

SUPPLEMENTO

alla Rivista Mensile del C. A. I. per gli anni 1895-96

Vol. XXIX

Num. 62

BOLLETTINO
DEL
CLUB ALPINO ITALIANO

pel 1895-96

PUBBLICATO PER CURA DEL CONSIGLIO DIRETTIVO

(Sede Centrale: TORINO, via Alfieri, 9).



TORINO

1896

Hanno diritto a questa pubblicazione i Soci onerari del C. A. I. e i Soci ordinari che hanno pagato la loro quota per l'anno 1896.

Gli estranei al Club potranno acquistare il volume dalla Sede Centrale al prezzo fissato di L. 12.



GHIACCIAI DI VALLETTA, DI PATRÌ E RAMO NORD DI MONEY, FRA LA PUNTA VERMIANA E IL GRAND ST.-PIERRE
Una vista fotografata dall'ing. A. Druetti presso dal Colle Sest des Berchet.

Osservazioni sui Ghiacciai del Gruppo del Gran Paradiso.

All'appello rivolto dalla Commissione nominata dalla Sede Centrale del C. A. I.¹⁾ a tutti i volonterosi perchè facessero ricerche atte a fornire elementi per lo studio del movimento dei ghiacciai, noi risponderemo accingendoci con premura e con la massima buona volontà a compiere una campagna glaciologica nel gruppo del Gran Paradiso.

Nelle pagine seguenti rendiamo pertanto ragione delle poche osservazioni che vi potemmo fare, dolenti che alla nostra buona volontà non fossero adeguati nè i mezzi di cui potevamo disporre, nè la capacità. L'esperienza d'un anno ci ha insegnato molte cose, delle quali profittando, nutriamo fiducia di poter fare assai più e molto meglio in avvenire.

Per quanto siamo noi stessi convinti della pochezza dell'opera nostra, pur tuttavia ci siamo decisi a fare la presente pubblicazione e per corrispondere al gentile invito della Direzione Centrale del C. A. I. e perchè l'esempio nostro serva di sprone e decida altri più capaci e meglio forniti dei mezzi necessari a dedicare l'opera loro ad uno studio sulla cui importanza è qui inutile di insistere.

Serva poi a tutti di stimolo, quanto su questo argomento s'è fatto all'estero, in Germania, in Svizzera, in Francia, per impulso specialmente del prof. Forel, del sig. Marshall, del prof. Kilian, del principe Orlando Bonaparte.

¹⁾ Vedi " Riv. Mens. C. A. I. " vol. XIV (1895) pag. 199.

I.

Per uno studio sistematico e razionale dei ghiacciai, il Gruppo del Gran Paradiso si presta mirabilmente in virtù della svariata sua configurazione orografica, della entità variabilissima dei suoi ghiacciai dall'umile vedretta alle enormi fiumane di ghiaccio, e dell'orientazione loro in ogni senso. Tutte queste condizioni mutabili da luogo a luogo, possono anche rendere meglio attendibili le conclusioni che si potranno ricavare circa l'influenza loro specifica sul regime dei ghiacciai a parità d'un altro fattore la cui influenza è per ora poco nota, ma che, certamente non trascurabile, merita d'essere studiata; cioè la natura litologica dei bacini alimentanti ed incassanti. Ed una tale ricerca riesce specialmente possibile nel gruppo del Gran Paradiso dove le vette, le creste e i valloni che più strettamente dipendono da quell'eccelesima cima o ad essa fanno corona, presentano una grande uniformità di costituzione litologica, appartenendo tutti per buon tratto all'intorno (specialmente verso sud e verso est) alla formazione prepaleozoica inferiore, al così detto *gneis centrale*.

D'altra parte se il mutar della litologia d'una regione può esercitare influenza sul regime dei suoi ghiacciai, tale influenza può essere ricercata nelle vicine regioni più a nord e a nord-est dove emergono la Grivola, la Tersiva, la Rosa de' Banchi, ecc., nelle quali regioni si frammischiano con grande varietà i gneiss recenti e tabulari, i micascisti, i calcescisti, le quarziti ed i calcari cristallini, con le serpentine e rocce affini e con le numerose varietà di rocce anfiboliche, rocce tutte ascritte alla formazione prepaleozoica superiore.

Nella scelta da noi fatta di quella località per eseguirvi le nostre modeste osservazioni, fummo poi insperatamente felici per avervi trovato in alcuni punti dei dati preziosi e sicuri sul fenomeno glaciale locale, i quali ci permettono di ricostruire con certezza le sue vicende risalendo fino a parecchie decine d'anni addietro.

Non è compito nostro dilungarci a descrivere una regione classica per l'alpinismo, molto nota e già da molti e valenti minutamente descritta; basteranno pertanto alcuni brevi cenni.

Il gruppo del Gran Paradiso, fra la Valle della Dora Baltea la Valle dell'Orco, è costituito da un'ellissoide o nocciolo interno di gneiss centrale, rivestito tutt'intorno dalla numerosa famiglia di rocce appartenenti all'arcaico superiore o *zona delle pietre verdi*.

La direzione del suo asse di sollevamento è all'incirca quella di SO.-NE. Un solco profondo, scavato dapprima e per breve tratto in direzione da nord a sud, quindi volgente verso sud-est, ed infine decisamente verso est, separa il gruppo del Gran Paradiso propriamente detto dalla Valle d'Aosta, interponendovi quel gruppo di montagne che si riannodano al Monte Æmilium (3559 m.) ed alla Tersiva (3513). Questo solco è costituito dalla valle di Cogne ad ovest e da quella di Champorcher ad est, spioventi dal comun colle della Finestra di Champorcher (2838 m. carta I. G. M. e 2826 carta Paganini) fra la Tersiva e la Rosa dei Banchi (3164).

L'anticlinale degli strati non passa per la massima elevazione del Gran Paradiso (4061), ma più in basso per il Becco della Tribolazione (3360), con un leggero ribaltamento verso sud-est, ciò che concorda col fatto della maggior inclinazione degli strati sul versante nord-est dell'ellissoide in confronto di quella degli strati sull'opposto versante nord-ovest ¹⁾.

Verso est il gruppo del Gran Paradiso vien limitato dalla Valle Soana che vi raggiunge l'elevata cresta Ondezzana-Lavina-Rosa de' Banchi colle sue ultime ramificazioni di Forzo e di Campiglia, mentre la Valsavaranche limita verso ovest le formazioni montuose direttamente dipendenti dal Gran Paradiso.

Nei primi tentativi di uno studio sistematico dei ghiacciai da noi fatti l'anno scorso, abbiamo limitato le nostre osservazioni al bacino alimentante i valloni confluenti nella Valle di Cogne.

Questa penetra nel cuore del gruppo del Gran Paradiso e ne raggiunge le più elevate altezze insinuandovisi coi tre valloni di Bardoney, di Valeille e di Valmontey, dei quali quest'ultimo è il più importante.

Questi tre valloni si staccano quasi normalmente dalla Valle di Cogne, e penetrano nell'ellissoide del Gran Paradiso tagliando in direzione normale alla stratificazione, dapprima le rocce dell'arcaico superiore che fasciano tutt'intorno il gneiss centrale e poscia nella loro parte superiore quest'ultima formazione. Essi sono pertanto valloni di *chiusa* o d'erosione, a fianchi tanto più ripidi e dirupati quanto più la condizione della detta normalità è verificata, come appare dal confronto del vallone di Valeille, a fianchi ripidissimi, con quello di Valmontey, e del tronco inferiore di questo, normale alle formazioni arcaiche superiori, col

¹⁾ BARETTI M.: *Studi geologici sul Gruppo del Gran Paradiso*, nelle Mem. R. Acc. Lincei, Serie B, vol. I, 1877.

suo tronco superiore scavato nel gneiss centrale alle cui stratificazioni riesce alquanto obliquo ¹⁾.

Le creste che contornano e separano questi valloni sono una lunga e numerosa serie di gigantesche muraglie sormontate da guglie e picchi arditissimi formanti degna corona al gran gigante delle Alpi totalmente italiano.

E così, da est procedendo verso ovest percorrendo la cresta spartiacque fra le valli della Dora Baltea e quelle dell'Orco, si incontrano:

La Punta Lavina (3308), la Grand'Arolla (3302), la Punta Sengie (3408), la Punta Ondezzana (3482), il Grand St.-Pierre (3692).

Dalla Grand'Arolla e dal Grand St.-Pierre si dipartono, in direzione da sud a nord, due catene che separano, la prima il vallone di Bardoney da quello di Valeille con la roccia Chesere (3118); la seconda questo vallone da quello di Valnontey con la Tour St.-André (3650), la Tour St.-Ours (3630), la Punta Patri (3583), la Punta Cisseta (3417), la Punta Valletta (3375), la Punta Vermiana (3250) e la Punta Fenilia (3054).

Riprendendo l'interrotto cammino sulla cresta, dopo il Grand St.-Pierre s'incontrano la Testa di Money (3564), il Becco della Pazienza (3552), la Roccia Viva (3650), la Becca di Gay (3670), la Testa di Valnontey (3543), la Testa della Tribolazione (3642), la Punta di Ceresole (3773), la Cresta Gastaldi (3862), la Becca di Moncorvé (3865) e finalmente il Gran Paradiso (4061).

Da quest'eccelsa altezza la cresta volge a nord separando il vallone di Valnontey dalla Valsavaranche, e vi si riscontrano ancora picchi arditissimi e piramidi gigantesche. Si succedono con ordine da sud a nord: il Piccolo Paradiso (3920), la Becca di Montandeyné (3850), le Punte Budden (3704-3687), l'Herbetet (3778); quindi il Grand Sertz (3510), la Punta del Tuf (3416), la Punta Timorion (3029), la Punta dell'Inferno (3384), e si arriva al Colle del Lauzon (3301), oltrepassato il quale un nuovo gruppo d'altissime vette s'affaccia, mentre che dal Colle di Pian Tsalende (3283) si distacca da ovest verso est la Costa della Vermiana a chiudere la Valnontey di fronte all'omonimo villaggio, separando il vallone del Lauzon da quello del Pousset. Del

¹⁾ Notiamo però che la susposta legge che stabilisce una relazione fra la direzione degli strati e quella dell'asse della valle in essi scavata, ed il pendio dei fianchi di questa, non va intesa in senso assoluto essendochè nelle valli di *comba* o d'*interstratificazione* il pendio dei fianchi dipende essenzialmente dalla inclinazione degli strati. Questa nelle valli di *comba* influisce altresì grandemente sulla degradazione superficiale, mentre nelle valli di perfetta *chiusa* tale degradazione dipende essenzialmente dalla natura litologica delle rocce.

nuovo gruppo sovraccennato la prima vetta che s'incontra è la Punta Nera (3692), con a destra la Punta Rossa (3652) ed a sinistra la Punta Biarca (3801), donde s'arriva alla svelta piramide della Grivola (3969). Dal gruppo della Grivola discendono alla valle di Cogne tre valloni: quello del Pousset che sbocca a Crétaz; quello di Trajo che sbocca di fronte ad Epinel, e quello di Nomenon che scende su Silvenoire.

Le numerose vette nominate non sono che parte delle numerosissime che rendono interessante e tanto caro agli alpinisti il gruppo del Gran Paradiso.

Nell'epoca glaciale, quando in causa delle grandi precipitazioni ed accumulazioni nevose sulle Alpi successe la massima espansione di ghiacciai che diede luogo all'invasione glaciale fin nella Valle Padana, il gruppo del Gran Paradiso funzionò esso pure da grande accumulatore di ghiaccio e contribuì potentemente all'alimentazione e alla discesa alla pianura dell'unico immane ghiacciaio della Valle d'Aosta.

