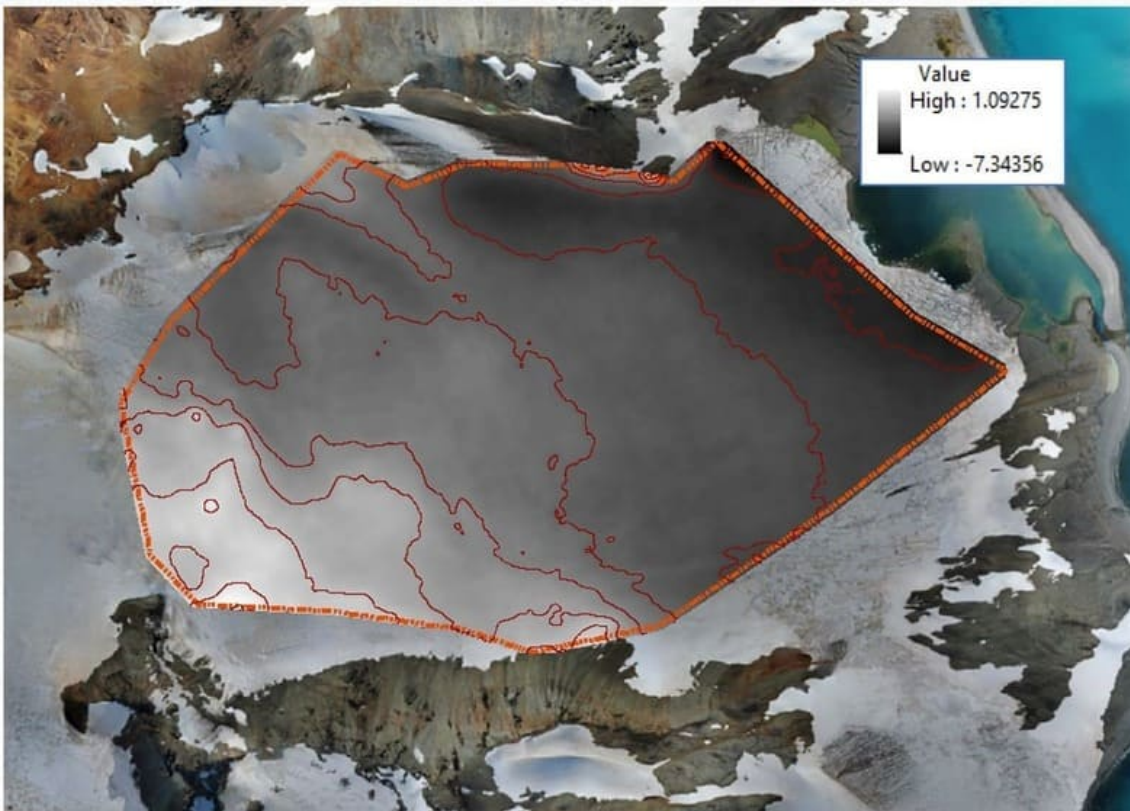


Home > Geo-IT > Modelli digitali per il monitoraggio dei ghiacciai: lo studio del ghiacciaio Znosko...

Geo-IT

Modelli digitali per il monitoraggio dei ghiacciai: lo studio del ghiacciaio Znosko in Antartide

Scritto da: **Redazione** 26 Settembre 2022



L'importanza del progetto di monitoraggio del Ghiacciaio Znosko in Antartide risiede nella possibilità di generare modelli digitali di elevazione (DEM) supportati da una corretta impostazione geodetica, che permettono di ottenere prodotti geospaziali ad alta risoluzione.

A partire dagli anni 90 del secolo scorso, l'IGN – Instituto Geográfico Nacional – del Perù ha aperto intense attività di controllo e monitoraggio in vari ambiti nei territori delle zone antartiche.

