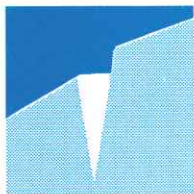


COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO

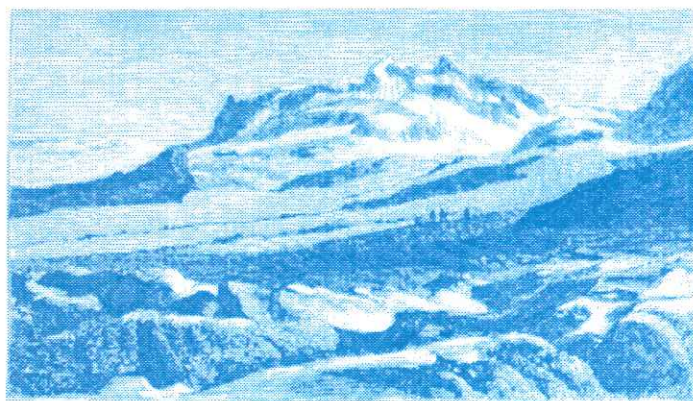


**CONVEGNO
CENTO ANNI
DI RICERCA GLACIOLOGICA
IN ITALIA**

in collaborazione con



Finsiel



Torino 19 - 20 ottobre 1995

Accademia delle Scienze - Sala dei mappamondi
via Accademia delle Scienze, 6

Con il contributo di:

U.E. Commissione Europea - DG XII - Fondazione Cassa di Risparmio di Torino
Consiglio Nazionale delle Ricerche - Università degli Studi di Torino

RIASSUNTI DELLE COMUNICAZIONI



a cura di
R. AJASSA, A. BIANCOTTI, G. BRANCUCCI E A. CARTON

RIASSUNTI DELLE COMUNICAZIONI AD INVITO

<i>C. SIMON L. OMMANNEY</i>	<i>INTERNATIONAL GLACIOLOGICAL SOCIETY</i>	9
<i>MALARODA R.</i>	<i>CENTO ANNI DI RICERCA GLACIOLOGICA IN ITALIA</i>	11
<i>ZANON G.</i>	<i>IL CONTRIBUTO ITALIANO ALL'ATTIVITA' DEGLI ORGANISMI INTERNAZIONALI PER LO STUDIO DELLE FLUTTUAZIONI GLACIALI 1894-1995</i>	13
<i>HAEBERLY W.</i>	<i>WORD GLACIERS IN RELATION TO RECENTS CLIMATICS TREND</i>	N.P.
<i>SMIRAGLIA C.</i>	<i>LA GLACIOLOGIA ITALIANA EXTRAEUROPEA</i>	15
<i>KUHN M.</i>	<i>101 YEARS OF INTERNATIONAL SNOW AND ICE RESEARCH</i>	17
<i>OROMBELLI G.</i>	<i>LE RICERCHE GLACIOLOGICHE ITALIANE IN ANTARTIDE</i>	18
<i>CASTIGLIONI G.B.</i>	<i>MORFOLOGIA GLACIALE</i>	20
<i>ROSSI G.C.</i>	<i>I GHIACCIAI ITALIANI ED IL LORO POTENZIALE IDROELETTRICO</i>	22
<i>BELLONI S., PELFINI M.</i>	<i>I GHIACCIAI ALPINI COME INDICATORI CLIMATICI</i>	23
<i>CERUTTI A.V.</i>	<i>I GHIACCIAI COME FATTORE DI RICCHEZZA ECONOMICA</i>	25

RIASSUNTI DELLE COMUNICAZIONI

<p>AMADESI E.</p>	<p>NUOVE FORME. DI EROSIONE GLACIALE NELL'ALTO APPENNINO TOSCO-EMILIANO</p>	<p>29</p>
<p>BARSANTI M., CASARTELLI G., GUGLIELMIN M., PELFINI M., SMIRAGLIA C.</p>	<p>OTTO ANNI DI BILANCIO DI MASSA NEGATIVO AL GHIACCIAIO DELLA SFORZELLINA (ALPI LOMBARDE) IPOTESI DI ESTINZIONE</p>	<p>30</p>
<p>BUFFA F., BOMBARDA R., BONOMI I.</p>	<p>GLI SVILUPPI DELLA RICERCA GLACIOLOGICA IN TRENTINO NEL PERIODO 1990-1995</p>	<p>31</p>
<p>CAMPANINO F., MORTARA G., PETRONEL G.</p>	<p>I RILEVAMENTI AUTOGRAFI DI FEDERICO SACCO CATALOGO DELLE CARTE GLACIOLOGICHE</p>	<p>33</p>
<p>CASAGRANDE A., DUTTO F., MERCALLI L., MORTARA G.</p>	<p>AGGIORNAMENTO DELLA BIBLIOGRAFIA ANALITICA DEI GHIACCIAI ITALIANI NELLE PUBBLICAZIONI DEL C.G.I. DI M. PANTALEO</p>	<p>34</p>
<p>CORTEMIGLIA G.C., MOTTA M.</p>	<p>APPLICAZIONE DELLE TECNICHE MORFOMETRICHE AL PROBLEMA DELLA DISTINZIONE DEI DEPOSITI GLACIALI E FLUVIOGLACIALI NELL'ALTA VALLE DI GRESSONEY</p>	<p>35</p>
<p>DUTTO F., GODONE F., MORTARA G.</p>	<p>EFFETTI DEGLI EVENTI ALLUVIONALI NELL'AMBIENTE PROGLACIALE. LA SOVRAINCISIONE DELLA MORENA DEL GHIACCIAIO MOLINET. (ALTO BACINO DELLA STURA DI VALGRANDE, ALPI GRAIE)</p>	<p>36</p>
<p>FEDERICI P.R., PAPPALARDO M.</p>	<p>L'EVOLUZIONE RECENTE DEI GHIACCIAI DELLE ALPI MARITTIME</p>	<p>37</p>
<p>FREZZOTTI M.</p>	<p>RICOSTRUZIONE DELLE FLUTTUAZIONI DELLE FRONTI GLACIALI DURANTE IL XX SECOLO IN ANTARTIDE: EVIDENZE DI CAMBIAMENTI AMBIENTALI</p>	<p>38</p>
<p>GIORCELLI A.</p>	<p>I GHIACCIAI DELLA VALTOURNENCHE (AO) E LE LORO VARIAZIONI NEGLI ULTIMI DUE SECOLI</p>	<p>40</p>
<p>KASER G., MUNARI M., NOGLER B., OBERSCHMIED CH., VALENTINI P.</p>	<p>MASS BALANCE STUDIES AT WEIßBRUNNFERNER (GHIACCIAIO DI FONTANA BIANCA) IN THE ORTLES - CEVEDALE GROUP IN THE ITALIAN ALPS</p>	<p>41</p>
<p>MATTANA U., SERANDREI BARBERO R., ZECCHETTO S.</p>	<p>LA RECENTE EVOLUZIONE DEI GHIACCIAI DELLE ALPI AURINE E PUSTERESI: ANALISI DELLE MISURE ALLE FRONTI E DELLE VARIAZIONI CLIMATICHE</p>	<p>42</p>

MOTTA M.	STUDIO DEL RAPPORTO ACCUMULO/ABLAZIONE IN UN GHIACCIAIO ALPINO DI GRANDI DIMENSIONI: L'ESEMPIO DEL GHIACCIAIO DEL LYS (M.TE ROSA, VALLE DI GRESSONEY)	43
NOVEL J.P., RAVELLO M., DRAY M., POLLICINI F.	APPORT DES ANALYSES ISOTOPIQUES (¹⁸ O, ² H, ³ H) DANS LES PLUIES, LA NEIGE, LA GLACE ET LES SOUS-ECOULEMENTS GLACIAIRES A LA COMPRENSION DES MECANISMES D'ECOULEMENT DES EAUX DE SURFACE ET DES EAUX SOUTERRAINES EN VALLEE D'AOSTE	46
SIMON C., OMMANNET L.	100 YEARS OF GLACIERS OBSERVATIONS IN MAINLAND CANADA	48
PARISI B., MARCHETTI F.	I GHIACCIAI (VEDRETTE) DEL GRUPPO DI BRENTA: CENTO ANNI DI OSSERVAZIONI	51
SALVATERRA T., BOMBARDA R.	L'USO SOCIALE DEI GHIACCIAI. I RISULTATI DI UNA INDAGINE INTRODUTTIVA SUL GHIACCIAIO DELL'ADAMELLO	52
VIVIANI C.	I GHIACCIAI: PROPRIETA', UTILIZZAZIONE E TUTELA GIURIDICA	54

RIASSUNTI DEI POSTER

<p>AJASSA R., BIANCOTTI A., BRANCUCCI G., CARTON A., SALVATORE M.C.</p>	<p>VARIAZIONI DEI GHIACCIAI ITALIANI NEL PERIODO 1958-1989</p>	<p>57</p>
<p>ARZUFFI L.</p>	<p>MORFOLOGIA E FLUSSO DEI GHIACCIAI IN RELAZIONE ALLA FORMA DEL SUBSTRATO</p>	<p>58</p>
<p>BADINO G., PCCINI L.</p>	<p>ASPETTI MORFOLOGICI ED EVOLUTIVI DELLE CAVITA' IPOGLACIALI DI ORIGINE CRIOCARSICA</p>	<p>59</p>
<p>BASTER I., DEMATTES A.</p>	<p>STUDIO GEOMORFOLOGICO DI FORME RECENTI DI ORIGINE GLACIALE LEGATE AI GHIACCIAI GRAN PARADISO, LAVACIAÙ E MONTANDEYNÉ (ALPI OCCIDENTALI, VALSAVARANCHE, AOSTA)</p>	<p>61</p>
<p>BETTI V., BOGHETTO A., BOZZA R.</p>	<p>ATTIVITA' DI CONTROLLO VOLUMETRICO DELLE VARIAZIONI DEGLI APPARATI GLACIALI MEDIANTE IL METODO TOPOGRAFICO</p>	<p>62</p>
<p>BETTI V., ROSSI G.C.</p>	<p>VARIAZIONI DI MASSA DELLA VEDRETTA DEL MANDRONE (GRUPPO ADAMELLO) NEL PERIODO 1973-91</p>	<p>64</p>
<p>BRONZINI L., PROSSER F., SOTTOVIA L.</p>	<p>VEGETAZIONE PERIGLACIALE IN VAL GENOVA (GRUPPO ADAMELLO-PRESANELLA - TRENINO OCCIDENTALE)</p>	<p>65</p>
<p>CASARTELLI G., MAGRIN G., PELFINI M., SMIRAGLIA C.</p>	<p>DOCUMENTAZIONE STORICA E INDAGINE GLACIOLOGICA. ALCUNI ESEMPI DALLE ALPI LOMBARDE</p>	<p>66</p>
<p>D'OREFYCE M., LEDONNE L., PECCI M., SMIRAGLIA C.</p>	<p>NUOVI DATI SULL' ATTUALE FASE DI RIDUZIONE DEL GHIACCIAIO DEL CALDERONE (GRAN SASSO D'ITALIA - APPENNINO CENTRALE)</p>	<p>68</p>
<p>ELMI C., FEDELI B.</p>	<p>SEGNALAZIONE DI FORME NIVO-GLACIALI A BASSE QUOTE NELL' APPENNINO TOSCO-EMILIANO</p>	<p>69</p>
<p>LAURETI L.</p>	<p>UN SECOLO DI RICERCHE SUL GLACIALISMO QUATERNARIO DELL' APPENNINO</p>	<p>70</p>
<p>MAGGI V.</p>	<p>DENSITY PROFILES AND MODELS OF ANTARCTIC FIRN CORES</p>	<p>72</p>
<p>MERCALLI L., PALUDI S., ROGLIARDO F.</p>	<p>GHIACCIAI E CLIMA DELLE VALLI DI LANZO: CENT'ANNI DI OSSERVAZIONI</p>	<p>73</p>
<p>OTTONE C., ROSSETTI R.</p>	<p>VARIAZIONI STAGIONALI E INTERANNUALI DELLA QUOTA DELLO ZERO TERMICO IN ALCUNE VALLI AOSTANE (ITALIA NORDOCCIDENTALE)</p>	<p>74</p>
<p>RABAGLIATI R., SERANDREI BARBERO R., MANDELLA P., RAMPINI A.</p>	<p>I GHIACCIAI DELLE ALPI BREONIE, AURINE E PUSTERESI NELLE IMMAGINI LANDSAT TM 7-9-85, 13-9-87 E 18-9-89</p>	<p>75</p>
<p>SAVELLI D., NESCI O., BASILI M.</p>	<p>EVIDENZE DI APPARATI GLACIALI TARDO-PLEISTOCENICI NEL MASSICCIO CATRIA-NERONE (APPENNINO MARCHIGIANO)</p>	<p>76</p>

**CENTO ANNI DI GLACIOLOGIA IN ITALIA
RIASSUNTI DELLE COMUNICAZIONI AD INVITO**

INTERNATIONAL GLACIOLOGICAL SOCIETY

C. SIMON L. OMMANNEY

INTERNATIONAL GLACIOLOGICAL SOCIETY, LENSFIELD ROAD, CAMBRIDGE

The International Glaciological Society (IGS) has played, and continues to play, a very important role in the study of snow and ice. This paper reviews the history of the Society and its products.

The first meeting of what became the International Glaciological Society took place in 1936 and was in fact a meeting of the British Group of the International Commission on Snow. It met in response to a request from J.E. Church, President of the International Association of Hydrology, to form a national group. Because both snow and glacier interests were represented, they decided to form an Association of Snow and Ice (ASSI). It was to be a permanent body within Britain to encourage research on the practical and scientific problems of snow and ice, and generally to stimulate interest in the subject. The Association met regularly until 1940 when activities were suspended due to the War. They resumed in 1945 when the ASSI changed its name to the British Glaciological Group. The choice of name was deliberate and intended to include all aspects of snow and ice. A desire to recognize the global interest in and influence of the Society led to subsequent name changes to the Glaciological Society and then the International Glaciological Society that we know today.

The IGS is a Learned Society and an Educational Charity registered in the United Kingdom and based in Cambridge. Under its constitution its objectives are to:

- stimulate interest in and encourage research into the scientific and technical problems of snow and ice in all countries;
 - facilitate and increase the flow of glaciological ideas and information;
 - publish the *Journal of Glaciology*, *Annals of Glaciology*, *Ice* and other appropriate publications;
- sponsor lectures, field meetings and symposia.

Over the years to further its objectives, autonomous branches have been established to provide a regional focus for those having common interests: the Nordic, Western Alpine, Northeastern North American, British and Polish branches.

Probably the greatest influence is exerted by the *Journal of Glaciology*, which developed from members' "Papers and Discussions" and began publication in 1949.

Reports to Members, started in 1949, eventually became ICE, the News Bulletin of the Society in 1958. This provides members around the world with periodic updates on research in progress on all aspects of snow and ice, includes news items, reports of past, present and future meetings, details of official and unofficial Society business, a calendar of events, details of papers in progress and lists of new members.

In 1980, the Annals of Glaciology series was established to publish conference proceedings previously included as special volumes of the Journal of Glaciology. To date 20 volumes of these have been published covering a wide range of topics that include Antarctic and mountain glaciology, glacier erosion, snow and ice chemistry, remote sensing, ice and climate, and ice dynamics.

Members come from around the world and the governing Council reflects the International nature of the Society.

CENTO ANNI DI RICERCA GLACIOLOGICA IN ITALIA

R. MALARODA

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI TORINO

Basta una semplice occhiata allo scaffale su cui si allineano i volumi del nostro Bollettino per rendersi conto che esso è stato variabile sia nella regolarità dei tempi di pubblicazione, sia nel formato, sia nella natura e volume del materiale pubblicato. Basta questo per comprendere che anche il C.G.I., della cui attività il Bollettino è testimonianza scritta, ha avuto una vita non facile, con alternanti momenti di espansione, di stasi e di regresso. Rileggendo, tra le righe, il suo sviluppo nel tempo si capisce che ciò è stato soprattutto dovuto alla aleatorietà dei finanziamenti e alla natura "volontaristica" delle sue strutture, che mai hanno avuto un appoggio permanente e sicuro.

Si possono distinguere, sommariamente, una preistoria e quattro episodi storici separati tra loro, grosso modo, dal le due guerre mondiali e dalla nascita di "Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria". La preistoria va dal 1895 al 1910, porta la netta impronta del C.A.I. dal quale la "Commissione per lo Studio dei Ghiacciai" è stata fondata, fu dominata dalle figure di F. Porro e F. Sacco e, per scarsità di mezzi, riuscì soltanto ad essere un modesto stimolo per ricerche glaciologiche individuali. La Commissione non aveva una propria sede e si riunì 5-6 volte.

Il secondo è un periodo breve, che va dal 1910 alla prima guerra mondiale, vede affiancarsi al C.A.I. nel sostegno al nostro Ente la Società Italiana per il Progresso della Scienza (S.I.P.S.) e si svolge sotto la presidenza di C. Somigliana e di F.Sacco. La Commissione trova una sede presso il Politecnico di Torino ed ivi avvia i primi nuclei della Biblioteca e dell'Archivio Fotografico. Segretario, come nel periodo precedente, è A.Roccati.