Coll'osservazione delle rocce lisce, striate ed arrotondate, e dei più elevati lembi morenici dal ghiacciaio abbandonati su per i fianchi della valle, possiamo ricostruire l'entità e l'andamento del fenomeno glaciale ed immaginarci il grandioso spettacolo presentato da quell'immenso mare di ghiaccio dalla cui superficie emergevano, sotto forma di isole acuminate, allungate o tondeggianti, parte delle costiere e le vette sovranominate. I ghiacciai discendenti dai valloni di Grauson, d'Urtier, di Bardoney, di Valeille si riunivano a Cogne con quello maggiore di Valnontey, e, rinforzati ancora da quelli minori d'Arpisson sulla destra, del Pousset, del Trajo e di Nomenon sulla sinistra, costituivano il gran ghiacciaio della Valle di Cogne. Questo ghiacciaio a Cogne poteva raggiungere l'altitudine di circa 1800 metri (Cogne è a 1534) con una potenza di più che 250 metri. Unendo con una retta il punto sulla verticale di Cogne all'altitudine di 1800 m. con le parti più elevate dell'attuale ghiacciaio della Tribolazione a 3800 m. d'altitudine circa, si può ritenere che tale retta rappresenti la linea di massima pendenza del ghiacciaio di Valnontey nell'epoca della sua massima entità. Per tale dislivello di 2000 m. circa e per la distanza orizzontale di circa 12.500, la pendenza di tale linea risulta approssimativamente del 16 p. 0/10.

Abbiamo così gli elementi per formarci un'idea di quell'immensa superficie ghiacciata, sulla quale, cadendo un macigno di gneiss centrale staccatosi dalla suprema vetta del Gran Paradiso, poteva, per il moto d'avanzamento del ghiacciaio, essere

trasportato per la Valnontey, la Valle di Cogne e la Valle di Aosta alla fronte estrema del gran ghiacciaio della Valle d'Aosta, e, dopo un percorso di 120 chilometri circa, venir deposto con altri compagni di viaggio di diversa provenienza nella morena frontale di Candia, Caluso, Mazzè, ecc. Se si ammette per quel ghiacciaio una media velocità di avanzamento di 150 metri all'anno, per compiere tale percorso quel macigno avrebbe dovuto impiegare non meno di 800 anni.

Venuta meno l'intensità del fenomeno glaciale per l'aumentata trasparenza dell'atmosfera ¹⁾ e conseguente diminuzione delle precipitazioni nevose, i ghiacciai, per mancanza di nutrizione, dovettero retrocedere, ritirandosi poco a poco entro le valli alpine, restringendo sempre più il loro dominio intorno alle grandi altitudini, dove ora si trovano confinati. Delle vicende della loro ritirata, fattasi talora con lunghe fermate, e talvolta anche con deboli tentativi di nuovi avanzamenti, lasciarono numerosi segni, come già del loro avanzamento, nei cordoni morenici, livellamenti di fondo di valli, bacini lacustri, ecc.

Il ghiacciaio della Valle di Cogne di mano in mano che retrocedeva si distaccava dai suoi confluenti, si scindeva cioè nei suoi diversi costituenti ritirantisi ciascuno nel proprio vallone. Si osservano pertanto depositi morenici, alcuni caratteristici e ben conservati in molte località. Staccatosi il ghiacciaio della Valle di Cogne dal gran ghiacciaio della Valle d'Aosta, depositò una morena frontale a Pont d'El ed altra morena a Vièyes. Abbandonato quindi il ghiacciaio del vallone del Gran Nomenon che ritirandosi lasciò la morena di Plan Pessey, ammantava di depositi morenici molti punti di quel tratto di valle, quali Silvenoire, Senagy, Plan Bois, Sisoret, vallone di Tzasèche.

Analogamente successe nel vallone del Trajo, dove il suo ghiacciaio ritirandosi lasciò le morene di Grangette e Chinaz, ed il ghiacciaio principale costrusse quelle di Géofré e Pianesse, mentre addossava sul versante opposto della valle, ad Epinel, un amanto morenico in cui il torrente d'Arpisson scavò il suo sbocco nella Grand'Eyvia.

Ad Epinel la valle s'allarga a costituire un vero bacino, l'incantevole bacino di Cogne, che si prolunga per 7 chilometri fino a Lilla; in questo bacino l'accumulazione dei detriti morenici raggiunse un altissimo valore, naturale conseguenza delle condizioni orografiche locali preesistenti, le quali vennero qui notevol-

¹⁾ DE MARCHI L.: *Le cause dell'Èra glaciale*. Pavia, Fusi, 1895.

mente modificate dal fenomeno glaciale, per la sovrapposizione di imponenti formazioni moreniche.

A Cogne infatti si riunivano in un'unica corrente, i ghiacciai d'Urtier, di Bardoney, di Valeille, di Valnontey e di Grauson, accumulando ivi un'enorme quantità di ghiaccio ricco di materiale morenico. Per l'allargata sezione e per il brusco cambiamento di direzione dovuto subire dalla grande corrente proveniente dalla Valnontey, si produsse un vero ristagno nella massa di ghiaccio premente contro il pendio di Gimilian, quasi un rigurgito con sopraelevazione di pelo. Approssimativamente possiamo anche calcolare che la massa glaciale addensatasi nel bacino fra le seguenti località: sul dorso di Moncuc, sopra Buttier, Rubat, il Ronc, Les Ors, e passando sul versante destro a valle di Crétaz e rimontando il versante stesso per Gimilian e Moline, avesse circa 4 chilometri quadrati di superficie, che per una potenza di 250 metri danno un miliardo di metri cubi di ghiaccio.

È facile comprendere quale enorme quantità di detriti rocciosi una così colossale massa dovesse rinchiudere nel suo seno e quale ricchezza di morene dovesse portare sulla sua superficie.

Benchè in ragione minore, qualche cosa di analogo successe pure superiormente, cioè alla confluenza dei ghiacciai di Valeille e di Urtier a Lilla.

Si spiega quindi facilmente come lunghissimo debba essere stato il tempo di regresso del ghiacciaio da Epinel fino a Cogne e a Lilla, e si comprende come difficile e lungo sia stato il lavoro d'ablazione necessario per distaccare l'uno dall'altro i ghiacciai di Valnontey, Urtier, Bardoney, Valeille e Grauson, quasi che « compagni fino allora ed uniti solidariamente in una sola fiumana di ghiaccio, si peritassero a separarsi per rimontare nei loro rispettivi bacini », come con frase felice si esprime il Baretto nei suoi « Studi Geologici sul Gruppo del Gran Paradiso ».

Ecco pertanto come per spiegare un maggior attardarsi di ghiacciai nel bacino di Cogne durante il periodo di regresso, non sia nemmeno necessario ricorrere ad un vero periodo d'arresto nell'indietreggiamento, cioè ad una diminuzione del valore del rapporto fra la velocità di fusione e quella di alimentazione dei ghiacciai stessi.

Basta insomma considerare che può essere successo per quel ghiacciaio qualche cosa di paragonabile a ciò che vediamo succedere per un fiume in piena attraversante un grosso lago, e che il Lombardoni chiamò il *potere moderatore dei laghi*, quando all'altezza di piena del fiume si sostituisca la *velocità di regresso*

nel ghiacciaio. Ammessa l'uguaglianza in una data piena fra la portata integrale d'un fiume immittente in un lago e quella integrale dell'emissario, si sa che per questo l'altezza di piena è minore e la sua durata è maggiore rispettivamente all'altezza e alla durata della piena del fiume immittente. Così nel periodo di ritiro d'un ghiacciaio, ammessa costante la velocità di fusione, se vi ha un maggior addensamento di ghiaccio in una espansione valliva, a quella corrisponde una minor velocità di regresso della fronte del ghiacciaio, epperchè una maggior permanenza del ghiacciaio sul luogo.

L'accumulazione di depositi morenici raggiunse adunque la massima entità lungo tutto il versante destro da Epinel a Gimilian, dove venivano ad urtare e confondersi le principali morene discendenti dalla Valnontey con quelle d'Urtier, originandovi un immenso accumulo caotico prima di risvoltare quasi ad angolo retto per discendere lungo la valle.

Pertanto lungo quel tratto di versante le condizioni orografiche locali, combinate colla meccanica dei ghiacciai, facilitavano il depositarsi d'un poderoso mantello morenico durante tutto il periodo d'avanzamento del ghiacciaio e del suo regresso fino al punto in questione: così pure, sul dorso arrotondato di Moncuc, alla confluenza dei due ghiacciai e sul versante opposto Moline-Champlong, mentre minore doveva riuscire l'entità della deposizione morenica sul versante sinistro Buttier, Rubat, il Ronc, Les Ors, Le Fontane, Recougier, dove esercitavano un potere assai limitato i valloni del Pousset e del Lauzon.

Nel periodo adunque della massima potenzialità glaciale, il deposito morenico di Gimilian assunse per un certo tempo il carattere di *morena d'ostacolo o di rivestimento*.

Ma la massima deposizione morenica si verificò evidentemente dal momento in cui, ritirandosi quei ghiacciai, essi vennero ad avere la loro comune fronte nel bacino di Cogne, quando cioè tutte le loro morene vennero a confondersi in un unico, esteso e potentissimo deposito frontale.

Staccatosi finalmente il ghiacciaio di Valnontey da quello di Urtier-Bardoney-Valeille, il primo, come quello più poderoso, continuò ad occupare il bacino di Cogne, mentre il secondo ritiravasi sempre più su Lilla riempiendo quel tronco di valle di deposito *morenico*. Ed intanto il ghiacciaio di Grauson, rimontando il suo vallone, vi costruiva la bella morena che sulla sua destra da Gemilian per Terrabouc e Monro arriva fino all'alpe Pila, e sulla sinistra l'altra che discende a Moline.

È caratteristico il deposito morenico che alle falde di Moneuc costituisce l'attuale Piano di Selva Nera sulla sinistra della valle, il quale è « un tratto di terreno pianeggiante diretto da nord-ovest a sud-est, di larghezza variabile fra 200 e 300 metri, di 3 chilometri circa di lunghezza, e leggermente inclinato verso un secondo bacino, a monte di Cogne, nel quale giace il villaggio di Lilaz (m. 1607), allo sbocco dei valloni di Valeille e di Urtier; l'inclinazione è quindi in senso opposto a quella del tratto di valle compreso fra Cogne e Lilaz ¹⁾ ». Quest'altipiano, secondo il dott. F. Virgilio, sarebbe stato un tempo il fondo d'un lago formatosi per sbarramento glaciale « originato durante la fase di regresso del periodo glaciale dell'antico ghiacciaio di Valnontey, il quale, rimasto ad occupare colla sua parte terminale per un certo tempo il bacino di Cogne, formò barriera insieme colle sue morene laterale destra e frontale al libero defluire delle acque di fusione dei ghiacciai in ritiro di Grauson, d'Urtier, di Acquarossa, di Bardoney e di Valeille ²⁾ », il quale lago si sarebbe poi vuotato in seguito allo sbracciamento del morenico presso Moline per l'azione erodente delle acque.

Di tale opinione non è il prof. M. Baretta, il quale così obietta: « Quando nel ritiro i ghiacciai di Grauson, di Urtier, di Bardoney, di Valeiglia, si confinarono nelle rispettive valli, l'ammasso *morenico* da essi accumulato allo sbocco del bacino di Cogne, potè aver rattenuto le acque nel bacino di Lilaz fino a sventramento dell'ostacolo *morenico* di Moline; un piccolo lago glaciale si sarà formato a Lilaz, ma non fino a Moline, come pare abbia immaginato in un suo lavoro il dott. Virgilio, giacchè il solco di valle fu completamente riempito dal *morenico*, tanto che il torrente fu poi obbligato ad aprirsi la via tra le rocce di destra ed il *morenico*; se lago allungato fosse esistito, esso avrebbe occupato gran parte del solco di valle in senso trasversale, ed il torrente, dopo svuotato il lago, avrebbe percorso un tratto pianeggiante verso il mezzo di detto solco. Se lago esistette, questo fu solo rispondentemente al piccolo bacino di Lilaz, e quindi in iscala molto ridotta a petto dei veri laghi glaciali, come quello di Combal ed altri ³⁾ ».