Negli ultimi anni, con l'ausilio di recenti strumentazioni geomatiche, ha posto in essere una serie di controlli che hanno interessato alcuni ghiacciai tra i quali il Ghiacciaio Znosko.

Questi input rappresentano il supporto fondamentale per lo studio dell'equilibrio di massa glaciale da parte di istituzioni come ANA (Autoridad Nacional del Agua) e INAIGEN (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña).

La metodologia è la stessa utilizzata da INGEMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) nell'aggiornamento delle cartografie geologiche su terreno scoperto.

Nel corso degli anni 2020-22, sulla scia delle attività condotte in precedenza, sono state portate avanti varie attività di misura ed elaborazione delle osservazioni, anche con il contributo dell'Azienda italiana Noctis, sponsor di varie attività nel settore ambientale.

Le elaborazioni sono state eseguite in un contesto di cooperazione internazionale che vede coinvolti l'IGN (Perù) e la Soc. MEDS BV (Paesi Bassi) sotto la supervisione scientifica del Politecnico di Torino (Italia).

La presente memoria illustra le attività di rilievo finora svolte, le analisi e i risultati conseguiti e le prospettive per le prossime campagne.

L'attività dell'IGN in Antartide

L'Instituto Geográfico Nacional (IGN), organo di governo dell'informazione geospaziale in Perù, nel corso delle varie missioni ha assunto il compito di coordinarsi con le istituzioni partecipanti, fornendo loro un supporto tecnico-cartografico durante lo sviluppo dei progetti di ricerca, con la produzione di carte topografiche nelle zone adiacenti alla Stazione Scientifica denominata Machu Picchu, posta in essere dal governo peruviano.

Le missioni hanno riguardato vari aspetti scientifici, quali tra gli altri:

- fattori ambientali che regolano la distribuzione degli organismi bentonitici;
- campionamento delle carote di ghiaccio per la misura di isotopi ambientali;
- studio delle potenzialità dei licheni antartici come indicatori del cambiamento climatico;
- geomorfologia e valutazione glaciale della Punta Crepín;
- acquisizione e disidratazione di macro-alghe.

Con la incombente minaccia dei cambiamenti climatici, negli ultimi anni i progetti di supporto cartografico sono stati orientati a generare informazioni geospaziali del monte Znosko, su richiesta dei gruppi di ricerca dell'ANA e del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

Il ghiacciaio Znosko

Il ghiacciaio Znosko si trova nelle Isole Shetland meridionali, in territori rivendicati da Argentina, Cile e Regno Unito.



Fig. 1: inquadramento dell'area ($\varphi=62^{\circ} 06' S$, $\lambda= 58^{\circ} 28' W$)

Si trova a una quota media di 22 m sul livello del mare. Il terreno intorno al ghiacciaio è collinare: il punto più alto nelle vicinanze è Admiral Peak, 305 metri sul livello del mare, posto a 1,3 chilometri a sud del ghiacciaio.

L'area è scarsamente popolata: la località abitata più vicina è la stazione Commandante Ferraz, a circa 5 chilometri a Est del ghiacciaio.

