

CLAUDIO SMIRAGLIA (*)

IL CATASTO DEI GHIACCIAI SOVIETICI E IL GLACIALISMO ATTUALE DELLA VALLE DELL'AKKEM (Altaj, Siberia meridionale) (**)

ABSTRACT: SMIRAGLIA C., *The Soviet Glacier Inventory and the present glaciation of the Akkem Valley (Altaj, Southern Siberia)* (IT ISSN 0084-8948, 1985).

The author briefly describes the characteristics of the Soviet Glacier Inventory, whose publication was begun in 1965 and which now consists in 110 volumes. The whole area of the listed glaciers amounts to approx. 21 600 km². Data from individual glaciers are mainly obtained from aerial photographs and maps, while in some cases of particular interest field work on the ground is carried out (e.g., in the Pamirs).

The data of the glaciers in the Akkem basin (Altaj, Southern Siberia) are then examined. These glaciers were visited by the author during a study period in the summer of 1983. Relationships among ten variables shown by the Inventory were determined, ascertaining the existence of particularly significant connections between maximum length/ablation area and total area/glacier terminus altitude. The author then describes in detail the Rodzevič Glacier, the largest (approx. 10 km²) in the basin, which shows a retreat of about 2 km from 1850 to 1974, with an annual average of 16 m.

RIASSUNTO: SMIRAGLIA C., *Il Catasto dei Ghiacciai Sovietici e il glacialismo attuale della Valle dell'Akkem (Altaj, Siberia Meridionale)* (IT ISSN 0084-8948, 1985).

L'autore indica brevemente le caratteristiche del Catasto dei Ghiacciai Sovietici, la cui pubblicazione è iniziata nel 1965 e comprende finora 110 volumi. I dati dei singoli ghiacciai vengono ricavati essenzialmente da foto aeree e carte, mentre in alcuni casi di particolare interesse si procede a lavori sul terreno (ad esempio nel Pamir). Vengono poi esaminati i dati dei ghiacciai del bacino dell'Akkem (Altaj, Siberia Meridionale), visitati dall'autore durante un soggiorno di studio nell'estate 1983. Sono state determinate le relazioni fra dieci variabili contenute nel catasto, constatando legami particolarmente significativi fra lunghezza massima-area di ablazione e area totale-quota fronte. Ci si sofferma poi in particolare sul Ghiacciaio Rodzevič, il più vasto (circa 10 km²) del bacino, che dal 1850 al 1974 ha fatto registrare un arretramento di circa due chilometri con un ritiro medio annuo di 16 m.

TERMINI-CHIAVE: Ghiacciaio, Siberia, Altaj.

(*) Istituto di Geografia dell'Università Cattolica di Milano.
(**) L'autore ringrazia il prof. KOTLYAKOV V. M. dell'Istituto di Geografia dell'Accademia delle Scienze di Mosca, URSS, per le utili notizie sul glacialismo negli Altaj, e il dott. GRAKOVICH V. F. per le informazioni e i consigli avuti durante il lavoro sul terreno. Un particolare ringraziamento per l'interprete dott.sa BERGO I. e per le guide LOKTIONOV S. e BARKATOV N., che hanno accompagnato lo scrivente durante le escursioni ai ghiacciai. Il lavoro è stato pubblicato con contributi M.P.I., 40 %, 1983.

INTRODUZIONE

Durante l'estate 1983 ho avuto occasione di compiere, con un parziale contributo del CNR, un soggiorno di studio nella catena degli Altaj (Siberia Meridionale, URSS). Punto di appoggio è stato il Campo Altaj, posto a circa 2 000 m nella Valle dell'Akkem, ai piedi del massiccio del Belukha, la cima più alta dell'intera catena. Partendo da questo campo, ho visitato con la collaborazione di colleghi di Mosca la Valle dell'Akkem e le valli parallele, dedicandomi in particolare a osservazioni sulla morfologia glaciale e sul glacialismo attuale. Poiché è stata la prima volta che le autorità sovietiche hanno permesso ad occidentali di accedere a questa regione, di cui si hanno pochissime notizie, ho ritenuto interessante presentare una breve comunicazione sui ghiacciai degli Altaj da me visitati. Per delineare i principali caratteri del glacialismo attuale di quest'area, ho tenuto conto sia di mie osservazioni personali sia di dati forniti dal Catasto dei Ghiacciai dell'URSS. La prima parte della comunicazione sarà pertanto dedicata alla presentazione di questo catasto e delle sue caratteristiche. Credo che ciò possa costituire un utile contributo di conoscenze, in un momento in cui anche in Italia si sta lavorando per il Catasto Internazionale e si sta progettando il nuovo Catasto Nazionale.

