

II. — COMUNICAZIONI E RELAZIONI

Studi orografici nelle Alpi Orientali (1)

del socio prof. OLINTO MARINELLI

B. — ALPI DI SESTO ED ALPI CADORINE.

§ 140. *Nuove osservazioni sui ghiacciai di Popèra e dell'Elfer.* — Il giorno 20 agosto 1901 visitai nuovamente la regione Popèra (vedi ai §§ 105 e 106) per osservare le variazioni intervenute in quei ghiacciai rispetto all'anno precedente.

Nel ghiacciaio di *Popèra alto* non riuscii a trovare il segno posto nel 1900. Dubito che il masso segnato appartenesse al lembo della morena laterale non ancora completamente deposto, e perciò che il masso sia stato in qualche modo smosso e ricoperto. Feci, più in basso, su altri due massi della stessa morena, che mi sembrarono stabili, due nuovi segni, 2 e 3, distanti dal ghiacciaio rispettivamente m. 5,60 e 2,00.

Rifeci la misura altimetrica della base del ghiacciaio ed ottenni un valore (m. 2330) coincidente fino al metro con quello ricavato nello scorso anno.

Trovai il ghiacciaio di *Popèra basso* con frangie di neve che nascondevano il masso da me segnato nel 1900. Perciò non potei far riscontro alcuno. Non trovai neppure condizioni convenienti per porre nuovi segni. Per il punto più basso del ghiacciaio ottenni un valore di m. 2149. Fatta la media col dato del 1900 (m. 2157) si desume il valore di m. 2153.

Il terzo ghiacciaio della regione Popèra è quello dell'*Elfer*, il quale, come indicai altra volta (§ 106), essendo *pensile*, presenta la sua fronte inaccessibile. Per poter constatare qualche variazione, stabili, in un

(1) Continuazione e fine. Vedi fasc. di gennaio e febbraio.

punto rialzato (m. 3133) del fondo del circo di Popèra, una stazione fotografica, dalla quale ritrassi la veduta riprodotta alla fig. 28^a.

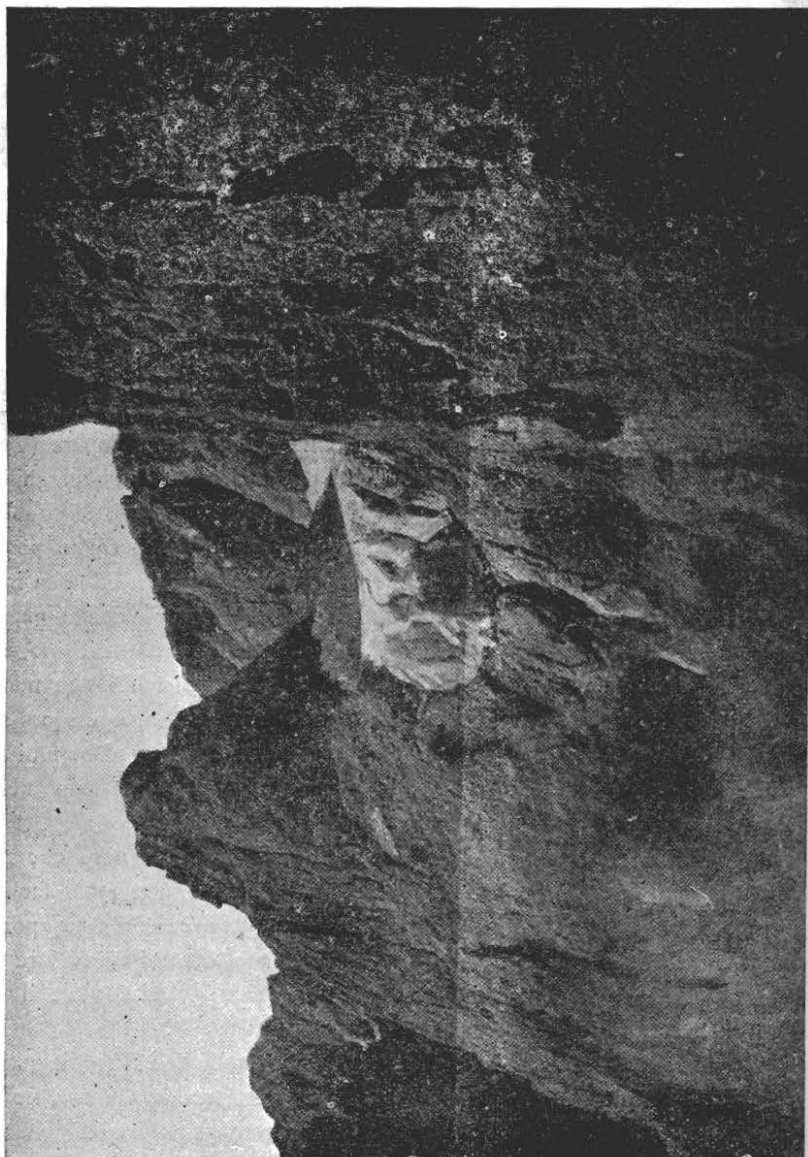


FIG. 28^a. — *Ghiacciaio pensile del'Elfer.* (Fot. presa dall'A. il 20 agosto 1901).

§ 141. *Ghiacciaio dell'Hochbrunnen*. — Il quarto ghiacciaio del gruppo dell'Elfer è quello dell'*Hochbrunnen*, del quale nel 1900 (§ 105 e 106) diedi notizia soltanto seguendo le indicazioni di alcuni alpinisti.

Il ghiacciaio fu da me raggiunto il giorno 8 settembre 1901. La fronte si presentava con ampio prolungamento di neve, perciò risultava incerta la identificazione del punto più basso. Per esso ottenni il valore di m. 2480. La fronte prospetta verso occidente è scarsamente inclinata (15° - 20°). Innanzi ad essa, alla distanza di 150-200 metri si osserva un apparato morenico abbastanza considerevole. Il corpo principale del ghiacciaio è però arcuato e rivolto nel complesso verso nord, si appoggia cioè alla cresta, che dall'*Hochbrunnenschneide* (m. 3045) corre fino al M. Giralba (m. 2932), e lambisce pure la parete rocciosa posta di fronte (verso nord). Su questa parete, a circa 2556 m. sul mare, potei fare un segno α distante m. 11,80 dal ghiacciaio. All'altezza di questo segno il ghiacciaio presentava numerosi crepacci trasversali.

Non avendo salita alcuna delle cime più elevate della regione che contorna il ghiacciaio, non ho potuto formarmi un esatto concetto delle sua parte più elevata, nè una idea chiara della reciproca posizione dell'*aussere* e dell'*innere Loch*. Non so quindi se lo schizzo del gruppo dell'Elfer da me altra volta pubblicato, (fig. 16^a, al § 105) sia o meno esatto (1).

Nel 1902 non potei rivedere alcuno dei ghiacciai del gruppo dell'Elfer, quindi mi manca ancora qualunque dato sicuro intorno allo stato nel quale essi ora si trovano. Le condizioni però delle morene e la forma delle fronti mi sembrarono tali da poter indicare come cosa probabile che essi si trovino in fase di ritiro.

§ 142. *Ghiacciai del Sorapiss*. — Furono da me nuovamente visitati il 3 settembre 1901 ed il 6 sett. 1902.

Nel 1901 il ghiacciaio centrale si presentava più riccamente coperto di detriti morenici e più crepacciato che negli anni precedenti. Al segno A misurai una distanza dal margine del ghiaccio di m. 4,50, al segno B di m. 15,30. Il ritiro corrispondente è rispettivamente di m. 1,60 e 1,30. Giudico che l'abbassamento superficiale sia stato di circa mezzo metro.

(1) Risulta però indubbio che il ghiacciaio dell'*Hochbrunnen* si trova nell'*Innere Loch* ed è quindi erroneo, come notai altra volta (§ 106), lo schizzo di PURTSCHELLER ed HESS, in *Der Hochtourist in den Ostalpen*, riprodotto, senza correzione alcuna, anche nella recentissima (1903, pag. 168-169) edizione di quella guida.

Nel 1902 lo stesso ghiacciaio era ancora maggiormente coperto da morene, ma meno crepacciato, in molti tratti con frangie e ricoprimenti di neve, anche nella parte inferiore. In A la neve mi impedì di fare una misura precisa, in B ebbi una distanza di m. 16. Il ritiro corrispondente è di appena m. 0,70.

Le due nuove misure barometriche dell'altezza del punto più basso del ghiacciaio (m. 2181 nel 1901 e m. 2183 nel 1902) confermano quelle precedenti (m. 2180 nel 1897, m. 2185 nel 1899, m. 2182 nel 1900) e la media altra volta indicata di m. 2182.

Il *ghiacciaio orientale* si presentava negli ultimi due anni in condizioni assai simili. I ricoprimenti nevosi mi impedirono sempre di rintracciare i segni 1 e 2 posti nel 1900. Al segno 3 trovai nel 1901 una distanza di m. 1,35, nel 1902 di m. 1,50. Si ha quindi dal 1900 al 1901 un ritiro di m. 1,00, dal 1901 al 1902 di m. 0,15. Stimò che l'abbassamento superficiale sia rispettivamente m. 0,80 e 0,10.

Due nuove misure altimetriche (sempre incerte per l'impossibilità di fissare il termine del ghiaccio, essendo questo alla base ricoperto di neve) mi diedero per il punto più basso del ghiacciaio m. 2130 (1901) e m. 2142 (1902). Introdotti questi valori nella media ottenuta dai precedenti (m. 2130 nel 1897, 2150 nel 1899, 2139 nel 1900) si ricava un valore di m. 2138.

§ 143. *Ghiacciaio del Cristallo*. — Il ghiacciaio del Cristallo fu da me visitato il 2 settembre 1901 ed il 5 settembre 1902. Come condizioni generali, il ghiacciaio presentava poche differenze dagli anni precedenti, assai notevole invece appariva l'accorciamento della fronte.

Nel 1901, presso il segno *a* misurai una distanza di m. 26, nel 1902 di m. 26,80, presso il segno *b* rispettivamente di m. 32,30 e 36. I ritiri corrispondenti sono qui messi a confronto con quelli osservati negli scorsi anni:

		Segno <i>a</i>	Segno <i>b</i>
Ritiro biennale	1897-1899	m. 1,30	m. 4,05
»	» 1899-1901	» 11,80	» 25,25
» annuale	1901-1902	» 0,80	» 3,70

Come ho avuto occasione di far notare altra volta, tutte le distanze sono misurate direttamente, non già in proiezione e quindi indicano la risultante di spostamenti verticali ed orizzontali, entrambi derivanti, nelle vedrette, specialmente da abbassamento della superficie ghiacciata. Questo ultimo è da me giudicato per i tre periodi sopra indicati rispettivamente di m. 0,75, 3 e 0,50.

