

SUPPLEMENTO
alla Rivista Mensile del C. A. I. per l'anno 1903

Vol. XXXVI

Num. 69

BOLLETTINO
DEL
CLUB ALPINO ITALIANO

per il 1903

PUBBLICATO PER CURA DEL CONSIGLIO DIRETTIVO

(Sede Centrale: TORINO, via Monte di Pietà, 28).



TORINO
1903

Hanno diritto a questa pubblicazione i Soci onorari e perpetui del C. A. I. e i Soci ordinari che hanno pagato la loro quota per l'anno 1903.
I non Soci potranno acquistare il volume presso la Sede Centrale al prezzo di L. 6.

Nuove Osservazioni

sui

Ghiacciai del Gran Paradiso e del Monte Bianco.

La ripresa delle mie indagini sui fenomeni glaciali, e più specialmente sulla variazione delle fronti per l'alterno movimento di progresso e di retrogradazione, è stata singolarmente favorita nel 1903 dall'appoggio cordiale liberalmente accordato dai Ministeri dell'Agricoltura e della Guerra.

Presso il primo trovarono eco simpatica le mie affermazioni sull'importanza climatologica del fenomeno glaciale e sulle conseguenze economiche delle enormi fluttuazioni nel volume dei depositi di ghiaccio in rapporto al regime delle acque, alla portata dei fiumi, alle questioni idrauliche ed agricole che ne dipendono, e segnatamente al nuovo, gravissimo problema delle forze motrici.

D'altra parte le Autorità Militari ben compresero come la conoscenza teoretica e pratica delle trasformazioni che l'alta montagna subisce per il variare delle aree coperte da nevi, sia essenziale per lo studio razionale delle condizioni di praticabilità dei sentieri e dei valichi, di abitabilità dei rifugi, di possibilità delle operazioni difensive ed offensive.

Io spero che il breve esperimento compiuto in uno scorcio poco propizio di stagione servirà a dimostrare quanto utilmente gli ufficiali delle Compagnie Alpine possano approfittare delle occasioni che loro si presentano, per concorrere, senza speciali spese e senza distrazione dalle loro ordinarie occupazioni, all'investigazione sistematica delle variazioni nello stato dei nostri ghiacciai.

Ciò si presenta tanto più opportuno e consigliabile, in quanto la prosecuzione regolare di siffatte ricerche non sembra, come ebbi spesso ragione di notare, dover rimanere esclusivamente

affidata all'iniziativa privata. Questa, per il suo carattere sal-tuario, accidentale, non può assicurare quella continuità, che nel caso presente è necessaria, perchè si possa cavare qualche generalizzazione importante dalla vasta congerie dei fatti osservati.

Gli ufficiali alpini, per la loro coltura generale e speciale, per la lunga dimora tra le alte montagne, per l'indole stessa degli studi cui attendono, per i mezzi di cui possono disporre, sono i migliori conservatori che si potrebbero desiderare al modesto patrimonio di segnali, di tradizioni, di osservazioni, che per impulso spontaneo di pochi studiosi si è venuto accumulando negli ultimi anni.

La piccola mia carovana del Settembre 1903 era composta del tenente G. B. Morello del Battaglione Alpino Aosta, di mio figlio Giangiacomo, della guida alpina Giuseppe Barmaz, di Pré St-Didier, che sempre mi ha accompagnato nelle precedenti campagne glaciologiche, dell'attendente del tenente Morello, di un alpino mulattiere e di un altro soldato. Ci furono graditi compagni in quasi tutte le gite il sig. W. Kirby e la sua signora.

A tutti questi cortesi e volenterosi miei collaboratori, alle Loro Eccellenze i ministri Guido Baccelli e Giuseppe Ottolenghi, a S. E. il generale Vallés, Comandante il primo Corpo d'Armata, al comm. Vittorio Nazari, Capo-gabinetto del Ministero d'Agricoltura, al prof. Luigi Palazzo, Direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia, al Comando del Reggimento Alpini e del Battaglione Aosta, esprimo la più viva riconoscenza per aver facilitato e favorito l'opera mia.

Ghiacciaio del Trajo.

Su questo ghiacciaio possediamo le ricerche accurate dell'ing. Alessandro Druetti (1896), alla cui relazione rimando per la descrizione generale del bacino, della fronte e dell'apparato morenico laterale e frontale ¹⁾.

Nella Carta Paganini il ghiacciaio è bene delimitato: la fronte estrema si spinge sino alla quota 2431. Il cordone morenico ad arco di cerchio tra i due rami del torrente di efflusso penetra nel ghiacciaio, immergendosi sotto il mantello coperto di detriti, in direzione normale alla fronte, nel punto in cui questa

¹⁾ Vedi " Boll. C. A. I. ", vol. XXX pag. 297.

ha la massima rientranza, e prosegue sin verso la quota 2800, dove si confonde con la massa detritica accumulata sotto la cascata di seracchi. La sua direzione si mantiene esattamente perpendicolare alle linee di livello, e segna l'asse del ghiacciaio, alquanto spostato sulla destra dell'asse geometrico di figura.

Nella tavoletta dell'I. G. M. (con le correzioni dell'Aprile 1899) la lingua appare unica: i due emissari sgorgano da una medesima fronte, e il cordone appare come prolungamento della morena laterale destra, tra il Colle del Pousset e la Punta del Pousset. Il confine tra morena e ghiacciaio non è segnato chiaramente.

Secondo il Druetti, il cordone intermedio non sarebbe che una conseguenza delle solcature longitudinali prodotte nella morena frontale dalle erosioni delle acque di scolo.

Nella mia escursione compiutasi l'11 Settembre 1903, in condizioni pessime di tempo, con rovesci di pioggia, vento, tormenta ad intervalli, ho prestato speciale attenzione alla natura di questo cordone ed alla definizione dei dubbi suscitati dalle divergenze tra le autorità ora accennate. Ho potuto riconoscere:

a) Che il cordone si spinge fino al punto rientrante della fronte, come è indicato dal Paganini, e che è in rapida trasformazione.

b) Che la sua forma e i suoi caratteri sono di morena longitudinale (parallela alle laterali), e non di prodotto di erosione sul deposito frontale. È un argine regolarissimo, acuminato, con fianchi ripidissimi e cresta tagliente, su cui è malagevole mantenersi e camminare.

Dei tre segnali collocati nel 1896, il numero 13 non si è trovato; assai probabilmente il masso che lo portava è stato travolto a valle dell'allineamento 14-15, lungo il quale le nostre accurate ricerche non riuscirono a identificarlo.

Il punto nel quale l'allineamento stesso taglia il cordone morenico, di cui sopra s'è parlato, sovrasta di una trentina di metri circa alla superficie del ghiaccio, da una parte e dall'altra. Le lingue estreme si protendono, oltrepassando l'allineamento, per cinque a sette metri circa sulla sinistra, per dieci sulla destra.

Secondo il Druetti, nel settembre 1896 il solco profondo più vicino alla morena laterale sinistra si spingeva « assai più in basso dell'allineamento, residuo d'una più potente protuberanza frontale del ghiacciaio ».

