

Criosfera e biosfera

Ringraziamenti:

- Stefano Tibaldi (dispense Cà Foscari A.A. 2019-20)
- AA.VV. (UniTo) - Lessico e Nuvole: le parole del cambiamento climatico – 2020
- C. Cassardo et al. - Temporalis e tornado – cap. 1, 2021 – Ed. AlphaTest

La criosfera

- 
- Il ~2% dell'acqua sul pianeta è ghiacciata (piattaforme glaciali, ghiaccio marino, ghiacciai, permafrost).
 - La maggioranza del ghiaccio si trova in Antartide (~89%) e Groenlandia (~8%). Questa copertura glaciale aumenta la riflettività del pianeta.
 - Il ~7% degli oceani è ricoperto da ghiacci. I ghiacci marini regolano gli scambi di calore, di umidità e salinità e isolano l'acqua oceanica «calda» dalla troposfera polare fredda.

La criosfera



By Fraxen at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5260391>

Polo nord e polo sud

ANTARCTIC



ARCTIC



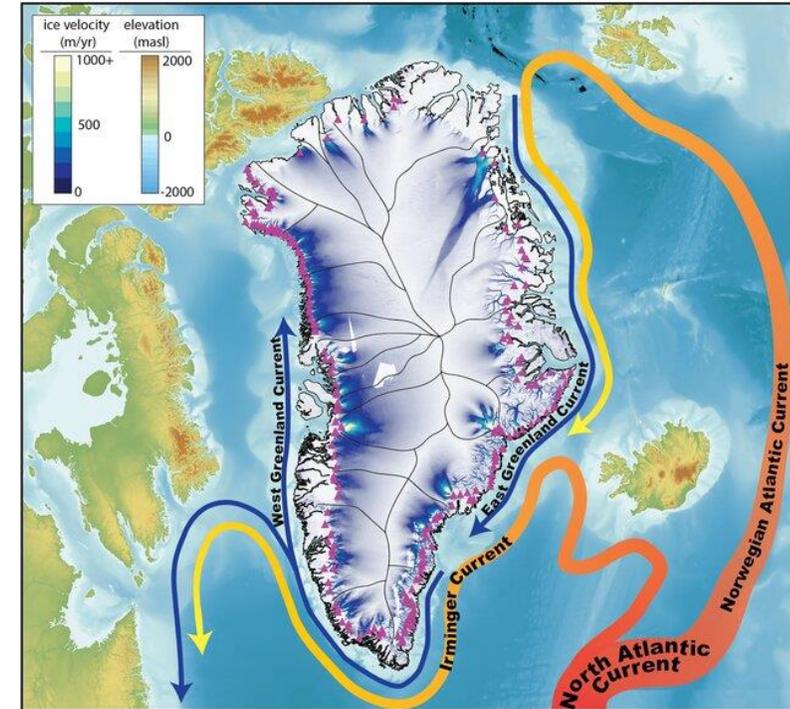
Credit: [NASA's Goddard Space Flight Center](#)