IL CATASTO DEI GHIACCIAI DELL'URSS

In URSS gli studi glaciologici, anche applicativi, contano una lunga tradizione, il che è comprensibile se si tiene conto che i ghiacciai occupano una superficie complessiva di circa 78 000 km² (dei quali circa 22 000 km² riguardano i ghiacciai delle catene montuose) e che le acque da questi derivanti vengono considerate una risorsa importante per lo sviluppo dell'economia del Paese. Le ricerche glaciologiche ebbero comunque un notevole impulso a partire dall'Anno Geofisico Internazionale, quando si decise lo studio approfondito di sette aree glacializzate situate nelle principali regioni montuose dell'URSS (ad esempio nel Caucaso, nell'Alaj, nel Pa-

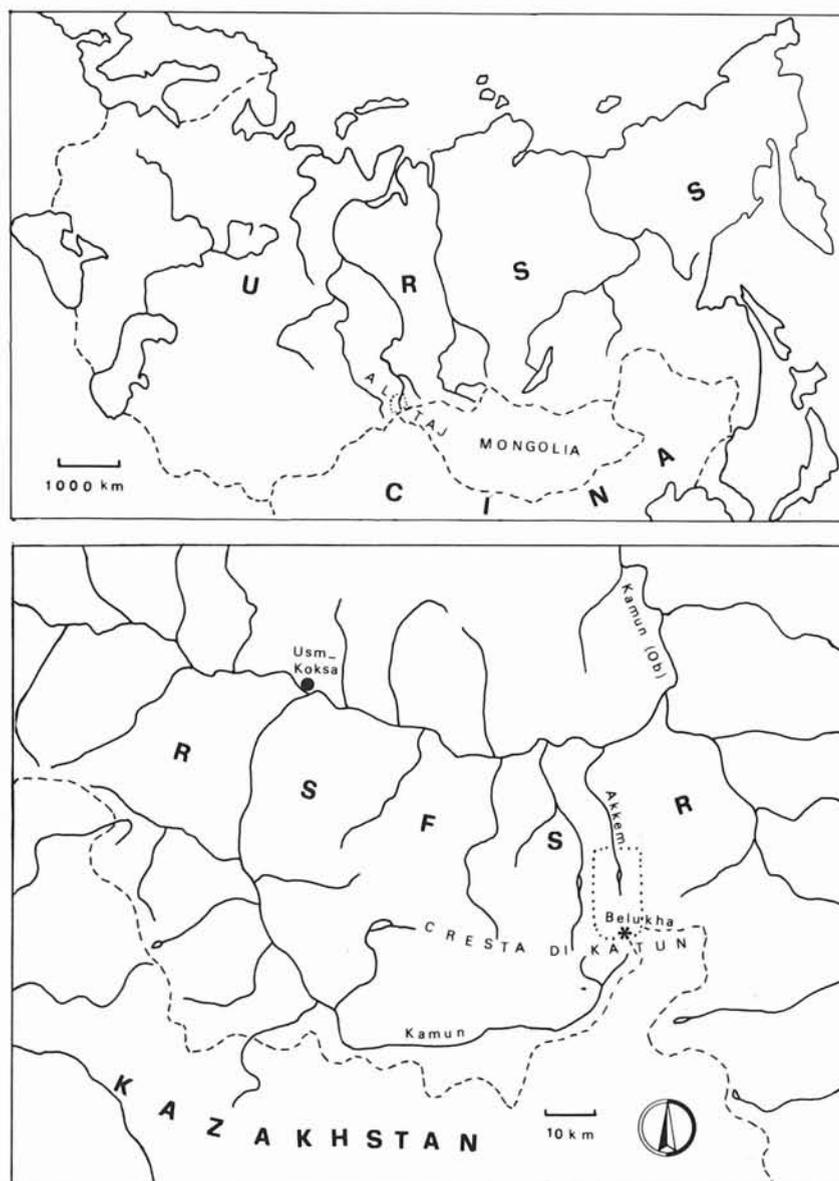


FIG. 2 - Localizzazione geografica della catena degli Altaj e della Valle dell'Akkem.

ciaio, cioè il rapporto fra area di accumulo e area di ablazione, che ha in pratica lo stesso significato del *fattore AAR* e che, ad esempio, per la maggior parte dei ghiacciai del Caucaso varia fra 1 e 2. Anche se non totalmente pubblicato il Catasto Sovietico può già fornire un quadro completo del glacialismo attuale dell'URSS, che copre una superficie totale di circa 78 000 km² (KOTLYAKOV & SUSLOV, 1975). La superficie complessiva dei ghiacciai delle catene montuose, raggiunge, come si è detto, circa 22 000 km², suddivisi in circa 24 500 apparati. Tenendo conto dello spessore medio dei ghiacciai montani, si è calcolato un volume complessivo di circa 2 600 km³ di ghiaccio, corrispondenti a 2 250 km³ di acqua. Tale quantità è dieci volte maggiore del deflusso annuo totale dei fiumi sovietici alimentati dai ghiacciai.

