

A map of the Southern Ocean, showing the continent of Antarctica in the center, surrounded by the ocean. The map is rendered in shades of gray and white, with a dark blue background for the ocean. A thin orange line outlines the continent and the surrounding ocean. The title "Oceanografia delle polynye" is overlaid in large, bold, red letters.

Oceanografia delle polynye

Dicembre 2013

Polynye

- Le polynye sono fenomeni complessi e molte se non tutte, sono formate e sostenute da un insieme di processi fisici e meccanismi di feedback.
- Aree oceaniche, caratteristiche delle regioni polari, parzialmente o completamente libere dal ghiaccio, che si formano all'interno del pack quando la temperatura dell'aria è ben al di sotto del punto di congelamento dell'acqua di mare (Van Woert, 1999).
- Le polynye tendono a formarsi in maniera ricorrente nelle stesse aree e negli stessi periodi dell'anno.
- L'area di mare aperto può raggiungere fino a 10^5 km^2
- La successione temporale degli eventi, la durata e le dimensioni può essere caratterizzata da una ampia variabilità interannuale legata alla variabilità delle interazioni mare-ghiaccio e delle condizioni atmosferiche e dell'oceano.

Are di formazione di polynya in Antartide

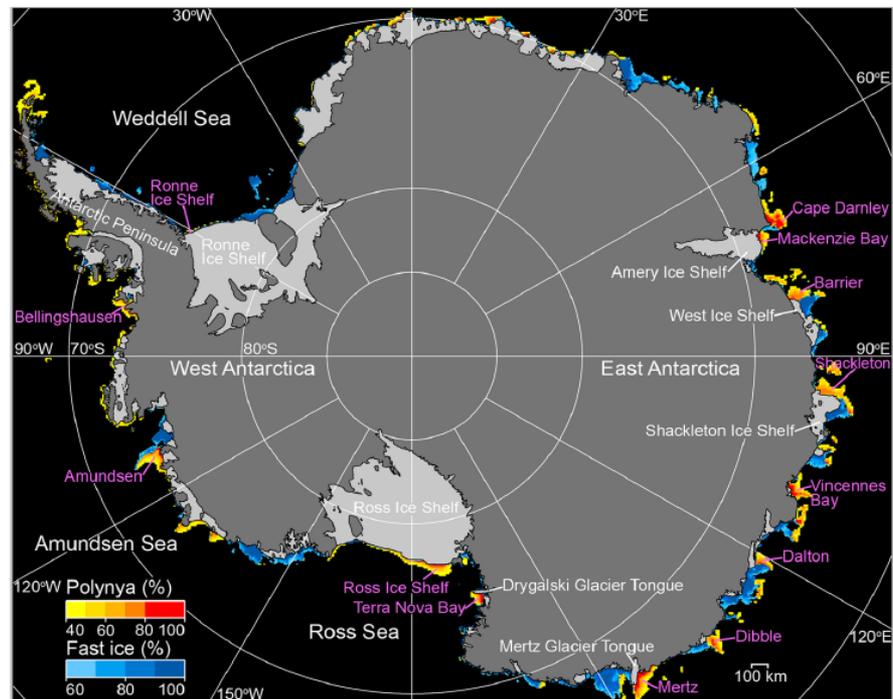


Fig. 2 Map of coastal polynyas and landfast sea ice in the Southern Hemisphere. The calculation is based on thin-ice thickness and fast ice detection algorithms of AMSR-E (Nihashi and Ohshima 2015). Frequency of occurrence during the freezing period (March–October) for the period of 2003–11 (March–September only for 2011) is shown by color shadings. The Antarctic continent and islands are indicated by gray, and ice shelves and glacier tongues are indicated by light gray

Aree di formazione di polynya in Artico

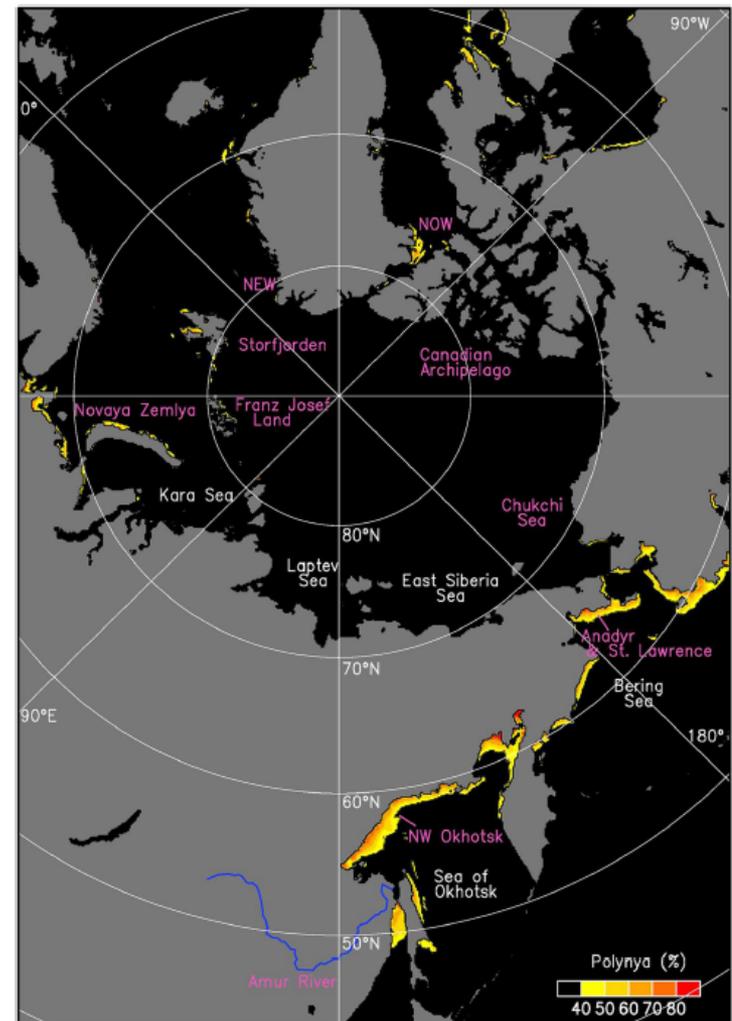


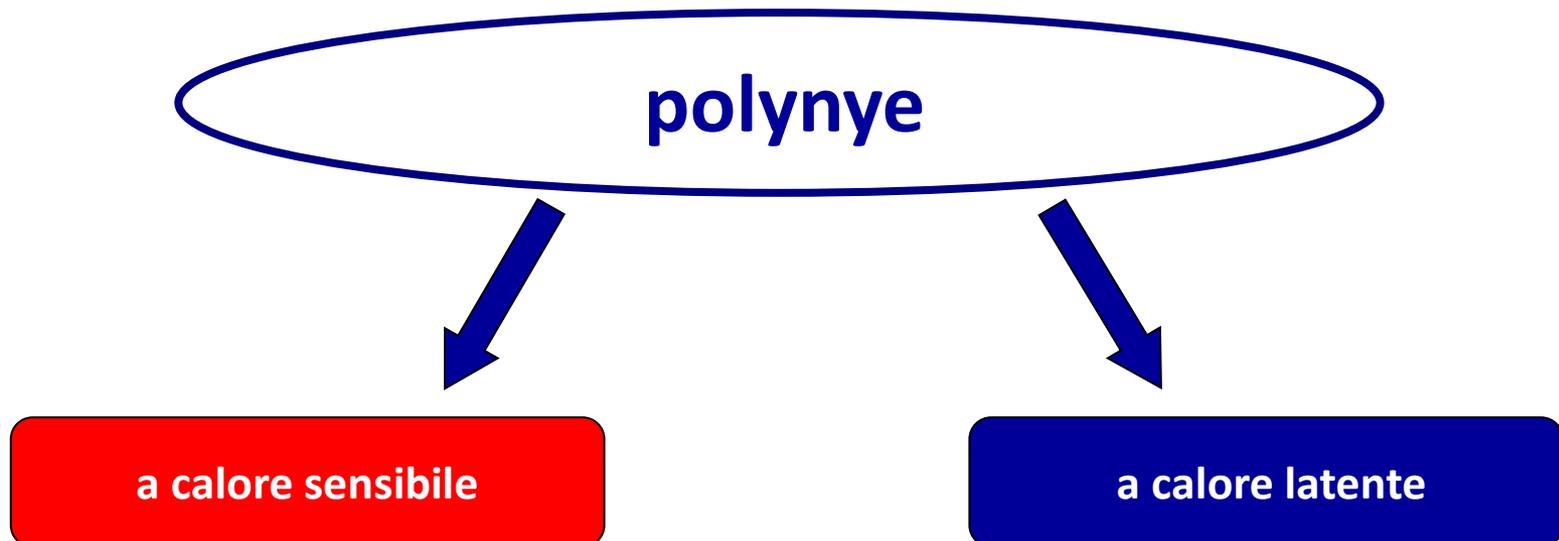
Fig. 4 Map of coastal polynyas in the Northern Hemisphere. The calculation is based on thin-ice thickness algorithm of AMSR-E (Iwamoto et al. 2013, 2014). Frequency of occurrence during the freezing period (September–May) of 2002/2003–2010/2011 is shown by color shadings, with the same color scale as that of Fig. 2 (Southern Hemisphere)

Polynye

Affinchè si possano formare aree di mare aperto quando la temperatura dell'aria è \ll di quella di congelamento della sup. dell'oceano deve verificarsi almeno che :

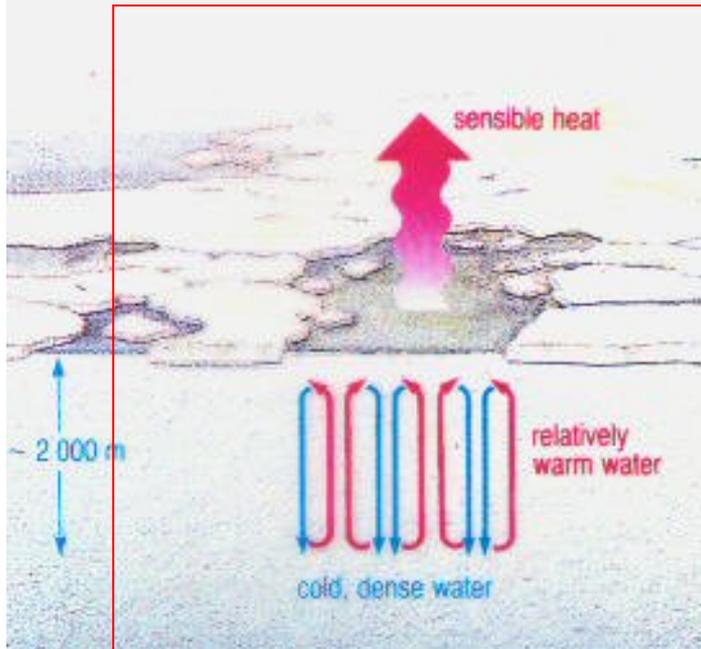
- 1) Un processo di rimozione meccanica del ghiaccio (divergenza del ghiaccio)
- 2) Un input sufficiente di calore dalla circolazione oceanica, dalla insolazione oppure da un mix di entrambi, che bilanci le perdite