Il terzo periodo è quello tra le due guerre ed è dominato dalla presidenza di C.Somigliana, salvo per un breve interregno di C.F.Parona. Continua a collaborare anche F.Sacco, ma è soprattutto influente l'opera del Segretario U.Monterin. Nel 1919 compare la denominazione "Comitato Glaciologico Italiano", nel 1923 viene pubblicato il primo Statuto, il Bollettino ha una autonoma redazione, si riprende, dopo quella iniziale di Sacco, la raccolta di una Bibliografia Glaciologica, le Campagne Glaciologiche vengono regolarmente istituite e coordinate ed inizia la pubblicazione annuale delle variazioni dei Ghiacciai Italiani. La sede viene trasferita a Palazzo Carignano. Il

periodo è fertile di iniziative scientifiche e su ghiacciai si compiono studi, oltre che dal punto di vista morfologico, anche da quello fisico, idrologico, climatologico, vegetazionistico, geomorfologico e del glacialismo quaternario. Per la prima volta viene studiato l'unico ghiacciaio appenninico, quello del Calderone, e sono descritti alcuni ghiacciai extraeuropei. Con la seconda guerra mondiale si apre una lunga fase di crisi, dovuta anche alla scomparsa, in rapida successione, di Parona, Monterin e Sacco. Per alcuni anni il C.G.I. si regge solo sull'impegno del Segretario M. Vanni.

Tra il 1950 ed il 1960 il C.G.I. conosce un nuovo periodo di rivitalizzazione, caratterizzato dalla comparsa di nuovi finanziatori (Enti industriali e Enti locali piemontesi) ma, soprattutto dal fatto che, almeno inizialmente, esso ottiene il patrocinio del C.N.R. Ai 25 volumi della prima serie del Bollettino vengono ad aggiungersi quelli della II serie, più fitti e regolari. In rapida successione, si hanno le presidenze Somigliana, Eferuglio e poi, più lungamente, G. De Marchi. Verso la fine di questa decade il C.G.I. dà corso alla più notevole delle sue iniziative inserendosi nell'Anno Geofisico Internazionale, ciò che produrrà la fondamentale opera in 4 volumi "Catasto dei Ghiacci ai Italiani" nonché alcune monografie di singoli ghiacciai corredate da carte fotogrammetriche 1:5.000.

Segue la fase dell'ultimo venticinquennio, caratterizzata dalla progressiva riduzione dell'impegno del C.N.R. conseguente alla ristrutturazione dei suoi Organi e ad una nuova politica dei finanziamenti. Ne viene compromessa anche la continuità del periodico che, con il 1978, è obbligato ad iniziare una III serie nella quale viene introdotta, come nuova testata, "Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria". A fianco di questo doloroso sacrificio della tradizione che apre il nostro periodico a tutti i settori della Geografia Fisica ed anche alla Geologia del Quaternario, si devono riconoscere i vantaggi che esso comporta, di una migliore veste tipografica e di una più vasta diffusione. Alla presidenza si succedono rapidamente, anche per effetto del nuovo Statuto che non premette se non una rielezione, A. Desio, che sa coinvolgere nel finanziamento Enti locali anche non piemontesi R. Malaroda, G.B. Castiglioni, S. Belloni ed A. Biancotti. Aumenta notevolmente il numero dei collaboratori; si infittisce il numero dei Convegni Glaciologici Italiani e la rivista rende presente il C.G.I. in campo nazionale ed internazionale in occasione di importanti congressi o convegni tematici.

IL CONTRIBUTO ITALIANO ALL'ATTIVITA' DEGLI ORGANISMI INTERNAZIONALI PER LO STUDIO DELLE FLUTTUAZIONI GLACIALI 1894-1995

G. ZANON

DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA "G. MORANDINI" - UNIVERSITÀ DI PADOVA

Da un secolo il nostro Paese partecipa fattivamente alle iniziative promosse dagli organismi internazionali per il controllo delle variazioni dei ghiacciai del mondo.

Nel 1894, al VI Congresso Internazionale di Geologia, a Zurigo, su proposta di F.A. Forel e di altri, viene decisa la fondazione della Commission Internationale des Glaciers, avente principalmente lo scopo di promuovere le osservazioni e la raccolta di dati sul comportamento dei ghiacciai nelle varie regioni del globo, con il loro inserimento in appositi Rapporti annuali, pubblicati sino al 1905 negli *Archives des Sciences physiques et naturelles*, di Ginevra, e, successivamente, sino al 1913, in *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*.

Dopo la prima Guerra Mondiale, gli studi sui ghiacciai esistenti si spostano progressivamente dal campo della Geologia a quello della Geofisica, e, in particolare, a quello dell'idrologia, il cui interesse è rivolto alle ricerche sul ghiaccio nella sua accezione più ampia, con largo spazio per le tematiche riguardanti la neve. Nell'ambito dell'International Association for Scientific Hydrology (IASH) dell' International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), viene pertanto istituita una Commissione speciale per la neve e il ghiaccio che, nel 1948, si unisce alla Commission Internationale des Glaciers, portando alla creazione dell'International Commission on Snow and Ice. Nel 1960 viene dato vita al Permanent Service on Fluctuations of Glaciers (PSFG) IASH-UNESCO, seguito nel 1986, dal World Glacier Monitoring Service (WGMS), con sede a Zurigo. Con l'istituzione di tali organismi *ad hoc* vengono identificate le masse di neve e di ghiaccio a carattere permanente attraverso il World Glacier Inventory e potenziato il controllo delle loro variazioni su scala globale.

Gli anni dell'attività dell'antica Commission Internationale des Glaciers, uno dei cui componenti, nel 1894, era Torquato Taramelli, professore di Geologia a Pavia, coincidono con l'inizio di misure precise sulle oscillazioni dei ghiacciai italiani, per merito della Commissione glaciologica del CAI, della Società Alpina Friulana, e della Società Geografica Italiana. Negli anni

dal 1894 al 1913 vengono pubblicati 19 Rapporti internazionali; i dati per le Alpi italiane vengono forniti da Giovanni Marinelli, da Olinto Marinelli, e da Carlo Porro. Per il XX Rapporto, edito da P.L. Mercanton, che abbraccia il periodo 1913-1928, gli elementi per i ghiacciai italiani provengono dal neocostituito Comitato Glaciologico Italiano, sotto la presidenza del Somigliana, il cui fondamentale contributo alla conoscenza del movimento dei ghiacciai si andrà sviluppando in quegli anni. I decenni successivi vedono l'impegno prima del Monterin (1928-1946), poi del Vanni (1947-1959); con l'entrata in funzione del PSFG e l'inizio della stampa degli attuali volumi di statistiche internazionali *Fluctuations of Glaciers*, i dati per i ghiacciai italiani vengono allestiti ancora dal Vanni (1959-1965), da C. Lesca (1965-1970) e, con l'istituzione del WGMS., da G. Zanon (1970-1990).

Base essenziale per le conoscenze sul patrimonio costituito dai ghiacciai italiani e per una corretta valutazione delle sue modificazioni, debbono essere considerate due importanti iniziative di carattere nazionale, intraprese dal Comitato Glaciologico Italiano: il Catasto dei Ghiacciai Italiani, come contributo all'Anno Geofisico Internazionale 1957-58, e la recente partecipazione al World Glacier Inventory IASH-UNESCO.

LA GLACIOLOGIA ITALIANA EXTRAEUROPEA

C. SMIRAGLIA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI TORINO

Vengono indicate le principali linee di tendenza della glaciologia italiana extraeuropea (esclusa l'Antartide) e le principali aree geografiche dove glaciologi italiani hanno operato a partire dall'inizio del nostro secolo. E' infatti all'inizio del Novecento che prendono l'avvio le prime osservazioni glaciologiche, solitamente inserite in massicce spedizioni esplorative, alpinistiche e scientifiche. Sono soprattutto tre i nomi che spiccano in questa fase, quelli di Luigi Amedeo di Savoia Duca degli Abruzzi, di Giotto Dainelli e di Ardito Desio (va sottolineato che l'intensa e proficua attività di quest'ultimo si prolunga anche nella seconda metà del secolo). Le aree preferite sono quelle delle grandi montagne asiatiche, in particolare la catena del Karakorum., dove le osservazioni glaciologiche costituiscono solo una parte di complesse attività di esplorazione, di ascensioni alpinistiche e di ricerche scientifiche. Emblematica a questo proposito è la spedizione al K2 del 1954 guidata da Ardito Desio, che oltre alla scalata della seconda cima della Terra, compì accurati rilievi sui ghiacciai della regione, in particolare sul Baltoro, determinando fra l'altro spessore e velocità della gigantesca colata. A confronto delle regioni asiatiche le ricerche glaciologiche nelle altre regioni montuose della Terra sono numericamente molto limitate. Un' eccezione può essere rappresentata dall'attività di Padre A.M. De Agostini nell' America Meridionale, in particolar modo in Patagonia. Nella seconda metà del nostro secolo continuano i rilievi condotti nell'ambito di spedizioni alpinistiche, sia nelle regioni più tradizionali (Karakorum in particolare e Himalaia), sia su aree meno frequentate dagli studiosi italiani, come le montagne dell' Africa o quelle della Cina. Negli ultimi decenni, con la ripresa dell'interesse per lo studio dei ghiacciai come indicatori climatici e come archivi dell'atmosfera, glaciologi italiani partecipano a progetti di ricerca anche internazionali o a spedizioni esclusivamente scientifiche. Va in particolare ricordato il Progetto GRIP che nel centro della calotta groenlandese realizza alla fine degli Anni ottanta una perforazione di quasi 3000 m che raggiunge il fondo roccioso; al progetto partecipano anche studiosi italiani che si occupano soprattutto del particolato atmosferico contenuto nella carota. Aspetti glaciochimici sono trattati anche nell' ambito del Programma Ev-K2-CNR (avviato sempre dal prof Desio), che ha come area principale di ricerca il Karakorum e l'Himalaya; nell'ambito di questo programma sono

raccolti e studiati campioni di nevato raccolti ad altissima quota sull'Everest. Emergono interessanti osservazioni anche sull'entità dell'accumulo invernale ed estivo, sulla direzione delle correnti aeree e sui contenuti di inquinanti. Sempre nell'ambito del Programma Ev-K2-CNR continuano le più tradizionali ricerche sui ghiacciai himalayani, particolarmente nel gruppo dell'Everest, con studi sull'ablazione differenziale, la morfologia epiglaciale e la dinamica dei "ghiacciai neri". Un campo recente di ricerca si apre a proposito della speleologia glaciale, che vede impegnati in Asia e nell'America Meridionale numerosi studiosi italiani.

101 YEARS OF INTERNATIONAL SNOW AND ICE RESEARCH

M. KUHN

INSTITUT FÜR METEOROLOGIE UND GEOPHYSIK UNIVERSITÄT DI INNSBRUK

This paper describes the development of international snow and ice research since the foundation of the Commission Internationale des Glaciers (CIG) in 1894 and focusses on the present structure of the International Commission on Snow and Ice and its role in world wide glaciological activities.

The Commission Internationale des Glaciers was followed in 1927 by Glaciological Commission of the International Association of Scientific Hydrology, and in 1936 by a new International Commission on Snow, the two were amalgamated into a single Commission on Glaciers and Snow in 1939 This was followed after the war by the present International Commission on Snow and Ice (ICSI).

ICSI is one of the commissions of IAHS which in turn belongs to the Union of Geodesy and Geophysics (IUGO). It is a non government organization that treats all aspects of snow and ice in regular symposia and workshops and gives guidance to glaciological research worldwide. It supports the World Glacier Monitoring Service and closely cooperates with the Water Division of UNESCO and with the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR).

LE RICERCHE GLACIOLOGICHE ITALIANE IN ANTARTIDE

G. OROMBELLI

DIPARTIMENTO SCIENZE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO DELL'UNIVERSITÀ
DI MILANO & PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCA IN ANTARTIDE

L'esplorazione e le ricerche italiane sui ghiacciai al di fuori dei confini nazionali si sono rivolte, nel passato, alle catene montuose extralpine ed alle terre artiche. Le ricerche nel continente antartico che pur racchiude il 90% dei ghiacci terrestri, per la sua grande distanza e per la necessità di mezzi economici e logistici di non facile reperimento, sono state del tutto sporadiche ed occasionali. Dai 1985, con l'attuazione del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), i ricercatori italiani hanno avuto la possibilità di affrontare direttamente e con mezzi adeguati i grandi temi della glaciologia polare, settore impostosi con importanza dominante nel panorama delle ricerche glaciologiche internazionali.

La base permanente italiana di Baia Terra Nova, sulla costa del Mare di Ross, è situata ai piedi della grande calotta orientale dell'Antartide, nel settore pacifico, ed al margine meridionale del complesso di ghiacciai di montagna della Terra Vittoria settentrionale. Essa offre opportunità di studio in tutti i settori della glaciologia polare, con alcune peculiarità legate alla configurazione topografica ed alle condizioni meteorologiche regionali.

Dall'inizio delle attività alla stagione 1994/95 sono state compiute 10 campagne di studio in Antartide le ricerche glaciologiche hanno visto impegnati una trentina di ricercatori, provenienti da diversi settori disciplinari operanti nell'ambito di programmi internazionali, focalizzati sui principali e più attuali problemi scientifici. Tra questi prioritario è quello relativo al bilancio di massa dei ghiacci antartici, nei suoi riflessi sulle variazioni del livello degli oceani e nelle sue relazioni con i parametri climatici e ambientali.

Il contributo italiano ha riguardato la valutazione dell'accumulo netto in un vasto settore del tutto privo di dati sperimentali, la valutazione del flusso glaciale alle "grounding lines" dei principali ghiacciai vallivi e di sbocco, campagne di misure su reticolati di paline per la misura diretta dei parametri di bilancio su corpi glaciali di limitata estensione e soggetti a prevalente influenza eolica.

Per queste valutazioni sono state necessarie perforazioni superficiali in neve e nevato con identificazione della stratigrafia annua, misure di velocità superficiale sia mediante confronto di immagini da satellite, sia mediante misure topografiche e geodetiche, campagne di sondaggi geofisici per la

valutazione dello spessore dei corpi glaciali. Il monitoraggio della estensione e delle caratteristiche delle piattaforme e delle lingue di ghiaccio galleggianti, mediante confronto delle immagini da satellite, su un consistente tratto delle coste antartiche ha rivelato diverse tendenze evolutive nei vari settori ed eventi singoli di rilascio di grandi iceberg. Lo studio multi disciplinare delle piattaforme galleggianti, strutture ritenute critiche per la stabilità dei ghiacciai antartici, si è particolarmente concentrato sulla piattaforma di Hells Gate, condizionata, insieme alla antistante e connessa polynya, dal flusso dei venti catabatici. In questa piattaforma, caratterizzata da ablazione superficiale per sublimazione e congelamento basale, sono stati eseguiti sondaggi geofisici con diverse metodologie per la definizione dei suoi caratteri geometrici e della sua struttura interna e numerose perforazioni per lo studio cristallografico e chimico/geochimico isotopico del ghiaccio. Perforazioni superficiali in neve e nevato sono state eseguite in numerose località caratterizzate da accumulo indisturbato dal vento, scaglionate dalla costa fino ad una quota di oltre 3000 m., per la valutazione delle variazioni stagionali del corredo chimico, della sua variabilità areale e temporale, nonché per la valutazione della temperatura isotopica e dell'accumulo annuo negli ultimi decenni.

Mediante indagini di geomorfologia glaciale è stata ricostruita la storia delle variazioni glaciali nel Pleistocene terminale e nell'Olocene. Indagini geomorfologiche e geofisiche sono state condotte sulle forme periglaciali. Mediante rilevamenti a terra e fotointerpretazione sono state prodotte carte geomorfologiche e glaciologiche dell'area prossima alla base e di un'ampia porzione della Terra Vittoria settentrionale. Particolare successo hanno avuto le ricerche di meteoriti nella "trappola glaciologica" delle Fronfler Mountains: il loro ritrovamento ed il loro studio può contribuire alla comprensione della dinamica e della evoluzione della calotta antartica.

Le ricerche glaciologiche italiane nella Terra Vittoria, realizzate nell'ultimo decennio, hanno portato un significativo contributo alle conoscenze di un settore antartico tra i meno studiati, evidenziando una maggiore variabilità, nello spazio e nel tempo, del comportamento delle masse glaciali, rispetto a quanto generalmente supposto sulla base di estrapolazioni e generalizzazioni di conoscenze geograficamente limitate. Infine, la ricerca glaciologica in Antartide ha avuto, anche grazie all'inserimento in grandi programmi internazionali, un ruolo importante nella ripresa e approfondimento delle ricerche italiane sul territorio nazionale richiamando nuove forze in questo settore di ricerca, mostrando la necessità di ampliare le competenze scientifiche coinvolte, portando un arricchimento culturale derivante da nuove esigenze e nuove necessità di approfondimento teorico.

MORFOLOGIA GLACIALE

G.B. CASTIGLIONI

DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA "G. MORANDINI" - UNIVERSITÀ DI PADOVA

Nei campi della morfologia glaciale in senso stretto e della morfologia periglaciale, una rassegna degli studi compiuti nell'arco di un secolo, con particolare riferimento al contributo degli studiosi italiani, sia nel territorio italiano, sia in territori europei e di altri continenti, non potrà che limitarsi a brevi cenni.

Si cerca di enunciare invece, sinteticamente, i temi che appaiono di maggiore interesse, con un tentativo di confronto tra le idee dominanti (ma anche contrapposte tra loro) nel passato e le idee che si sono sviluppate più recentemente, e le questioni più dibattute ai nostri giorni. Si intrecciano infatti questioni e controversie scientifiche protratte sì per molti decenni, in parte risolte, in parte riemergenti, questioni nuove, e questioni apparentemente dimenticate.

La questione delle glaciazioni del Quaternario negli ambiti alpino ed appenninico, che può essere vista come un aspetto della cronostratigrafia dei sedimenti pleistocenici continentali. Si tratta di una tipica questione combinata di studi di geologia del Quaternario e di geomorfologia glaciale, in cui la preziosa rinnovata attenzione ai casi locali va conciliata con il quadro risultante da studi di ampia regione e globale.

- collegata con la prima. la questione della ultima grande deglaciazione e delle variazioni glaciali via via più vicine nel tempo, fino al confronto con le variazioni storiche dei ghiacciai: in tale questione, l'aspetto geomorfologico assume sempre maggiore evidenza mano a mano che si prendono in considerazione resti morenici sempre più recenti, che hanno avuto maggiore probabilità di conservare la loro forma esterna.