Ghiaccio continentale e marino



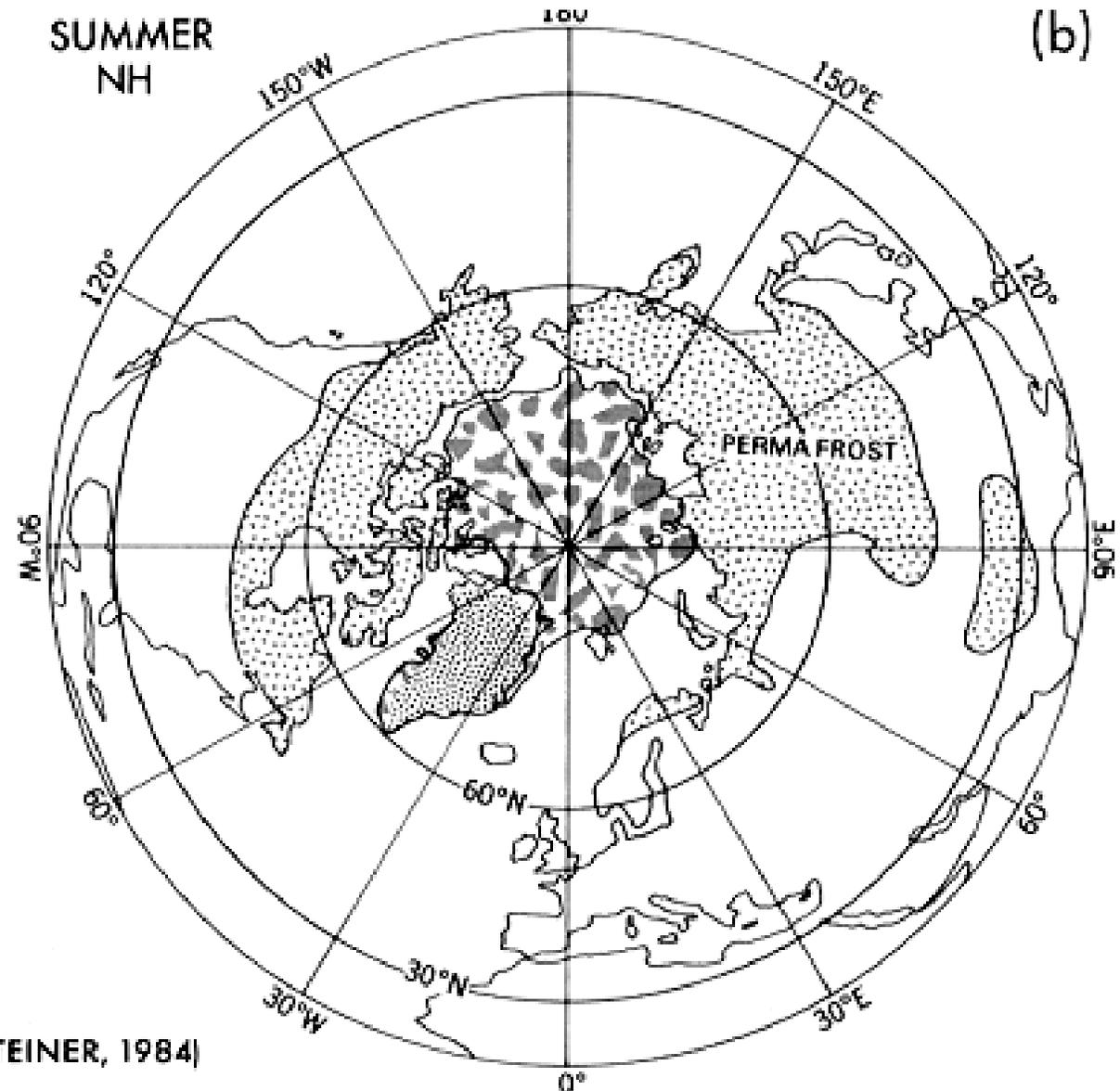
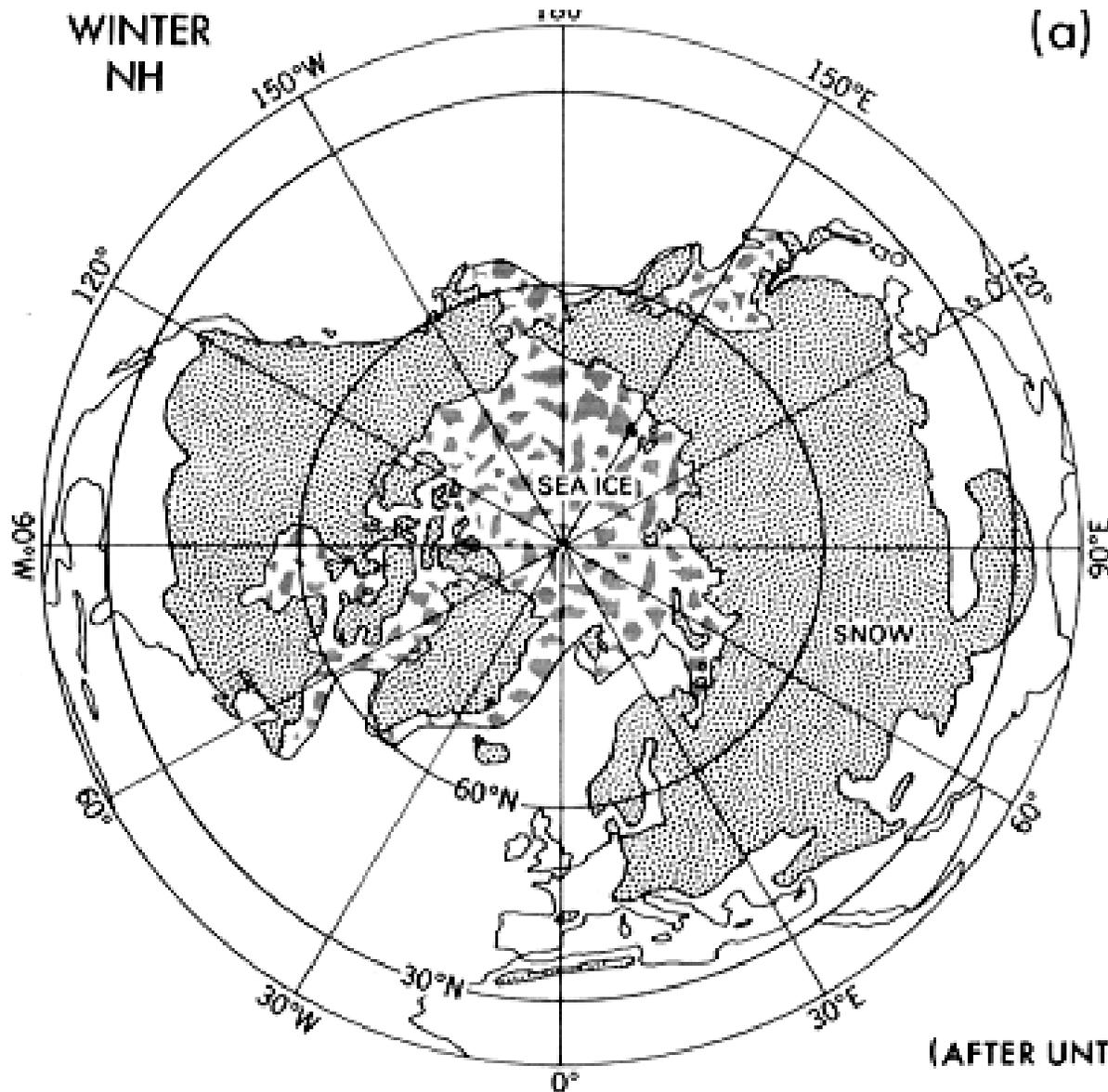
Una veduta della parte settentrionale del mondo che mostra tutta la Groenlandia coperta da ghiacci senza nubi. In alto a sinistra, dove le linee di longitudine convergono sull'Oceano Artico pieno di ghiaccio, c'è il Polo Nord. Le isole in alto al centro sono le Svalbard. Immagine gentilmente concessa dalla NASA.

- La Groenlandia è ricoperta di ghiaccio con profondità di diversi (2-3) chilometri
- La copertura di ghiaccio permanente vicino al Polo Nord isola il bacino oceanico