Le aree sovietiche con le più imponenti masse glaciali sono: 1) Pamir e Alaj (9 627 km²); 2) Tien Shan

(7 287 km²); 3) Caucaso (1 428 km²); Kamčatka e Monti dei Koryaki (1 090 km²); Altaj e Saiani (952 km²) (KOTLYAKOV, 1980).

Conclusa la compilazione del catasto, sono previsti tre livelli di ricerca e di utilizzazione dei dati raccolti. Innanzitutto l'inserimento di tali dati nelle schede del *World Glacier Inventory*, cui l'URSS ha aderito, che richiede fra l'altro un maggior numero di parametri. In secondo luogo l'utilizzo delle risultanze del catasto per studi più approfonditi sul regime dei ghiacciai e sui rapporti con i fatti climatici. A questo proposito sono in corso ricerche sulle varie metodologie di determinazione della linea di equilibrio, sui rapporti areali bacino collettore-bacino ablatore, sull'influenza del rilievo e del clima nell'alimentazione dei ghiacciai, sui *surging glaciers*. Infine molti dati riguardanti i ghiacciai potranno essere utilizzati per la compilazione del *World Atlas of*

Snow and Ice Resources. A proposito delle risorse derivanti da neve e ghiaccio, l'URSS aveva già provveduto nel 1940 alla pubblicazione di un Catasto delle Acque, che attualmente è in fase di aggiornamento e ristrutturazione, tenendo conto delle sempre maggiori esigenze in fatto di risorse idriche dell'economia del Paese (SUSLOV, 1980). I principali dati del Catasto dei Ghiacciai riguardanti area, lunghezza, altimetria, morfologia, cui si aggiungeranno quelli sul volume, sono stati codificati e inseriti nella banca-dati del Catasto delle Risorse Idriche. Accanto ai lavori collegati in qualche misura al catasto, gli studiosi sovietici stanno portando avanti un complesso programma di osservazioni sulle fluttuazioni dei ghiacciai. Ci si propone infatti di raccogliere una nutrita serie di dati che permettano di costruire dei modelli soddisfacenti del sistema fisico rappresentato dai ghiacciai e di approfondire l'analisi delle correlazioni fra fenomeni atmosferici e i processi di scambio di massa e di energia che avvengono fra i ghiacciai e l'ambiente circostante. Le osservazioni, raggruppate in tre ambiti (glaciologico, idrologico, meteorologico), verranno compiute su alcuni apparati particolarmente rappresentativi dei vari tipi morfologici nelle diverse regioni climatiche (MAKAREVIČ, 1980).

I GHIACCIAI DELLA VALLE DELL'AKKEM (ALTAJ)

Gli Altaj costituiscono un grandioso sistema montuoso situato quasi esattamente nel centro geografico dell'Asia, dove si estendono per circa 2 000 km, formando una barriera naturale fra URSS, Mongolia e Cina. Fra i vari fasci di catene del sistema altaico, si distingue per altitudine e per interesse morfologico e glaciologico il complesso conosciuto col nome di Altaj Russo e in particolare il settore centrale di quest'ultimo (Altaj Centrale o Alto Altaj). Qui sono localizzate le cime più elevate del sistema (Monte Belukha Orientale, 4 510 m, e Monte Belukha Occidentale, 4 435 m) insieme a vasti apparati glaciali, una decina dei quali supera i 10 km² di superficie (fra questi il Bolšoj Taldurinskij, 28 km²; il Sofiskij, 17 km²; il Sapožnikov, 13 km²; il Rodzevič, 10 km²). L'Altaj Centrale è formato da una serie di catene subparallele, che racchiudono ampie valli longitudinali. Su queste si innestano a pettine numerose valli trasversali, come la Valle dell'Akkem, che si apre sul versante Nord del Monte Belukha. Il Belukha e la catena di cui fa parte (Cresta di Katun) sono costituiti da rocce sedimentarie e metamorfiche molto antiche (arenarie e cloritoscisti del Cambriano), con limitati affioramenti di graniti e granodioriti (REVJAKIN, 1968); nelle aree più elevate la loro morfologia, che ricorda quella alpina, appare estremamente aspra, con forti dislivelli fra le sommità e i fondovalle.

Un esempio indicativo è costituito dalla Valle dell'Akkem e soprattutto dal suo tratto superiore, che offre un quadro grandioso d'alta montagna. La valle, che presenta un classico profilo trasversale a U, è racchiusa da creste seghettate che si innalzano in vette piramidali,

come il M. Bronja, il Pik Boris, il M. Družba. I due versanti sono spesso interrotti da valli sospese, che confluiscono in quella principale con un ripido gradino solcato da cascate, e che ospitano circhi glaciali e nicchie (valli dell'Akujuk, dello Jarlu, del Karažik, etc.). Il quadro è completato da cordoni morenici, talora imponenti, come quelli frontali e laterali del Ghiacciaio Rodzevič, e dai laghi di escavazione glaciale e di sbarramento da morena (Lago Superiore e Lago Inferiore dell'Akkem). La morfogenesi attuale è dominata, nelle aree scoperte dai ghiacci, dai processi crioclastici, come è testimoniato dalle vaste falde detritiche poste ai piedi delle pareti rocciose, molte delle quali presentano evidenti fenomeni di mobilitazione dei materiali (*rock glaciers*). La Valle dell'Akkem prende nome dal torrente omonimo, il quale, dopo un percorso di circa 40 km si getta nel Kamun, il principale ramo sorgentizio dell'Ob.