- La questione dei movimenti glacioisostatici di solito poco considerata dagli autori nell'ambito delle Alpi.

- La controversia sull'erosione glaciale nelle valli, e l'approccio che fu scelto dai vari studiosi per dibattere il problema. Emerge, naturalmente, la differenza delle opinioni tra scuole tendenzialmente "glacialiste" e scuole tendenzialmente "antiglacialiste". Per questi aspetti, ci si limita a mostrare esempi di situazioni proprie delle Alpi.

- La questione della stabilità/instabilità dei versanti delle valli già glacializzate, laddove può essere evidenziata, di volta in volta, la parte avuta dall'erosione glaciale nel rendere ripidi i versanti stessi, ma anche l'importanza

dei fattori strutturali "passivi", o dei processi "attivi" legati alla geodinamica endogena (sismotettonica, neotettonica), o ancora l'intervento prevalente dei processi gravitativi (in generale), o (in particolare); l'importanza delle "deformazioni gravitative profonde di versante" spesso collegabili con gli effetti, immediati o dilazionati nel tempo, della decompressione conseguente alla deglaciazione.

- La questione più specifica delle forme dell'alta montagna, in cui ha certamente un ruolo il modellamento o il rimodellamento da parte dei processi periglaciali, ma non sempre con una chiara relazione rispetto al contributo del modellamento glaciale in senso stretto.

- Il ruolo del permafrost nell'ambiente della montagna alpina, sempre meglio conosciuto.

I GHIACCIAI ITALIANI ED IL LORO POTENZIALE IDROELETTRICO

G.C. Rossi

ENEL S.p.A. - CRIS UNITÀ IDRO-GEOLOGIA IMPIANTISTICA - VENEZIA MESTRE

L'incidenza della produzione energetica da fonte idroelettrica si è ridotta dal 62.6% della produzione totale lorda dell'ENEL del 1963 (45.7 TWh), anno della nazionalizzazione dell'industria elettrica, al 18% della produzione totale lorda dell'ENEL S.p.A. del 1993 (177.5 TWh). Purtroppo il ruolo di questa quota resta fondamentale nel garantire il soddisfacimento della domanda di potenza nelle ore di punta.

Sempre nel 1993, la produzione idroelettrica è stata assicurata per il 24.3% dalla riserva costituita dagli invasi dei serbatoi a regolazione stagionale, a fronte di una riserva energetica totale di 7.8 TWh con un fattore di invaso medio del 53.1%.

Dell'intero parco di serbatoi a regolazione stagionale, quelli che sottendono bacini a regime nivale o nivoglaciale, la cui superficie viene valutata in 3786 km², costituiscono circa l'82% dell'intera riserva energetica idraulica. All'interno di questi bacini, la superficie glacializzata presenta un'estensione di circa 150 km², pari a circa il 4.0 % della superficie complessiva.

L'esercizio ottimale della risorsa idrica dei bacini a regolazione stagionale richiede previsioni accurate dell'evoluzione stagionale (se possibile anche interannuale) della riserva idrica. Notevoli sono stati gli impegni scientifici ed ingegneristici che enti universitari e di ricerca e le imprese elettriche hanno profuso nell'approfondimento della conoscenza delle risorse idriche di questi bacini, dato il particolare interesse che in questo ambito riveste la conoscenza della potenzialità degli apparati glaciali presenti nel mitigare gli eventuali caratteri estremi del corso idrologico.

Al fine di quantificare in dettaglio il potenziale idrico ed idroelettrico complessivo dell'insieme dei ghiacciai italiani e le sue variazioni nel recente passato, è stato condotto un confronto tra l'estensione delle superfici rilevate al Catasto dei Ghiacciai Italiani del 1957 e quelle al Catasto del 1975 per le unità glaciali ricadenti in bacini sottesi da impianti idroelettrici.

Vengono inoltre passati in rassegna i risultati delle osservazioni glaciologiche, prospezioni geofisiche ed i rilievi fotogrammetrici condotti sui principali ghiacciai i cui bacini sono sfruttati a scopo idroelettrico, quali Marmolada, Careser, La Mare, Hosand, Adamello-Mandrone, Lys ed Indren.

Allo scopo di valutare gli effetti dell'azione modulatrice del contributo glaciale sull'idrologia di alcuni di questi bacini, viene inoltre analizzato l'andamento dei deflussi misurati in alcune sezioni idrometriche di chiusura di questi apparati glaciali.

I GHIACCIAI ALPINI COME INDICATORI CLIMATICI

S. BELLONI* & M. PELFINI**

*DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI MILANO

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO - UNIVERSITÀ DI MILANO

L'esistenza di un ghiacciaio è legata necessariamente alle condizioni termiche, responsabili del carattere delle precipitazioni (liquide o solide) e della permanenza della neve al suolo. Le condizioni favorevoli all'avanzata di un ghiacciaio sono date da forte accumulo, dovuto all'aumento delle precipitazioni nevose nei mesi freddi dell'anno ed alla presenza di basse temperature durante i mesi estivi. Condizioni favorevoli al ritiro sono invece costituite da scarse precipitazioni invernali e da elevate temperature estive. Tra queste due condizioni estreme, esistono tutte le possibili condizioni intermedie che determinano via via le risposte glaciali. L'altitudine della linea di equilibrio si abbassa o si innalza in funzione dell'aumento delle variazioni del bilancio di massa. Se questo è positivo la linea di equilibrio si abbassa, viceversa si innalza quando l'ablazione supera l'accumulo. Il rapporto tra area di accumulo ed area di ablazione (AAR), per i ghiacciai alpini è pari a circa 0.66 ± 0.05 se il ghiacciaio è in condizione di equilibrio. Variazioni del bilancio di massa e della linea di equilibrio si traducono nel tempo in variazioni della posizione della fronte. I movimenti alla fronte possono tuttavia non avvenire in accordo con le variazioni del bilancio di massa; la fronte infatti è posta generalmente a quote più basse, in condizioni climatiche diverse, ed è soggetta alla pressione di carico dovuta alla massa glaciale soprastante.

I ghiacciai si configurano dunque come registratori delle variazioni climatiche con l'interazione di altri fattori. L'Olocene ha visto il succedersi di numerose oscillazioni climatiche alle quali i ghiacciai hanno risposto lasciando una documentazione articolata data essenzialmente dalle morene deposte. La geometria delle morene consente di ricostruire la topografia del ghiacciaio. Dalla loro datazione attraverso la lichenometria, la dendrocronologia, i suoli sepolti, la documentazione storica, ecc. è possibile ricostruire la storia del ghiacciaio. Una volta note la topografia e la data delle fasi di avanzata è possibile ricostruire la posizione della linea di equilibrio in tempi successivi e tradurre quest'ultima in variazione di temperatura per l'intervallo di tempo considerato. Nel settore lombardo del Gruppo Ortles-Cevedale ad esempio dalla Piccola Glaciazione ad oggi la linea di equilibrio è risalita di circa 100 m corrispondente ad un aumento della temperatura media annua di circa 0.5°C .

Questo tipo di ricostruzione non tiene conto dell'influenza delle precipitazioni che tuttavia per i ghiacciai studiati sembra influenzare in misura minore il bilancio di massa.

Il bilancio di massa viene calcolato annualmente attraverso misurazioni dirette realizzate sui ghiacciai: Careser, Sforzellina, Forni, Ventina, Marmolada, Lys. Anche l'altitudine della linea di equilibrio può essere calcolata direttamente sul terreno.

Dalla fine del secolo scorso per molti ghiacciai sono disponibili i dati di variazione frontali. Il movimento alla fronte si manifesta con una prima risposta immediata alla variazione climatica ma anche con una risposta, decisamente più significativa, ritardata di alcuni anni. Il tempo di risposta di un ghiacciaio può essere valutato rispetto alle variazioni termiche della stagione di ablazione e rispetto alle variazioni pluviometriche della stagione di accumulo. Studi recenti hanno mostrato ritardi dell'ordine della decina di anni o inferiore.

Purtroppo in Italia mancano stazioni meteorologiche in quota, che fornirebbero i dati migliori; le stazioni di fondovalle spesso non possiedono serie continue di dati e pertanto le risposte più significative si ottengono utilizzando stazioni spesso lontane dai ghiacciai. Una possibile soluzione al problema viene dall'utilizzo di serie di dati "biologici" quali le serie dendrocronologiche.

Gli anelli di accrescimento arboreo hanno uno spessore che è funzione anche delle condizioni climatiche al contorno. Inoltre la risposta della vegetazione arborea è pressoché immediata. Pertanto attraverso la correlazione dei dati di variazione frontale con curve dendrocronologiche costruite per la medesima zona, è possibile valutare il tempo di risposta dei ghiacciai vicini anche in assenza di dati strumentali. Per il Ghiacciaio del Lys il tempo di risposta calcolato con il metodo dendrogeomorfologico è risultato pari a circa 5 anni.

I GHIACCIAI COME FATTORI DI RICCHEZZA ECONOMICA

A.V. CERUTTI

REGIONE VALLE D'AOSTA - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO

Nella Regione Alpina molte attività economiche sono strettamente legate all'azione modellatrice esercitata dai ghiacciai pleistocenici o alla presenza dei ghiacciai attuali.

Le larghe valli ad U, le ampie selle di trasfluenza aperte nelle creste spartiacque, sono frutto della potente erosione esercitata dai ghiacciai che nel pleistocene riempivano i solchi vallivi e trasfluivano, con larghe lingue, fra i versanti opposti delle creste sommitali.

Sono queste valli e questi valichi che facilitano i transiti transalpini e gli insediamenti, con tutte le conseguenze che ne derivano circa la vita e l'attività delle popolazioni stanziate.

I ghiacciai attuali sono i grandi serbatoi d'acqua dolce da cui traggono vita i torrenti alpini. Il loro regime, caratterizzato da ricche portate nei mesi caldi, è la diretta conseguenza della fusione dei ghiacciai. Fin dalla più alta antichità l'uomo imparò a utilizzare queste acque per irrigare le terre coltivabili, particolarmente siccitose in estate per la forte evaporazione delle acque circolanti nel terreno. L'agricoltura, e particolarmente la produzione foraggera, sono nelle Alpi, un dono dei ghiacciai.

Così è anche per l'industria che ha come principale fattore l'energia idroelettrica prodotta dalle acque di fusione dei ghiacciai.

La rarità del fenomeno glaciale nel continente europeo ha fatto sì che questo diventasse la più grande attrattiva del turismo montano. Fin dal secolo XVIII, i villaggi posti presso le grandi montagne glacializzate, si trasformarono in civettuoli centri turistici: Chamonix, Zermatt, Grindenwal St.Moritz, Courmayeur, Valtournenche, Ayas, Gressoney, Cogne ecc. Oggi lo sviluppo degli sport della neve, in molti casi, altro non ha fatto che arricchire della stagione turistica invernale tali antichi centri sorti per l'attrattiva del paesaggio glacializzato. In alcune zone è stato possibile addirittura attrezzare i ghiacciai a campi di sci estivo: in questo caso essi sono divenuti una attrattiva turistica di primaria importanza.

I ghiacciai della Alpi dunque, non solo costituiscono, come scriveva nel 1887 il Forei, *des grosses et belles questions* - ma anche una importante risorsa economica per le attività dei transiti, dell'agricoltura, dell'industria e del turismo.

**CENTO ANNI DI GLACIOLOGIA IN ITALIA
RIASSUNTI DELLE COMUNICAZIONI**

NUOVE FORME DI EROSIONE GLACIALE NELL'ALTO APPENNINO TOSCO-EMILIANO

E. AMADESI*

con la collaborazione di G. VIANELLO**

*DIPARTIMENTO DI DISCIPLINE GEOGRAFICHE E GEOLOGICO-AMBIENTALI, UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**ISTITUTO DI CHIMICA AGRARIA, UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

L'analisi di fotografie aeree di un volo I.G.M.I. relativo al crinale appenninico a cavallo fra le province di Bologna, Pistoia e Prato, ha permesso di individuare una serie di aree pianeggianti o subpianeggianti, di modesta estensione, tipicamente allungate verso Nord e NNE, tutte ubicate ad un'altitudine oscillante intorno ai 1100 m s.l.m.

La grande ricchezza di frammenti rocciosi non selezionati, di natura arenacea dal momento che tutta l'area in oggetto è costituita dalla Formazione di M. Cervarola, con una buona percentuale di forme arrotondate (veri e propri ciottoli), il considerevole spessore di suolo, di frequente superiore al metro, dal colore tipicamente bruno-rossastro, hanno orientato l'interpretazione nel senso di considerare queste aree o "pianori di vetta" delle forme di erosione glaciale con residui di materiali morenici di fondo o "till". Il rilevamento pedologico effettuato ha inoltre permesso di individuare suoli completamente decarbonatati, caratterizzati da alterazione biochimica con forte acidificazione, tali da poter essere definiti come "Typic Dystrochrepts" secondo la classificazione U.S.D.A.

I suoli rilevati confermano pertanto la loro origine su depositi di tipo glaciale più o meno stabilizzati e rimodellati dalle acque dilavanti e derivati da rocce arenacee; il drenaggio climatico, che è nettamente percolativo, con una piovosità che per quasi tutto il corso dell'anno eccede l'evapotraspirazione potenziale, e le basse temperature hanno comportato una lenta decomposizione dei materiali organici nel suolo tali da esercitare una forte azione acidificante.

**OTTO ANNI DI BILANCIO DI MASSA NEGATIVO
AL GHIACCIAIO DELLA SFORZELLINA
(ALPI LOMBARDE). IPOTESI DI ESTINZIONE**

M. BARSANTI*, G. CASARTELLI, M. GUGLIEMIN***,
M. PELFINI^ & C. SMIRAGLIA^^**

*A.E.M. - MILANO, **C.A.I. - MILANO, ***REGIONE LOMBARDIA,
^DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO - UNIVERSITÀ DI MILANO
^^DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI MILANO

Il Ghiacciaio della Sforzellina è un piccolo apparato di circo (0,41 Km²) situato nel Gruppo del Cedevole (Alta Valtellina, Alpi Lombarde). Da un decennio vi sono in atto in collaborazione con l' Azienda Energetica Municipale di Milano ricerche volte soprattutto a quantificare le riserve idriche rappresentate dal ghiacciaio e la loro vocazione. Dall'anno idrologico 1986-87 si realizzano con le tradizionali metodologie glaciologiche bilanci di massa; con i dati del 1993-94 si dispone quindi di una serie di bilanci di otto anni., che sono risultati costantemente negativi. La perdita complessiva è di poco inferiore ai 3 milioni di mc di equivalente in acqua con una perdita media annua di 345.000 mc di water equivalent , corrispondenti rispettivamente a una lama d'acqua totale di 6600 mm e a una media annua di 825 mm. I valori del bilancio netto variano fra un massimo di - 508110 mc nel 1990-91 e un minimo di 119950 nel 1992-93. Notevoli sono le modificazioni morfologiche dell'apparato in questo arco di tempo. In particolare il limite frontale si è allontanato nei settori laterali di 10-15 m dalla morena deposta durante l'espansione 1965-1985; si è inoltre ampliata la copertura detritica del settore inferiore del ghiacciaio, che per ablazione differenziale ha assunto una morfologia rilevata rispetto al resto dell'apparato. Per valutare la quantità di ghiaccio residuo e la corrispondente riserva idrica si è effettuata una serie di quattro sondaggi elettrici verticali da quota 2920 nel settore centro-orientale del ghiacciaio fino al settore inferiore coperto da morena superficiale a quota 2830. Gli spessori massimi di ghiaccio si aggirano attorno ai 40 m nella parte centrale del ghiacciaio. Una valutazione complessiva della riserva idrica attuale della Sforzellina può essere fatta in 10 milioni di mc di water equivalent ; tenendo conto delle perdite medie avvenute negli scorsi otto anni e ipotizzando che l'andamento climatico non subisca sostanziali variazioni in tempi brevi, l'estinzione del ghiacciaio dovrebbe avvenire nell'arco di un trentennio. Bisogna tuttavia ricordare che nel sistema clima-ghiacciaio intervengono fattori di autoregolazione, come l'incremento dello spessore del morenico nel settore inferiore, che tende a rallentare l'ablazione.

GLI SVILUPPI DELLA RICERCA GLACIOLOGICA IN TRENTINO NEL PERIODO 1990-1995

F. BUFFA*, R. BOMBARDA** & I. BONOMI**

*PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - UFFICIO IDROGRAFICO,

**COMITATO GLACIOLOGICO TRENTINO CAI-SAT

In materia idrografica, e quindi anche di controllo sui ghiacciai, la Provincia Autonoma di Trento dispone di autonomia legislativa ed operativa cosiddetta "primaria". E' pertanto di interesse preminente per l'Ente pubblico conoscere l'esatta localizzazione e quantificazione dei fenomeni, oltreché le variazioni che intervengono sulle masse e conseguentemente sulle superfici dei ghiacciai situati entro il territorio provinciale.

La costituzione del Comitato Glaciologico Trentino da parte della SAT ha contribuito negli ultimi anni ad incrementare l'interesse dell'Ente pubblico provinciale, sia direttamente, che tramite enti ad esso funzionali quali i Parchi Naturali Adamello-Brenta e Paneveggio-Pale di San Martino, completando l'opera annualmente svolta da parecchi decenni dagli operatori del CGI.

