la TORRE OSSERVATORIO della VALLE dei FORNI Valtellina

L'età dell'oro della meteorologia ed idrologia alpina

Giuseppe Cola
Servizio Glaciologico Lombardo
Dosegu@libero.it

THE OBSERVATORY TOWER OF DELLA VALLE DEI FORNI (Valtellina) The golden age of Alpine meteorology and hydrology

In the 1920s, the Ufficio Idrografico del Po, Hydrographic office of Po river, with contribution from the Italian Glaciological Committee, carried out a series of surveys to determine the influence of glaciers on the hydrologic regime of rivers, also considering the future project to use glacial basins in Alta Valtellina for electrical energy generation. An observatory tower was therefore built downstream to the Forni glacier, fitted with recording meteorological instruments that worked all year long. Additionally, several recording hydrometric instruments were installed to study flows from glacial streams. From these instruments it was possible to calculate the amounts of water from glaciers flowing into the Frodolfo stream, also in relation with temperature changes and other meteorological factors. These research activities ended in the 1960s, and the observatory and measurement equipment then

Negli anni Venti dello scorso secolo l'Ufficio Idrografico del Po col contributo del Comitato Glaciologico Italiano intraprese una serie di ricerche atte a determinare l'influenza dei ghiacciai sul regime idrologico dei corsi d'acqua, anche in vista dello sfruttamento idroelettrico dei bacini glaciali dell'alta Valtellina. Poco a valle della fronte del ghiacciaio dei Forni venne costruita una torre-osservatorio, nella quale strumenti meteorologici registratori funzionavano per tutto l'anno. Inoltre, strumenti idrometrici, pure registratori, furono installati per lo studio delle portate dei torrenti glaciali. Da questi elementi furono ricavati i valori del contributo glaciale ai deflussi del torrente Frodolfo in relazione anche alle variazioni delle temperature e degli altri fattori meteorologici. Negli anni Sessanta dello scorso secolo tali ricerche ebbero termine, e l'osservatorio e le apparecchiature di misura sono andate incontro ad un progressivo degrado.

Fig. 1 - L'osservatorio ai nostri giorni.

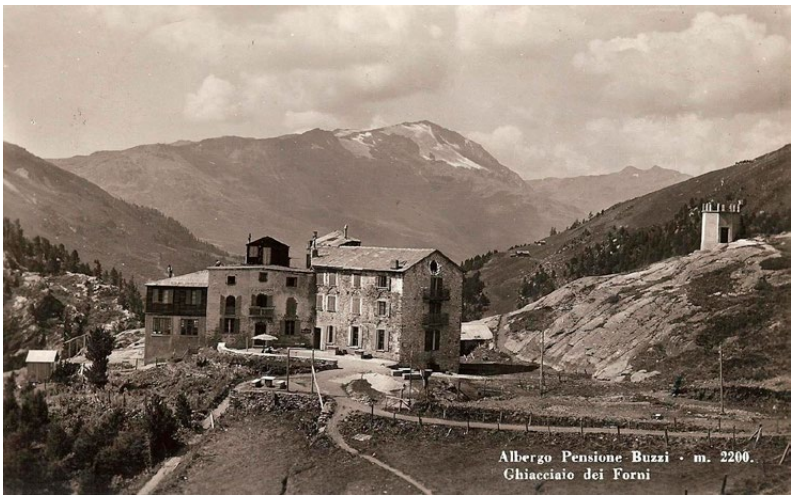


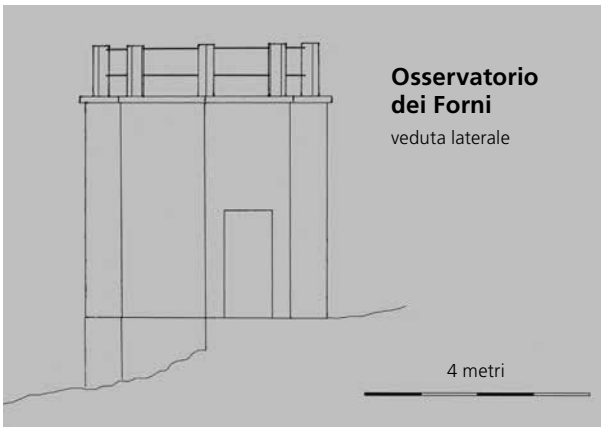
Fig. 2 - Rifugio Ghiacciaio dei Forni e l'osservatorio meteorologico in una cartolina viaggiata negli Anni Venti del secolo scorso.