Sembra quindi che la lingua di destra si sia avanzata, poichè il Druetti non accenna ad essa, ma solamente a quella di sinistra, che non pare abbia subito apprezzabili variazioni.

Quanto al profilo della parte inferiore del ghiacciaio, dalla fronte sino al punto dove la pendenza muta bruscamente, al piede della grande cascata di seracchi, la tavoletta dell'I. G. M. al 50.000 non reca alcuna indicazione. Sulla Carta Paganini, invece, le curve di livello sono tracciate con grande regolarità, avvicinandosi a mano a mano che salgono verso la quota 2792, posta dove la cascata dei seracchi si espande al basso della gola che la racchiude. Al sommo della cascata medesima il Paganini ha la quota 2904.



FRONTE DEL GHIACCIAIO DEL TRAJO E CASCATA DI SERACCHI.

Da fotografia del sig. W. Kirby presa l'11 settembre 1903.

Le quote che noi potemmo ricavare dalle nostre osservazioni barometriche, combinate in via differenziale, sono le seguenti:

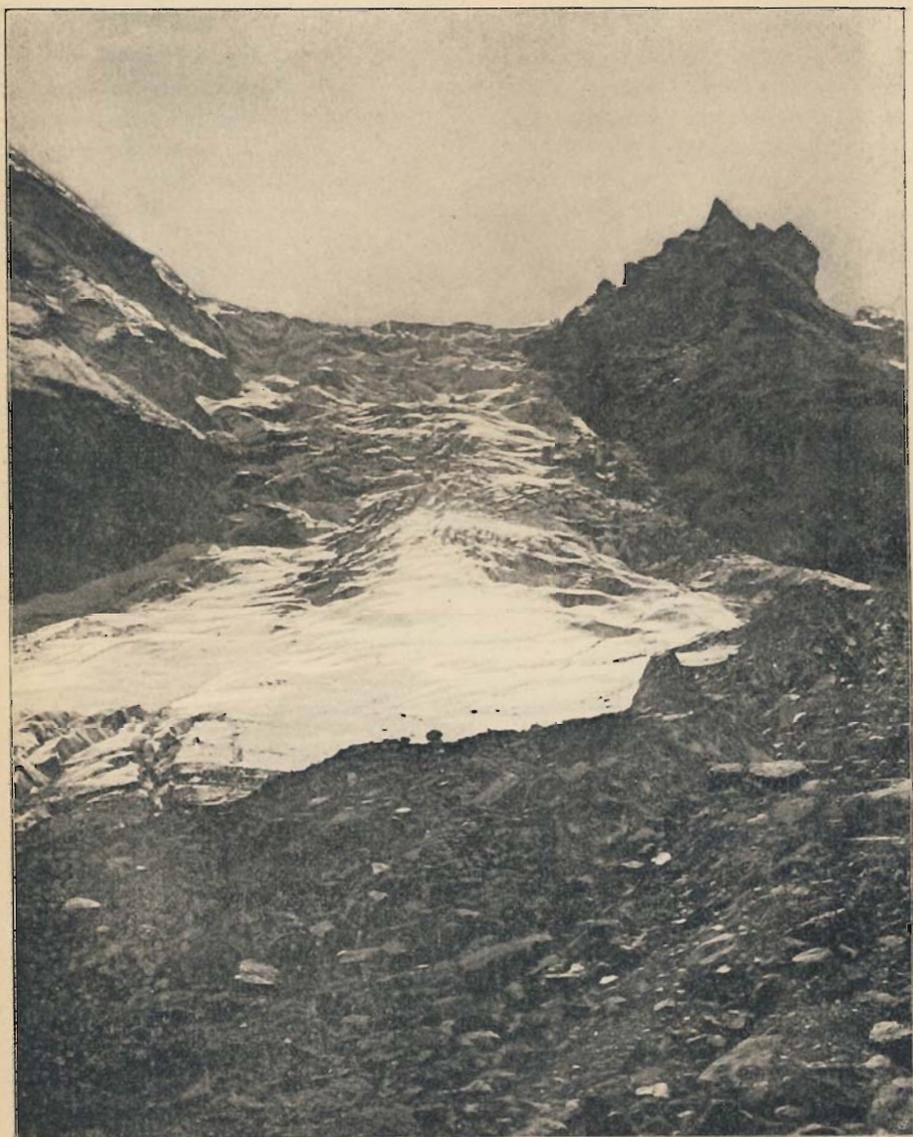
Casolari Trajo: 562 m. sopra Cogne. Quota conclusa = 2102 m.
Le osservazioni a Cogne si sono fatte al primo piano della casa parrocchiale, stimato sei metri sopra il caposaldo di 1534 collocato nella Casa Reale di caccia.

Stazione sulla morena, nell'allineamento tra i seguali 14 e 15: 337 metri sopra i casolari. Quota conclusa = 2439.

Poichè la bocca del ghiacciaio (lingua sinistra) si è stimata inferiore di 30 metri alla stazione, si ricava per la bocca medesima l'altitudine di

2409 metri

inferiore di 22 a quella indicata dalla Carta Paganini. Non possiamo affermare con sicurezza che il divario sia dovuto ad



FRONTE DEL GHIACCIAIO DEL TRAJO E CASCATA DI SERACCHI.

Da fotografia del socio A. Druetti presa il 3 settembre 1896.

effettivo avanzamento della fronte glaciale dall'epoca delle osservazioni Paganini (1880-85) al 1903, perchè la rappresentazione del fenomeno glaciale, pur essendo nel Paganini incomparabilmente più accurata che nelle tavolette ordinarie dell'Istituto, non costituisce lo scopo esclusivo e neppure precipuo di quel rilevamento.

Ad ogni modo, considerando che la cifra 2431 è da lui posta al confine del ghiacciaio con la morena frontale, bisogna ammettere che essa appartenga, o al culmine di questa, o all'estremità di quello.

Il confronto tra le due fotografie, prese l'una dall'ing. Druetti il 3 Settembre 1896 e l'altra dal sig. W. Kirby l'11 Settembre 1903, riprodotte nelle pagine precedenti, mostra un generale aumento dell'innnevazione, una maggiore ricchezza del deposito addossato alla morena di sinistra, e l'accumularsi di materiale morenico incoerente sotto il fianco dirupato del Pousset. Non ostante quest'ultimo fenomeno, si può sicuramente dire che le differenze tra le due vedute accennano piuttosto ad un impinguarsi che ad uno smagrirsi del flutto glaciale, che scende maestosamente nella gola tra l'« ardua Grivola bella » e il Pousset. Si può quindi prevedere un avanzamento della fronte glaciale nei prossimi anni, essendo ragionevole ammettere che lo stato riconosciuto in basso corrisponda ad un aumento notevole della massa di ghiaccio accumulata nel bacino superiore, fin sotto la Punta Nera.

Tale induzione è confermata da tutte le notizie che abbiamo raccolte a Cogne intorno allo stato delle nevi nelle alte regioni. Cacciatori, guardie reali, guide alpine, tutti furono concordi nell'affermare che le riserve di neve oltre i tremila metri sono in rapido aumento da qualche anno, come del resto si vede anche dalle fotografie panoramiche da noi prese. Si può dunque concludere che anche in queste valli si verifica il fenomeno della innnevazione progrediente, segnalato per le montagne del versante svizzero dalle ultime relazioni del Forel.