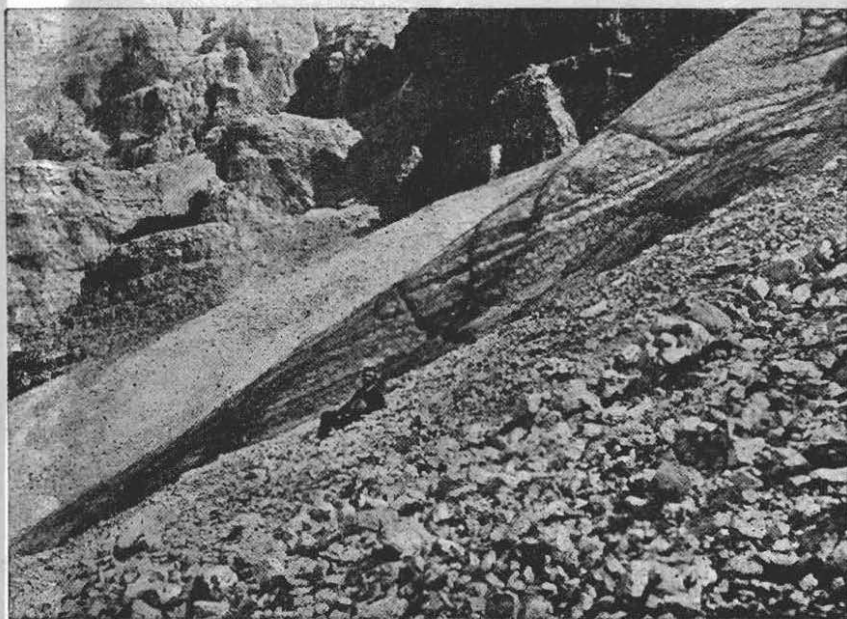


FIG. 29^a. — *Lingua destra del Ghiacciaio del Cristallo. 5 settembre 1902.*
(Fotogr. dell'A.).

Poggiando il ghiacciaio su di una superficie fortemente inclinata (vedi fig. 29^a) qualunque sua diminuzione porta un innalzamento del punto più basso della sua fronte, innalzamento che sembra indicato anche dal paragone delle misure barometriche, nonostante il loro valore largamente approssimativo.

Abbiamo infatti:

	Lingua occidentale	Lingua orientale
1897	m. 2274	m. 2271
1899	» 2271	» 2265
1901	» 2284	» 2281
1902	» 2292	» 2289

Per riunire in una media unica tutti questi valori dovrei tener conto di questo innalzamento, ciò che posso fare solo a stima; giudico quindi che le estremità delle due lingue occidentale ed orientale oggi si trovino rispettivamente a circa 2286 e 2282 m. s. m.

§ 144. *Ghiacciaio del Popèna.* — Intorno a questo ghiacciaio, il quale si trova nello stesso gruppo montuoso, in una depressione laterale a quella occupata dal ghiacciaio del Cristallo, avevo potuto precedente-

mente (§ 39) fornire soltanto ragguagli incompletissimi, seguendo specialmente le indicazioni dell'ECKERT. Nell'ultima campagna potei raggiungere il ghiacciaio e quindi ottenere qualche migliore dato. Anzitutto potei constatare come il ghiacciaio occupi il fondo di un canalone, il quale si addentra notevolmente nella massa rocciosa del Piz Popèna, e che assume quindi una forma allungata assai simile a quella del vicino ghiacciaio del Cristallo. Posteriormente finisce, a quanto mi sembrò, in una vera sella ghiacciata, la quale deve avere un'altezza di circa 2600 m. sul mare e credo possa essere incavata fra il M. Popèna ed alcuna delle punte a nord di questo, prospicienti la valle del Cristallo propriamente detta. Nella parte media, verso i 2459 m. d' altezza (mis. aneroidale) il ghiacciaio è pianeggiante, assai inclinato nel tratto più elevato ed in quello inferiore. All'estremità della fronte misurai una inclinazione di circa 50°. Il punto più basso del ghiacciaio si trova, secondo le mie misure con l'aneroide, a 2321 metri. Erano inesatte quindi le precedenti indicazioni dell'Eckert, secondo le quali il ghiacciaio avrebbe avuta la sua base a 2500 m. ed ancora esagerata la mia stima fatta altra volta (pag. 104 [439] dei miei *Studi Orografici*, Serie 1897), secondo la quale essa avrebbe dovuto trovarsi a circa 2400 m.. Anche lo schizzo pubblicato nel luogo testé citato va rettificato nel senso di segnare assai più allungato e con forma arcuata lo stesso ghiacciaio del Popèna, il quale, secondo un rilievo spicciativo da me eseguito, avrebbe una superficie di circa 0,15 kmq., cioè doppia di quella da me precedentemente determinata.

La fronte del ghiacciaio è cinta da una ben sviluppata morena, in qualche punto interrotta da rivi, che conducono nella Valfonda le acque di disgelo. Abbondantissimo materiale detritico ingombrava po' la superficie del ghiacciaio, quando io lo visitai il 2 settembre 1901. I crepacci relativamente scarsi e per lo più marginali.

Per determinare eventuali spostamenti feci un segno x su di un grosso masso morenico, laterale (sinistra) al ghiacciaio, non lungi dal punto più basso. Misurai dal lembo del ghiacciaio una distanza di metri 4,60.

C. — GRUPPO DELLA MARMOLADA.

§ 145. *Fremesse sul gruppo della Marmolada.* — Si suole dare il nome di *gruppo della Marmolada* al complesso di monti limitati dalle valli del Cordevole, dell'Avisio, del Biois e di S. Pellegrino, dal passo

quelli cioè del Merzbacher e dello Seyffert, usciti entrambi nella « Zeitschrift » del Club Alpino Austro-Tedesco e precisamente nelle annate 1880 e 1898 (1). L'ultimo contiene uno schizzo del Gruppo della Marmolada alla scala da 1 a 125000 ed un'altro schizzo al 75000 si trova in PURTSCHELLER ed HESS: *Der Hochtourist in den Ostalpen* (Vol. III^o, Lipsia 1903, pag. 80) (2). Quello che va unito alla presente memoria (fig. 30^a) non è completo ed ha il semplice scopo di indicare la posizione e la forma dei ghiacciai. Esso, soltanto per la Marmolada, rappresenta, in parte, il risultato di osservazioni personali, per il resto è compilato quasi completamente sul materiale or ora indicato.

§ 146. *L'altezza della cima ghiacciata della Marmolada.* — A riguardo della topografia della regione intendo insistere su di un sol punto, perchè sembrami che esso abbia una certa importanza anche al di fuori della semplice morfografia. È la questione dell'altezza della cima più elevata della Marmolada, la quale, come è noto da un pezzo, rappresenta il punto culminante non solo delle così dette Dolomiti, ma anche di tutta la zona italiana delle Alpi Orientali.

La Marmolada possiede una *cima ghiacciata*. Ho avuto altra volta occasione (3) di insistere sulla opportunità di tener bene presente questa condizione particolare ad alcune vette delle Alpi (monte Bianco, Pelvoux, ecc.) e di altre regioni montuose, per varî motivi e fra altro per la questione della loro altimetria.

D'altronde, il compianto mio padre, in una nota, a pag. 137, del volume « Italia » dell'opera « La Terra », richiama l'attenzione sulla incertezza tuttora esistente sull'altitudine della Marmolada, che pure è stazione trigonometrica della rete geodetica italiana e di quella austriaca (4).

(1) MERZBACHER, *Neue Touren in der Gruppe der Marmolada*, « Zeitschr. d. D. u. Oe. A. V. » 1880, pag. 301 e seg. — SEYFFERT, *Aus südlichen Marmolatagruppe*, « lb. », 1898, pag. 325 e seg.

(2) Lo schizzo del Seyffert ha minore numero di particolari e manca di dati altimetrici: quello del Purtscheller è assai più dettagliato; ha però qualche errore. Così, per esempio, allo sprone che taglia nel mezzo il ghiacciaio della Marmolada è falsamente attribuito il nome di « Camorzera » invece di quello di « Mul », la cima « di Rocca » della Marmolada è troppo spostata verso oriente e segnata con quota erronea, ecc.

(3) Vedi il mio scritto: *Variabilità altimetrica delle cime dei monti*, « In Alto », 1901.

(4) Nella pubblicazione dell'Istituto Geografico Militare: *Elementi geodetici dei punti contenuti nei fogli 11-12 (monte Marmolada-Pieve di Cadore) della carta d'Italia* (Firenze 1901, pag. 4) il punto trigonometrico della Marmolada è indicato come di primo ordine, con la seguente identificazione: « Segnale sulla punta rocciosa più

L'incertezza può derivare da due cause; la prima che il segnale trigonometrico — comune alle due triangolazioni — non è posto sulla cima più elevata; la seconda che questa cima per l'appunto è ghiacciata. Nessuno poteva certamente pensare di costruire un segnale che, prima di ogni altra cosa, deve avere il carattere della stabilità, sopra il crestone di ghiaccio e neve che costituisce il culmine della Marmolada; e già il Grohmann, quando, nel 1864, per il primo raggiungeva quella cima, erigeva la piramide di pietra, che doveva testimoniare la sua salita, sopra il punto più elevato dell'area rocciosa la quale si trova scoperta verso sud (1).

Tuttavia, tanto il Grohmann, quanto posteriormente il Pellati (2) — per parlare solo dei due che fecero le più accurate misure barometriche della Marmolada — impostarono i loro strumenti sul culmine ghiacciato. Così a questi si riferiscono i due dati da essi ottenuti (m. 3367 Grohmann nel 1864, m. 3380 Pellati nel 1870), mentre quelli trigonometrici riguardano la sommità rocciosa. Intendo parlare dei nuovi dati, perchè ritengo di nessun valore, essendo ricavate senza apposizione di segnali, due quote, che si dicono ottenute trigonometricamente, le quali assegnano alla Marmolada rispettivamente m. 3324 (Fuchs) e 3494 (catasto austriaco) (3).

Per paragonare fra di loro le misure riferentisi al culmine di ghiaccio con quelle relative al punto trigonometrico, importerebbe conoscerne il

elevata al confine dello Stato, che sovrasta a nord il passo di Contrin. È accessibile dalla valle Candiarei ed il Passo Fedaia. Lat. $46^{\circ} 26' 03''$, 187, Long. $2^{\circ} 55' 48''$, 190 (orient. da Genova). Altitudine 3341,54 (Suolo) *. — Nel: *Bericht über die Leistungen des k. k. militär-geographischen Institutes für die Zeit vom 1. Mai 1884 bis Ende April 1885* (* Mitth. d. k. k. militär-geographischen Institutes. *, V, 1885, pag. 5) si trovano alcune notizie sulla determinazione trigonometrica della Marmolada (punto di I ordine, m. 3345) e sui lavori fatti nel ghiaccio per rendere visibile il monte Roën (2115) Non c'è dubbio che esista coincidenza fra il punto trigonometrico italiano e quello austriaco.

(1) GROHMANN, *Ersteigung der Marmolada*, * Jahrb. d. Oest. A. V. *, 1865, pag. 340.

(2) PELLATI, *Un'ascensione alla Marmolada*, * Boll. d. C. A. I. *, 1871, pag. 80.