A seconda delle condizioni prevalenti si distinguono pertanto :

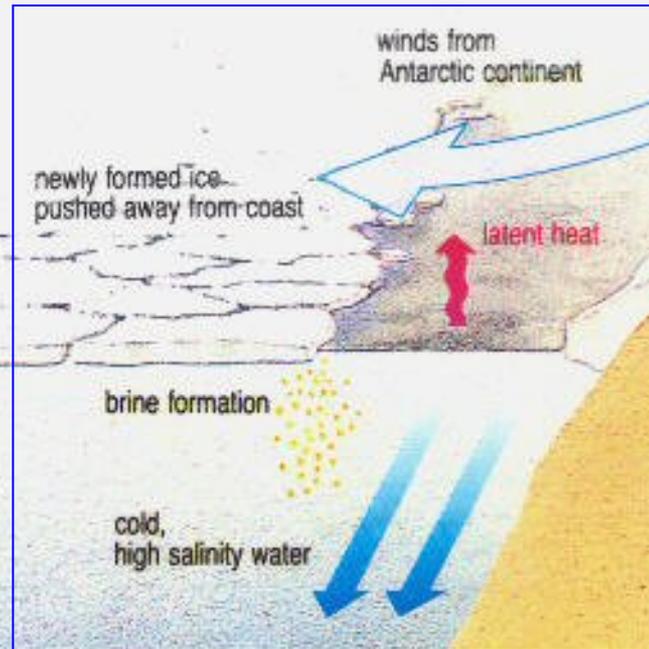


Meccanismi di formazione

Polynya a calore sensibile
(OCEANICA)



Polynya a calore latente
(COSTIERA)



Da entrambi si ottiene formazione di acqua densa che può raggiungere il fondo dell'oceano

- La suddivisione non è così netta

Nelle polynye a calore latente, c'è un flusso a calore sensibile dall'oceano "caldo" verso la fredda atmosfera, flusso determinato dal rilascio di calore latente di congelamento quando si forma il frazil ice ..

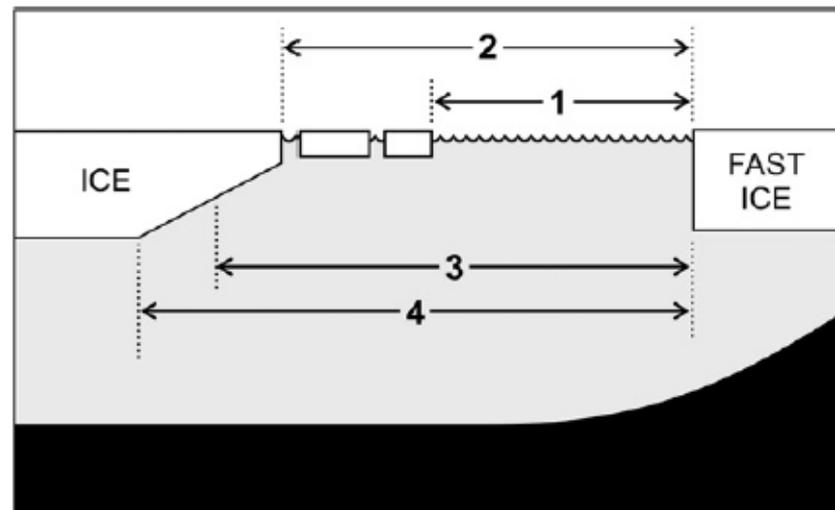


Figure 1: Cross-section of a polynya defining 4 different widths: (1) the region of open water, (2) the region of open and partially open water, (3) the practical width of the polynya, which encompasses all ice over which is too thin for safe travel, and (4) the full width of the polynya, which encompasses all ice that is thinner than the surrounding pack.

Brina e *Brine Rejection*

- Quando l'acqua superficiale raggiunge la temperatura di congelamento, cominciano a formarsi cristalli di ghiaccio e quindi
- Ioni di sale sono espulsi dal reticolo di struttura del ghiaccio e quindi sono rilasciati in acqua sotto forma di ioni sale oppure intrappolati nei cristalli di ghiaccio in agglomerati chiamati celle di Brina (*Brine Cells*)
- Quanto più è rapido il processo di congelamento maggiore è il numero *brine cells* rilasciate in mare.
- LA densità dello strato superficiale aumenta la colonna d'acqua acquista di instabilità

Brinicles



Differenza (*sottile*) tra lead e polynya

- I lead sono strutture quasi-lineari che possono essere da metri a centinaio di metri larghe e da km a decine di km lunghe.
- Come le polynye i lead sono generati per divergenza del ghiaccio e si verificano in punti di debolezza del ghiaccio marino
- A differenza delle polynye i lead non hanno una posizione ricorrente

Polynyas

“any nonlinear-shaped openings enclosed in sea ice” (WMO, 1970)

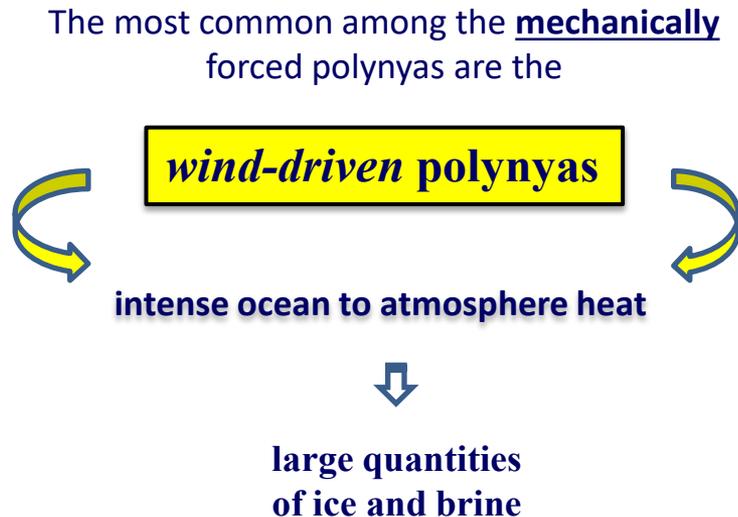
100/1000 m – 100 km (Smith et al., 1990)

10 - 10⁵ km² (Barber et al., 2001)

CLASSIFICATION:

- sensible heat and latent heat polynyas (Smith et al., 1990)
- deep water and shelf water polynyas (Gordon and Comiso, 1988; Morales Maqueda et al., 2004)
- convectively forced and mechanically forced polynyas (Williams et al., 2007)

Most of polynyas are formed by a confluence of two or more physical factors



TBN polynya is responsible alone for 10% of sea ice annually formed over the Ross Sea continental shelf (Kurtz and Bromwich, 1985; Van Woert, 1999)

High Salinity Shelf Water – HSSW
(the densest water mass of the Southern Ocean)

Deep ocean ventilation
(Antarctic Bottom Water – AABW)

Polynye generate per forzamento meccanico

- Si formano per divergenza di ghiaccio (DdG) che a sua volta è determinata dallo stress del vento o dalle correnti oceaniche
- Wind driven polynyas si formano o di fronte una costa oppure al limite *terra/fast ice, delle piattaforme e/o lingue di ghiaccio marino quando il vento spinge il pack ice offshore*
- La formazione di polynya per DdG sono influenzate da stress interni al ghiaccio che possono inibire la formazione
- Polynye wind-forced si verificano in luoghi e tempi in cui la resistenza del ghiaccio a movimenti offshore non sia così forte durante gli eventi di vento favorevoli alla formazione (venti offshore).

- **Ad esempio :**

- la dinamica di grande scala del ghiaccio può determinare stress interni di compressione e contro la costa, elementi che vanno in opposizione rispetto all'azione del vento off-shore
- La ice strenght è un altro elemento che si oppone alla fratturazione del ghiaccio. **Ice strenght** è funzione dello spessore del ghiaccio quindi le polynye sono più probabili in luoghi e tempi in cui il ghiaccio marino è più debole.

Modello di polynya idealizzato :

$W = \left(\frac{VH}{F}\right) \left[1 - e^{(-t^F/H)}\right]$ in cui **W** è l'ampiezza della polynya, **V** la velocità off-shore del ghiaccio, **F** è il rate di produzione del ghiaccio, **t** il tempo e **H** è l'altezza del nuovo ghiaccio accumulato sul lato sotto vento della polynya