Le pessime condizioni atmosferiche impedirono alla mia piccola comitiva di spingersi fino alla base della Grivola, dove sin dal 1896 l'amico Druetti, precorrendo sagacemente le istruzioni date dal Forel, aveva segnato con minio il livello del ghiacciaio e il vertice del cono di neve indurita, elevato di ben sessanta metri sul piano del ghiacciaio stesso, in corrispondenza al canale mediano. In attesa di potermi recare a riconoscere i segnali stessi, e ricavarne un criterio sicuro intorno al regime dell'innnevazione lassù, esprimo il desiderio che qualche collega, diretto

alla celebre e frequentatissima vetta dell'ardita piramide, si arresti qualche minuto a vedere se la neve ha coperto i segnali del 1896, o se questi sono emersi maggiormente.

Per chiudere questi cenni sommarii sul piccolo, ma caratteristico bacino del Trajo, ricorderò come la lettura del barometro, fatta nel punto del ghiacciaio, dove la tormentata massa dei seracchi si distende in uno strato più continuo e più largo, con minore pendio, mi ha dato un'altezza di 350 metri sopra il punto della morena che era sull'allineamento dei segnali 14 e 15. La quota che compete a questo punto essendo di 2439, troviamo per il punto più alto 2789 metri, con una differenza di soli tre metri rispetto al valore segnato nella Carta Paganini.

Benchè si tratti di cosa estranea al nostro argomento, ci permettiamo chiamare l'attenzione dei lettori sopra una curiosità singolarissima della fotografia Druetti. Un branco di camosci che attraversavano il pianoro inferiore è rimasto chiaramente rappresentato sul fondo candido del ghiacciaio. Non occorre ricordare che la regione ritratta è sul confine delle riserve reali, dove ancora pochi anni or sono una severissima sorveglianza permetteva la conservazione e la moltiplicazione di questi bellissimi animali, accanto ai più rari e più superbi campioni della razza dello stambecco, che rimangono confinati nelle regioni più aspre e più elevate del gruppo.

Ghiacciai di Valnontey.

Lo sviluppo considerevole dato dal Druetti e da me alle osservazioni del 1895 e del 1896 sopra questi ghiacciai, adeguato all'importanza del bacino cui appartengono, suggeriva, nella recente ripresa dei nostri studi, una speciale attenzione allo stato presente del circo terminale, in vista delle conclusioni che se ne potevano attendere intorno alle variazioni avvenute durante gli ultimi sette anni. Appariva in modo speciale consigliabile un rilevamento fotografico, secondo i metodi e con gli strumenti magistralmente ideati ed applicati dal Paganini; e non sembrava fuor di luogo la speranza di poter appoggiare il rilevamento medesimo ai punti numerosi determinati nel 1895 e nel 1896 con l'ordinario metodo tacheometrico, e con riferimento diretto alla rete trigonometrica dello Stato.

In seguito a questo disegno, maturamente studiato in tutti i suoi particolari, disposi, mercè il cortese e munifico appoggio

dell'Autorità Militare, per un attendamento che permettesse di pernottare in alta montagna, evitandoci il continuo andare e venire per il lungo cammino del fondo di valle sino a Cogne.

Guadagnate così almeno quattro o cinque ore per giorno, riusciva possibile in due o, al più, tre giornate di bel tempo visitare tutti i segnali apposti nel 1895 e nel 1896, riconoscere lo stato delle fronti glaciali, ed eseguire le necessarie stazioni panoramiche, tra le quali apparivano consigliabili in primo luogo quelle nelle stazioni fotografiche del Druetti presso i casolari del Money, sulla strada dell'Herbetet e sulla morena divisoria tra il Grand-Croux e la Tribolazione.

Disgraziatamente la nostra partenza per Cogne non poté effettuarsi che l'otto settembre 1903, quando già il lungo periodo di tempo bello e caldo accennava a finire: e non prima del 12 tutto il materiale per la nostra modesta spedizione fu pronto ad essere spedito nella località scelta per il campo. Già le condizioni atmosferiche erano mutate: e ne avevamo avuto un saggio nelle escursioni preliminari, compiute a scopo di ricognizione (in Valeille il 9, in Valnontey il 10), e nell'esplorazione del Trajo (11 Settembre), di cui sopra ho reso conto.

A partire dal giorno 12, i peggioramenti progressivi del tempo resero impossibile lo svolgersi delle operazioni in conformità del disegno nostro. Il tempo, bellissimo nel mattino del 12 Settembre, si guastò nelle ore pomeridiane, a segno da dar luogo a pioggia continua per tutta la notte, da noi passata sotto le tende, rizzate in un prato poco a monte dei casolari di Vermiana.

Il mattino del 13, con cielo minaccioso e forti sbalzi del barometro, ci decidemmo a lasciare il nostro campo verso le ore 9, sperando di poter cavare qualche costrutto dalla giornata già inoltrata. In breve, per la strada reale di caccia (ora in gran parte rovinata) dell'Herbetet, giungemmo al punto dove questa incontra le prime tracce del massimo avanzamento glaciale (1818?). Il salto nell'aspetto del terreno è improvviso: dalle rocce schistose franate si passa istantaneamente a un ammasso incoerente di gneiss striati, arrotondati, frantumati, che ricoprono di un mantello di vario spessore, ma quasi continuo, i fianchi della montagna, sin quasi al livello della strada, e il fondo della valle. Accrescono l'evidenza istruttiva del distacco le differenze di colore: il contrasto tra le tinte nerastre degli schisti e il bianco rossiccio dei massi cristallini non potrebbe essere più eloquente.

L'altezza di questo punto sopra il nostro campo di Vermiana mi è risultata da un'osservazione barometrica uguale a 307 metri.

Poichè di altri 248 il campo stesso è più alto di Cogne (secondo altre osservazioni al barometro), ho concluso le seguenti altitudini sul livello del mare:

Accampamento poco sopra Vermiana: metri 1788.

Prime tracce glaciali nella Valnontey: metri 2095.

Poco più oltre, un'altra osservazione barometrica mi ha dato la quota del punto della strada che stimai a livello della bocca del ghiacciaio di Grand-Croux (ramo sinistro). Tale punto è alto 518 metri sopra Vermiana, e quindi 2306 metri sul mare.



GHIACCIAI DI GRAND-CROUX E DELLA TRIBOLAZIONE

dalla stazione presso i casolari di Money.

Disegno di L. Perrachio da fotografia del socio A. Druetti presa l'11 agosto 1895.

Nella Carta Paganini la fronte sinistra del Grand-Croux si protende in basso a guisa di cuneo sino al punto quotato 2340: invece la tavoletta dell' I. G. M. segna con grande incertezza i confini di questo ghiacciaio, che rimane confuso con la morena sino alla quota 2309, a ridosso della fronte della Tribolazione.