La collaborazione tra Provincia-Ufficio Idrografico, Enti funzionali e SAT, con la supervisione scientifica del Museo Tridentino di Scienze Naturali di Trento (a fianco dell'attività istituzionale del CGI) ha portato nel periodo 1990-1995 al censimento ed al controllo di quasi tutti i ghiacciai provinciali. Il lavoro oggi svolto dalla SAT si affianca e completa dunque l'ormai trentennale opera di ricerca glaciologica svolta dal professor Giorgio Zanon su alcuni ghiacciai dell'Ortles-Cevedale (in particolare Vedretta Careser e, ultimamente, Vedretta della Mare) e di altri ricercatori dell'Università di Padova sulla Vedretta Marmolada. Un lavoro, inoltre, che prosegue la pluridecennale attività di altri operatori del CGI e del CAI quali i proff. Virgilio Marchetti (recentemente scomparso) e Bruno Parisi.

Tra le attività di ricerca e divulgazione realizzate in Trentino nell'ultimo quinquennio si segnala il "Centro Studi Adamello - Julius Payer": si tratta del primo museo-centro di documentazione sui ghiacciai europeo realizzato in quota, a 2430 m s.l.m. E' sorto ristrutturando a fini didattici il vecchio rifugio Mandrone, costruito dall'Alpenverein di Lipsia nel 1878 nel Gruppo dell'Adamello. Il Centro ha avuto fin dagli inizi della sua attività un notevole riscontro di visitatori, che hanno avuto modo di conoscere le diverse attività di ricerca glaciologica ed i ghiacciai locali.

Il presente lavoro si propone di offrire un quadro completo ed esauriente

circa la situazione attuale della ricerca sui ghiacciai di ognuno dei diversi Gruppi montuosi: Ortles-Cevedale, Adamello-Presanella, Dolomiti di Brenta, Marmolada, Pale di San Martino.

Si presentano quindi gli elementi del software utilizzato dal Comitato Glaciologico Trentino SAT, compatibile ed integrabile con il Sistema Informativo Territoriale in uso da parte della Provincia Autonoma di Trento, che raccoglie ed elabora elementi statistici e descrittivi (schede annuali di rilevamento, variazioni delle misure di ogni singola stazione di misura, note, eccetera), elementi cartografici ed iconografici, riferiti sia alle annuali riprese da stazioni fisse, sia fotografie e disegni di periodi antecedenti.

I RILEVAMENTI AUTOGRAFI DI FEDERICO SACCO CATALOGO DELLE CARTE GLACIOLOGICHE

F. CAMPANINO*, G. MORTARA & G. PEYRONEL***

*MUSEO REGIONALE DI SCIENZE NATURALI, TORINO

**CNR - ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA NEL BACINO PADANO, TORINO

Il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino ha recentemente acquisito oltre 2000 carte autografe di Federico Sacco rilevate nell'arco di un sessantennio a partire dal 1885 circa su estese porzioni del territorio nazionale. Questo patrimonio, che testimonia la straordinaria attività e la vastità degli interessi del geologo piemontese, è oggetto da qualche tempo di una catalogazione ragionata che richiederà anni di lavoro. Tuttavia, allo scopo di consentire al più presto la consultazione di tale archivio, è stata prevista la pubblicazione graduale del Catalogo.

Il Convegno sul Centenario della Commissione Glaciologica Italiana è parsa la sede opportuna per la presentazione di un primo catalogo tematico, specificamente dedicato alle carte glaciologiche di SACCO che della Commissione stessa fu socio fondatore e membro attivissimo.

Accanto alle splendide carte dei grandi anfiteatri morenici perialpini, sono da segnalare i rilevamenti nei principali gruppi montuosi delle Alpi Occidentali non solo perché documentano un periodo pluridecennale (1890-1930) di elevata dinamicità degli apparati glaciali, ma anche perché contengono, in misura superiore ad ogni previsione, informazioni puntuali e di grande dettaglio che, essendo rimaste inedite, conferiscono a questi documenti un interesse non soltanto storico.

**AGGIORNAMENTO DELLA BIBLIOGRAFIA
ANALITICA DEI GHIACCIAI ITALIANI DELLE
PUBBLICAZIONI DEL C.G.I. DI M. PANTALEO**

A. CASAGRANDE*, F. DUTTO,
L. MERCALLI*** & G. MORTARA***

*CNR - ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA NEL BACINO PADANO, TORINO

**UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO PER IL BACINO DEL PO, SEZIONE DI TORINO

***SOCIETÀ METEOROLOGICA SUBALPINA, TORINO

La *Bibliografia analitica dei ghiacciai italiani nelle pubblicazioni del C.G.I.* di Michele PANTALEO, pubblicata nel 1973, costituisce un utilissimo ed agile strumento per il reperimento delle informazioni sui ghiacciai citati nei primi 45 volumi del Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano (1914-1973) e nella monografia di A. DESIO sull'Ortles-Cevedale. Il testo, comparso nel supplemento al n. 21 (Ils.) del Bollettino, contiene oltre 8400 voci relative a 877 ghiacciai ed è imperniato su criteri del tutto originali che, attraverso rimandi semplici e sintetici, evitano una ricerca di dati altrimenti onerosissima.

L'opportunità di aggiornare la *Bibliografia* di PANTALEO è stata dettata dalla constatazione dell'ulteriore mole di dati sui ghiacciai che è confluita negli altri 21 volumi del Bollettino del C.G.I. pubblicati dal 1973 ad oggi. Si pensi, ad esempio, che le sole relazioni delle annuali Campagne Glaciologiche, costituirebbero, se unitariamente raccolte, un volume di ben 1065 pagine.

Le 4000 citazioni bibliografiche riportate in questo *Aggiornamento* si riferiscono ad oltre 760 ghiacciai e sono state selezionate secondo i criteri, anche grafici, adottati da PANTALEO. Una particolare attenzione è stata dedicata alla toponomastica e alla segnalazione dei refusi che potrebbero ingenerare motivi di incertezza. Il testo bibliografico è corredato da una "Guida alla lettura", con traduzione inglese curata da A. MAZZA, e da un dischetto che consente la gestione informatica dei dati.

**APPLICAZIONE DELLE TECNICHE MORFOMETRICHE
AL PROBLEMA DELLA DISTINZIONE DEI DEPOSITI
GLACIALI E FLUVIOGLACIALI NELL'ALTA VALLE DI GRESSONEY**

G.C. CORTEMIGLIA*, M. MOTTA**

*DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA - CGI,

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA DELL'UNIVERSITÀ DI TORINO - CGI

In alta Valle di Gressoney (AO) il Ghiacciaio del Lys a partire dalla "Piccola Età Glaciale" ha lasciato nel suo lento arretramento depositi glaciali e fluvio-glaciali, l'età dei quali è facilmente determinabile, potendo basarsi su un'ampia documentazione cartografica e iconografica delle successive posizioni della fronte del ghiacciaio, mentre specialmente lungo l'asse vallivo è difficile distinguere con chiarezza i depositi glaciali e fluvio-glaciali. In tale ambito sono state applicate le tecniche morfometriche sui clasti, per la determinazione dei parametri ed indici di forma e di elaborazione, al fine di caratterizzare la dinamica del mezzo di trasporto. E' stata altresì svolta con il metodo del centile la determinazione delle dimensioni medie dei clasti nell'ambito delle morene laterali e frontali, verificandone le variazioni in relazione alla distribuzione altimetrica dei depositi.

**EFFETTI DEGLI EVENTI ALLUVIONALI
NELL'AMBIENTE PROGLACIALE: LA SOVRAINCISIONE
DELLA MORENA DEL GHIACCIAIO MULINET
(Alto bacino della Stura di Valgrande, Alpi Graie)**

F. DUTTO*, F. GODONE & G. MORTARA****

*UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO PER IL BACINO DEL PO, SEZIONE DI TORINO

** CNR - ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA NEL BACINO PADANO, TORINO

In anni recenti (1987, 1991, 1993) piogge di forte intensità concomitanti ad anormali rialzi termici ad alta quota, sono state responsabili dell'innescò di manifestazioni torrentizie parossistiche (debris flow) nelle immediate vicinanze delle fronti dei ghiacciai in diversi settori dell'arco alpino italiano. La nota mobilità dei debris flow, in questi casi è stata enfatizzata dall'elevata energia del rilievo, dal concorso dell'acqua di fusione di masse nevose e di ghiaccio e da una grande disponibilità di sedimenti sciolti. Aree antropizzate anche molto lontane dai luoghi d'innescò sono state raggiunte dalle colate detritiche con conseguenze talora assai gravi. Ad esempio, nel settembre 1993, una imponente colata detritica torrentizia, alimentata dall'enorme massa di depositi glaciali presa in carico dal T. Bramafam a seguito della eccezionale sovraincisione (alcune decine di metri) prodottasi nella morena frontale del Ghiacciaio Mulinet, si propagò per circa 4.5 km sino all'abitato di Forno Alpi Graie (TO) che fu in parte sommerso per spessori metrici. Il progressivo e pressoché ininterrotto ritiro dei ghiacciai in atto dalla seconda metà del sec. XIX ha liberato ampie superfici dove si è potuto impostare un reticolo idrografico che può prendere in carico, in situazioni meteo-climatiche come quelle sopra descritte, grandi masse di sedimenti glaciali incoerenti. Da ciò deriva un aumentato potenziale pericolo di debris flow da non sottovalutare, soprattutto nelle aree montane dove è maggiore lo sviluppo economico e la vocazione turistica.

L'EVOLUZIONE RECENTE DEI GHIACCIAI DELLE ALPI MARITTIME

P.R. FEDERICI, M. PAPPALARDO

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI PISA

Nel corso dell'ultimo secolo i Ghiacciai delle Alpi Marittime hanno subito un graduale ma sensibile ritiro, che ha condotto all'estinzione di alcuni di essi, mentre altri sembrano aver raggiunto una massa critica tale da preludere ad una fase di totale inattività.

La concomitanza di tre fortunate circostanze consente agli autori di poter utilizzare questa zona come area campione per lo studio dei processi di estinzione dei ghiacciai alpini: anzitutto la conoscenza della zona in esame maturata attraverso anni di frequentazione nell'ambito di un progetto di studio della morfologia glaciale della Valle Gesso, in secondo luogo la disponibilità di una serie storica abbastanza continua di dati relativi alle dimensioni degli apparati e alle oscillazioni delle loro fronti ed infine l'esistenza per la zona in questione di una serie di recenti studi climatologici specifici.

In questa sede si intende presentare la ricostruzione dell'evoluzione dei Ghiacciai delle Alpi Marittime nell'ultimo secolo ponendola in relazione con alcuni parametri climatici ed osservando la variazione dei tempi di risposta degli apparati in funzione del loro deficit di massa.

Particolare rilievo viene dato al trattamento dei dati storici i quali, essendo stati raccolti da operatori diversi e con vari metodi (anche perché i progressi tecnologici sono stati nel periodo in questione particolarmente rapidi), devono essere rivisti criticamente e resi oggettivi ed omogenei per poter essere analizzati.

RICOSTRUZIONE DELLE FLUTTUAZIONI DELLE FRONTI GLACIALI DURANTE IL XX SECOLO IN ANTARTIDE: EVIDENZE DI CAMBIAMENTI AMBIENTALI

M. FREZZOTTI

ENEA AMB-CLIM

I ghiacci dell'Antartide (30 milioni di km³) costituiscono il 90% circa della criosfera terrestre e pertanto rappresentano una componente di fondamentale importanza nell'equilibrio ambientale del nostro pianeta. Qualsiasi variazione nel bilancio di massa delle calotte polari infatti determina, tra l'altro, una variazione del livello del mare, con evidenti implicazioni socioeconomiche di portata mondiale. Basti pensare per esempio che se la calotta antartica si sciogliesse per intero, il livello del mare salirebbe di circa 73 m, sommergendo ampie zone costiere di tutti i continenti. A causa della scarsità e dell'incertezza dei dati relativi all'accumulo nevoso, al distacco di iceberg e ai fenomeni di fusione/congelamento all'interfaccia ghiaccio/oceano non è noto se il bilancio di massa delle calotte antartiche sia positivo o negativo. L'errore di valutazione è compreso fra -720 Gt/anno e +487 Gt/anno, pari ad un volume equivalente alla variazione del livello del mare di +2,0 mm/anno e -1,3 mm/anno. Lo stato di equilibrio dei ghiacciai galleggianti (bilancio di massa, estensione a mare) è influenzato da una varietà di processi glaciali e non glaciali che agiscono da un periodo di poche ore a molte decine di migliaia di anni. Il distacco di iceberg e la fusione all'interfaccia ghiaccio/oceano, se non è bilanciato dalla portata dei ghiacciai, riduce la dimensione dei ghiacciai galleggianti e la loro capacità di ritardare lo sbocco a mare del ghiaccio delle calotte. Al contrario il congelamento di acqua marina all'interfaccia ghiaccio/oceano aumenta l'area dei ghiacciai galleggianti in contatto con le pareti ed i fondali delle baie aumentando gli attriti e riducendo le velocità dei ghiacci continentali. La disintegrazione delle piattaforme di ghiaccio galleggianti della Penisola Antartica hanno messo in evidenza che questi corpi glaciali sono estremamente sensibili e vulnerabili alle variazioni climatiche globali.

In questo lavoro vengono sintetizzati i risultati delle ricerche svolte dal Programma Nazionale delle Ricerche in Antartide sull'evoluzione durante il XX secolo delle lingue e delle piattaforme di ghiaccio galleggianti della Terra Vittoria; inoltre vengono presentate le prime stime del bilancio di massa di questa parte dell'Antartide.

Lungo i 3600 km di costa della Terra Vittoria (compresa fra Ross Island 167° -77°30' S e Williamson Head 158°E-69°11'S) confluiscono i ghiacciai che vengono alimentati dalla Calotta Est Antartica e dalle Montagne Trans-Antartiche (circa 430.000 km²). Le piattaforme e le lingue di ghiaccio galleggianti coprono una superficie di circa 19.200 km² ed hanno una portata superficiale di circa 67 km²/anno. L'analisi delle variazioni delle fronti glaciali ha messo in evidenza che fra gli anni cinquanta e i primi anni settanta si è verificato una riduzione areale dei ghiacciai galleggianti di circa 955 km², mentre nel periodo compreso fra gli anni settanta e i primi anni novanta si è avuto un aumento di questi di circa 217 km². A questa situazione generale fanno eccezione, per le drastiche riduzioni areali dall'inizio del XX secolo, le peculiari piattaforme di ghiaccio di McMurdo e di Hells Gate e i ghiacciai galleggianti dell'area di Cape Adare. La riduzione delle piattaforme di ghiaccio di McMurdo e di Hells Gate è imputabile ad un incremento della fusione superficiale causata da una variazione nel bilancio radiativo superficiale e dall'aumento delle temperature massime estive. La riduzione dei ghiacciai galleggianti dell'area di Cape Adare è invece riconducibile ad un aumento della fusione basale dovuta ad una variazione nei fenomeni di interazione ghiaccio/oceano.

L'analisi dei parametri del bilancio di massa mette in evidenza un bilancio positivo di 29±22 Gt/anno in base ad una valutazione dell'accumulo nevoso (64±13 Gt/anno), del distacco in iceberg (14±3,5 Gt/anno), dei fenomeni di fusione basale all'interfaccia ghiaccio/oceano (18±9 Gt/anno) e dell'ablazione superficiale (1,8±0,5 Gt/anno).

I GHIACCIAI DELLA VALTOURNENCHE (AO) E LE LORO VARIAZIONI NEGLI ULTIMI DUE SECOLI

A. GIORCELLI

ISTITUTO SCIENZE GEOLOGICHE E MINERALOGICHE - UNIVERSITÀ DI SASSARI

Viene ricostruita la storia dell'evoluzione del glacialismo nella Valtournenche attraverso la disamina della documentazione cartografica, descrittiva, fotografica ed iconografica per giungere ad illustrare la situazione attuale partendo dall'ultimo massimo significativo verificatosi verso l'inizio del secolo scorso, con il supporto dello studio dei depositi morenici.

Di ciascun ghiacciaio o adunamento nevoso permanente esistente all'epoca vengono forniti la descrizione, i principali parametri topografici e la stima della superficie e della volumetria paragonandoli alla situazione del 1935, del 1975 e del 1994. Vengono così ripercorse le tappe della variazione delle riserve idriche confinate sotto forma di nevai semipermanenti, glacionevati e ghiacciai tentando di stabilire quale sia stata la loro riduzione in un arco di tempo relativamente breve, di circa due secoli.

Sono inoltre fornite notizie relative all'andamento dei principali parametri meteorologici di numerose stazioni sparse in un intervallo altimetrico di circa tremila metri, purtroppo disponibili soltanto per circa l'ultimo sessantennio.

Lo studio è accompagnato ed illustrato da carte, tabelle, diagrammi e fotografie.

**MASS BALANCE STUDIES AT WEIßBRUNNFERNER
(GHIACCIAIO DI FONTANA BIANCA) IN THE
ORTLES - CEVEDALE GROUP IN THE ITALIAN ALPS**

G. KASER*, M. MUNARI, B. NOGGLER*,
CH. OBERSCHMIED** & P. VALENTINI****

*INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE, INNRAIN 52, A - 6020 INNSBRUCK;

**UFFICIO IDROGRAFICO, PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Mass balance studies carried out on Weißbrunnferner/Ghiacciaio di Fontana Bianca (0,66 km²) in the Ortles - Cevedale Group of the Italian Alps ($\varphi = 46^{\circ}29'00''$ $\lambda = 10^{\circ}46'30''$) are presented. The mass balance was first calculated from a few stake measurements between 1983/84 and 1987/88. Since 1991/92 a network of 15 ablation stakes and several snow pits allows a detailed analysis for both the winter and the annual mass balance. The results from two different branches of Weißbrunnferner are compared and discussed with regard to the situation of two neighboring glaciers and climatological records of two stations. The mean specific mass balance for the entire glacier was -1091 mm we in 1991/92, -556 mm we in 1992/93 and -955 mm we in 1993/94. In all three balance-years the equilibrium line was higher than the glacier top.

