

GIORGIO ZANON (*)

RICERCHE PRELIMINARI SUL BILANCIO GLACIALE NELL'AREA DELLA BAIJA TERRA NOVA (ANTARTIDE)

Abstract: ZANON G., *Preliminary research on glacier balance in the area of Terra Nova Bay (Antarctica)* (IT ISSN 0084-8948, 1988).

This work reports the results of preliminary research on glacier mass balance carried out during the Italian Antarctic expedition to Terra Nova Bay in 1987-88. Investigations were carried out on two glaciers in the area. The main mass balance parameters for the Strandline Glacier, a typical example of a small local formation, were identified and evaluated. On the second, the Campbell Glacier, 140 km long, a maximum time of 55 years of firn accumulation on the surface of the floating ice tongue was measured. Calculations were made of the velocity of the ice tongue itself (270 m yr^{-1}) and of its ice discharge ($0.345 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$) at the point where it probably begins to float completely. (Key words: Glaciology, Mass balance, Antarctica).

Riassunto: ZANON G., *Ricerche preliminari sul bilancio glaciale nell'area della Baia Terra Nova (Antartide)* (IT ISSN 0084-8948, 1988).

Vengono riportati i primi risultati di ricerche sul bilancio di massa glaciale, condotte durante la spedizione antartica italiana 1987-88 alla Baia Terra Nova. Le ricerche hanno riguardato due ghiacciai della regione; sul primo di essi, lo Strandline Glacier, tipico esempio di apparato locale di piccole dimensioni, sono stati identificati e valutati i principali parametri del bilancio. Sul secondo, il Campbell Glacier, della lunghezza di 140 km, è stato misurato un ritmo massimo di accumulo del nevato sulla superficie della lingua galleggiante terminale, di 55 anni; ciò ha reso possibile la determinazione della velocità di movimento di quest'ultima (270 m a^{-1}) e della portata di ghiaccio ($0.345 \text{ km}^3 \text{ a}^{-1}$) nella sezione di probabile inizio del completo galleggiamento. (TERMINI CHIAVE: Glaciologia, Bilancio di massa, Antartide).

Da circa un quarantennio, largo spazio viene dato alle ricerche sul bilancio di massa glaciale dell'*inlandsis* antartico, sia per quanto riguarda valutazioni d'insieme che per singole porzioni di esso, comprese lingue periferiche, piattaforme di ghiaccio (*ice shelves*) e bacini locali (per una rassegna su questo tema, si veda ROBIN & SWITHINBANK, 1987). Grandi incertezze permangono tuttavia circa la determinazione dei parametri del bilancio, sia per l'inadeguatezza dei metodi di indagine, sia per le scarse conoscenze su fondamentali processi del bilancio stesso, come, ad esempio, la fusione al fondo delle grandi piattaforme galleggianti. Le approssimazioni nelle valutazioni individuali dei risultati d'insieme sono tali da riguardare non soltanto l'entità, ma lo stesso segno del bilancio dell'*inlandsis*; minori incertezze riguardano invece la conoscenza del bilancio di singole aree, per le quali, tuttavia, non sembra si possa riscontrare una tendenza di comportamento ben definita (ROBIN & SWITHINBANK, 1987).

Nell'ambito delle attività del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide per il Gruppo Scienze della Terra e Materie Prime (Linea di ricerca Geomorfologia, Glaciologia e Paleoclimatologia), nel corso della spedizione italiana 1987-88 alla Baia Terra Nova (Terra Victoria), una parte delle ricerche glaciologiche è stata dedicata al bilancio di apparati glaciali ricadenti nell'area di attività della base italiana colà recentemente attivata; le ricerche sono state indirizzate in particolare all'identificazione dei para-

metri del bilancio e al tentativo di una loro valutazione quantitativa, come premessa per un futuro approfondimento di questa tematica.

Il glacialismo nell'area della Baia Terra Nova (CHINN & *alii*, in stampa) è costituito da un certo numero di ghiacciai locali, sovente non distinguibili dagli estesi campi di neve permanenti che interessano pressoché l'intero sviluppo delle Northern Foothills. Ad essi si aggiungono tre grandi apparati glaciali del tipo delle lingue periferiche, o ghiacciai di sbocco; due di questi, il Reeves Glacier ed il Priestley Glacier, sono in prevalenza alimentati dal *plateau* Est Antartico e confluiscono insieme a formare una grande piattaforma galleggiante, detta impropriamente Nansen Ice Sheet. Più a Nord, il Campbell Glacier ha un bacino praticamente indipendente e si spinge nel mare con una notevole lingua galleggiante.

