivo stimato di alcune decine di metri cubi”*.

Il fenomeno ID: 18860 del 28/08/2009 ha interessato la via normale al Cervino

Il fenomeno ID: 6377 del 25/07/2006 *“ha coinvolto un volume stimabile di circa 200-300 m³ da un fronte stimabile in circa 50 m.*

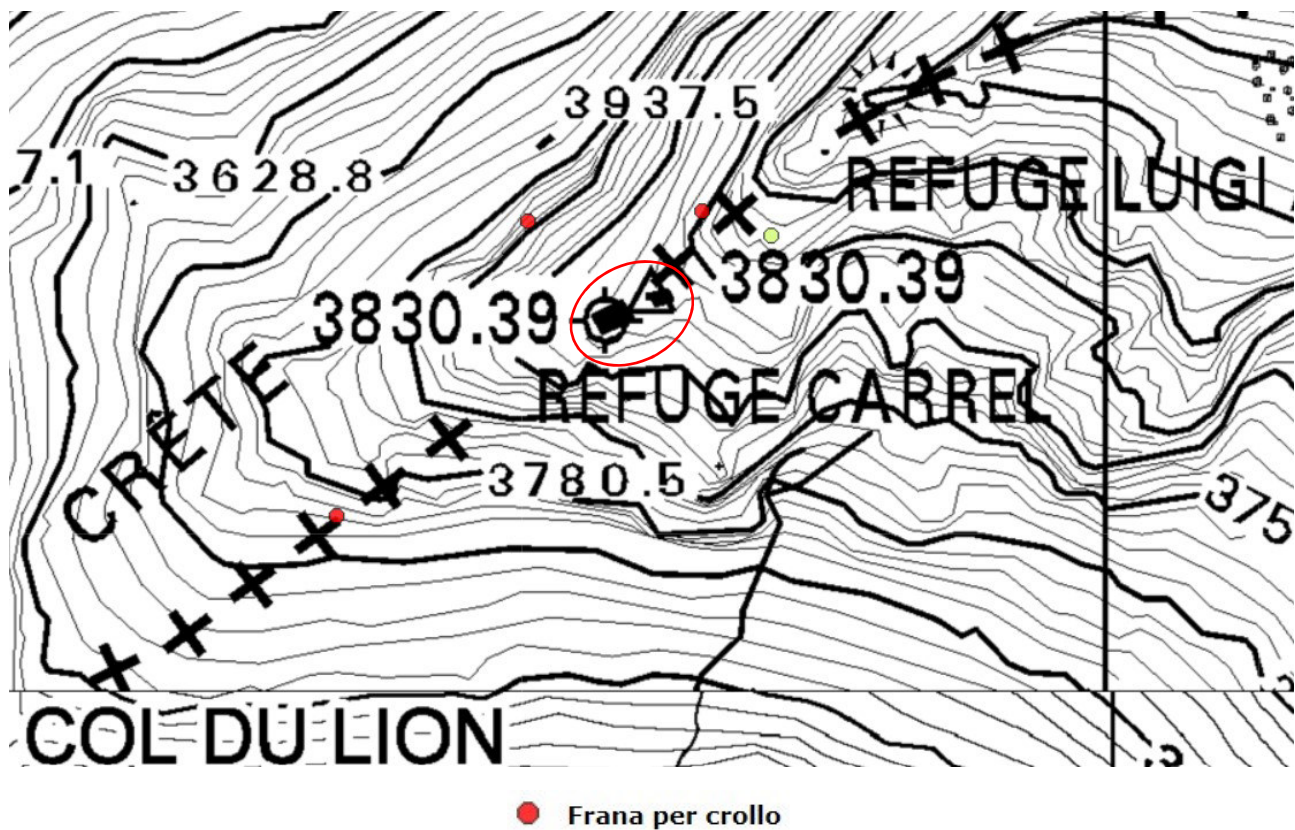


Fig. 34 – Ubicazione dei fenomeni recensiti sul Catasto Dissesti (SCTOutil-RAVA)