Abbandonata la strada dell'Herbetet, costeggiammo il contrafforte della Chesère sino al segnale N. 5, che sta allineato con il 6 e con la testata occidentale della Tribolazione, quale fu riconosciuta dal Druetti e da me in Agosto del 1895. Al segnale aggiunsemmo in azzurro « P. 1903 »: per precisare meglio l'allineamento, sulla congiungente i segnali 5 e 6 scegliemmo un grosso macigno di gneiss, che segnammo pure in azzurro con

« A. 95 — 1903 ». Tra questo e il 5 un arco semicircolare di detriti sta ad indicare una fronte glaciale scomparsa, il cui punto più depresso dista di un centinaio di metri almeno dall'estremo lembo occidentale del ghiacciaio, ritirato sopra le rocce dove è inciso, più verso ponente ancora, il segnale 6.

Un giudizio abbastanza sicuro sulle variazioni dei due rami della Tribolazione si può formare mediante il confronto delle due fotografie ottenute dal versante opposto della valle nel 1895 e nel 1903. A me non fu possibile identificare il luogo preciso dove



GHIACCIAI DI GRAND-CROUX E DELLA TRIBOLAZIONE
dalla stazione presso i casolari di Money.

Disegno di L. Perrachia da fotografia del socio P. Porro presa il 14 settembre 1903.

aveva fatto stazione il Druetti: cercai di collocarmi, secondo le indicazioni date nella monografia del 1895, sopra « uno spuntone di roccia poco a sud dei casolari di Money », in un punto del quale stimai l'altitudine uguale a 2340 metri. Le fotografie mostrano che il centro di stazione fu il medesimo, o ben poco discosto: disgraziatamente fu anche piccolo il divario tra le condizioni atmosferiche, cattive nel 1895, pessime nel 1903, tanto che le vedute non hanno altro valore che quello di documento.

Il fatto più evidente che si ricava da un accurato esame è la scomparsa della lunga appendice, che nel 1895 si protendeva dall'estremità occidentale della Tribolazione lungo la profonda incisione scavata dalle acque di sfogo tra le due morene. Anche le balze arrotondate tra questo e il maggior ramo di destra appa-

iono scoperte per più vasta area, benchè la neve fresca accenni in molti punti a far credere ad aumentata estensione del ghiacciaio nel 1903. Pare invece (per quello che la recente nevicata lascia arguire) che l'innnevazione nei bacini superiori sia aumentata notevolmente, come appunto ci è stato detto a Cogne.

Per quanto si riferisce al Grand-Croux, ci è stato facile ritrovare l'allineamento dei segnali N. 2, 3, 4, collocati il 9 Agosto 1895, e descritti nella citata nostra memoria. Sul N. 3 aggiungemmo in azzurro: « P. 1903 ». Un'accurata misura della fronte attuale rispetto all'allineamento ci ha dimostrato che in otto anni il ghiacciaio si è ritirato di 10 metri circa. Benchè la fronte sia ora più bianca per la recente neve, uno smagrirsi di tutta la scarpa terminale appare indubitabile dalla fotografia.

A questo si riducono le notizie raccolte il 13 Settembre, sotto una pioggia continua. Possiamo aggiungere che una determinazione barometrica ci permise di fissare la quota del segnale N. 5 in metri 2429. Ricordando che la stazione fotografica al Money è a 2340, e che a quest'altitudine corrisponde la traccia segnata dal filo orizzontale dell'apparecchio Paganini sulla fotografia, vediamo che l'estremità occidentale della Tribolazione non arriva al disotto di questa quota, e che l'orientale e più ancora il Grand-Croux si spingono molto più in basso. Le quote 2407, 2375, 2391, 2340, assegnate rispettivamente alle quattro testate (da Ovest ad Est) dal Paganini, mi sembrano quindi tutte in eccesso di trenta a cinquanta metri almeno.

Mi rimane a render conto della gita al Money, dopo la quale dovetti rinunciare ad ulteriori tentativi nella Valnontey, e più specialmente al panorama fotografico dalla stazione Carrel (punto culminante della strada di caccia dell'Herbetet), perchè l'abbondante neve caduta non avrebbe più permesso di distinguere i confini dei ghiacciai.

La stazione panoramica eseguita al Money il 14 Settembre, con cielo quasi completamente coperto, abbraccia sei vedute che comprendono tutto il giro dell'orizzonte. Mancando altre stazioni nella Valnontey, il panorama non è utilizzabile per lo scopo topografico, e la sola veduta di cui posso valermi è quella di cui ho parlato dianzi, a proposito dei ghiacciai di Grand-Croux e della Tribolazione.

Procedendo dalla stazione verso Sud-Est, per un'antica morena rivestita di magro pascolo, si arriva al culmine della più recente morena laterale destra del ramo più settentrionale del ghiacciaio di Money. Questo termina con tre fronti, in corrispondenza alle quali la Carta Paganini reca le quote 2605, 2673, 2614.

Abbiamo facilmente identificato il segnale N. 8, apposto dal Druetti e da me nel 1895, e da esso ci fu agevole verificare gli spostamenti avvenuti rispetto agli allineamenti allora stabiliti con le tre fronti glaciali. La fronte presente della testata più settentrionale si protende per un largo « boden », nel quale è difficile riconoscere sotto la neve indurita dove finisce il vivo ghiaccio: ad ogni modo una diligente esplorazione ci permise di concludere un avanzamento di dieci metri sopra l'allineamento del 1895, diretto dal segnale alla base, che per l'osservatore è a sinistra della Testa di Valnontey.

La piccola fotografia di questa fronte, presa dal signor Kirby il 14 Settembre, mostra, poco a monte del « boden », un affiora-



FRONTE DEL RAMO DESTRO DEL GHIACCIAIO SETTENTRIONALE DI MONEY.

Da fotografia del sig. W. Kirby presa il 14 settembre 1903.

mento di rocce, a sinistra delle quali il mantello di ghiaccio appare meno aderente che a destra. Nell'ampia intercapedine tra roccia e ghiaccio abbiamo potuto penetrare, guidati dal nostro ottimo Barnaz, al quale dobbiamo una sagace dimostrazione della presente condizione di progresso del ghiacciaio. Il profilo convesso delle rocce arrotondate costituenti il pavimento di questa grotta singolare, si riproduce, nelle sue linee più caratteristiche, nel concavo della volta di ghiaccio: ma i punti corrispondenti dello stampo esteriore e della roccia non si trovano sulla medesima verticale. Evidentemente il ghiaccio, modellato sulla roccia, è scivolato in giù: e la distanza può valutarsi appunto in una

decina di metri, concordando così con la misura ottenuta sul segnale.

La nebbia fitta che copriva la Becca di Gay mi ha impedito di ristabilire l'allineamento sul quale nel 1895 si trovava la fronte intermedia: ho potuto ad ogni modo accertarmi che anche questa fronte è in progresso.

In evidente regresso di circa venticinque metri è la testata australe rispetto all'allineamento 1895.

La discordanza si spiega facilmente, quando si esamini con attenzione l'altimetria del ghiacciaio, quale risulta dalla Carta Paganini, e la si confronti con la veduta panoramica annessa alla nostra memoria del 1895, e presa dal Col de l'Herbetet.

Il ramo del quale ci occupiamo è il terzo che appare nella veduta stessa, dopo quelli di Valletta e di Patri, che ammantano la parte occidentale del contrafforte tra Valaille e Valnontey. Le tavolette più recenti dell'I. G. M. ne hanno sempre migliorato la rappresentazione, estremamente difettosa nelle prime. Possiamo quindi fissarne rigorosamente la configurazione, in accordo con la Carta Paganini.

