

N° 4  
2009

Rivista bimestrale - anno 13 - Numero 4/09 - Speed, in abb. postale 70% - Filiale di Roma

# GEO MEDIA

Speciale H<sub>2</sub>O

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente

► **ISMAR-CNR: un approccio a lungo termine  
per la comprensione dei cambiamenti climatici**

► **Uso sostenibile delle risorse idriche con  
dati telerilevati e software Open Source**

► **Modelli 1D/2D su base Lidar  
del bacino del fiume Ofanto**

► **L'Istituto Idrografico  
della Marina affronta il futuro**

► **Hinarche 2008: un rilievo  
sul tetto del mondo**



# Hinarche 2008: una spedizione scientifica su un ghiacciaio remoto



di Marco Belò e Claudia Elena Mihalcea

Ancora rilievi, questa volta in alta montagna. Nel 2008 una spedizione scientifica italiana è salita fino al ghiacciaio Hinarche, sul Karakorum, in Pakistan. Con l'ausilio di ricevitori GPS geodetici, un team di studiosi ha effettuato accurati rilievi allo scopo di identificare le caratteristiche del ghiacciaio, principale fonte d'acqua per le popolazioni che risiedono a valle. Scopo della missione è anche quello di fornire ai tecnici del luogo il know how necessario per dare continuità a [questo tipo di rilievi](#).

Nell'ambito del *Progetto HKKH Partnership* (finalizzato al monitoraggio delle risorse naturali per lo sviluppo sostenibile e per la conservazione ambientale nell'Hindu Kush, Karakorum e Himalaya e sostenuto dalla *World Conservation Union-IUCN* con la partnership del Comitato Ev-K2-CNR) si è svolta nel luglio-agosto 2008 una missione di studio in Pakistan, per l'esattezza presso il ghiacciaio Hinarche nella Valle di Bagrot, poco lontano da Gilgit (Karakorum) ed ai piedi del Rakaposhi (7.788m - figura 1).

Gli aspetti glaciologici del progetto, coordinati dal prof. Claudio Smiraglia, hanno visto lavorare sul campo un team di ricerca italo-tedesco supportato anche da un gruppo di ricercatori locali appartenenti al *Directorate of Tourism & Environment* di Gilgit ed al Pakistan *Meteorological Department* di Islamabad.

## Inquadramento area di studio

La valle di Bagrot (situata 20km a Nord-Est rispetto all'abitato di Gilgit - 36°01'N/74°35'E) è nota alla comunità scientifica occidentale a partire dalle esplorazioni di Sir Martin Conway, quando con la sua squadra di ricercatori cercò di individuare un passaggio verso la regione di Nagar nel 1982. La valle racchiude

in sé quegli aspetti tanto affascinanti quanto misteriosi comuni a molte altre valli del Karakorum. Risulta infatti difficile credere che, dopo due ore di viaggio in fuoristrada, lungo strade faticosamente disegnate su ghiaioni e pietraie aride, sia possibile raggiungere delle oasi verdeggianti e ricche d'acqua dove l'uomo è stato capace di insediare delle comunità basate sull'agricoltura e la pastorizia. Una risposta a come questo sia stato possibile in effetti esiste.

Sollestando lo sguardo sugli scoscesi versanti della valle di Bagrot, è infatti possibile osservare una fitta rete di piccoli canali che scorrono a mezzacosta lungo le montagne: realizzazioni eseguite dalle comunità locali che dimostrano un innato talento volto alla capacità di sapersi adattare in ambienti del genere, traendo il massimo vantaggio da ciò che la natura di quel posto è in grado di offrire. Ed è altrettanto incredibile pensare allo sforzo profuso da queste comunità per la realizzazione e per il mantenimento di tali opere.

Le motivazioni che hanno spinto le popolazioni locali ad impegnarsi in tali realizzazioni va senza dubbio ricercata



Figura 1 - Area di studio e ubicazione delle paline ablatometriche. In verde il sito di installazione della stazione master GPS locale.

nell'istinto alla sopravvivenza proprio dell'uomo. L'acqua trasportata dai canali è fonte di vita, ed è anche il motore che sostiene parte delle economie locali. Il colpo d'occhio addentrandosi nella valle è di notevole effetto: si aprono distese di campi principalmente di frumento e coltivazioni di albicocche aggrappate su entrambi i versanti della valle. La risorsa idrica che ha reso possibile tutto questo è da ricercarsi nei ghiacciai abbarbicati sulla testata della valle e nelle valli tributarie, le cui acque di fusione sono linfa vitale per la sopravvivenza delle comunità.