5. MONITORAGGIO DEL PERMAFROST

Obiettivo del monitoraggio

Il monitoraggio termico degli ammassi rocciosi in prossimità della Capanna Carrel al Cervino ha preso avvio in seguito al crollo del diedro che costituiva il noto passaggio della “Cheminée”, lungo la via normale italiana di salita alla vetta, nell’agosto 2003; tale evento, unitamente a quelli che si sono succeduti negli anni successivi, ha posto l’accento sulla relazione fra dinamica delle pareti alpine e il cambiamento climatico. Recentemente, proprio con l’obiettivo di comprendere tale evoluzione connesso al riscaldamento globale, alcuni studi¹ hanno evidenziato come la degradazione del permafrost possa rappresentare, in alcuni contesti, un elemento di destabilizzazione e una concausa nell’aumento della frequenza e della magnitudo dei fenomeni di dissesto. Per tale motivo, con l’intento di incrementare la conoscenza dell’impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali della Regione, l’ARPA Valle d’Aosta ha avviato il monitoraggio termico della parete al fine di verificare la presenza di permafrost e seguirne l’evoluzione temporale. Tale attività ha portato nel corso degli anni a definire uno schema di monitoraggio e a caratterizzare il regime termico di alcuni settori in prossimità della Capanna Carrel.

Strumentazione

Nel dettaglio ARPA Valle d’Aosta ha localizzato 2 punti di monitoraggio sulla parete ovest e 2 punti sulla parete sud così distribuiti:

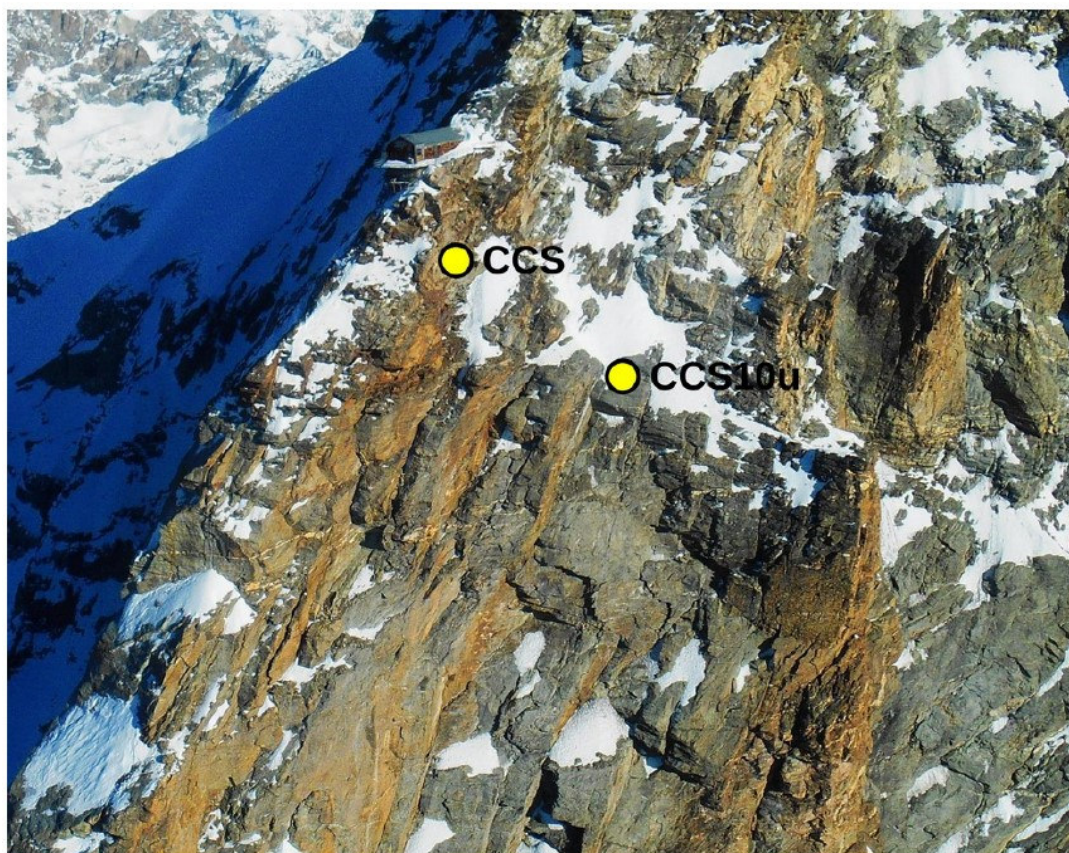


Fig. 30 – Siti di monitoraggio sulla parete sud

¹ Ravel, L., Magnin, F., & Deline, P. (2017). *Impacts of the 2003 and 2015 summer heatwaves on permafrost-affected rock-walls in the Mont Blanc massif*. Science of the Total Environment, 609, 132-143.