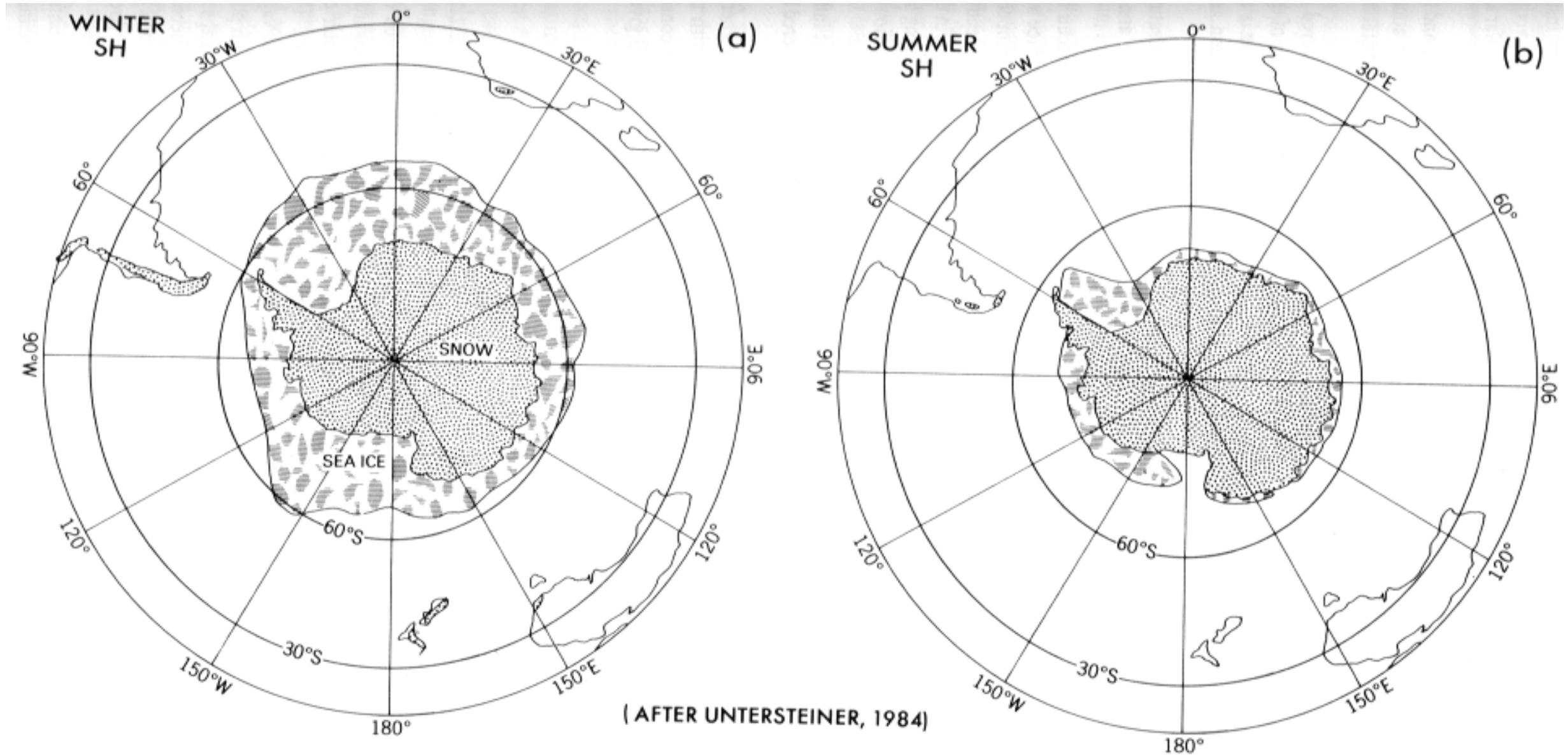
La velocità del flusso di ghiaccio superficiale evidenzia i numerosi ghiacciai di sbocco in rapido movimento intorno alla periferia della calotta glaciale che drenano il ghiaccio dall'interno. I triangoli viola indicano i ghiacciai di sbocco identificati con portate superiori a 50 m/anno. I dati batimetrici della GEBCO Grid (GEBCO Compilation Group, 2019) mostrano le profonde depressioni create sul fondo del mare dall'estensione dei flussi di ghiaccio del passato al pendio continentale. Crediti: J. Geophys. Res. Earth Surface ([link](#))

Criosfera stagionale: Polo Nord



(AFTER UNTERSTEINER, 1984)

Criosfera stagionale: Polo Sud



La "criosfera" (ghiaccio)

		Area (km ²)	Volume (km ³)	Percent of total ice mass	
Land ice	Antarctic ice sheet	13.9×10^6	30.1×10^6	89.3	
	Greenland ice sheet	1.7×10^6	2.6×10^6	8.6	
	Mountain glaciers	0.5×10^6	0.3×10^6	0.76	
	Permafrost	Continuous	8×10^6	(Ice content) $0.2-0.5 \times 10^6$	0.95
		Discontinuous	17×10^6		
Seasonal snow (average maximum)	Eurasia	30×10^6	$2-3 \times 10^3$		
	America	17×10^6			
Sea ice	Southern Ocean	Max	18×10^6	2×10^4	
		Min	3×10^6	6×10^3	
	Arctic Ocean	Max	15×10^6	4×10^4	
		Min	8×10^6	2×10^4	

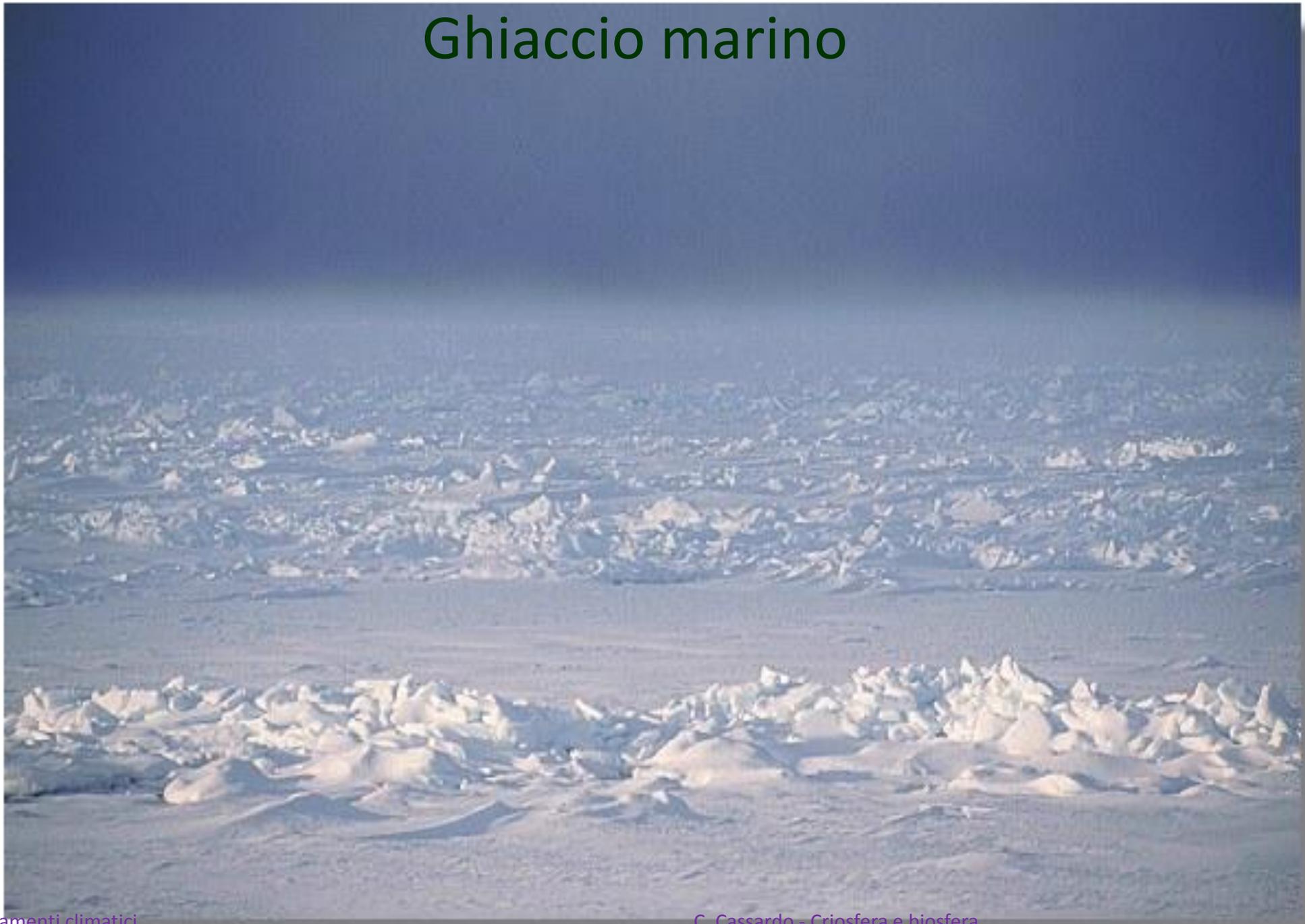
Calcolo semplice della corrispondenza con l'incremento del livello dell'acqua

