

EVEREST

Massimo Pecci

IMONT (Istituto Nazionale
della Montagna)
Piazza dei Caprettari, 70
00186 Roma
massimo.pecci@imont.gov.it

Giovanni Mortara

CNR - Istituto di Ricerca
per la Protezione
Idrogeologica (IRPI)
Strada delle Cacce, 73
10135 Torino
g.mortara@irpi.to.cnr.it

Vengono presentati e discussi i risultati delle ricerche svolte sul versante nord dell'Everest nell'ambito della spedizione "K2 2004 – 50 anni dopo", con specifico riferimento alle tematiche di nivologia e di glaciologia. Una particolare attenzione è stata posta all'evoluzione meteo-climatica e della neve al suolo e all'episodio di crollo di un seracco pensile che ha accumulato, fortunatamente senza danni a persone e attrezzature, una ingente quantità di ghiaccio sul percorso di accesso al Campo Base Avanzato dell'Everest, situato a circa 6500 m. Vengono quindi discusse l'evoluzione dei fenomeni e valutate le condizioni di sicurezza generali ed ambientali dell'alta quota himalayana nell'area del campo base dell'Everest (versante tibetano), durante lo svolgimento della spedizione.

VERSANTE

Le ricerche nivologiche e glaciologiche svolte nel corso della spedizione "K2-2004 – 50 anni dopo" sul versante tibetano dell'Everest



**neve e ghiaccio dell'alta
quota himalayana**

NORD





Fig. 1 **INTRODUZIONE**

Le grandi catene montuose dell'Asia centrale hanno ricevuto negli ultimi decenni una crescente attenzione da parte della comunità scientifica internazionale che opera nel campo geomorfologico ed ambientale. Le aree remote d'alta quota costituiscono, infatti, uno dei siti ideali per lo studio e il monitoraggio

delle trasformazioni ambientali che vanno sotto il nome di "Global Change" (Jenkins *et al.*; 1987, Kang *et al.*, 2002a, Wake *et al.*, 1994)

La criosfera si è dimostrata essere una delle "matrici ambientali" più sensibili ai cambiamenti globali; tra questi, la contrazione degli apparati glaciali, con la conseguente promozione di fenomeni di instabilità, in particolare di seracchi, ma anche di roccia, a seguito anche della progressiva "degradazione" del *permafrost* e, in aggiunta, il crescente "deterioramento" delle caratteristiche chimiche della "risorsa acqua" immagazzinata.

Dunque una serie di problematiche non più eludibili, non solo dal punto di vista scientifico, ma anche per le gravi implicazioni ambientali, sulla sicurezza ed applicative.

I progetti e le attività di ricerca italiane, in particolare, hanno assunto un ruolo guida in Hima-

laya, a partire dall'installazione del Laboratorio Piramide del Comitato Ev-K2-CNR nella valle del Khumbu (Nepal), promuovendo ricerche di alto profilo e collaborazioni internazionali, su diverse aree scientifiche, di grande interesse e risonanza.

Il versante settentrionale (tibetano) del settore centrale della catena himalayana soltanto negli ultimi anni è stato caratterizzato da una maggiore frequentazione ed attività dei gruppi di ricerca italiani ed occidentali (si veda, a titolo d'esempio: Valsecchi *et al.*, 1999; Pecci, 2000; Kang *et al.*, 2002b; Balerna *et al.*, 2003; Pecci, in stampa) vuoi per una progressiva "apertura" agli stranieri, più efficace solo negli ultimi tempi, vuoi per le oggettive difficoltà ad operare, legate soprattutto all'alta quota.

I risultati dei rilievi sulla neve al suolo e l'analisi del fenomeno di crollo di un seracco che ha interessato uno dei percorsi più

frequentati nell'area vogliono portare un ulteriore contributo alla conoscenza dell'alta quota himalayana ed alla conoscenza delle condizioni di rischio presenti.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'Everest (*Sagharmata* in nepalese e *Chomologma* in cinese) con un valore di quota, risultato, in base ai recentissimi rilievi georadar di maggio 2004 (Poretti *et al.*, in stampa), variabile stagionalmente tra 8848,82 m (quota substrato) e 8852,10 m (quota sommità ricoperta di neve) è la prima elevazione della terra, e svetta sugli 8000 più vicini (Lhotse - 8516 m, Makalu - 8463 m e Cho Oyu - 8201 m s.l.m.), nell'area di maggiore sollevamento della catena himalayana, posta al centro dell'Asia (fig. 1). In questo settore geografico la catena himalayana si è innalzata a seguito della collisione continentale tra placca indiana

e placca asiatica, deformando e metamorfosando, progressivamente verso Nord, potenti sequenze di rocce sedimentarie, fin nei settori più interni del Tibet, che rappresenta, a sua volta, il più elevato altipiano del pianeta.

Tutta l'area himalayana è caratterizzata da una notevole attività sismica, che ha accompagnato ed accompagna tuttora la deformazione e la crescita della catena: le forme del paesaggio e del rilievo sono, pertanto, il risultato di un precario, quanto mai effimero equilibrio nell'eterno e sempre rinnovato antagonismo tra forze endogene e forze esogene.

L'alta quota himalayana, fino a pochi decenni fa regno incontrastato dell'azione dei processi glaciali, periglaciali, legati alla gravità e, subordinatamente, al vento e alle acque incanalate, sta sempre più diventando un palcoscenico dove cogliere gli effetti più spettacolari dei cambiamenti climatici e dell'attività dell'uomo.