Queste obiezioni all'ipotesi del dott. Virgilio non ci paiono sufficienti per escludere la possibilità che nel tronco di valle a

¹⁾ VIRGILIO F.: *Di un antico lago glaciale presso Cogne in Valle d'Aosta*, negli Atti della R. Acc. Scienze di Torino, 1886.

²⁾ VIRGILIO F., loc. cit.

³⁾ BARETTA M.: *Geologia della Provincia di Torino*. Torino, F. Casanova, 1893, p. 352-53.

monte di Cogne fino a Lilla si fosse formato un notevole lago per sbarramento glaciale. Anzi, l'osservazione delle condizioni locali ci rende favorevoli a detta ipotesi.

Quando avvenne il distacco dal ghiacciaio di Valnontey, di quelli di Grauson da solo, e di quelli d'Urtier, di Bardoney e di Vailleille, ancora uniti in un unico ghiacciaio, diminuì in questo l'elevazione della superficie superiore della sua fronte in confronto di quello di Valnontey sbarrante la valle, essendo cessata la causa del suo rigurgito che ne sopraelevava la superficie; inoltre, la sua potenza essendo minore di quella del Valnontey, anche minore doveva riuscire il deposito morenico. Per conseguenza la superficie del deposito morenico caotico che occupò tutto il solco di valle superiormente a Cogne fino a Lilla, risultò di livello più basso della gran diga formata dal ghiacciaio di Valnontey e dalla sua potentissima morena laterale destra e terminale da Moncuc a Moline. Inoltre, il depositarsi di questa lungo il piede del ghiacciaio intercluse sul fondo della valle il corso delle acque di fusione dei ghiacciai superiori, obbligando queste a ristagnare, innalzarsi e costituirsi in lago.

Se si ammette che il deposito morenico lasciato dai ghiacciai ritirati a Lilla raggiungesse l'altitudine di 1700 (se poco più o se meno, non resta infirmato il ragionamento), la sua superficie orizzontale coperta dalle acque del lago, aveva un'estensione in senso trasversale di circa un chilometro, ed il torrente, dopo svuotato il lago, percorreva appunto un tratto pianeggiante verso il mezzo del deposito, tale essendo anche ora la posizione del suo percorso, cioè all'incirca a metà distanza orizzontale fra le curve di livello 1700 e 1800 dei due fianchi della valle. Più sottile e poggiate su pendio più ripido, il manto morenico di destra più facilmente franò in parecchi tratti mettendo a nudo la sottostante roccia. Ritirandosi esso pure il ghiacciaio di Valnontey, e battuta in breccia la sua morena terminale dal torrente Grauson presso Moline, in questo punto s'incise sempre più profondo lo sbocco alle acque provenienti dalla valle superiore, per cui si può ben dire che il torrente, dopo svuotatosi il lago, ne percorse il fondo verso il mezzo abbassandosi quasi verticalmente, senza cioè dar luogo a notevoli divagazioni laterali.

A dare maggior elevazione al piano di Selva Nera nella sua parte a valle contribuì anche la maggior quantità di detrito morenico contenuto nella maggior altezza posseduta ivi dal ghiacciaio per il sovraccennato rigurgito. Quel lago avrebbe coperto una superficie di circa 3 km. di lunghezza per 1 di larghezza.

Perdurando le cause del ritiro dei ghiacciai, anche il gran ghiacciaio di Valnontey abbandonò il bacino di Cogne ritirandosi nel suo vallone, ed il ghiacciaio ricoprente il piano di Lilla si separò anch'esso nelle diverse correnti di Valeille, Bardoney e Urtier ritirantisi esse pure nei rispettivi valloni. Le morene abbandonate in questo ritiro sono numerose, alcune assai potenti e ben conservate; così sono abbondanti i depositi morenici presso Lilla, come quello a monte del villaggio formato dalla confluenza delle due correnti di ghiaccio ivi convergenti; così pure è degna di nota la bella morena frontale dalla sottile cresta lasciata al Crêt dal ghiacciaio d'Urtier dopo separatosi da quello di Bardoney e d'Acquarossa.

Nel vallone di Valnontey sono pure numerose le morene antiche, alcune ammantate di belle pinete; le più belle si osservano a Reppiaz, Babein, Bova, Valnontey, Persipia, sopra Vermiana, ecc.

Oltre che dai depositi morenici, il passaggio dei ghiacciai è rivelato da numerose rocce arrotondate, levigate, striate, che si possono osservare ad ogni passo e che attestano della grande potenza del fenomeno glaciale.

Risalendo i valloni, l'aspetto del terreno va modificandosi gradatamente: le morene ricoperte da folta vegetazione con piante di alto fusto cedono il posto ad altre sulle quali la vegetazione va man mano diminuendo; agli alti alberi sottentrano i cespugli, agli ubertosi pascoli, freschi per copia d'acque, ne succedono altri a rare zolle, che poi si trasformano in aride ondulazioni di terreno su cui stentatamente allignano magre pianticelle d'erbe alpine.

Il viandante si trova quindi a camminare su un terreno dovunque sassoso, dal quale sui fianchi della valle fanno capolino spuntoni di roccia che più in alto si convertono in balze e rupi scoscese; quel terreno solcato in fondo alla valle dai divaganti torrentelli è comunque rimaneggiato e chiaramente dimostra formare il campo delle incursioni torrentizie; lateralmente e verso il termine della valle gli accumuli di ciottoli assumono forme ben distinte di cordoni regolari taluni molto allungati, altri arcuati oppure coniformi. Questi cordoni, sbrecciati in alcuni punti da qualche torrente che discende al thalweg della valle, si succedono l'un l'altro, si sovrappongono e si continuano fino allo sfondo della valle stessa dove si addossano alle rupi che la chiudono, attorniano le fronti dei ghiacciai che maestosi ne scavalcano le balze: su questi si arrampicano e si continuano lateralmente sulla loro superficie, sulla quale si perdono poi nelle più elevate altezze.

Così insensibilmente le morene antiche hanno ceduto il campo alle attuali, a quelle che vengono alimentate sotto i nostri occhi dagli attuali ghiacciai, che noi vediamo consolidarsi là dove i ghiacciai sono stazionari od in regresso, che noi vediamo rimosse e trasportate in avanti ed anche distrutte là dove i ghiacciai riprendono ad avanzarsi.

E questi ghiacciai, un tempo già così potenti, noi vediamo aver abbandonato non la gran valle soltanto, ma eziandio i rispettivi valloni, e per ritrovarli dobbiamo risalire alle loro estremità superiori, alle loro ultime ramificazioni. Alcuni sono del tutto scomparsi, altri si sono trasformati in modeste vedrette, altri hanno sopravvissuto, e benchè non molto numerosi, sonvene nonpertanto ancora parecchi che presentano delle importanti masse che ricoprono parecchi chilometri quadrati di superficie, con un dislivello di più che un chilometro.

Nella regione di cui ci occupiamo sonvi attualmente i seguenti ghiacciai i quali mandano la loro acqua nella Valle di Cogne:

discendenti dalla Grivola: il ghiacciaio di Nomenon nel vallone omonimo discendente a Vièyes, e quello del Trajo nel vallone discendente di fronte ad Épinel;

nella Valmontey: il piccolo ghiacciaio di Rayes Noires immittente nel vallone di Lauzon; il ghiacciaio di Lauzon con due piccoli ghiacciai sulla sua sinistra (questo ghiacciaio si divide in due rami, quello sinistro versa nel vallone di Lauzon, quello destro versa invece nel vallone di Gran Valle e viene anche detto ghiacciaio di Grand Sertz); il ghiacciaio dell'Herbetet, il ghiacciaio di Dzasset, il colossale ghiacciaio della Tribolazione, il ghiacciaio di Grand Croux, quello imponente di Money, quello di Patri e quello di Valletta;

nella Valeille: il ghiacciaio di Valeille, quello delle Sengie, e quello di Arolla;

nel vallone di Bardoney: il ghiacciaio di Bardoney e quelli di Lavina;

nel vallone d'Urtier: il ghiacciaio di Peratza;

ed infine i piccoli ghiacciai del vallone di Grauson, fra i quali il più importante è quello di Tessonnet o Dorère.

Sonvi inoltre altre piccole masse glaciali e vedrette disperse qua e là.

Orbene, ecco il gran problema: questi ghiacciai, residui di antichi potentissimi, seguono essi tuttora in modo generale la legge del loro ritiro, continuando oggi quello che da millennii

andò verificandosi; sono cioè dessi destinati a scomparire totalmente in un tempo più o meno prossimo? Ovvero questa legge fatale del loro ritiro non ha essa subito qualche radicale modificazione, o ceduto il posto ad un'altra legge per la quale i nostri ghiacciai rimangano stazionari, se pure non debbano nuovamente avanzarsi?

Il poter rispondere in modo sicuro a queste domande equivarrebbe a predire quale sarà l'avvenire del nostro paese. Mancante di due dei principali fattori della ricchezza nazionale, il ferro ed il carbone, l'Italia spera un prospero avvenire in due altri elementi: l'acqua ed il vino¹⁾; questo quale esplicazione della massima potenzialità agricola del nostro paese ed in ispecie della sua parte peninsulare; quella sotto un triplice aspetto, cioè: quale mezzo di comunicazione per i commerci (navigazione marittima e fluviale), quale coefficiente necessario all'agricoltura (irrigazione), ed infine quale produttrice di forza motrice. Sotto quest'ultimo aspetto, le condizioni dell'Alta Italia sono eminentemente propizie in grazia della perennità dei suoi fiumi dovuta appunto ai ghiacciai alpini, i quali per conseguenza non soltanto sono serbatoi d'acqua, ma sono dei provvidenziali accumulatori di forza viva. E chi è che non veda quale immenso avvenire sia riserbato alla nostra regione, specialmente cogli'imprevedibili e stupefacenti progressi dell'elettrotecnica?

Ma che cosa accadrà di tutto ciò, se in un tempo anche assai lontano verrà a mancare la prima fonte delle sognate ricchezze, se verranno a mancare i ghiacciai? Certo, anche nella peggiore ipotesi, occorreranno molti secoli perchè ciò possa avverarsi, e noi non lo vedremo. Ma se un secolo è spazio di tempo enorme nella vita degl'individui, nella vita delle nazioni non sono trascurabili le scadenze assai maggiori, anche se di molti secoli.

Molto probabilmente l'ingegno e l'attività umana troveranno altri generatori di forza, altre trasformazioni di energie; ma sarà necessario un profondo e generale mutamento nelle condizioni di cose quali noi possiamo ora prevedere.

Ecco pertanto pienamente giustificato, non soltanto dal lato puramente scientifico, il movimento di attenzione, di indagini, di studi che in questi ultimi anni si è manifestato ed è andato accentuandosi circa i fenomeni glaciali.

¹⁾ UZIELLI G. e DRUETTI A.: *La Geologia e le sue relazioni con l'ingegneria italiana*. Torino, 1890.

II.