I RILIEVI SULLO STRANGLINE GLACIER

Il primo dei due ghiacciai esaminati, lo Strandline Glacier, è un apparato locale, situato sul versante esterno delle Northern Foothills, nei pressi della Tethys Bay, profonda rientranza della più vasta Gerlache Inlet, che si apre a sua volta nella Baia Terra Nova. Già studiato da CHINN & *alii*, (in stampa), specialmente dal punto di vista del suo regime, è stato più recentemente esaminato e descritto in occasione delle spedizioni italiane 1985-86 e 1986-87 (BARONI & OROMBELLI, in stampa). Composto da alcuni settori distinti, con diversa direzione di flusso, per una superficie complessiva di 0.79 km^2 , nella presente ricerca è stato preso in considerazione il suo segmento più setten-

(*) Dipartimento di Geografia, Università di Padova.

Lo scrivente ringrazia il prof. G. B. CASTIGLIONI e il prof. G. OROMBELLI per la lettura critica del manoscritto.

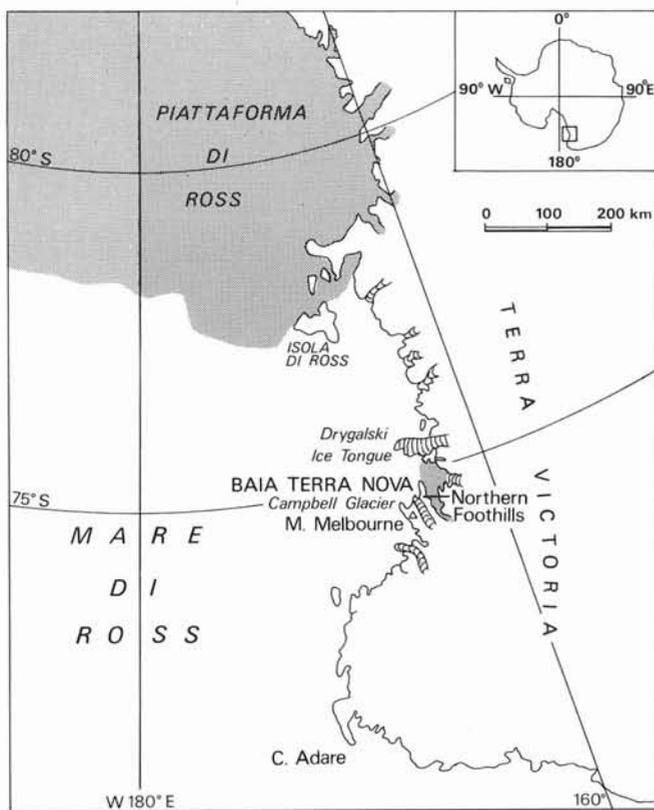


FIG. 1 - L'ubicazione della Baia Terra Nova.

trionale, che si affaccia interamente verso la Tethys Bay. Quest'ultimo può essere considerato un piccolo apparato di pendio, in situazione sottovento rispetto ai prevalenti venti di caduta, con alimentazione in buona parte per trasporto eolico. Termina a breve distanza dal mare, ricoperto dal *pack*, con una fronte a falesia alta circa 25 m e, secondo i dati forniti da BARONI & OROMBELLI (in stampa), ha una superficie di 0.475 km², AAR pari all'81%, e caratteristiche di ghiacciaio «freddo».

Nel dicembre 1987 è stata collocata sulla superficie del ghiacciaio una serie di paline in lega leggera per una preliminare indagine sulle condizioni del suo bilancio di massa e per una possibile determinazione quantitativa di talune grandezze.

Accumulo. In assenza di una superficie di riferimento («superficie estiva») dell'anno precedente e date le caratteristiche dell'accumulo nevoso, dominato dall'azione del vento su gran parte dell'area del ghiacciaio, la sua valutazione ha incontrato notevoli incertezze. I sondaggi di spessore e i prelievi di densità effettuati lungo un profilo mediano dai pressi della falesia frontale sino al margine superiore, per uno sviluppo lineare di 380 m, hanno fornito un'ampia gamma di valori in progressivo aumento, compresi tra 0 e 546 mm di equivalente in acqua. Nello stesso momento, la consistenza dell'equivalente in acqua del manto nevoso annuale sul *pack* dell'antistante Tethys Bay, risul-

tava, in condizioni relativamente indisturbate, di 225-230 mm.