Nell'area in esame il bacino glaciale di *Rongbuk* è dominato

dalla gigantesca parete settentrionale dell'*Everest*, da cui si origina la colata centrale del grande Ghiacciaio di *Rongbuk* che fluisce per circa 18 km sino alla spianata proglaciale di quota 5200 m, abituale Campo Base delle spedizioni alpinistiche. L'alto bacino si espande quasi simmetricamente verso Est e verso Ovest, in due ampi settori che ospitano a loro volta importanti masse glaciali. Queste ultime sono talora collegate ai ghiacciai di bacini adiacenti attraverso ampie selle di transfluenza, ad esempio il celebre *Lho-La* che si affaccia sulla *Ice-fall* del Ghiacciaio *Khumbu* sul versante nepalese.

Il Ghiacciaio di *Rongbuk*, è un tipico debris covered glacier ("ghiacciaio ricoperto di detrito" o "nero"), così definito per la presenza di una estesa coltre detritica superficiale, situazione peraltro comune in *Himalaya*, *Karakorum*, *Pamir* e più rara nelle Alpi.

Il Ghiacciaio di *Rongbuk*, libero da detriti e crepacciato per i



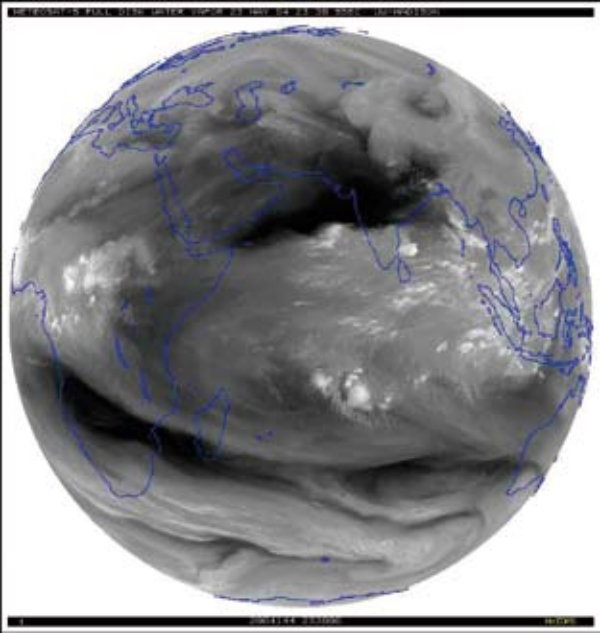


Fig. 2 - Immagine ripresa dal satellite Meteosat, nel campo del vapor d'acqua, relativa al 23 maggio 2004, che rende conto, ancora nel periodo pre-monsonico, di condizioni favorevoli alla nuvolosità ed alle precipitazioni nell'area in studio.

primi 5 km di sviluppo, più vicini ai bacini di accumulo ed alle creste spartiacque, assume la connotazione di ghiacciaio nero intorno a quota 5750 m, in prossimità del nodo di confluenza con il ramo occidentale, a sua volta mascherato dal detrito. Questo tributario è attualmente l'unico ad assicurare alimentazione alla colata centrale che è ormai privata del collegamento diretto con il ramo orientale, lungo il quale si snoda l'itinerario di salita al Colle Nord dell'Everest.

Per quanto appaia ancora imponente, la lingua valliva del Ghiacciaio di Rongbuk denota scarsa

attività: ne sono testimonianza la presenza di decine di laghi epiglaciali, l'assenza di crepacci e, soprattutto, la fortissima contrazione volumetrica.

La progressiva riduzione di spessore del ghiaccio, dell'ordine anche di molte decine di metri, mette a giorno porzioni sempre maggiori del fianco interno delle morene laterali storiche, fenomeno generalizzato e diffuso anche nelle Alpi (Mortara & Chiarle, 1999). Venendo a mancare il contrasto esercitato dal ghiacciaio, questo ripido lato delle morene (*dry wall moraine*) è diventato sede di frane e di diffusi fenomeni erosivi che consentono produzione e trasferimento di detriti sciolti alla superficie del ghiacciaio.

La copertura detritica, di spessore da centimetrico a pluridecimetrico, più raramente metrico, maschera il ghiaccio inibendone tendenzialmente l'ablazione. Questa agisce con più efficienza dove il ghiaccio è subaffiorante (Smiraglia, 1986) ed ovviamente dove è esposto a falesia, come si osserva sovente in corrispondenza di spettacolari "vele glaciali" e ai bordi dei laghi epiglaciali.

INQUADRAMENTO CLIMATICO

L'area Tibetano-himalayana e, più in generale, il Plateau del Qinghai-Tibet è ubicato nella "zona di convergenza intertropicale" e mostra un clima dalle caratteristiche assai spiccate. Le condizioni del tempo meteorologico sono, infatti, strettamente condizionate dall'incontro e dall'interazione tra le masse d'aria fredda di provenienza polare e il Monzone (Lüdeke, 1983). La distribuzione della pressione atmosferica è normalmente caratterizzata, in inverno, da una cellula di alta pressione su grandi estensioni