- Superficie dell'oceano terrestre: $361.1 \times 10^6 \text{ km}^2$
- Densità del ghiaccio: $\sim 920 \text{ kg/m}^3$
- $h_{\text{Antartide}} \sim 30.1 * 920 / 361.1 \sim 76.6 \text{ m}$
- $h_{\text{Groenlandia}} \sim 2.6 * 920 / 361.1 \sim 6.6 \text{ m}$
- $h_{\text{Montagne. Ghiacciai}} \sim 0.3 * 920 / 361.1 \sim 0.7 \text{ m}$

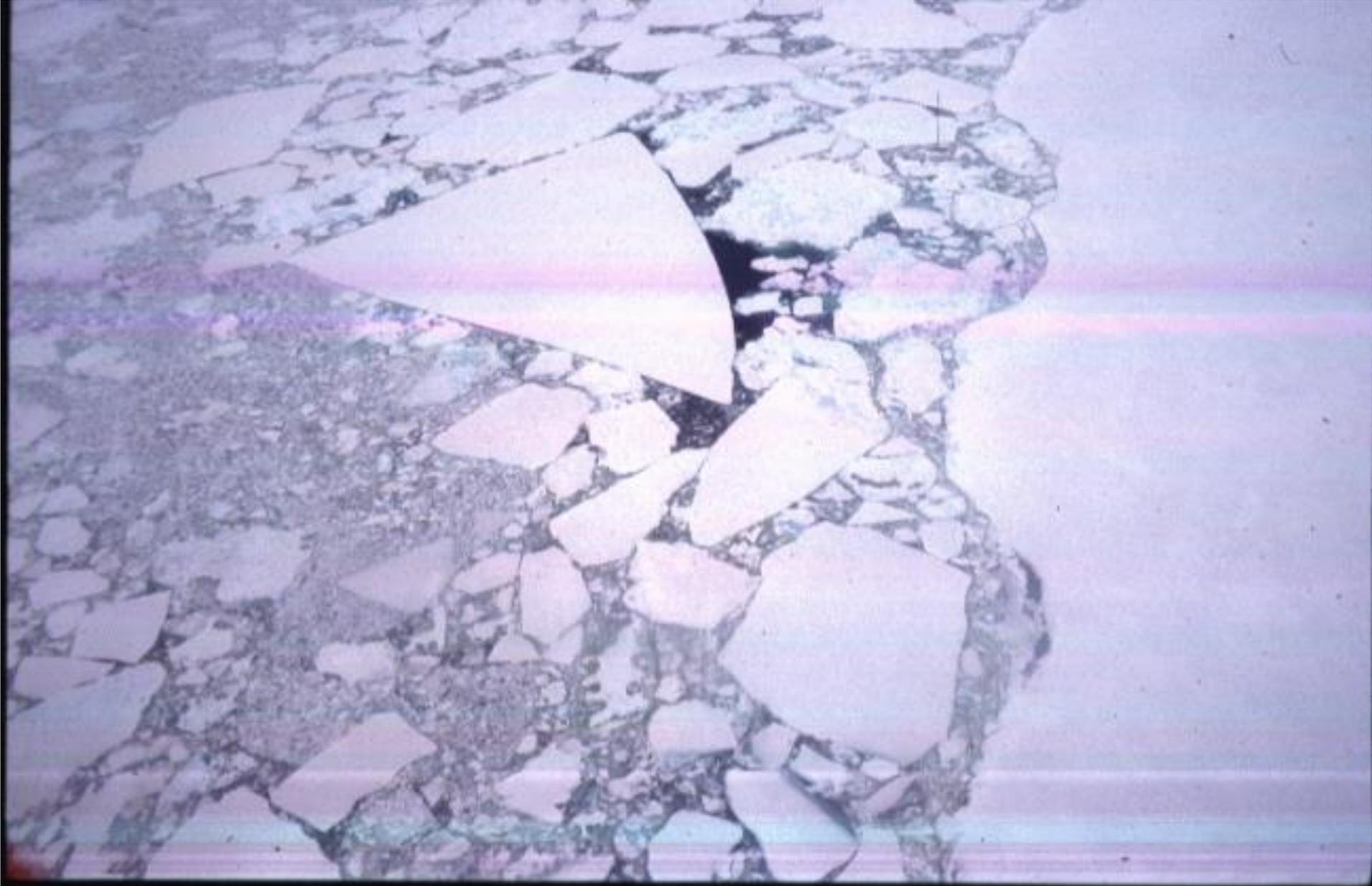
Ghiaccio continentale



Ghiaccio marino



Banchisa



Fiumi sul ghiaccio

<https://www.theverge.com/2017/4/19/15358100/antarctica-meltwater-widespread-drainage-system-ice-shelf-climate-change>



Laghi sopra il ghiaccio



Piattaforma glaciale di Ross



- Dove la calotta glaciale incontra il mare
- Probabilmente le pianure piemontesi, 18.000 anni fa, mostravano scenari simili