LA RECENTE EVOLUZIONE DEI GHIACCIAI DELLE ALPI AURINE E PUSTERESI: ANALISI DELLE MISURE ALLE FRONTI E DELLE VARIAZIONI CLIMATICHE

U. MATTANA*, R. SERANDREI BARBERO** & S. ZECCHETTO**

*DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA "G. MORANDINI" - UNIVERSITÀ DI PADOVA,

**ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE DEL CNR - VENEZIA

Il controllo continuativo effettuato su alcuni ghiacciai delle Alpi Aurine e Pusteresi negli ultimi decenni, unitamente alla possibilità di confronti con precedenti periodi del nostro secolo, ha permesso di analizzare statisticamente i dati relativi alle oscillazioni frontali e di indicare le linee generali della recente evoluzione del glacialismo.

Le misure disponibili cadono all'interno di una generale fase di regresso di cui è stata quantificata la perdita complessiva di superficie glacializzata.

Le modalità e gli andamenti del regresso in corso vengono confrontati con gli andamenti delle variabili climatiche regionali.

Le variabili climatiche, temperatura estiva e precipitazioni invernali, misurate alla stazione di Predoi (m 1449) in Valle Aurina, sono state confrontate con la curva della variazione frontale dei ghiacciai in esame, evidenziandone il tempo di risposta e i comportamenti talora discordanti.

L'esame comparato dei singoli ghiacciai evidenzia la specificità evolutiva dei singoli apparati, i cui comportamenti, talora molto diversi anche per individui contigui, rendono possibili alcune considerazioni sui caratteri morfometrici che più influiscono sulle dimensioni e modalità degli spostamenti frontali.

STUDIO DEL RAPPORTO ACCUMULO / ABLAZIONE IN UN GHIACCIAIO ALPINO DI GRANDI DIMENSIONI: L'ESEMPIO DEL GHIACCIAIO DEL LYS (MONTE ROSA, VALLE DI GRESSONEY)

M. MOTTA

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA UNIVERSITÀ DI TORINO - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO

Premessa. Dal 1992 al 1994 il Ghiacciaio del Lys è stato oggetto di dettagliati studi, per ottenere un bilancio di massa. Prima di realizzare un DTM, si è deciso di confrontare l'accumulo nevoso residuo al termine del periodo di ablazione prevalente e l'ablazione superficiale annua: al rilevamento geomorfologico di dettaglio sono seguite misure sperimentali di accumulo e ablazione. Le dimensioni del ghiacciaio (11,8 km², il quarto in Italia) hanno imposto l'adozione di particolari metodi di studio, oggetto di questo lavoro.

I processi di accumulo. Mediante misure dell'apporto annuo di neve residua al termine del periodo di ablazione prevalente, controlli periodici dell'evoluzione del manto nevoso, individuazione dei processi di rimaneggiamento della neve e analisi della velocità di trasformazione della neve in ghiaccio nella zona di alimentazione, si è evidenziato che i dati nivometrici di Gressoney D'Ejola (1850 m s.l.m., a 3 km dal ghiacciaio) non rappresentano bene l'*innevamento* del ghiacciaio stesso. I venti occidentali rimaneggiano anche la neve deposta in condizioni di calma, con la migrazione di imponenti quantità di neve nello strato di saltazione, che è posta in sospensione in corrispondenza agli spartiacque orientati N - S; sottovento ad essi si formano cornici e accumuli sui pendii, che alimentano valanghe nubiformi. Sono così alimentati tutti i versanti orientati da E a SE del versante italiano del M. Rosa: parte della neve accumulata sul Lys proviene quindi dai ghiacciai più occidentali, e a sua volta il Lys costituisce una fonte di neve eolica per i ghiacciai posti più a E. Nella zona d'ablazione, al termine del periodo di accumulo prevalente, il metamorfismo costruttivo forma cristalli a calice predisponenti movimenti valanghivi. Le valanghe hanno accumulato nel 1993 ai bordi del Plateau del Lys 4 - 10 m di neve contro gli 1-1,2 m derivanti dalle precipitazioni dirette. La fusione della neve invernale si compie essenzialmente durante i periodi di vento caldo di caduta e quindi in gran parte nello stesso inverno: il manto nevoso che ricopre il ghiacciaio all'inizio del periodo di ablazione deriva principalmente dagli apporti primaverili, e ad alte quote nell'innevamento residuo al termine del periodo di ablazione prevalente hanno importanza anche gli apporti estivi. A causa dei processi descritti

risulta pressochè impossibile, correlare i dati nivometrici con l'effettivo apporto di neve al ghiacciaio. La zona di alimentazione è vasta e di difficile accesso, e non è praticamente possibile eseguire un numero di analisi stratigrafiche tale da avere valore statistico. Pertanto si è approssimato il ghiacciaio a un insieme di parcelle, rappresentate ciascuna da un'analisi stratigrafica, corredata di prove penetrometriche. È stata evidenziata la differenza fra l'accumulo calcolato con questo metodo e quello stimato moltiplicando la media degli spessori misurati sul terreno per l'area innevata. Inoltre tale differenza si accentua con il calcolo dell'equivalente in acqua: infatti la densità della neve varia da strato a strato irregolarmente e indipendentemente da spessore e profondità. A tutt'oggi però non si conosce la stratigrafia del bacino di alimentazione così bene da poter stimare l'estensione areale degli strati a diversa densità: pertanto è applicabile al bilancio di massa solo la densità media, misurata in 157 strati di neve appartenenti a 26 sezioni stratigrafiche rilevate nel 1993: 424 g/l. Da tale valore, solo largamente indicativo, si ottiene un equivalente in acqua di $2,5 \cdot 10^6$ t.

Processi di ablazione. Le misure ablatometriche sperimentali sono state eseguite su tutte le condizioni di copertura morenica ed esposizione, dal 25.5.1993 al 10.11.1994. Nella morena superficiale, ricca di limo, si è costantemente rilevata la presenza di una falda libera superficiale, che raggiunge temperature diurne di 4 - 5 °C, svolgendo così un'importante funzione di trasporto di calore dalla morena superficiale al ghiaccio: calcolando l'ablazione superficiale non si può separare irraggiamento e termocarsismo. Per valutare l'irraggiamento si sono cartografate le condizioni di assolazione e copertura morenica. Ad una CTR in scala 1:10.000 si è sovrapposto un reticolo, ai cui nodi sono attribuiti i valori di esposizione, pendenza e copertura morenica cartografati, ottenendo con ciò una *matrice di valori di correzione*. Essa rappresenta quanto, in più o in meno, agisce l'ablazione su ciascun nodo del reticolo, in conseguenza delle relative condizioni di assolazione e copertura morenica, rispetto all'ablazione che si avrebbe in un'area orizzontale di ghiaccio scoperto. Portando a coincidere i nodi del reticolo con i punti in cui sono state effettuate le misure sperimentali, si convertono i dati sperimentali a valori riferiti a copertura morenica nulla ed esposizione zenitale, la cui media rappresenta l'*ablazione media con esposizione zenitale e ghiaccio scoperto* A_m , relativa al periodo cui si riferiscono i dati sperimentali. Moltiplicando A_m per i coefficienti di correzione della matrice di punti, avremo per ciascun nodo del reticolo il valore di ablazione effettivo per il periodo considerato. Ripetendo l'operazione per i dati dell'intero anno, otterremo l'*ablazione annua superficiale* A_G , comprensiva della parte dovuta all'irraggiamento solare e della parte dovuta al termocarsismo superficiale (che risulta come la media dell'azione termocarsica sui siti misurati sperimentalmente). Si è appurato che esposizione e pendenza non provocano sensibili variazioni di ablazione da punto a punto, mentre è determinante lo spessore della

copertura morenica: considerandola come unico fattore d'influenza dell'ablazione, si compie un errore non superiore a quello compiuto cartografando la morena. La matrice di correzione utilizzata per il bilancio di massa del Lys nei calcoli finali si è perciò basata semplicemente sul coefficiente morenico CM , ottenuto considerando per ogni classe di spessore morenico impiegata nei calcoli la media dei rapporti fra misure sperimentali di ablazione su ghiaccio ricoperto da quello spessore e valore medio delle misure sperimentali di ablazione su ghiaccio scoperto. Il volume di ghiaccio perso annualmente per ablazione superficiale V_{as} è calcolabile mediante la formula $V_{as} = E(CM_a n_a SUP A_t t)$, in cui: CM_a = coefficiente morenico relativo alla classe di spessore morenico a ; n_a = numero di nodi relativi alla classe di spessore morenico a ; SUP = area pertinente a ciascun nodo del reticolo (2500 m^2); A_t = ablazione superficiale giornaliera media in condizioni di esposizione zenitale e ghiaccio scoperto; t = durata in giorni dell'ablazione.

Nel 1993, ad esempio, il V_{as} è stato di $4,4 \pm 0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, equivalente a $3,9 \pm 0,5 \cdot 10^6 \text{ t}$ (calcolo basato su dati sperimentali di densità del ghiaccio, detratta la morena interna). Questi dati sono utilizzabili in una prima stima del bilancio di massa; esistono tuttavia altri fattori d'ablazione: l'*ablazione conseguente allo scorrimento del ghiacciaio sul suo letto e al termocarsismo subglaciale*, che al momento non è quantificabile, e l'*ablazione frontale*, in cui all'irraggiamento si aggiungono processi quali erosione da scivolamento di blocchi morenici, crolli per scalzamento al piede ad opera delle acque subglaciali, ecc. In base ai dati del 1994, il ciglio della scarpata in sinistra orografica arretra nel periodo estivo con una velocità media di $4,6 \text{ cm/giorno}$. E' un valore confrontabile con quello di ablazione superficiale dello stesso periodo ($5,1 \text{ cm/giorno}$); tuttavia la scarpata si libera precocemente dalla copertura nevosa, subendo ablazione per un periodo di tempo molto superiore rispetto alla superficie del Plateau del Lys. L'ablazione della scarpata frontale ha comportato dal 14.6 al 30.9.1994 la perdita di circa 229.000 m^3 di ghiaccio. Durante il periodo di osservazione si è notato che i segnali posti sul ghiacciaio, non si sono apprezzabilmente spostati rispetto al segnale posto sulla sponda in roccia. Pertanto la zona frontale nell'estate del 1994 non era alimentata da monte. Si è calcolato che in assenza di alimentazione, e condizioni di assolazione confrontabili con quelle del 1994, la fronte arretra di un valore compreso fra 16 e 4 m/anno .

Conclusioni. Il bilancio di massa del Lys nel 1993 è sicuramente negativo; nel 1994 l'ablazione superficiale è stata decisamente superiore a quella dell'anno precedente (7 milioni di t contro i 3,9 milioni di t dell'anno precedente).

1 Contratto ENEL - CGI: "Studio dell'influenza delle fluttuazioni climatiche sul glacialismo delle Alpi".

**APPORT DES ANALYSES ISOTOPIQUES (^{18}O , ^2H , ^3H)
DANS LES PLUIES, LA NEIGE, LA GLACE ET
LES SOUS-ÉCOULEMENTS GLACIAIRES
A LA COMPREHENSION DES MECANISMES
D'ÉCOULEMENT DES EAUX DE SURFACE ET
DES EAUX SOUTERRAINES EN VALLEE D'AOSTE**

J.P. NOVEL*, M. RAVELLO, M. DRAY & F. POLLICINI*****

*CENTRE DE RECHERCHES GEODYNAMIQUES - THONON LES BAINS - UNIVERSITE PIERRE
ET MARIE CURIE (PARIS VI) (F); **V.LE GRAN SAN BERNARDO18 - AOSTA (I);

***V. CHAMBERY 121 - AOSTA (I)

Dans le cadre de l'étude, actuellement en cours, concernant l'évaluation qualitative et quantitative des ressources en eau souterraine de la région d'Aoste, des analyses isotopiques (^{18}O , ^2H , ^3H) sont réalisées sur les précipitations, les eaux de surface et les eaux souterraines. Ces analyses ont pour but :

de déterminer les zones de recharge, et ainsi l'origine des écoulements de surface et souterrains (par ^{18}O);

d'estimer les temps de séjour dans les différents réservoirs aquifères (par le ^3H);

d'évaluer les phénomènes d'évaporation et de sublimation (par le ^2H).

Les premiers résultats, en cours de traitement, qui portent sur un cycle hydrologique complet montrent :

une grande variabilité spatiale et temporelle des teneurs en ^{18}O dans les précipitations (mesures journalières et mensuelles). Les gradients altitudinaux en ^{18}O calculés varient entre $-0,20\text{‰}/100\text{m}$ et $-0,70\text{‰}/100\text{m}$ sur le transect N-S (entre 300 et 3500m), et sont soit inverses soit très faibles (environ $-0,2\text{‰}/100\text{m}$) sur le transect E-W (entre 300 et 3200m);

une faible variabilité temporelle en ^{18}O dans les eaux de surface et les eaux souterraines (mesures mensuelles).

la présence de ^3H dans tous les échantillons analysés.

A la vue de ces analyses, un échantillonnage des sous-écoulements glaciaires d'une vingtaine de glaciers répartis dans trois massifs (Mont-Blanc, Grand-Paradis et Cervin) fut entrepris en septembre 1993. Il fut complété par l'étude des résultats concernant plusieurs carottes de glace (d'une épaisseur d'un mètre) prélevées en novembre 1989 sur quatre glaciers du Mont-Blanc

(Estellette, Brenva, Toula et Triolet).

Les teneurs isotopiques des sous-écoulements glaciaires montrent :
des valeurs en ^{18}O comprises entre -8 et -15‰, sans corrélation apparente avec "l'altitude moyenne" des glaciers;
une droite de corrélation $^{18}\text{O}/^2\text{H}$ proche de celle des eaux météoriques mondiales. Les excès en ^2H ($d = 8\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$) sont en moyenne compris entre 8 et 13;

des valeurs en ^3H comprises entre 1 et 28 UT.

En ce qui concerne les carottes de glace, celles-ci présentent :

une homogénéisation relative des valeurs en ^{18}O avec la profondeur (les teneurs varient sur 1m d'environ 2 ‰);

un gradient en ^{18}O (valeurs moyennes des carottes) proche de -0,5 ‰/100m suivant un transect SW-NE entre les glaciers de l'Estellette et du Triolet. En revanche, les gradients dans les précipitations calculés en période hivernale dans ce secteur suivant un axe WNW-ESE sont très faibles ou inverses.

Ainsi, ces premiers résultats traduisent une complexité due à la fois :

aux circulations des masses d'air humide (origine océanique ou méditerranéenne, franchissement successif de chaînes et vallées,...);

à l'orientation et à la localisation géographique des vallées et des glaciers par rapport à ces grandes circulations;

au rôle du glacier et de son substratum rocheux dans le trajet et l'évolution des eaux.

100 YEARS OF GLACIER OBSERVATIONS IN MAINLAND CANADA

C. SIMON, L. OMMANNEY

INTERNATIONAL GLACIOLOGICAL SOCIETY, LENSFIELD ROAD, CAMBRIDGE, U.K.

The nature of glacier observations in Canada has been somewhat different from that in the European Alps. The glacierized mountain regions are largely unpopulated and few of the limited highways and railways that pass through them come close to glaciers. There has been no sedentary population able to observe changes in the ice cover over decades, centuries and millennia, and provide to their descendants a sensitivity to changes that were taking place. Although Indian legends do refer to glaciers, the earliest recorded description of a glacier seems to be that by James Hector in 1861. In 1871, the Government promised British Columbia a transcontinental railway if it joined the Confederation. This was completed in November 1885 and the first passenger train left Montréal in June 1886. Now it was possible to pass through the mountains and the string of hotels constructed by the Canadian Pacific Railway meant those with money, time and the inclination could explore what became known as the Canadian Alps and make the first observations of glaciers.

Historic (pre-World War II) Passengers crossing Rogers Pass, in the Columbia Mountains, had to leave the train for refreshments at Glacier House because the grade was too steep to accommodate a restaurant car. This stop was within sight of the Illecillewaet or 'Great' Glacier which, together with the neighbouring Asulkan Glacier, became the object of the first glaciological investigations. Systematic studies were made principally by members of the Vaux family of Philadelphia, for about 15 years from the late 1890s onwards, on these two glaciers, as well as on Yoho Glacier in the Rockies. Additional observations on this and the Victoria Glacier were made by a Smithsonian Institution expedition in 1904. The Alpine Club of Canada, founded in Banff in 1906, included in its constitution a commitment to the scientific observation of glaciers. Members concentrated on the Yoho Glacier, but contributed incidental information on several other glaciers in the Rockies. Activities ceased during the First World War and were quite sparse in the inter-war years. Up to the end of the Second World War, glacier observations in Canada were largely limited to the Illecillewaet, Asulkan and Yoho Glaciers and were not continuous.

1945 to mid-1960s The immediate postwar period saw a significant increase in the number of studies, mostly due to the initiation of an annual survey of specific glaciers in the Cordillera by the Dominion Water and Power Bureau; part of an investigation of mountain water resources. In 1945, seven glaciers in Alberta (Angel, Athabasca, Freshfield, Peyto, Saskatchewan, Southeast Lyell, and Victoria) and eight in British Columbia (Bugaboo, Franklin, Helm, Illecillewaet, Kokanee, Nahahini, Sentinei and Sphinx) were selected. The position of the snout and changes in its areal extent were measured and plaques placed on the ice surface to measure velocity. Although some annual surveys were abandoned after a few years, many continued until 1950 when they became biennial. From the mid-1960s, observation was by terrestrial photogrammetry of the ablation area, although snout and plaque surveys of the Athabasca and Saskatchewan glaciers were continued in the intermediate years. By the 1980s, all these studies had been abandoned. In 1948 the American Geographical Society (AGS) established the Juneau Icefield Research Project. Although this concentrated on glaciers in Alaska, it laid the groundworks for the Summer Institute of Glaciological and Arctic Sciences that, from its subsidiary base in Atlin, B.C., has contributed to knowledge of some Canadian glaciers in the area, particularly the Cathedral. Another AGS expedition visited several glaciers in the Rockies in 1953, mapping glacier and determining variations for the Robson, Columbia, Southeast Lyell, Peyto, Freshfield, Athabasca and Saskatchewan glaciers. In the Yukon, the Arctic Institute of North America (AINA) sponsored Project Snow Cornice, an airborne expedition that established a semi-permanent research station on the Seward Glacier. In 1961, the Icefield Ranges Research Project, a collaboration between the AGS and AINA, was centred on what is now Kluane National Park and included detailed glaciological and climatological studies, particularly on the Kaskawulsh Glacier and around Mount Logan. The results were published in four volumes by the AGS.