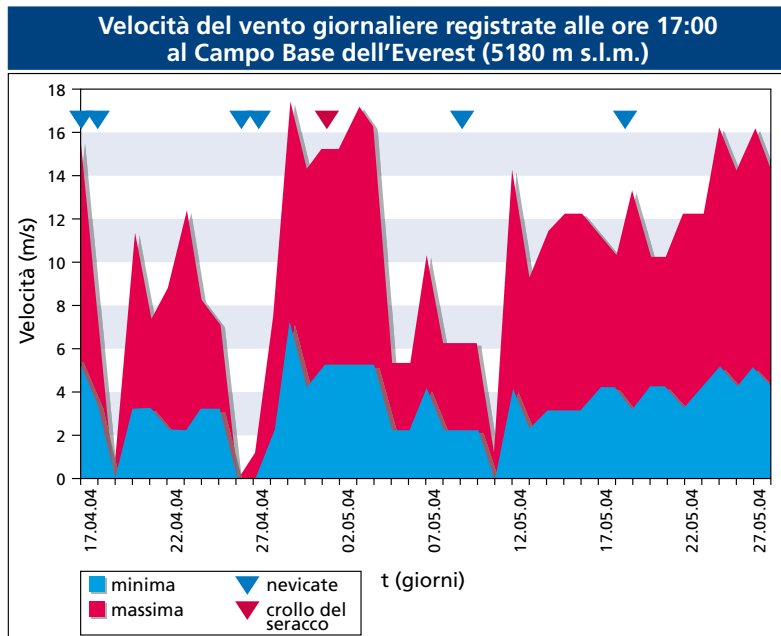


Fig. 3

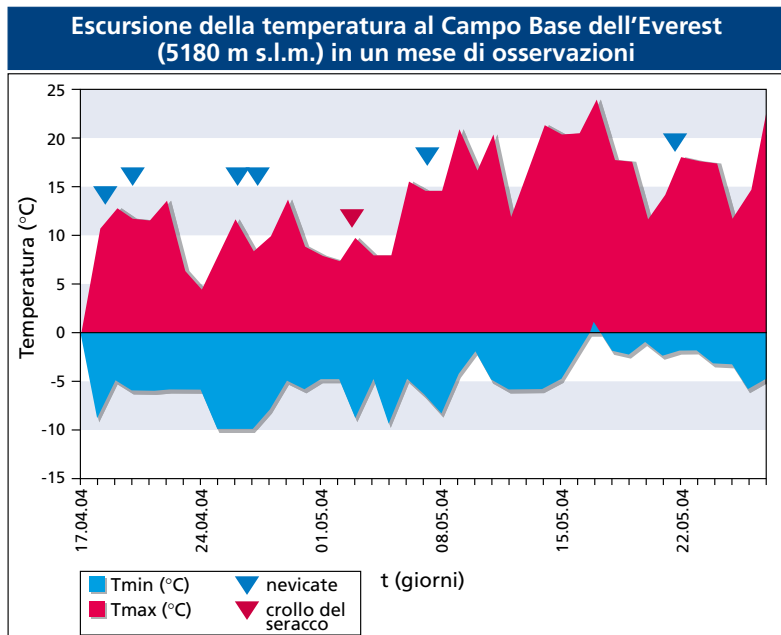


Fig. 4

nell'Asia centrale, che innesca la formazione di venti secchi continentali diretti verso l'oceano e il subcontinente indiano. Viceversa durante la stagione estiva, in presenza di un nucleo di bassa pressione nel continente asiatico a nord della catena Himalayana, si generano correnti da Sud-Ovest che portano aria umida e temperata. Di conseguenza si possono, in generale, distinguere quattro stagioni caratteristiche (Rao, 1981): un periodo invernale (gennaio e febbraio), un periodo caldo pre-monsonico (da marzo a maggio), la stagione piovosa vera e propria (da giugno a settembre) e una secca post-monsoonica (da ottobre a dicembre). La stagione in cui si concentrano le piogge, generalmente tra giugno e settembre, è caratterizzata dal monzone di Sud-Ovest, carico di umidità in quanto proveniente dall'Oceano Indiano e dal Golfo del Bengala. L'assenza del monzone del Sud-Ovest sud è causa di gravi siccità, sia sui versanti meridionali, sia su quelli settentrionali della catena.

Le condizioni locali del tempo risentono, inoltre, oltre che della circolazione monsonica anche di importanti fattori "locali", che dipendono principalmente da effetti orografici, dalla disposizione delle creste e delle valli principali, dalla quota, dall'insolazione e dalla relativa formazione e alternanza delle brezze, dalla presenza di ghiacciai e dalla presenza ed azione delle *jet streams* (Stravisi *et al.*, 1998). Ne deriva una complessità di fenomeni che si traduce in una generale difficoltà, anche, a stilare attendibili previsioni del tempo meteorologico. Sulle montagne e sugli altipiani le temperature sono generalmente basse e durante l'intero arco dell'anno soffiano venti fortissimi.

Gli altri periodi dell'anno, anche se non direttamente caratterizzati dalle precipitazioni, sono comunque influenzati da una circolazione generale di transizione e, quasi, di "preparazione" alla formazione del Monzone. Si veda, a titolo d'esempio, una immagine ripresa dal satellite Meteosat, nel campo del vapor d'acqua, relativa al 23 maggio 2004, che rende conto, ancora nel periodo pre-monsonico, dei prodromi dell'importante sistema termodinamico-atmosferico (Fig. 2). Come già detto, nelle zone di alta quota fanno anche risentire la loro influenza e la loro violenza le correnti a getto (*jet stream*), non sempre foriere di bel tempo. Anche quando secche, a garanzia, quindi, del bel tempo, rendono impossibile qualsiasi attività in quota, a causa della loro violenza; si tenga presente che al campo base sono state registrate punte di oltre 25 m/s, anche con medie giornaliere attestate costantemente intorno a 15 m/s (si veda il grafico di fig. 3).