Ablazione. I processi di fusione sulla superficie dello Strandline Glacier sono apparsi in genere molto ridotti e accertabili soltanto in corrispondenza di impurità più o meno grossolane presenti sulla superficie stessa, al fondo di cavità di fusione, o concentrate lungo solchi di ruscellamento, più frequenti, questi ultimi, nella zona terminale. In ogni caso, i processi di fusione risultano largamente compensati dalla formazione di ghiaccio da rigelo (*superimposed ice*), in accordo con le sue caratteristiche di ghiacciaio «freddo». In corrispondenza della «zona di ablazione», apparsa priva di copertura nevosa già all'inizio della stagione, come effetto di una più accentuata deflazione, sono state collocate 6 paline di ablazione lungo un profilo trasversale alla linea di flusso, ad un'altitudine di 90 m s.l.m. Dal 25.12.87 al 9.2.88 esse hanno fatto registrare un'ablazione di ghiaccio mediamente di 60 mm di equivalente in acqua; con l'aggiunta di occasionali apporti di neve recente, per complessivi 65 mm d'acqua, si ha un'ablazione di 125 mm di equivalente. Tenendo conto del rigelo come *superimposed ice*, questa grandezza va considerata come il bilancio di superficie in zona di ablazione, anziché una vera e propria perdita di massa.

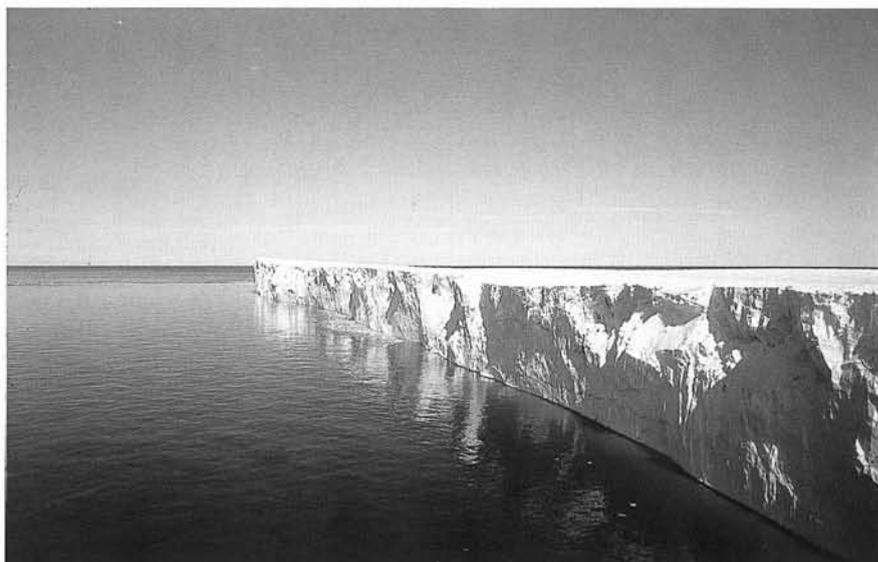
A causa delle basse temperature raggiunte nella prima decade di Febbraio, che hanno provocato il rapido rassodamento della neve residua, non è stato invece possibile, per l'insufficienza degli strumenti di misura disponibili, valutare la variazione di equivalente in acqua in zona di accumulo, che è rimasta pertanto una variabile ignota del bilancio.

Tra i processi di ablazione, particolare intensità e regolarità ha mostrato invece, in corrispondenza della falesia frontale, un continuo arretramento della superficie come effetto dello sfaldamento del ghiaccio (in realtà, *firm* a grossi grani) nelle ore di maggiore insolazione, con la formazione di un esteso deposito al piede (*apron*). Le misure effettuate dal 20.1.88 al 4.2.88 hanno dato, per questo processo, un ammontare di 135 mm di equivalente in acqua (circa 9 mm al giorno) corrispondenti a loro volta, in circa un mese e mezzo di osservazioni, a più di 400 mm di equivalente. Si può quindi considerare quest'ultimo processo di ablazione come il più intenso osservato sul ghiacciaio, e causa, insieme con la deflazione, con la sublimazione e con i crolli di masse di ghiaccio alla fronte, di una effettiva perdita netta di massa. Da rilevare come, per effetto di questo fenomeno, si sia potuta osservare la progressiva fuoruscita e la caduta di blocchi rocciosi inglobati nella parete di ghiaccio e un arretramento di questa compreso tra 200 e 50 cm circa dal 1987 (segnali frontali 3 e 6, BARONI & OROMBELLI, in stampa).