(3) GROHMANN, *Die Vedretta Marmolata*, * Mitt. D. u. Oe. A. V. *, 1863, pag. 200 e PELLATI, loc. cit. Questo ultimo dato è singolarmente errato. Noto tuttavia come esso si riferisca, a quanto sembra, alla cima ghiacciata (* die höchste Spitze, Cima di Vedretta genannt *) secondo le indicazioni del PECHMANN, *Notizen zur Höhen ecc.* loc. cit. pag. 312), mentre le stesse misure catastali assegnano m. 3365, cioè un valore più vicino al reale, alla cima rocciosa (* die östl. Felsenspitze *)

dislivello, il quale — dato il diverso accumularsi delle nevi invernali ed il diverso valore dell'ablazione estiva — non può avere un valore *costante*. Alcuni alpinisti descrissero le condizioni della cima (1) e sembra che essa, nei tratti generali, muti poco da anno in anno, ma nessuno di essi, che io sappia, si diede cura di misurare il dislivello sopra indicato.

Soltanto il Grohmann (2) afferma che il ripiano di roccia si trova « alcuni Klafter sotto la cima » (1864) ed il Tuckett (3) avverte: che la piramide del Grohmann è (1865) circa 10 metri più bassa e 30 metri ad occidente della vera cima. Questi dati però sono probabilmente ricavati a vista.

invece sembra che sia stato esattamente misurato il dislivello fra la cima ghiacciata ed il punto trigonometrico dai geodeti austriaci che fecero la determinazione di esso. Infatti il dottor A. Böhm, nella sua ben conosciuta memoria sulla « partizione delle Alpi Orientali » (4), riferendo il dato di 3345 m. per la Marmolada, avverte, in nota, come questo, che risulta dalle ultime misure del 1883 (5), non si riferisca alla più alta cima (ghiacciata), ma alla vicina rocciosa. Aggiunge poi che nel 1883, secondo comunicazioni private dell'Oberlieutenant *Edgar v. Rehm*, la prima era alta 14 m. più del punto trigonometrico (6).

D'altronde nel foglio « Pieve und Longirone » della Sp. K. austriaca, edizione 1894, è segnato come altezza della Marmolada il valore di m. 3360. Questo evidentemente non si riferisce al punto trigonometrico, per il quale l'Istituto Geografico Militare austriaco, come si è visto, assegna la quota 3345, ma alla cima più alta. Ciò si ricava anche dal segno convenzionale col quale è indicato il punto, segno che corrisponde a quelli adoperati per esprimere gli elementi risultati da rilievo di dettaglio, non già da triangolazione. Del resto, nella stessa carta il Δ della

(1) Vedi il GROHMANN ed il PELLATI nei luoghi citati ed anche: MAZZUOLI, *Una salita sulla Marmolada*, « L'alpinista », 1874, pag. 143; SIMON, *En Tirol*, « Annuaire d. Cl. A. Fr. », 1901, pag. 133 (veduta) e 134.

(2) « *Ersteig. ecc.* », pag. 340.

(3) TUCKETT, *Hochalpenstudien*, Zweiter Theil, Leipzig, 1874, pag. 92.

(4) BÖHM A., *Eintheilung der Ostalpen*, « Geogr. Abhandl. herausg. v. A. Penck », Wien, 1887, pag. 461.

(5) Dalle « Mitt. » dell'Ist. Geogr. di Vienna precedentemente citate sembrerebbe che la determinazione geodetica della Marmolada fosse del 1884; non so quindi se questa data sia esatta.

(6) Questo dato è ripetuto anche dal DIENER nel suo scritto: *Zur Hypsometrie des südöstlichen Hochlandes und der Venetianer-Alpen*, « Mitt. d. k. k. Geogr. Gesellsch. in Wien », 1889, pag. 347.

Marmolada non figura neppure; l'altezza poi di 3360 dovrebbe essere stata ottenuta dai topografi austriaci — probabilmente nel 1887, epoca indicata per il *Reambulirung* del foglio — con riferimento al prossimo punto trigonometrico. Da quel dato si può quindi desumere un dislivello di 15 m..

Il 16 agosto 1902 io ottenni, con l'aneroide, una differenza di altezza fra il culmine ghiacciato ed il segnale di m. 19; misurai poi con la cordella metrata una distanza di m. 70. Ho poi cercato di rappresentare nello schizzo riprodotto alla fig. 31^a (1) le attuali condizioni della cima, le quali sono pure ritratte nella fig. 32^a.

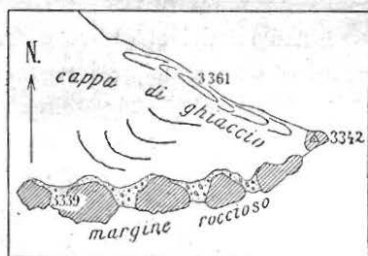


FIG. 31^a. — Schizzo della cima della Marmolada, 26 agosto 1902.
(Scala di 1:4000).

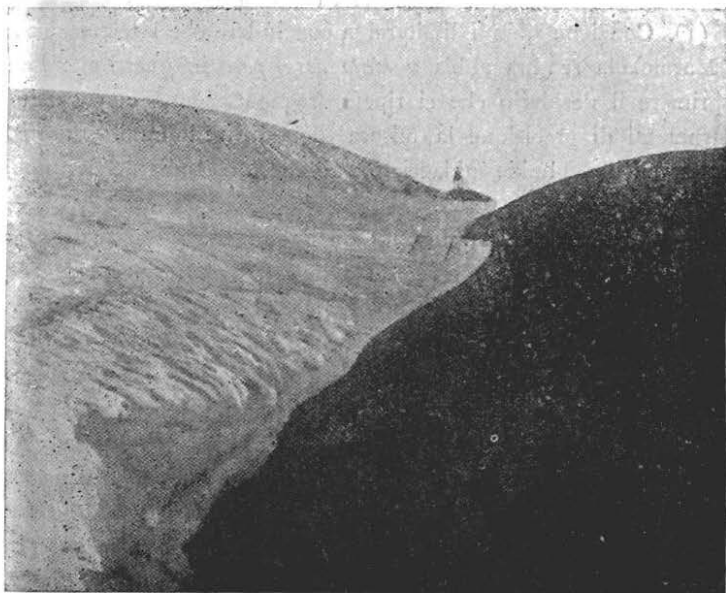


FIG. 32^a. — Cima ghiacciata della Marmolada (m. 3361)
e (nello sfondo) piramide trigonometrica (m. 3342).
(Fotogr. presa dall'A. il 26 agosto 1902 dall'estremità occid. del ciglio roccioso).

(1) Esso è ricavato in gran parte a vista e largamente approssimativo.

I dati relativi al dislivello fra la cima ghiacciata e il punto trigonometrico sono adunque i seguenti:

1°	1865	circa	m.	10	(Grohmann)
2°	1883	»	»	14	(v. Rehm)
3°	1887	»	»	15	(Sp. K. austr.)
4°	1902	»	»	19	(O. Marinelli).

In base al paragone di questi dati non credo permesso affermare che sia intervenuto dal 1865 in poi un continuo innalzamento della cima (circa 1 m. ogni 4 anni), poichè il primo valore sembra frutto di semplice stima, l'ultimo è ricavato con l'aneroide e fra il 2° e il 3° la differenza è troppo piccola perchè convenga attribuire ad essa grande valore. Inoltre la stagione in cui furono fatte le misure non è stata certamente sempre la medesima. Tanto meno poi sarà lecito, per stabilire la variabilità della cima ghiacciata, tener conto dei dati d'altezza assoluta ottenuti per la Marmolada con le vecchie misure barometriche, dalle quali non si può certamente attendersi l'approssimazione necessaria allo scopo (1). Conviene quindi limitarci a concludere che la cima ghiacciata della Marmolada sembra abbia *variato assai poco* in questi ultimi anni e ad esprimere il desiderio che si ripeta frequentemente e possibilmente con strumenti di precisione la misura del dislivello fra il punto trigonometrico ed il culmine ghiacciato, al fine di studiarne le probabili oscillazioni.

Se vogliamo poi fermarci sopra un dato che ci esprima in modo abbastanza esatto l'attuale altezza della cima della Marmolada, possiamo tanto accettare quello di m. 3360 della Sp. K. austriaca, quanto quello quasi coincidente, che si ottiene aggiungendo i 19 m. di dislivello da me ricavati ai 3342 assegnati al punto trigonometrico della triangolazione italiana di prim'ordine.

§ 147. *I ghiacciai del gruppo della Marmolada.* — Le *vedrette della Marmolada* costituiscono la massa di ghiaccio non solo più considerevole del gruppo, ma, come è noto da un pezzo, di tutta la zona meridionale delle Alpi orientali. Il Richter (2) ne valuta la superficie a kmq. 4,948, compresa la porzione, che si può considerare quasi indipendente, del Vernel. Secondo le mie misure, la superficie sarebbe un po'

(1) I dati del vecchio catasto austriaco non possono neppure prendersi in considerazione. Se è giusta la identificazione dei punti da me indicata precedentemente (nota 3, a pag. 201), si avrebbe, secondo tali dati, fra la cima ghiacciata e quella rocciosa nientemeno che un dislivello di 129 m.!

(2) RICHTER E., *Die Gletscher der Ostalpen*, Stuttgart, 1888, pag. 270.

minore e cioè di kmq. 4,21, dei quali 3,50 spetterebbero alla vedretta della Marmolada e 0,71 a quella del Vernel.

La copertura di ghiaccio della Marmolada è soltanto in parte figurata nella tavoletta « Marmolada » dell'Istituto Geografico Militare, poichè il confine politico (al quale si arresta il disegno delle nostre carte topografiche) traversa la vedretta principale correndo in linea retta fra la cima della Marmolada ed il passo di Fedaia (1). La rappresentazione del ghiacciaio sulla tavoletta lascia a desiderare rispetto all'esattezza. Tenuto conto della minore scala (1:75000) è forse migliore della Sp. K. austriaca, nell'edizione del 1894. In quella del 1875, accanto a più grossi errori di nomenclatura, trovavasi indicato uno sprone, mancante in realtà, che divideva la parte superiore del ghiacciaio, errore notato dal Richter (op. cit. pag. 270) e che fu poi tolto già nella edizione del 1880 (con aggiunte del 1888).

Secondo il Richter l'inclinazione media del ghiacciaio sarebbe da 17° - 22° , dati che ritengo abbastanza prossimi al vero. Non ho invece elementi per discutere i valori assegnati dallo stesso autore all'area delle successive zone altimetriche. Secondo essi si troverebbero: kmq. 0,30 sotto i 2500 metri, 0,93 sotto i 2600 m. e 1,65 sotto i 2700. La linea che divide il ghiacciaio in due parti che stiano nel rapporto 3:1 sarebbe quella di 2644 m.. Giudicando dalle saltuarie mie misure, sospetto che questo valore sia un po' troppo basso.

Prescindendo però da questi dati morfometrici, che si potranno avere sicuri soltanto allorchè si eseguirà uno speciale rilievo del ghiacciaio, importa notare come questo presenti nel complesso i caratteri tipici delle vere vedrette. La differenza rispetto alle altre da me osservate nelle Alpi Venete consiste, prescindendo dalla estensione molto maggiore e dalla minore inclinazione, nel fatto che la massa di ghiaccio occupa, anzichè un'unica cavità, parecchi circhi adiacenti ed ormai quasi del tutto congiunti fra di loro. Rimangono le parti più esterne di alcuni crestoni come resti dei tramezzi che dovevano forse un tempo separare un circo dall'altro. Questi crestoni sono ben noti a coloro che frequentano la Marmolada con i nomi di: « Sasso del Mezzodi », « el Mul », « la Camorzera » e « Piz Fedaia » (2). I due primi intaccano pro-

(1) Nella vecchia carta all'86400, il confine, allora amministrativo, non è indicato in linea retta, ma segue la tortuosità dello spartiacque fra l'Avisio e la Pettorina.

