

Candidato: Veronica Coppolaro, matricola 5600118, veronica.coppolaro@stud.unifi.it

Titolo della tesi: Topografia tridimensionale della base della banchisa e relative misure di spessore con un ecoscandaglio a fasci montato su un sottomarino a comando remoto

Relatore: Prof. Francesco Marin, francesco.marin@unifi.it

Correlatore: Dott. Christian Katlein, ckatlein@awi.de

La banchisa gioca un ruolo primario nell'ambito del clima globale, poiché rappresenta l'interfaccia tra oceano e atmosfera, ed è quindi un elemento di grande importanza per il budget energetico di tutto il pianeta. Durante gli ultimi decenni, il cambiamento climatico ha causato un aumento significativo delle temperature determinando un rapido declino della banchisa. Al momento, i modelli climatici non rappresentano bene il ritiro della banchisa, poiché molti dei processi coinvolti non sono ancora pienamente compresi. Ulteriori misure di spessore e di estensione della banchisa sono dunque necessarie per poter capire i processi chiave che ne determinano le trasformazioni sia nel tempo che nello spazio. In questa tesi vengono investigati sia la distribuzione dello spessore che la topografia della base della banchisa di tre aree di studio a nord-est dell'arcipelago delle Svalbard, durante il periodo di congelamento tra settembre e ottobre 2016. In questo progetto pilota vengono condotte misure di spessore della banchisa utilizzando un ecoscandaglio a fasci diretto verso l'alto e montato su un sottomarino a comando remoto per indagini sotto il ghiaccio. I dati raccolti sono processati utilizzando il programma *CARIS Hips*, generalmente utilizzato per misure batimetriche. In questa tesi presento un nuovo flusso di elaborazione dati che ho implementato per misurare lo spessore della banchisa dal basso, utilizzando l'ecoscandaglio a fasci. Tale metodo utilizza i dati raccolti dall'ecoscandaglio e dal sensore di pressione che, insieme a molti altri sensori montati sul sottomarino, permettono di ricavare misure della parte di spessore sommersa della banchisa. Queste possono essere poi convertite in spessore totale utilizzando un modello basato sull'equilibrio isostatico della banchisa. In questo modo si possono produrre immagini tridimensionali della base della banchisa che ne mostrano la morfologia e forniscono una mappa della relativa distribuzione dello spessore. In aggiunta, la risoluzione spaziale e verticale dell'ecoscandaglio a fasci utilizzato in questo progetto pilota sono state calcolate per la prima volta in questo lavoro di tesi. Inoltre, le misure di spessore della banchisa ottenute utilizzando l'ecoscandaglio a fasci sono state confrontate con quelle ottenute utilizzando una sonda a induzione elettromagnetica sulle stesse aree di studio. Infine, il modello *Freezing-degree days* viene presentato e utilizzato per studiare un'eventuale componente di crescita termodinamica della banchisa. La profondità dello strato di neve che copre la banchisa è stata misurata sulle tre aree utilizzando lo strumento *Magna Probe* ed è poi stata tenuta in considerazione nel modello. Tra i risultati di questo lavoro si dimostra che i due metodi utilizzati per la misura dello spessore della banchisa sono in buon accordo, dimostrando così l'efficienza e l'affidabilità del flusso di lavoro implementato. Tra i due strumenti, l'ecoscandaglio risulta avere una migliore risoluzione laterale e una risoluzione verticale che può essere in futuro aumentata sostituendo, per le misure di profondità, l'uso del sensore di pressione con la *CTD* montata sul sottomarino. Una stima della crescita termodinamica dello spessore della banchisa è fortemente ostacolata dalla variabilità spaziale tra le tre aree di studio. Le predizioni del modello sono però consistenti con la formazione di uno spessore di pochi centimetri di banchisa in una regione di mare aperto in un periodo di quattro settimane, come risulta in una delle tre aree. In questa tesi si suggeriscono inoltre miglioramenti alla navigazione del sottomarino e ai metodi di presa dati con l'ecoscandaglio. I metodi presentati possono essere utilizzati in futuro per campagne di studio annuali, necessarie per procurare dati sullo stato della banchisa in inverno, finora molto scarsi. In tali condizioni, l'uso dell'ecoscandaglio, insieme agli altri sensori multidisciplinari montati sul sottomarino permetterebbe una visione completa dell'ambiente al di sotto della banchisa, altrimenti di difficile accesso, contribuendo in tal modo a migliorare i modelli climatici.