Il confine settentrionale è costituito da un massiccio cordone roccioso, che scende dal Coupé de Money, incurvandosi nella sua parte inferiore a racchiudere in un vasto burrone l'estremo rigonfiamento boreale del ghiacciaio, tra le quote 3124, 2867 e 2959 della Carta Paganini. Dall'ultimo sprone roccioso (2959 in C. P., 2964 in I. G. M.) la corrente di ghiaccio, non più trattenuata, si espande in basso verso i pascoli del Money, spinta dal confluire di due colate, che, separate dalla Cresta Paganini, si riuniscono a valle di questa. La colata di destra proviene dalla grande massa continua di ghiaccio che copre i fianchi del Coupé de Money, della Tour St-Ours e della Tour St-André: quella di sinistra è alimentata da più vasto bacino collettore, chiuso a monte dal tratto di cresta che dalla Tour St-André per la culminante vetta del Grand St-Pierre (3692 m.) scende al Col Money e risale al Becco Pazienza.

All'efflusso di questa seconda colata oppone argine uno sprone roccioso, che normalmente all'asse della colata medesima si stacca verso la quota 3121 della C. P. dal bastione di rocce tra i due rami Nord e Sud del ghiacciaio. È a siffatto sprone che sembra legittimo attribuire l'ostacolo, che impedisce il rifornimento della testata australe del ramo destro del ghiacciaio: si spiega dunque come questa abbia subito una retrogradazione notevole, mentre le altre due testate sono in evidente avanzamento.

Le cose esposte mostrano come poco si possa concludere dalle nostre osservazioni del 1903 sui ghiacciai della Valnontey. Più forse che l'insufficienza delle notizie raccolte in uno scorcio brevissimo di stagione, fra il contrasto delle meteore avverse, nuoce ad una sintesi sicura lo stadio di evidente trasformazione, che il regime dei nostri ghiacciai attraversa in questi primi anni del secolo ventesimo. Non è dubbio che noi passiamo ora per una fase critica, il cui attento e continuato studio potrà gettare molta luce, tra non molto, sulla controversa questione della legge con la quale variano i ghiacciai alpini, e della sorte definitiva che aspetta queste magnifiche formazioni. Il periodo di generale retrogradazione delle fronti, che dura (con parziali e modeste eccezioni localizzate qua e là) da ben mezzo secolo, era giunto a tale inattesa e imprevedibile durata, da lasciar nascere il sospetto che tutte le riserve glaciali delle nostre montagne fossero inesorabilmente condannate a consumarsi e sparire. Questa ipotesi, che il Druetti ed io fummo forse i primi a formulare chiaramente, e che trovò poi nella Commissione Francese autorevoli sostenitori, è ora fortunatamente resa meno probabile dalle osservazioni degli anni più recenti. Gli ultimi scritti del Forel mettono in evidenza il grande progresso dell'innnevazione nei bacini superiori collettori, prodromo sicuro di un rinvigorirsi delle spinte alle quali è dovuto l'avanzarsi delle fronti glaciali. Sono lieto di poter recare alla affermazione dell'insigne e venerato collega la conferma modesta, ma sicura, delle mie osservazioni sul versante italiano.

Di un'altra geniale considerazione, dovuta al professore Finsterwalder, è urgente ottenere nei nostri ghiacciai la prova diretta. Il dotto professore di Monaco ha stabilito, mediante accurate osservazioni sul ghiacciaio Vernagt nel Tirolo, una legge, che ritiene applicabile almeno ai ghiacciai rapidamente variabili, dei quali il Vernagt è modello classico: che cioè un avanzamento del ghiacciaio possa preannunziarsi in base alle misure della velocità di efflusso, eseguite alla radice della lingua del ghiacciaio propriamente detto. La linea di confine tra il bacino collettore e quello di ablazione, alla quale anche il Forel dà grande importanza per lo studio dell'innnevazione, diventa per il Finsterwalder la sede più opportuna per osservare sistematicamente il passaggio dell'onda di ghiaccio, le cui intumescenze si propagano gradualmente e successivamente, estinguendosi sulla fronte. Così il fenomeno, assimilato prima alle correnti fluviali, poi dal Forel ai movimenti degli « ued » o fiumi del deserto, verrebbe ad assu-

mere una fisionomia poco diversa da quella delle onde marine, che si frangono sulla spiaggia, avanzandosi a bagnare le arene con minore o maggiore energia, secondo l'altezza minore o maggiore dell'onda. La previsione cui accenna il Finsterwalder non sarebbe dunque differente da quella che ognuno può fare, guardando dalla riva del mare i cavalloni che si ergono minacciosi e accennano a riversarsi oltre il confine ordinario delle acque.

Prima di chiudere questo cenno sui ghiacciai della Valnontey, mi sia concesso ritornare sopra un punto della relazione Druetti (1896), che le notizie generali sull'andamento dei ghiacciai verso il 1890 permettono di chiarire, modificando le conclusioni cui l'amico e compagno di studi era venuto.

Dalla discussione dei segnali apposti in epoche diverse tra il 1817 e il 1895, a cura di diversi benemeriti studiosi (Chamonin, Carrel, D'Albertis), il Druetti ricava i seguenti valori del regresso delle fronti per i ghiacciai riuniti Grand-Croux e Tribolazione:

dal 1817 al 1833:	metri 150;
dal 1833 al 1866:	metri 250;
dal 1866 al 1884:	metri 775;
dal 1884 al 1895:	metri 102.

Le velocità medie annue di regresso sono calcolate in metri 9,4; 6,3; 43,0; 9,3 rispettivamente per i quattro periodi considerati, ammettendosi che in ciascuno di essi la retrogradazione sia avvenuta senza brusche variazioni.

Ora è certo che, pur non possedendo notizie sicure sullo stato dei ghiacciai di Valnontey nelle epoche intermedie, noi dobbiamo ritenere che essi abbiano seguito le vicende attraversate da tutte le formazioni consimili: e più precisamente possiamo pensare che non siano stati sottratti alla legge generale, che determinò il grande avanzamento verso la metà del secolo decimonono. È pure assai probabile, se non ugualmente certo, che anche l'ultimo movimento progressivo, dopo il 1890, si sia verificato qui, come da ricerche mie, che esporrò in seguito, è avvenuto alla Brenva, e forse anche al ghiacciaio di Macugnaga. Fissando con il Forel l'epoca del massimo al 1855 e al 1893, vediamo che la inversione del senso della velocità nel secondo e nel quarto periodo basta a dar ragione dei valori esigui che alla media competono: mentre l'elevato valore del regresso annuo medio tra il 1866 e il 1884 bene si spiega con l'accertata continuità del regresso medesimo durante tale periodo di tempo. Quanto al primo periodo, giova notare:

1. Che il primo segnale fu collocato dal curato Chamonin in base non ad osservazioni dirette, ma ad informazioni avute dai montanari, e non rappresenta quindi una indicazione di attendibilità comparabile con le successive.