(2) I tre primi nomi sono conosciuti dai pastori e cacciatori della valle di Pettorina. Quelli della valle di Fassa usano invece le denominazioni rispettive di *Sass dade 10*, *dalle 11*, *dalle 12*. Il nome di Piz Fedaia è stato proposto dal Grohmann (*Ersteigung d. Alpm.*, ecc., pag. 339) ed è conosciuto solo dalle guide.

fondamente il ghiacciaio della Marmolada, determinando in questo tre distinte *fronti*, che io chiamo *occidentale, centrale ed orientale*. La Camorzera non giunge al lembo ghiacciato. Il Piz Fedaia scinde la massa del Vernel da quella principale.

Le testate superiori del ghiacciaio arrivano, in alcuni punti, alla cresta principale, ovvero cominciano poche decine di metri sotto di questa. La cappa di ghiaccio che ricopre, come si è detto precedentemente, la cima più alta della Marmolada, non è isolata, ma si continua in falde di ghiaccio che, lungo i fianchi della piramide terminale, si congiungono alla massa principale; così il punto più alto dei ghiacciai si può ritenere rappresentato dalla cima stessa (m. 3361). Il gran mantello di ghiaccio si può considerare poi quasi continuo soltanto fra i 2750 ed i 2850 m.; superiormente si mantiene ininterrotto unicamente nella regione occidentale, verso oriente invece, si suddivide in numerosi rami, che salgono assottigliandosi verso le varie cime della regione — che circondano, quasi gengive sostenenti giganteschi denti rocciosi; — in basso si smembra nelle varie fronti. Il ghiacciaio non è in generale molto crepacciato, le più notevoli spaccature si osservano verso i 2900 e 3000 metri, nella quale zona aumenta in generale l'inclinazione.

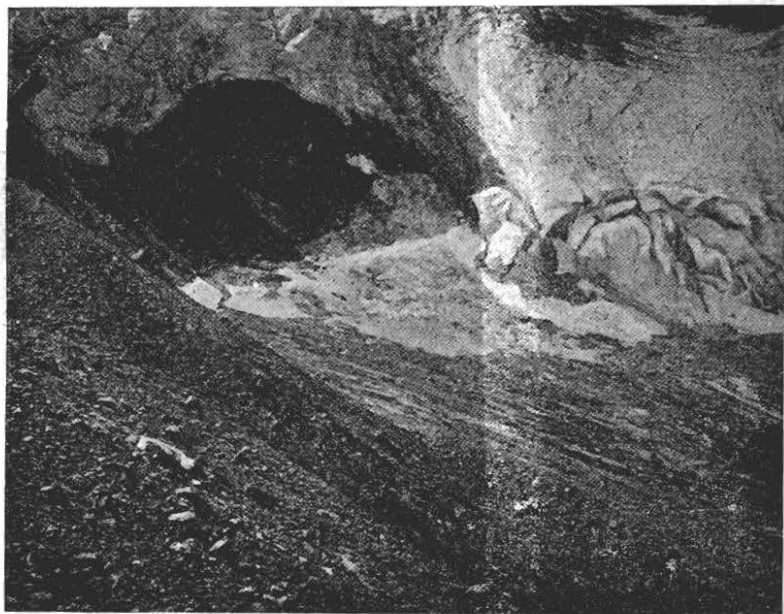


FIG. 33^a. — Dettaglio della fronte centrale della vetta della Marmolada.
(Staz. fot. 2. 26 agosto 1902).

Mancano quasi completamente le morene superficiali e sono pure scarsissime quelle deposte. La estrema povertà di morene lungo le fronti è stata notata da un pezzo (1) e giustamente attribuita alla circostanza che esse poggiano su erti pendii rocciosi, lungo i quali i materiali mobili portati dai ghiacciai facilmente rotolano e sono trascinati in basso dalle acque. Il ripiano di Fedaia rappresenta la regione ove si accumula la maggior parte di quei materiali. Ad essi è dovuta la formazione del lago di Fedaia (sbarramento alluvionale) ed altre particolarità di quella regione. In qualche tratto, la roccia, sopra la quale termina il ghiacciaio, è quasi verticale ed allora hanno luogo, di quando in quando, franamenti. Un esempio è rappresentato dalla fig. 33^a. Altri dettagli del margine ghiacciato sono ritratti nelle fig. 34^a, 35^a e 36^a. — Aggiungo qui i seguenti dati altimetrici ricavati con l'aneroide:

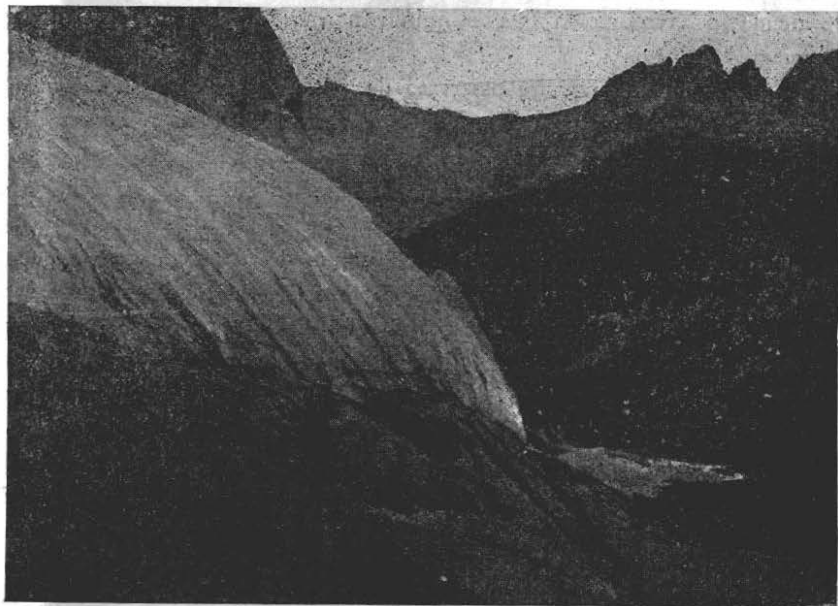


FIG. 34^a. — *Unghia terminale della fronte occidentale del ghiacciaio della Marmolada.*
(Staz. fot. I. — 26 agosto 1902).

A. *Punti lungo la solita via alla cima della Marmolata*: 1° Punto ove si tocca il ghiacciaio, m. 2603. — 2° Sommità della scarpa terminale, m. 2653. — 3° Punto ove cessa la parte poco inclinata del ghiacciaio,

(1) TRINKER, *Die gemessenen Höhen der Provinz Belluno und Umgebung*, « Jahrb. d. Oest. A. V. », 1865, pag. 173, nota

m. 2811. — 4° Altezza del ghiacciaio accanto al ricovero abbandonato del C. A. I., m. 3045. — 5° Punto ove si comincia la salita della parete rocciosa terminale, m. 3165. — 6° Punto ove si raggiunge il ghiaccio superiore, m. 3225.

B. *Punti delle fronti*: 1° Punto più basso accessibile della fronte occidentale, m. 2457. — 2° Punto più basso della fronte media, m. 2416. — 3° Punto più basso della fronte orientale, m. 2435.

Come si vede da questi ultimi dati, la massa ghiacciata della Marmolada, quantunque sia la maggiore della zona meridionale delle Alpi Orientali, si mantiene con le sue fronti sempre ad altezze relativamente considerevoli. Quasi tutti i ghiacciai finora da me osservati scendono infatti più in basso con le loro fronti.

Accanto alla vedretta della Marmolada, come si è accennato, trovasi la massa quasi indipendente del *Vernel*. Su questa non ho fatto alcuna osservazione diretta e quindi non posso fornire speciali ragguagli.

Non ho poi neppure osservato da lontano quella *massa ghiacciata* segnata sulla tavoletta « Marmolada » sopra il « Pian D'Antermoja », fra la « Punta Serauta » (m. 2963Δ) ed il « Pizzo Serauta » (m. 3037Δ). Secondo la tavoletta avrebbe una estensione di circa 1/4 di kmq. e si troverebbe tutta sopra i 2400 m.

Un altro piccolo *ghiacciaio* del gruppo della Marmolada è quello del *Vernale*, che ho soltanto visto da lontano. Su di esso il Richter (1) fornisce alcuni ragguagli ricavati, più che altro, dalla Sp. K. austriaca. Gli attribuisce una superficie di kmq. 0,32, una pendenza media di 26° ed un'altezza della base di circa 2600. Pare si riferisca precisamente alla base di questo ghiacciaio la quota di 2563 m. segnata sulla Sp. K. (foglio « Bozen und Fleimsthal », ediz. 1892) (2).

§ 148. *Variazioni nelle vedrette della Marmolada.* — Sembra che finora i ghiacciai della Marmolada non sieno stati assoggettati a studio alcuno, per determinarne gli spostamenti. Le assicurazioni delle guide sono confermate dal fatto che in tutti i tratti della fronte da me percorsi non trovai traccia alcuna di segni. Il 28 settembre 1902 credetti conveniente fissarne quattro: un segno 1 sulla roccia ove finisce la fronte occidentale, a m. 7,75 da questa; un segno 2 innanzi la fronte media, alla distanza di

(1) RICHTER E., *Die Gletscher der Ostalpen*, prec. cit., pag. 271.

(2) Sull'altezza del punto più basso di questo ghiacciaio si conosce anche un dato del vecchio catasto austriaco, secondo il quale si avrebbe un valore di m. 2620 (PECHMANN, *Notizen zur Höhen ecc.*, loc. cit., pag. 313).

m. 3,40 da questa; due segni 3 e 4 avanti la fronte orientale, alla distanza rispettiva di m. 2,20 e 2,65. Accanto ai segni di riferimento, ne feci altri quattro, indicanti le stazioni fotografiche. Da esse son ritratte le vedute riprodotte alle fig. 33^a-36^a.

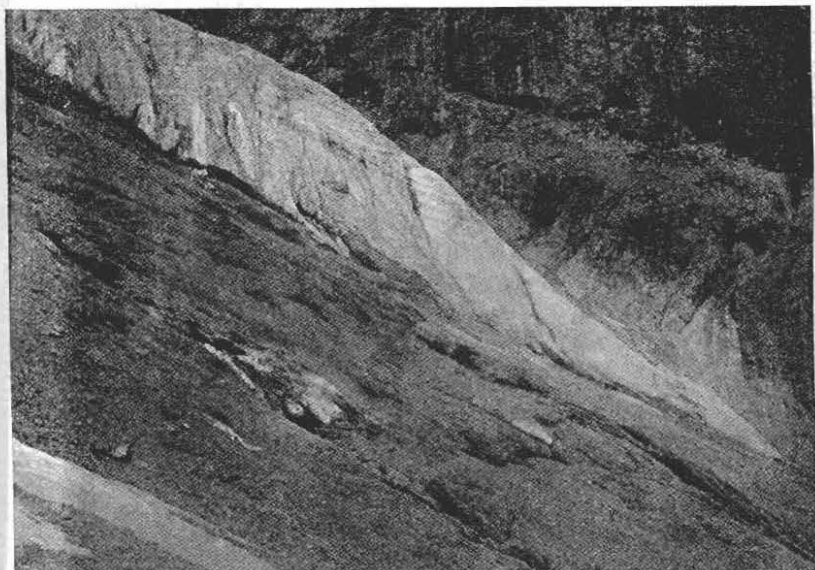


FIG. 35'. — *Lingua terminale della fronte orientale della veoretta della Marmolada.*
(Staz. fot. 3. — 26 agosto 1902).