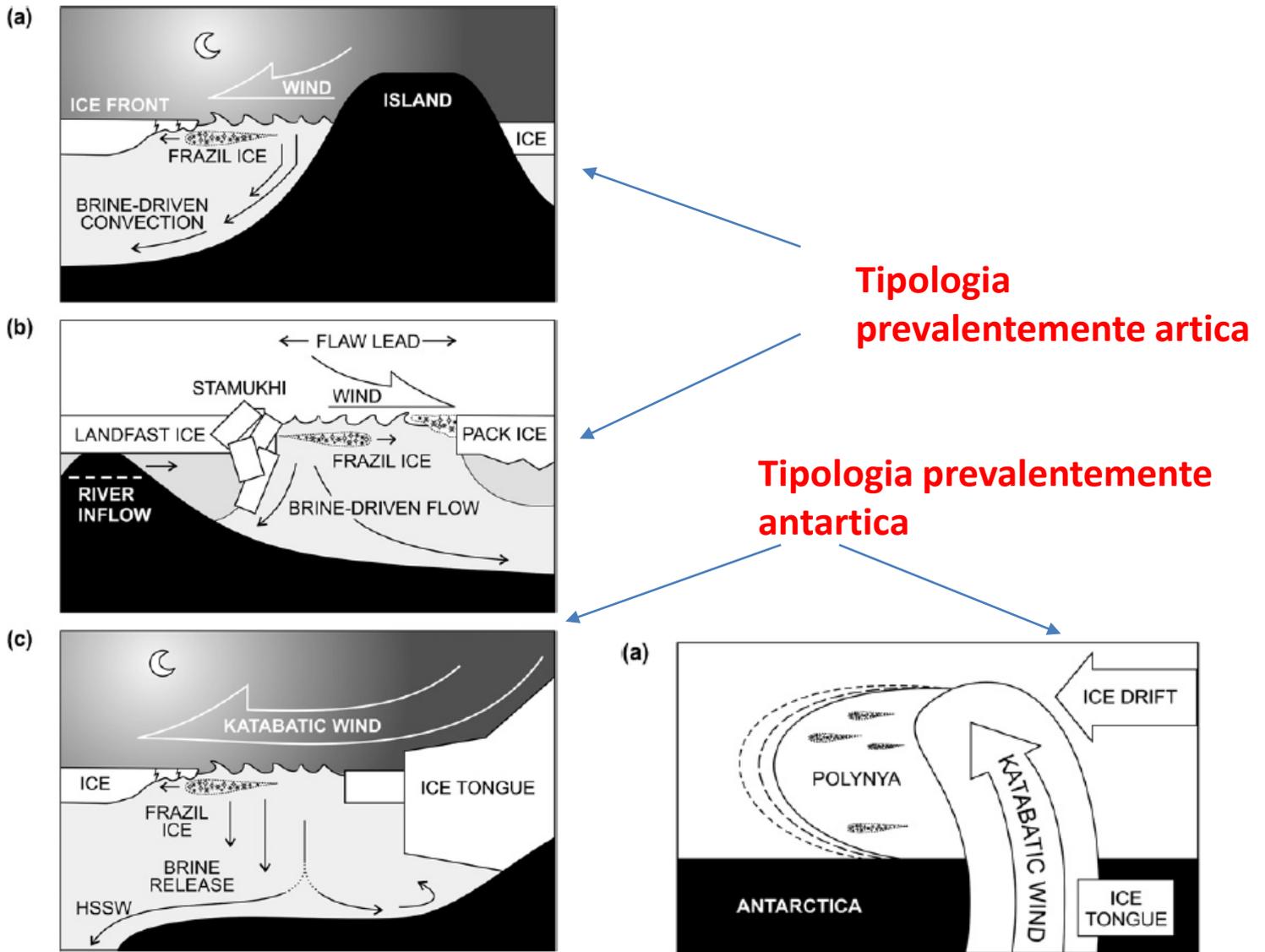
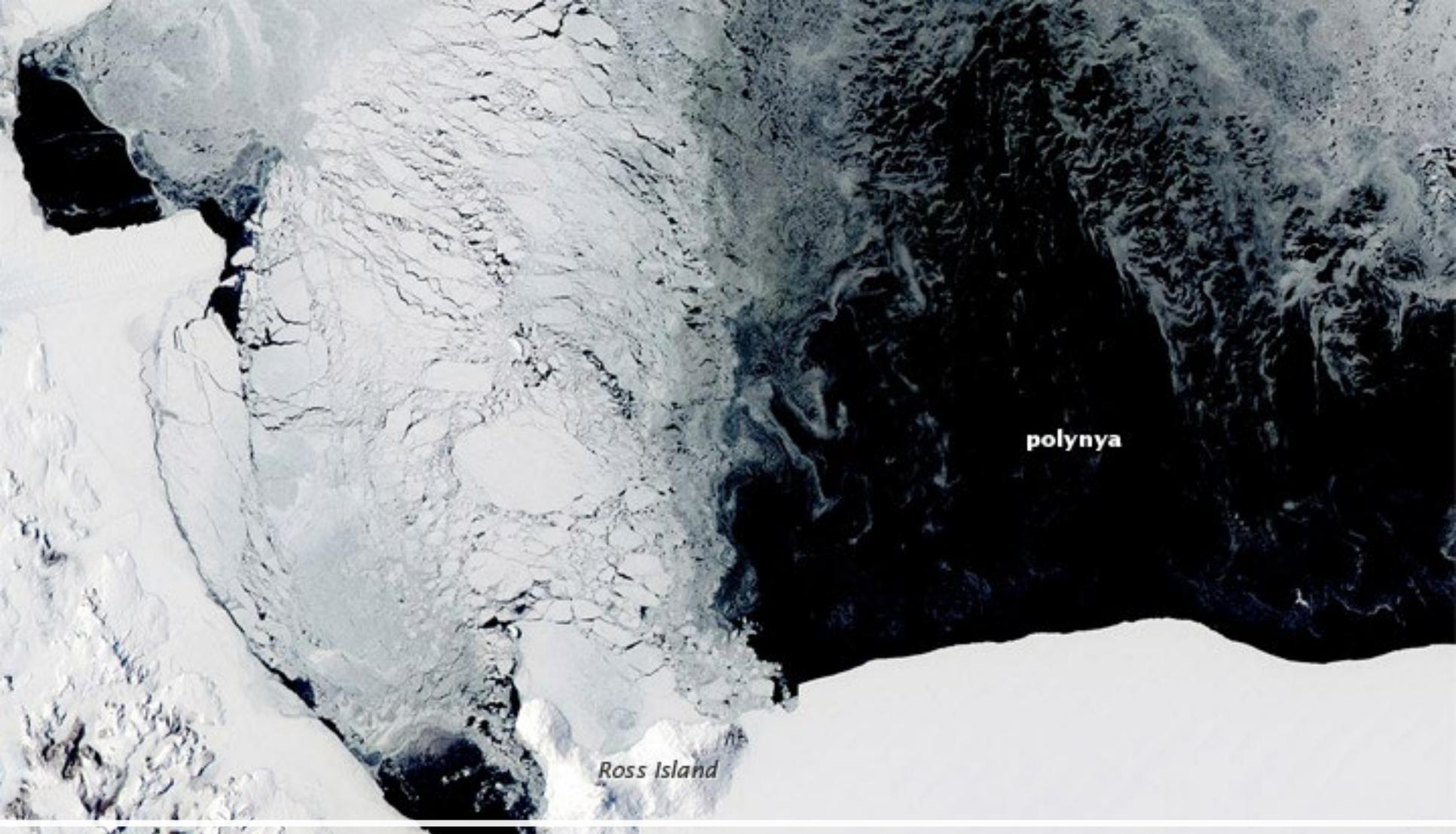


Figure 2: Physical processes within wind-driven polynyas: (a) a wind-driven polynya forming in the lee of an island (e.g., St. Lawrence Island); (b) the flaw polynya that forms on the Mackenzie Shelf in the southern Beaufort Sea; (c) a flaw polynya in the Antarctic. All diagrams are vertical sections across the polynya.



Polynya del Ross Ice Shelf



TNB AREA

from Cape Washington (74°35' S)
to Drygalski Ice Tongue (75°15' S)

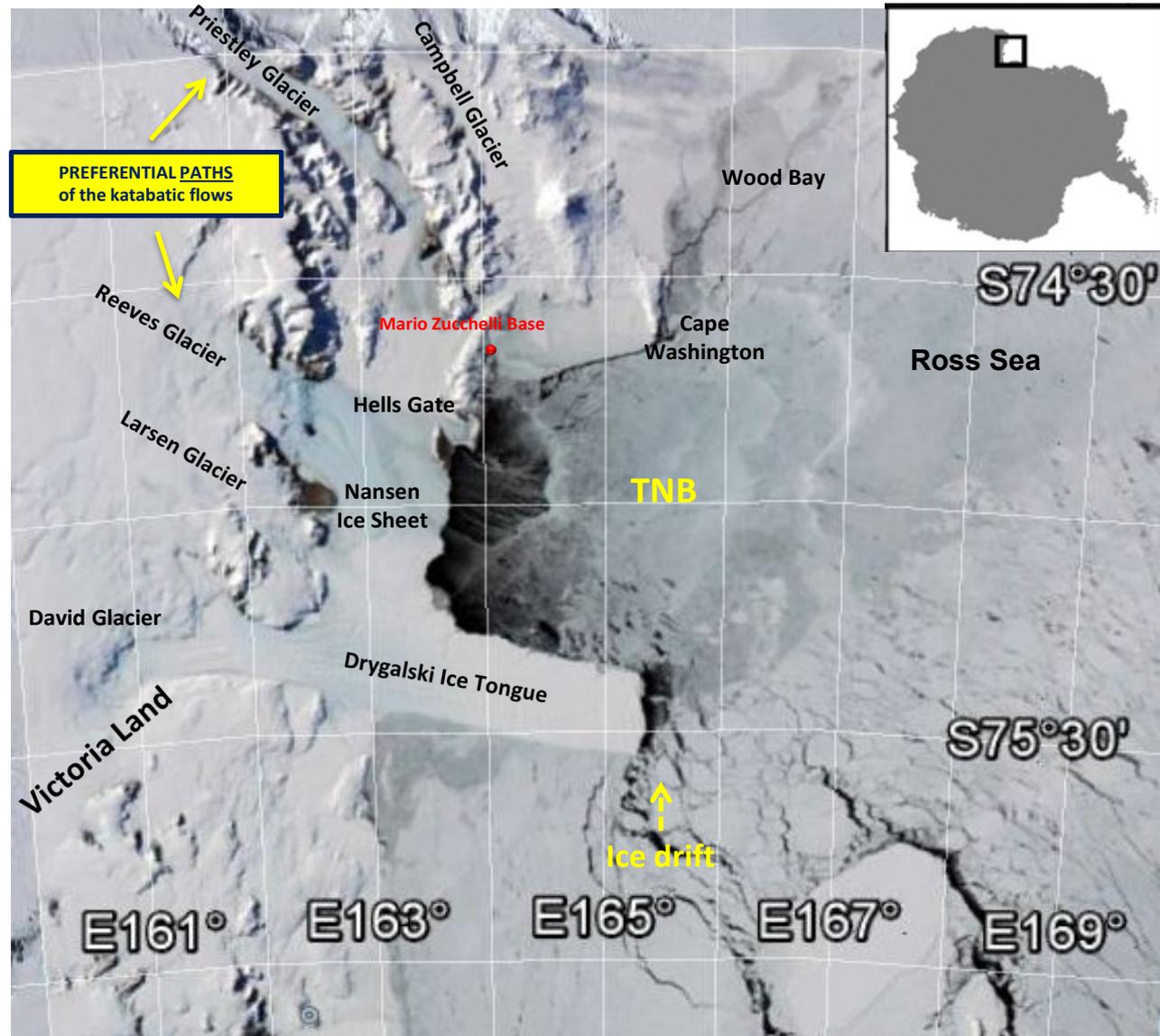
north-south (~ 65 km)
east-west (~ 92 km) } ~ 6000 km²

(Frezzotti and Mabin, 1994)

PECULIAR CLIMATIC & PHYSICAL FEATURES:

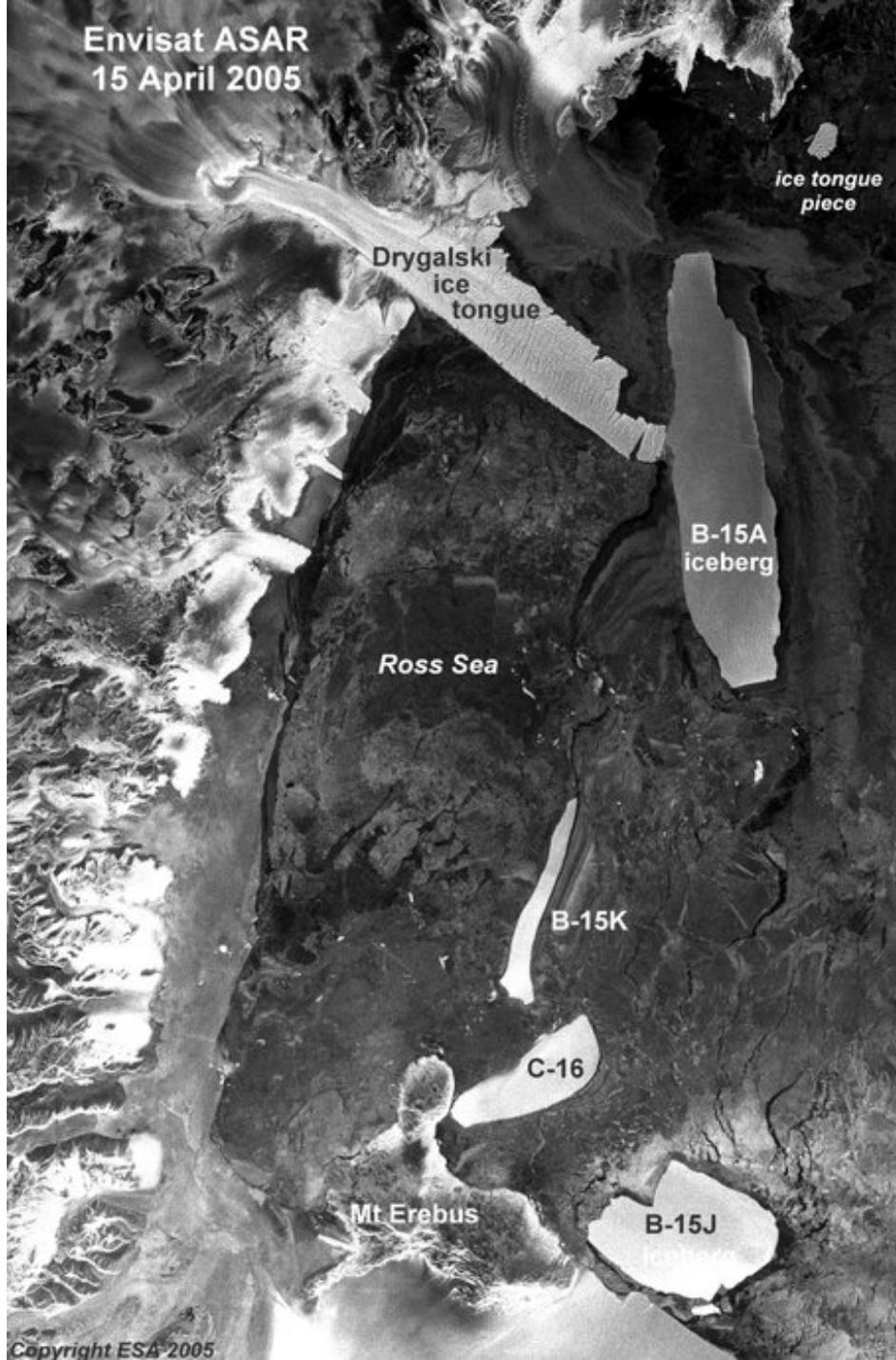
Katabatic winds
Drygalski Ice Tongue

Fu osservata per la
prima volta nell'inverno
del 1912 dagli uomini
del "Northern Party" del
capitano Scott.



Terra Nova Bay polynya image acquired by the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on NASA's Aqua satellite on October 16, 2007 (from NASA's website).

Envisat ASAR
15 April 2005



ice tongue
piece

Drygalski
ice
tongue

B-15A
iceberg

Ross Sea

B-15K

C-16

Mt Erebus

B-15J
iceberg

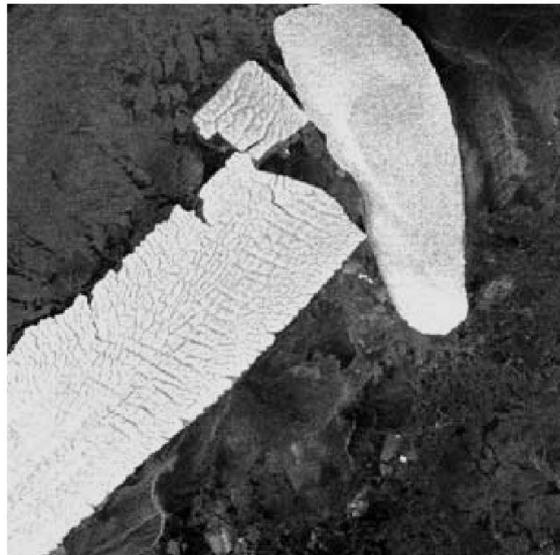
ESA > Our Activities > Observing the Earth



Search here

EARTH FROM SPACE: ICEBERG KNOCKS THE BLOCK OFF DRYGALSKI ICE TONGUE

7 April 2006



An enormous iceberg, C-16, rammed into the well-known Drygalski Ice Tongue, a large sheet of glacial ice and snow in the Central Ross Sea in Antarctica, on 30 March 2006, breaking off the tongue's easternmost tip and forming a new iceberg.

...images acquired by Envisat's Advanced Synthetic Aperture Radar ... and the ice tongue before and after the collision. On 26 March, C-16 was

Related news

Earth from Space: Iceberg knocks the block off Drygalski Ice Tongue

New collision looks imminent for B-15A iceberg

B-15A collides with Antarctic ice tongue

Giant iceberg B-15A edges past floating ice pier



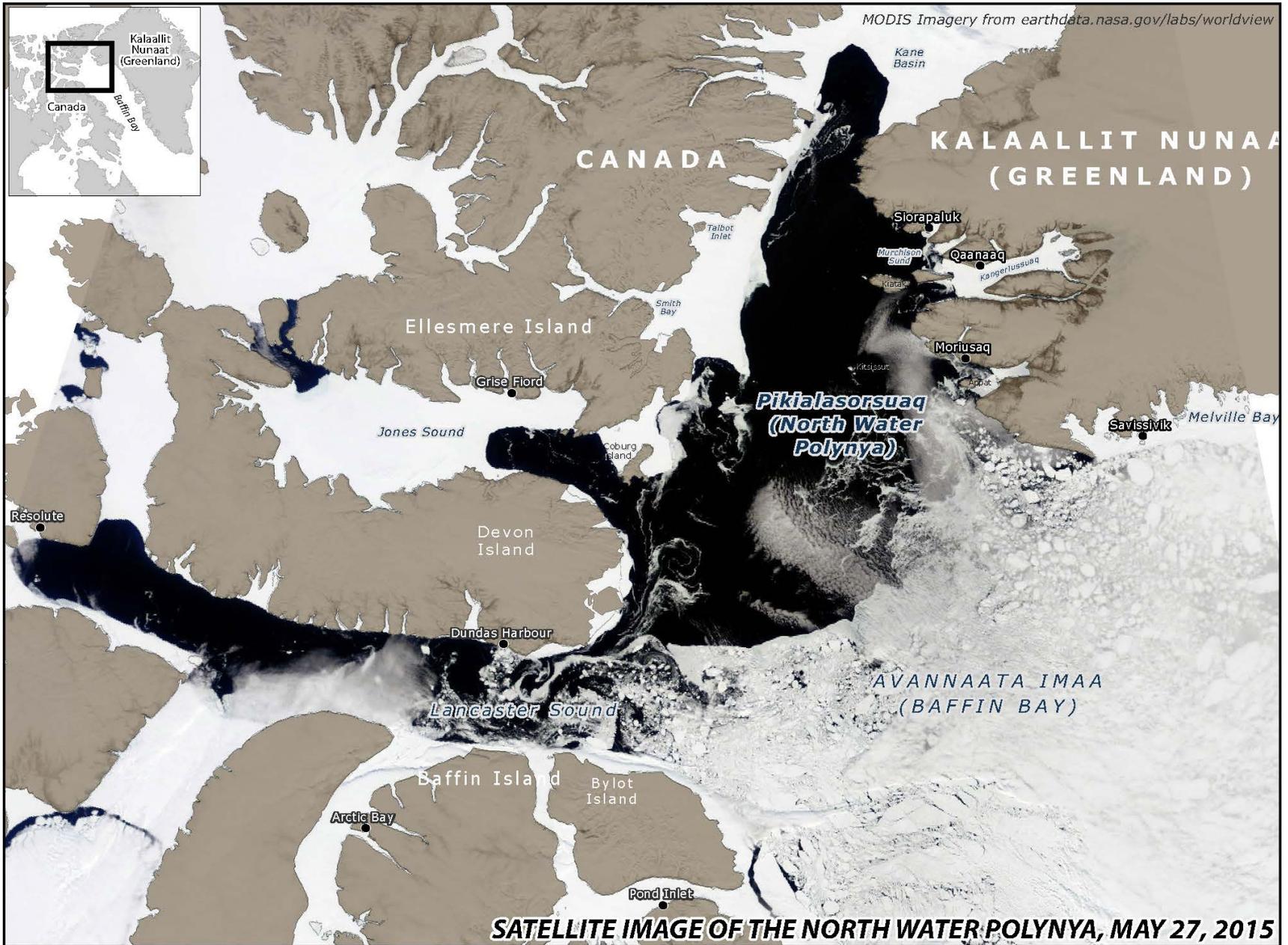
Image of the week archive



Earth images gallery

2 April 2016





80° -70° -60°

SATELLITE IMAGE OF THE NORTH WATER POLYNYA

MODIS Imagery from rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov

MAY 26, 2008



75°

75°

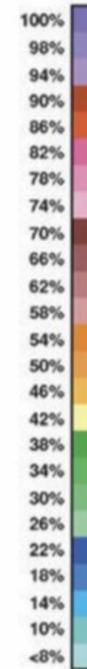
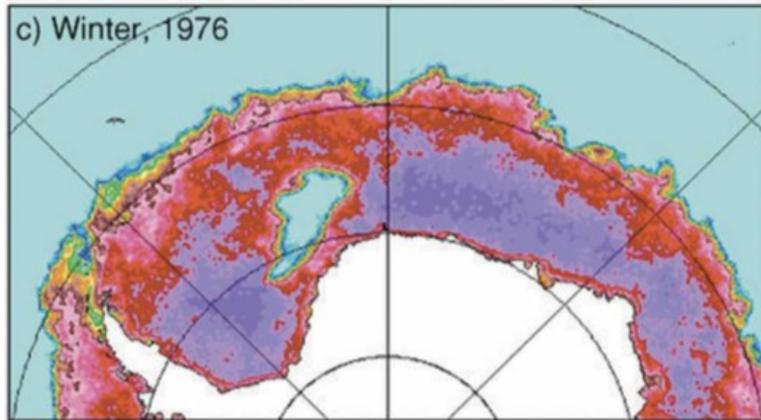
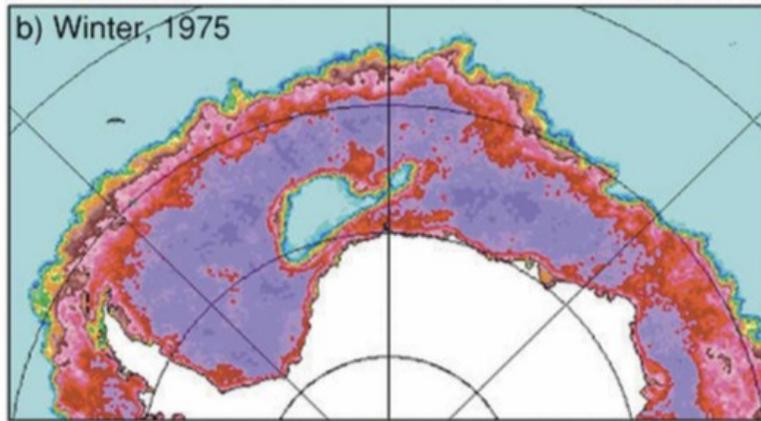
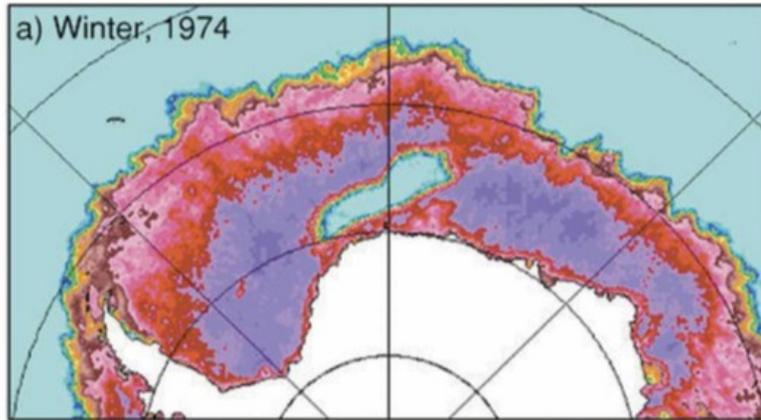
80°