Il ghiacciaio di Rivoli-Avigliana

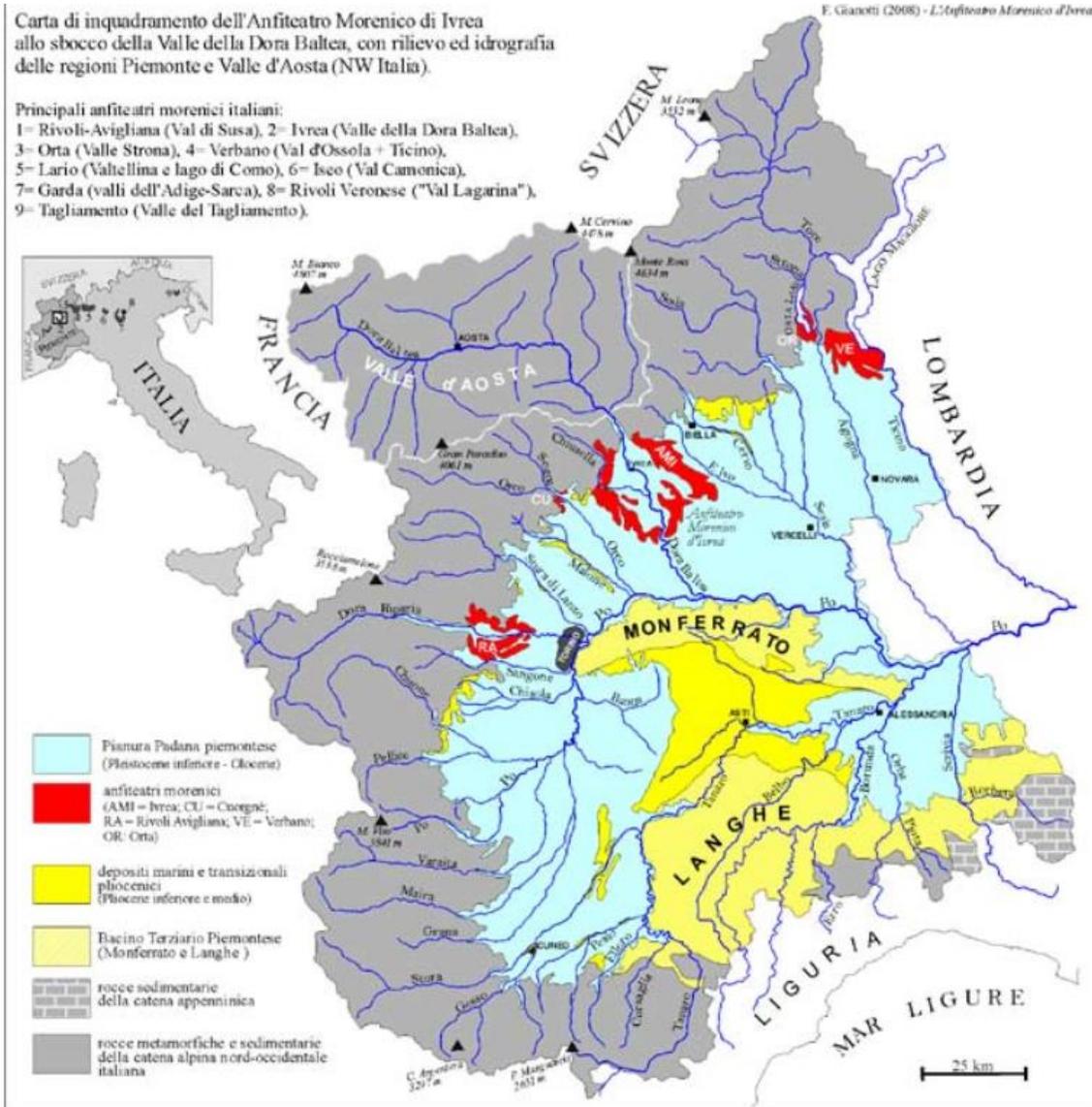
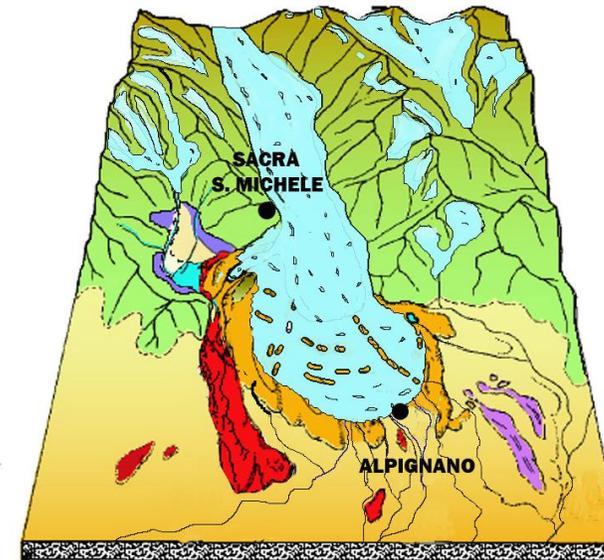
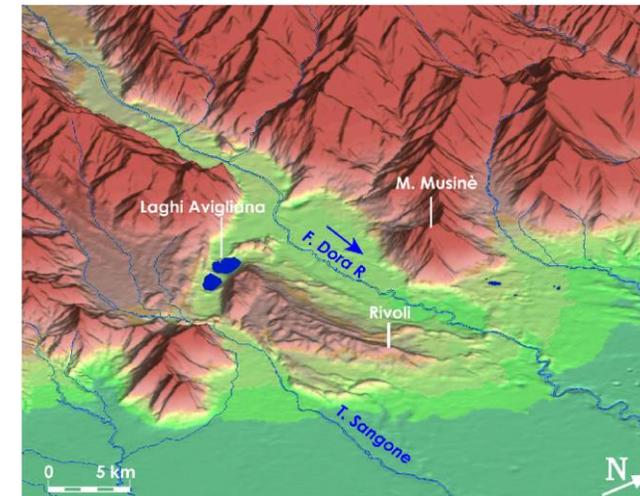


Fig. 1. Inquadramento geografico e geologico (da Gianotti, 2007, mod.).