Un fatto accertato è quello dell'alternanza, a periodi di tempo più o meno lunghi, del movimento di ritiro con quello di avanzamento dei ghiacciai alpini. La durata di questi periodi non è ben nota, tanto più che varia assai da luogo a luogo. Un altro punto rimane a chiarire; se cioè queste oscillazioni nella lunghezza dei ghiacciai siano di ugual valore tanto nel verso positivo quanto nel negativo, epperò si compensino, oppure se le singole ritirate non siano d'entità maggiore degli alternanti avanzamenti, per cui continui a verificarsi la legge generale del ritiro dei ghiacciai iniziatosi dopo la massima espansione glaciale.

Pare e si ritiene che quasi tutti i ghiacciai alpini abbiano subito un notevole regresso nel venticinquennio 1850-1875, e si ritiene anche che da quest'anno vada operandosi invece un nuovo moto d'avanzamento, come si è verificato per più di 50 ghiacciai alpini.

Le nostre poche osservazioni fatte sui ghiacciai del gruppo del Gran Paradiso versanti le loro acque nella Valle di Cogne non ci confermano per generale tale stato d'avanzamento, e dobbiamo concludere che se « questo ultimo quarto di secolo segna una delle tante fasi d'avanzamento dei ghiacciai » ¹⁾, le valli di Cogne costituiscono un'eccezione.

I ghiacciai che abbiamo particolarmente visitato e circa i quali abbiamo eseguito misure, segnalazioni o fotografie, sono il ghiacciaio nord-ovest di Lavina nel vallone di Bardoney; il ghiacciaio d'Arolla e quello di Valeille nel vallone omonimo; i ghiacciai di Money, di Grand Croux, della Tribolazione e dell'Herbetet in Valnontey; in alcune vedute panoramiche abbiamo pure fotografato quelli di Patri e di Valletta.

Il sistema adottato per fissare il limite della fronte dei ghiacciai osservati, è quello di croci scolpite nella viva roccia e colorate con minio; dove ci fu possibile abbiamo, con due o più croci in linea retta ed a conveniente distanza, stabilito l'allineamento passante per detto limite; dove ciò non fu possibile l'allineamento l'abbiamo indicato con una croce scolpita da una parte del ghiacciaio, notando qualche vetta od accidentalità montuosa ben riconoscibile colpita dalla visuale dell'allineamento. In ogni caso poi abbiamo cercato di disporre gli allineamenti passanti per lo

¹⁾ *Sullo studio del movimento dei ghiacciai*: Relazione della Commissione nominata dalla Sede Centrale del C. A. I., nella " Riv. Mens. " vol. XIV (1895) pag. 199.

estremo limite dei ghiacciai il più che potemmo in direzione perpendicolare all'asse dell'ultimo tronco inferiore dei singoli ghiacciai. Ad ogni segnale abbiamo dato un numero d'ordine, a volte scolpito, a volte soltanto dipinto con minio, e vi abbiamo inoltre scritto il millesimo e le iniziali dei nostri nomi — D. P. — anche queste con lo scalpello ove potemmo. Per rendere poi più facilmente ritrovabili nell'avvenire i nostri segnali, abbiamo avuto cura di richiamare su di essi l'attenzione del cercatore con frecce od altri segni ben visibili dipinti con minio nelle rocce circostanti. Tutte le nostre osservazioni poi facemmo nel mese di agosto.

Con noi avevamo sempre le carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare alla scala di 1 : 50.000 e gli ingrandimenti al 25.000, la carta foto-topografica del Paganini e quella annessa alla guida « *The Mountain of Cogne* » dei sigg. Yeld e Coolidge. Quest'ultima, e per la sua scala (1 : 97.000) e per il modo con cui è disegnata, serve soltanto per fissare nettamente i fatti orografici salienti, ed è poi specialmente preziosa per la nomenclatura delle punte, creste e colli. La carta al 50.000 dell'I. G. M., levata nel 1881 e 1882 (così sta scritto in due copie della stessa tavoletta) e punto modificata posteriormente, ed il suo ingrandimento al 25.000 sono assai ricche di particolari, ma sono tutt'altro che prive di difetti e sono poi troppo deficienti per ciò che riguarda la rappresentazione dei ghiacciai. La carta infine del Paganini è una riproduzione fedele del vero, è accuratissima in ogni minimo particolare non solo di roccia, ma anche di ghiacciaio, e le coscienziose curve di livello e le numerose quote la rendono si può dire opera perfetta; l'unica cosa che rincresce si è che questa carta non sia ultimata e maggiormente estesa.

Avevamo pure con noi un barometro aneroidale per la determinazione di alcune differenze di livello; ma disgraziatamente ben poco ce ne potemmo servire perchè uno dei tanti piccoli accidenti di montagna lo pose ben presto fuori servizio. Ci servimmo infine di un tacheometro per eseguire alcune operazioni topografiche, e per collegare alcuni punti di determinazione importante con quelli della rete geodetica italiana; ci spiace però che, per un complesso di circostanze sfavorevoli, non abbiamo potuto fare di tali collegamenti quel numero che avremmo desiderato.

Ghiacciai di Lavina.

Due sono i ghiacciai di Lavina, il nord-ovest ed il sud-ovest, il quale ultimo è anche il maggiore. Noi, per il crestone ovest, discendemmo sul ghiacciaio di nord-ovest calandoci dalla vetta alla quale eravamo saliti per la cresta nord, dopo aver risalito il vallone d'Acquarossa ed una discreta vedretta che ne riveste la parte superiore fino alla Bocchetta d'Acquarossa ¹⁾. Questa vedretta non ci offerse nulla di notevole e tutti i suoi particolari ce la fecero ritenere attualmente stazionaria.

Il sopraddetto crestone diretto da est a ovest costituisce appunto la separazione fra i due ghiacciai di Lavina, dei quali quello a nord ci appariva più come semplice vedretta che non un vero ghiacciaio, ma a questa categoria dovemmo ascriverlo quando lo percorremmo. Ha una lunghezza orizzontale di 650 metri ed una larghezza massima di poco meno di 500 metri; la sua linea mediana di massima pendenza ha un andamento di poco oscillante intorno alla direzione sud-est—nord-ovest, con un dislivello massimo di 240 metri. Ha una bella morena frontale arcuata, recentissima, distante una ventina di metri dall'estremo limite inferiore del suo ghiaccio, e possiede pure belle morene laterali, specialmente la sinistra che è assai poderosa e molto regolare. La sua estremità inferiore è sopraelevata in media di più che 400 metri sul tronco del fondo del vallone corrispondente, e vi si discende dapprima per morene recenti di forme assai caratteristiche, e poscia per un deposito caotico morenico, franato in molti punti ed inciso in ogni dove dalle acque, e ricoperto da magro pascolo e stentati cespugli. Manifesta evidenti i segni di essere tuttora in regresso.

Prendemmo una fotografia del limite inferiore di questo ghiacciaio dalla morena laterale sinistra con visuale normale all'asse del ghiacciaio stesso, alle ore 15,30 del giorno 13 agosto, e scolpimmo il seguente segnale: + D. P. 95, colorato in minio e portante il N. 9 scritto semplicemente a minio, nelle rocce formanti la costiera che a nord incassa il ghiacciaio. La linea retta che unisce questo segnale al piede estremo della fronte del ghiacciaio passa per la marcatissima depressione che nella catena a sud-ovest forma il Colle di Arolla ²⁾.

¹⁾ SANTI F.: *In Valle di Coyne, ecc., con appunti botanici*, nella "Rivista Mensile del C. A. I." vol. XV (1896) num. 3.

²⁾ In altra pubblicazione daremo gli schizzi particolareggiati di tutti i segnali eseguiti e visuali adottate, allorquando avremo maggior copia di materiale raccolto.



GHILACCIAIO DI MONEY FRA LA PUNTA CISSETA E LA ROCCIA VIVA

Da una fotografia dell'ing. A. Druetti presa dall'estremità ovest del fronte del Ghiacciaio nella Tribolazione.



PIEDE DEL GHIACCIAIO DI GRAND-CROUX CON VEDUTA DEL GHIACCIAIO DELLA TRIBOLAZIONE

Da una fotografia dell'ing. A. Druetti presa da levante.



L'ora tarda ed il tempo male promettente non ci permisero di fare analogha segnalazione sul ghiacciaio sud il quale ha la sua linea di massima pendenza diretta da est ad ovest con una lunghezza orizzontale in quel verso di 925 metri; la sua larghezza massima è di quasi un chilometro ed il dislivello di 350 metri. Dal crestone sovraccennato potemmo osservare a volo d'uccello questo ghiacciaio il quale, salvo la mole maggiore, si trova nelle stesse condizioni di quello nord.

L'entità del loro detrito morenico, che pare sproporzionata alla potenzialità di questi due piccoli ghiacciai, si spiega colla natura delle rocce incassanti: gneiss tabulari eminentemente scistosi, calcescisti e calcari cristallini, nelle quali rocce la stratificazione molto accentuata con forte inclinazione favorisce la degradazione loro, i franamenti e le lavine.

Ghiacciai del Vallone di Valeille.

Se questo vallone, diretto da nord a sud, non può competere col vicino di Valmontey per copia e maestosità di ghiacciai, gli è però degno compagno per la ricchezza di vette che offre allo sguardo del visitatore e lo supera in regolarità d'andamento e selvatichezza di paesaggio.

E qui non possiamo trattenerci dal riportare integralmente la scultoria descrizione che ne fa l'amico G. Bobba nella sua interessante raccolta di escursioni ¹⁾.

« La sua forma regolare di enorme fosso rettilineo, scavato in modo uniforme fra due sponde che l'azione potente degli antichi ghiacciai andò spianando e lisciando, e la mancanza di risalti nella parte più bassa gli danno parvenza d'una via ciclopica, fiancheggiata da tetri edifici. Il « thalweg » che conserva fin quasi ai piedi dell'ultimo ghiacciaio una larghezza costante di circa 1½ km. era altra volta verdeggiante di prati; ora innumerevoli frane di sassi scese dalle sponde, massi giganti piombati dall'alto, e capricciose incursioni del torrente lo han ridotto in una triste maceria distudentesi senza tregua da un capo all'altro; alcuni miserabili pascoli quasi soffocati dalle macie, una capannuccia a mezzo il cammino, pochi alberi solitarii, tutto s'accorda nell'improntare di selvatichezza inospitale quel chiuso vallone. »

In questo vallone si verifica lo stesso fatto che in quello di Bardoney e che ancora non rilevammo: là tre piccoli ghiacciai

¹⁾ BOBBA G.: *Attorno al Gran Paradiso*, nel " Boll. C. A. I. ", vol. XXVIII, pag. 218.

i due di Lavina sul fianco est e con esposizione ad ovest, ed il piccolo ghiacciaio terminale di Bardoney con esposizione a nord: qui pure tre ghiacciai, due (Arolla e Sengie) sul fianco est con esposizione ad ovest, ed uno terminale, quello di Valcille, con esposizione prevalente a nord. In tutti due i valloni v'è mancanza pressochè assoluta di ghiacciai sul fianco ovest esposto ad oriente. Ora, essendo l'esposizione a levante più propizia alla conservazione dei ghiacciai che non quella a ponente, bisogna ricercare nella maggiore ripidezza del fianco ovest la causa della mancanza di ghiacciai.

Ghiacciaio d'Arolla. — Questo ghiacciaio, così chiamato nelle varie carte, compresa quella al 50.000 dell'I. G. M. portante l'indicazione « levata nel 1881 », è invece detto ghiacciaio di Rol nell'altra carta al 50.000 dell'I. G. M. portante la dicitura « levata nel 1882 » e nel suo ingrandimento al 25.000; lo stesso accade in dette tre carte per la denominazione della Punta detta Grand'Arolla in quella 1881 e Punta Rol in quella 1882 e nell'ingrandimento al 25.000; nasce inoltre confusione fra il M. Veso nella prima e la Punta di Forches (di Forzo) nelle altre due.