70°



Polynye convettive

- Sono dovute a flussi convettivi di calore verso la superficie **e non richiedono movimenti del ghiaccio**
- Teoricamente sarebbero indipendenti dalla dinamica del ghiaccio e dagli stress interni
- In realtà il ghiaccio è sempre in movimento e quindi c'è avvezione di ghiaccio nell'area di mare aperto
- **L'area di polynya quindi dipenderà dal bilancio tra il tasso di avvezione laterale di ghiaccio ed il tasso di fusione del ghiaccio.**





Convezione libera e forzata

- Il bilancio verticale dovuto alla stabilità della colonna d'acqua ha influenza ovviamente sull'apporto in superficie del calore necessario per la formazione della polynya
- **La convezione può essere libera** se la convezione è regolata dalla densità
- **La convezione può essere forzata** se intervengono forze (ad es. mescolamento turbolento) che muovono verticalmente masse d'acqua forzando anche il naturale equilibrio verticale

Convezione libera

- In ambiente polare si verifica quando due condizioni principali accadono :
 - C'è una riduzione locale di stabilità verticale (pre-conditioning)
 - produzione locale di brina
- Precondizione : gyre ciclonico oppure su piattaforma continentali quando venti autunnali trasportano off-shore acque più dolci, dovute alla fusione dei ghiacci e/o river runoff e lasciano acque più salate in piattaforma

NORTHERN HEMISPHERE

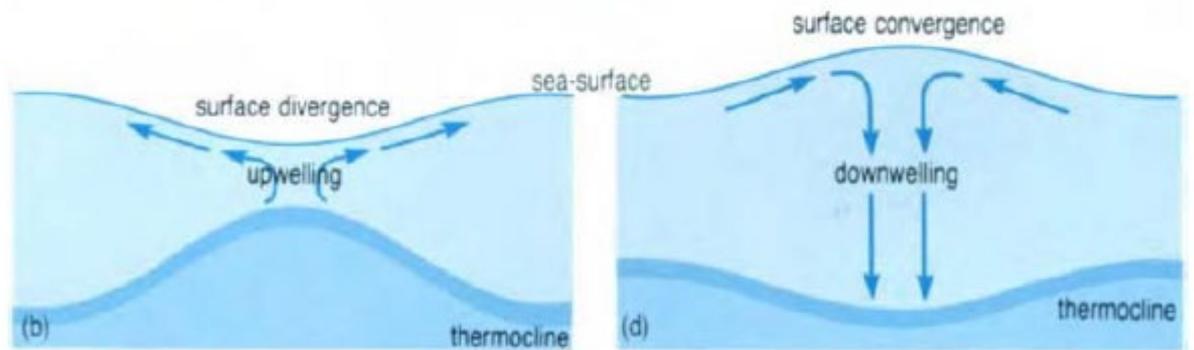
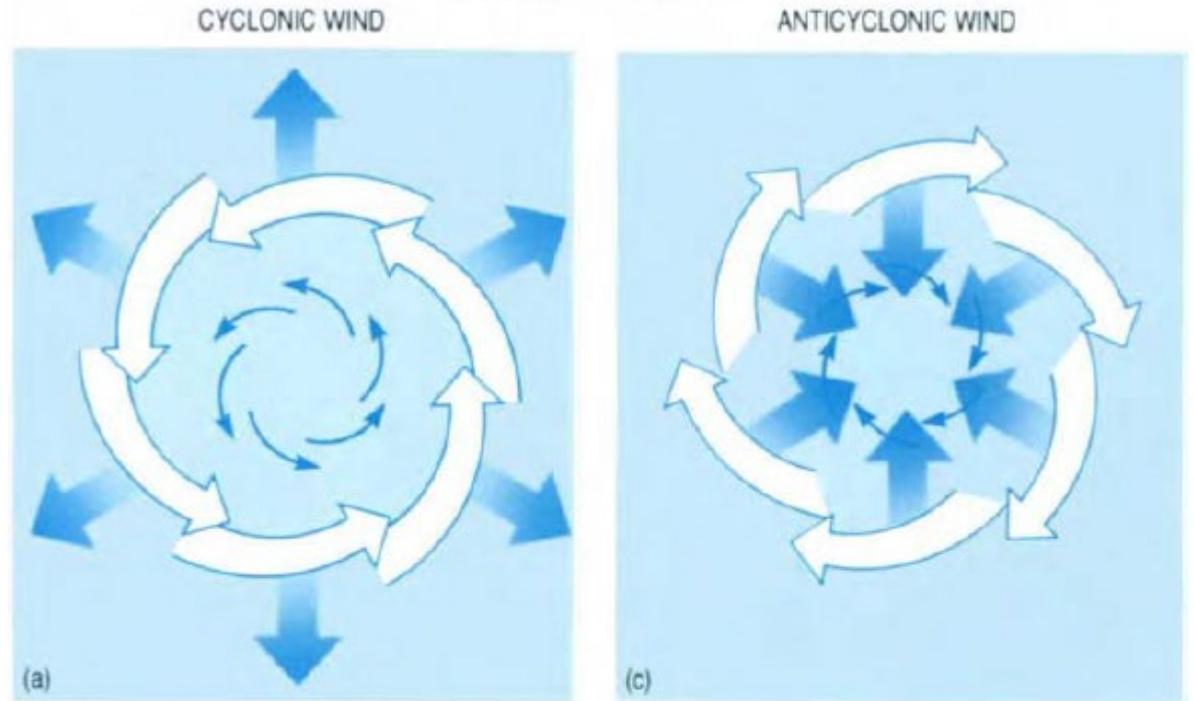


Figure 3.24 The effect of a cyclonic wind in the Northern Hemisphere (a) on surface waters, (b) on the shape of the sea-surface and thermocline. Diagrams (c) and (d) show the effects of an anticyclonic wind in the Northern Hemisphere. (Remember that in the Southern Hemisphere, cyclonic = clockwise and anticyclonic = anticlockwise.)

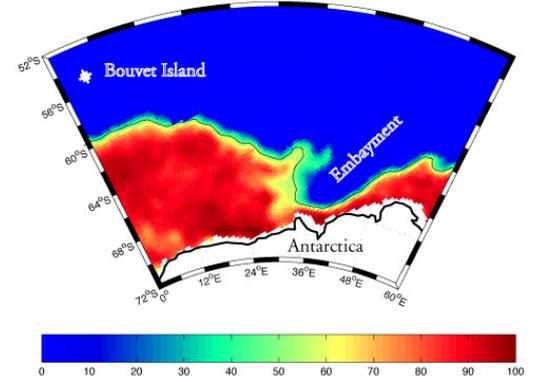
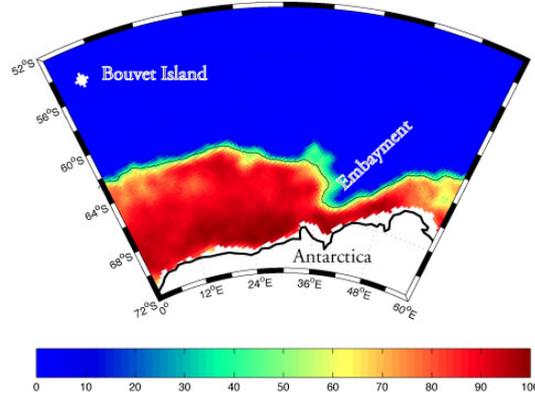
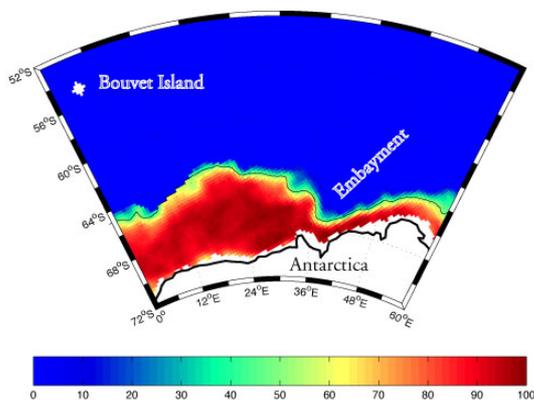
Convezione Forzata

- Si ha principalmente in presenza di forte mescolamento turbolento come nel caso di mescolamento mareale, upwelling
 - Mescolamento mareale è il più studiato.
- Upwelling : trasferimento di calore verso la superficie sia in prossimità della costa che al centro di gyre (Cosmonaut Polynya)

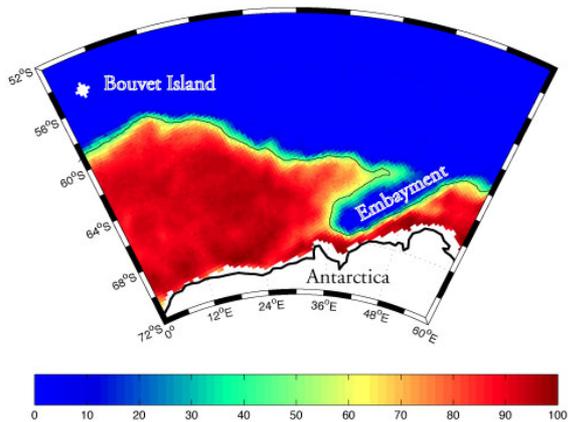
Mixing in Oceano (onde interne e maree)



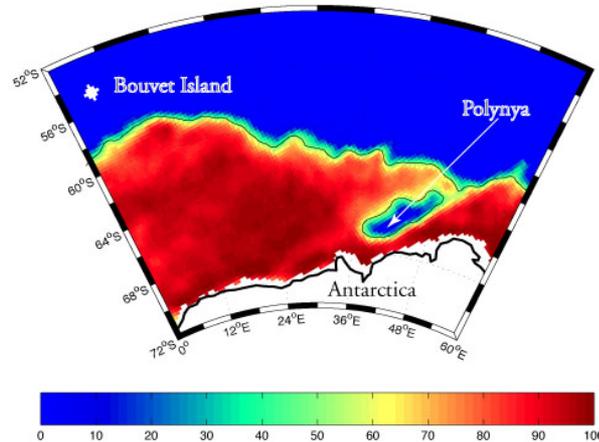
Average Ice Conditions for the period May 26 to 30 1999.