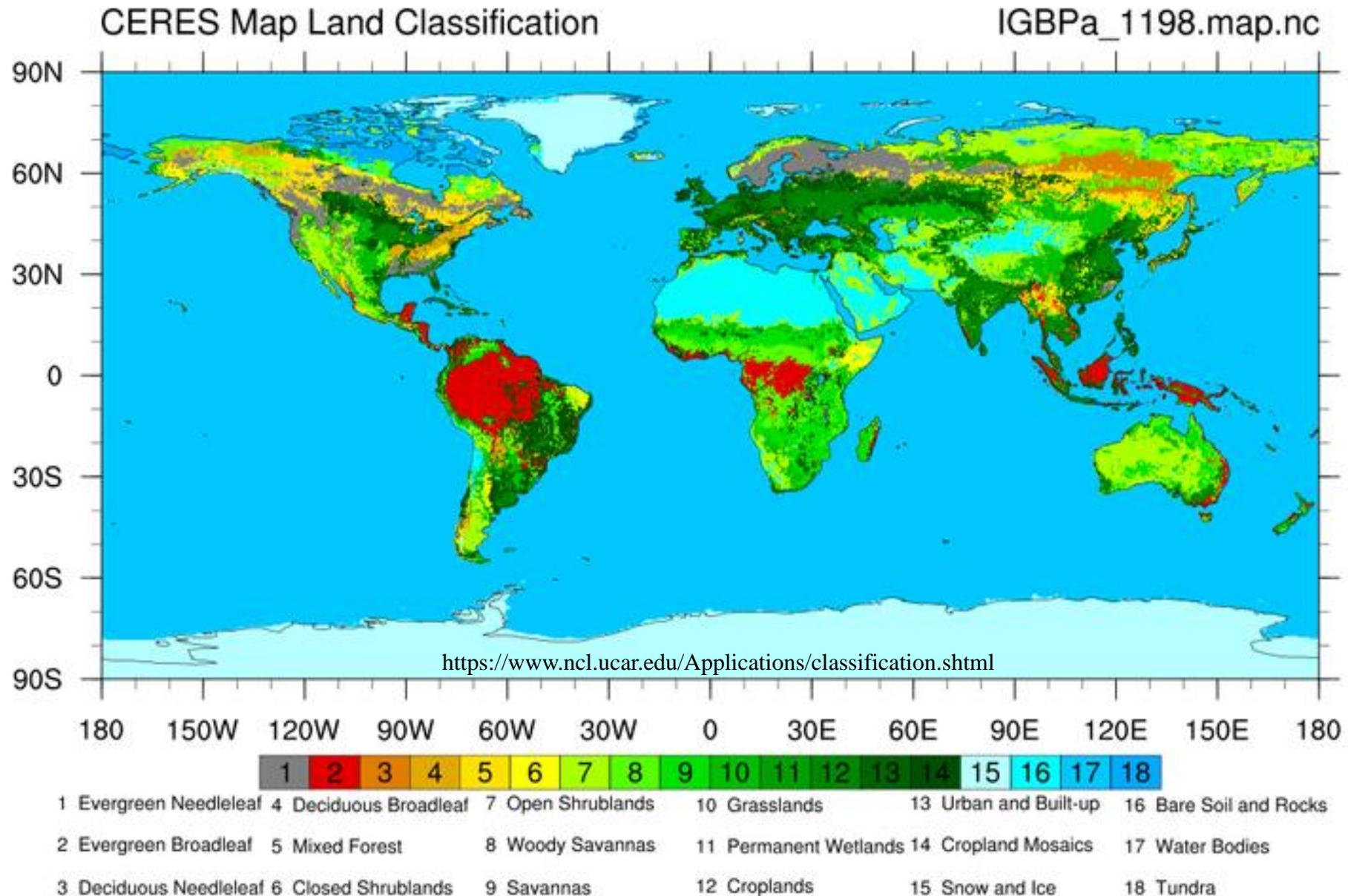


Museo Torino. Ricostruzione dell'area di massima espansione del ghiacciaio della Val di Susa durante il Pleistocene superiore e di una sua successiva fase di ritiro (2). Fotografia di Paolo Baggio et al., 2003.



Museo Torino. Modello tridimensionale dell'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana. Fotografia di Marco Giardino et al., 2010.

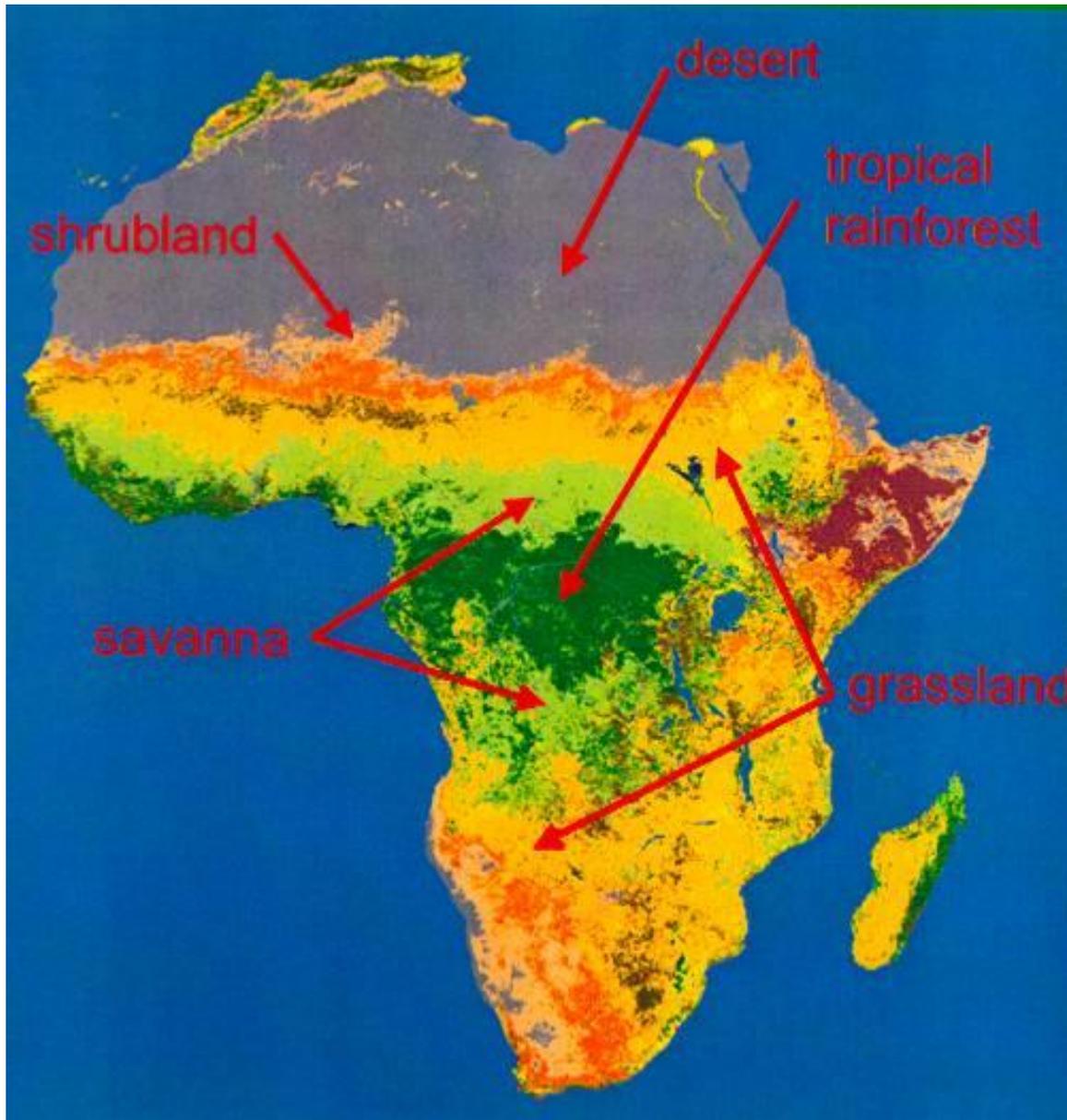
Classificazione della vegetazione terrestre (land use)