Nella valle, che è nettamente orientata Nord-Sud,

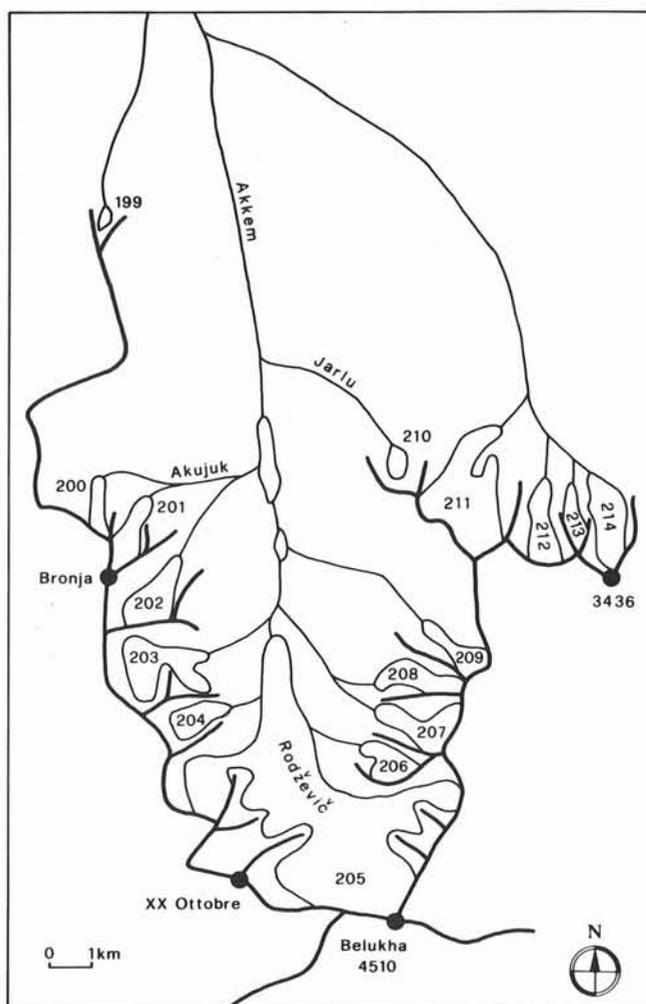


Fig. 3 - I ghiacciai del bacino dell'Akkem: 199) Levij Akkenskij; 200) Malyj; 201) Krutoj; 202) Čoros-Gurkin; 203) GGF; 204) Markošev; 205) Rodzevič; 206) Šukšin; 207) Družba; 208) TGU; 209) Nadeždy; 210) Jarlu; 211) Nekhorošev; 212) Markhilevič; 213) N. 213; 214) Kotul'skogo.

sono localizzati sedici ghiacciai, che coprono una superficie complessiva di 25,40 km². A questi vanno aggiunti otto piccoli apparati (ciascuno con una superficie inferiore a 0,10 km²), che fanno salire il totale a 25,70 km². I ghiacciai dell'Akkem non appaiono citati da GEBLER P. G., il primo studioso sovietico che nel 1836 visitò

considerano solo i ghiacciai non vallivi, con un lieve aumento ($\sigma = 0,638$) se dal calcolo si toglie il solo Rodzevič. Scarsamente rilevanti, dal punto di vista della lunghezza, appaiono i settori dei ghiacciai coperti da morena. Infatti di fronte a una lunghezza complessiva di tutti i ghiacciai di 26,8 km, la lunghezza totale delle



FIG. 4 - I ghiacciai Šukšin e Družba visti dalla sommità del Pik Bronja (foto Smiraglia C. 29.07.83).

questo settore degli Altaj. Sarà SAPOŽNIKOV V. V. nel 1901 a descrivere il Ghiacciaio Rodzevič e altri due apparati minori, valutando la superficie complessiva in 12,10 km². Seguiranno nel 1925 e nel 1949 i rilievi di TRONOV B. V., che individuerà ventuno apparati con un'area totale di 19,30 km². Infine una numerosa equipe visiterà la valle nel 1974 e fornirà i dati indicati dal catasto.

