

Titolo della tesi: Un anno di immagini SAR Sentinel 1-A per la valutazione del campo di velocità del ghiacciaio Biafo

Tipo di Laurea: Laurea Triennale In Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea: Ottobre-Novembre

Anno accademico: 2014/2015

Nome Candidato: Andrea Camplani

Matricola: 1550107

Relatore: Mattia Giovanni Crespi

Correlatore: Andrea Nascetti

SSD Relatore: ICAR/06

Lo scopo di questo lavoro è lo sviluppo e l'analisi di un metodo di misurazione del campo di velocità superficiale dei ghiacciai tramite le immagini SAR acquisite con il satellite Sentinel 1-A.

I ghiacciai sono grandi masse di ghiaccio derivanti dalla compattazione e ricristallizzazione della neve meteorica, presenti alle alte latitudini o in alta quota. Una caratteristica fondamentale del ghiacciaio è quella di essere una massa in costante movimento; infatti, a causa della forza di gravità il ghiacciaio si muove dai punti a maggiore quota ai punti a minore quota. La misura della velocità può avvenire sia con metodi diretti sia con il telerilevamento. La misurazione diretta è ricavata posizionando sulla superficie del ghiacciaio una serie di indicatori e misurandone lo spostamento rispetto ad un riferimento esterno: questo metodo, pur essendo preciso, richiede costose spedizioni *in situ* e fornisce dati relativi solo alle zone indagate ed al periodo in cui si è svolta la campagna di misurazione. Con il telerilevamento si ottengono misure che, anche se sono meno precise, coprono, se non tutta, una vasta parte della superficie del ghiacciaio e sono frequenti nel tempo; tutto questo senza che ci sia necessità di una spedizione sul luogo. In particolare, il telerilevamento SAR permette di ottenere misure con frequenza costante nel tempo, poiché l'acquisizione dell'immagine avviene a tutte le ore del giorno e non è influenzata dalle condizioni meteorologiche.

Nell'ambito di questa ricerca abbiamo utilizzato le immagini acquisite dal sensore SAR Sentinel 1-A. Il satellite Sentinel 1-A è stato finanziato dal programma Copernicus, un'iniziativa dell'Unione Europea che ha il fine di rendere indipendente l'Europa nell'ambito del monitoraggio ambientale. All'interno del progetto è previsto il lancio in orbita di sei costellazioni di satelliti per l'acquisizione di dati entro il 2020 e Sentinel 1-A è il primo satellite della prima costellazione. Viaggia ad una quota di 700 km ed ha un *revisiting time* di 12 giorni.

La prima fase di questo progetto è consistita nel definire un set di immagini: sono state scelte 11 immagini che ricoprono il periodo di tempo che va dall' 8 ottobre 2014 al 9 settembre 2015 con un intervallo tra le immagini di 24 o 36 giorni e si è scelto di utilizzare le immagini in formato *Ground Range Delected*, che non conservano l'informazione di fase. Una volta scaricate gratuitamente dal sito dell'Agenzia Spaziale Europea, le immagini sono state coregistrate, ossia sono stati eliminati eventuali spostamenti traslazionali o rotazionali tra queste in modo da renderle sovrapponibili. A questo punto si è valutato il campo di velocità superficiale dei ghiacciai tramite la tecnica del *template matching*. Ciò è stato possibile grazie al software CIAS, un software che si basa su un algoritmo di cross-correlazione normalizzato.

Questo procedimento è stato applicato al ghiacciaio Biafo, che si trova sulla catena del Karakoram. Il Biafo, a differenza degli altri ghiacciai della zona, è un ghiacciaio alimentato più da neve meteorica che dalle valanghe provenienti dalle valli laterali: per questo è ricoperto uniformemente di neve quasi tutto l'anno. L'analisi ha compreso anche altri due ghiacciai della zona, il Chogo e l'Hispar.

I risultati ottenuti sul Biafo non sono robusti. Ciò è dovuto al fatto che il *template matching* non riesce ad individuare i movimenti su superfici troppo uniformi, come quella del Biafo. I risultati, al contrario, sono stati buoni nell'ultima zona del ghiacciaio Hispar fino a marzo e sul ghiacciaio Chogo in tutto il periodo, ad eccezione della coppia gennaio-marzo. In questo caso ci sono stati problemi di coregistrazione.

Nonostante i problemi evidenziati, il metodo utilizzato in questo progetto non è da abbandonare, poiché in questo modo si possono ottenere dati su tutta la superficie del ghiacciaio con una frequenza ed estensione nel tempo che non si possono ottenere né con il telerilevamento ottico né con le misure dirette. Per migliorare i risultati, si può migliorare il processo di coregistrazione, utilizzare immagini in formato *Single Look Complex* che contengono anche un'informazione relativa alla fase, inserire un'informazione sulla morfologia del ghiacciaio indagato e unire le due fasi del processo in un unico software.