### Obiettivo e campagne di misura

L'obiettivo della spedizione dell'estate 2008 era lo studio delle principali caratteristiche di uno dei ghiacciai più importanti della valle di Bagrot, l'Hinarche. Si tratta di un ghiacciaio *debris-covered* (coperto di detrito, o *ghiacciaio nero*) di tipo vallivo, lungo circa 15km. La sua fronte, suddivisa in 2 lobi, si affaccia sulla valle di Bagrot nei pressi dell'abitato di Bulche, da dove carovane di asini ogni giorno partono per andare a prelevare blocchi di ghiaccio da vendere nei villaggi più a valle.

A partire dalla fronte, dopo circa 10 km di andamento pianeggiante e rettilineo, il ghiacciaio piega decisamente in direzione Ovest, dove una rampa di ghiaccio tanto tormentata quanto ripida conduce alle pendici orientali di una delle cime più ambite della regione di Hunza, il Rakaposhi. Durante la spedizione 2008 è stato raccolto un complesso di dati sulla topografia, la dinamica glaciale e la meteorologia, al fine di quantificare e descrivere l'evoluzione del ghiacciaio durante gli ultimi decenni.

Di particolare importanza è stata la valutazione dei tassi di *ablazione* (scioglimento del ghiaccio) in funzione dello spessore detritico, non solo come tema di notevole interesse scientifico, ma anche come tema applicato alla gestione delle risorse idriche; come infatti abbiamo avuto modo di vedere, dal sistema glaciale dell'Hinarche deriva buona parte delle risorse idriche utilizzate nella valle di Bagrot durante la stagione secca. La quantificazione dell'ablazione glaciale e degli scambi energetici in relazione ai diversi tipi di clima sono quindi molto importanti nella previsione dei deflussi fluviali.



Figura 3 - La stazione master GPS presso la morena (a sinistra) e la stazione meteo automatica installata sul ghiacciaio Hinarche.

Le misure di terreno effettuate sono state supportate da una stazione master GPS locale installata sulla morena di accesso al ghiacciaio. In particolare, la stazione installata su treppiede ed alimentata da pannelli solari è stata calcolata mediante l'impiego del servizio *Auto Gipsy* (<http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/>), sfruttando quattro giorni di osservazioni grezze effettuate nella memoria del ricevitore Trimble 5700 impiegato. Sul sito, debitamente monografato, è stato collocato un chiodo topografico per permettere la ripetibilità di future campagne di misura

e l'auspicio è che i ricercatori delle università locali coinvolte possano continuare ad eseguire rilievi del genere, fornendo così un importante contributo al database del WGMS (*World Glacier Monitoring Center*).

Nella zona centrale del ghiacciaio e nel bacino di ablazione dello stesso, caratterizzato da spessori detritici oscillanti tra 0 e 40cm, sono state installate 20 paline ablatometriche in bamboo. Le paline sono state distribuite sul ghiacciaio lungo un profilo longitudinale principale (con andatura N-S) e tre trasversali (andatura prevalentemente O-E), da 2.731m a 3.198m sul livello del mare. Presso le paline è stato possibile misurare il tasso di ablazione, (con valori massimi misurati presso la palina 11 di circa 11cm/giorno e minimi presso la palina 20 di 2,5cm/giorno); le paline erano caratterizzate da una copertura detritica del ghiaccio di circa 1cm e 38cm rispettivamente. Questi due esempi confermano quanto noto in letteratura, indicando cioè l'esistenza di un valore di spessore minimo di detrito sopragliaciale al di sotto del quale l'azione di fusione viene amplificata (*minore albedo*). Al di sopra di questo valore, il detrito si comporta come una coperta isolante, in grado di proteggere il ghiaccio sottostante dall'irraggiamento solare.

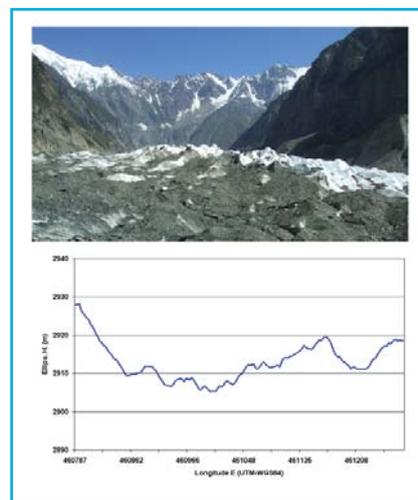


Figura 4 Il profilo ottenuto dall'elaborazione del rilievo cinematico. Si nota l'evidente complessità della superficie glaciale.