Per quanto riguarda la morfologia i ghiacciai dell'Akkem sono raggruppati in cinque tipologie: vi sono infatti tre ghiacciai vallivi, due di circo, sei di circo-valle, due pensili, tre di circo pensile. Come si vede, il tipo più diffuso è quello dei ghiacciai di circo-valle, nei quali una lingua ben evidente fuoriesce dal bordo del circo. Il più vasto dei ghiacciai vallivi (e probabilmente l'unico che potrebbe essere definito tale per morfologia e dimensioni) è il Rodzevič; gli altri due (Nadežny e Nekhoršev) potrebbero piuttosto essere paragonati ai ghiacciai che sulle Alpi vengono definiti di circo-vallone. L'esposizione preferenziale è quella dei quadranti settentrionali (solo due apparati, il GGF e il Družba sono esposti rispettivamente a Est e a Ovest). Poco meno della metà, Rodzevič compreso, è esposta a Nord.

Vediamo ora i principali parametri numerici. La lunghezza massima varia dai 7,8 km del Rodzevič ai 0,3 del Levjy Akkenskij, con una media di 1,67 km e con $\sigma = 1,697$. La dispersione diminuisce ($\sigma = 0,502$) se si

parti scoperte somma a 26,7 km (99,6 %). Per quanto riguarda la superficie, si ha una media di 1,59 km² con estremi rappresentati sempre dal Rodzevič (10,40 km²), dal Levjy Akkenskij e dallo Jarpu (questi ultimi coprono una superficie di 0,20 km²). Tenendo conto di tutti i ghiacciai, $\sigma = 2,349$, ma diventa 0,579 senza i ghiacciai vallivi e 0,603 senza il Rodzevič. Più vistosa, rispetto a quanto emerso dal precedente parametro, l'entità della copertura morenica, che corrisponde al 7,1 % dell'area complessiva.

Due parametri morfometrici fondamentali sono rappresentati dalle quote massime e minime dei ghiacciai. Nel bacino dell'Akkem le quote frontali variano dai 2 200 m del Rodzevič ai 2 890 del TGU. La media è di 2 707 m con $\sigma = 179,68$. Anche in questo caso il ghiacciaio maggiore del bacino si discosta nettamente; non comprendendo il Rodzevič infatti, σ scende a 127,15. Un andamento simile si verifica per la quota massima, che varia fra i 4 510 del Rodzevič (sommità del M. Belukha) e i 2 840 del piccolo apparato di circo del Levjy Akkenskij. La media è in questo caso di 3 480 m, con $\sigma = 380,74$; senza il ghiacciaio più grande la dispersione dei valori è minore (281,40). Si può anche osservare che il dislivello quota più elevata-quota fronte, è di gran lunga superiore nel Rodzevič (2 300 m), mentre per gli altri due ghiacciai definiti vallivi non si superano i mille metri.

È nota l'importanza della quota del limite del nevato, soprattutto per i suoi rapporti con i fatti climatici. Per il bacino dell'Akkem questo parametro è for-



FIG. 5 - Il Ghiacciaio Krutoj dalla valle dell'Akujuk (foto Castelli A., 29.07.83).

nito solo per dodici apparati; variano fra l'altro i metodi di determinazione e le date in cui la linea del nevato è stata rilevata, la qual cosa rende scarsamente



FIG. 6 - La fronte del Ghiacciaio Čoros-Gurkin vista dalla valle dell'Akujuk (foto Smiraglia C., 12.08.83).

comparabili i valori forniti dal catasto. Per cinque apparati sono infatti state utilizzate foto aeree del 1952, per gli altri sette la quota è stata determinata mediante rilievi diretti con altimetri nel 1968. Tenendo conto solo di questo secondo gruppo si ha un'oscillazione della

linea del nevato fra 2 900 m (Ghiacciaio Markožev) e 3 120 (Ghiacciaio TGU), mentre per il Rodzevič si raggiungono i 3 000 m; questo valore è stato rilevato con un altimetro Thommen anche all'inizio di Agosto del 1983 durante le mie osservazioni.

Anche i dati riguardanti l'area di ablazione, che vengono determinati in base alla quota della linea del nevato, non sono del tutto confrontabili. Utilizzando solo i dati più recenti, si hanno valori compresi fra 7,40 km² nel Rodzevič e 0,10 km² nel Ghiacciaio N. 213. È chiaro tuttavia che la dimensione dell'area di ablazione acquista significato solo in rapporto alla rispettiva area di accumulo o all'area totale. Si tratta del *fattore AAR*, che non appare nel Catasto Sovietico (non è del resto neppure richiesta dal Catasto Internazionale), ma che può facilmente essere ricavato. Il *fattore AAR* appare per tutti gli apparati, tranne il Rodzevič, superiore a 40, con il massimo di 66,7 per il TGU. Il rapporto fra area di accumulo e area di ablazione è dunque nettamente favorevole alla prima nei ghiacciai di II ordine, mentre per il Rodzevič (che ha un AAR di 28,8) l'area di accumulo è meno di un terzo dell'area totale. L'ultimo dato numerico previsto è il volume in km³, che non viene però fornito per nessun ghiacciaio dell'Akkem.

Per evidenziare i legami fra le variabili è stata predisposta la matrice di correlazione della tab. 1.