In tutte tre poi queste carte osservasi un grave errore, già segnalato nel suo citato lavoro dell'avv. Bobba, il quale, riferendosi alla carta al 50.000 dell'I. G. M., dice: « il ghiacciaio del Rol su di essa confonde la propria onda con quella del ghiacciaio delle Sengie tra la Punta Rol e la quota 3105, sicchè pare che dal vallone dell'Arolla si possa senz'altro, passando pel ghiacciaio omonimo e con tutta facilità, raggiungere il piano superiore del ghiacciaio delle Sengie e di là il Colle di Forzo o quel di Monveso, soltanto cioè con una traversata in piano di due ghiacciai. Invece, il ghiacciaio d'Arolla termina verso S. sopra l'orlo di una elevata scarpa, alta in media oltre 300 m., che altro non è se non il prolungamento della cresta O. della Punta di Forzo.... sulla carta Paganini tale bastione spicca in modo chiarissimo »; così pure sulla cartina dei signori Yeld e Coolidge e sulla carta al 100.000 annessa alla recentissima *Guida delle Alpi Occidentali* (Vol. II° Graje e Pennine, Parte 2ª) dei signori G. Bobba e L. Vaccarone.

Il ghiacciaio d'Arolla ha un'estensione massima nel senso nord-sud di 1250 metri, per una media estensione est-ovest di 800 m., con un dislivello massimo di 300 metri. Nella fronte di questo ghiacciaio si possono considerare tre protuberanze, quasi tre rami. Abbiamo collocato il segnale + N° 11 - D. P. — 1895 tutto

sopra il sovraccennato piedestallo roccioso. Questa doppia segnalazione l'abbiamo fatta per le seguenti considerazioni.

La summentovata lingua di ghiaccio che costituisce la parte più avanzata del ghiacciaio deve evidentemente essere molto sensibile anche al più piccolo ingrossarsi del ghiacciaio sovrastante e premente, per cui s'allungherà sensibilmente; ma, per la sua piccola entità rispetto a quella di tutta la fronte del ghiacciaio, riesce certamente meno sensibile alle eventuali diminuzioni nel sovrastante ghiacciaio. Queste saranno pertanto meglio testificate dal superiore allineamento passante per il segnale N. 7 e per i punti più protesi della fronte generale del ghiacciaio, mentre questa fronte, per la sua posizione sull'orlo del piedestallo roccioso, non è adatta a far ben conoscere anche i piccoli avanzamenti del ghiacciaio obbligato a staccarsi e franare giù dal precipizio. — Il segnale N. 1 fu posto addì 7 agosto, e quello N. 7 nel giorno 11 agosto.

In relazione con la grandezza del ghiacciaio di Valeille stanno le sue morene, delle quali molte sono ben caratteristiche e disposte a cordoni molto regolari; ciò si verifica specialmente sul versante sinistro. Presso l'estremità della fronte del ghiacciaio s'innalza una gigantesca morena, terminata a valle da un colossale pignone conico; questa morena, che conviene salire per accedere al ghiacciaio, separa questo da una piccola vedretta che si trova alla sua sinistra, cioè ad ovest.

Il percorrere il ghiacciaio di Valeille riesce molto interessante; sopra la prima caduta di seracchi quasi marginale, la superficie del ghiacciaio si fa ad un tratto molto regolare e sale dolcemente limitata dall'accennata bella morena di sinistra; dopo un non lungo tratto percorso verso sud si arriva nell'interno del circo glaciale, dove il paesaggio è quanto mai strano e caratteristico. E qui l'amico Bobba ci perdoni se ancora una volta ci serviamo delle sue parole: « Mentre si attraversa il ghiacciaio, non so trattenermi dall'ammirare la chiostra strana che lo accerchia; la si direbbe opera d'uomo tanto è regolare: attorno ad una vasta distesa di ghiaccio sbiancato, la cui pianezza non è turbata da alcun rilievo, si eleva una muraglia scosciosa, macchiettata qua e là, e altrove variegata di striscie di neve cui numerosi pinnacoli dalla sembianza arcigna e selvatica coronano; verso ovest, al disopra d'una gradinata di seracchi, si rizza sovrano il Gran San Pietro col suo corteo di Apostoli; alla sua destra l'Ondezzana leva in alto la bruna cervice; verso la valle poi la vista è quasi chiusa dai contrafforti delle cime delle

Sengie e della Patri. Così nulla distoglie dalla contemplazione di quel solitario circo, e nulla turba la sensazione d'isolamento che vi si prova » ¹).

Continuando a rimontare il ghiacciaio, risvoltando ad ovest si giunge al Colle di Teleccio, il quale (come il Colle di S. Théodule), per le sue presenti condizioni glaciologiche, attesterebbe una locale invasione di ghiaccio, essendone ora completamente coperto, « mentre le descrizioni italiane ed inglesi di trent'anni fa concordano nel parlare delle rocce sulla cima. Si hanno documenti per provare che i pascoli oltre questo colle appartenevano al comune di Cogne in epoca non troppo remota, e prove storiche, etnografiche, tradizionali svariate concordano nel dimostrare che la Valle di Cogne comunicava facilmente con la Valle Soana, attraverso i passi della Nouva e del Bardonney, le cui strade sono ora interrotte da ghiacciai » ²).

Ghiacciai del vallone di Valnontey.

Ben altrimenti poderosi che non i precedenti sono i ghiacciai di Valnontey, come quelli che sono alimentati dai più estesi, elevati e potenti circhi glaciali.

In questo vallone, a differenza dei due precedenti, si hanno ghiacciai estesi, oltrechè sullo sfondo, su ambedue i versanti, i quali presentano quasi del pari le condizioni altimetriche atte a contenere la neve cadente dall'atmosfera ed alla sua trasformazione in ghiaccio.

A questo bacino abbiamo rivolto quelle speciali cure che, secondo noi, sono richieste per uno studio completo del fenomeno glaciale; e siccome un primo fattore a conoscersi è la superficie del bacino alimentante i ghiacciai, così con l'aiuto dei punti della rete geodetica e con osservazioni topografiche dirette abbiamo individuato con la massima cura la linea di cresta che circonda la Valnontey, dal Colle Lauzon per l'Herbetet, il Gran Paradiso, la Roccia Viva, il Grand St.-Pierre, fino alla Punta Valletta. Crediamo però cosa prematura il dare ora la lunga tabella delle coordinate topografiche di tutti i vertici di tale linea poligonale, inquantochè allo stato attuale molto incompleto delle nostre osservazioni, non ce ne possiamo ancora servire per ve-

¹) BOBBA G.: *Attorno al Gran Paradiso*, nel citato " Bollettino ", pag. 227.

²) PORRO F.: *Sull'opportunità che le variazioni dei ghiacciai italiani siano sistematicamente studiate, e sulle ricerche iniziate a tale scopo*. Estr. dagli " Atti del II° Congresso Geografico Italiano ", Roma 22-27 settembre 1895.

runa applicazione. Ci servirà poi per calcolare le superficie alimentanti i singoli ghiacciai, ed il rapporto dell'area di questi a quella dei rispettivi valloncini.

Se si avesse piena fiducia nelle diverse carte della regione nelle quali sono segnati i ghiacciai, evidentemente, conoscendo le date dei diversi rilevamenti, si avrebbero dei preziosi elementi, paragonando i limiti glaciali delle varie carte, per determinare il regime dei ghiacciai nell'intervallo trascorso tra un rilevamento e l'altro; ma ciò purtroppo non è. Perciò abbiamo pensato di procurarci noi stessi con un rilevamento diretto l'andamento della fronte dei diversi ghiacciai di Valnontey. Diamo qui appresso le coordinate di vari punti delle fronti glaciali, avvertendo però che, in causa del sistema delle intersezioni che dovemmo adottare, soltanto pochi punti potemmo fissare, per cui la spezzata che unisce tali punti non può ancora rappresentare il detto andamento in modo soddisfacente e definitivo.

Le coordinate sono riferite ad un punto facilmente ritrovabile e non discosto dalle fronti dei ghiacciai: esso è la testata sud del secondo ponte sopra Vermiana.

La convenzione per i segni è la solita, cioè: la retta Nord-Sud ci dà l'asse $+X, -X$, e la retta Est-Ovest l'asse $+Y, -Y$.

I diversi punti rilevati sulla fine dell'agosto 1895 hanno così le seguenti coordinate piane ortogonali:

Punto N°	X	Y	Punto N°	X	Y
1	-1802	-1108	9	-1850	+ 29
2	-1839	- 915	10	-2151	+ 615
3	-2205	- 810	11	-2125	+ 978
4	-2241	- 368	12	-1660	+ 852
5	-2100	- 211	13	-1293	+ 811
6	-2011	- 243	14	-1597	+1400
7	-1862	- 162	15	- 935	+2301
8	-2043	- 13	16	- 732	+2789

Il punto N° 1 è la bocca orientale del ghiacciaio della Tribolazione.

Coordinato questo rilevamento con quello accennato precedentemente della linea di cresta, alcuni dei punti principali di essa, riferiti alla stessa origine, assumono le seguenti coordinate:

Colle del Lauzon	X = +2820,	Y = -4228
Punta dell'Herbetet	» - 871,	» -3859
Vetta del Gran Paradiso	» -3904,	» -4311
Punta della Roccia Viva	» -3690,	» + 497
Vetta del Grand St.-Pierre	» -2980,	» +2739
Punta Valletta	» +1120,	» +2948
ed il Campanile di Cogne	» +6356,	» +2548

Costrutte le coordinate di detti punti, e riportando questi sulla carta dell'I. G. M. al 25.000, si ha una coincidenza assai soddisfacente, le piccole differenze essendo logicamente ascrivibili ai difetti che alle tavolette dell'I. G. M. provengono dalla tiratura, dalla qualità della carta e dal loro stato di conservazione. Inoltre il punto N° 1 viene a coincidere esattamente colla bocca del ghiacciaio della Tribolazione risultante dalla tavoletta al 25.000 ed ivi segnata colla quota 2394. Dichiariamo però che, per il motivo sovraccennato, non ci facciamo lecito inferire da questa coincidenza, che tutti gli scarti in più od in meno che si verificano nei punti da noi rilevati dalla linea frontale dei ghiacciai segnata su detta carta rappresentino altrettanti avanzamenti o regressi dei ghiacciai stessi. Anche la spezzata da noi rilevata ha bisogno di maggiori controlli e di essere completata, il che speriamo di poter far presto, punto dissimulandoci le gravi difficoltà, poichè trattasi di lavoro lungo, disagiata ed anche pericoloso per le frequenti cadute di massi dalle fronti dei ghiacciai.

Ghiacciaio dell'Herbetet. — Questo ghiacciaio è rinchiuso fra due alte creste, di cui quella a nord (sinistra) lo separa dal ghiacciaio di Grand Sertz, e quella a sud (destra) formante uno degli spigoli ascendenti al vertice della piramide dell'Herbetet, lo separa dal ghiacciaio di Dzasset detto della Gran Serra nella carta Paganini ed ancora dell'Herbetet nella carta dell'I. G. M.

Verso ovest è limitato da un'alta parete di roccia tagliata a picco presentante due depressioni a nord ed a sud: il Colle Nord (3260 m., carta Paganini) ed il Colle Sud (3315 m., carta Paganini) dell'Herbetet. La sua linea di massima pendenza discende pressochè dalla vetta dell'Herbetet (3778 metri) in direzione sud-ovest—nord-est per piegare poi a circa metà cammino ad est-nord-est, con un percorso orizzontale di 1700 metri e con un dislivello di quasi 820 metri.