The International Geophysical Year (1957-1959) prompted some organizations to undertake new programs or to extend existing ones. On the mainland, the most significant was a University of Toronto Expedition to study the Salmon Glacier. Later, studies related to a mining development were initiated on the Leduc, Frank Mackie, Berendon and Salmon glaciers by the University of British Columbia. Of particular concern was the activity of the Berendon Glacier.

Mid-1960's to 1990 The most important stimulus in this was period provided by the International Hydrological Decade (IHD) (1965-1974), which led to a major expansion of glaciological studies. In the Cordillera, five glaciers (Piace, Sentinei, Woolsey, Peyto and Ram River) were selected for an

east/west transect of the Cordillera, and Berendon Glacier was added to provide a link in a north-south chain. Standardized mass-balance measurements followed procedures outlined in the manual by ~strem and Stanley. Related studies began on Rusty, Cathedra and Drummond glaciers. The semi-permanent facilities at many sites, and the core staff maintaining the measurements during the summer, supported many other complementary investigations. In the Coast Mountains, continuous records were maintained on Sentinel and Place glaciers, now being used as benchmarks for comparison with shorter-term mass balance investigations in other parts of the range. Most of these were closely related to the operational needs of the various water management agencies: the Bridge River glaciers for the Downton Reservoir; the Andrei, Alexander, Forrest Kerr, Natavas, and Yuri glaciers for a hydroelectric development in the Stikine and Iskut river basins; and Bench and Tiedemaun glaciers for a similar study in the Homathko basin. The accessibility of the Columbia Icefield and the availability of a fairly good historical sequence of observations, favoured its selection as the site for a whole variety of glaciological studies which included glacier chemistry, glacier flow, depth measurement, photogrammetry, resistivity, sediment transport and temperature. The surge of Steele Glacier in 1966 led to studies of its cause, spawned an influential symposium and helped generate support for related work. Studies included those on Trapridge, Backe, Rusty and Donjek glaciers as well as of the Tweedsmuir, Lowell and Walsh glaciers and on the distribution of surges. Elsewhere, studies began on four glaciers in Labrador. The recent climate history of the southwest Yukon was being established through analysis of an ice core from the summit of Mount Logan. And, the glacier hydrology of the Grizzly Creek neighbourhood and debris and moraine-covered ice masses was investigated. Today, there are very few groups and individuals involved in glacier research on the mainland. Within the Federal Government, it is the National Hydrology Research Institute that carries out a very limited program on three glaciers in the Cordillera. Yukon is the primary field area for scientists from the universities of British Columbia and Ottawa, and the University of Victoria has recently begun studies on Vancouver Island. The coverage is thin, support weals observation sites very much in jeopardy. Canada is becoming increasing by less abbe to answer the important questions raised by global warming and contribute her share of data on Earth system..

I GHIACCIAI (VEDRETTE) DEL GRUPPO BRENTA: CENTO ANNI DI OSSERVAZIONI

B. PARISI*, F. MARCHETTI**

*C.G.I. - COMITATO GLACIOLOGICO TRENINO CAI/SAT

**COMITATO GLACIOLOGICO TRENINO CAI/SAT

Il Gruppo dolomitico di Brenta, nelle Alpi Retiche, rappresenta un'area di grande interesse ambientale e paesaggistico. All'interno di questo gruppo sono presenti una ventina di piccoli ghiacciai, denominati "vedrette", che coprono una superficie complessiva di circa 200 ettari.

Alla fine del secolo scorso, quando iniziarono le ricerche glaciologiche nel gruppo, l'area coperta da ghiacci era di circa 450 ettari. Grazie ad un approfondito lavoro di ricerca è stato possibile ricostruire le variazioni di ognuno dei ghiacciai del gruppo attraverso le relazioni dei numerosi e prestigiosi glaciologi che hanno frequentato quest'area nel corso del ventesimo secolo. In particolare è stato possibile calcolare le variazioni (regressi) delle varie fronti glaciali partendo dai primi segnali di rilevamento posizionati in loco dai primi glaciologi.

La recente edizione del Catasto dei ghiacciai del Parco Adamello-Brenta, curata dall'Ente Parco e dal Comitato Glaciologico della SAT, ed altri lavori in corso di pubblicazione consentono inoltre di tracciare un quadro preciso sulla attuale presenza glaciale e sulle tendenze rilevate.

L'USO SOCIALE DEI GHIACCIAI. I RISULTATI DI UN'INDAGINE INTRODUTTIVA SUL GHIACCIAIO DELL'ADAMELLO

T. SALVATERRA*, R. BOMBARDA**

*UNIVERSITÀ DI TRENTO - ISTITUTO DI STATISTICA

**COMITATO GLACIOLOGICO TARENTINO CAI/SAT

I ghiacciai rappresentano un bene ambientale di grande valore sociale ed economico. Per loro natura fanno parte di quella categoria di beni economici definiti "pubblici", per i quali non è possibile applicare le tradizionali leggi di domanda ed offerta, mancando un vero e proprio mercato. Si tratta, per certi versi, di una risorsa rinnovabile, ma in misura non costante e comunque incontrollabile. Ma sempre di una risorsa di rilevanza sociale, come mostrano fenomeni quali l'alpinismo, lo sci, il turismo, la produzione idroelettrica. Può risultare importante, al fine di un bilancio ambientale delle risorse di un Paese, stimare quanto le masse glaciali possano valere in termini monetari. Bisogna allora tentare di applicare non un valore economico d'uso, ma un valore economico "in potenza".

Un valore economico approssimativo potrebbe essere calcolato sulla base della redditività conseguente all'utilizzo a fini idroelettrici delle loro acque di fusione. Un altro tipo di stima è dato dal valore di rendimento di un ghiacciaio configurato come "impianto" per lo sci estivo: in questo caso è forse più facile calcolare la perdita che un imprenditore subisce in conseguenza del ritiro di una massa glaciale sulla quale sono stati praticati degli investimenti, che non tanto quanto può essere il valore di un ghiacciaio se utilizzato come campo da sci. Proseguendo nelle tipologie di stima che possono essere adottate per avvicinarsi ad un ipotetico valore economico di una massa glaciale, va segnalato l'uso a fini turistici derivante dalla presenza di un ghiacciaio. In questo caso si può valutare quanta "economia" sia messa in movimento dai turisti che visitano un ghiacciaio (emblematici i casi di alcuni ghiacciai svizzeri) o qualche elemento naturale da esso dipendente. E' il caso, ad esempio, della cascata di Nardis, in Val Genova (Gruppo dell'Adamello). Qui migliaia di turisti visitano annualmente il salto d'acqua, generando un discreto giro di affari per le attività turistiche ivi localizzate. Ben poca cosa potrebbero vedere se a monte della cascata non vi fosse un grande ghiacciaio.

Altre tipologie di approccio sono costituite dalla misurazione del valore di esistenza, che non ha alcuna relazione con l'uso che si può fare del bene ambientale. O tramite il valore di opzione, derivato dalla spesa che un turista

sostiene per visitare un ghiacciaio anziché un altro luogo.

Valore di opzione e di esistenza possono essere misurati empiricamente attraverso le valutazioni fornite dai visitatori di un'area protetta, per mezzo di un questionario appositamente predisposto. Con lo stesso è possibile stimare il valore di un bene ambientale valutando i costi di spostamento del fruitore del bene stesso, con una estensione della teoria della domanda del consumatore.

In occasione dell'apertura del Centro Studi Adamello - Julius Payer, è stato predisposto per i visitatori un questionario con una doppia finalità: la prima di carattere sociale, per conoscere meglio la figura del frequentatore medio dell'Alta Val Genova, che cosa si aspetta di trovare, quali sono le sue posizioni, culturali e psicologiche, nei confronti dei ghiacciai; la seconda, appunto, di carattere economico, per conoscere quanto hanno speso i visitatori per raggiungere l'area, quanto sono disponibili a spendere per soggiornarvi, quanto sono o sarebbero disposti a pagare per frequentare o per difendere l'area ghiacciata della Vedretta Mandrone-Adamello. Dopo aver tarato un modello di questionario nell'estate del '94 (450 copie compilate ed elaborate), è stato predisposto un nuovo questionario nell'estate '95.

Dopo una breve analisi delle varie teorie economiche applicate ai beni ambientali, il lavoro si propone dunque l'obiettivo di presentare ed analizzare i dati del questionario ed attraverso questi di tentare una prima valutazione economica della Vedretta Mandrone-Adamello. Una stima che, ovviamente, non può avere il riscontro del mercato, ma che può contribuire a far maturare nell'opinione pubblica e tra gli amministratori locali una maggiore consapevolezza circa l'importanza della presenza e della tutela dei ghiacciai. Poiché un loro degrado ed un loro inquinamento potrebbero avere sì, immediatamente e concretamente, dei sensibili costi economici per la collettività, con riflessi gravi su comparti economici di rilevanza sociale quali sono il turismo e l'alpinismo.

I GHIACCIAI: PROPRIETA', UTILIZZAZIONE E TUTELA GIURIDICA

C. VIVIANI

FACOLTÀ DI SCIENZE POLITICHE - UNIVERSITÀ DI PAVIA

Vengono premessi alcuni rapidi cenni di carattere storico a proposito del dibattito sul diritto di proprietà dei ghiacciai nel Regno d'Italia, per passare quindi al raffronto con l'ordinamento attualmente vigente. Il primo interrogativo che ci si può porre è: il ghiacciaio può essere considerato un bene autonomo? Si analizzano poi la natura giuridica, la rilevanza pubblica, nonché la disciplina dei ghiacciai in quanto beni suscettibili di sfruttamento. Questi aspetti vengono meglio chiariti inquadrando brevemente i ghiacciai nel contesto della montagna, limitatamente ai profili di rilievo giuridico.

L'aspetto più rilevante della disciplina giuridica dei ghiacciai è probabilmente quello connesso alla loro tutela: si delinea pertanto la normativa applicabile a tale scopo. Essa prende in considerazione sia valori paesaggistici sia valori ambientali. Viene pertanto schematicamente descritto in primo luogo il vincolo paesaggistico, con alcuni cenni al suo contenuto, al procedimento ed al riparto di competenze statali e regionali.

Un'altra questione particolarmente attuale è l'emergere del problema dell'inquinamento dei ghiacciai. Si esamina se tale tematica possa assumere rilievo sotto il profilo del danno ambientale, che viene affrontato con specifico riguardo agli aspetti giuridici ed in particolare alla possibilità di una tutela giurisdizionale.

**CENTO ANNI DI GLACIOLOGIA IN ITALIA
RIASSUNTI DEI POSTER**

VARIAZIONI DEI GHIACCIAI ITALIANI NEL PERIODO 1958-1989

R. AJASSA*, A. BIANCOTTI*, G. BRANCUCCI*, A. CARTON* & M.C. SALVATORE**

*DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI TORINO - CGI

**DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI ROMA "LA SAPIENZA"

Il Comitato Glaciologico Italiano ha recentemente concluso, per conto del Ministero dell'Ambiente, il censimento dei corpi glaciali italiani. Tale censimento, effettuato sulla base del rilevamento aereofotografico "Volo Italia 89", ha avuto come scopo principale l'aggiornamento del Catasto redatto nel 1958 e l'analisi della dinamica glaciale derivante dagli annuali rilevamenti delle campagne glaciologiche effettuate dagli operatori CGI nei vari settori alpini.

La presente nota vuole approfondire l'analisi in relazione all'evoluzione glaciale in funzione all'orientamento dei singoli corpi glaciali rispetto ai punti cardinali, sia per l'intero arco alpino che per ogni settore (Marittime, Cozie, ecc), al fine di verificare se esista una relazione tra l'orientamento, la variazione areale e le condizioni climatiche generali.

MORFOLOGIA E FLUSSO DEI GHIACCIAI IN RELAZIONE ALLA FORMA DEL SUBSTRATO

L. ARZUFFI

SERVIZIO GLACIOLOGICO LOMBARDO

L'intervento prende in esame alcuni esempi significativi di modificazioni sia della morfologia superficiale che del flusso glaciale causate dalla perdita di spessore di ghiaccio avvenuta negli ultimi anni in seguito al generalizzato ritiro dei ghiacciai alpini.

Le osservazioni compiute durante le campagne glaciologiche su alcuni ghiacciai del Gruppo del Bernina nelle alpi centrali, in particolare sui ghiacciai di Scerscen Inferiore e Fellaria, presi come esempi, hanno evidenziato come esistano fenomeni meno clamorosi dello smembramento dei ghiacciai, fenomeno abbastanza raro e comunque estremo, ma non per questo meno significativi: la tendenza alla perdita di spessore avvenuta negli ultimi decenni ha portato con sè due conseguenze fondamentali. Da un lato l'affioramento del substrato, che ha permesso così una migliore ricostruzione della sua morfologia e natura (famosissima la finestra rocciosa al centro del ghiacciaio di Scerscen Inferiore); dall'altro la diminuzione della massa di ghiaccio, insieme alla presenza di elementi morfologici del substrato quali rilievi, dorsali e gradini rocciosi, che determina una modificazione sostanziale del flusso glaciale. Queste ipotesi trovano riscontro sia nelle velocità di movimento osservate alla fronte, sia nelle variazioni della morfologia epiglaciale, delineando aree omogenee per quanto riguarda il flusso (evidenze di fratturazione) o l'accumulo nevoso.

Queste considerazioni possono avere pesanti conseguenze sulla classificazione di alcuni ghiacciai: apparati considerati unitari possono avere in realtà flussi confinati da soglie rocciose per gran parte del loro spessore, e viceversa l'andamento del flusso può "unificare" apparati separati da dorsali sepolte la cui influenza potrebbe essere stata sopravvalutata.

ASPETTI MORFOLOGICI ED EVOLUTIVI DELLE CAVITÀ IPOGLACIALI DI ORIGINE CRIOCARSICA

G. BADINO*, L. PICCINI**

*SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA / IST. DI FISICA GENERALE - UNIV. DI TORINO

**SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA / DIP. DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIV. DI FIRENZE

L'esplorazione delle cavità ipoglaciali sta aprendo un nuovo fronte per lo studio della dinamica dei ghiacciai. In questo campo i ricercatori italiani, provenienti dall'ambiente della speleologia, sono tra i più attivi nel mondo. In circa 10 anni di ricerche sono state esplorate molte cavità, tra cui oltre un centinaio di mulinelli glaciali raggiungendo profondità massime di 150 m.

Le ricerche sono state compiute su ghiacciai alpini, tra cui il Miage, il Gorner, l'Aletsch, ed extraeuropei: Biafo in Karakorum, Enilchek in Pamir, G. Moreno e G. Marconi in Patagonia, per citarne alcuni.

I risultati, certamente interessanti dal punto di vista esplorativo, sono ancora non soddisfacenti dal punto di vista scientifico; in ciò hanno giocato sia le difficoltà oggettive di accesso e di esplorazione di queste strutture subglaciali, sia la carenza di mezzi tecnici e di finanziamenti adeguati.

Due i binari su cui sono state condotte le ricerche: da una parte l'esplorazione delle cavità ipoglaciali per studiarne morfologia e idrodinamica, dall'altra la ricostruzione al computer di modelli matematici tesi a ricostruirne l'evoluzione temporale e spaziale.

Dalle osservazioni effettuate risulta che i mulinelli glaciali si sviluppano soprattutto su lingue di ghiacciai temperati estesi, pianeggianti e poco crepacciate. Essi hanno origine per l'assorbimento concentrato di acque di ruscellamento epiglaciale; per questa ragione non si formano in zone del ghiacciaio dove l'elevato numero di fratture aperte (crepacci) comporta un assorbimento diffuso delle acque di fusione superficiale.

Le morfologie dei mulinelli e delle altre cavità ipoglaciali sono analoghe a quelle di cavità carsiche e pertanto sono da considerarsi forme pseudocarsiche o, per usare un termine di nuova introduzione, criocarsiche.

I mulinelli glaciali hanno normalmente inizio con un salto verticale la cui profondità, compresa normalmente tra 10 e 100 m, sembra legata più alle caratteristiche strutturali del ghiacciaio che alla portata d'acqua in entrata. Le dimensioni dei mulinelli attivi si mantengono ampie sino a 50-80 m di profondità, poi diminuiscono, per l'azione spingente del ghiaccio, sino a dimensioni che sono in relazione con i picchi di portata giornalieri.

Nei casi in cui è stato possibile scendere in profondità, le esplorazioni si sono fermate davanti a specchi d'acqua al di sotto dei quali le cavità continuavano allagate. Si è visto che il livello dell'acqua è soggetto a variazioni, anche di diverse decine di m, che riteniamo essere principalmente legate al regime idrico giornaliero; in altre parole i mulinelli tendono a riempirsi durante il giorno per svuotarsi durante la notte per la forte diminuzione della portata in entrata.

I modelli al computer mostrano che le acque assorbite dai mulinelli fluiscono attraverso sistemi di condotte sommerse, analogamente a quanto avviene nei sistemi carsici classici, all'interno della massa glaciale a profondità di 100-150 m, e che solo in prossimità della bocca glaciale il flusso avviene al contatto tra il ghiacciaio, ormai assottigliato, e il letto in roccia o detrito.