I segni e le fotografie potranno servire per studiare le variazioni future, ma conviene esaminare se vi sono indizi di quelle passate e se si può in qualche modo stabilire lo stato attuale dei ghiacciai.

a) *Sintomi attuali.* L'osservazione delle condizioni delle scarse morene e delle forme superficiali del ghiacciaio non mi permisero di riconoscere alcun indizio sicuro per presumere lo stato in cui esso trovasi attualmente.

b) *Indicazioni delle guide.* Le guide da me interrogate, assicurano che la fronte del ghiacciaio, nel punto ove si tocca per salire la Marmolada, negli ultimi 15 anni sarebbe retrocessa di una ventina di metri. Per quanto alcune delle guide, alle quali mi sono rivolto, avessero compiuto, negli ultimi tempi, parecchie diecine di salite della Marmolada, a questa indicazione è concesso attribuire scarso valore, tenendo conto delle difficoltà di giudicare di spostamenti in un punto presso il quale manca qualunque oggetto che possa servire di evidente riferimento.

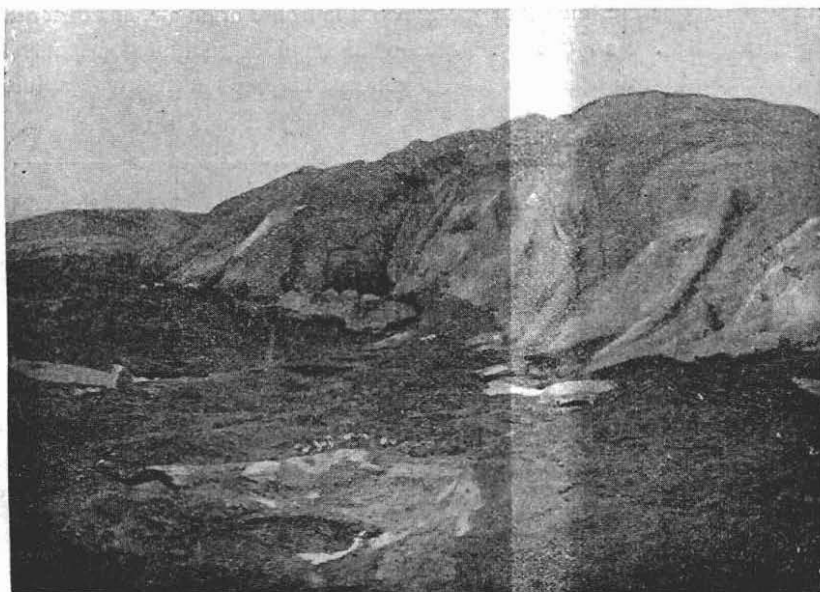


FIG. 36^a. — Lembo della fronte orientale della vedretta della Marmolada.
(Staz. fot. 4. — 26 agosto 1902).

c) *Altra affermazione non documentata.* Nella letteratura alpinistica relativa alla Marmolada, trovo una sola indicazione concernente le variazioni dei ghiacciai; ad essa però non posso dar peso, perchè manca di qualunque documentazione. Il Baroldi nelle sue « Escursioni nella valle di Fassa » (1) scrive: « Il ghiacciaio della Marmolada del 1877-1880 segnò un recesso d'oltre 50 metri; stando alla asserzione di alcuni vecchi terrazzani da 60 anni in qua, sarebbe retrocesso non meno di 400-500 metri ».

d) *Vecchi dati altimetrici.* Nessuna delle quote altimetriche segnate sulla tavoletta italiana e sulla carta topografica austriaca si può riferire con sicurezza ai punti più bassi delle fronti della vedretta (2). Nelle numerose descrizioni alpinistiche della Marmolada mancano pure consimili dati. Che io mi sappia, esistono soltanto due vecchie determinazioni

(1) *Materiali per una guida*, « Annuario della Società degli Alpinisti Tridentini », 1882-83, pag. 271.

(2) Non si capisce a che punti si riferiscano le due quote 2469 e 2520 indicate nella tav. « Monte Marmolada » presso la fronte orientale del ghiacciaio. La quota 2432 della Sp. K, segnata sul lembo della fronte media deve probabilmente attribuirsi alla rupe rappresentata nella fig. 33^a.

una del catasto austriaco (1) e l'altra del Trinker (2); la prima assegna al « punto più basso del ghiacciaio » m. 2437, la seconda al « piede del ghiacciaio, punto più vicino alla casera Fedaia » m. 2369,5. Sembra che questi dati si riferiscano al punto più basso della fronte media, che ritengo sia pure il più depresso di tutte le masse ghiacciate della Marmolada. Per esso, come indicai precedentemente (pag. 208), ottenni un valore di m. 2416, inferiore di 21 m. al catastale, superiore di 46,5 a quello del Trinker. Non credo che sul primo dato si possa fondare alcuna conclusione sopra eventuali spostamenti intervenuti nella fronte del ghiacciaio; sia perchè le vecchie misure catastali del Tirolo non meritano che assai scarsa fiducia, sia perchè non è nota l'epoca nella quale fu ricavata quella che ci interessa (3). In quanto alla differenza intercedente fra il dato del Trinker ed il mio, mi sembra che, sebbene si abbia da fare con determinazioni barometriche, sia troppo grande perchè si possa ascrivere unicamente alla inesattezza delle misure; ritengo quindi non improbabile che, almeno in parte, si abbia da fare con un *innalzamento* della fronte, sia pure di pochi metri. La data precisa della misura del Trinker non si conosce, ma si sa che le sue determinazioni barometriche furono eseguite fra il 1858 ed il 1863. Da allora è passato circa un quarantennio. Non sembra strano che durante questo periodo, nel complesso, abbia avuto luogo un ritiro della fronte del ghiacciaio.

e) *Confronto fra le carte topografiche.* Il disegno delle superficie ghiacciate della Marmolada sembrami troppo imperfetto su tutte le carte topografiche della regione finora pubblicate (4), comprese le più recenti, perchè si possa fondare sul loro confronto qualsiasi conclusione relativa alla diversa estensione delle vedrette.

f) *Confronto di fotografie.* In questi ultimi anni, ho raccolto parecchie fotografie dei ghiacciai della Marmolada. Fra queste sono datate, e quindi si prestano a confronti: 1°, una serie eseguita dal cav. Ales-

(1) PECHMANN, *Notizen zur Höhen* ecc., loc. cit., pag. 312.

(2) Op. cit., pag. 173.

(3) Le misure catastali tirolesi cominciarono nel 1821, ma furono poi più volte riviste e corrette; vedi riguardo a ciò ed alla scarsa attendibilità delle misure stesse: G. MARINELLI, *Note topografiche ed altimetriche sulle Pale di S. Martino*. Estr. d. « Boll. d. C. A. I. », 1886, pag. 7 dell'estr.

(4) Avrebbe avuto valore specialmente il confronto fra la carta austriaca all'86400 (uscita nel 1833) e quelle moderne, ma nella prima il disegno dei ghiacciai è così indeterminato, che non può essere utilizzato per il nostro scopo. Del resto, le variazioni delle vedrette sono in generale così piccole che è ben difficile possano risultare sensibili su rappresentazioni a scale minori di 1:25000.

sandro Cassarini (Bologna) nel 1889, 2^o, due fotografie eseguite nel 1894 da persona di cui non ricordo il nome. I confronti da me fatti sul posto e quelli con le fotografie da me eseguite, non permettono la constatazione sicura di alcuna variazione. Soltanto una delle due fotografie del 1894, che rappresenta lo stesso dettaglio della fronte ritratto nella fig. 33^a, mostra che, da allora, sono intervenute in quel posto delle variazioni, ma queste concernono piuttosto la quantità e la disposizione del materiale franato (come si disse, in quel luogo rovinano ogni anno frammenti della fronte), che ritiri od avanzamenti della massa in posto. Oggi il materiale di ghiaccio rovinato è minore che nel 1894. Null'altro si può affermare con sicurezza.

g) *Le condizioni del ricovero del Club Alpino Italiano.* Un punto d'appoggio relativamente sicuro per avere notizia di alcune variazioni avvenute negli ultimi 20 anni nelle *parti superiori del ghiacciaio* è rappresentato dalle condizioni in cui si è trovato il rifugio del Club Alpino Italiano.

Sulla parete rocciosa, che dalla cima più elevata scende verso nord, limitando ad occidente il ramo principale dei ghiacciai della Marmolada, a circa 3045 m. sul mare (mia misura con l'aneroide) venne escavata negli anni 1875, 1876 e 1877 una grotta, che doveva servire da ricovero (1). Evidentemente lo scavo si dovè eseguire in modo che la soglia dell'ingresso (che misura una altezza di m. 2,00 ed una larghezza di m. 1,55) si trovasse a livello poco diverso da quello della superficie del ghiaccio, e, probabilmente, un pò più in alto di essa.

Il lavoro dei cavatori venne completato, ma il ricovero non fu, a quanto sembra, condotto a compimento, in modo da poter essere utilizzato. Sulle sue condizioni rispetto al vicino ghiacciaio ho trovato le seguenti indicazioni. Nel 1879 il Brietze (2) non potè vedere l'entrata del rifugio, perchè « trovavasi ancora due metri sotto la neve ». Nel 1880 il ricovero era inservibile perchè « ripieno di ghiaccio » (3). Nel 1882 continuava ad essere inservibile (4). Nel 1883 il Calderperghen (5) trovò

(1) Vedi in proposito i tre resoconti delle adunanze del 1875, 1876 e 1878 pubblicate dalla sezione « Agordo » del C. A. I. (Belluno, 1875, pag. 10, Belluno, 1876, pag. 9, Belluno, 1878, pag. 15) ed il *Boll. d. C. A. I.*, 1877, pag. 7, e 1878, pag. 129.

(2) BRIETZE, *Die Marmolada*, « Oesterr. Alp. Zeit. », 1880, pag. 86.

(3) D. MARINELLI, *Ascensioni nelle Alpi orientali*, « Boll. d. C. A. I. », 1881, pag. 140. Vedi anche: BAROLDI, *Op. cit.*, pag. 271; COLLEONI, *Val di Fiemme, Val di Fassa, Val Pettorina, Val Cordevole*, « Sez. Vicenza del C. A. I. », 1881, pag. 11.

(4) CAINER, *Gli alpinisti italiani al Congresso internazionale di Salisburgo del 1882*, « Boll. d. C. A. I. », 1882, pag. 66.

