El Océano y su Rol en el Clima de la Tierra: Pasado, presente y futuro



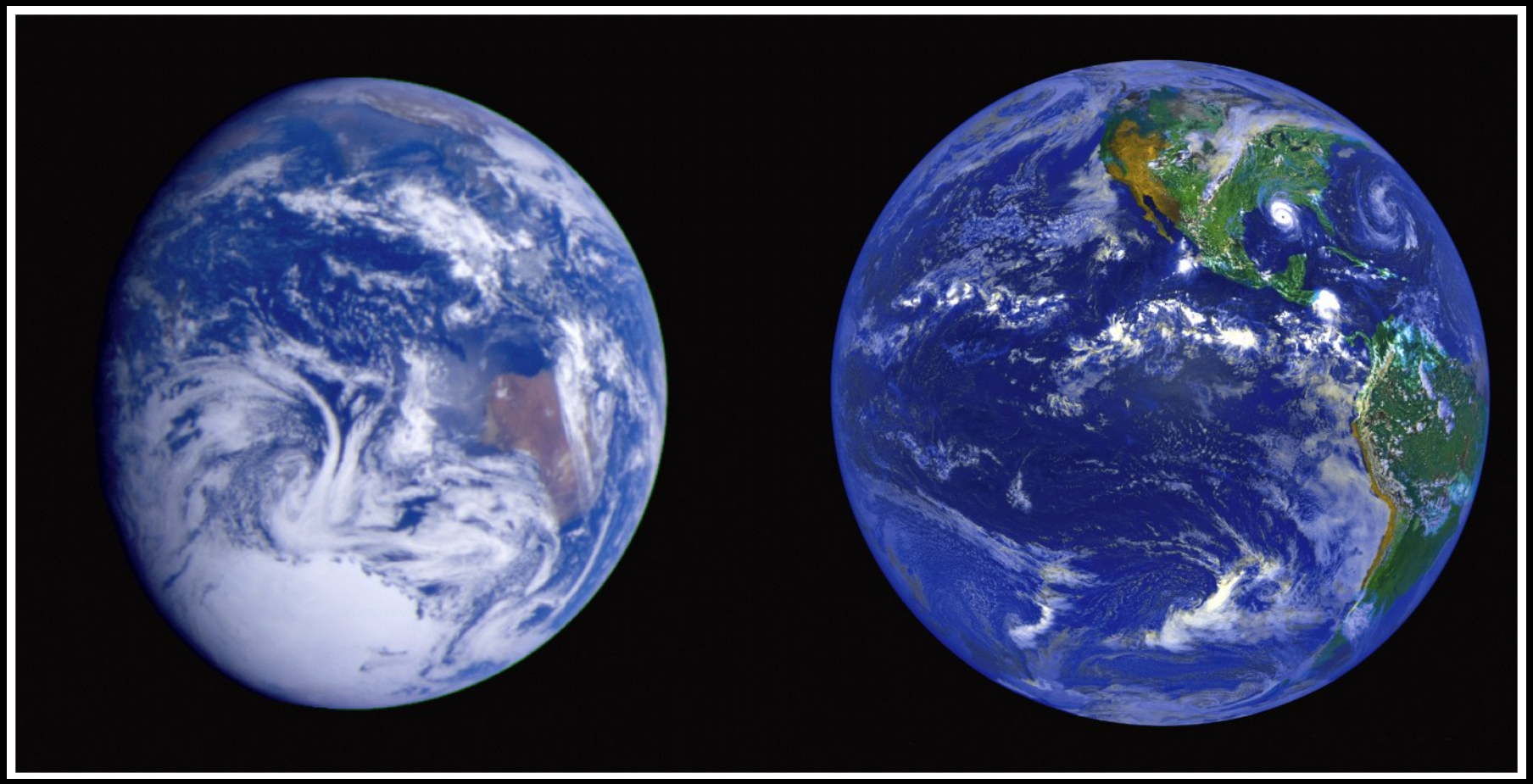
Ricardo De Pol-Holz

Universidad de Magallanes
ricardo.depol@umag.cl



PRESENTE

Nuestro Planeta Habitable



El Clima es un conjunto amplio de las condiciones promedio de una región, medido en su temperatura, cantidad de lluvia o nieve, cobertura de nieve o hielo, magnitud y dirección de los vientos y otros factores.