2. Che nel 1817 il ghiacciaio era presumibilmente in forte avanzamento, partecipando al moto progressivo generale, di cui il massimo si ritiene avvenuto intorno al 1818.

Resta dunque giustificato anche l'esiguo valore della velocità media di regresso tra il 1817 e il 1833.

Ammetteremo dunque che, benchè manchino le osservazioni nei periodi critici degli avanzamenti, la storia degli ultimi ottantasei anni possa ricostruirsi con notevole grado di sicurezza, in base alle osservazioni degli anni 1817, 1833, 1866, 1884, 1895, 1896, 1903, e ad una prudente estensione dei risultati generali sulle variazioni riconosciute negli altri ghiacciai alpini. Appare probabile che il movimento normale di regresso, alternato forse, prima del 1866, con periodi più o meno lunghi di stasi, sia stato, come quasi generalmente altrove, interrotto dal passaggio di tre onde progressive, di cui la data di arrivo sulle fronti si può con notevole approssimazione fissare verso il 1818, il 1850 e il 1891. Che un'onda consimile si vada ora formando, o che per lo meno le condizioni propizie alla sua formazione vadano ora preparandosi, mi pare presumibile da molti indizi. La necessità di un attento studio dei fenomeni glaciali nei prossimi anni mi sembra perciò fuori di questione: ed io vorrei che gli alpinisti, gli ufficiali alpini, e in generale quante persone colte e intelligenti percorrono le nostre Alpi, comprendessero quanto aiuto può venire da una loro speciale attenzione ai fenomeni stessi e da una loro sistematica od occasionale partecipazione alle nostre ricerche.

Nel vallone di Bardonney.

L'ultima e contrastata peregrinazione nostra nelle valli di Cogne fu dedicata al vallone di Bardonney ed ai due piccoli ghiacciai che ne rivestono il versante orientale, annidati in due insenature sotto la massiccia bifida bastionata di rocce che s'erge nella Torre di Lavina, incombendo fieramente sulla Valle Soana e sui ridenti colli del Canavese.

La fotografia che pubblico, presa da un punto del versante opposto, lungo la strada che sale serpeggiando al Col d'Arolla, sta a dimostrare eloquentemente le avverse condizioni atmosferiche della giornata. La neve, coprendo gradatamente le rien-

tranze del terreno, le morene, le pendenze meno accentuate, rende sempre più indeciso e inafferrabile il limite dei ghiacciai. La configurazione di questi e la loro esatta collocazione possono in ogni modo ricavarsi abbastanza bene, quando si pensi che il centro di stazione (e quindi il centro della fotografia, identificato dall'incrocio dei fili) era a 2723 metri sopra il livello del mare, come ci risultò da un'accurata livellazione barometrica. La punta meridionale di Lavina (punto trigonometrico di terzo ordine della Carta d'Italia) è quotata 3308 metri, la settentrionale 3273. Il Paganini dà pure in 2754 e 2645 le fronti dei due ghiacciai, cifre che lascierebbero credere ad un grande regresso negli ultimi vent'anni, poichè ora evidentemente le due fronti non discendono sino al piano orizzontale della nostra stazione. Il ritiro è confermato anche dall'aspetto del terreno più in basso: ma non bisogna dare alle mie misure barometriche e fotografiche un valore superiore a quello che le condizioni della giornata possono aver consentito. Nulla ci assicura contro l'eventualità di sbalzi della pressione in un periodo tanto perturbato: d'altra parte è certo che la stabilità della macchina fotografica e l'accuratezza scientifica delle operazioni necessarie per livellarne la base furono compromesse dalle violente raffiche di vento gelato e dalle folate di neve turbinante, che, insistenti da mane a sera, non desistettero dall'importunarmi neppure nel tempo dedicato alla fotografia. Per tutte queste ragioni, io credo che la quota di 2723, assegnata al centro dell'immagine, sia soggetta a notevoli incertezze.

Non essendo riuscito a trovare il segnale posto nell'Agosto 1895, il nostro Barmaz ne tracciò un altro sulla parete rocciosa che a destra racchiude il ghiacciaio settentrionale. Porta in azzurro: « 1903 N. 9. P. » e dà l'allineamento della fronte con il punto più depresso della catena, in direzione del Colle di Bardonney.

Pare che il ghiacciaio stesso abbia subito negli ultimi otto anni una spinta in avanti di tre o quattro metri. Ora è in contatto con la vegetazione, premendo la morena frontale, indizio evidente di avanzamento.

Ghiacciaio della Brenva.

L'impossibilità di proseguire le operazioni nelle alte valli di Cogne ci si era fatta palese sin dal 14 Settembre: il 15 si riuscì a malapena, sotto la neve che cadeva a frequenti intervalli, a fissare i più importanti elementi dello studio dei ghiacciai di La-



Neg. F. Porro.

LA TORRE DI LAVINA DALLA STRADA DI CACCIA DEL COL D'AROLLA (15 SETTEMBRE 1903).

vina. Il giorno successivo, dal candido mantello immacolato emergevano appena le nereggianti masse degli abeti, che stanno a ricordare sulle erte pendici le foreste devastate dalla insana cupidigia, improvvida e male consigliata, degli alpigiani. Il ridente bacino di Cogne, che altre volte avevo ammirato in una verde distesa di pascoli ubertosi, smaltati di fiori, appariva nel suo aspetto invernale, severo, austero, e pur pieno di fascino..... Ma a misure sui ghiacciai non era più da pensare: ond'io mi decisi a prendere melanconicamente la via del ritorno. Ad Epinel, verso i 1400 metri di altitudine, raggiungemmo il confine inferiore delle nevi, segnato con una linea quasi rigorosamente orizzontale sulla montagna: più sotto, pioggia minuta, che verso il mezzogiorno cessò affatto.

Rinunziare definitivamente ad ogni ulteriore ricerca, mi pareva poco opportuno, mentre il cielo accennava a rendersi meno fosco: ricordavo che, nell'immensa varietà di ghiacciai che la Valle d'Aosta possiede, uno arriva al disotto del limite cui si erano spinte le nevi, e che su questo una serie lunga di osservazioni, da me e dal Druetti continuata nel 1897, aspettava di essere ripresa. Perché non andare alla Brenva?

L'idea di una visita al classico ghiacciaio mi attrasse: da Aymavilles si prese la via della Valdigne, e la sera stessa l'ottimo signor Ruffier ci accoglieva cordialmente nel suo confortevole « Hôtel de l'Union ».

E ben ci incorse: la nostra risoluzione ebbe il compenso di una splendida mattinata, l'ultimo saluto della morente estate a quelle montagne eccelse. Potemmo così nelle ore autimeridiane del 17 visitare comodamente la Brenva, e prendere qualche fotografia: e nel pomeriggio, mentre nuove nuvole si accumulavano intorno alle cime, e la minaccia di imminente pioggia faceva scendere al piano gli ultimi villeggianti, con attenuato rimpianto giungemmo ad Aosta in tempo per prendere il diretto di Torino, arrivando a Genova prima della mezzanotte. Così in una medesima giornata il nostro occhio potè posarsi sulle tormentate masse di ghiaccio che divallano dal Monte Bianco e sulle onde che si frangono contro le liguri spiagge.