L'EVOLUZIONE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE NIVO-METEOROLOGICHE

L'ambiente dell'alta montagna himalayana è, a tutti gli effetti, il luogo privilegiato in cui condizioni climatiche ed azioni morfogenetiche estreme hanno la massima espressione. In figura 4 è riportato il grafico delle temperature massime e minime rilevate al Campo Base (*Base Camp*) dell'Everest, posto ad una quota di circa 5200 m s.l.m.; in figura 3, come anticipato, è disegnato il grafico delle massime escursioni di velocità del vento ed in figura 5 le direzioni di provenienza, così come registrate con un anemometro portatile

meccanico nelle osservazioni giornaliere, effettuate regolarmente al Campo Base alle ore 17:00; nella stessa tabella sono riportate le neviccate osservate al Campo Base, espresse in termini di neve fresca in cm. Si possono apprezzare escursioni termiche giornaliere anche prossime ai 30 °C e temperature minime notturne sempre al di sotto di 0 °C. La precipitazione nevosa, pur cominciando anche nella tarda mattinata, dava luogo ad un accumulo consistente e/o persi-

Fig. 5

| Direzioni di provenienza del vento registrate con un anemometro portatile meccanico nelle osservazioni giornaliere, effettuate regolarmente al Campo Base alle ore 17:00, nell'arco dei 40 giorni di osservazione | | |
|---|-----------------------------|-------------------|
| Giorno | Provenienza direzione vento | Neve fresca in cm |
| 17 aprile 2004 | NNE | 5 |
| 18 aprile 2004 | NNE | 2 |
| 19 aprile 2004 | | |
| 20 aprile 2004 | S | |
| 21 aprile 2004 | S | |
| 22 aprile 2004 | S | |
| 23 aprile 2004 | S | |
| 24 aprile 2004 | S | |
| 25 aprile 2004 | S | |
| 26 aprile 2004 | | 3 |
| 27 aprile 2004 | N | 2 |
| 28 aprile 2004 | S | |
| 29 aprile 2004 | SE | |
| 30 aprile 2004 | SSE | |
| 1 maggio 2004 | S | |
| 2 maggio 2004 | SSE | |
| 3 maggio 2004 | SSE | |
| 4 maggio 2004 | SSE | |
| 5 maggio 2004 | S | |
| 6 maggio 2004 | N | 1 |
| 7 maggio 2004 | S | |
| 8 maggio 2004 | S | |
| 9 maggio 2004 | S e W | |
| 10 maggio 2004 | S | |
| 11 maggio 2004 | S | |
| 12 maggio 2004 | S | |
| 13 maggio 2004 | S | |
| 14 maggio 2004 | S | |
| 15 maggio 2004 | S | |
| 16 maggio 2004 | S | |
| 17 maggio 2004 | S | |
| 18 maggio 2004 | S | |
| 19 maggio 2004 | S | |
| 20 maggio 2004 | S | 2 |
| 21 maggio 2004 | S | |
| 22 maggio 2004 | S | |
| 23 maggio 2004 | S | |
| 24 maggio 2004 | S | |
| 25 maggio 2004 | S | |
| 26 maggio 2004 | S | |
| 27 maggio 2004 | S | |

Principali caratteristiche della stazione ABC (6489 m s.l.m.) e parametri ambientali rilevati in sito nella giornata del 7 maggio 2004

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Coordinate UTM | 45R 14678662,198 3159689,701 |
| Quota | 6477,8 m slm |
| Ora rilievo | 09.30 - 12.00 |
| Condizioni del cielo | sereno (0/8) |
| Condizioni del vento | calma di vento |
| Esposizione accumulo | Sud |
| Temperatura aria | 3 °C |
| Spessore neve | 27 cm |
| Conducibilità sup. | 10,06 μS/cm |
| pH sup. | 6,83 |
| Conducibilità int. | 9,53 μS/cm |
| PH int. | 6,53 |
| Conducibilità inf. | 7,68 μS/cm |
| PH inf. | 6,56 |
| Radioattività totale (aria) | 0,27 μSv/h |
| Radioattività γ + β (aria) | 2,3 cps |
| Radioattività totale media della neve | 0,15 μSv/h |
| Radioattività γ + β media della neve | 2,9 cps |

Fig. 6

Fig. 7 - Profilo del manto nevoso rilevato il giorno 7 maggio 2004 al Campo Base Avanzato (ABC), ad una quota di 6489 m s.l.m. I valori di resistenza sono stati rilevati con una sonda leggera.

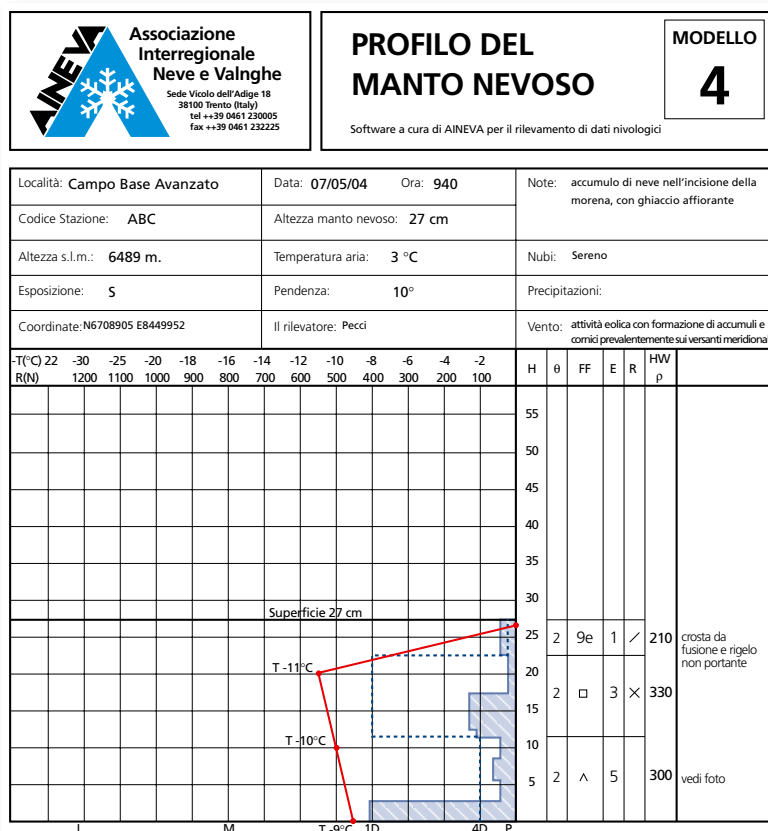


Fig. 8 - Panoramica sulla trincea relativa al profilo del manto nevoso rilevato il giorno 7 maggio 2004 al Campo Base Avanzato (ABC), ad una quota di 6489 m s.l.m., mentre era in corso il rilievo della radioattività con contatore Mueller-Geiger.



stente soltanto nelle ore notturne, come è facilmente comprensibile dall'andamento dell'escursione termica giornaliera di fig. 4. Le precipitazioni al Campo Base (BC) ed al Campo Base Avanzato (ABC), tutte solide, hanno avuto una distribuzione concentrata soprattutto nel primo periodo, e si sono mostrate, in generale, di debolissima intensità.