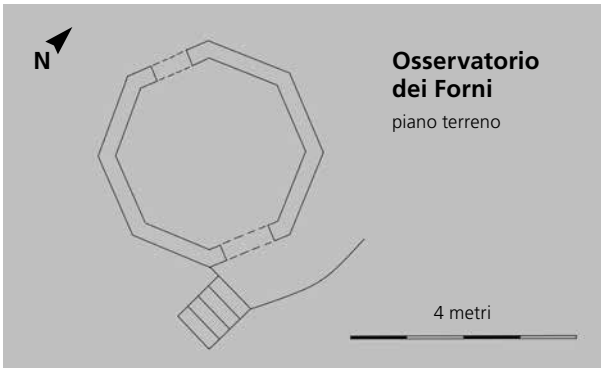
Chi oggidì sale all'albergo Ghiacciaio dei Forni (un tempo conosciuto anche come albergo Buzzi)[1], immerso nella maestosità del panorama dell'alta valle dei Forni, distrattamente avrà posato lo sguardo sul torrione ottagonale adagiato alla sommità dello sprone roccioso che sovrasta l'albergo. Pochi sanno che questa elegante struttura, ora in stato di abbandono, un tempo era un osservatorio meteorologico, che nell'epoca d'oro della meteorologia ha contribuito a identificare le norme generali che regolano i rapporti idrologici fra ghiacciai e corsi d'acqua. L'incuria degli uomini e l'opera pressante delle intemperie ne hanno segnato le sue strutture. Il legno dei serramenti e della graziosa scala spiraleggiante che consentiva l'accesso al terrazzo ove erano ospitate le apparecchiature di misura sono stati subito preda del degrado. Ora tocca alla struttura muraria, che seppur ancora ben conservata, comincia a mostrare i segni del tempo, l'acqua filtrando tra le crepe del terrazzo ne ha corroso il cemento (fig. 1). Per comprendere le motivazioni che portarono alla realizzazione di questo manufatto dobbiamo compiere un bel balzo indietro nel tempo. Nel primo dopoguerra, per fronteggiare il fabbisogno sempre crescente di energia del nostro Paese, vennero incrementate le concessioni di acqua pubblica per lo sfruttamento idroelettrico dei bacini alpini. Di concerto furono erogati dei contributi statali per la costruzione degli impianti. In tale frangente venne a concretizzarsi una forte convergenza tra le attività delle strutture tecniche dello Stato (Ufficio Idrografico del Po e Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque), con le Società elettriche di allora. Nella fattispecie, l'ufficio tecnico della Azienda Elettrica Milanese, per coprire i previsti incrementi della domanda di energia elettrica di Milano, predispose un piano complessivo di espansione e di costruzione di impianti idroelettrici in Valtellina, vista la notevole concentrazione di bacini in gran parte glacializzati[2]. La vasta estensione dei ghiacciai del nostro versante alpino, la loro influenza sul regime dei maggiori corsi padani e la necessità quindi di conoscere il loro regime idrologico, portò l'Ufficio Idrografico del Po ad intraprendere particolari ricerche, che per quanto riguarda la zona lombarda furono affidate alla Sezione di Milano, e vennero concentrate in un unico bacino allo scopo di poter meglio raggiungere un quadro completo d'indagine. La posizione particolare dei ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale, compresi nel Bacino dell'Alto Frodolfo,