(5) APOLLONIO, *La Marmolada*, « Annuario Soc. Alp. Trid. », 1885-86, pag. 70.

il ricovero « *sepolto dal ghiaccio in modo che la parte superiore (dell'ingresso) era visibile solo per l'altezza di 25 cm.* ». Nel 1884 il Biedermann (5) constatò che della grotta ricovero del C. A. I. allora non si vedeva « *assolutamente nulla, perchè la parte superiore del gran ghiacciaio si era elevato sopra di essa* ». Non ho trovato alcun cenno del ricovero nelle numerose relazioni di gite da me consultate, posteriori al 1884. Evidentemente il ricovero, che *continuava ad essere sepolto sotto il ghiaccio*, non poteva richiamare l'attenzione di alcuno. Le guide mi assicurarono poi che il ricovero, dopo essere stato nascosto « *per una quindicina di anni* », *mostrò di nuovo la sua apertura nel 1901*. Nel 1902 (28 settembre) constatai che *la soglia dell'ingresso trovavasi a circa 1 m. di distanza dalla superficie ghiacciata e precisamente nelle circostanze rappresentate nella fotografia riprodotta alla fig. 37^a*.

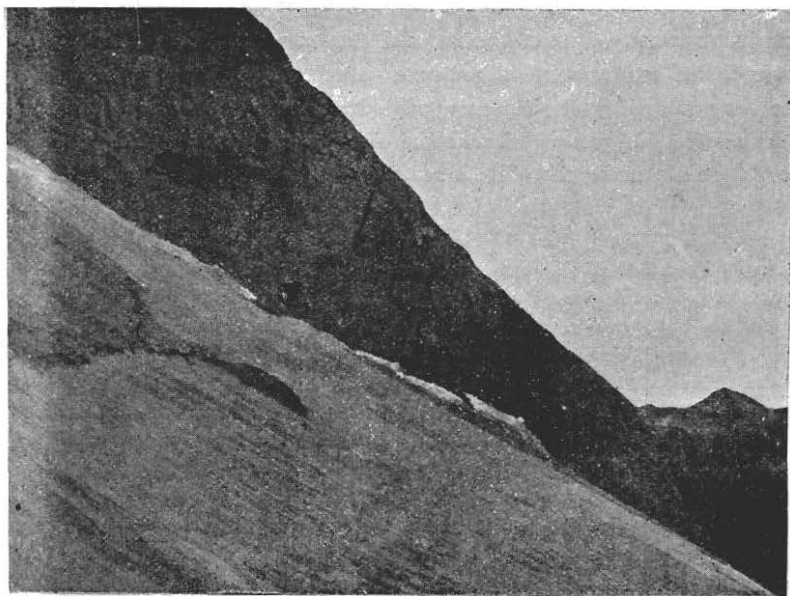


FIG. 37^a. — *Entrata del ricovero abbandonato della Marmolada.*
(26 agosto 1902 — fot. dell'A.).

Noi abbiamo qui alcuni dati, che, per quanto incompleti, sono tuttavia preziosi per conoscere lo stato della *parte superiore* del ghiacciaio della Marmolada negli ultimi 20 anni.

(5) BIEDERMANN, *Reise-Erinnerungen aus den Dolomiten*, « Der Tourist », 1884, pag. 159.

Dalle circostanze ora indicate risulta infatti stabilito :

1°, una *elevazione* (rigonfiamento) della massa del ghiaccio accennata incertamente (neve che ricopre l'entrata) nel 1879, *sicuramente constatata* nel 1883 (entrata per 9110 coperta), aumento *che continuò* nel 1884 (ricovero completamente sepolto);

2°, la permanenza di tale *sovraelevamento* del ghiaccio rispetto al ricovero dal 1885 al 1900 ;

3°, un recentissimo *abbassamento* dimostrato dallo *scoprirsi* della entrata fra il 1900 ed il 1901 e dal deprimersi del ghiacciaio sotto la relativa soglia.

Questi dati si riferiscono ad una parte *assai elevata* del ghiacciaio, poichè, come si disse, il ricovero trovasi ad oltre 3000 m. sul mare. Siamo evidentemente ancora nella regione d'alimentazione. L'aumento, cominciato nel 1883 e proseguito certamente negli anni successivi, dovè propagarsi verso le parti inferiori del ghiacciaio. È giunto alla base, provocando un avanzamento alla fronte, ovvero trovasi ancora in cammino? Per quanto sembri che l'aumento debba propagarsi, a guisa di un'onda e la velocità di questa possa essere assai maggiore di quella del ghiaccio (1), nella mancanza di osservazioni dirette sulla vedretta della Mar-

(1) Già l'HEIM (*Handbuch der Gletscherkunde*, Stuttgart 1885, pag. 508) notava che nei ghiacciai le diminuzioni e gli aumenti si manifestano *prima* nelle parti superiori; ma solo recentemente, ed in pochi casi, si potè seguire, per un piccolo numero di anni, la propagazione da monte a valle dei *gonfiamenti* che corrispondono al secondo fenomeno. (Vedi: BLÜMCKE ed HESS, *Die Nachmessungen am Vernagtferner in den Jahren 1891, 1893 und 1895*, Wissensch. Ergänzungsh. z. Zeitschr. d. D. u. Oe. A. V., I Band, I Hefc., pag. 101 e 105. —; FINSTERWALDER; *Rapport sur les Alpes Orientales* in: COMM. INT. DES GLAC., *Les variations périodiques des glaciers*, III rapp., 1897, Genève 1898, pag. 55 e 56; IV rapp., 1898, Genève 1899, pag. 88 ed 89. —; VALLOT J., *Expériences sur la marche et les variations de la Mer de Glace*, « Annales de l'Observatoire Météorologique du Mont Blanc », Tome IV, Paris, 1900, pag. 53, 55, 73 e 145. —; RABOT, *Revue de Glaciologie*, Extr. d. « Annuaire du Club Alpin Français », 1901, pag. 86-88). Il Vallot paragona il moto della intumescenza alla discesa di una specie di gigantesca *onda glaciale*. Questa discesa è più rapida (Finsterwalder) di quella del ghiaccio, ma sempre relativamente lenta, per cui occorrono parecchi anni perchè essa possa raggiungere la parte inferiore dei ghiacciai e quindi dileguarsi. Nel caso della vedretta della Marmolada la questione se l'onda, constatata all'altezza del ricovero, sia già discesa alla base e dileguata, ovvero trovisi in cammino, mi sembra per ora insolubile, non solo per mancanza di dati diretti, ma per la stessa deficienza di dati generali relativi al fenomeno. Questo fu finora osservato in ghiacciai di tipo assai diverso da quello della Marmolada e quasi soltanto per le parti inferiori di essi.

Mentre sto correggendo le ultime prove di stampa ricevo il *Bericht der inter-*

molada e nella ignoranza dello stato in cui essa ora si trova, sembrami prudente riservare una risposta a quando avremo più sicuri elementi, almeno su questa ultima questione.

Conclusione. — Se noi consideriamo ora nel loro assieme tutti gli elementi qui obbiettivamente raccolti per stabilire le variazioni avvenute nelle vedrette della Marmolada negli ultimi decenni, dobbiamo confessare che, scartate le indicazioni non documentate, noi ci riduciamo a due sole constatazioni abbastanza positive, le quali però si riferiscono a due parti assai diverse del ghiacciaio e quindi non si possono integrare. La differenza riscontrata, con mezzi a dir vero poco sicuri, fra l'altezza della base del ghiacciaio una quarantina di anni fa e quella d'oggi, ci sta ad indicare un probabile complessivo *ritiro* della fronte. Le condizioni del ricovero del C. A. I, d'altro canto, ci dimostrano un *aumento* delle parti superiori del ghiacciaio, avvenuto fra l'anno 1883 ed il 1900, aumento che ignorasi se abbia di già avuto o debba avere ancora la sua ripercussione in basso.

APPENDICE

§ 149. *Nota A. Tabella dei laghi e dei ghiacciai esaminati nel 1901 e nel 1902.* — In modo analogo a quanto ho fatto nelle precedenti serie di « Studi » (vedi §§ 41, 90, 110 e 124), riunisco in due tabelle i principali dati da me ottenuti durante le due campagne di cui ho reso conto nella presente memoria; aggiungo poi nella *Nota B* alcune considerazioni che si riferiscono ad un argomento da me accennato al § 129.

§ 150. *Nota B. Sulla velocità della circolazione acqua alla superficie terrestre.* — Il problema della *velocità* della circolazione acqua alla superficie terrestre, quantunque di singolare importanza scientifica e pratica per lo studio del regime dei fiumi e delle sorgenti, fu finora assai incompletamente studiato. Da un canto, stanno le poche esperienze, per lo più di laboratorio, e le molte formule matematiche degli idraulici, dall'altro, gli scarsi e staccati elementi ricavati, bensì direttamente, ma con metodi diversi e per differenti scopi, da studiosi di geografia fisica. Le formule degli idraulici, non ostante l'illusione dell'esattezza matematica, rispondono per lo più malamente, già quando sono applicate al flusso delle

nationalen Gletscherkommission dem IX Internationalen Geologen-Kongr. zu Wien 1903 (estr. dai « Comptes Rendus » del congresso stesso) col quale il FINSTERWALDER porta un notevole contributo alla teoria delle oscillazioni dei ghiacciai e quindi anche alla questione a cui si riferisce la presente nota (pag. 163[3]-168[8]). Mi rincuora di dovermi qui limitare ad una semplice citazione.

I. — TABELLA COMPARATIVA DEI LAGHI DI ALTA E MEDIA MONTAGNA ESAMINATI DALL'A. NEGLI ANNI 1901 E 1902.

NOME DEL LAGO (paragrafo in cui se ne tratta)	Bacino idrografico al quale appartiene	Latitudine	Longitudine da Roma	Altezza sul livello del mare	Superficie kmq.	Profondità massima m.	Condizioni di permanenza	Origine probabile	Altri dati ed osservazioni
Lago Rüdine (§ 127)	Piave	46° 22'	0° 11'	1293	0,0009	—	?	Affondamento nei gessi.	In parte artificiale.
Lago di Pozze (§ 127).	"	46 23	0 39	1907	0,0065	—	Permanente.	"	
Lago di Selva o S. Anna (§ 69, 90, 127).	"	46 35	— 0 02	1373	0,0082	15.6	"	"	Volume kmc. 0,000054; media prof. m. 6,6; pendenza media del fondo 47 %.
Lago di Larvis o Stücken-See (§ 133)	Gail-Drava	46 40	— 0 06	1927	0,0124	—	"	Escav. glac. e sbarr. frana.	
Lago di Bordaglia (§ 133) . . .	Tagliamento	46 37	— 0 22	1784	0,0115	—	"	Escavazione glaciale.	
Lago di Zingher (§ 134). . . .	Piave	46 22	0 38	2082	0,0272	—	"	"	
Lago di Nègher o Franzèi (§ 134)	"	46 24	0 33	2209	0,0108	—	"	"	
Lago da Lago (§ 135).	"	46 29	0 21	2066	0,0377	6.3	"	"	Volume kmc. 0,000117; media prof. m. 3,1; pendenza media del fondo 16 %.
Lago del Sorapiss (§ 37, 40, 135)	"	46 31	0 14	1935	0,026	2.6	Prosciuga completam.	"	
Lago di Fànes (§ 135).	"	46 36	0 26	2154	0,023	—	"	"	
Peizen o Bòden Seen } superiore .	Drava	46 38	0 08	2331	0,014	—	Permanente.	"	
(§ 135) { inferiore .	"	"	"	2330	0,009	—	?	"	
Laghi di Lavaredo } maggiore .	Piave	46 37	0 08	2389	0,0010	—	?	"	
(§ 135) { minore .	"	"	"	2396	0,0006	—	?	"	