La sua parte superiore forma per un'altezza di 450 metri un sottile manto di ghiaccio dell'ardita piramide, il quale interseca uno spigolo saliente diretto da sud a nord col ramo destro del contiguo ghiacciaio del Gran Neiron; la parte inferiore che costituisce la gran massa del ghiacciaio ha pendio regolare, e la sua superficie pochissimo accidentata, con rari crepacci trasversali, è paragonabile a quella di un'ellisse avente l'asse maggiore lungo m. 1350 ed il minore 600 metri. La sua fronte termina in una scarpa a pendio assai forte e regolarissimo e poggia su un terreno pianeggiante e regolare sul quale l'acqua che esce dal

ghiacciaio è obbligata a ristagnare in sottilissimi bacini prima d'arrivare all'orlo verso valle di tale spianata per precipitarsi quindi nel sottostante vallone. La lunghezza di quel « boden » glaciale è di una quarantina di metri; esso s'appoggia su una morena frontale intatta. La morena laterale destra è sviluppatissima specialmente in altezza e compresa per lungo fra due speroni rocciosi; oltre questa si vede un'altra morena gigantesca che, salendo, va ad unirsi con altra appartenente al Dzasset, e tutte due riunite vanno ad appoggiarsi in alto al crestone che sale alla punta dell'Herbetet. A sinistra del « boden » invece non vi è quasi morena, ma subito rocce lisce e senza strie. Sovra queste poi, addossato ad una scoscesa ed alta parete, si vede un notevole e regolare cordone morenico che, sempre addossato a detta parete, risale tutto il fianco sinistro del ghiacciaio fin verso il Colle Nord. Questo cordone e la grossa morena laterale di destra appaiono contemporanee e costituiscono in un certo tempo le due morene laterali del ghiacciaio.

Sulle sovraccennate rocce lisce abbiamo posto il segnale N. 10, + D.P. 95, scolpito e colorato in minio. L'allineamento passante per questo segnale e il piede della scarpa terminale del ghiacciaio colpisce l'estremità est della Testa di Valnontey.

La fotografia qui riprodotta della fronte di questo ghiacciaio fu presa dalla morena frontale un po' a destra, alle ore 15 del giorno 15 agosto con cielo purissimo e sole ardente. In questa fotografia, del ghiacciaio non si vede che la scarpa terminale; una parte del « boden » antistante alla scarpa riesce evidente; le rocce su cui ponemmo il segnale N. 10 si osservano alla destra presso l'estremità della scarpa e sopra di esse il cordone morenico sinistro sul quale più a monte si riversano copiose lavine dalla scoscesa parete del fianco sinistro; sullo sfondo appaiono i due Colli citati, Nord e Sud, nelle due depressioni estreme a destra ed a sinistra; da quest'ultima si innalza la piramide dell'Herbetet.

Un'altra fotografia che qui pure si riproduce prendemmo alle ore 13,30 dello stesso giorno dal Colle Sud dell'Herbetet: nei piani anteriori primeggia il sottostante ghiacciaio; a sinistra si vede la sua morena laterale sinistra colle sovrastanti lavine; nello sfondo si ha il panorama dei ghiacciai di Valletta a sinistra, di Patri nel mezzo, e la parte nord di quello di Money a destra.

Tutte le circostanze osservate alla fronte del ghiacciaio accusano in questo un periodo di ritiro verificantesi ancora all'atto della nostra visita.

Ghiacciaio della Tribolazione. — Questo, e per sviluppo e per dislivello, è il maggiore dei ghiacciai di Valnontey. Se si comprende nella sua superficie anche quella del ghiacciaio di Dzasset o della Gran Serra, il quale vi si unisce per la sua estremità inferiore (Vedi carta Paganini), la sua area orizzontale, depurata da quella occupata dalle creste e spuntoni rocciosi intermedi, risulta di non meno di sette chilometri quadrati e un quarto.

Nelle carte dell'I. G. M. al 50.000 ed al 25.000 ed in quella al 100.000 annessa alla recente « Guida » di Bobba e Vaccarone il ghiacciaio di Dzasset figura staccato da quello della Tribolazione; l'unione dei due ghiacciai risulta invece dalla cartina dei signori Yeld e Coolidge, ancora più intima che non dalla carta del Paganini.

In questa sua vasta estensione il ghiacciaio riceve alimentazione dal più elevato circo che in direzione nord-sud dall'Herbetet, per la Becca di Montandeyné, arriva al Gran Paradiso per risvoltare verso est fino alla Testa di Valnontey; di qui una cresta discendente da sud a nord lo separa dal ghiacciaio di Grand Croux, ma questa cresta alla quota 2950 presenta una breccia d'un centinaio di metri, per la quale una parte del suo ghiaccio si precipita con una rapida caduta di seracs sul sottostante ramo sinistro del Grand Croux.

Dalle sue massime altezze fino ai piedi delle sue fronti misura una caduta di livello di circa 1500 metri. Ha superficie relativamente pianeggiante e regolare nelle parti più elevate; presenta enormi crepacci nelle parti medie ed una superficie assai tormentata specialmente verso i lati; nelle sue parti inferiori per il forte pendio precipita rapido a valle con lunga caduta di seracs, che visti dal basso appaiono sotto forma di spettacolosa gradinata.

Esso scavalca le ultime balze e raggiunge il fondo sassoso della valle dividendosi in due rami, ciascuno dei quali si protende con una fronte gigantesca suddivisa in altre minori. Queste particolarità risultano chiaramente dalla carta del Paganini, dove al piede del ramo sinistro è assegnata la quota 2407, ed al piede delle due teste in cui termina il ramo destro rispettivamente le due quote 2375 e 2391.

Come già dicemmo, la testa del ghiacciaio costituente la bocca orientale del ramo destro, l'abbiamo fissata con operazioni topografiche mediante le sue coordinate riferite alla testata sud del sovraccennato ponte sul torrente del vallone.

Il limite della testa del ramo sinistro l'abbiamo fissato mediante l'allineamento passante per esso e per i due segnali N. 5 e 6 scol-

piti sulle roccie di sinistra a conveniente distanza e resi facilmente ritrovabili da colorazioni a minio; il segnale N. 6 riesce anche più visibile perchè è scolpito più in alto a sinistra, su una parete di roccia perfettamente piana e presentante numerosissime striature del ghiacciaio.

Di questa testata di ghiaccio abbiamo presa la qui riprodotta fotografia addì 9 agosto alle ore 15,15 dal lato ovest; in essa l'estrema protuberanza di ghiaccio, la bocca principale da cui esce il torrente in sulla sinistra (a destra nella fotografia), nonchè altre due minori più verso l'apice della testata, scorgonsi chiaramente. Il ghiaccio è cosparso di detriti e sporco di melma nella parte rientrante dove è aperta la bocca principale del torrente; è molto più pulito e limpido nella parte prominente che per le spaccature sulla cresta rassomiglia ad una piccola catena di rupi scoscese.

Del ghiacciaio della Tribolazione abbiamo pure preso una veduta panoramica addì 11 agosto da uno spuntone di roccia poco a sud dei casolari di Money, sul quale abbiamo posto l'indicazione a minio: S. F. — 1895.

Nell'altra fotografia qui riprodotta, e che fu specialmente presa per avere il dettaglio della scarpa terminale del ghiacciaio di Grand Croux, si vede pure nello sfondo la gran discesa di seracs del ramo sinistro della Tribolazione, la testata di cui abbiamo parlato, e, verso destra, le roccie su cui stanno i due segnali numeri 5 e 6.

Le morene che si osservano presso la fronte glaciale sono recentissime; non si ha vera morena frontale caratteristica perchè il suo materiale viene travolto di mano in mano che si deposita; bella e potente la morena più antica che si addossa al fianco sinistro del vallone, sulla quale viene a terminare, nelle rovine d'un appostamento, la strada di caccia. Più verso il thalweg, in direzione della separazione fra il ghiacciaio della Tribolazione e quello di Grand Croux, si allunga un'altra morena recentissima di forma regolarissima e caratteristica.

Ghiacciai di Grand Croux e di Money. — Questi due ghiacciai li riuniamo in un solo capitolo, perchè havvi assai confusione a loro riguardo nelle diverse carte.

Nella carta dell'I. G. M. al 50.000 portante l'indicazione « levata nel 1882 » e nel relativo ingrandimento al 25.000 è designata col nome di Grand Croux l'enorme e continua estensione di ghiaccio che dalle punte Testa di Valmontey, Becca di Gay, Roccia Viva, Grand St.-Pierre, Tour St.-André ed altre ancora,

La superficie di questo ghiacciaio è molto accidentata per un buon terzo della sua estensione in alto verso sud-est, diventa regolare nella parte centrale ed in tutta la sua parte sinistra dove apparisce quale potente fiumana di ghiaccio che discende fino all'estremo limite inferiore, e la cui regolarità non è disturbata che dalla non molto accentuata caduta di seracs fra le quote 2530 e 2420.

Il limite estremo della sua fronte l'abbiamo individuato con un allineamento passante per esso e per i tre segnali N. 2, 3, e 4 scolpiti colla solita croce su tre grossi massi stabili di parecchi metri cubi di volume, facilmente ritrovabili e così disposti: il masso portante il segnale N. 2 è sulla morena sinistra del vallone, poco discosto dal sovraccennato appostamento di caccia diroccato; il masso del segnale N. 3 è sulla cresta del lungo e regolarissimo cordone morenico che si trova sul prolungamento della separazione fra i due ghiacciai della Tribolazione e di Grand Croux; il segnale N. 4 infine trovasi su un colossale masso posto sulla destra della testata in questione, fra le molte ramificazioni di torrentelli scendenti dal ghiacciaio, e da essa poco discosto.

L'estremità della fronte di questo ghiacciaio, che sotto forma di cuneo gigantesco s'inoltra nel greto del fondo della valle, è riprodotta nell'annessa fotografia; questa fu presa addì 9 agosto alle ore 16,15 dalla parte di levante nei pressi del masso portante il segnale N. 4. In essa si scorgono pure sullo sfondo i seracs e l'estremità occidentale del ghiacciaio della Tribolazione, come già abbiamo accennato.

Il ghiacciaio di Money nella sua parte alta sud-ovest discendente dalla Roccia Viva è molto accidentato e si distingue malamente da quello di Grand Croux; nella restante sua parte elevata è diviso in due bacini alimentanti, o circhi terminali, dal crestone che discende dalla Tour St.-Ours (3602 m.) in direzione est-ovest. Queste due plaghe ghiacciate si riuniscono a valle di detto crestone alla quota 3219 per tosto separarsi nuovamente in due rami alla quota 3150 in causa di altra cresta di roccia.

Fatta astrazione della sovraccennata parte triangolare a sud-ovest presso la Roccia Viva, il ghiacciaio di Money ha superficie e pendio assai regolare per due buoni terzi della sua estensione, regolarità alquanto turbata nella striscia che unisce la estremità inferiore con quella superiore dei due sovraccennati crestoni divisori. La regolarità va diminuendo e la pendenza aumentando nei due rami inferiori in cui si suddivide e termina il ghiacciaio. In complesso, la sua superficie è più pianeggiante

III.

A quanto precede si riducono le osservazioni da noi fatte sulle condizioni attuali dei ghiacciai del Gruppo del Gran Paradiso; ci rimane a dire di alcune altre osservazioni fatte in passato, ora molto preziose per ricostrurre la storia glaciale contemporanea della Valnontey, risalendo fino a più di 60 anni addietro.

Sopra un macigno sporgentesi presso il letto del torrente, ad un quarto d'ora di cammino circa sopra il ponticello da noi scelto per origine delle nostre coordinate, ritrovammo il segnale postovi nel 1833 dal curato Chamonin ad indicare l'estremo limite cui arrivava in allora il gran ghiacciaio di Valnontey, costituito dall'unione di quelli di Money, di Grand Croux, della Tribolazione e, secondo alcune informazioni, anche da quello dell'Herbetet.