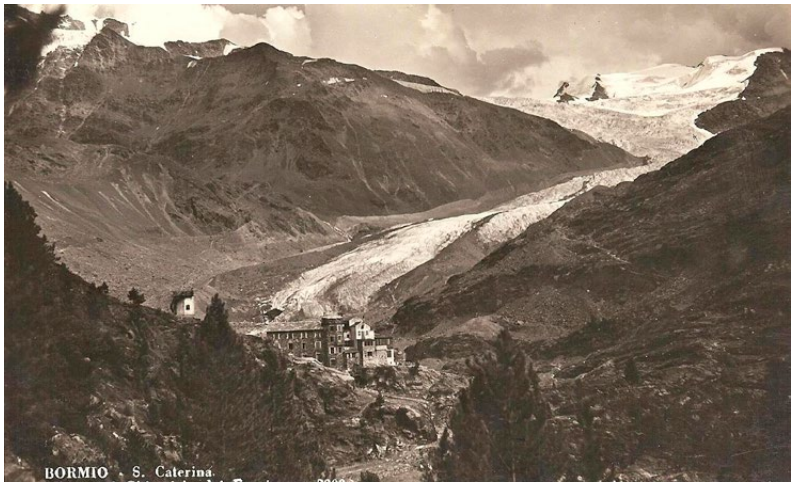
in condizioni molto affini a quelle di altri ghiacciai del nostro versante, il loro grado di concentrazione, l'esistenza a poca distanza dalla zona glaciale di un tratto dell'emissario sufficientemente regolare ed a fondo stabile, che dava affidamento per una buona stazione di misure di portata, ragioni infine di carattere logistico portarono la scelta su questo bacino che, chiuso inizialmente a S. Caterina, veniva ad avere l'estensione di 105,6 km^2, dei quali 38 di effettivo ghiacciaio. A S. Caterina, dove fu possibile fare assegnamento sulla permanenza costante di una guida alpina, alla quale affidare tutte le osservazioni, fu subito impiantata una stazione autoregistratrice delle portate ed una stazione termo-udometrica[3]; mentre sul bacino furono installati, per la misura delle precipitazioni quattro totalizzatori, ovvero: alla Capanna Cedè (quota 2700), all'Isola Persa (quota 3000 circa), al Rifugio Gavia (quota 2541), all'Albergo dei Forni (quota 2100). Nel 1924 entra in funzione un pluvionivometro a S. Antonio Valfurva, affidato a Sante Vitalini, che ne seguirà le vicende fino al secondo dopoguerra. Successivamente non appena furono superate alcune difficoltà di accesso e specialmente di personale, in quanto per sette mesi dell'anno la vita si arrestava a 15 - 20 km. dal ghiacciaio, ed anche negli altri mesi, non era facile trovare elementi adatti per le osservazioni di istrumenti, di per sé già delicati, le indagini vennero gradualmente intensificate. Cosi sul finire dell'estate del 1925, a 2185 m s.l.m, venne ultimato in prossimità della bocca del ghiacciaio dei Forni, un piccolo osservatorio dotato di apparecchi, principalmente autoregistratori (fig 2). La torre-osservatorio, a pianta ottagonale ed impreziosita da motivi decorativi, venne realizzata in calcestruzzo armato e con uno sviluppo verticale su due piani. Al piano terreno, vi è un vano con la porta di accesso rivolta ad est ed una finestra che guarda verso ovest. Al terrazzo superiore, ove erano collocati le apparecchiature di misura, vi si accedeva con una scala elicoidale addossata al muro esterno dell'osservatorio. Gli strumenti di misura furono collocati sia sul terrazzo che in capannine ancorate ai supporti metallici della ringhiera che contorna il bordo del terrazzo (figg. 3, 4, 5 e 6). L'osservazione dei principali parametri atmosferici al suolo comprendeva: misure delle precipitazioni, della pressione barometrica, della forza e direzione dei venti, della temperatura, dell'umidità relativa, della insolazione e della condensazione; quindi di tutte le variazioni climatiche influenti sul regime dei ghiacciai. Nel periodo estivo funzionava al completo, sotto la sorveglianza della signorina Elisa Buzzi, figlia del proprietario dell'albergo, e nei mesi invernali restava limitato al solo barografo, anemografo, termografo e psicrografo[4] ed affidato alla guida Evaristo Testorelli, di S. Caterina, che ogni otto giorni si recava all'osservatorio per le necessarie ispezioni e per il cambio delle carte diagrammate. Il panorama che ancor oggi si gode dal terrazzo dell'osservatorio è assolutamente impareggiabile. Lo sguardo si posa in un primo momento sul sottostante albergo e la sua caratteristica torre merlata, per poi sollevarsi e abbracciare l'intera valle dei Forni, ma assai più grandioso doveva essere lo spettacolo quando venne costruito l'osservatorio, con la colata glaciale dei Forni che giungeva a poca distanza da esso. Alcune immagini dell'epoca ben descrivono l'atmosfera che aleggiava in questa stupenda valle glaciale alpina (figg. 7 e 8). Ma torniamo alla cronistoria delle ricerche nel bacino del torrente Frodolfo. Tutte queste stazioni controllavano complessivamente una estensione di oltre 100 km^2 ricadenti nel bacino del Frodolfo. Le osservazioni dei deflussi ebbero inizio nel 1930 con l'impianto di una stazione per misure di portata, munita di stramazzo e controllata da un idrometrografo[5], ubicata in prossimità dell'albergo Ghiacciaio dei Forni, circa 1 km a valle della bocca del ghiacciaio di quell'epoca[6] (figg. 9 e 10). Nel 1922 era stata istallata sul Frodolfo, a S. Caterina Valfurva, una stazione per il solo controllo delle altezze idrometriche, munita di idrometrografo (fig. 11). Le misure sistematiche delle portate ebbero praticamente inizio nel 1930. Nel 1931, al Ponte della Girella, in Val Cedè, venne installato un idrometrografo per separare i deflussi del torrente Cedè, da quelli del vero e proprio bacino glaciale dei Forni, in quanto non fu possibile costruire lo stramazzo di misura nelle imme-

Fig, 3 - L'osservatorio nel 1942.

Figg. 4, 5 e 6 - Rilievo inedito dell'osservatorio in scala 1:100, eseguito dallo scrivente in data 22 ottobre 1985.







Fig, 7 - Panoramica sull'alta valle dei Forni negli Anni Trenta del secolo scorso.

Fig. 8 - Cartolina viaggiata nel 1934. Panoramica sull'alta valle dei Forni. La lingua glaciale si protendeva a poca distanza dal Rifugio Ghiacciaio dei Forni e dall'osservatorio meteorologico.

Fig. 9 - L'idrometrografo dei Forni.