PROFILI DEL MANTO NEVOSO E CARATTERISTICHE DELLA NEVE AL SUOLO

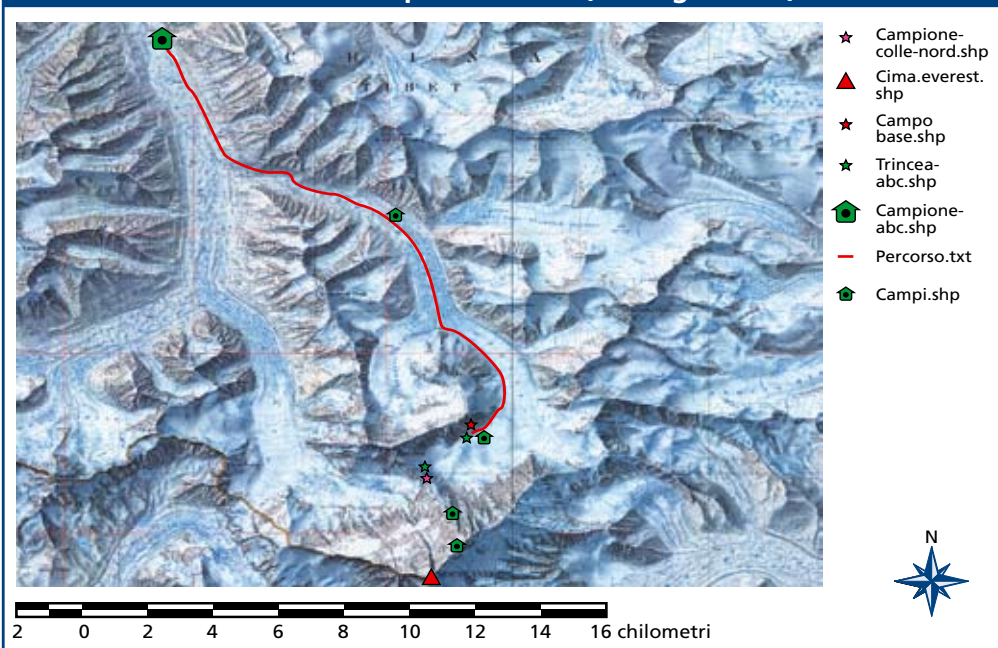
Il profilo del manto nevoso è stato registrato solamente in due siti: al Campo Base Avanzato - 6489 m s.l.m. - il giorno 7 maggio 2004 e al Colle Nord - 7066 m s.l.m. - il giorno 18 maggio 2004, a fronte di uno spessore ed una stratigrafia del manto di entità tale da giustificare l'esecuzione dei vari rilievi. Per i dettagli del Campo Base Avanzato si veda la figura 6 con le caratteristiche riepilogative del sito ed alcune caratteristiche ambientali rilevate nella neve, nonché il profilo del manto nevoso riportato in figura 7 e la foto di figura 8. Nelle figure 9 e 10 si può apprezzare un dettaglio dello strato basale di brina e dei cristalli a calice di grandi dimensioni, sviluppatasi, per metamorfismo da elevato gradiente, soltanto nell'arco di tempo di 1-2 giorni, a causa delle bassissime temperature e dei limitati spessori. Per i dettagli di Colle Nord (con ogni probabilità il più "alto" profilo del manto nevoso mai realizzato sino a questo momento) si veda la figura 11 con le caratteristiche riepilogative del sito ed alcune caratteristiche ambientali rilevate sulla neve, il profilo del manto nevoso riportato in figura 12 e la foto di figura 13, che mostra il luogo di campionamento della neve, scelto in prossimità di un crepaccio al

Principali caratteristiche delle stazioni di campionamento della neve
per le quali non è stato possibile realizzare il profilo del manto nevoso a causa di un esiguo spessore e/o della presenza di un unico strato di neve

| Nome stazione | Everest Torrente | Everest Torrente | Everest ABC |
|-------------------------------------|---|---|---|
| Codice stazione | TOR | TOR | ABC2 |
| Giorno rilievo | 18/04/04 | 26/04/04 | 06/05/04 |
| Ora rilievo | 06:20 | 17:45 | 06:12 |
| Coordinate WGS84 | 28°08'18,01407"N 86°51'17,97088"E | 28°08'18,01407"N 86°51'17,97088"E | 28°01'40,44104"N 86°56'11,81467"E |
| Quota m s.l.m. | 5157,629 (+/- 8,6 m) | 5157,629 (+/- 8,6 m) | 6477,672 (+/- 10,8 m) |
| Rilevatore | Pecci | Pecci | Pecci |
| Esposizione | N | N | N |
| Pendenza | 20° | 20° | 5° |
| Condizioni del tempo | Nessun fenomeno in atto | Nebbia con cielo visibile | Nessun fenomeno in atto |
| Nuvolosità | Sereno | Completamente coperto | Sereno |
| Precipitazioni | Assenti | Assenti | Assenti |
| Vento | 1 m/s da Nord | Calma di vento | Forte da Sud |
| Visibilità | Ottima | Pessima | Ottima |
| Temperatura aria (°C) | - 9 | - 4,1 | |
| Temperatura min (°C) | - 9 | - 10 | |
| Temperatura max (°C) | 11 | 12 | |
| Altezza neve al suolo (cm) | 7 | 5 | 5 |
| Altezza neve fresca (cm) | 7 | 5 | 5 |
| Temperatura superficiale neve (°C) | - 7 | - 1 | |
| Caratteristiche strato superficiale | Neve asciutta, strato a debole coesione | Neve asciutta, strato a debole coesione | Neve asciutta, strato a debole coesione |
| Rugosità superficiale | Strato liscio | Strato liscio | Strato liscio |
| Brina di superficie | Assente | Assente | Assente |
| Valanghe osservate | Nessuna | Nessuna | Nessuna |
| Spessore strato (cm) | 7 | | |
| Contenuto in acqua liquida | Asciutta | Asciutta | Asciutta |
| Forma dei grani | Particelle di precipitazione/neve pallotolare | Particelle di precipitazione/neve pallotolare | Particelle di precipitazione |
| Dimensione dei grani (mm) | 0,5 | 2/3 | 1 |
| Test della mano | Pugno | Pugno | Pugno |
| PH | 7,47 | 6,66 | 6,42 |
| Conducibilità elettrica (°S/cm) | 8,34 | 3,79 | 5,36 |
| Prelevamento campioni | si | si | si |