Delle ricerche fatte nel 1897 alla Brenva dà conto una mia monografia, pubblicata lo scorso anno nel « Bollettino della Società Geografica Italiana » sotto il titolo: *Ricerche preliminari sopra i Ghiacciai Italiani del Monte Bianco*.

Richiamandomi a questa pubblicazione, presento ora alcune fotografie, prese parte nel 1897 e parte nel 1903, dalle quali sarà

facile riconoscere le variazioni avvenute nel ghiacciaio durante l'ultimo sessennio.

I punti di stazione furono tre, collegati fra loro e con la fronte glaciale nel rilevamento eseguito il 24 Agosto 1897.

Uno di essi è appunto la stazione nella quale si fece allora centro per le osservazioni tacheometriche, collocata sopra un grosso macigno di granito bianco, a poca distanza dal châlet di Joseph Proment, ben noto ai visitatori del ghiacciaio.



FRONTE DEL GHIACCIAIO DELLA BRENVA, DALLA STAZIONE I: FIGURA A.

Da fotografia del socio F. Porro, presa il 24 agosto 1897.

Di questo macigno ho dato una sommaria descrizione nella memoria citata, incorrendo in un errore che l'amico Druetti mi ha segnalato e che qui correggo. Supposto che le dimensioni del masso siano, come ho stimato, di sette per otto per dieci metri, abbiamo un volume di 560 metri cubi, che, dato il peso specifico del granito uguale a 2,8, corrisponde al peso di 1568 tonnellate, non di 8000.

Gli altri punti di stazione, riferiti a questo, hanno le seguenti coordinate:

II. Stazione sul poggio vicino a Notre Dame de la Guérison:
Distanza: metri 329,06.

Azimut : $135^{\circ} 27',6$ (in gradi sessagesimali, da Nord verso Est).

Quota : metri 30,94 sopra la stazione I.

III. Stazione sulla morena frontale tra le due bocche del ghiacciaio :

Distanza : metri 314,00.

Azimut : $223^{\circ} 38',4$.

Quota : metri 23,40 sopra la stazione I.



FRONTE DEL GHIACCIAIO DELLA BRENYA, DALLA STAZIONE I: FIGURA B.

Da fotografia del socio F. Porro, presa il 17 settembre 1903.

Le figure A e B, prese dalla stazione I, mostrano l'estremità inferiore della morena laterale destra, che va a rompersi contro il corso della Dora, in faccia al *Jardin des Italiens*. Sulla A, presa il 24 Agosto 1897, si vede l'estrema fronte glaciale, divisa in due dalla morena triangolare di cui è questione nella mia monografia. Sulla B, del 17 Settembre 1903, la fronte è scomparsa, lasciando tenue ma ben riconoscibile traccia del suo profilo sulla faccia interna del secondo cordone morenico, appoggiato al fianco della potente morena principale. La morena, che si incastrava come cuneo entro le due fronti, appare ora allo scoperto, come

bel cordone regolare, sul quale si vedono a guisa di ingrossamenti semicircolari gli accenni alle morene frontali successivamente costruite di anno in anno dalla estremità sinistra del ghiacciaio nel suo ritiro. Non mi pare dubbio che la regolarità di siffatti nodi morenici stia a provare la regolarità del regresso glaciale nell'ultimo sessennio.

Da questa fotografia e dall'esame diretto del terreno desumo con certezza il carattere strettamente morenico della massa che nel 1897 formava cuneo fra le due fronti del ghiacciaio: rimane così definito, contrariamente alla tesi che, scrivendo la precedente memoria, mi sembrava più plausibile, il dubbio allora espresso.

L'arretramento della fronte del ghiacciaio e più sentitamente nel lato sinistro, risulta chiaramente documentato da altre fotografie, che qui riporto.

La figura C (Druetti, 1897) rappresenta la fronte, veduta dalla stazione II. È singolare che essa non rechi traccia della biforcazione subglaciale del torrente di efflusso, alla quale io mi sono appoggiato per mettere in questione il carattere morenico del cordone tra le due bocche. Tutto sommato, non mi pare da escludere un errore di osservazione sfuggito al Druetti ed a me durante il rilevamento.

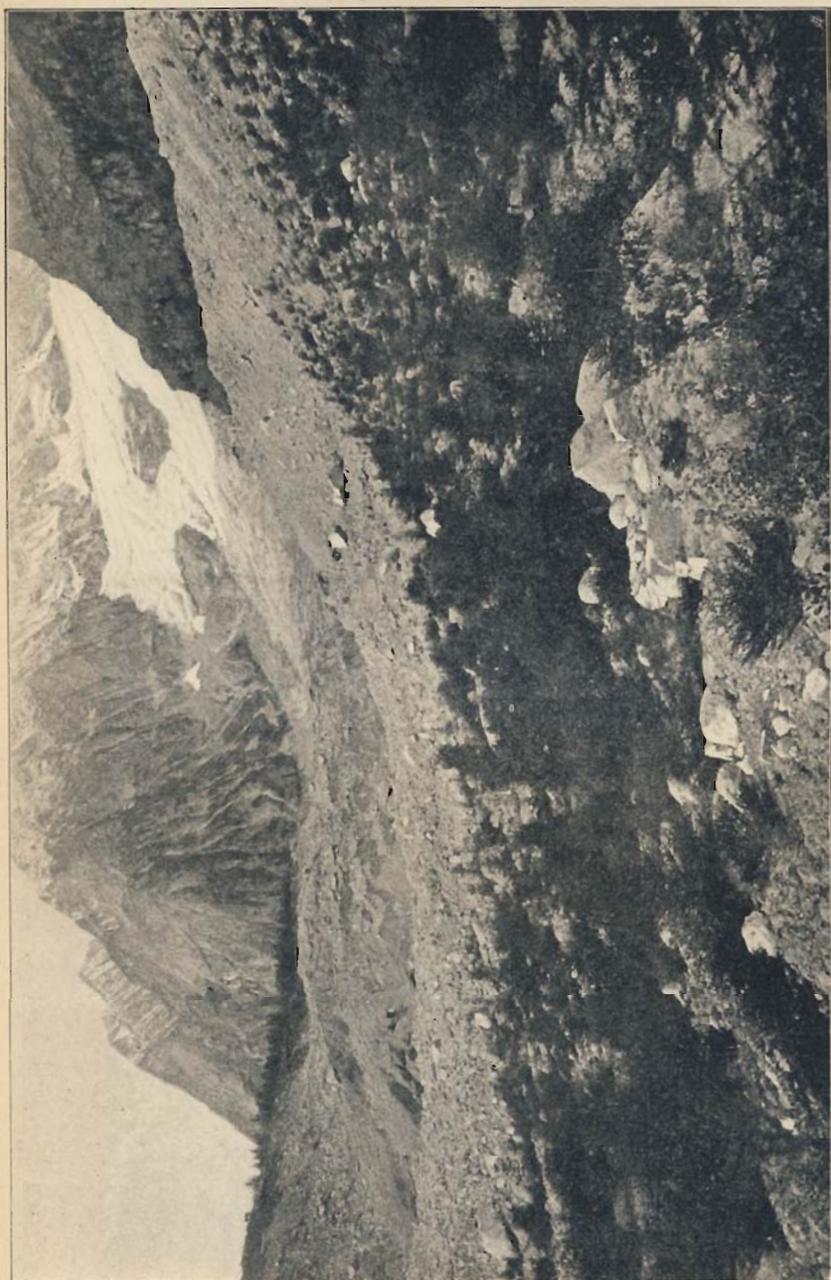
Da una fotografia da me presa, e non abbastanza chiara per essere pubblicata, possiamo, riferendoci alla C, ricavare un criterio esatto per valutare la massa di ghiaccio scomparsa. Se dal primo grosso macigno sul culmine della morena laterale sinistra (a destra dell'osservatore) scendiamo nella figura con un allineamento parallelo al lembo verticale del foglio, la retta costruita così risulta esattamente tangente all'estremità orientale del ghiacciaio, quale era il 17 Settembre 1903. Quanto all'allineamento frontale, lo si può pensare arretrato sin quasi al livello della fronte destra del 1897. L'insenatura tra le due fronti è quasi scomparsa: l'aspetto complessivo della lingua terminale, veduta dalla stazione II, è di un arco di cerchio tra l'accennato punto di tangenza dell'allineamento con la morena sinistra e il punto nel quale il ghiaccio si appoggia contro il cordone inferiore interno della morena destra. Questo punto è più arretrato dei punti 16 e 17 del rilevamento.