diate vicinanze della bocca del ghiacciaio, ma circa 600 metri da questa, dopo la confluenza del torrente Cedè (fig 12). La cura di tutte queste apparecchiature, tranne l'osservatorio dei Forni, fu affidata già a partire dal 1921, a Filippo Testorelli. Nel 1936 vi subentra Evaristo Testorelli, che si prende in carico anche la gestione delle apparecchiature dell'osservatorio, in precedenza seguite da Elisa Buzzi. Pertanto le stazioni che controllavano il bacino del Frodolfo chiuso a S. Antonio Valfurva, erano nel 1930 le seguenti: pluviometro totalizzatore dell'Isola Persa, a 2790 m s.l.m., inizio delle osservazioni 1927; pluviometro totalizzatore di Capanna Cedè, a 2706 m s.l.m., inizio delle osservazioni 1928; pluviometro totalizzatore di Val Gavia, a 2600 m s.l.m., inizio osservazioni 1922; pluviometro totalizzatore dei Forni, a 2200 m s.l.m., inizio delle osservazioni 1922. Presso l'osservatorio dei Forni vi erano installati i seguenti strumenti: pluviografo, termografo, barografo, igrografo, attinografo[7], eliofanografo per misurare rispettivamente precipitazioni, temperatura, umidità relativa, soleggiamento e radiazione solare. Sulla sponda destra del torrente Frodolfo, al di sotto dell'albergo Ghiacciaio dei Forni, era presente una stazione per la misura delle portate con idrometrografo. Situata a 2150 metri di quota e con inizio delle osservazioni nel 1930. A S. Caterina Valfurva era presente una stazione di misura dotata di idrometrografo sulla sponda sinistra del torrente Frodolfo, subito a monte del ponte carrozzabile. Quota dello zero idrometrico a 1734 metri e inizio delle osservazioni nel 1922. Inoltre, a 1740 metri di quota, erano stati collocati i seguenti strumenti: pluvionivometro, pluviografo, termometro a massima e minima. A S. Antonio Valfurva era installato un pluvionivometro, a 1339 m s.l.m., inizio delle osservazioni nel 1924. I dati rilevati nell'intero bacino del Frodolfo, ma non solo, in quanto era sotto osservazione l'intero Bacino del Po, sono consultabili negli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico del Po[8].

Nel 1926 iniziarono le misure delle variazioni della massa glaciale, che per ragioni anche economiche, furono limitate al solo ghiacciaio dei Forni, propriamente detto, che, oltre essere il vero ed effettivo ghiacciaio tipo del gruppo, si prestava ad una chiara e precisa delimitazione e da solo raggiungeva il 60% dell'intera estensione glaciale a monte di S. Caterina. In un primo tempo, e cioè negli anni 1926-27-28, le misure vennero limitate al rilievo annuale della fronte e di quattro profili trasversali, seguenti in grosso modo le isoipse 2200, 2400, 2600, 3200 e rispetto al ghiacciaio così dislocati: due sulla lingua o dissipatore, il terzo lungo la linea di raccolta, il quarto e più alto, lungo la linea media del bacino alimentatore: tutti appoggiati ad opportuni capisaldi, posti sui roccioni fiancheggianti od emergenti sul ghiacciaio ed uniti da triangolazioni. Nel frattempo sull'intero bacino glaciale dei Forni venne stesa una fitta rete trigonometrica e nel 1929, resosi possibile l'acquisto degli apparecchi ed accessori relativi di organizzazione, venne iniziato il rilievo sistematico dell'intera superficie glaciale col metodo fotogrammetrico per avere la misura delle variazioni annuali e nel contempo, e per confronto, anche la conoscenza dei movimenti annuali della massa glaciale. Per l'esecuzione dei rilievi furono stabilite undici basi, collegate da una rete trigonometrica, dalle quali vennero prese circa centocinquanta fotografie che abbracciavano tutta la superficie del ghiacciaio. Ogni singola zona era fotografata dai due ponti fissi costituenti la base, in modo da ottenere il rilievo stereoscopico della zona. A mezzo di un apparecchio restitutore veniva disegnata la planimetria quotata, con curve di livello di cinque in cinque metri, dell'intera superficie glaciale compresa nel bacino chiuso allo stramazzo dei Forni (48,5 km^2) (fig. 13). Furono eseguiti con cadenza annuale dal 1929 al 1937, sempre alla fine del mese di agosto, epoca nella quale il ghiacciaio presentava un minimo di ricoprimento nevoso e non erano ancora cadute le prime nevicate.

Fig. 10 - Stazione per misura delle portate del Frodolfo ai Forni. A sinistra si intravede l'apparecchio di registrazione costituito da un idrometrografo. Al centro dell'immagine si intuisce quel che rimane dello stramazzo che attraversava l'alveo del torrente.

Fig. 11 - La stazione idrografica di S. Caterina Valfurva in una cartolina viaggiata nel 1958. Ubicata presso la spalla sinistra del ponte, una scala consentiva l'accesso alla strumentazione.

Fig. 12 - Ubicazione delle stazioni di misura nei pressi del Rifugio Ghiacciaio dei Forni.

Ghiacciaio dei Forni
Rilievi eseguiti nel 1929
12
11
13
14
6
7
LEGENDA
Deposito morenico
Curve di livello ghiacciaio
Curve di livello roccia
Limite lingua glaciale
Sezioni 12-13 11-14 6-7
Scala 1 : 10000

Dimostratosi eccessivo rispetto alla entità delle variazioni annuali riscontrate, venne deciso di ripeterlo con cadenza triennale. I rilievi fotogrammetrici, interrotti per ben 15 anni a causa degli eventi bellici, ripresero solo nell'ultima decade di agosto del 1953, ma si limitarono alla sola lingua glaciale per le sfavorevoli condizioni meteorologiche[9] (fig. 14). Una prima relazione sui risultati delle indagini, relativa al periodo di avviamento dal 1926 al 1930, ad opera dell'ing. Giovanni Baronio, in quel tempo Direttore della Sezione Idrografica di Milano, venne pubblicato nel 1933 sul Bollettino n. 13, anno 1933, del Comitato Glaciologico Italiano. Nel 1937, il suo successore, ing. Giuseppe Merla, pubblicava negli Annali dei Lavori Pubblici, fasc. 12, una memoria che aggiornava al 1934 i dati precedentemente esposti. Infine ancora nel Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano n. 18, anno 1938, il Capo dell'Ufficio Idrografico del Po, Prof. ing. Marco Visentini, riprendendo le precedenti elaborazioni, espose, per periodi vari tutti chiusi al 1937, i principali risultati delle osservazioni eseguite, oltre che presso l'Osservatorio dei Forni e la stazione di S. Caterina Valfurva, anche presso tutte la altre stazioni ricadenti nel bacino dei Forni.