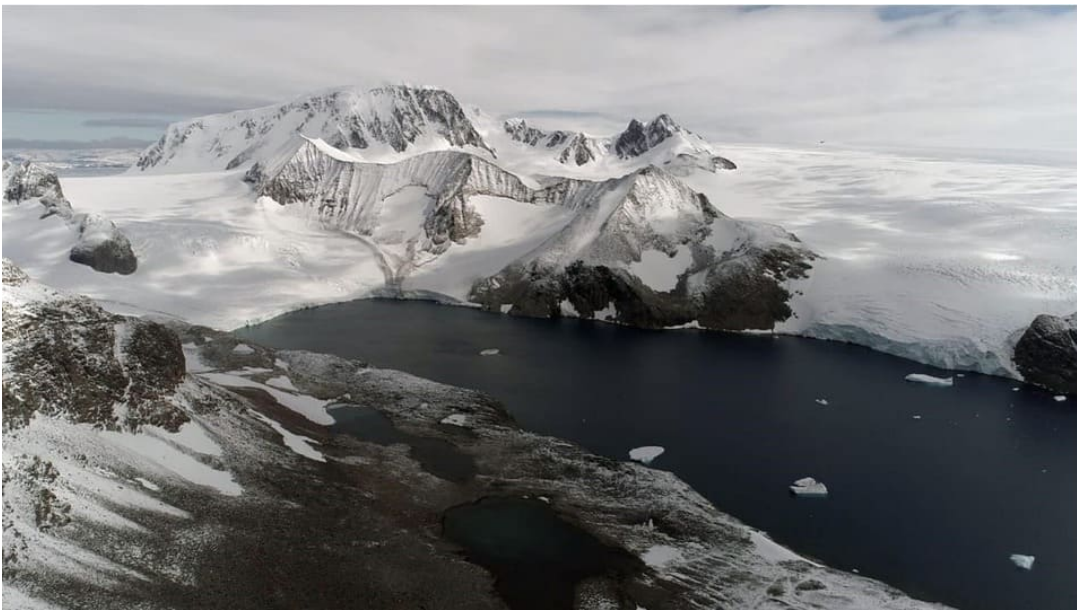


Fig. 2: l'ambiente del Ghiacciaio Znosko. Le missioni XVI, XVII e XXVIII per il monitoraggio del ghiacciaio Znosko.

Sul ghiacciaio è ora disponibile una serie storica che consente di trarre le prime considerazioni.

Sono disponibili le seguenti missioni:

- missione XXVI del gennaio 2019
- missione XXVII del febbraio 2020.
- missione XXVIII del febbraio 2022.

Le attività hanno complessivamente interessato, oltre al ghiacciaio Znosko, anche altre aree nelle quali sono state realizzate riprese fotogrammetriche per la realizzazione di modelli digitali e ortoimmagini (Tabella 1).

Zona	Sup. ha
Znosko	900
Langer	400
Wiracocha	1000
Monte Flora	200
Petrel gigante	135

Tabella 1: Zone di rilievo ed estensioni

Logistica

Il viaggio di andata e di ritorno è stato effettuato con la nave della Marina peruviana Bap Carrasco, che ha la possibilità di viaggiare nelle zone polari ed è la più moderna del suo genere nella regione del Pacifico.

Si tratta di una piattaforma scientifica e logistica che permette al Paese di rispettare gli impegni presi con la Comunità Antartica, con una capacità di 110 persone e un'autonomia di 51 giorni.



Fig 3: la nave Bap Carrasco di fronte alla base di Machu Picchu

La Stazione di Ricerca Antartica "Machu Picchu" (ECAMP), si trova nell'insenatura Mackellar dell'Isola di Re Giorgio, una delle Isole Shetland Meridionali situate all'estremo nord della Penisola Antartica, condividendo l'isola con le Basi di Ferraz del Brasile,

Arctowski della Polonia, Carlini dell'Argentina, Re Sejong della Corea, Artigas dell'Uruguay, Bellingshausen della Russia, Frei del Cile e la Grande Muraglia della Cina.

La Stazione Peruviana è composta da undici moduli: 2 per gli alloggi, 2 per la manutenzione e il deposito dei veicoli e gli altri per la cucina, i rifornimenti, i laboratori, la centrale elettrica, i rifiuti, il rifugio e per una nuova centrale elettrica.

Attualmente è aperto solo durante l'estate australe e può ospitare comodamente 43 persone.

Controllo della stabilità complessiva

Negli ultimi anni è stata impiantata una rete di monitoraggio passivo che interessa 9 punti, tra i quali sono state misurate alcune baseline con misurazioni geodetiche statiche con osservazioni dell'ordine delle 2.5-3 ore ciascuna, utili per valutare la stabilità complessiva della zona e i movimenti tettonici di queste placche.