Modelli ed osservazioni dirette concordano nel mostrare che in inverno, con il cessare della alimentazione, i mulinelli tendono a collassare a profondità superiori a 50-60 m, sino a che la spinta del ghiaccio è controbilanciata dalla pressione dell'acqua rimasta eventualmente intrappolata. Gli ingressi invece tendono a chiudersi per rigelo e l'accumulo di neve. Con il disgelo si formano nuovi mulinelli in posizioni non molto diverse da quelle dei loro antenati, dei quali, a distanza di un anno, rimangono talvolta delle depressioni di pochi m di profondità situate a valle del nuovo mulinello.

STUDIO GEOMORFOLOGICO DI FORME RECENTI DI ORIGINE GLACIALE LEGATE AI GHIACCIAI GRAN PARADISO, LAVACIÄU E MONTANDEYNÉ. (ALPI OCCIDENTALI, VALSAVARANCHE, AOSTA)

I. BASTER, A. DEMATTEIS

C.G.I., SETTORE PIEMONTESE - VALDOSTANO

In questo lavoro ci si propone di ricostruire l'evoluzione recente dei ghiacciai del Gran Paradiso, Lavaciäu e Montandeyné, ubicati nell'alta Valsavaranche, sul versante nord-occidentale del massiccio del Gran Paradiso. Tali ghiacciai sono stati osservati dagli autori nel corso delle campagne glaciologiche 1990/91/92/94, durante le quali sono state effettuate misurazioni delle variazioni frontali e rilievi cartografici e fotografici.

Nel testo vengono trattati i seguenti punti:

- Presentazione della carta geomorfologica dell'area che comprende i tre ghiacciai;
- Caratterizzazione geologica, geomorfologica e sedimentologica degli apparati morenici;
- Sintesi degli studi glaciologici già svolti in questa zona e presentazione dei dati raccolti nel corso delle varie campagne glaciologiche (1953-1994);
- Ricostruzione dell'estensione raggiunta dalle masse glaciali durante la massima fase di espansione olocenica verificatasi nella Piccola Età Glaciale (1820-1850 d.c.).
- Alcune considerazioni di idrogeologia descrittiva quali l'ubicazione delle sorgenti, la classificazione idrogeologica dei depositi glaciali presenti e i problemi di inquinamento legati alla presenza di due rifugi alpini.

L'aspetto su cui si vuole attirare maggiormente l'attenzione del lettore é la descrizione accurata dei depositi glaciali di età molto recente (ultimi 150 anni) al fine di tentare una correlazione tra questi e le pulsazioni glaciali che li hanno generati. Tali depositi sono ubicati all'interno delle morene laterali corrispondenti alla massima espansione olocenica. Essi sono principalmente di due tipi: morene frontali poco sviluppate e di modeste dimensioni (Gh. di Lavaciäu) e detrito sparso appoggiato direttamente sul substrato roccioso (supraglacial till) ove predominano elementi di dimensioni decimetriche (Gh. di Montandeyné). In base essenzialmente a rapporti geometrici tra le forme di accumulo glaciali si ipotizzano fasi diverse nella dinamica evolutiva recentissima delle tre fronti glaciali.

ATTIVITA' DI CONTROLLO VOLUMETRICO DELLE VARIAZIONI DEGLI APPARATI GLACIALI MEDIANTE IL METODO TOPOGRAFICO

V. BETTI, A. BOGHETTO & R. BOLZA

COMITATO GLACIOLOGICO TRENINO CAI/SAT

Dal 1990, il Comitato Glaciologico Trentino, operante all'interno della SAT, si occupa del controllo delle variazioni volumetriche di alcuni ghiacciai, sparsi su tutto il territorio della Provincia di Trento.

All'interno di ogni gruppo montuoso caratterizzato dalla presenza di apparati glaciali, sono stati individuati alcuni ghiacciai campione, ritenuti, per le loro caratteristiche morfologiche e geografiche, particolarmente significativi a ben rappresentare le variazioni volumetriche dei ghiacciai nell'area ove ricadono.

Per il Gruppo del Brenta l'attenzione si è appuntata sul Ghiacciaio di Prato Fiorito (codice WGI I-4L 01012013, codice CGI 658, superficie riportata nel catasto CGI pari a 22 ha, superficie rilevata 1990 pari a 11 ha), per l'area glacializzata della Valle di Fumo lo studio è stato condotto sul Ghiacciaio del Cop di Breguzzo (Codice WGI I-4L01021014, codice catasto CGI 625, superficie stimata catasto CGI pari a circa 21 ha riferita all'anno 1981), nella Val di Sole, abbinando lo studio in esame con analoghe ricerche condotte sullo stesso bacino imbrifero, è in programma per l'anno 1995 il rilievo topografico della Vedretta Rossa (codice WGI I-4L001025015, codice catasto CGI 697, superficie stimata catasto CGI pari a circa 124 ha riferita all'anno 1980), mentre nel Gruppo delle Pale di S. Martino sono stati rilevati nel corso del 1994 i Ghiacciai della Fradusta (codice WGI I-4L00021001, codice CGI 950, superficie stimata catasto CGI pari a circa 34 ha) e del Travignolo (codice WGI I-4L001012003, codice CGI 947, superficie stimata catasto CGI pari a circa 28 ha).

Il rilievo degli apparati glaciali viene eseguito da punti fissi a terra, mediante l'utilizzo di stazioni integrate capaci di consentire con velocità e precisione la corretta perimetrazione del ghiacciaio e la stesura, sulla sua superficie, di transetti per il controllo delle variazioni di spessore.

Il rilievo è in genere esteso alla sola parte del ghiaccio visibile; ove possibile, si procede al rilievo anche delle parti morenizzate, ove peraltro l'incertezza nel definire il corretto limite dell'ammasso glaciale contrasta in grave modo con la precisione del metodo di misura utilizzato.

Il rilievo sui ghiacciai sopracitati ha avuto inizio nel 1990 sul Ghiacciaio di Prato Fiorito, nel 1991 sul Ghiacciaio del Cop di Breguzzo, nel 1994 sul Gruppo delle Pale di S. Martino; a scansione annuale, il rilievo viene ripetuto, consentendo un immediato confronto con lo stato del ghiacciaio nelle annate precedenti.

I risultati ottenuti con questa tecnica sono stati estremamente soddisfacenti; forse un po' sconcertanti nella quantificazione delle perdite di massa subita dai ghiacciai controllati.

Il ghiacciaio di Prato Fiorito, ad esempio, ha perso nel corso del quinquennio 1990-1994 un volume pari a circa 500000 mc di ghiaccio, corrispondenti ad uno spessore medio di poco inferiore a 5 m.

Si tratta di un dato abbastanza generale sui ghiacciai del Trentino, dove spesso, a modeste variazioni superficiali (ricordiamo che nel quinquennio in esame la variazione superficiale è praticamente irrilevante) hanno spesso fatto riscontro loro considerevoli riduzioni di volume.

La disponibilità di dati inerenti le perdite volumetriche dei ghiacciai rilevati consentirà nel breve periodo l'impostazione di studi di dettaglio, finalizzati alla conoscenza dei complessi fenomeni che regolano i processi di scambio di massa ed energetico fra gli apparati glaciali e l'ambiente circostante.

VARIAZIONI DI MASSA DELLA VEDRETTA DEL MANDRONE (GRUPPO ADAMELLO) NEL PERIODO 1973-91

V. BETTI*, G.C. ROSSI**

*S.A.T. COMMISSIONE SCIENTIFICA - TRENTO

**ENEL S.P.A. CRIS UNITÀ IDRO-GEOLOGICA IMPIANTISTICA - VENEZIA MESTRE

Il Catasto dei Ghiacciai Italiani riporta la Vedretta del Mandrone con il n. 639 e gli attribuisce una superficie di 11.93 km². Nella successiva classifica, attuata secondo i criteri dettati dal World Glacier Inventory, questa unità glaciale viene denominata I/4L0101115 e gli viene attribuita una superficie di 12.38 km². La sua estensione la pone ai primi posti della classifica dei ghiacciai italiani in ordine di importanza, ma se si considerano anche gli altri ghiacciai ad esso collegati, quali il Pian di Neve, il Miller, il Corno di Salerno, il Salerno e la vedretta di Adamè, questo complesso, con i suoi 18.13 km², essa costituisce il più esteso sistema glaciale italiano.

La superficie del ghiacciaio in questione ricade, dal punto di vista amministrativo, per la maggior parte nella regione Lombardia, ma essendo il ghiacciaio tributario del fiume Sarca, il suo bacino idrografico si sviluppa interamente nel territorio della Provincia Autonoma di Trento.

Nel 1991, in occasione dell'avvio della campagna di osservazioni del bilancio di massa con il metodo diretto di superficie, la Commissione Scientifica della Società Alpinisti Tridentini (S.A.T.) aveva commissionato un rilievo aerofotogrammetrico dell'intero complesso glaciale allo studio FM Endaco di Lavis ed aveva successivamente acquisito dall'IGM anche un altro rilievo condotto nel 1973. Dalla restituzione di questi due rilievi sono stati ottenuti i relativi modelli digitali a maglie regolari della superficie glaciale, dai quali, per sottrazione, sono state calcolate le variazioni di volume.

E' stato inoltre sperimentato un modello matematico semplificato, a base parametrica, con il quale è stata condotta la simulazione del bilancio di massa per il periodo compreso tra i due rilievi. Gli apporti sono stati valutati attraverso le misure di altezza neve effettuate presso gli impianti idroelettrici ed i pluviometri totalizzatori del Rif. Mandrone (m 2441) e del Rif. Carè Alto (m 2486), mentre la velocità di ablazione è stata valutata sulla base della temperatura dell'aria registrata nelle stazioni del Servizio Idrografico, attraverso il calcolo della sommatoria dei gradi per giorno positivi.

La calibrazione è stata condotta su un periodo di alcuni anni di misure di portata del Sarca di Val di Genova a S.Stefano (bacino sotteso 140 km²).

VEGETAZIONE PERIGLACIALE IN VAL GENOVA (GRUPPO ADAMELLO-PRESANELLA - TRENINO OCCIDENTALE)

L. BRONZINI, F. PROSSER & L. SOTTOVIA

COMMISSIONE SCIENTIFICA CAI/SAT

L'attuale fase di ritiro dei ghiacciai mette allo scoperto vaste estensioni di detrito morenico. Questo ambiente risulta colonizzabile da parte dei vegetali che, nel giro di pochi decenni, riescono a costituire comunità vegetali attribuibili in gran parte all'alleanza *Androsacion alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 26 e per lo più all'associazione *Oxyrietum digynae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenni 26.

La vegetazione è stata indagata secondo il classico metodo della scuola di Zurigo-Montpellier. I rilievi sono stati eseguiti sulle morene silicee (tonalite) dei ghiacciai dell'Amola, del Nardis e del Lares (Val di Genova, Trentino Occ.) negli anni 1991-1992. Particolare attenzione è stata posta allo studio della risposta dell'assetto vegetazionale al mutare dei fattori ecologici, che variano soprattutto in relazione alla morfologia dei cordoni morenici. All'interno della medesima associazione *Oxyrietum digynae* sono stati così messi in evidenza aspetti localmente ben caratterizzati in corrispondenza di cordoni morenici poco rimaneggiati; nella parte apicale del cordone morenico - in stazioni a detrito fine, forte ventosità e quindi relativamente scarso innevamento - spicca la presenza di *Festuca intercedens* (Hackel) Luedi, spesso accompagnata da abbondante presenza della briofita *Racomitrium canescens*. Ai piedi della morena - dove si accumulano i massi di maggiori dimensioni - si trovano al contrario stazioni protette dai venti e quindi ad innevamento relativamente lungo. Qui possono vivere alcune specie (per lo più megaforie) particolarmente esigenti anche in fatto di nutrienti, che si accumulano negli interstizi tra i sassi, come felci (*Dryopteris* sp. pl., *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz, etc.) *Adenostyles leucophylla* (Willd.) Rchb. e *Senecio memorensis* Aggerg. Altri aspetti caratteristici della vegetazione morenica riguardano gli stadi più evoluti in stazioni riparate, in cui si sviluppa il *Salicetum helveticae* Br.-Bl. et al. 54, le aree a maggiore permanenza di neve (*Salicion herbaceae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 26) e le zone a ristagno d'acqua lungo i torrenti glaciali (*Eriophoretum scheuchzeri* Ruebel 11).

DOCUMENTAZIONE STORICA E INDAGINE GLACIOLOGICA. ALCUNI ESEMPI DALLE ALPI LOMBARDE

G. CASARTELLI*, G. MAGRIN*, M. PELFINI** & C. SMIRAGLIA***

*COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO - SETTORE LOMBARDO

**DIPARTIMENTO SCIENZE DELL'AMBIENTE DEL TERRITORIO - UNIV. DI MILANO

***DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI MILANO

La documentazione storica (intesa nel senso più generale del termine) può fornire un utile contributo all'indagine glaciologica, soprattutto per quanto riguarda l'esame delle oscillazioni e delle variazioni dimensionali e numeriche dei ghiacciai, completando e confermando quanto emerge dalle tradizionali metodologie naturalistiche e topografiche. Fra le numerose tipologie di documenti storici, le fotografie riprese nella seconda metà del secolo scorso e nei primi decenni del nostro secolo da alpinisti e studiosi, permettono, almeno in modo qualitativo o semiquantitativo, di valutare le condizioni del glacialismo e le sue oscillazioni. Nel poster vengono presentati alcuni esempi che si riferiscono alle Alpi Lombarde. Dapprima si esamina l'immagine di un intero gruppo glacializzato, quello del Bernina, come viene presentato in una foto del Corti scattata all'inizio del nostro secolo dalla cima del Pizzo Scalino che viene confrontata con una foto ripresa ai giorni nostri dalla stessa posizione. Emerge chiaramente il sensibile regresso del glacialismo che si manifesta con una evidente riduzione areale delle masse glaciali e con il conseguente aumento del numero delle stesse. Particolarmente imponente è il regresso del Ghiacciaio di Fellaria, che nella foto del Corti appare costituito da due articolati e complessi bacini collettori comunicanti fra di loro verso 3500 m e delimitati dalla lunga cresta che dalla Punta Marinelli si innalza fino al Pizzo Palù. Dai due bacini si dipartono altrettante lingue che a loro volta confluiscono, formando un'unica fronte a 2100 m e ricevendo un contributo di alimentazione anche dal corpo glaciale situato sui fianchi del Pizzo Varuna. L'immagine attuale presenta un paesaggio molto diverso dal punto di vista glaciologico: non esiste più un'unica fronte, le due colate si sono nettamente separate, arretrando per una lunghezza valutabile ad oltre mezzo chilometro e mantenendo un collegamento solo nei bacini collettori. L'altro ghiacciaio di cui vengono presentate alcune immagini storiche è quello dei Forni, il maggiore apparato vallivo delle Alpi Italiane. A partire dalle classiche immagini di Vittorio Sella della seconda metà del secolo scorso (in particolar modo quella del 1887 dalla Cresta dei Forni e quella ripresa dalle baite omonime), via via fino a quelle dell'Archivio Clementi, a quelle di Desio

degli Anni Venti, di Rocca degli Anni Trenta, di Pracchi degli Anni Cinquanta, è possibile seguire l'evoluzione morfologica del ghiacciaio con la riduzione di lunghezza (valutabile in oltre due chilometri dalla fine del secolo scorso ad oggi). Se l'utilizzo delle foto storiche come supporto e conferma dei dati numerici sulle variazioni glaciali è da tempo ampiamente utilizzato, un altro tipo di documentazione storica solo in tempi recenti viene valorizzata. Si tratta delle testimonianze concrete del primo conflitto mondiale, diffuse soprattutto nei massicci dell'Adamello e del Cevedale, le cui segnalazioni nelle zone glaciali o periglaciali si sono moltiplicate in quest'ultimo decennio. Di notevole interesse nel gruppo del Cevedale è l'emersione dal ghiaccio e dal nevato a partire dalla seconda metà degli Anni Ottanta di edifici militari (capanne, baracche) risalenti alla prima guerra mondiale. Si segnala in particolare l'emersione della baracca di guerra austriaca sulla vetta più elevata del Cevedale a 3769 m di quota, il cui tetto appare nell'estate del 1990. Attualmente la baracca è completamente emersa e anche la zona sommitale del Cevedale, formata di ghiaccio e nevato negli anni precedenti, è costituita in parte da affioramenti rocciosi per cui si può

stimare per difetto una riduzione di spessore di ghiaccio di almeno un paio di metri. Documenti storici sembrano indicare che la sommità del Cevedale fosse almeno in parte sgombra dal ghiaccio al momento della costruzione dell'edificio. La copertura successiva sarebbe quindi da ascrivere al periodo successivo all'inizio della guerra, in particolare alla fase di intense precipitazioni solide dal 1917 in avanti, che contribuì all'espansione glaciale degli Anni Venti.

NUOVI DATI SULL'ATTUALE FASE DI RIDUZIONE DEL GHIACCIAIO DEL CALDERONE (GRAN SASSO D'ITALIA - APPENNINO CENTRALE)

M. D'OREFICE*, L. LEDONNE, M. PECCI*** & C. SMIRAGLIA[^]**

*SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, **UNIVERSITÀ DI PESCARA,
***ISTITUTO SUPERIORE DI PREVENZIONE SICUREZZA SUL LAVORO,
[^]DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI MILANO

Dopo un'interruzione di pochi anni, nel 1994 è ripreso il monitoraggio del Ghiacciaio del Calderone nel Gruppo del Gran Sasso d'Italia (Appennino Centrale). Si tratta del ghiacciaio più meridionale d'Europa, l'unico dell'intero arco appenninico; sono quindi evidenti l'importanza e l'interesse di questo tipo di studio nell'ambito del grande tema delle variazioni climatiche mediterranee. Il ghiacciaio occupa il fondo di un circo allungato e incassato tra le due creste che dalla vetta Occidentale del Corno Grande (2912 m) si diramano in direzione SW-NE e S-W.