(Las fluctuaciones cortas (horas, días, semanas) corresponden al "tiempo")

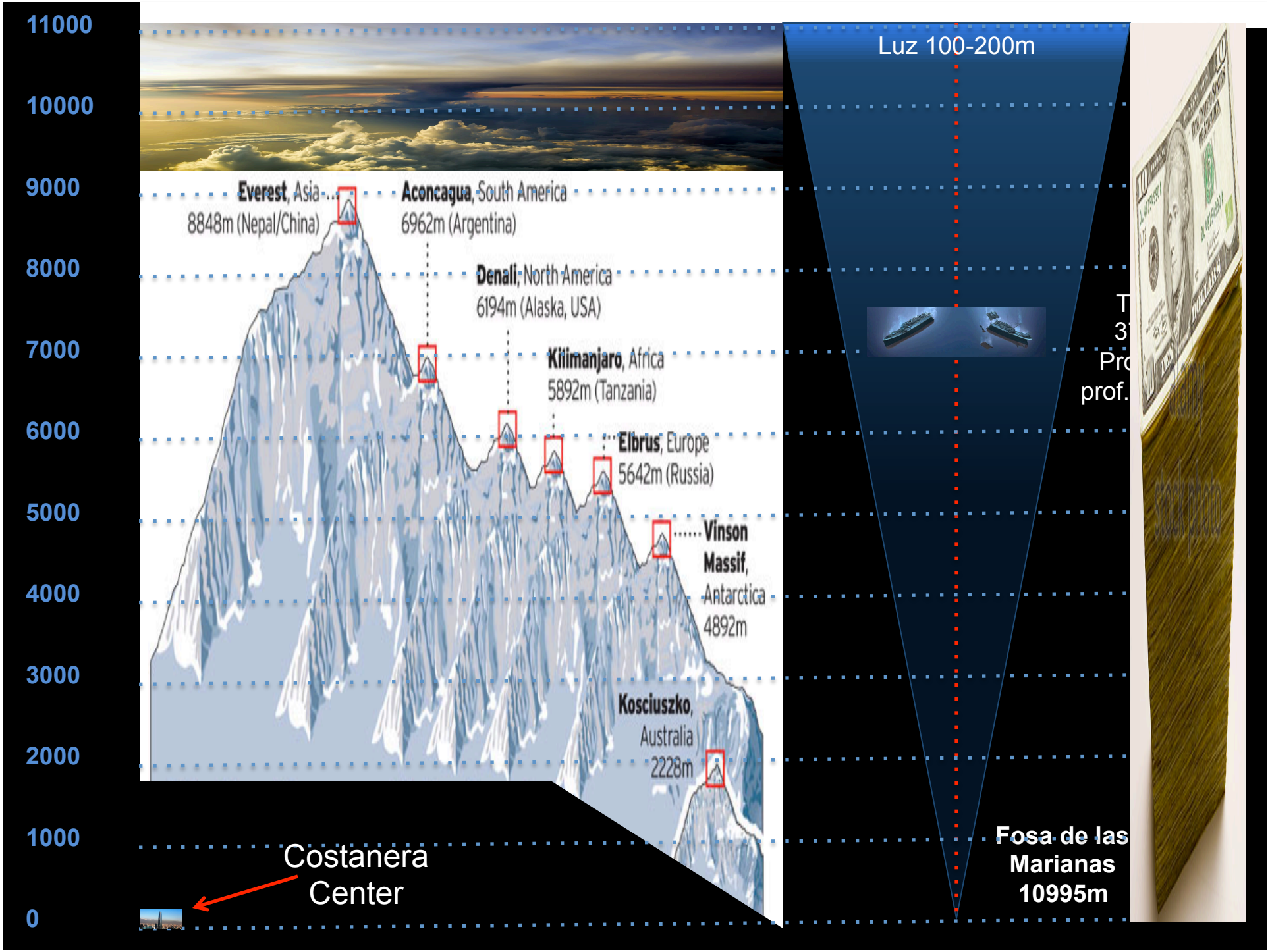
El Océano y el Planeta: Algunas cifras para *maravillarnos*