Le coordinate di questo segnale riferite al sovraindicato sistema d'assi ortogonali, sono:

$$X = - 717,42, \quad Y = - 387,80.$$

Abbandonando questo segnale e raggiungendo la strada di caccia dell'Herbetet, dopo breve percorso si arriva al punto in cui questa è attraversata dal torrente che scende dall'Herbetet, dopo di che la strada s'arrampica con comode risvolte su alcune balze di rocce arrotondate e striate. Su una parete verticale di queste rocce sta scolpita la seguente iscrizione:

← GLACIER
← 1866

E. D'ALBERTIS — J. P. CARREL.

Questo è il segnale che nel 1866 l'egregio abate valdostano Giovanni Pietro Carrel e l'illustre esploratore genovese Enrico D'Albertis ponevano per segnalare il limite inferiore del ghiacciaio di Valnontey. Questa segnalazione è completata da altro segnale posto pure nello stesso anno più in basso presso il torrente: la retta che univa questi due segnali rappresentava, in direzione trasversale all'asse della valle, il detto limite.

Come già per il segnale Chamonin, abbiamo con tutta cura collegato colla nostra poligonale topografica questi due punti, le cui coordinate sono le seguenti:

$$1^{\circ} \text{ segnale (superiore)} \quad X = - 1004,17, \quad Y = - 547,45$$

$$2^{\circ} \text{ segnale (inferiore)} \quad X = - 1035,05, \quad Y = - 530,50$$

La retta che li unisce quasi in direzione di N.NO.—S.S.E. fa colla linea N-S un angolo di $28^{\circ} 45' 39''$, e la distanza fra i due punti risulta di m. 35,25.

Abbiamo così tre limiti ben accertati nel ghiacciaio di Valnontey in epoche diverse: nel 1833, nel 1866, ed i limiti attuali dei singoli ghiacciai in cui quello si è suddiviso ritirandosi.

Prendendo in considerazione la bocca orientale del ghiacciaio della Tribolazione, di cui conosciamo le coordinate

$$X = - 1082, \quad Y = - 1108,$$

deduciamo che il cammino percorso nel suo regresso dal ghiacciaio dal 1833 al 1866 è di metri 348,21 in 33 anni, cioè m. 10,55 all'anno in media, e che il cammino percorso dal 1866 al 1895 per arrivare all'attuale limite orientale della Tribolazione fu di m. 960,06 in 29 anni, con una velocità media annua di m. 33,10 dato che il cammino si sia sempre effettuato nel senso del ritiro.

La velocità così risultante appare nel secondo trentennio considerato tripla di quella del trentennio precedente; ma tale valore non è applicabile certamente a tutto il periodo 1866-1895, perchè in questo dobbiamo distinguere tre parti, cioè il primo periodo che va dal 1866 al momento in cui il ghiacciaio di Money si è staccato dagli altri due; il secondo che va da questo momento a noi ignoto all'altro pure ignoto in cui si separarono anche i due ghiacciai di Grand Croux e della Tribolazione; il terzo infine che dal momento di quest'ultima separazione arriva fino all'agosto 1895.

In queste tre parti la velocità di regresso dovette evidentemente essere assai differente: dal 1866 fino a quando i tre ghiacciai continuarono ad essere riuniti, una sola era la fronte, e la superficie d'ablazione piccola in confronto della massa glaciale; nella seconda parte la velocità di regresso deve essersi notevolmente accresciuta per l'accresciuta superficie frontale di ablazione; nella terza parte, infine, tale velocità deve essersi ancora aumentata grandemente per i due ultimi ghiacciai, essendosi anche per questi più che raddoppiata la superficie frontale d'ablazione.

Con questa considerazione si potrebbe dar ragione dell'enorme differenza nelle due sovrascritte velocità di ritiro, senza bisogno d'ammettere che sia avvenuto qualche brusco cambiamento nelle condizioni locali regolanti il regime glaciale.

Del resto, l'ultimo valore della velocità di ritiro di quei ghiacciai può essere assai lontano dal vero, anche perchè noi non conosciamo esattamente il momento in cui le fronti dei singoli ghiacciai si disposero nell'attuale loro posizione.

Vedremo in seguito come da altri dati si deduca per la velocità di ritiro subito dopo il 1866 un valore assai maggiore, e

come verso il 1885 questa sia diminuita assai; manteniamo ciononostante le considerazioni poc'anzi svolte perchè, nella grande incertezza in cui ora ci troviamo riguardo alla legge del ritiro di quei ghiacciai, esse servono, se non ad altro, a sviscerare sempre meglio tutte le particolarità del fenomeno.

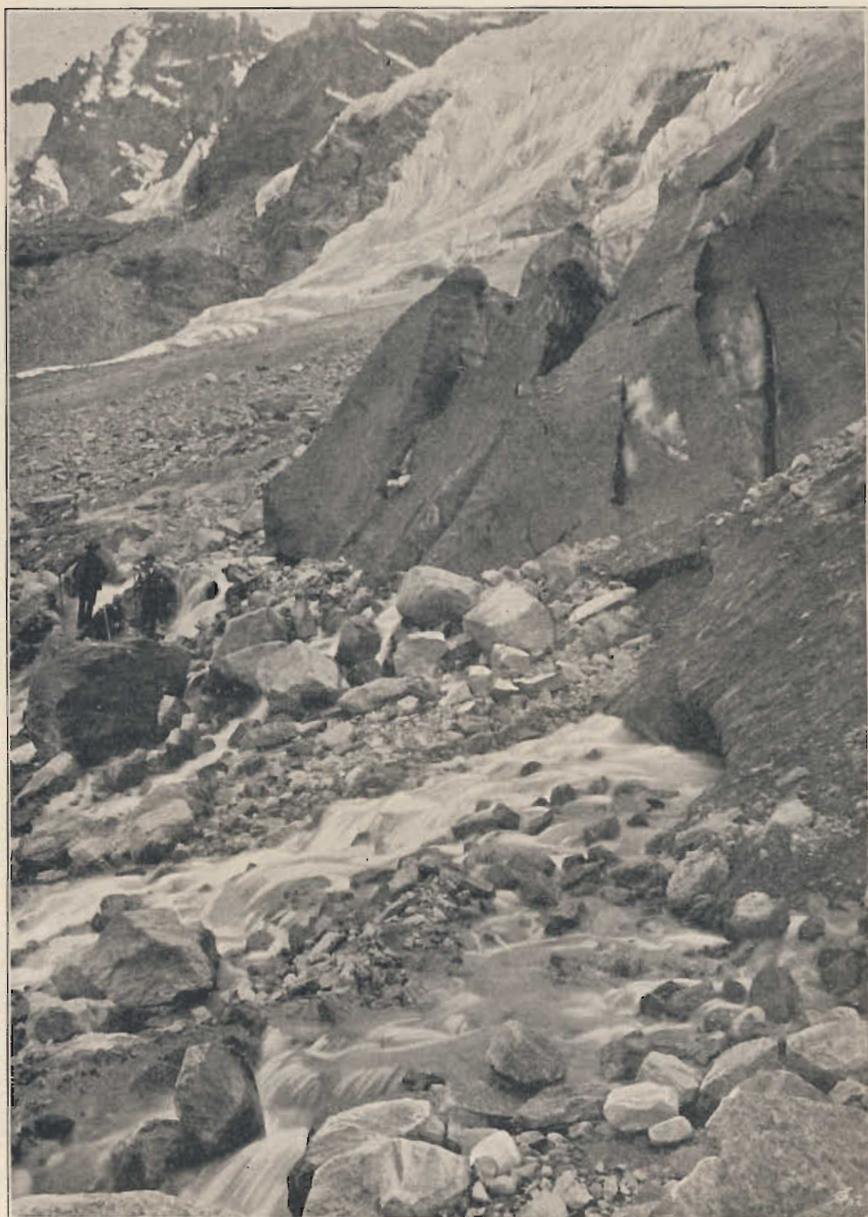
Che quei ghiacciai si siano ritirati oltre il limite attuale e quindi nuovamente avanzati, lo neghiamo, e lo neghiamo con certezza almeno fino a tutto il 1889, e non crediamo nemmeno che ciò abbia potuto succedere nei successivi 6 anni, se dobbiamo prestar fede alle informazioni locali.

Che alcuni di quei ghiacciai dopo essersi ritirati si siano nuovamente avanzati dopo il 1881, lo afferma il dott. Virgilio di cui riportiamo integralmente il seguente lungo brano ¹⁾: « I tre maggiori ghiacciai del massiccio del Gran Paradiso, compresi appunto nel Vallone di Valmontey, quelli cioè della Tribolazione, di Grancrou e di Money, hanno subito in questi ultimi venti anni una marcatissima diminuzione. Nel 1875 le loro estremità riunivansi in una fronte terminale unica; ma dopo il 1875 esse si erano ritirate e disgiunte. Tale periodo di ritiro continua tuttora (1885) per il solo ghiacciaio di Money, mentre per gli altri due si è già iniziato circa dal 1881 il periodo d'avanzamento, per cui questi sono di nuovo uniti per le loro fronti terminali ».

« La ragione di questa differenza nelle variazioni periodiche di tre ghiacciai vicinissimi fra di loro, per cui uno trovasi in ritardo circa l'iniziarsi del suo periodo d'avanzamento, periodo già cominciato negli altri due, sta a parer mio, nella conformazione ed orientazione dei rispettivi bacini di raccoglimento delle masse di ghiaccio. Infatti, i bacini glaciali della Tribolazione e di Grancrou sono ampi, pochissimo accidentati e rivolti a nord, mentre quello di Money è molto accidentato, interrotto da speroni rocciosi e rivolto ad ovest. In conseguenza di ciò deve risultare una maggior ablazione per quest'ultimo ghiacciaio ».

Il Baretti, ricordato il fatto del constatato ritiro di quei ghiacciai dopo il 1865, è più prudente nel pronunciarsi circa un nuovo periodo d'avanzamento, ad ammettere il quale però è propenso. Ecco le sue parole: « Pei ghiacciai che scendono dal Gran Paradiso nel vallone di Valmontey abbiamo il seguente dato, da noi raccolto e consegnato in un lavoro, *Per rupi e ghiacci*, pubblicato nel 1875: i ghiacciai del bacino nel 1865 si fondevano assieme in una sola fiumana in basso: nel 1874 erano

¹⁾ VIRGILIO F.: *Di un antico lago glaciale presso Coigne, ecc.*, negli Atti della R. Acc. Sc. di Torino Vol. XXI 1885-86, pag. 294, nota in calce.



PIEDE DEL RAMO OVEST DEL GHIACCIAIO DELLA TRIBOLAZIONE

Da una fotografia dell'ing. A. Druetti.





SCARPA TERMINALE DEL GHIACCIAIO DELL'HERBETET

Da una fotografia dell'ing. A. Druetti presa dalla parte destra della morena frontale.

già disgiunti per ritiro di quasi 750 metri; il ritiro continuò fino al 1883. Non sappiamo quali varianti siano avvenute in questi ultimi nove anni; l'abate Carrel, studiosissimo di cose naturali ed abitante a Cogne, sarebbe la persona adatta in superior grado a tener nota delle variazioni che ora supponiamo nel senso di accrescimento. » ¹⁾

Notiamo intanto che dalle osservazioni del Baretto si deduce una velocità di ritiro nel ghiacciaio di Valnontey di 83 metri all'anno in media nel periodo 1865-1874.

Per meglio conoscere le vicende del fenomeno glaciale in questione, noi ci serviamo appunto delle preziose osservazioni locali fatte dal 1871 al 1889 dall'ab. Carrel, circa la cui competenza in merito condividiamo pienamente l'opinione del Baretto.