Dall'esame delle posizioni acquisite, redatte al momento in coordinate UTM SIRGAS-ROU98 zona 21E, emerge un significativo movimento di tutti i punti.

L'interesse ora destato dall'evidenza di questi movimenti suggerisce di ripianificare l'esecuzione delle misure per il prossimo quinquennio, in modo da valutare con maggiore accuratezza quanto rilevato, con trasposizione delle coordinate nel sistema di riferimento mondiale globale IGS14.

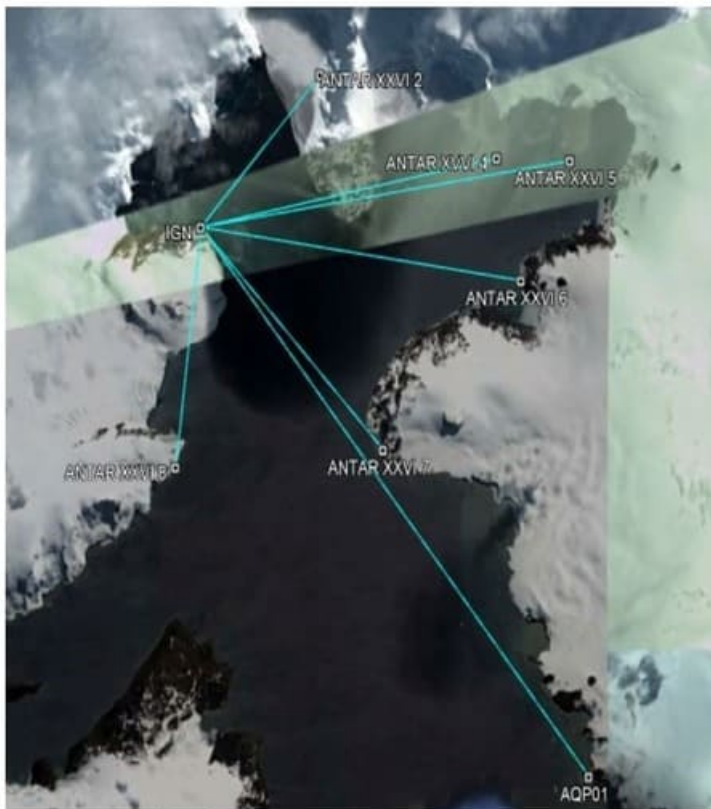


Fig. 4: Rete geodetica passiva dell'IGN in Antartide



Fig. 5: Stazione base denominata "IGN", sul piazzale accanto all'asta della bandiera della Stazione di Ricerca Antartica di Machu Picchu

Determinazione del DTM – Stima del modello interpolatore

Al fine di individuare il modello interpolatore ottimale per la distribuzione di punti e la conformazione del terreno in oggetto, si è ritenuto di procedere ad una stima dei residui derivati dall'applicazione di differenti modelli interpolanti, sulla base di precedenti esperienze di ricerca.

A tal fine si è provveduto, per il solo dataset costituito dai punti RTK acquisiti nel febbraio 2020 per un totale complessivo di oltre 1400 punti, a selezionare un subset di dati di training (70% del totale) mentre la parte rimanente è stata trattata come test.

I modelli utilizzati, sono stati i seguenti:

- IDW con esponente 2;
- Kriging con semivariogramma sferico;
- Spline con smoothing sia della superficie che della derivata prima; tutti con un numero minimo di 12 punti. I risultati sintetici sono riportati in Tabella 2.

	IDW	Kriging	Spline
Media	-0.291	-0.135	0.048
Varianza	2.530	0.459	0.632
Max Ass	3.032	1.065	5.464

Tabella 2: Residui sui differenti modelli di interpolatori

Sulla base dei residui valutati si ritiene di operare utilizzando l'algoritmo del Kriging su tutti i dataset disponibili.