I dati esposti riguardano:

Osservatorio dei Forni:

- temperatura medie mensili ed annue per il periodo 1927 – 1937;
- direzione del vento e relativo numero di ore complessive nei mesi da maggio a settembre per il periodo dal 1928 al 1937, nonché frequenza in ore, velocità medie annue nelle due direzioni prevalenti (SW e NE), calcolate per gli otto anni del periodo suddetto durante i quali si ebbero osservazioni complete;
- valori medi mensili ed annui dell'umidità relativa per il periodo 1931 – 1937 e valore medio del quadrimestre estivo per i singoli anni del periodo suddetto;
- radiazione globale, in calorie grammo/cmq, decadica e mensile per il periodo 1934 – 1937, sia pure con qualche lacuna e qualche interpolazione;
- valori medi mensili ed annui, in mm effettivi, senza correzione, della pressione atmosferica per il periodo 1930 - 1937;
- valori medi mensili ed annui delle portate del torrente Frodolfo alla stazione dei Forni per il periodo 1930 – 1937.

Altre stazioni di osservazione:

- precipitazioni mensili, annue e medie per il periodo 1930 – 1937, ragguagliate sul ghiacciaio dei Forni, confrontate con quelle di S. Caterina Valfurva;
- valori medi mensili ed annui delle portate del torrente Frodolfo a S. Caterina Valfurva per il periodo 1930 – 1937;
- bilanci idrologici del torrente Frodolfo chiuso alla stazione dei Forni ed alla stazione di S. Caterina Valfurva. In base a tali bilanci l'Autore desume i rispettivi valori del contributo glaciale annuo, per ciascun anno[10] del periodo considerato (1930 - 1937). L'autore, dopo un quadro riassuntivo di tutte le osservazioni raccolte per il quadrimestre giugno – settembre del periodo considerato, espone alcune considerazioni sulle variazioni della massa glaciale.

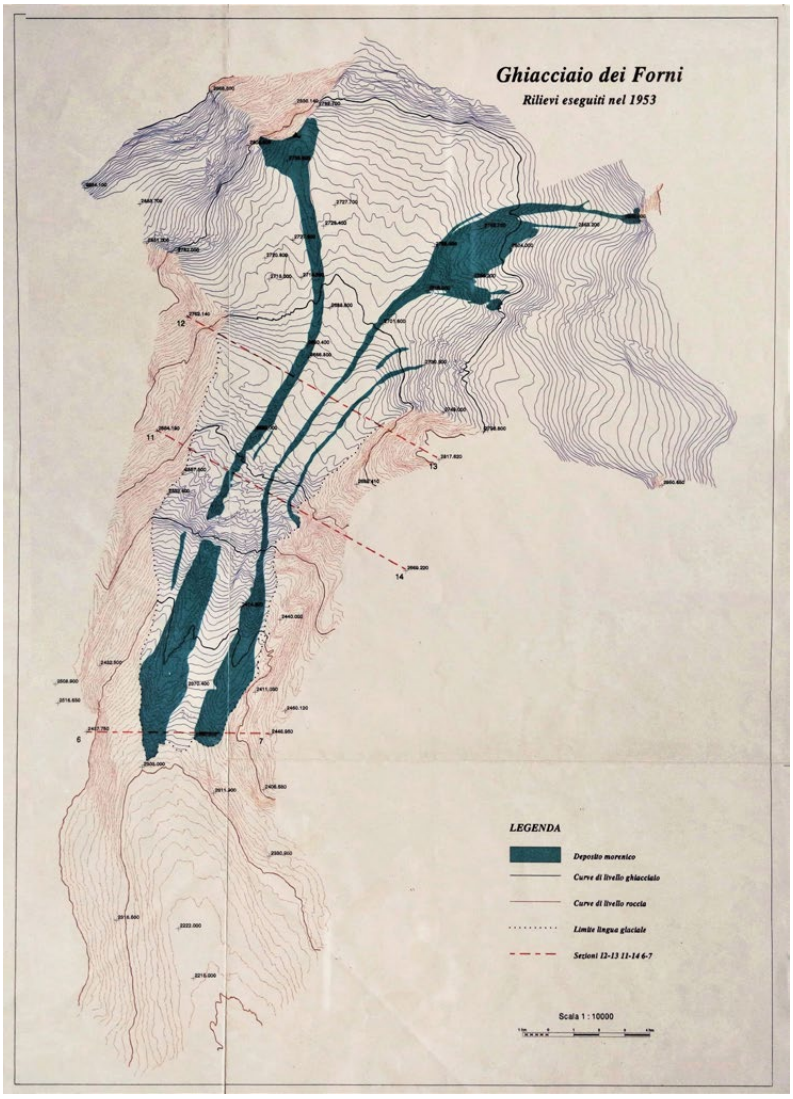


Fig. 14 - Rilievo stereofotogrammetrico eseguito nel 1953.