Fig. 14
Fig. 15

Cartografia generale dell'area con la localizzazione dei campi e dei siti di campionamento (immagine GIS)



tri ambientali riportati nella tabella di figura 6 e rilevati in sito con strumentazione elettronica (pHmetro, conduttimetro e contatore Geiger-Muller), risultano dati interessanti relativamente alla qualità ambientale del sito in studio, in quanto la presenza nella neve di elementi e composti caratterizzati da conducibilità elettrochimica, acidità e radioattività, anche se in gradi diversi, non è del tutto trascurabile. In altri termini si è avuta ancora una volta la conferma di come la condizione di "sito remoto himalayano", ancorché interessante per il rilievo di dati significativi per gli studi a scala globale, non corrisponda più ad una privilegiata situazione di "non contaminazione".

Il profilo del manto nevoso di Colle Nord riguarda solo la porzione più superficiale degli accumuli sul ghiacciaio. Le condizioni di isotermità sono legate principalmente all'irraggiamento e alla relativamente elevata temperatura, dovuta alla bella giornata, e non hanno ancora completamente obliterato l'originaria stratigrafia della neve che mette in evidenza una crosta di fusione e rigelo, brinata nella parte più superficiale e sepolta da un'ultima nevicata, anch'essa in incipiente metamorfismo da gradiente medio. Date le difficili condizioni logistiche e di lavoro non sono state effettuate misure ambientali in sito, in quanto gli sforzi sono stati concentrati sul campionamento della neve per le analisi di laboratorio, da effettuare al ritorno in Italia.

IL CROLLO DEL SERACCO DEL MONTE CHANGTZE

L'itinerario che conduce dal Campo Base al Campo Intermedio e, di seguito, al Campo Base Avanzato, segue inizialmente il

fondo del vallo che si interpone tra versante montuoso destro e fianco destro del Ghiacciaio di *Rongbuk*, sovrastato da una spettacolare sequenza di piramidi d'erosione in progressivo disfacimento. Una volta raggiunto il vallone del Ghiacciaio Orientale di *Rongbuk*, il sentiero serpeggia dapprima tra accumuli di frana a grandi blocchi, anche di recente messa in posto (visibili in prossimità dell'originario Campo Intermedio), quindi si porta sul versante sinistro, previo attraversamento del ghiacciaio, totalmente ricoperto di detriti.

È in questo tratto del sentiero che incombe un grande seracco pensile e strapiombante, alloggiato lungo la dorsale che si dirama dal Changzheng Peak (6977 m) in direzione circa NNW.

Nel periodo 1-2 maggio 2004 sono state documentate due valanghe di ghiaccio che si sono propagate lungo il versante, con percorso chilometrico, sino ad intercettare il sentiero, come già accaduto l'anno precedente (informazione T. Bellò).

Nella figura 16 sono riportate due foto scattate a distanza di 3 soli giorni (5 ed 8 maggio 2004), che mostrano come l'area di distacco passi da una condizione di attività, riscontrabile nello scaricamento di neve e ghiaccio in corrispondenza del colatoio centrale del seracco, ad una situazione di quiescenza, suscettibile però di ulteriori e non determinabili fasi parossistiche. Da notare, inoltre, come il continuo passaggio di alpinisti e squadre di portatori per i rifornimenti ai campi superiori vadano a determinare una vulnerabilità non certo trascurabile.

E' infine importante notare come sembri palesarsi una relazione tra le condizioni meteorologiche e, almeno, l'insorgere dell'insieme dei fenomeni che hanno portato al

crollo del seracco; nei grafici delle figure 3 e 4 è infatti evidenziato il momento (ricostruito sulla base delle testimonianze degli alpinisti) del distacco che sembra in coincidenza con un repentino aumento della temperatura, in presenza, anche, di una notevole attività eolica.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI E PROSPETTIVE

I profili del manto nevoso di alta ed altissima quota dell'Everest evidenziano, ancora, un metamorfismo da elevato gradiente in stato di incipiente fusione (la neve al suolo all'ABC fonderà completamente nell'arco di una settimana, mentre al Colle Nord non sono state fatte ulteriori successive osservazioni). Gli accumuli sono risultati condizionati principalmente dall'azione del vento e dalle basse temperature durante la deposizione e nelle ore immediatamente successive: lo spessore di neve al suolo esaminato al Campo Base Avanzato sembra quindi essere il risultato della sovrapposizione di più strati ad alta resistenza (lastroni da vento) su strati inferiori a debole coesione (cristalli sfaccettati o brina sepolta), comprensivi di episodi di fusione e rigelo, sepolto e portante nel caso di Colle Nord e superficiale, non portante, nel caso del Campo Base Avanzato.