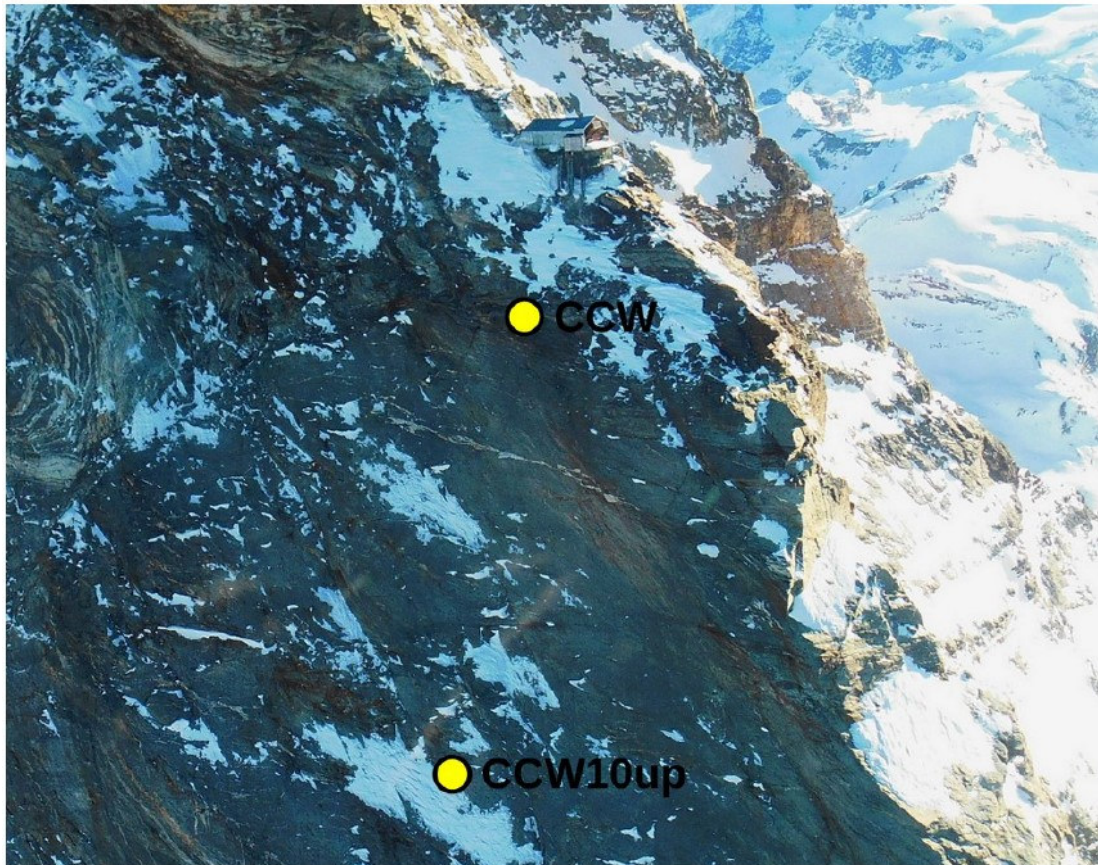


Fig. 31 – Siti di monitoraggio sulla parete ovest

I siti CCS e CCW sono fori attrezzati con sensori di misura della temperatura a profondità di 10, 30 e 55 cm dalla superficie.