I dati raccolti durante il 1994 riguardano essenzialmente lo spessore del manto nevoso e i suoi ritmi di ablazione.

Le operazioni di rilevamento si sono articolate in tre momenti diversi nel corso dell'estate:

1) a fine Maggio inizio Giugno, in concomitanza con il locale inizio dello scioglimento delle nevi, è stato misurato lo spessore del manto nevoso in 23 punti tramite sonda da valanga e in 8 punti tramite l'infissione di paline; sono inoltre state scavate 3 trincee per il riconoscimento della stratigrafia e per la determinazione delle caratteristiche fisiche principali (temperatura, densità, umidità e coesione);

2) a fine Agosto si è proceduto ad un controllo dal quale è emerso la completa fusione del manto nevoso, ad eccezione di un limitato settore, compreso tra la quota 2815 e 2850, proprio al di sotto della cima principale, dove permaneva ancora un esiguo spessore, variabile tra 10 e 30 cm.

3) a fine ottobre sono state infisse nel ghiaccio 9 paline per i controlli sia sulla fusione della neve sia sull'ablazione del ghiaccio da effettuare nell'estate 1995.

Dai rilievi 1994 si conferma la tendenza all'accumulo invernale e primaverile di notevole entità (fra i 2 e i 4 m nel settore medio inferiore del ghiacciaio, fra i 5 e i 6 m nel settore superiore), che viene tuttavia totalmente fuso durante la stagione estiva e non concorre quindi all'alimentazione del Calderone, che continua dunque la sua fase di intensa riduzione.

SEGNALAZIONE DI FORME NIVO-GLACIALI A BASSE QUOTE NELL'APPENNINO TOSCO-EMILIANO

C. ELMI, B. FEDELI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE, UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Nel versante settentrionale dell'Appennino tosco emiliano nell'area di affioramento della formazione delle Arenarie di M Cervarola (Alta Valle del T. Limentra, Lago di Suviana), sono stati individuati a quote relativamente basse delle forme e dei depositi probabilmente ascrivibili ad attività nivo-glaciale.

Si tratta di ampie depressioni, poste in prossimità degli interfluvi principali, delimitate da scarpate e rilievi ad andamento semicircolare. Sono di norma ubicate sui versanti ad orientamento NE e E, con minore irraggiamento solare pomeridiano e riparati rispetto ai venti dominanti. Sui versanti a diversa esposizione sono assenti o sono state cancellate da processi di altra origine.

Le strutture semianulari che orlano le depressioni e che sono formate da picchi isolati raccordati da soglie più basse, raggiungono ampiezze di 1 - 2 Km e si estendono tra un massimo di 1200 m ed un minimo di 800 m s.l.m. Il loro prolungamento laterale a "bracciolo" costituisce un carattere distintivo rispetto a forme convergenti, come le frequenti nicchie di frana della zona.

Le depressioni sono in parte occupate da depositi detritici molto alterati, messi in posto dal movimento del *firn* in modo da originare morfologie ondulate e contropendenze; non si segnala, tuttavia, la presenza di soglie tipiche dei circhi glaciali. Le forme sarebbero state generate dalla prolungata permanenza di coltri nivali di rilevante spessore in un'area periglaciale distante alcuni Km dal crinale appenninico che qui raggiunge quote attorno ai 1600 m.

L'individuazione di tali forme, per la prima volta segnalate in questa zona e a queste quote, è resa difficoltosa per la sovrapposizione dei processi gravitativi e di versante resi più attivi dalla particolare erodibilità del substrato.

UN SECOLO DI RICERCHE SUL GLACIALISMO QUATERNARIO DELL'APPENNINO

L. LAURETI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI PAVIA

Dopo appena cento anni dalla pubblicazione della prima sistematica illustrazione del glacialismo pleistocenico dell'Appennino (pubblicata da Federico SACCO nel Bollettino del CM, 1894) sia pure limitata alla sua sezione settentrionale, e dopo poco più di mezzo secolo dalla sintesi generale su tutta la catena appenninica ad opera dello stesso (pubblicata su *L' Universo*, 1941) e corredata da una bibliografia ricca di più di 300 titoli, sembra utile tracciare un bilancio delle osservazioni complessivamente effettuate e relative alle manifestazioni del glacialismo quaternario in un'area montuosa che, a differenza di quella alpina, presenta una notevole estensione in latitudine; mantenendo nel complesso culminazioni sempre piuttosto elevate (oltre i 2000 m), e con apporti nevosi attualmente assai consistenti.

Nonostante la minore rilevanza delle tracce lasciate dalle glaciazioni pleistoceniche nell' Appennino, rispetto a quanto si è verificato nelle Alpi, tuttavia notevole è stata l' attenzione che ad esse hanno rivolto molti studiosi, sia italiani che stranieri (da COCCHI a CREMA, da SACCO a SESTINI, da SUTER a KLEBELSBERG, da FRANCHI a LO SACCO, da GORTANI a DEMANGEOT, ecc.).

Le difficoltà del riconoscimento degli stessi depositi di origine glaciale (ma anche delle principali forme di modellamento), nonché i problemi posti dalla loro datazione, unitamente ad una loro correlazione con le principali fasi glaciali della regione alpina e con le variazioni tanto del livello marino, riconosciute lungo i litorali della penisola, quanto dello stesso limite delle nevi permanenti, costituiscono i temi centrali delle ricerche effettuate (per la verità in molti casi assai frammentarie e non sempre condotte in maniera organica e sistematica) e delle osservazioni critiche che esse sovente hanno suscitato.

Scopo del presente contributo è la presentazione di un quadro generale, ma adeguatamente articolato, che rifletta l'entità e l' ampiezza delle osservazioni compiute in questo campo, specialmente nel corso degli ultimi cinquanta anni (cioè dopo la citata sintesi del SACCO), nelle varie sezioni della catena appenninica (dalla Liguria alla Calabria) maggiormente interessate dalle glaciazioni pleistoceniche. Opportune riflessioni verranno svolte infine sullo stato attuale delle relative conoscenze e delle problematiche ancora aperte,

con particolare attenzione agli studi più recenti (come quelli di BOENZI, FEDERICI, DAMIANI, ecc.) ed attualmente in corso.

Il contributo è inoltre accompagnato da un "poster" (con una carta generale dell' Appennino affiancata, a mo' di confronto, con quella pubblicata dal SACCO nel 1941, e con stralci più significativi) che mette in evidenza le aree che nel corso degli ultimi cinquanta anni sono state oggetto di specifiche osservazioni, nonché i risultati che ne sono derivati, sotto l' aspetto sia geomorfologico che cronostratigrafico.

La presente ricerca, che ha finalità essenzialmente documentarie, è stata condotta su fonti bibliografiche e cartografiche, costituite, al momento, dai volumi delle collane di bibliografia geologica e geografica d'Italia (CNR), che però si arrestano agli anni '60-'70, dai periodici correnti (Bollettini del Comitato Glaciologico Italiano, delle Società Geologica e Geografica Italiana, Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, Il Quaternario, ecc.) per gli ultimi 20- 30 anni, dalla cartografia geologica ufficiale al 100.000, e da altre pubblicazioni che verranno poi riportate nella bibliografia ragionata.

DENSITY PROFILES AND MODELS OF ANTARCTIC FIRN CORES

V. MAGGI

CENTRO DI STUDIO PER LA GEODINAMICA ALPINA E QUATERNARIA, CNR E
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO - UNIV. DI MILANO

During the 91-92, 92-93, 93-94 and 94-95 Antarctic field seasons (PNRA) eleven sites have been investigated to evaluate the annual accumulation rate in the Northern Victoria Land. Fourteen shallow firn cores, from 7.5 m to 42 m, have been drilled in the different accumulation situation, from the coast to the East Antarctic plateau margin, through the Transantarctic Mts. Density profiles have been performed directly in the field and simple models have been calculated to evaluate the density gradients with depth. The first 3-5 m of profiles are the same for all the curves, but the scattered density measures do not allow the evaluation of a well defined gradient. However, the values range from 0.35 g cm^{-3} , near the surface, to 0.45 g cm^{-3} at 5 m depth. The profiles from 5 m depth to bottom of cores show two different density gradients. The Hercules Névé, the highest site drilled, and the Priestley Glacier, the most inland site, show a gradient of $0.008 \text{ g cm}^{-3} \text{ m}^{-1}$. In the bottom core (-21 m) the maximum density values for the Hercules Névé range from 0.58 to 0.60 g cm^{-3} , and at the Priestley Glacier the maximum value is 0.54 g cm^{-3} . In other 3 cores (Styx Gl., Niggli Névé. and Pilot Gl.), the density profiles show a gradient twice of the first two. A value of $0.016 \text{ g cm}^{-3} \text{ m}^{-1}$ allows to measure, at 12 m depth, density values from 0.60 to 0.64 g cm^{-3} . Density profiles have been also measured in cold room laboratory, with 5 cm of resolution, and have been compared with the field measures. The density gradient of the upper part of the cores are dominated by *grain packing*, where *lithostatic* pressure increases the density up to 0.5 g cm^{-3} (0.55 is the maximum theoretical density for packing process). For the second part of the profiles, *sintering* processes have been involved for the increase of density. In this situation, the temperature of the ice crystals is an important factor in grain-to-grain matter transfert. The 42 m of 94-95 Hercules Névé firn core show a density profile with same shape of the 93-94 firn core, but in the deeper part the gradient decreases with depth. The model of this decrease, calculated to 80 m (estimated close-off), confirm the increase of density related to the sintering processes.

GHIACCIAI E CLIMA DELLE VALLI DI LANZO: CENT'ANNI DI OSSERVAZIONI

L. MERCALLI, S. PALUDI & F. ROGLIARDO

COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO - SOCIETÀ METEOROLOGICA SUBALPINA

Sebbene la superficie glacializzata delle Valli di Lanzo sia di appena 7 km² la considerevole documentazione raccolta in oltre un secolo di osservazioni permette un'analisi approfondita dell'evoluzione nel tempo delle superfici dei singoli apparati glaciali. Il recente recupero delle numerose serie di dati termopluviometrici e nivometrici rilevati a quote comprese tra 500 e 2700 m, in alcuni casi a partire dal 1875, consente di mettere in relazione le variazioni dei ghiacciai con l'andamento climatico. Nell'ambito del continuo ritiro iniziato nella seconda metà del secolo scorso, si sono individuate le fasi di avanzamento culminate attorno al 1920 e, in misura minore, nel periodo 1972 - 85, frutto di alcune sequenze di anni con abbondanti precipitazioni nevose e temperature estive lievemente inferiori alla media.

L'elevata sensibilità dell'ambiente glaciale ai condizionamenti climatici esercita una rilevante influenza sulla disponibilità di risorse idriche che, nel bacino in esame, sono sfruttate sia per la produzione di energia elettrica sia per l'approvvigionamento idropotabile.

La sintesi delle informazioni disponibili può dunque essere di supporto ad una ottimizzazione della funzionalità delle strutture esistenti e in progetto, in relazione alle previste modificazioni climatiche indotte dall'incremento della concentrazione atmosferica di gas-serra.

VARIAZIONI STAGIONALI E INTERANNUALI DELLA QUOTA DELLO ZERO TERMICO IN ALCUNE VALLI AOSTANE (ITALIA NORD OCCIDENTALE)

C. OTTONE E R. ROSSETTI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI PAVIA

Gli AA. propongono un contributo alla conoscenza dell'oscillazione del limite delle precipitazioni solide nelle Alpi occidentali Italiane.

Allo scopo essi considerano le temperature mensili minime e massime dell'ultimo trentennio di alcune stazioni termometriche situate in affluenti di sinistra della Dora Baltea.

Attraverso l'analisi dei dati precedentemente validati, essi determinano il gradiente termico e calcolano le variazioni stagionali e interannuali della quota dello zero termico. Questa temperatura rappresenta infatti il limite inferiore delle precipitazioni solide.

Per gli anni disponibili, viene fatto riferimento anche alle misure della temperatura in aria libera al fine di una possibile valutazione dell'incidenza delle caratteristiche geografiche del territorio sul calcolo del gradiente termico.

I GHIACCIAI DELLE ALPI BREONIE, AURINE E PUSTERESI NELLE IMMAGINI LANDSAT TM 7-9-85, 13-9-87 E 18-9-89

**R. RABAGLIATI*, R. SERANDREI BARBERO*,
P. MANDELLA** & A. RAMPINI****

*ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE DEL C.N.R. VENEZIA

**ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE INFORMATICHE MULTIMEDIALI DEL C.N.R. MILANO

I ghiacciai delle Alpi Breonie, Aurine e Pusteresi sono stati individuati nelle immagini Landsat TM mediante tecniche di classificazione fuzzy che hanno permesso di riconoscere le zone coperte da ghiaccio e neve rispettivamente in ombra e al sole.

Le superficie calcolate per gli anni 1985 e 1987 sono state poste a confronto con i dati dell'immagine del 1989. Si è rilevata una generale fase di diminuzione degli apparati glaciali con riduzioni anche forti delle superficie. Taluni ghiacciai sono completamente mancanti nell'immagine 1989 o ridotti ad un numero di pixel confrontabile con il numero di pixel del contorno che definisce il limite inferiore di osservabilità. Si conferma una marcata fase di regresso, tendenzialmente in accordo con i dati sperimentali, ma che supera il dato reale a causa della difficoltà di individuare la copertura in zone a bassa riflettanza.

Allo scopo di superare tali limiti è stata messa a punto una metodologia di classificazione che utilizza, oltre ai dati spettrali, dati derivati dal modello digitale del terreno quali quota, pendenza ed esposizione.

L'interpretazione di tali dati e la loro integrazione per l'individuazione delle classi d'interesse sono modellate all'interno di un sistema a regole di produzione che utilizza come linguaggio di rappresentazione la logica fuzzy.

EVIDENZE DI APPARATI GLACIALI TARDOPLEISTOCENICI NEL MASSICCIO CATRIANERONE (APPENNINO MARCHIGIANO)

D. SAVELLI, O. NESCI & M. BASILI

ISTITUTO DI GEOLOGIA - UNIVERSITÀ DI URBINO

L'analisi geologica e geomorfologica del versante sud-occidentale del massiccio del Catria ha messo in evidenza la presenza, in una valle secondaria estesa per circa 2,5 km, di alcune coperture detritiche relitte incongruenti con l'attuale morfologia e con i processi di trasporto e accumulo consueti per il Pleistocene dell'Appennino marchigiano. Gli accumuli si estendono fino a circa 1250 m s.l.m., ma sono meglio rappresentati nel tratto terminale della valle, a quote di 720-600 m s.l.m.. Qui raggiungono 30-40 m di spessore e poggiano sia sul substrato, costituito dai sedimenti cretacici della Maiolica e delle Marne a Fucoidi, che su depositi crionivali di versante del tipo *éboulis ordonnés*; a luoghi sono a loro volta ricoperti da modesti spessori di *éboulis ordonnés* parzialmente cementati e da accumuli di frane. Nel tratto inferiore della valle i depositi sono in parte addossati al versante destro; in parte ricoprono dossi e selle e aggirano piccoli rilievi del substrato. I depositi sono talvolta organizzati in cordoni i cui resti si estendono per varie decine di metri di lunghezza e 5-10 m di altezza sia longitudinalmente, lungo il fianco vallivo, che trasversalmente alla valle. Il substrato a contatto con i depositi mostra spesso uncinature da trascinamento. Gli accumuli sono costituiti da elementi eterometrici poco elaborati, angolosi o, occasionalmente, leggermente smussati, spesso associati a matrice abbondante. Contengono numerosi massi di dimensioni anche notevoli, talvolta rappresentati da pacchi di strati non completamente scompaginati. I materiali provengono da termini giurassici della successione umbro-marchigiana non affioranti sui versanti immediatamente circostanti, ma presenti solo nelle zone più interne della valle, a partire da circa 0,4 km più a monte. Gli elementi osservati rendono molto improbabile una genesi diversa da quella di trasporto e deposito glaciale, per cui i depositi considerati sembrano rappresentare i resti di più ampi argini morenici che chiudevano la valle fino ad un'altezza di 600 m s.l.m.. In più, sia la posizione dei cordoni che il diverso grado e tipo di rimodellamento di alcune forme di accumulo permettono di ipotizzare la presenza, in quest'area, di almeno due fasi di deposizione tardo-pleistoceniche (stadiali?) a quote relativamente basse. L'ottima preservazione di alcuni cordoni,

la scarsa alterazione di tutti i depositi e l'assenza di paleosuoli, in particolare, sembrano indicare fasi deposizionali molto recenti, verosimilmente relative all'ultimo glaciale. Altri cordoni ben preservati si osservano in settori più interni delle valle, dove sembrano rappresentare episodi di stazionamento o di parziale riavanzamento glaciale durante il ritiro generalizzato. Nell'area esaminata, non sono particolarmente evidenti forme di erosione glaciale, probabilmente a causa del rimodellamento e della profonda erosione valliva. La parte alta della valle, costituita da un'ampia depressione inclinata verso valle e per un tratto bordata sul fianco sinistro da un cordone detritico, potrebbe comunque rappresentare una forma di esarazione glaciale. Anche l'ampia scarpata semicircolare che ne caratterizza la testata potrebbe rappresentare una forma in origine glaciale successivamente rimodellata da processi di versante. Se questa interpretazione è corretta, i depositi e le forme studiate costituirebbero evidenze inedite della presenza di apparati glaciali tardo-pleistocenici di rilevante dimensione nell'Appennino calcareo nord-marchigiano.

*Stampato nel mese di settembre 1995
per i tipi della Litocoop Srl - Tortona*