Le paline ablatometriche installate sulla superficie del ghiacciaio sono state utilizzate anche come caposaldi di misura per la velocità di flusso glaciale. In due sessioni di misura statiche intervallate tra loro, si sono calcolate le posizioni delle 20 paline. I dati registrati dal ricevitore Trimble 5700, sono stati *post-processati* con i dati della stazione master GPS locale.

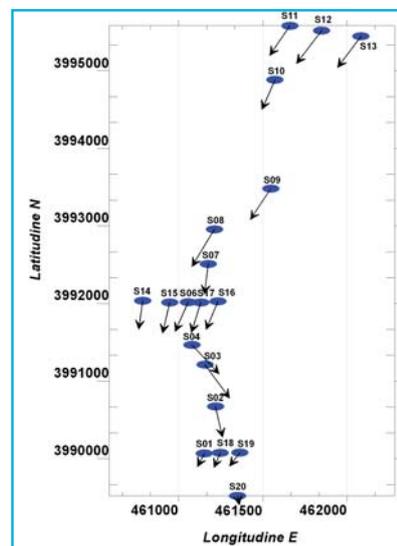


Figura 5 - Grafico rappresentante la distribuzione della velocità per il ghiacciaio Hinarche. I dati sono stati ricavati dall'elaborazione di osservazioni GPS statiche.

I valori di velocità calcolati ed estrapolati per un intero anno variano dai 50 m/anno (palina 20) ai 190 m/anno presso la palina numero 8, installata nella porzione centrale della lingua glaciale. Le velocità medie annue dovrebbero essere significativamente più basse, considerando la mancanza di acque di fusione durante la stagione invernale. I dati indicano la presenza di un forte gradiente delle velocità, specialmente nella porzione meno elevata del ghiacciaio, dove i valori di velocità crollano del 30% in circa 600m spostandosi verso valle. Questo valore conferma un comportamento passivo (privo di dinamicità) della fronte dell'apparato, comportamento questo molto comune per i ghiacciai coperti da detriti.

Nella parte alta della rete di paline installata sul ghiacciaio le velocità sono abbastanza simili (120-130m/anno circa). Presso il profilo trasversale, misurato in modalità cinematica continua post-processata, si è verificata l'assenza di un gradiente trasversale di velocità, indicando il forte contributo dello scivolamento basale al trasporto della massa di ghiaccio, specialmente nella stagione estiva. Va infatti ribadito il concetto che le misure sono state eseguite nel pieno della stagione di ablazione, quando è abbondante la quantità di acque di fusione nell'interfaccia ghiaccio-bedrock, e lo scivolamento basale rappresenta la componente principale della velocità del flusso glaciale.



**Figura 6 - Misura GPS della posizione di una palina. I dati verranno impiegati per il calcolo della velocità del flusso glaciale.**

Al fine di studiare anche la complessità superficiale del ghiacciaio, si sono eseguiti dei profili ottenuti da GPS. In particolare, in modalità cinematica continua post-processata si sono ricostruiti i profili presso le tre sezioni trasversali (nell'immagine il profilo presso la sezione trasversale – paline 15-17). La presenza dei detriti e la loro non omogenea distribuzione dovuta anche a episodi di ablazione differenziale porta alla formazione di dossi di ghiaccio e di vere e proprie vele affilate che, prive di copertura

detritica e sotto l'azione dell'irraggiamento solare sono destinate a scomparire nel giro di poche settimane.

### Conclusioni

Le indagini condotte sul terreno durante la spedizione scientifica hanno reso possibile la definizione delle principali caratteristiche del ghiacciaio Hinarche.

L'elaborazione dei dati di terreno ottenuti, estrapolati mediante immagini da satellite a tutta la Valle di Bagrot, hanno reso possibile la realizzazione di un modello di ablazione sulla lingua del ghiacciaio Hinarche. La buona copertura di dati inerenti la distribuzione del detrito abbinata ai dati di ablazione raccolti sul terreno ed ai dati meteo registrati presso la stazione meteo installata sul ghiacciaio permetteranno la realizzazione di un modulo in grado di calcolare la distribuzione dell'ablazione sul ghiacciaio in risposta alle differenti condizioni climatiche. Sarà quindi possibile predisporre un modello del deflusso derivante da tutti i ghiacciai dell'area durante la stagione di fusione, un'informazione di notevole importanza per la pianificazione in campo agricolo e lo sviluppo delle infrastrutture. **G**

### Abstract

#### Hinarche 2008: a scientific expedition on a far glacier

In summer 2008 an Italian Scientific expedition performed a detailed glaciological survey of the Hinarche Glacier, Karakoram, Pakistan. The goal of the expedition was the characterization of the features of one of the main glacier of the Bagrot Valley.