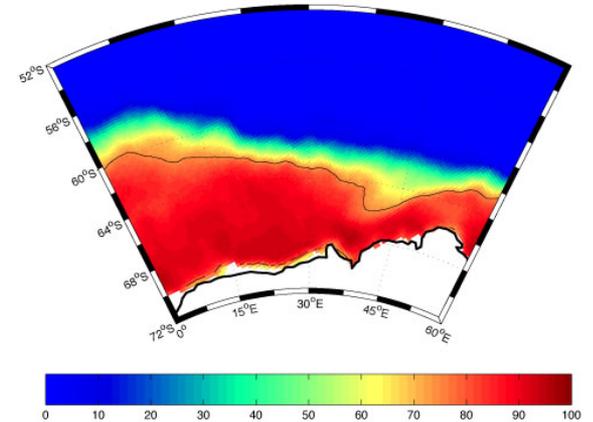
Average Ice Conditions for the period July 5 to 9 1999.



Average Ice Conditions for the period July 10 to 14 1999.



Climatological Ice Conditions for the period July 15 to 19 (based on data from 1979-1998)



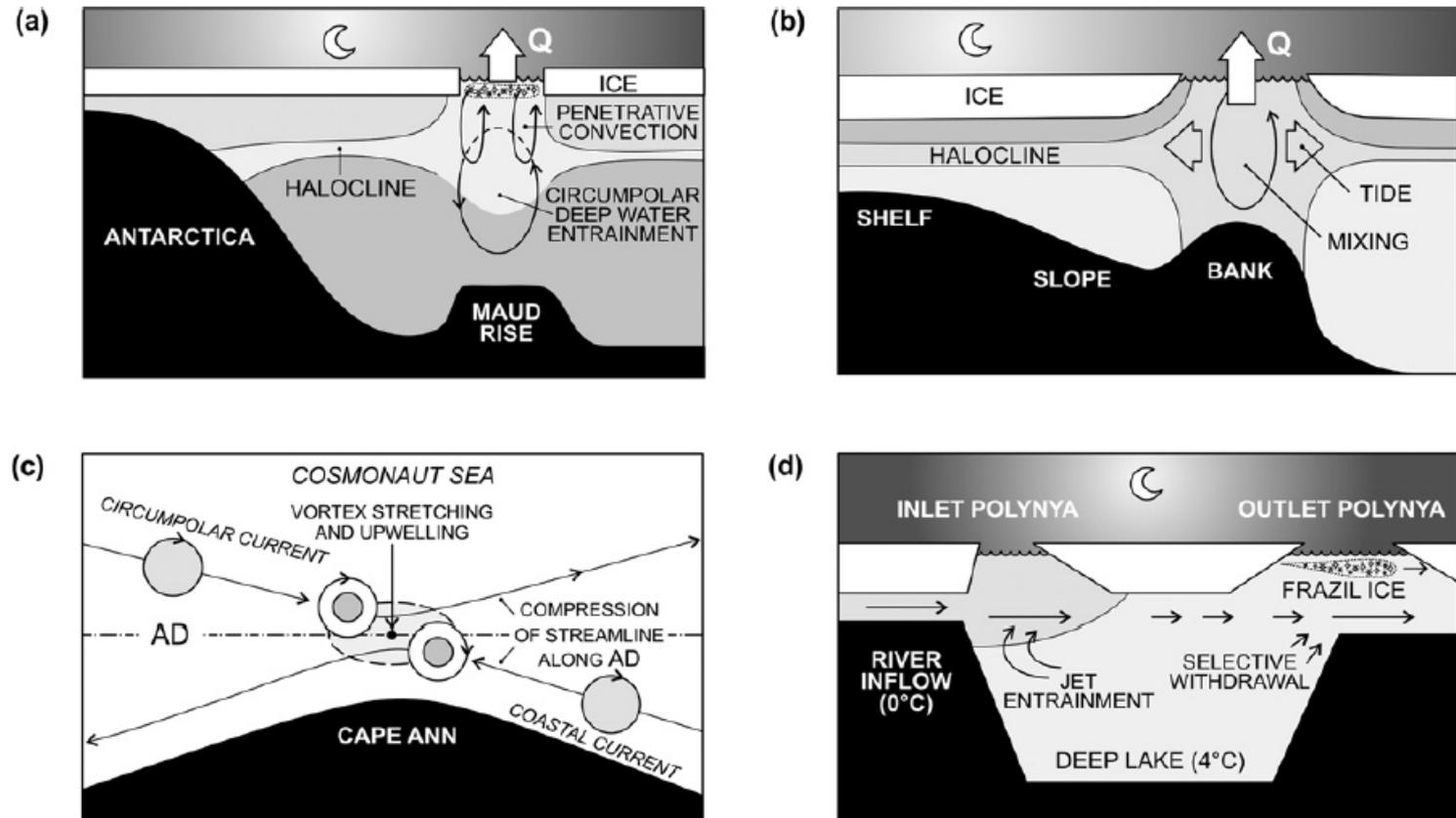
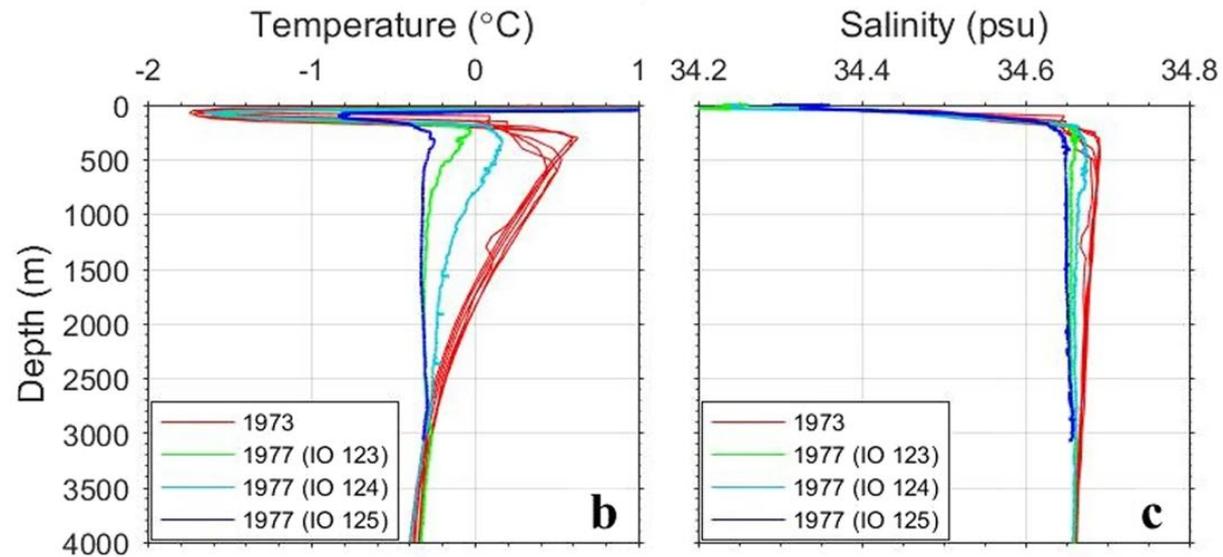
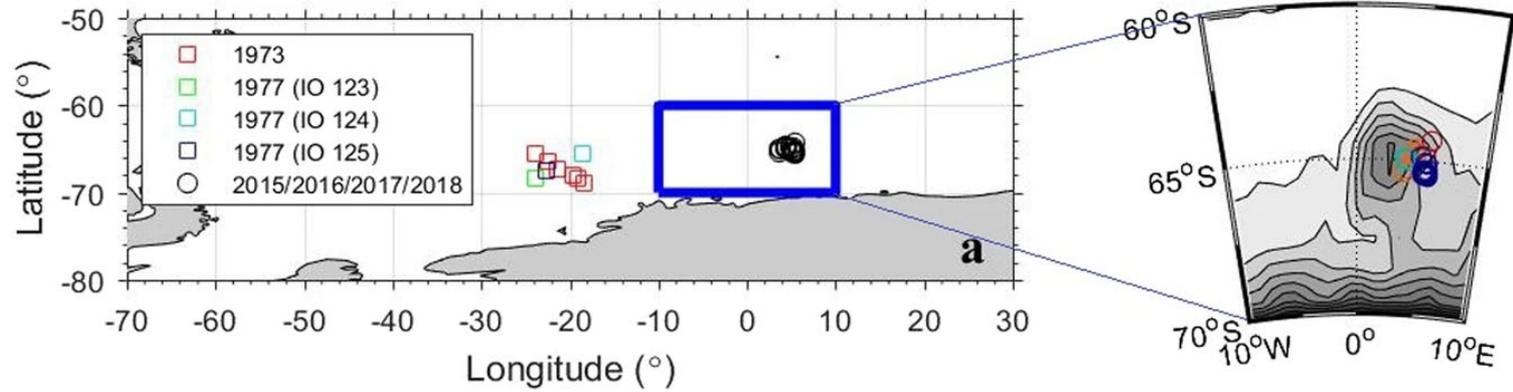
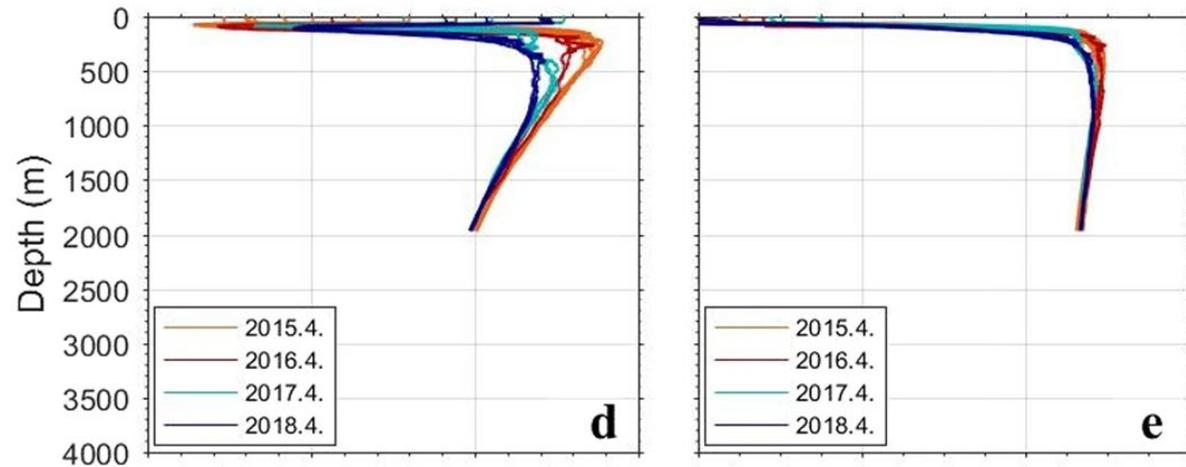