Dalla tabella si hanno evidenti conferme a talune delle considerazioni prima riportate. Appare chiaro ad esempio che l'area di ablazione aumenta in rapporto all'area totale ($r = 0,99$) e alla lunghezza massima ($r = 0,85$); meno elevato, ma sempre significativo il legame inverso fra il fattore AAR e l'area totale ($r = -0,74$). Altrettanto significativo, seppur non elevatissimo ($r = 0,77$), il rapporto fra quota massima e lunghezza massima. Scarsamente correlata appare invece l'altezza della linea del nevato (si ha un massimo di 0,39 con la quota più elevata del ghiacciaio). Dai grafici si evidenzia anche come il Ghiacciaio Rodzevič si stacchi nettamente da

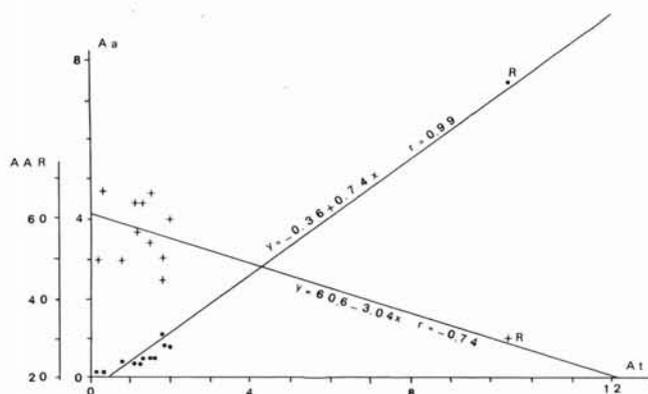


FIG. 7 - Ghiacciai del bacino dell'Akkem. Correlazione fra area totale in km² (At) e area di ablazione in km² (Aa); i ghiacciai sono rappresentati da punti. Correlazione fra area totale (At) e fattore AAR; i ghiacciai sono rappresentati da crocette. R indica il Ghiacciaio Rodzevič.

TABELLA 1
MATRICE DI CORRELAZIONE
GHIACCIAI DEL BACINO DELL'AKKEM (ALTAJ)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,93	0,99	0,98	-0,64	-0,62	0,77	0,18	0,85	0,78
2		0,97	0,78	-0,66	-0,66	0,74	0,01	0,96	0,77
3			0,99	-0,84	-0,82	0,48	0,19	0,99	0,99
4				-0,60	-0,59	0,75	0,23	0,97	0,99
5					0,99	-0,27	0,07	-0,75	-0,73
6						-0,27	0,06	-0,75	-0,73
7							0,39	0,72	0,72
8								0,07	0,01
9									0,99

1 = lunghezza massima; 2 = lunghezza massima parte scoperta; 3 = area totale; 4 = area scoperta; 5 = altezza minima; 6 = altezza minima parte scoperta; 7 = altezza massima; 8 = altezza linea del nevato; 9 = area di ablazione; 10 = area di ablazione scoperta.

tutti gli altri, che, sebbene includano anche due apparati classificati vallivi, tendono a raggrupparsi.

Dal catasto si possono anche ricavare interessanti osservazioni sulla dinamica recente del glacialismo nella Valle dell'Akkem e sulle variazioni frontali di alcuni apparati. Dalla metà del sec. XIX all'inizio degli anni Settanta i ghiacciai per i quali si dispone di dati attendibili, hanno fatto registrare diminuzioni di area e di lunghezze. In particolare l'area del Nekhoroshev è passata da 2,40 km² a 2 km², mentre la lunghezza diminuiva da 2,6 km a 2,2 km; anche l'area del Kotul'skogo si è ridotta del 23%. Una simile tendenza si è verificata anche per il Ghiacciaio Rodzevič o Ghiacciaio dell'Akkem, le cui dimensioni e il cui interesse rendono però opportuno aggiungere qualche altra considerazione. Il Rodzevič è infatti il ghiacciaio più vasto della Valle dell'Akkem ed anche il più visitato e studiato dai glaciologi sovietici sin dall'inizio del nostro secolo. Il nome gli venne assegnato da SAPOŽNIKOV V. V. per ricordare un campagna di spedizione. Il bacino collettore è costituito da quel vasto e complesso circo, le cui pareti di ghiaccio, alte più di mille metri e sovrastate da gigantesche cornici, racchiudono il settore superiore della Valle dell'Akkem. Le confluenze principali sono tre; fra queste però, solo quella che scende dal Passo di Delone (dove si collega con il Ghiacciaio Sapožnikov, sul versante orientale del M. Belukha), può essere definita una vera e propria colata valliva. La confluenza centrale, che si origina dalla parete Nord del Belukha, deriva piuttosto da un grande circo, il cui fondo varia fra i 3 200 e i 3 000 m di quota, inciso da circhi di minori dimensioni. L'alimentazione è solo in parte diretta. Le precipitazioni solide sono infatti piuttosto scarse, come si può desumere dalla tabella seguente, che indica l'entità globale delle precipitazioni nella Valle dell'Akkem, a quote inferiori però rispetto al bacino di accumulo del Rodzevič dove sono stati registrati anche 800-1 200 mm.