Glacier melting water represents one of the main resources of Pakistan Northern Area communities. The melting water flowing in the steep irrigation channels is the driving element supporting local economies, mainly based on agriculture and farming. Evaluating the availability of water resource is one of the difficult tasks covered by glaciology. In the Bagrot valley a team of researchers performed a dense campaign of glaciological measurements to identify the main morphological aspects of the Hinarche Glacier. The study requested the use in field of geodetic GPS receivers. Furthermore, the field activity trained local researchers which will give continuity to these monitoring campaigns, who in turn will update data sets from these areas which form part of the WGMS (World Glacier Monitoring Service) database.

### Autori

MARCO BELÒ - Trimble Italia Srl – Centro Torri Bianche, Palazzo Larice 3, 20059 Vimercate (Milano), Università degli Studi di Milano, Dipartimento A. Desio, via Mangiagalli 34, Milano  
MARCO\_BELÒ@TRIMBLE.COM

CLAUDIA ELENA MIHALCEA - Università degli Studi di Milano, Dipartimento A. Desio, via Mangiagalli 34, Milano

# Style Sheets: Risparmiatevi un viaggio non necessario sul sito di lavoro.

*I moderni software da campagna ci offrono una notevole capacità di calcolo mai vista prima. Con la potenzialità degli Style Sheet a portata di mano, abbiamo la garanzia di un lavoro ben fatto, prima di abbandonare il sito.*

La funzione Style Sheet di Trimble® Survey Controller™ fornisce al topografo una flessibilità mai vista prima che tra le altre cose gli permetterà di:

- Generare report specifici richiesti dal committente direttamente in campagna
- Trasferire report specifici direttamente dai controller Trimble
- Eseguire calcoli complessi durante e dopo il rilievo

In questo numero di SurveySense, focalizzeremo l'attenzione su di un'applicazione dove è richiesto il controllo della qualità delle misure: Check Shots.

## La Sfida

Persino il topografo più scrupoloso di tanto in tanto dimentica di verificare la bontà delle misure fatte in campagna. Rientrati in ufficio, arriva la brutta notizia: bisogna tornare sul terreno.

## Lavorando con Stile

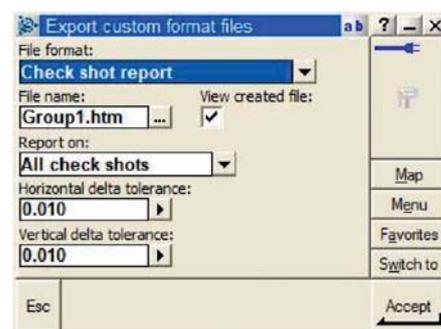
Lavorando in campagna con Trimble Survey Controller e impiegando la funzione di verifica delle osservazioni (check shots) è possibile visualizzare i delta relativi ad ogni misura di controllo memorizzata. A fine lavoro, per una



verifica finale del lavoro svolto, è possibile utilizzare lo Style Sheet preconfigurato "Check Shot Report" per generare un report finale di tutte le misure di controllo effettuate. Se le misure di controllo eccedono dai valori di tolleranza, le osservazioni verranno evidenziate col colore rosso.

- 1) Dal menù principale Trimble Survey Controller, selezionare Files>Import/Export...> Esporta File di Formato Personalizzato
- 2) Selezionare Check Shot Report
- 3) Selezionare i nomi dei punti del file da controllare
- 4) Impostare le tolleranze
- 5) Accettare

Se attiverete la funzione di visualizzazione automatica del file, il report verrà generato (e archiviato nel database) e visualizzato automaticamente a schermo – pronto per l'esportazione o l'invio via mail in ufficio.



## Risorse

Decine di Style Sheet preconfigurati per il software Trimble Survey Controller sono già disponibili sul sito Trimble. Iniziate a lavorare oggi con gli Style Sheet, potreste risparmiarvi un bel po' di lavoro inutile

[www.trimble.com/stylesheet](http://www.trimble.com/stylesheet)

### EFFICIENZA AL LAVORO

Sino a poco tempo fa, l'unico modo per preparare un report delle attività di terreno non si discostava di molto dagli step seguenti:

**Vecchio metodo:** Field Software>Software da ufficio > Esportazione > Formattazione > Invio al committente

Per molte attività di questo tipo, oggi la procedura è molto più semplice con Trimble Survey Controller.

**Nuovo metodo:** Field Software>Invio al committente