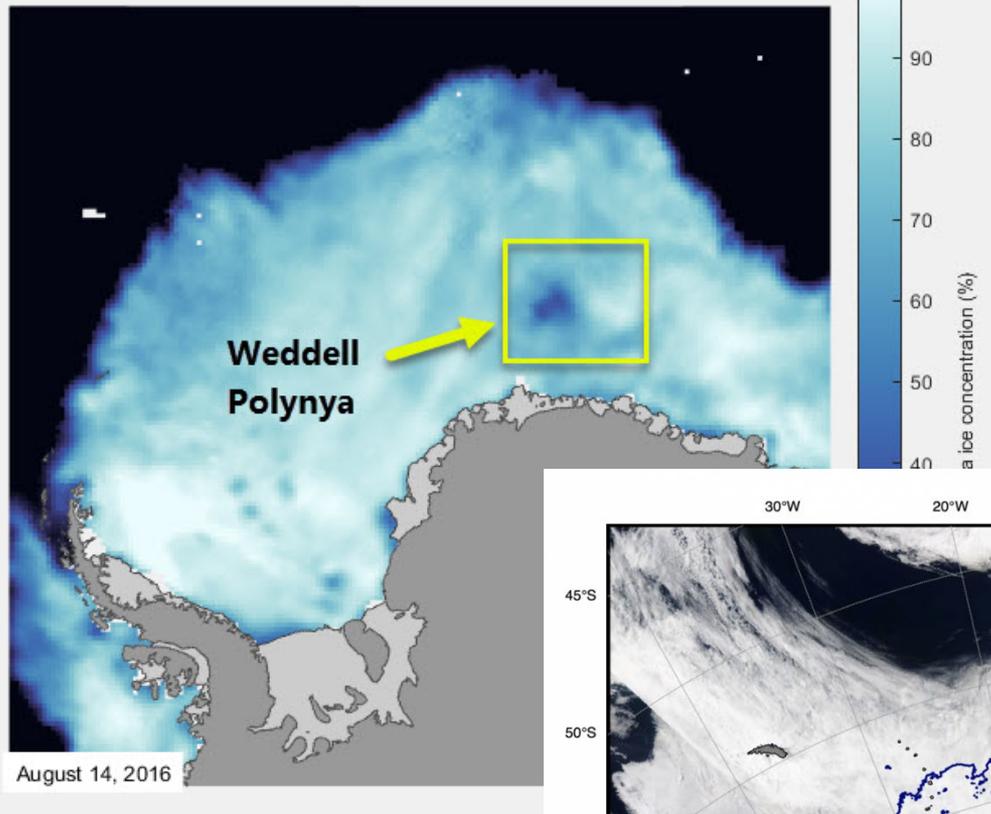
Figure 5: Diagrams illustrating a variety of physical processes causing convectively forced polynyas: (a) free convection polynya at Maud Rise in the Weddell Sea (Q represents the heat flux to the atmosphere); (b) tidal mixing at Kashevarov Bank in the Okhotsk Sea (adapted from Rogachev et al., 2001); (c) a polynya maintained by upwelling in the Cosmonaut Sea, Antarctica (adapted from Comiso and Gordon, 1996; AD is the Antarctic divergence); and (d) a polynya forced by river throughflow such as Lake Laberge in the Yukon, Canada (site of Sam Magee's cremation). Diagrams (a), (b) and (d) are vertical sections across the polynya, (c) is a view from above.



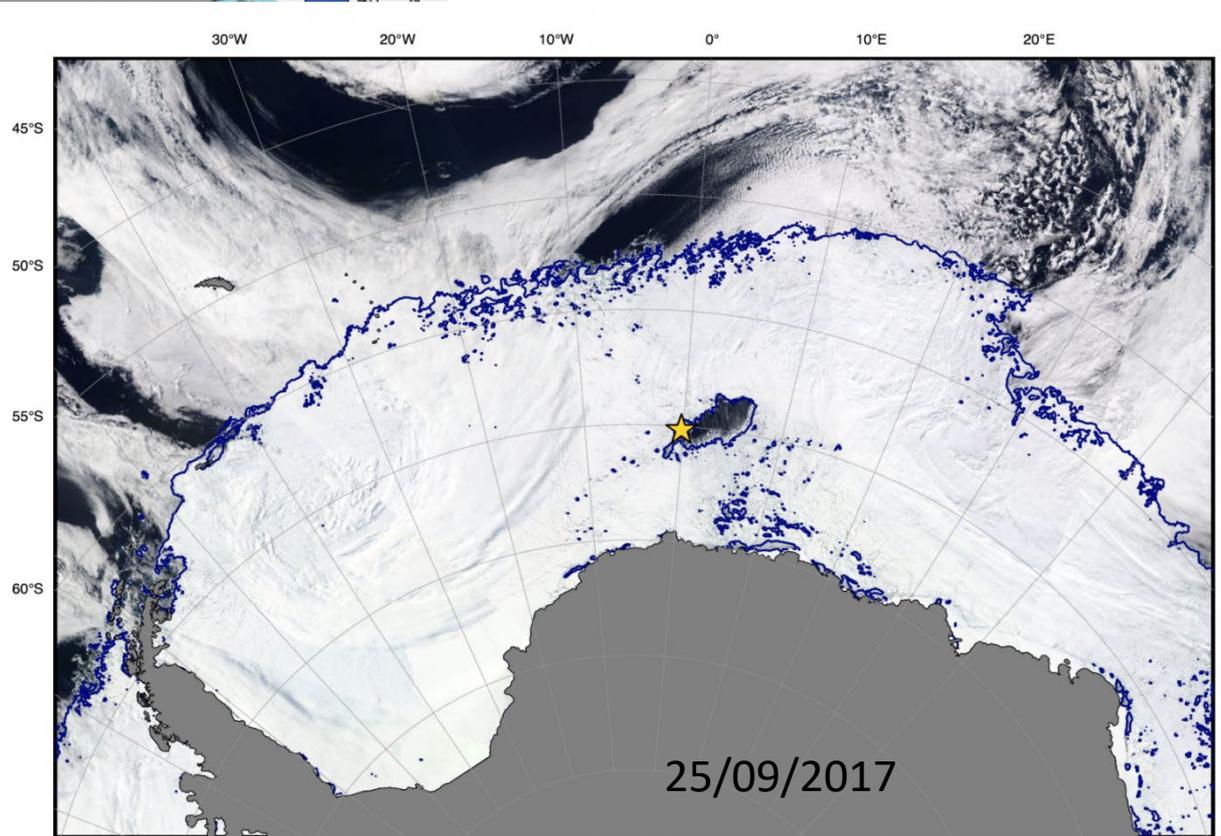
Polynya del
Mare di
Weddel



Polynya del
Maud Rise



<https://twitter.com/twitter/statuses/914677823809441793>



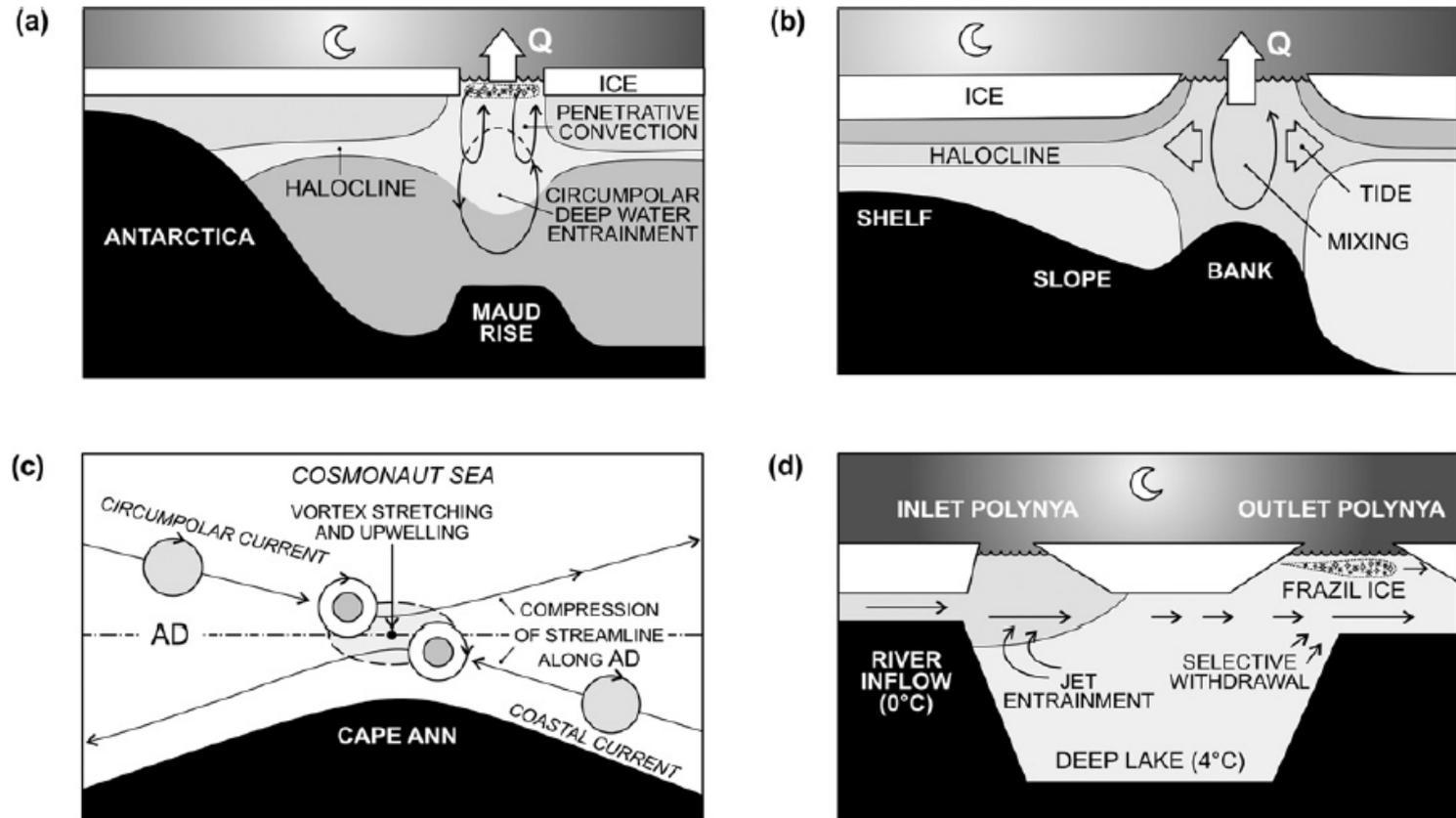


Figure 5: Diagrams illustrating a variety of physical processes causing convectively forced polynyas: (a) free convection polynya at Maud Rise in the Weddell Sea (Q represents the heat flux to the atmosphere); (b) tidal mixing at Kashevarov Bank in the Okhotsk Sea (adapted from Rogachev et al., 2001); (c) a polynya maintained by upwelling in the Cosmonaut Sea, Antarctica (adapted from Comiso and Gordon, 1996; AD is the Antarctic divergence); and (d) a polynya forced by river throughflow such as Lake Laberge in the Yukon, Canada (site of Sam Magee's cremation). Diagrams (a), (b) and (d) are vertical sections across the polynya, (c) is a view from above.