Più importante appare l'alimentazione ad opera delle

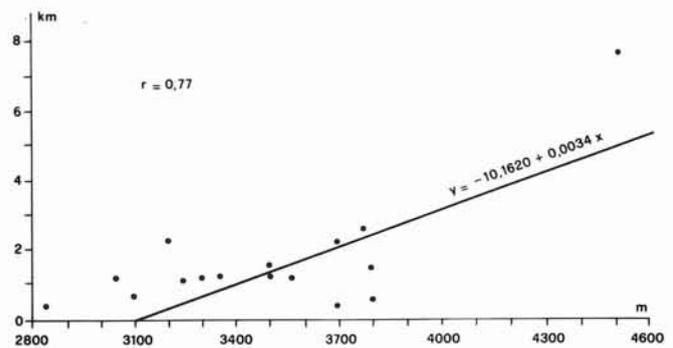


FIG. 8 - Ghiacciai del bacino dell'Akkem. Correlazione fra quota massima e lunghezza massima.

valanghe, che precipitano quasi incessantemente dalla parete del M. Belukha, né va sottovalutata l'azione eolica.

A circa 3 000 m, nel suo punto più stretto, il ghiacciaio forma un'imponente seraccata e si dirige decisa-

TABELLA 2
PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI E ANNUALI (in mm)
(dati 1971-1972)

stazione	Karatjurek	Akkem
quota	2 600	2 050
I	8	13
II	10	10
III	15	11
IV	34	31
V	52	63
VI	80	78
VII	94	89
VIII	88	83
IX	46	47
X	37	36
XI	26	31
XII	19	26
totale annuale	509	518

(da Catasto dei Ghiacciai Sovietici, 15, 1, 4)

mente verso Nord, ricevendo da sinistra una sottile colata che fluisce da un circo aperto nella parete del M. Rerič. Allo stesso livello si apre sulla destra il circo del Ghiacciaio Šukšin, che nel 1897 confluiva nella colata principale, ma nel 1933 risultava nettamente separato. La lingua, sulla quale si distinguono nettamente le morene superficiali delle due confluenze principali, ha un'inclinazione che varia fra 7° e 12°; sulla sua superficie si localizzano le tipiche forme derivanti dall'ablazione selettiva e dal deflusso superficiale (tavole del ghiac-



FIG. 9 - Il bacino collettore del Ghiacciaio Rodzevič visto dalla sommità del Pik Bronja. Si distinguono le tre principali colate alimentatrici con la seraccata di quota 3 000 (foto Smiraglia C., 29.07.83).

ciaio, *bédières*, inghiottitoi). Il tratto terminale, quasi completamente ricoperto da morena, presentava nell'estate 1983 una fronte a ripida parete con una vasta

porta, dalla quale, a circa 2 200 m, scaturiva il Torrente Akkem.

Su entrambi i lati della lingua, ma con maggiore



FIG. 10 - La fronte del Ghiacciaio Rodzevič. Il ghiacciaio scende fino a 2 200 m, ricoperto, nella sua parte terminale, da abbondante morenico (foto Corbellini G. C., 30.07.83).



FIG. 11 - Particolare della fronte del Ghiacciaio Rodzevič. Nella ripida parete si apre la porta dalla quale fuoriesce il torrente Akkem (foto Corbellini G. C., 30.07.83).

TABELLA 3
ARRETRAMENTO FRONTALE DEL GHIACCIAIO RODZEVIČ

periodo	arretram. in m	media annua in m	fonte
1850-1897	256	5,4	REVJAKIN V. S.
1897-1927	350	11,7	TRONOV M. V.
1927-1932	49	9,8	TRONOV M. V.
1932-1952	986	49,3	REVJAKIN V. S.
1952-1966	156	11,1	REVJAKIN V. S.
1966-1967	14	14	REVJAKIN V. S.
1967-1968	17	17	REVJAKIN V. S.
1968-1973	98	19,6	REVJAKIN V. S.

(da Catasto dei Ghiacciai Sovietici, 15, 1, 4)