Per ampliare l'area di indagine nel 1938, sul Palon de la Mare, a 3185 m s.l.m., venne installato un pluviometro totalizzatore. Negli Annali dei Lavori Pubblici del 1940, Filippo Eredia, fisico e meteorologo di fama mondiale, pubblicava un lavoro basato sull'analisi delle registrazioni anemologiche raccolte presso l'osservatorio mediante un anemografo Richard che funzionò regolarmente, tranne qualche inessenziale periodo d'interruzione, dal 1935 al 1939. Con l'entrata in guerra dell'Italia le ricerche rimasero sospese, pur tuttavia, anche se con ovvie limitazioni, si proseguì nella

Nella pagina a fronte, fig. 13 - Rilievo stereofotogrammetrico eseguito nel 1929. La restituzione fotogrammetrica è parziale in quanto non è stato possibile reperire tutti i fogli del rilievo.

Fig. 15 - Il Rifugio Ghiacciaio dei Forni e la torre dell'osservatorio meteorologico in una cartolina viaggiata nel 1957.

raccolta dei dati meteorologici. In quegli anni presso le stazioni di S. Antonio Valfurva e S. Caterina Valfurva si sono avvicendati o affiancati i due osservatori più anziani, ovvero il Filippo Testorelli e il Sante Vitalini. Evaristo Testorelli proseguì la sua opera controllando le apparecchiature presenti nella Valle dei Forni. Nel 1942 cessano le osservazioni presso l'osservatorio, e nel 1947 le osservazioni idrologiche presso le stazioni dell'albergo Ghiacciaio dei Forni e del Ponte della Girella e le osservazioni pluviometriche ai pluviometri totalizzatori, tranne quello dei Forni che venne controllato fino al 1949. Dopo una interruzione di circa 10 anni, nel 1951 riprendono le attività presso l'osservatorio grazie al contributo finanziario dell'ANIDEL (Associazione Nazionale Imprese Produttrici Di Energia Elettrica) ed all'intervento della Sezione di Milano dell'Ufficio Idrografico del Po, che si assunse l'onere del ripristino della torretta e dell'esecuzione delle osservazioni con proprio personale. Furono rimessi in funzione o impiantati ex-novo i seguenti apparecchi: barografo Salmoiraghi, igrografo SIAP, attinografo SIAP, pluvionivometro, barometro a mercurio Fortin, termografo Salmoiraghi, eliofanografo Salmoiraghi (fig. 15). Le ricerche ripresero solo nel 1953 e i risultati furono pubblicati in una nota dell'Ing. Capo dell'Ufficio Idrografico del Po, Dott. Ing. Francesco Abbadessa, sul Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano n. 6, Serie II, anno 1955. Nella suddetta nota, dopo una breve rassegna concernenti gli studi precedenti sulla meteorologica, idrologia e glaciologia della zona interessata, l'Autore confronta l'indagine fotogrammetrica del ghiacciaio realizzata nel 1953 con le indagini precedenti, ottenendo così il valore delle variazioni di superficie e volume della lingua glaciale, nonché il contributo glaciale della suddetta lingua. Inoltre, confrontando gli afflussi meteorici e i deflussi negli ultimi dieci anni di indagini, l'Autore ottiene il valore del suddetto contributo derivante esclusiva-

Legenda delle fonti

[1] Passato il momento pioneristico della scoperta del Gruppo Ortles-Cevedale, nella seconda metà dell'Ottocento viene ad affermarsi il turismo borghese che è contemporaneo alla nascita dell'alpinismo. Ciò venne favorito ed alimentato dalle mutate condizioni economiche e l'ascesa di un nuovo ceto dirigente, urbano che, a differenza della vecchia proprietà fondiaria, ha più tempo e soprattutto più soldi e quindi si può permettere di dedicare le proprie risorse a quello che nell'Ottocento si chiamava villeggiatura. E' in quest'ottica, "di sfruttamento turistico", che una benestante famiglia di Sondrio, i Buzzi, nel 1892, costruisce una pensione nella valle dei Forni, successivamente ampliata e trasformato in albergo per far fronte alle mutate esigenze della numerosa clientela che visitava la valle dei Forni e il suo ghiacciaio.