Stima delle differenze tra le diverse annate – Stima dell'ablazione

Sulla base dei modelli interpolati, sono stati valutati i volumi XXVI, XXVII e XXVIII, circoscritti all'interno di una "convex hull" comune ai diversi dataset, con un buffer negativo di 50 m per tenere conto dei fenomeni di bordo.

Il poligono di ritaglio è stato lievemente modificato rispetto alle precedenti analisi condotte dal gruppo di ricerca in quanto, nella zona Est dell'area di indagine, si è verificato un crollo consistente di materiale con conseguente riduzione della superficie glaciale a vantaggio dello specchio d'acqua limitrofo che ha visto così incrementare la propria superficie.

La stima delle differenze evidenzia una significativa superficie, notevole se valutata in relazione con il breve lasso di tempo trascorso tra le rilevazioni (poco più di 3 anni). L'ablazione è significativa su tutta l'area di interesse, con valori dell'ordine medio dei 4-5 metri.

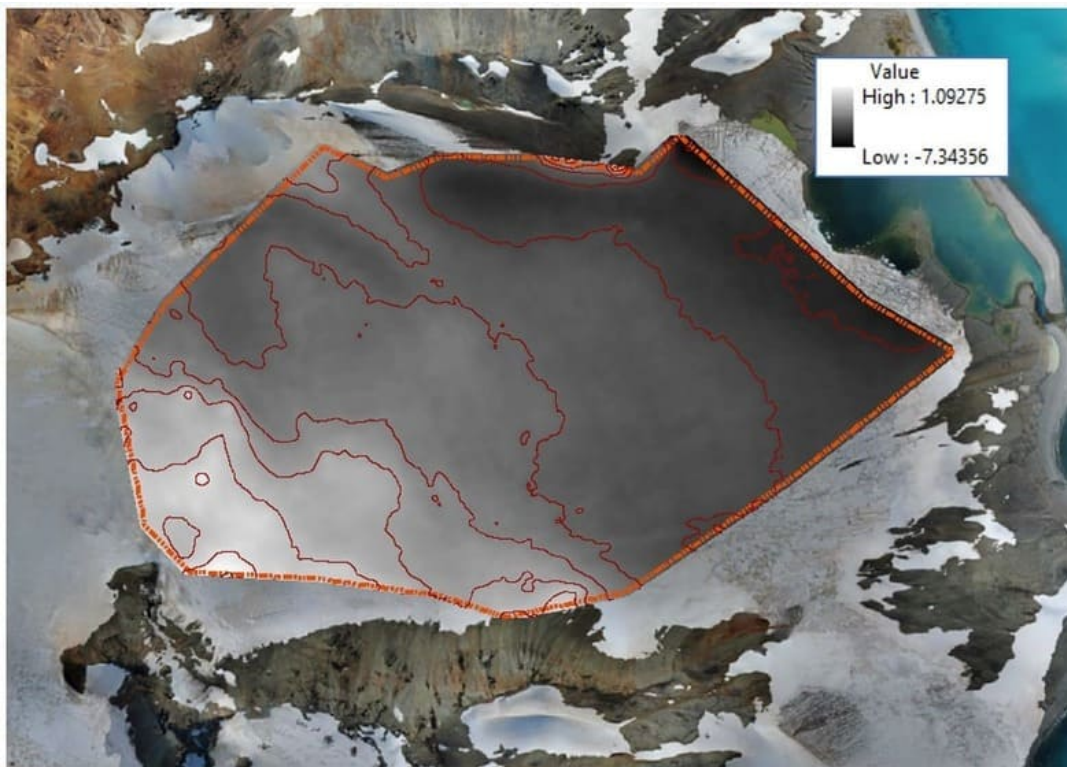


Fig. 6: Modello digitale e curve di livello delle variazioni altimetriche tra le campagne XXVIII e XXVII

Significativa anche la variazione in termini areali: la Fig. 6 mostra la variazione tra le ortoimmagini delle campagne 2019 e 2020: viene rappresentata la situazione 2019 (a sinistra), con riportata la vettorizzazione delle superfici vettorizzate sull'ortoimmagine 2020 (a destra). Si noti l'arretramento dei ghiacci (in puntinato le zone ghiaccio misto terra), che in termini lineari raggiunge in vari casi il centinaio di metri.