II. — QUADRO COMPARATIVO DEI NUOVI GHIACCIAI ESAMINATI DALL'A. NELLE CAMPAGNE 1901 E 1902.

GRUPPO MONTUOSO	NOME DEL GHIACCIAIO (paragr. al quale se ne tratta)	Esposizione	Cima più alta della regione contermina	Latitudine media	Longitudine media da Roma	Altezza sul mare del punto		Altezza media m.	Superficie kmq.	Inclinazione media	Epoca nella quale furono posti dall'A. i primi segni
						più basso m.	più alto m.				
Gruppo del Canin (A. Giulie)	Ghiacciaio occidentale dell' Ursic (§ 138)	Nord	M. Ursic m. 2542	46° 22'	1° 0'	2199	—	—	0,08	—	28 sett. 1901.
Gruppo dell' Elfer (A. di Sesto)	Ghiacciaio dell' Hochbrunnen (§ 141)	Ovest	Hochbrunnen- chneide m. 3045	46 38	0 4	2480	—	—	—	—	8 sett. 1901.
Gruppo del Cristallo (A. Cadorine)	Ghiacciaio del Popèna (§ 144)	Nord	Piz Popèna m. 3153	46 35	0 14	2321	2600 ca	2450 ca	0,15	—	2 sett. 1901.
Gruppo della Marmolada (A. Bellunesi)	Ghiacciaio della Marmolada (§ 147 e 148)	Nord	Marmolada m 3361	46 26	0 55	2416	3361	2800 ca	4,21 (3,50)	20° ca	16 agosto 1902.

acque correnti entro tubi regolari o canali artificiali; non rispondono, quasi punto, allorchè si portano nel campo dell'idrografia terrestre. Le esperienze dirette, riferentisi a larghi tratti di corsi d'acqua (le misure di velocità in singole sezioni non hanno importanza per lo scopo da me qui considerato), sono per ora insufficienti e quasi sempre incomplete.

Senza tener conto della circolazione delle acque filtranti nelle rocce permeabili — argomento che per ora non ci interessa — noi possediamo anzitutto una serie di dati sulla velocità delle acque sotterranee delle rocce calcaree, ottenuti nelle esperienze eseguite per determinare rapporti idrografici fra sorgenti e perdite d'acqua superficiali. Una serie di questi dati si possono trovare riferiti in: G. DE AGOSTINI ed O. MARINELLI, *Studi idrografici nella valle superiore della Turrone Secca nelle Alpi Apuane*, « Riv. Geogr. It. », 1894, pag. 315-322 —; MARTEL, *Les abîmes*, Paris, 1894, pag. 402 e 409 —; DE STEFANI, *Studio idro-geologico della sorgente della Pollaccia nelle Alpi Apuane*, « Mem. della Soc. Geogr. It. », vol. V, 1895, pag. 417 e seg. —; MARTEL, *Expériences de coloration à l'Oeil du Nèz (Basses - Pyrénées)*, « Spelunca Bull. d. Soc. Spél. », IV, n. 15, 1898, pag. 136. —; MARTEL ET FOREL, *Les expériences à la fluorescine et la circulation des eaux sous les glaciers*, « Spelunca. », IV n. 16, 1898, pag. 155 e seg. —; MARTEL, *10^e campagne souterraine*, « Mém. de la Soc. d. Spél. », III, n. 19, 1899, pag. 31. —; FOURNIER ET MARECHAL, *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura. 3^e campagne 1900-1901*, « Spelunca Bull. et Mém. d. Soc. Spél. », IV, n. 27, 1901, pag. 15 e 32; VAN DE BROECK ET MARTELL, *Nouvelles recherches et constatations à Han-sur-Lesse*, extr. d. « Bull. de la Soc. Belge de Géologie de Paleont. et d'Hydr. », T. XII, Bruxelles, 1902, pag. 173-174; FOURNIER, *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura. 5^e campagne, 1902-1903*, « Spelunca, ecc. », V. n. 33, 1903, pag. 3-6 (1).

(1) Questa ultima memoria, la cui citazione può essere da me aggiunta soltanto sulle bozze, contiene la indicazione sommaria di una serie assai numerosa di esperienze riguardanti la velocità di propagazione delle acque sotterranee nei calcari. Come ebbi ad accennare al § 129 (pag. 31, nota 1) l'autore espone delle conclusioni anche rispetto al modo di valutare i dati che si ottengono osservando il tempo che corre fra l'immissione della fluorescina in una perdita d'acqua e la visibilità delle prime tracce di colorazione al punto di risorgenza. Egli infatti (pag. 5 [377]), fra i risultati delle ricerche fatte da lui e dal Magnin, e dalle quali appare l'estrema lentezza della progressione della sostanza colorante (in genere inferiore ad un chilometro al giorno), indica come prima causa del fenomeno la seguente: « La fluorescina osservata ad occhio nudo ha una velocità di propagazione molto inferiore all'a velocità

Altre esperienze con sostanze coloranti vennero fatte per stabilire la velocità delle acque circolanti sotto i ghiacciai e nei torrenti e fiumi alpini. In alcune delle pubblicazioni, ora ora citate, si possono trovare dati relativi a questo argomento, che venne poi trattato monograficamente nella nota di GABRIELLA E GIUSEPPE VALLOT: *Expériences sur la vitesse de la circulation de l'eau dans les torrents et sous les glaciers* « (Annales de l'observatoire météorologique physique et glaciaire du mont Blanc. », Tomo IV, 1900, pag. 19 e seg.) (1).

In queste esperienze si determinò in generale l'elemento *velocità* badando al tempo passato fra la immissione di una sostanza colorante in alto e la prima comparsa della colorazione in basso; inoltre, per i percorsi sotterranei, si dovè trascurare di tener conto della eventuale loro tortuosità. Così tutti questi dati rappresentano dei minimi (2).

dell'acqua alla superficie. In parecchie esperienze noi abbiamo potuto constatare che la velocità dell'acqua alla superficie poteva raggiungere un valore tre ed anche quattro volte più grande che quello della fluorescina visibile all'occhio nudo, anche in un corso d'acqua a superficie libera. A nessuno può sfuggire l'importanza di questa osservazione. Però il Martel, redattore della « Spelunca », ove trovasi pubblicata la memoria del Fournier, aggiunge in nota il seguente commento: « Recenti esperienze dei sigg. Schardt, Van den Broeck, Marboutin, Martel hanno stabilito che questo ritardo non è che apparente e che adoperando il fluoroscopio si constata che la fluorescina va tanto velocemente quanto la parte più rapida della corrente. Il contrario sarebbe inesplicabile ». La causa adunque del ritardo della velocità del colore su quella dell'acqua si deve unicamente alla circostanza, da me altrove (§ 129) indicata, che le prime tracce d'uranina devono sfuggire all'osservazione per la soverchia diluizione. Conviene però avvertire come dalle ricerche del Fournier risulti un'altra circostanza degna di nota, cioè che (loc. cit. pag. 6 [38]): « le sostanze diverse dalla fluorescina *non compaiono sempre con la stessa velocità* di quest'ultima. Nelle esperienze fatte nella regione giurese la velocità delle altre sostanze (amido, sale, sugo di letame) è stata sovente più considerevole. Le torbide dopo le piogge e le crescite con microbi sono state sempre osservate con anticipazione notevole sopra le colorazioni visibili ad occhio nudo ».

Giungo in tempo soltanto per citare nelle ultime prove di stampa tre scritti, riferentisi all'argomento di questa nota, che sono venuti a conoscere assai recentemente. Essi sono: MARBOUTIN, *Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques*. « C. R. d. Ac. d. Sc. de Paris », T. 132, 1901, pag. 365-368; MUQUEL, *Sur l'usage de la levure de bière pour déceler les communications des nappes d'eau entre elles*. « Ib. », pag. 1515; BERTHELOT, *Sur les origines de la source de la Loue*. « Ib. », T. 133, 1901, pag. 394-397.

(1) Vedi anche: FOREL, *Circulation des eaux dans le glacier du Rhone*. « C. R. d. d'Ac. d. Sc. de Paris » 17 oct. 1898. — *Les variations périodiques des glaciers des Alpes. 19 rapport. 1898*. « Extr. d. l'Annuaire du S. A. C., XXXIV année. Berne 1899, pag. 8 e seg.

(2) Vedi in proposito la penultima nota.

Accanto alle esperienze di questo genere, se ne trovano altre ottenute con metodo diverso. Nel caso di torrenti che si perdono nei calcari, con la deviazione, o con altro mezzo, si arrestò per un certo tempo l'assorbimento delle acque e si osservò poi la durata della sospensione e della ricomparsa del getto nelle risorgenti inferiori. Alcuni dati così ottenuti sono riferiti dal MAGNIN, nella sua memoria: *Les lacs du Jura* (« Annales de Géographie », Anno III, n. 9, ottobre 1893, pag. 40 e 41), altri dal De Stefani nella memoria sulla Pollaccia, prima citata, ed altri ancora si possono forse rintracciare qua e là (1).

Un certo numero di dati di velocità dei corsi superficiali — senza tener conto di quelli relativi a singole sezioni, ricavati per la misura delle portate e poco interessanti, come dissi, per il nostro scopo — si può ritrovare negli studi relativi alla trasmissione delle piene (2). Importantissimi sono, a questo proposito, per esempio i dati che riguardano la propagazione delle onde di piena nel Nilo. Vedi in proposito: VENTRE LEY, *Hydrologie au Nil. Essai sur la prévision des crues du fleuve*, « Bulletin de la Soc. Khédiv. de Géogr. », 1894, pag. 17 e seg. Altri dati si hanno per fiumi alpini (cfr. BRUCHNER, *Untersuchungen über die tägliche Periode der Wasserführung und die Bewegung von Hochfluten in der obern Rhone*, « Pet. Mitt. », 1895, pag. 161 e seg. — FANTOLI, *Alcune note d'idrografia sulla estensione dei ghiacciai nel do-*

(1) Un dato relativo al percorso sotterraneo dalle voragini del piano di Rocca di Mezzo alla sorgente di Stiffe (Aterno) si trova p. e. in G. M. DELLA TORRE, *Scienza della natura particolare*, Venezia 1750, pag. 397 - 98; uno sull'Imeie in GAVINI E VOLTAN, *Escursioni in Abruzzo*, « Annuario della sez. di Roma del C. A. I. » vol. III, 1888-91, pag. 94 e 95. Il FOURNIER, nella nota citata (pag. 6 [38]), a proposito dei dati ottenuti con questo sistema ovvero badando all'intumescenza di una risorgente dopo una forte pioggia, osserva come essi indichino velocità molto superiori a quelle ricavate con l'uso di sostanze coloranti perchè « qui interviene, oltre al movimento proprio di traslazione dell'acqua, una propagazione ondulatoria di cui la velocità è indipendente dalla velocità propria dell'acqua nel corso studiato ».