[2] É ben noto che la catena delle Alpi Orobiche, che separa l'alta Valtellina dalla valle Padana, depaupera i venti umidi che provengono dal Sud, talché si ha una piovosità media inferiore a 900 mm, e solo le parti più alte ed esposte, quali quelle del Gavia e dell'alto Viola, presentano piovosità di poco superiori ai 1000 mm, annui. I contributi specifici sono quindi piuttosto bassi, salvo quelli pertinenti alle zone coperte da ghiacciaio che danno un contributo apparente notevolmente superiore, intorno ai 1500 mm. Le portate dei torrenti Valtellinesi sono caratterizzate da una pronunciata concentrazione stagionale, e i deflussi incominciano a diventare sensibili solo nella tarda primavera. Per poter quindi adattare le disponibilità idriche all'andamento della richiesta di energia, che presenta il massimo nella stagione invernale, l'impianto di Premadio venne concepito col nuovo serbatoio di Cancano che, in concorso all'esistente serbatoio di San Giacomo, fosse in grado di modulare l'intero diagramma della produzione idraulica di tutto il corso dell'Adda.

[3] Termo – Pluviometrica.

[4] Strumento atto a misurare l'umidità atmosferica.

[5] Idrometro registratore (detto anche idrografo), generalmente costituito da un idrometro a galleggiante munito di un apparecchio registratore.

[6] I resti di questa stazione di misura sono tuttora visibili. Vi si accede percorrendo la sterrata per la malga Salétina, dopo il ponte sul Frodolfo si piega a destra scendendo in direzione dell'alveo del torrente.

[7] Strumento che registra l'intensità della "radiazione globale" cioè l'energia dovuta alla radiazione diretta del sole e a quella diffusa e riflessa dal cielo e dai sistemi nuvolosi, ricevuta da un elemento superfiale collocato orizzontalmente.

[8] Gli annali idrologici, la cui pubblicazione sistematica è iniziata nel 1917, contengono i dati provenienti dalle stazioni manuali dislocate sul territorio italiano e coordinate dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). I dati pubblicati si riferiscono a stazioni dotate di pluviometro, termometro, nivometro, idrometro e freatimetro. Gli annali erano suddivisi in due parti; nella parte prima erano riportati i dati di precipitazione, neve al suolo e temperatura mentre nella seconda parte quelli di idrometria, portata e freatimetria. I dati venivano raccolti ogni giorno da un operatore alle 9 del mattino. La validazione e la pubblicazione dei dati avveniva secondo uno standard condiviso in modo che i risultati fossero confrontabili tra loro e le elaborazioni effettuate fossero il più possibile rispondenti alle necessità di coloro che dovevano effettuare studi idrografici. A partire dagli anni '80 si è assistito ad un progressivo rallentamento nella pubblicazione degli annali, che si è interrotta nel 1995.

[9] Per un ulteriore approfondimento dell'argomento si consiglia la consultazione delle fonti bibliografiche riportate in calce al presente articolo.

[10] Contributo glaciale, ossia la quantità d'acqua (litro) che può fornire nell'unità di tempo (sec) l'unità di superficie (km2) di ghiacciaio.

mente dalla ablazione della massa glaciale di tutto il ghiacciaio. In tale studio vengono presi in esame i dati relativi agli anni dal 1931 al 1940, trascurando i dati anteriori al 1931 perché poco omogenei e perché presentano la inevitabile incertezza dei primi tentativi (figg. 16 e 17). Con tale studio, si chiude per quanto riguarda i dati idrologici il vecchio periodo di osservazione, in esso vengono rielaborati dai diagrammi originali tutti i dati di osservazione. I valori ottenuti, meno qualche differenza inevitabile, concordano, per la parte comune, con quelli già pubblicati. L'Azienda Elettrica di Milano, in più occasioni, mise a disposizioni mezzi e personale per rilievi idrografici collaborando con la Sezione Idrografica di Milano per la continuità e la completezza delle osservazioni in tutta la zona. Nel 1957 cessano le osservazioni presso il pluvionivografo di S. Antonio Valfurva, osservazioni che saranno riprese solo nel 1987 dallo scrivente. Nel 1960 cessano le osservazioni idrologiche alla stazione di S. Caterina Valfurva, ma continuano quelle di carattere meteorologico. Nei primi Anni Sessanta, con l'ultimazione dell'opera di presa sul torrente Frodolfo, ubicata subito a monte della stazione idrometrografica dell'albergo Ghiacciaio dei Forni, per convogliare le acque del Frodolfo al serbatoio artificiale di S. Giacomo, venne installato un idrometrografo per poter riprendere il controllo delle portate del torrente Frodolfo. Anche le osservazioni meteorologiche vennero proseguite dall'Azienda Elettrica di Milano, con l'istallazione presso l'adiacente palazzina di nuove apparecchiature di misura. Termina di fatto l'epoca d'oro dell'osservatorio e nel successivo periodo di abbandono la struttura è andata incontro ad un progressivo degrado, l'azione congiunta degli agenti atmosferici, quelli stessi che per decenni aveva contribuito a misurare e studiare, l'hanno profondamente segnata. La famiglia Colturi, attuali gestori dell'albergo dei Forni, animati dalla meritoria volontà di recuperare l'osservatorio dalla attuale situazione di decadenza, in quanto il terreno su cui sorge ricade nella proprietà, tuttavia, hanno incontrato diverse difficoltà poiché la struttura dell'osservatorio è di proprietà demaniale.

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va a Narciso Salvadori, gestore del Rif. Ghiacciaio dei Forni, per la gentilezza dimostratami e per avermi concesso di riprodurre le cartoline d'epoca utilizzate nell'articolo.