Per quanto riguarda le zone di terreno scoperto, si osservano differenze meno significative rispetto al fenomeno precedentemente descritto.

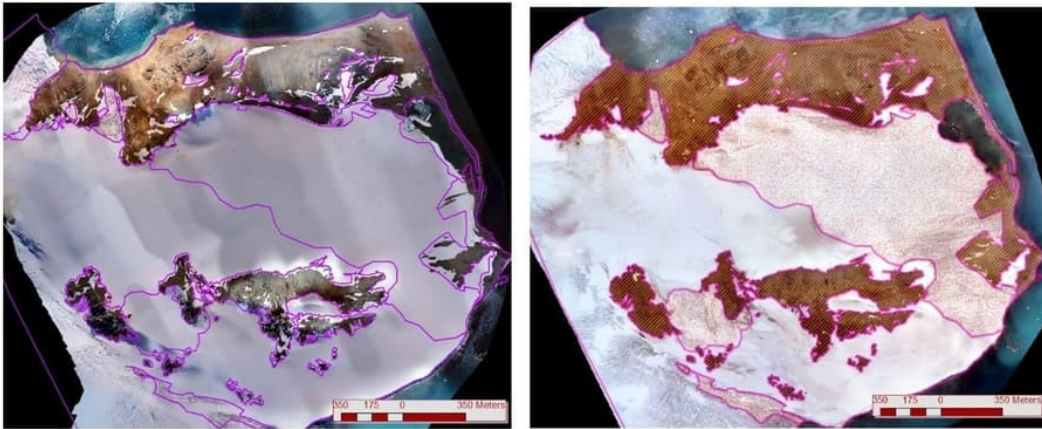


Fig. 7: Raffronti tra le situazioni 2019 (sinistra) e 2020 (destra)

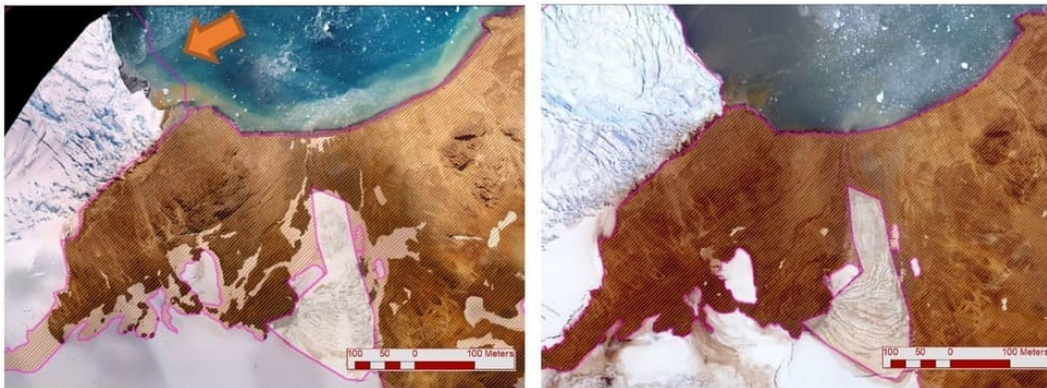


Fig. 8: Raffronti tra le situazioni 2019 (sinistra) e 2020 (destra) per una zona rappresentata in Fig. 7

Un particolare interessante è facilmente apprezzabile nella zona Nord-Ovest (Fig. 8), dove osservando i limiti della zona ghiacciata evidenziata dalla freccia si nota un avanzamento della superficie verso il mare, segno di un evidente fenomeno di riversamento.

Tale collassamento interessa una vasta superficie con un avanzamento del fronte di circa 70 m.