Uso del suolo (percentuale della superficie totale)

Land use	Percent	
Arable mixed farming and human areas	10–13	
Grazing land	20–25	~34%
Extratropical forests (mostly conifer)	10–15	~28%
Tropical forests and woodlands	13–18	
Deserts	25–30	~28%
Tundra, high latitude	6–9	
Swamp and marshes, lakes and streams	2–3	~10%

Vegetazione tropicale e subtropicale



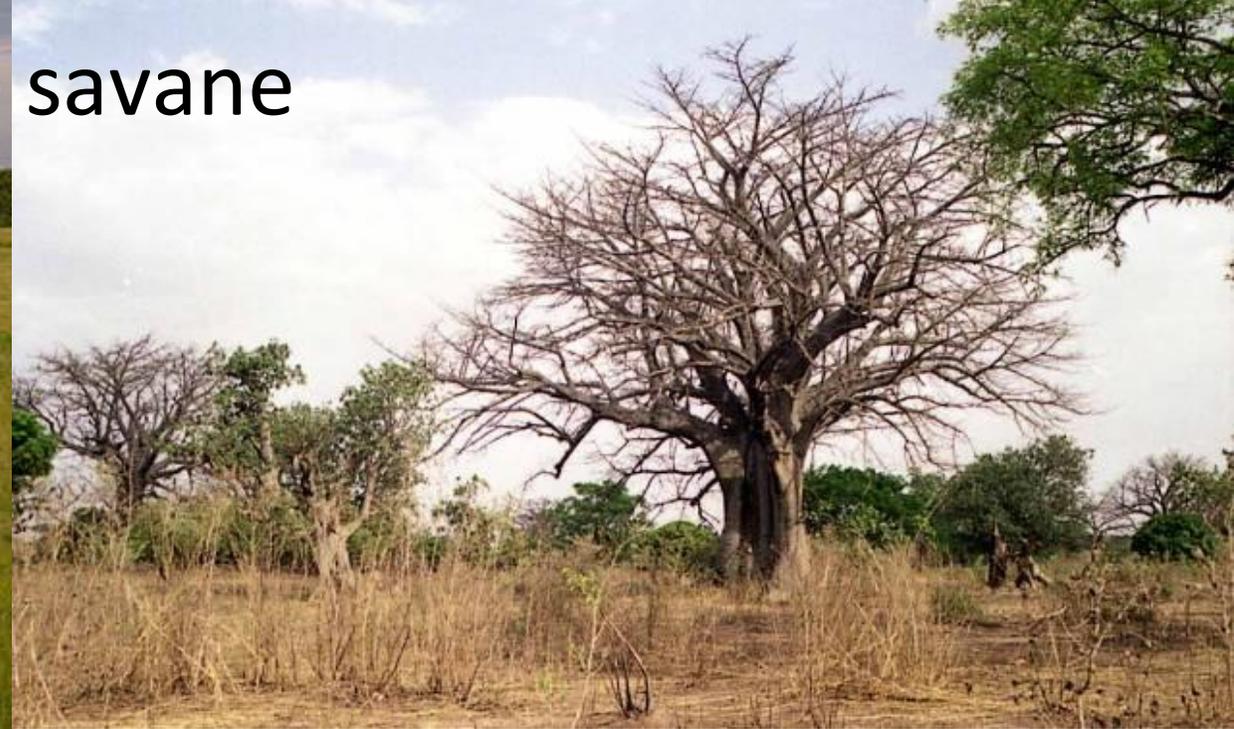
- Le precipitazioni e la loro distribuzione stagionale determinano la distribuzione dei tipi di piante
- Savane e praterie si adattano ai periodi stagionali e più lunghi
- I modelli paesaggistici influenzano fortemente i budget per le radiazioni e il clima

Foresta tropicale



- Situata nella zona equatoriale dove si verificano i moti ascensionali e ci sono forti precipitazioni durante gran parte dell'anno
- Bassa albedo, assorbimento di energia molto forte
- Alberi sempreverdi a foglia larga con sottobosco esteso (fino a 300 specie arboree per km²)
- Ospitano gli ecosistemi più produttivi della Terra
- Alcuni alberi hanno radici molto profonde (> 10 m) e possono resistere a lunghi periodi di intensa siccità

Praterie e savane



- Aria subtropicale subsidente (moto verticale verso il basso)
- Ben l'85% della biomassa è sottoterra
- Altamente adattato alla siccità, agli incendi e al pascolo
- Può essere molto produttivo nei rari periodi umidi