Bibliografia ragionata

- ABBADESSA F. - Rilievi e indagini sul Ghiacciaio dei Forni. Boll. Comit. Glaciol. Ital., Serie II, 6, pp. 101-128, Torino, 1955.
- ALFIERI S. – Sulle oscillazione diurna delle portate dei torrenti con bacini glaciali. Boll. Comit. Glaciol. Ital., Serie I, 18, pp. 59-63, Torino, 1938.
- ANNALI IDROLOGICI - Ministero dei lavori pubblici Servizio idrografico, Ufficio idrografico del Po, Sezione di Milano per la Lombardia - Anni 1917 – 1989.
- BARONIO G. - Indagini al Ghiacciaio dei Forni. Boll. Comit. Glaciol. Ital., Serie I, 13, pp. 125-140, Torino, 1933.
- DESIO A. (con la coll. di BELLONI S. e GIORGELLI A.) - I ghiacciai del Gruppo Ortles-Cevedale. Comit. Glacol. Ital., Torino, 1967.
- EREDIA F. – La variazione diurna del vento all'osservatorio del ghiacciaio dei Forni (Valtellina). Estratto degli Annali Lavori Pubblici, anno 1940, fasc. 11, 18 pp., Roma, 1940.
- MERLA G. - Nuove indagini al ghiacciaio dei Forni - Variazioni della massa glaciale. Annali Lavori Pubblici, anno 1937, fasc. 12, pp. 1005-1008, Roma, 1937.
- ROSSI G. – I ghiacciai italiani ed il loro potenziale idroelettrico. "Geogr. Fis. Dinam. Quat." Comit. Glaciol. Ital, 18, (2) 1995.
- VISENTINI M. - Indagini idrografiche al ghiacciaio dei Forni. Relazione sullo stato delle ricerche alla fine del 1937. Boll. Comit. Glaciol. Ital., Serie I, 18, pp. 39-58, Torino, 1938.

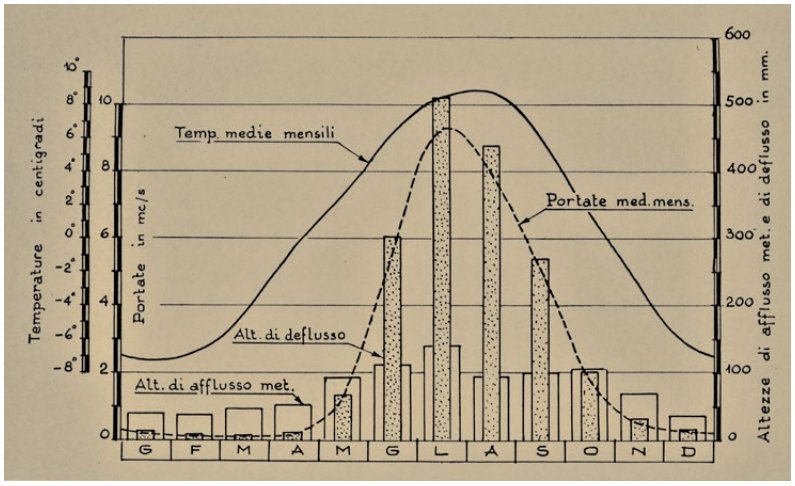


Fig. 16 - Torrente Frodolfo ai Forni - Anno medio 1931-40 - Andamento delle portate, delle altezze di afflusso meteorico e di deflusso e della temperatura dell'aria.

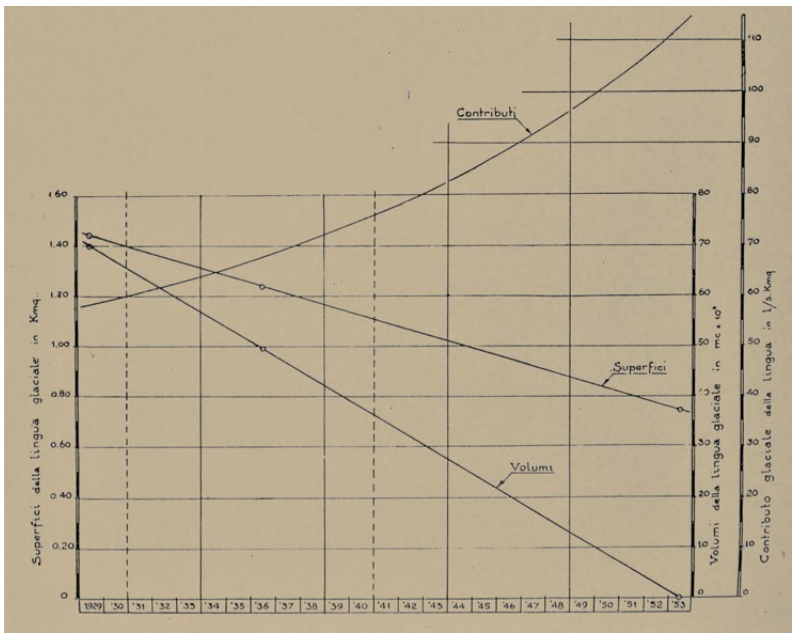


Fig. 17 - Superfici, volumi e contributi della lingua glaciale dal 1929 al 1953.