(2) S'intende che i dati relativi alla trasmissione delle piene servono allo scopo di determinare la velocità dei corsi d'acqua soltanto in casi eccezionali, come sono quelli in cui, per specialissime condizioni di alimento, la piena è, in certo modo, causata da una sola grande massa d'acqua, che si riversa in una determinata sezione del fiume, non già, come avviene di consueto, da successive e continue affluenze di numerosi scoli di un bacino, sopra buona parte dell'estensione del quale abbiano avuto luogo grandi precipitazioni od intense fusioni di nevi. Anche nel caso più semplice però, bisogna tener conto del fatto che l'onda di piena ha un movimento proprio di propagazione che si aggiunge, in certo modo, a quello del corso d'acqua. I valori che si ottengono con questo sistema sono quindi dei massimi. Vedi in proposito anche la nota precedente.

minio dei nostri fiumi alpini, sul tributo e sul regime delle acque glaciali. Estr. d. « Politecnico » 1902. pag. 36, ecc.

Altri elementi si potrebbero ricavare pei fiumi dove ancora si usa la fluitazione del legname, facendo ricerca del tempo (minimo, medio e massimo) che impiegano le zattere nel percorrere i tratti fra le successive stazioni. Ho potuto raccogliere informazioni a ciò relative per la Piave (1); alcuni dati staccati, riguardanti specialmente fiumi friu-

(1) Riassumo qui i dati relativi a questo fiume per le 4 tratte nelle quali corrono zattere ordinarie.

	Lunghezza	Pendenza	Velocità del percorso		
			minime (magra)	medie (normali)	massime (piena)
Tratta Perarolo - Longarone	Km. 17	0.6 ‰	m. 2.36 al 1"	m. 3.54 al 1"	m. 4.71 al 1"
" Longarone - Belluno	" 21	0.5 "	" 1.77 " "	" 2.26 " "	" 2.77 " "
" Belluno - Falzè di Piave	" 63	0.4 "	" 1.59 " "	" 1.94 " "	" 3.50 " "
" Falzè - Ponte di Piave	" 33	0.3 "	" 0.92 " "	" 1.55 " "	" 3.08 " "

Questa tabellina è ricavata in base alle informazioni raccolte, dietro mia preghiera, dal sig. Girolamo Segato di Belluno. A controllo e conferma dei dati ivi segnati aggiungo due osservazioni dirette da me fatte: « Giorno 18 agosto 1898, acque del Piave piuttosto alte, percorso delle zattere da Ponte delle Alpi a Belluno ore 0,50, quindi velocità m. 2,70 al secondo, da Belluno a Mel ore 1,30, quindi velocità m. 3,02 al secondo ». Tutti questi dati avrebbero maggior valore se potessero esser messi in relazione con la diversa portata del fiume. Ma fanno difetto, a quanto credo, esatte osservazioni al riguardo. Per il Piave conosco i seguenti dati di portata: 1) minima mc. 40, media 60, massima 3000, valori riferiti, senza indicazione della sezione del fiume ove furono ricavati, in: MIN. DI AGR. IND. E COMM., *Sull'idrografia e sull'idraulica fluviale in Italia. Cenni monografici*, Roma, 1878, pag. 313; 2) portata ordinaria verso Belluno mc. 60 (MIN. DI AGR. IND. E COMM., *Notizie sulle condizioni industriali della provincia di Belluno*, Roma, 1891, pag. 16); 3) portata di magra sopra il ponte della Priula (via Treviso-Conegliano) mc. 60 (MIN. DI AGR. IND. E COMM., *Notizie sulle condizioni industriali della provincia di Treviso*, Roma 1887, pag. 9); 4) portata ordinaria a Ponte di Piave mc. 195 (MIN. DI AGR. IND. E COMM., *Notizie sulle condizioni industriali della provincia di Venezia. Seconda Edizione*, Roma, 1900, pag. 25); 5) portata ordinaria, indicata in due posti nel corso inferiore del fiume nella carta idrografica d'Italia al 100.000, mc. 200; 6) mentre correggo le prime prove di stampa posso aggiungere, a proposito della portata del Piave, altre indicazioni. Nella relazione al concorso del premio Kramer, pubblicata nei « Rendic. dell'Ist. Lomb. » per il 1903 (serie II, vol. XXXVI, fasc. I), nel riferire il giudizio intorno ad una memoria sul

lani, si trovano pure nei *Cenni monografici sui singoli servizi*, pubblicati nel 1888 dal MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1).

Qui non sembrami il luogo di esporre tutto il materiale da me riunito intorno all'argomento a cui si riferisce questa nota, nè di fare confronti e discussioni. L'analisi di tale materiale allo scopo di ricavare se non altro dei concetti approssimativi sulle diverse condizioni della

Piave presentata (anonima) al concorso stesso, si indica (pag. 74) come l'autore corregga giustamente il valore del modulo offerto dai *Cenni monogr.* ecc. (vedi sopra) e, con confronti e scandagli sulle altezze idrometriche, modifichi quel valore in 127 mc. Bisogna avvertire, si aggiunge nella relazione, che questo è valore più plausibile. La memoria, segue la relazione, assegna la portata massima di 2400 mc., invece di 3000 dei dati ufficiali; ma manca un corredo efficace di fatti per dar serio valore alla correzione. D'altro canto il prof. MUSONI, nella memoria: *Il Piave e il suo b'cino. Saggio di geografia fisica e di antropogeografia*. Fascicolo 1° (Drucker ed. Padova, 1903, pag. 70) riferisce i seguenti dati, risultanti delle ricerche dell'ing. G. PATTARO: portata di magra ordinaria nel tronco inferiore presso la foce, mc. 50; modulo mc. 130; piena ordinaria mc. 580; massima 2400; minima 42. La portata minima sarebbe poi al ponte Priùla di mc. 23, a Fenèr di mc. 50, a Belluno di mc. 25. Nell'apprezzare questi dati si deve tener conto delle notevoli distrazioni d'acqua della provincia di Treviso, specialmente tra Fenèr e la Priùla. Soltanto quando sarà pubblicata la memoria dell'ing. PATTARO, potremo formarci una idea sull'attendibilità di questi dati, per ora, il complesso degli elementi qui riferiti servono solo a dare una vaga idea delle portate nel tratto che ci interessa.

Durante la correzione delle seconde prove di stampa di questa nota, lessi nel « Giornale del Genio Civile », Anno 41°, maggio-giugno 1903 (pag. 233-290) l'annuncio memoria del PATTARO, uscita, col titolo: *Il fiume Piave. Studio idrologico-storico*. Si trovano in essa riferiti (pag. 255-258) i dati: delle *minime assolute* (Belluno mc. 25, Ferier 50, Priùla 23, Intesiatura 42); del modulo (mc. 127 all'Intesiatura) e della *massima* (mc. 2400 ivi), già, in gran parte, da me sopra indicati. Le spiegazioni fornite dall'autore sui metodi coi quali furono ottenuti questi valori, sono insufficienti, per poterne giustamente valutare il grado di attendibilità. Per alcuni possono valere i giudizi della Commissione del premio Kramer, or ora riassunti, giudizi che evidentemente si riferiscono alle determinazioni dell'ing. PATTARO. Senza dubbio però, fra i dati sulla portata del Piave pubblicati fino al giorno d'oggi, i suoi sembrano i più attendibili.

(1) Vol VI. *Navigazione interna*. Roma 1878, pag. 69-71, 123 e 125. Va notato come non risulti chiaro se i dati di velocità, che vengono indicati per i fiumi Tagliamento, Lumibè, Degano, But, Fella, Arzino e Ticino, a proposito della fluitazione del legname, sieno ricavati appunto in base al tempo impiegato dalle zattere nel discendere le varie tratte, ovvero in altro modo. È quasi superfluo avvertire che i galleggianti, specialmente se sono di grandi dimensioni — come è il caso delle zattere —, nella loro fluitazione, assumono una velocità inferiore a quella massima della corrente ed inoltre possono andare soggetti ad arresti o rallentamenti per urti contro le sponde od il fondo del letto del fiume. Nell'apprezzare i dati ottenuti con questo sistema è quindi necessario tener ben presenti tali circostanze.

circolazione acqua nelle grotte dei calcari, in quelle dei gessi, nei ghiacciai, nei torrenti e fiumi esterni, urta contro la difficoltà di rendere paragonabili i dati ottenuti con differente procedimento nonchè contro quella, forse più grave, di valutare l'influenza della differente portata e pendenza; difficoltà quest'ultima che permane anche qualora gli elementi posti a confronto siano stati ricavati con lo stesso metodo.

Tuttavia, limitandosi a vaghe conclusioni, si può fin d'ora affermare che le massime velocità, che raggiungono però soltanto pochi metri al secondo, si hanno nella propagazione delle piene dei fiumi alpini. Nel Nilo non ostante la gran massa delle acque, le onde di piena sono più lente, raggiungendo un massimo di 0,85 m. al secondo.

Nei piccoli torrenti delle Alpi e dell'Appennino in genere le velocità sono assai piccole, rimanendo quasi sempre molto al di sotto di m. 0,50.

Nei torrenti sottoglaciali le velocità sono ancora minori.

Nei corsi sotterranei dei calcari si hanno poi valori bassissimi, in genere molto inferiori a 0,10 m. e talora anche a 0,01 m. (1).

I dati ricavati nell'unica mia esperienza nei gessi si avvicinano specialmente a questa ultima categoria, ma, posti a confronto con i casi nei quali portata e pendenza sono più simili, mostrano una velocità *assai maggiore*. Sarebbe però temerario da una sola esperienza ricavare una qualsiasi conclusione generale.

(1) Avendo sott'occhio una serie molto abbondante di dati relativi alla velocità della circolazione acqua della superficie terrestre, se ne ricava l'impressione di una estrema *lentezza*, anche quando non intervengono fenomeni di filtrazioni in rocce permeabili, ovvero di accumulamenti acquei sotto forma di nevi persistenti, di ghiacciai, di paludi e di laghi. I valori minimi, prescindendo sempre da questi ultimi casi sono senza dubbio quelli dei percorsi sotterranei nelle rocce calcaree. Come riferii, furono notate spesso velocità inferiori ad un chilometro al giorno. Per spiegare questa lentezza nei percorsi sotterranei il Fournier (loc. cit., pag. 5 [37]), indica come causa principale l'esistenza lungo i canali interni « di grandi cavità formanti riserva; in queste cavità la superficie dell'acqua essendo orizzontale, la velocità tende ad annullarsi ». Aggiungerei la circostanza, altrove da me rilevata (*Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nei dintorni di Tarcento in Friuli*, « In Alto », 1897, pag. 60 dell'estr.) che in alcune grotte « la circolazione acqua tende ad effettuarsi per mezzo di conche e successivi salti » e quella probabile che traverso certi tratti di canali ostruiti debba aver luogo frequentemente una vera filtrazione.