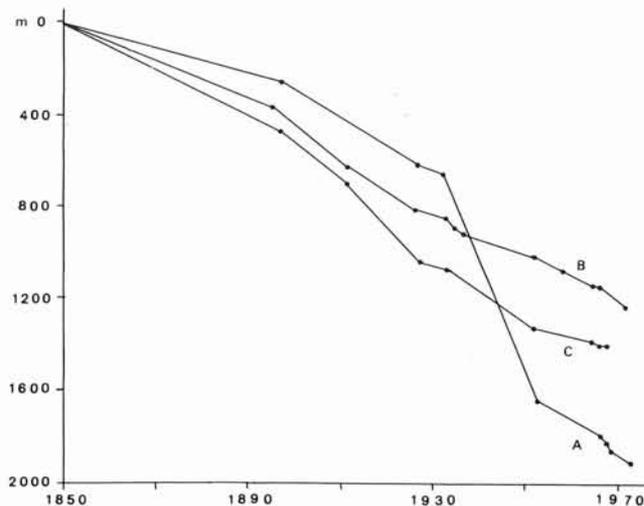


FIG. 12 - Arretramento della fronte del Ghiacciaio Rodzevič (A). Per meglio evidenziare la dinamica recente del glacialismo nell'Altaj Centrale si sono aggiunte le variazioni del Ghiacciaio Gebler (B) e del Ghiacciaio Šapožnikov (C), che scendono rispettivamente sul versante meridionale e sul versante orientale del massiccio del Belukha.

evidenza sulla destra, si osservano imponenti e regolari morene laterali; queste scendono con almeno tre creste principali fino a poco più di 2 000 m di altitudine, dove si raccordano con le morene frontali. Qui si crea un vasto anfiteatro che racchiude il Lago Superiore di Akkem, ormai quasi completamente interrato dalle alluvioni del torrente subglaciale. Secondo vari Autori sovietici si tratta di morene deposte durante la prima metà del XIX sec., in particolare nel 1825-1835 e nel 1850, quando si ebbero avanzate per quasi tutti i ghiacciai degli Altaj (OKIŠEV, 1974). Le morene frontali più avanzate che, a differenza di quelle ottocentesche (come anch'io ho potuto verificare), sono completamente ricoperte da licheni, vengono attribuite al XVII sec. A par-

tire dalla metà del XIX sec. il Ghiacciaio Rodzevič appare in costante ritiro; la fronte fino al 1974 arretra di quasi due chilometri, mentre fra il 1922 e il 1952 il volume del ghiaccio fuso è stato di 0,066 km³ (si vedano nelle tabb. 3 e 4 l'entità annuale del ritiro frontale e le variazioni dello spessore del nevato nel bacino d'alimentazione).

TABELLA 4
SPESSORE DEL NEVATO (ACCUMULO NETTO) NEL BACINO DI ALIMENTAZIONE DEL GHIACCIAIO RODZEVIČ

anno	1955-56	1956-57	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62
spess. in cm	192	112	80	56	80	112	88
anno	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67	1967-68	
spessore in cm	80	84	91	83	60	86	

(da Catasto dei Ghiacciai Sovietici, 15, 1, 4)

Dal 1973, secondo informazioni avute dal dott. GRAKOVIC, la fronte del Rodzevič è costantemente arretrata, seppur con ritmi meno accentuati rispetto agli anni precedenti.

BIBLIOGRAFIA

- CATASTO DEI GHIACCIAI SOVIETICI (1978) - *Altaj e Siberia Meridionale*, vol. 15, 1, a cura di REVJAKIN V. S. e DUŠKIN M. A., 80 pp., Gidrometeoizdat, Leningrad (in russo).
- Guida per la Compilazione del Catasto dei Ghiacciai Sovietici (1966), Gidrometeoizdat, Leningrad (in russo).
- KOTLYAKOV V. M. (1980) - *Problems and results of studies mountains glaciers in the Soviet Union*. In: «World Glacier Inventory, Proceedings of the Workshop at Riederalp, Switzerland, 17-22 September, IAHS, publ. n. 126, 351 pp.».
- KOTLYAKOV V. M. & SUSLOV V. F. (1975) - *Stato attuale e prospettive di sviluppo della ricerca glaciologica in Unione Sovietica*. Trudy IV Vsesouznogo Hydrologicheskogo Sjezda, 6, 252-262 (in russo).
- MACAREVIČ K. G. (1980) - *Studies of glacier fluctuations in the USSR*. In: «World Glacier Inventory, Proceedings of the Workshop at Riederalp, Switzerland, 17-22 September, IAHS, publ. n. 126, 351 pp.».
- OKIŠEV P. A. (1974) - *Possibilità di sincronismo del glacialismo post-würmiano nell'Altaj, nel Caucaso e nelle Alpi*. In: «Il glacialismo degli Altaj, Università di Tomsk, 238 pp.» (in russo).
- REVJAKIN V. S. (a cura di) (1968) - *Belukha*. Università di Tomsk, 154 pp. (in russo).
- REVJAKIN V. S. (a cura di) (1971) - *I monti dell'Altaj*. 252 pp., Tomsk (in russo).
- REVJAKIN V. S., GALAKHOV V. P. & GOLEŠČIKHIN V. P. (1979) - *Il glacialismo del bacino degli Altaj*. Università di Tomsk, 310 pp. (in russo).
- SUSLOV V. F. (1980) - *Utilization of glacier inventory in the USSR Water Cadastre*. In: «World Glacier Inventory, Proceedings of the Workshop at Riederalp, Switzerland, 17-22 September, IAHS, publ. n. 126, 351 pp.».