Deserti



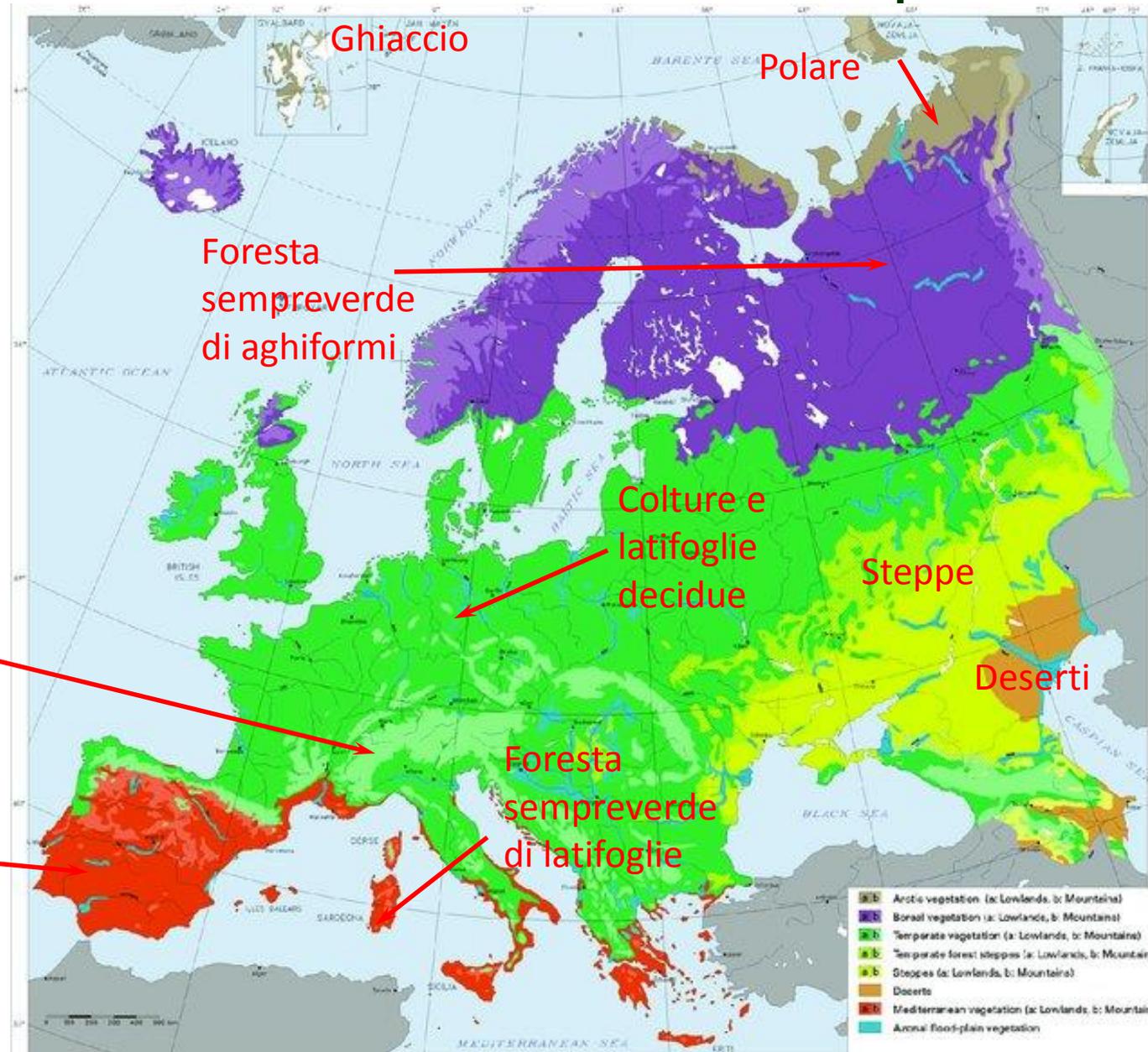
- 
- Precipitazioni scarse o assenti
 - Vegetazione scarsa o assente
 - Albedo molto alta
 - Bilancio energetico negativo
 - Aria in subsidenza (moto discendente tipico degli anticicloni)

Vegetazione boreale e delle zone temperate



- L'umidità, la stagione di crescita e l'uso antropico del suolo svolgono un ruolo fondamentale
- Latitudine e continentalità sono entrambe molto importanti

Uso del suolo in Europa



Source: Jean-Pierre Saucier - Defining the Boreal in the Ecological Land Classification for Québec. Proceedings of Fourth International Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) at Faroe Islands. Volume: CAFF Technical Report No. 15, May 2007. Available on [Research Gate](#)

Steppa



- Come la savana, ma le savane si trovano più vicine all'equatore delle steppe e, quindi, sono più calde delle steppe
- Le savane hanno due stagioni principali: un'estate calda e umida e un inverno leggermente più fresco, ma molto più secco.
- Le steppe, al contrario, si trovano più lontano dall'equatore. Le precipitazioni (pioggia e neve) sono disperse uniformemente durante tutto l'anno

Source:
<https://www.dreamstime.com/photos-images/stepp.html>

Alpina



- Le piante alpine crescono in un clima alpino, ad alta quota sopra il limite degli alberi. Le piante sono adattate alle dure condizioni dell'ambiente alpino, che includono basse temperature, siccità, radiazione ultravioletta, vento, terreno scarsamente nutrizionale e una breve stagione di crescita
- Molte specie di piante e taxon diversi, tra cui erbe perenni, muschi e licheni

Source: Jeffrey Pang from Madison, NJ, USA - Sahale Arm 2Uploaded by X-Weinzar, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15734658>

Macchia mediterranea



- Vegetazione fitta composta da arbusti sempreverdi a foglia larga, cespugli e piccoli alberi di solito alti meno di 2,5 m e che crescono in regioni comprese tra le latitudini 30° e 40° N&S
- Clima: estati calde e secche e inverni miti e umidi
- Intorno al Mar Mediterraneo questa vegetazione è chiamata macchia, macchia mediterranea o gariga
- Source: <https://www.britannica.com/plant/Mediterranean-vegetation>

Foresta decidua a grandi foglie



- Foreste molto produttive situate alle medie latitudini
- Precipitazioni abbondanti, ma stagione di crescita limitata da lunghi inverni freddi
- L'area fogliare è uguale a quella delle foreste tropicali durante la stagione di crescita

Foresta boreale

- Per lo più sempreverdi, alberi con foglie aghiformi con poco sottobosco
- Breve stagione di crescita
- Molto suscettibile a siccità e incendi
- Bassa domanda evaporativa, quindi la superficie può essere bagnata (torbiere e paludi)
- Albedo molto piccola



Taiga e tundra

- TAIGA: foresta boreale (principalmente conifere) con altezze limitate in regioni umide con molte paludi e torbiere
- Economicamente importante (industria del legno) ma anche importante riserva forestale sul pianeta
- TUNDRA: pianure senza alberi, con muschi, licheni, alcuni arbusti, e alberi nani su suolo permafrost vicine a regioni perennemente ricoperte di ghiaccio
- Inverno molto rigido, estate breve e fresca