I siti CCS10up e CCW10up sono perforazioni a 10 m di profondità di cui solo il primo è equipaggiata con catena termometrica per la misura della temperatura a diverse profondità (ogni metro circa).

A questi punti si aggiungono inoltre due sensori analoghi per caratteristiche strumentali a quelli impiegati da CCS e CCW e localizzati presso la vetta del Cervino, sul versante sud e sul versante nord.

Per la zona della Capanna Carrel si ha una solida continuità dei dati (dal 2006 a oggi), mentre per la vetta del Cervino ARPA dispone di dati dal 2011.

Considerazioni sui dati disponibili

Le serie di misura più lunghe (es: CCS) e pressoché continue permettono ad esempio il confronto tra le temperature attuali e quelle degli anni passati attraverso l'elaborazione di semplici indici di anomalia (a livello settimanale o mensile) per valutare se le condizioni si differenziano in modo significativo da quelle delle medie storiche attestandosi sopra o sotto la media del periodo.

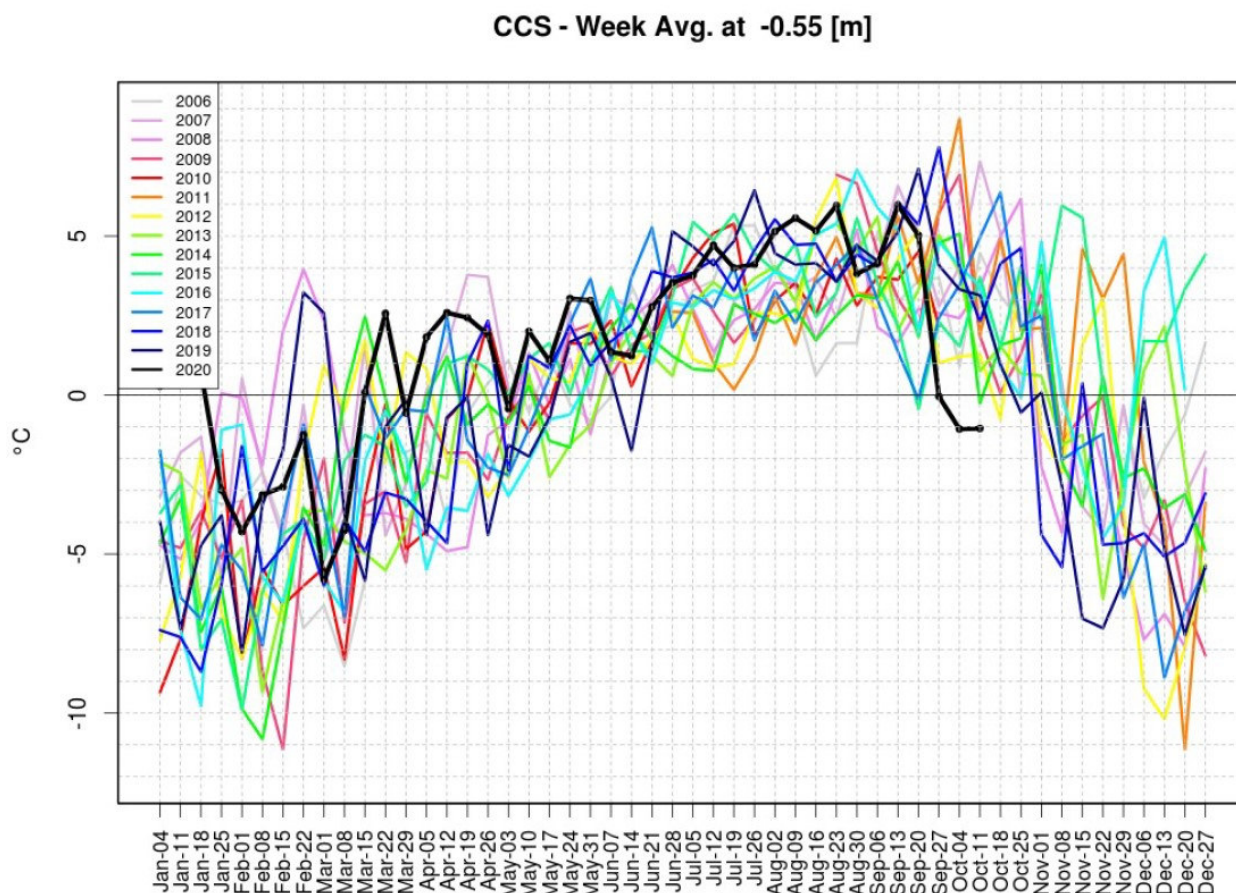


Fig. 32 – Temperature media settimanali dell’ammasso roccioso presso la Capanna Carrel (CCS)

I dati acquisiti dai termometri nei profondi (10 m) permettono invece di visualizzare l’andamento delle temperature nel tempo in profondità, nonché di quantificare lo spessore dello strato attivo (ovvero la profondità in cui si può raggiungere lo scongelamento estivo) ed individuare l’eventuale presenza di trend di riscaldamento in profondità. Questo tipo di dato risente in modo marginale della variabilità giornaliera, influenzata dalla radiazione solare, della temperatura dell’aria e albedo della superficie (connessa all’eventuale presenza di neve in parete). Per tale motivo il segnale termico è meno variabile e il massimo del riscaldamento in profondità si raggiunge a fine estate-inizio autunno a causa dell’inerzia termica del sistema. In questo caso i dati relativi al sito CCS10up (parete sud) alla quota della Capanna Carrel mostrano un progressivo riscaldamento dell’ammasso nel periodo di osservazione (2012-2021) con il massimo di profondità del bulbo di scongelamento che (isoterma 0°) che ha raggiunto quasi i 3 m di profondità alla fine dell’estate 2020.