L'abate Carrel addì 19 ottobre 1876 fece uno schizzo dei ghiacciai di Valnontey che porta, oltre la sua firma, l'indicazione: « Cette vue a été prise, en montant à l'Herbetet, au point culminant d'où la route royale redescend ». In questo stesso punto si recò negli anni successivi a riprendere la stessa veduta e poté così raccogliere una serie di schizzi dai quali appaiono le condizioni di quei ghiacciai nelle epoche seguenti oltre la sovrascritta: 5 novembre 1877, 15 ottobre 1879, 23 settembre 1880, 22 agosto 1883, 2 settembre 1884, 1 ottobre 1886, nel 1888, e 6 settembre 1889 ²⁾.

Il cortese abate avendoci consegnati i suoi schizzi (del che vivamente lo ringraziamo) ce ne varremo fin d'ora per chiudere questo lavoro.

Dalla veduta presa il 19 ottobre 1876 il ghiacciaio di Money risulta completamente staccato dagli altri due e confinato nelle rupi scoscese sulle quali si distende attualmente la « zampa di leone »; la sua forma però non è così ristretta, ma presenta una larghezza assai maggiore. Vi si vede inoltre tracciata chiaramente la strada di caccia che, staccandosi da quella dell'Herbetet, attraversa su un ponticello il torrente e sale sul fianco destro della valle, dapprima con parecchi zig-zag e quindi, dopo una larga risvolta, rimonta le rupi sottostanti al ghiacciaio di Money con un'altra serie di fitti zig-zag fino ad un appostamento di caccia.

¹⁾ BARETTI M.: *Geologia della Provincia di Torino*. Torino, F. Casanova, pag. 375.

²⁾ Quando noi eravamo colla macchina fotografica nelle valli di Cogne ignoravamo questa circostanza, per cui non potemmo recarci nel punto sovrindicato della strada dell'Herbetet per ricavar colla fotografia la stessa veduta dall'abate Carrel stata schizzata in 9 anni diversi. Ci asteniamo pertanto dal pubblicare detti schizzi fino a quando (e sarà fra breve) avremo fotografata quella veduta, e potremo così su di essa riportare i disegni dell'abate Carrel, e ricostruire nove diversi stati di quei ghiacciai in passato.

Questa strada ci si disse costrutta nel 1872 o 1873; per cui già a quell'epoca il ghiacciaio di Money si era staccato dagli altri due. Questi costituenti un unico ghiacciaio, dal Carrel detto ora di Valnontey ora di Grand Croux, hanno il loro limite un poco a monte dei primi zig-zag sovraccennati, in un punto che ci pare di poter stabilire alla distanza di 500 metri dal limite del ghiacciaio nel 1866; ne risulterebbe pertanto una media velocità di regresso di 50 metri all'anno.

Dagli schizzi posteriori risulta che negli anni successivi il ghiacciaio di Valnontey andò gradatamente ritirando in alto il suo piede terminale, rimanendo pur sempre uniti i suoi due ghiacciai costituenti fino al 1884; nel 1886 apparisce la separazione dei due ghiacciai che andò sempre meglio accentuandosi negli schizzi relativi al 1888 e 1889.

Queste osservazioni contraddicono pertanto all'asserzione sovraricordata del dott. Virgilio, perchè, se dopo il 1881 quei due ghiacciai avevano la fronte comune, questo non era per causa d'un avanzamento, ma perchè ancora non s'erano separati, separazione avvenuta verso il 1886 ed esistente tuttora. E che nell'intervallo fra il 1884 ed il 1886 abbia continuato il ritiro in quei ghiacciai lo dimostra la seguente circostanziatissima affermazione scritta di pugno dell'abate Carrel a tergo dello schizzo che porta la data del 1° ottobre 1886 e che si riferisce al ghiacciaio di Grand Croux separato da quello della Tribolazione, ivi detto del Gran Paradiso: « Le 1^r octobre 1886 je suis parti de Cogne
« à 6^h 14 du matin, et ayant passé par le sentier de l'Herbétet,
« je suis arrivé au point culminant d'observation a 9^h 14. Le
« jour n'était pas propice pour dessiner parce que la dernière
« neige tombée couvrait en partie les roches et ne permettait
« pas de distinguer d'une manière sûre la roche du glacier. Ce-
« pendant j'ai pu vérifier que le glacier a reculé de 27 mètres
« depuis le 2 septembre 1884 ».

Aggiungeremo ancora che i punti in cui sono segnati i limiti inferiori dei ghiacciai di Grand Croux e della Tribolazione negli ultimi schizzi del 1888 e 1889 ci paiono approssimativamente quelli attuali, ciò che però verificheremo. Inoltre, in tutti 9 gli schizzi il ghiacciaio di Money appare stazionario sulle rocce sulle quali arriva tuttora il suo ramo sinistro.

In quanto poi all'attribuire le differenze nelle variazioni periodiche di ghiacciai, anche vicinissimi, alla conformazione ed orientazione dei rispettivi bacini di raccoglimento delle masse di ghiaccio, siamo in massima d'accordo col dottor Virgilio;

ma, venendo al caso concreto, dobbiamo però fare qualche osservazione. Da quanto abbiamo detto precedentemente e che chiaramente risulta dalla semplice ispezione della carta del Paganini, il bacino glaciale del Money è meno accidentato ed interrotto di quelli di Grand Croux e della Tribolazione; e, riguardo all'esposizione, quello di Money, quello di Grand Croux e parte di quello della Tribolazione sono nelle identiche condizioni, cioè con esposizione a nord-ovest, mentre soltanto quello della Tribolazione (e non tutto) è esposto a nord-est.

Noi crediamo più conveniente, per spiegare il più rapido ritiro del ghiacciaio di Money in confronto degli altri due, ricorrere ad un'altra legge esattamente verificata per i ghiacciai della Valnontey, quella cioè per la quale *la resistenza dei ghiacciai all'ablazione è tanto maggiore quanto maggiore è l'elevazione dei loro circhi terminali a parità della loro estensione, ed a parità d'elevazione e d'esposizione è tanto maggiore quanto più i ghiacciai sono vicini al centro del massiccio ricoperto di ghiacci*. Si sa infatti che la temperatura dell'atmosfera va diminuendo coll'altezza, e, nei limiti delle massime altezze delle nostre montagne, ciò favorisce una maggior precipitazione di acqua allo stato di neve.

Una gran massa ghiacciata, qual è il massiccio del Gran Paradiso, non può a meno di far sentire la sua azione refrigerante intorno e sè, e l'effetto suo va diminuendo naturalmente colla distanza. Ecco infatti che, a parità d'esposizione e d'altre circostanze, noi vediamo nella Valnontey i ghiacciai rialzare la quota del loro limite inferiore di mano in mano che s'allontanano dalle eccelse altezze (Gran Paradiso, Becca di Moncorvè, Punta di Ceresole e Testa di Valnontey) che costituiscono il nocciolo di quella regione ghiacciata. Così noi vediamo i ghiacciai della Tribolazione, di Grand Croux ed il ramo sinistro del Money discendere colle loro fronti sotto i 2400 metri; quindi a destra vanno salendo le fronti del Money a 2600 m. circa, di Patri a 2750 circa e di Valletta a 2850; e finalmente sulla sinistra le fronti risalgono oltre i 2900 pei ghiacciai di Dzasset e d'Herbetet, a 2950 circa per quello del Sertz ed a circa 3000 per quello di Lauzon.

Da quanto abbiamo esposto si può adunque concludere che i ghiacciai della Valnontey hanno in poche decine d'anni subito un rilevantissimo regresso, che se questo non continuò anche negli ultimi anni, in questi si sarà mantenuto uno stato stazionario, ma che tutto porta ad escludere qualsiasi avanzamento.

In relazione coi movimenti oscillatori dei ghiacciai sta evidentemente la piovosità e caduta di neve in un dato periodo di tempo.

Le osservazioni fatte a Cogne, ad Aosta e in altre località della valle dall'abate Carrel e da altri fanno constatare una notevole diminuzione nella piovosità della Valle d'Aosta. Non abbiamo ancora i dati relativi a Cogne che il Carrel sta compilando, ma tuttavia non sarà del tutto fuor di luogo riprodurre il seguente quadro compilato e pubblicato ¹⁾ da questo prete osservatore e studioso, e che porta la data del 1° luglio 1896. In esso sono comparate le quantità d'acqua caduta ad Aosta sotto forma di pioggia o di neve nel quinquennio 1841-1845 registrate dal canonico Georges Carrel, con quelle relative al quinquennio 1891-1895 notate da J. P. Carrel, esattamente cinquant'anni dopo.

1 ^{er} TABLEAU							II ^{me} TABLEAU						
Millimètres d'eau de pluie ou de neige à la Cité d'Aoste							Millimètres d'eau de pluie ou de neige à la Tour du Lépreux (Cité d'Aoste)						
Années	1841	1842	1843	1844	1845	Total	Années	1891	1892	1893	1894	1895	Total
Janv.	39,0	57,3	77,9	23,8	173,7	371,7	Janv.	7,8	14,5	4,5	19,5	58,0	104,3
Fév.	191,0	12,3	196,7	92,1	40,0	532,1	Fév.	1,2	97,3	38,4	0,0	43,8	180,7
Mars	0,9	9,0	11,3	36,6	76,7	134,5	Mars	21,7	173,7	9,3	5,2	96,9	306,8
Avril	44,9	90,1	38,6	2,5	26,1	202,2	Avril	41,8	20,1	1,2	24,8	43,4	131,3
Mai	45,3	12,7	81,5	57,1	37,8	234,4	Mai	85,3	19,1	38,8	84,7	8,0	235,9
Juin	23,5	10,7	44,2	32,8	68,1	179,3	Juin	46,3	20,9	32,2	33,4	67,1	199,9
Juillet	29,0	58,4	124,7	38,3	18,0	268,4	Juillet	53,6	45,3	35,8	10,3	24,4	169,4
Août	27,0	55,2	38,6	21,0	129,2	271,0	Août	53,5	30,8	7,3	25,8	36,4	153,8
Septem.	55,1	87,5	0,1	69,8	45,5	258,0	Septem.	29,8	42,0	22,1	4,0	5,7	103,6
Octob.	220,0	20,7	120,0	125,5	47,5	533,7	Octob.	131,7	88,4	58,2	57,0	44,7	375,0
Novem.	52,5	31,5	108,5	25,3	100,0	317,8	Novem.	17,5	49,2	14,6	14,8	129,0	225,1
Décem.	55,9	12,0	0,0	70,0	46,0	183,9	Décem.	10,1	2,7	18,8	2,7	95,5	129,8
Totaux	1784,1	457,4	842,1	594,8	808,6	3487,0	Totaux	500,3	604,0	276,2	282,2	652,9	2315,6

È veramente notevole la diminuzione di più che un terzo fra l'acqua caduta nel primo quinquennio e quella caduta nel secondo.

Quando si potessero avere per tutta la regione alpina i dati pluviometrici per lunga serie d'anni, allora il problema glaciale entrerebbe nel suo vero campo: nel campo della meteorologia.

Prima di por fine a queste pagine registriamo una parola di encomio per la guida Giuseppe Barmaz di Pré-St-Didier che ci fu compagno per una ventina di giorni nelle nostre peregrinazioni. Quanto egli ci fu guida capace e sicura nei pericoli, altrettanto si addimostò paziente ed intelligente nell'aiutarci nelle nostre disagiati ricerche e segnalazioni le quali se pur riuscirono così modeste, lo sarebbero forse state ancor più senza l'opera sua.

Torino, luglio 1896.

F. PORRO della Sezione di Cremona.
A. DRUETTI, *Relatore*.

¹⁾ Vedi: *Echo des Agriculteurs Valdôtains*. II Année, N.° 13: 1 juillet 1896.