Tutti questi particolari possono servire a valutazioni approssimate della perdita subita dal ghiacciaio, prima che io pubblichi una carta a grande scala del medesimo, per la quale sto raccogliendo i materiali, proponendomi di unirle la misura esatta delle variazioni.



FRONTE SINISTRA DEL GHIACCIAIO DELLA BRENUA, DALLA STAZIONE III; FIGURA D.

Da fotografia del socio A. Doretta, presa il 21 agosto 1897.



IL GHIACCIAIO DELLA BRENYA, DALLA STAZIONE I, SULLA MORENA : FIGURA E.

Da fotografia del socio F. Porro, presa il 27 settembre 1902.



REGIONE ABBANDONATA DAL GHIACCIAIO DELLA BRENSA NEGLI ULTIMI SEI ANNI: FIGURA F.

Da fotografia del socio F. Foppa, presa il 17 settembre 1903.

Intanto non sarà inutile che io ripeta qui la più viva preghiera a quanti colleghi si occupano di fotografia, perchè di tutte le vedute prese del ghiacciaio, e più specialmente di quelle eventualmente eseguite da uno dei miei centri di stazione, si compiacciano favorirmi copia, con indicazione precisa dell'anno, e possibilmente del giorno.

La figura D rappresenta la fronte sinistra nel 1897, veduta dalla stazione III: la E rappresenta tutto il ghiacciaio nel 1903, veduto dalla stazione I.

Finalmente la F (1903), presa dalla stazione II, dà un quadro della regione settentrionale e orientale, abbandonata dal ghiacciaio negli ultimi sei anni.

Chiuderò questi brevi e sommarii cenni sulla Brenva, ricordando una discussione iniziata nella memoria precedente, alla quale posso ora, per nuove informazioni assunte, fornire soddisfacente soluzione.

Dopo aver riassunto la storia del ghiacciaio tra il 1818 e il 1879, quale risulta da ricerche di Forbes, Gastaldi, Baretto, Marengo, ho aggiunto le seguenti considerazioni:

« Appare evidente che il regresso tra 1879 e il 1897 non si
« è mantenuto nelle proporzioni del periodo precedente. Pare
« che la ripidezza della corrente glaciale non consenta l'arrestarsi della fronte molto più a monte: l'impoverirsi delle riserve superiori non dovrebbe più, oltre un certo limite, rendersi sensibile per una retrogradazione della fronte, ma solamente per un generale sminuirsi del volume, e quindi dello spessore. Questa congettura per ora non può fondarsi che sopra un paragone molto sommario delle osservazioni fatte dal Baretto e dal Marengo nel 1879 con le nostre del 1897, e sopra alcune notizie molto vaghe, raccolte da noi nell'ultima campagna ».

Pare dunque che anche qui, come nella Valnontey, il medio valore della velocità annua di regresso abbia subito nell'ultimo quarto di secolo una forte diminuzione, rispetto al periodo anteriore, che va dall'avanzamento generale del 1850 al 1880 circa.

Tale diminuzione avvalorata la congettura di un avanzamento sfuggito alle osservazioni nell'ultimo decennio dell'ottocento, in accordo con il progresso quasi generalmente osservato, prima nelle Alpi Occidentali, poi nelle Orientali, tra il 1890 e il 1895. E la congettura acquista nel caso della Brenva fondamento e carattere di verità, grazie alle informazioni che ho potuto raccogliere a Courmayeur, e che debbo alla gentilezza del cav. Ruffier.

E confermato :

1° Che molti anni addietro, verso il 1872, il ghiacciaio era molto più indietro che non sia presentemente ;

2° Che anteriormente al 1891 si ebbe un periodo di parecchi anni di avanzamento ;

3° Che nell'inverno dal 1890 al 1891 questo avanzamento fu assai più sensibile, al punto che il Proment dovette rimuovere il suo châlet, minacciato.

Le conclusioni che possiamo ricavare da queste preziose informazioni, mentre mettono fuori d'ogni ragionevole dubbio che la Brenva abbia partecipato al movimento progressivo dell'ultimo decennio del secolo XIX, avvalorano eziandio le idee da me altra volta formulate sul regime di questo ghiacciaio.

Mentre infatti l'avanzamento dei ghiacciai savoiardi e svizzeri si ritiene incominciato verso il 1891, e successivamente propagato ai ghiacciai più orientali, il Ruffier afferma esplicitamente che la Brenva incominciò a progredire alcuni anni prima del 1891; che la fase di minima espansione corrisponde per essa a molti anni addietro (forse al 1872); che infine il massimo più recente è del 1890 91.

Siamo dunque veramente — come io avevo supposto — innanzi ad un tipo di ghiacciaio à *allures rapides*, per usare la frase del Forel; più che la *sensibilità* forse è sua caratteristica la *prontezza*, con la quale reagisce alle varie influenze del clima; e però ci appare come opportuno indicatore delle variazioni.

Mi sia pertanto permesso invocare ancora una volta, che a questo classico ghiacciaio, che porta le sue nevi sin quasi a contatto di una ricca vegetazione meridionale, siano rivolte le cure più assidue e continuate degli studiosi. Le comodità di accesso e di dimora sono qui forse maggiori che in ogni altro bacino glaciale delle Alpi italiane: d'altra parte la serie di osservazioni che si possiede supera per copia e importanza di dati quella relativa ad altri ghiacciai, come il Miage, il Ruitor, la Tribolazione, il Lys, il ghiacciaio di Macugnaga. Tutto concorre quindi a raccomandare la Brenva all'attenzione dei glaciologi; l'opera dei quali tuttavia rimarrà sempre sporadica e non coordinata ad un piano definito e continuo di ricerche, finchè le buone intenzioni del Governo e del Club Alpino non si estrinsechino in una regolare e sistematica serie di investigazioni, affidata anno per anno a persone competenti.

FRANCESCO PORRO
(Sezione di Cremona).