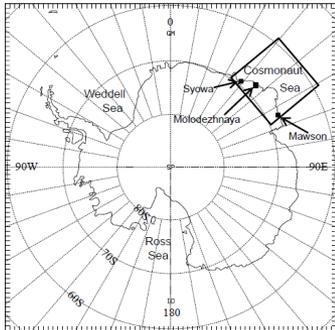
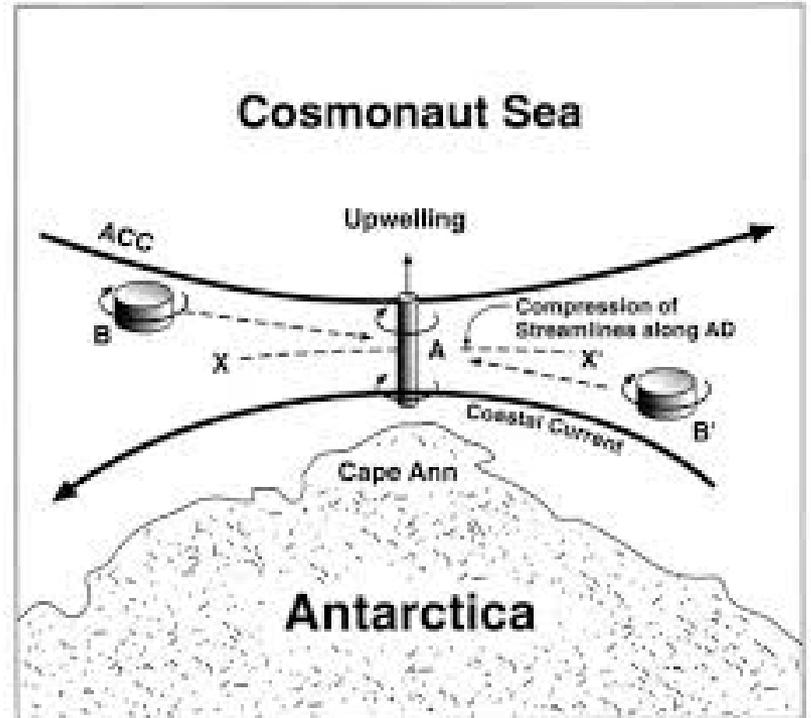
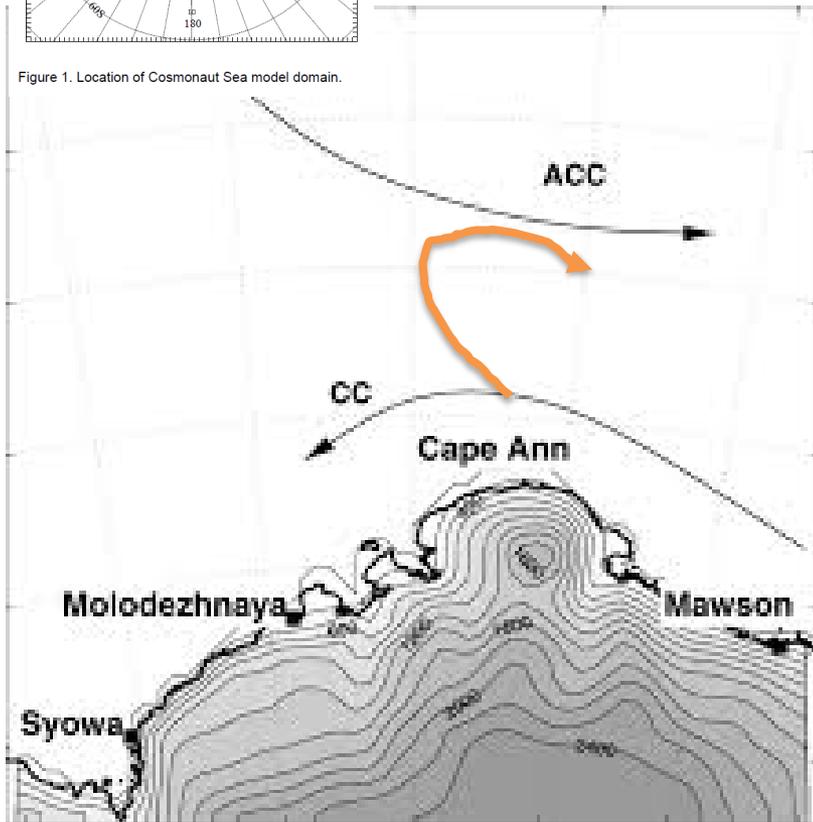
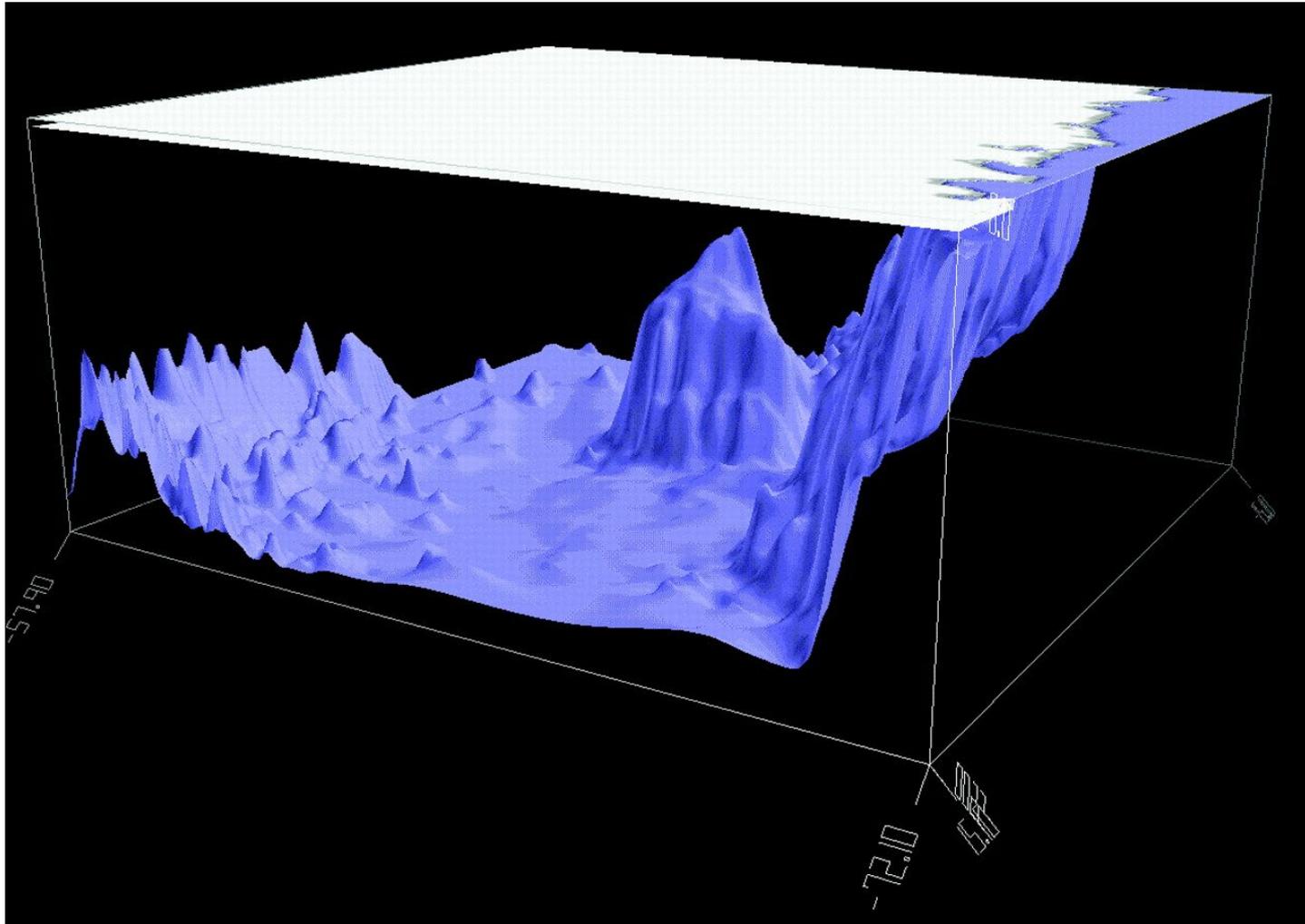


Figure 1. Location of Cosmonaut Sea model domain.

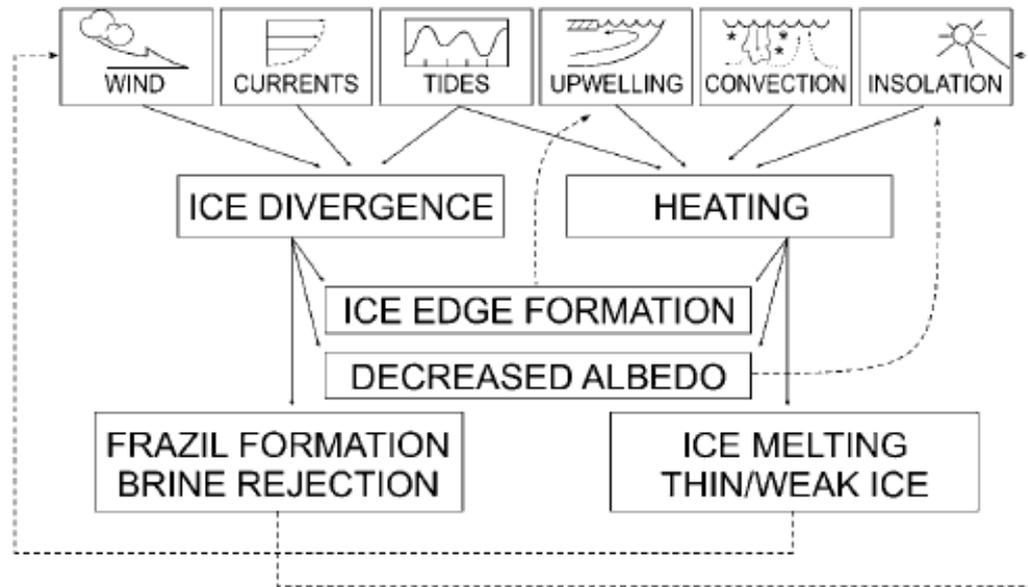


FPerspective view from the southwest of the sea-floor bathymetry (blue shading) in the eastern Weddell Sea .



D. M. Holland Science 2001;292:1697-1700





-DdG dovuta al vento induce (tramite rilascio di brina) upw/dow su ampie zone dello shelf o localmente (differenza di stress tra l'edge del ghiaccio e la zona di mare più aperto).

- Processi convettivi indeboliscono il ghiaccio e l'effetto del vento può risultare in DdG.

Processi di Feedback : a causa dei differenti Fb, è improbabile che un solo un meccanismo contribuisca alla formazione di una polynya