Gli spessori di neve fresca risultano modesti e in linea con gli andamenti meteorologici del pre-monsoone, caratterizzati da precipitazioni poco consistenti e condizionate dall'azione del vento, sia nella fase di deposizione che di successiva asportazione. Anche se modesti, gli spessori di neve risultano, però, fortemente favorevoli all'innescarsi di valanghe (Pecci, 2005; in stampa), sia a causa delle carat-



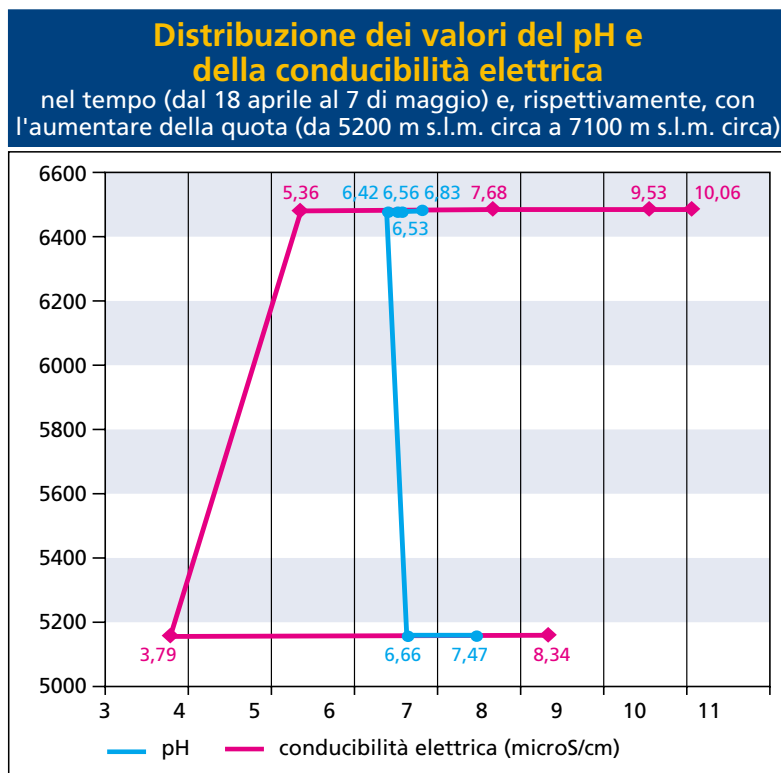
teristiche meccaniche (si veda il profilo del manto nevoso di fig. 7), sia della forte energia del rilievo tipica dell'alta montagna himalayana.

Dal punto di vista ambientale gli spessori di neve mostrano bassissimi valori di radioattività ambientale, confrontabile o addirittura minore di quella rilevata nell'aria. I valori del pH e della

Fig. 16 - Confronto tra due fotografie del seracco in studio, scattate a distanza di 3 soli giorni (5 ed 8 maggio 2004).



Fig. 17



conducibilità mostrano nel tempo (dal 18 aprile al 7 di maggio) e con l'aumentare della quota (da 5200 m s.l.m. circa a 7100 m s.l.m. circa), una tendenza ad un minimo acido, corrispondente ad un minimo in contenuto ionico

(figura 17). Tale minimo è stato rilevato in corrispondenza del Campo Base Avanzato, intorno alla prima decade di maggio, ben evidenziando la massima concentrazione di spedizioni e di attività antropiche per quella

fascia altitudinale, che viene registrata con un segnale molto chiaro delle caratteristiche chimiche rilevabili *in situ* e nell'intero spessore della neve presente al suolo. I valori di pH e conducibilità rilevati nella stagione pre-Monsonica sono probabilmente riconducibili ai processi di neutralizzazione dell'acidità presente in atmosfera da parte del carbonato di calcio presente nelle polveri trasportate sia dalle regioni aride del Tibet e dell'Asia centrale, sia provenienti da sorgenti locali in corrispondenza di rocce carbonatiche o di depositi glaciali (Jenkins *et al.*, 1987).

Per quanto riguarda la frequentazione dei luoghi, la presenza prolungata di centinaia di persone, cui va aggiunto l'ormai considerevole numero di turisti in arrivo con mezzi fuoristrada, minaccia l'integrità di un'area e di un ecosistema estremamente fragili. Se da una parte l'accresciuto grado di educazione dei

singoli e gli accorgimenti adottati per limitare gli inevitabili danni ambientali lasciano sperare, con moderato ottimismo, uno sviluppo responsabile e controllato del turismo in altitudine estrema, ancora carente, ad opinione di chi scrive, è invece la consapevolezza dei rischi naturali a cui si espongono quanti risalgono la Valle di *Rongbuk* sino al Campo Base e ai campi superiori (almeno fino al Campo Base Avanzato), lungo un itinerario che è elementare dal punto di vista alpinistico, ma non scevro da pericoli oggettivi, attendibili in caso di maltempo (frane, valanghe), ma a volte inaspettati e improvvisi, come i crolli di ghiaccio.

Ringraziamenti

Le attività di ricerca sono state svolte con il contributo dell'IMONT (ex INRM), che ha finanziato l'attività scientifica nivologica e glaciologica della spedizione "K2 2004 -50 anni dopo", con il coordinamento scientifico del prof. Claudio Smiraglia, che si ringrazia. Un ringraziamento particolare a Paola Teti (CNR-IRSA), per il supporto nelle analisi in situ di pH e di conducibilità elettrica, ed ai colleghi Antonella Balerna ed Enrico Bernieri dell'INFN.