Attività di carattere non topografico

A fianco di attività prettamente legate alla Geomatica, le campagne in Antartide condotte dall'IGN sono sempre state caratterizzate da aspetti di carattere ambientale, legati allo studio delle acque, alla tipizzazione ed alla crescita dei licheni, alla misura dei microelementi contenuti nelle carote di ghiacci, e a vari altri aspetti.

Nel corso della presente missione si è portato a termine il censimento di una colonia riproduttiva del Petrello Gigante Australe (Southern Giant Petrel, *Macronectes giganteus*) nel sud-est della baia di Admiralty, King George Island (62°10'49" S; 58°17'58" W) nel corso delle estati australi del 2020 e 2022.

Questo è un uccello marino pelagico con una distribuzione circumpolare nell'emisfero meridionale. L'area di riproduzione comprende le isole al largo della Patagonia,

numerose isole sub-antartiche e l'Antartide (40-68°S); il 20% dei siti di nidificazione si trova nelle aree del Trattato Antartico (ACAP, Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels, 2020).

La popolazione riproduttiva mondiale totale è stimata in circa 50.000 coppie, anche se molti dei conteggi sono stati raccolti più di dieci anni fa e permangono notevoli lacune nei dati.

Il censimento è stato realizzato con tecnica fotografica, utilizzando riprese eseguite con un Phantom 4.

Secondo vari autori, la distanza minima di volo degli APR per non recare alcun disturbo agli uccelli marini in Antartide è di 50 m, anche se altri indicano come maggiormente cautelativo il limite di 200 m.

Nelle esperienze condotte non sono stati riscontrati segnali di disturbo, ovvero cambiamenti nel comportamento, volando a circa 60 m di altitudine dal suolo.

Dopo la fase di ricognizione, sono stati progettati i piani di volo, che consentono di scattare fotografie comprendo una superficie di 60 ettari e ottenendo un'ortofoto con pixel di 1.6 cm.

I nostri risultati mostrano che, nel febbraio del 2020, un totale di 481 individui (adulti: 244, pulcini: 237) di Petrello Gigante Australe occupano quest'area, mentre nel mese di febbraio del 2022 sono stati contati 391 individui (adulti: 187, pulcini 209).

Questa specie mostra un alto grado di fedeltà alle località di riproduzione; pertanto, i programmi di monitoraggio a lungo termine sono molto preziosi per comprendere molti aspetti della loro storia di vita e delle minacce.

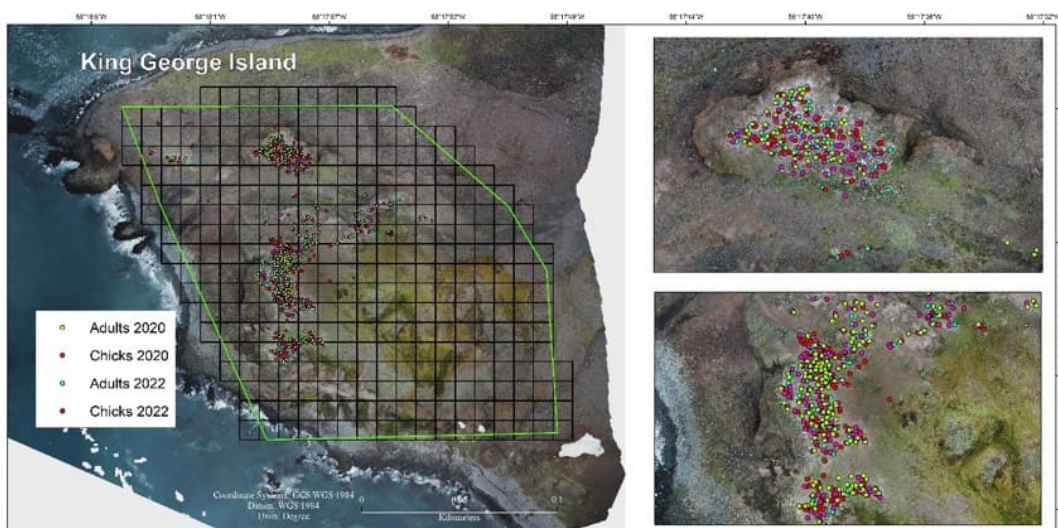


Fig. 9: maglia 10x10 utilizzata nei conteggi e comparazione tra 2020 e 2022

Questo studio contribuisce alle nostre conoscenze sulla distribuzione e l'abbondanza delle specie di uccelli marini in Antartide.