I RILIEVI SUL CAMPBELL GLACIER

Il Campbell Glacier, grande lingua periferica della Terra Victoria, presso il Mare di Ross, ha una lunghezza com-

FIG. 2 - Lingua galleggiante del Campbell Glacier (Baia Terra Nova, Antartide) (Foto G. Zanon, Genn. 1988).



plessiva di 140 km e un'ampiezza da 5 a 10 km. A differenza dei vicini Priestley e Reeves, che drenano il *plateau*, il Campbell trae la sua alimentazione da accumuli locali di nevi e può essere quindi considerato tra i maggiori ghiacciai locali della regione. La lingua principale riceve alimentazione anche da una serie di ghiacciai tributari e termina nella Baia Terra Nova con una lingua galleggiante della lunghezza di almeno 15 km e della larghezza di 5.2 km (sezione a Shield Nunatak).

Nel corso dell'estate australe 1987-88 è stata eseguita una serie di rilievi sulla consistenza totale del nevato accumulatosi sulla lingua galleggiante nel tratto compreso tra la base dell'ultima seraccata (sezione di Shield Nunatak) e la fronte. L'individuazione della coltre di nevato derivante dall'accumulo di più anni, effettuata dall'elicottero in *hovering* lungo la parete sinistra della lingua galleggiante, era resa possibile dalla netta discordanza tra gli strati di nevato e il ghiaccio sottostante, intensamente disturbato per effetto del passaggio attraverso la seraccata, appena a monte del presumibile punto d'inizio del galleggiamento. Nel tratto di 15 km preso in considerazione, lo spessore totale del nevato andava da un valore nullo, sino ad un massimo di 14.15 m⁽¹⁾. In più riprese è stato valutato l'equivalente in acqua del manto nevoso annuale accumulatosi sulla lingua galleggiante, riscontrando valori, lungo il fianco sinistro, compresi tra un minimo di 141 mm alla fronte ed un massimo di 246 mm nell'area più a monte, con una media di 200 mm sull'intera lingua.

Con un accumulo di 200 mm a⁻¹, un equivalente in acqua totale massimo del nevato pari a 11.000 mm, il

periodo di accrescimento risulterebbe di 55 anni, con una velocità della lingua pari a 270 m a⁻¹.

Applicando la seguente formula (SHABTAIE & BENTLEY, 1982):

$$\rho_i H = \rho_w (H-h)$$

dove ρ_i è la densità della massa della lingua galleggiante (0.89 Mg m⁻³), ρ_w la densità dell'acqua marina (1.0275 Mg m⁻³), H lo spessore totale del ghiaccio, h quello della parte emergente, si avrebbe come spessore della lingua galleggiante del Campbell in corrispondenza del punto di massima altezza della fronte (63 m) sul lato sinistro, 470 m. Su quello destro, invece, dove la parte emergente è alta 33 m, lo spessore totale passa a 247 m. Considerando quest'ultimo valore come il più rispondente allo spessore medio della lingua, la sezione a Shield Nunatak risulta pari a 1.28 km²; questo dato, con una velocità di 270 m a⁻¹, comporta quindi una «portata» di ghiaccio di 0.345 km³ a⁻¹ (0,307 km³ di equivalente in acqua). Questa è compatibile con un accumulo a monte, valutato con misure dirette, di 400 mm di equivalente in acqua, pari a 0,375 km³ a⁻¹. La portata a Shield Nunatak deve a sua volta essere compensata da un distacco di *icebergs* per un volume equivalente, da considerarsi come il termine negativo più importante del bilancio di questo ghiacciaio.

BIBLIOGRAFIA

- BARONI C. & OROMBELLI G. (1987) - *Il Ghiacciaio Strandline (Baia Terra Nova, Antartide)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 10, in stampa.
 CHINN T. J. (1985) - *Structure and equilibrium of the Dry Valleys glaciers*. New Zealand Antarctic Record, 6, Spec. Suppl., 73-88.
 CHINN T. J., WITTHEHOUSE I. E., HÖFLE H-C (in stampa) - *Report on a reconnaissance of the glaciers of Terra Nova Bay area*. Geol. Jahrb.
 ROBIN G. DE Q. & SWITHINBANK C. (1987) - *Fifty years of progress in understanding ice sheets*. Journ. Glac., Special Issue, 33-47.
 SHABTAIE S. & BENTLEY C. R. (1982) - *Tabular icebergs: implications from geophysical studies of ice shelves*. Journ. Glac., 28 (100), 413-430.

(1) Mi è gradito ricordare, per la collaborazione ai rilievi sul Campbell Glacier, svolti talora in condizioni di particolare difficoltà, il coordinatore delle guide M. Spreafico, le guide P. Serra, L. Pedrolini, L. Vori, gli elicotteristi D. McLeod e K. Tustin.