Bibliografia

- Balerna A., Bernieri E., Pecci M., Polesello S., Smiraglia C., Valsecchi S. (2003) - Chemical and radio-chemical composition of fresh-snow samples from northern slopes of Himalayas (Cho-Oyu range, Tibet), *Atmos. Environ.* 37, 1573-1581.
- Kang S., Qin D., Mayewski & S. B. Sneed. (2002a) - Chemical composition of fresh snow on Xixabangma peak, central Himalayas, during the summer monsoon season. *Journal of Glaciology*, 48; 337-339
- Kang S., Mayewski P.A., Qin D., Yan Y., Hou S., Zhang D., Ren J. & Kreutz. K. (2002b) - Glacio-chemical records from a Mt. Everest ice core; relationship to atmospheric circulation over Asia. *Atmos. Environ.* 36; 3351-3361
- Jenkins M. D., Driver J. I., Reider R. G., & Buchanan T. (1987) - Chemical composition of fresh snow on Mount Everest. *Journal Geophysical Research*, 92; 10999-11002
- Ludeke C. (1983) - Himalayan Meteorology. In: Himalaya Conference '83. March 23 - 25. DAV Berg- und Skischule GmbH - Deutsche Himalaya-Stiftung. Munich.
- Mortara G., Chiarle M. (1999) - Esempi di rimodellamento di apparati morenici nell'arco alpino italiano. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, V, 41-54.
- Pecci, M. (2000) - Ricerche nivologiche in Himalaya. *Neve e Valanghe*, 41, dicembre 2000, 22-29. Trento.
- Pecci M. (2005) - In situ surveys and researches on the snow cover in high altitude: case studies in Italian and Himalayan mountain ranges. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.* VII (2005), 253-260, 8 figg.
- Poretti G., Mandler R. & Lipizer M. (in stampa) - La stazione GPS permanente al Laboratorio Piramide. *Il Veltro - rivista della civiltà italiana*, Roma.
- Poretti G., Mandler R. & Lipizer M. (in stampa) - L'altezza delle montagne. *Il Veltro - rivista della civiltà italiana*. Roma.
- Rao Y. P. (1981) - The climate of the Indian subcontinent. *World Survey of Climatology*, 9, 67-182. Elsevier, Amsterdam
- Schweizer J. & Wiesinger T. (2002) - L'interpretazione del profilo stratigrafico. *Neve e Valanghe*, 47, Dicembre 2002, 28 - 35, Trento.
- Smiraglia C. (1986) - Variazione dell'ablazione differenziale sul Ghiacciaio Baltoro (Karakorum, Pakistan) e morfologia derivante: nota preliminare. *Atti Acc. Lincei Rend. Fis.*, s. VIII, LXXX, 18-25.
- Stravisi F., Verza G. P. & Tartari G. (1998) - Meteorology and climatology at high altitude in Himalaya. In: Baudo r., Tartari G., & Munawar M. (Eds), *Top of the World Environmental research: Mount Everest-Himalayan Ecosystem*. Backhuys Publishers, Leiden. *Ecovision World Monograph Series*, 101-122.
- Valsecchi S., Smiraglia C., Tartari G. & Polesello S. (1999) - Chemical composition of Monsoon deposition in the Everest region. *Science of the Total Environment*. 226; 187-199
- Wake C.P., Dibb J.E. & Mayewski P.A. (1994) - The chemical composition of aerosols over the eastern Himalayas and Tibetan plateau during low dust periods. *Atmos. Environ.*, 28; 695-704

PREMIO

PAOLO VALENTINI

edizione 2006

L'AINEVA - Associazione interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla neve e alle valanghe, in memoria dell'ing. Paolo Valentini, attivo collaboratore sin dalla fondazione, istituisce il Premio "Paolo Valentini" edizione 2006 a favore di studi, tesi di laurea e altre iniziative inerenti alle problematiche oggetto dell'attività dell'Associazione, quale si vince dall'articolo 3 dello Statuto.

ART. 1

Il Comitato Tecnico Direttivo dell'AINEVA nomina un'apposita Commissione giudicatrice che provvede ad esaminare le proposte pervenute e a stilare una graduatoria delle iniziative partecipanti.

ART. 2

Sarà premiato il lavoro giudicato di maggior interesse o l'iniziativa giudicata più meritevole, con l'assegnazione di un importo di 2.500,00 euro. A giudizio della Commissione preposta, il premio potrà essere diviso tra più lavori o iniziative.

ART. 3

I lavori partecipanti al concorso dovranno essere depositati presso la Segreteria dell'AINEVA non oltre il termine del 31 dicembre 2006; copia dei lavori sarà trattenuta presso la Segreteria. Eventuali altre iniziative benemerite sviluppate durante l'anno potranno essere segnalate all'AINEVA entro la stessa data. La premiazione avverrà in occasione di una specifica cerimonia che si svolgerà presso la Sede AINEVA in Trento.

ART. 4

Sulla rivista "NEVE E VALANGHE", organo ufficiale dell'Associazione, potranno essere pubblicati estratti del lavoro premiato, come pure, se ritenuti meritevoli, di tutti quelli partecipanti al concorso.

Art. 3 delle STATUTO AINEVA

L'Associazione si propone di garantire il coordinamento delle azioni e delle iniziative che gli Enti associati svolgono in materia di prevenzione e studi inerenti alla neve e alle valanghe. Essa, in particolare, ha lo scopo di:

- a) promuovere lo scambio di informazioni, notizie, dati concernenti la neve e le valanghe;
- b) favorire l'adozione di mezzi e strumenti di informazione uniformi, anche nel campo del trattamento elettronico dei dati;
- c) promuovere la sperimentazione di mezzi ed attrezzature nello specifico settore;
- d) curare e diffondere pubblicazioni sulle materie oggetto di studi;
- e) curare l'aggiornamento e l'informazione dei tecnici del settore.