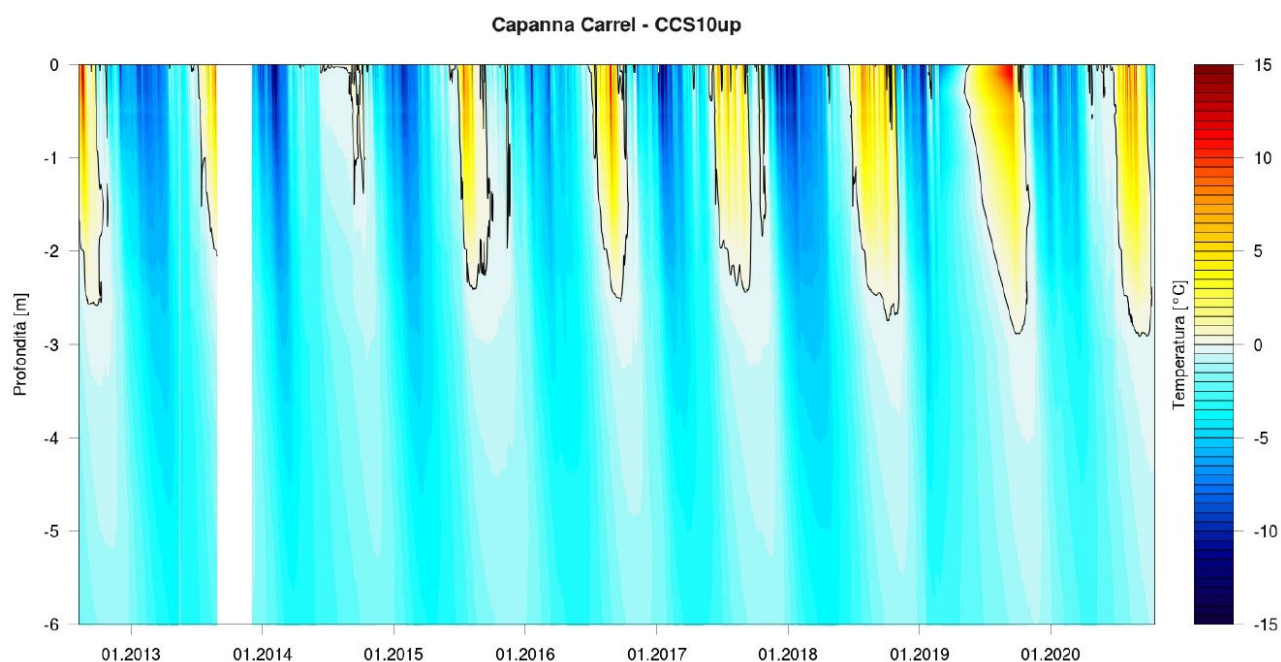


Fig. 33 – Andamento delle temperature in profondità presso la Capanna Carrel (CCS10up)

Mantenimento e miglioramento del sistema di monitoraggio

Al fine di garantire la necessaria continuità delle misure e ripristinare l'operatività dei sistemi di trasmissione dei dati, anche in relazione alle nuove soluzioni tecnologiche resesi disponibili recentemente sul mercato, si ritiene che quanto ipotizzato da ARPA Valle d'Aosta possa trovare la giusta collocazione all'interno degli interventi previsti nell'ambito del progetto TREK+.

Sulla base di una progettazione di massima dell'intervento di ammodernamento della strumentazione e degli elementi economici resi recentemente disponibili sul mercato, si ritiene che al fine di consolidare e dare continuità a quanto realizzato in passato dall'Agenzia e garantire la trasmissione regolare dei dati presso gli uffici di ARPA Valle d'Aosta, si rendano necessari complessivi 10.000 Euro, al netto del costo dell'elicottero per il trasporto in quota dell'attrezzatura e del personale e del costo relativo al fondamentale supporto fornito dalle Guide Alpine per la sicurezza durante la realizzazione dell'intervento.

6. CONCLUSIONI

L'indagine geologica condotta ha permesso di ricostruire l'assetto geomorfologico e litostratigrafico del settore comprendente la Capanna Carrel e le aree strettamente limitrofe, nell'ottica della realizzazione degli interventi in progetto. Questi consteranno in una parziale rifunzionalizzazione del rifugio, attuata senza incremento dei carichi gravanti sul substrato, nonché nell'adeguamento della piazzola per l'elicottero.

Al riguardo degli interventi che si vorranno attuare a carico della Capanna, si reputa che gli stessi, data la loro modesta rilevanza, non avranno particolare incidenza sull'equilibrio geomorfologico e geolitologico del settore. Resta inteso che l'ammasso roccioso emergente lungo la scarpata sottostante al fabbricato presenta discontinuità strutturali e condizioni geomeccaniche che sarebbero meritevoli di un'analisi maggiormente mirata, tale da consigliare l'attuazione di eventuali interventi di consolidamento. Il tutto esula ovviamente dagli obiettivi del presente studio.

Relativamente all'adeguamento della piazzola ad uso elicottero, eventuali interventi che possano comportare un parziale ampliamento della stessa saranno ammissibili, ove gli stessi non interessino in alcun modo la base della scarpata sovrastante, la quale presenta a tratti condizioni di equilibrio precario, come evidenziato dall'analisi geomeccanica condotta.

Al riguardo dell'attuabilità degli interventi per l'implementazione della rete per il monitoraggio del permafrost, si è puntualmente prevista la realizzazione di opere facilmente attuabili sfruttando e sviluppando la rete già esistente, nell'ottica di una più pronta ed accessibile lettura dei fenomeni.

A supporto della rete di sensori termici già attiva, si può prevedere l'installazione di sensori per il monitoraggio del movimento relativo di blocchi rocciosi, attraverso la posa di estensimetri entro diversi sistemi di fratture.

L'installazione di una centralina meteorologica automatica, consentirebbe infine il monitoraggio costante dei parametri fisico-atmosferici, per avere un quadro più completo della situazione nivo-meteorologica presso la Capanna Carrel.