Prospettive future

Lo studio delle superfici sopra descritto evidenzia una significativa diminuzione della massa ghiacciata e contemporaneamente un evidente avanzamento del riversamento in mare, probabile conseguenza di un collassamento glaciale.

L'auspicio è quello di prevedere nelle prossime campagne l'integrazione di sistemi LiDAR da utilizzarsi nell'analisi di superfici più ampie.

Acknowledgment

Gli Autori ringraziano il General de Brigada Fernando PORTILLO ROMERO, Jefe dell'Instituto Geográfico Nacional del Perú dal 2019 al 2011.

Ringraziano inoltre per la collaborazione:

- Adriana Gonzalez-Pestana, Facultad de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Lima, Peru-
- Ciro Sierra Farfán, Instituto Geográfico Nacional del Peru.

Si ringrazia infine l'Azienda **Noctis** di Pesaro, sponsor dell'iniziativa.

Bibliografia e sitografia

- **BRONDI RUEDA, F.; GARNERO, G.; RIGHETTI, G.; SERAFINI, S.:** Control and monitoring of the Znosko Glacier in Antarctica, Geomedia, Mag/Giu 2020, Anno XXIV, n. 3, pp. 34-38, ISSN 1128-8132, Media GEO, Roma, 2020 [DOI: 10.48258/geo.v1i3.1726, WOS:000600349200006]
- **MOTTA, M.; DIOLAIUTI, G.; VASSENA, G.; SMIRAGLIA, C.:** Mass balance and Energy balance at Strandline Glacier (Terra Nova Bay, Antarctica): Methods and preliminary results, Proceedings of the 4th Meeting on Italian Antarctic Glaciology, Terra Antarctica reports n.8, Editors: Massimo Frezzotti & Valter Maggi, pp. 21-28, Siena, 2003
- https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-volumi/2019/xxxiv_spedizione_antartide.pdf
- <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/comercio-antartida-retroceso-glaciar-znosko-noticia-611907-noticia/>
- <https://www.cnn.com/2020/04/30/climate-change-antarctica-greenland-ice-melt-raised-sea-levels-by-half-inch-in-last-16-years.html>
- <https://www.theguardian.com/environment/2020/mar/11/polar-ice-caps-melting-six-times-faster-than-in-1990s>
- <https://www.scientificamerican.com/article/heres-how-much-ice-antarctica-is-losing-mdash-its-a-lot1/>
- <https://climate.nasa.gov/vital-signs/ice-sheets/>

Autori di questo articolo: **RIGHETTI, Giovanni(1), BRONDI RUEDA, Fabian(2); GARNERO, Gabriele(3)**

(1) MEDS BV – Hengelo (NL) – g.righetti@medsamsterdam.eu

(2) IGN – Instituto Geográfico Nacional, Lima (PE) – fabianbrondi@hotmail.com

(3) DIST – Politecnico e Università degli Studi di Torino (ITA) – gabriele.garnero@unito.it

Leggi anche:

- [Le immagini satellitari di COSMO-SkyMed misurano lo scioglimento dei ghiacciai in Antartide](#)
- [Cambiamenti climatici nell'Artico, online il dataset di Copernicus Climate Change Service](#)
- [Rappresentazione digitale della nuova morfologia del vulcano Cumbre Vieja di La Palma](#)
- [European Ground Motion Service, monitoraggio del territorio con i satelliti Copernicus](#)