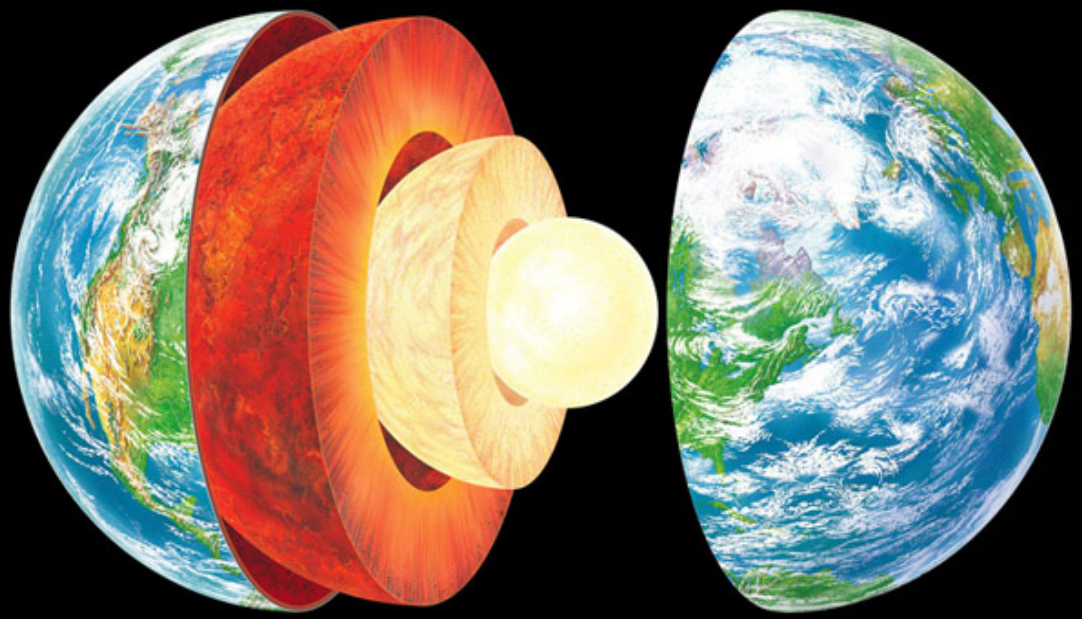
Superficie del Planeta Tierra:

$4 \pi r^2 = 12{,}6 * (6.370.000m)^2$
$510.000.000.000.000m^2$

Superficie del Océano:
$360.000.000.000.000m^2$
70% de la total


11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Everest, Asia
8848m (Nepal/China)
Aconcagua, South America
6962m (Argentina)
Denali, North America
6194m (Alaska, USA)
Kilimanjaro, Africa
5892m (Tanzania)
Elbrus, Europe
5642m (Russia)
Vinson Massif, Antarctica
4892m
Kosciuszko, Australia
2228m
Costanera Center
Luz 100-200m
Fosa de las Marianas
10995m

El Océano y el Planeta: Algunas cifras para *preocuparnos*



Vol. de la Tierra:

$4/3\ \pi\ r^3 = 4{,}2 * (6.370.000m)^3$

$1.110.000.000.000.000.000.000m^3$

Masa de la Tierra:

Vol. * densidad=

$1{,}1x10^{21}m^3 * 5.514\ kg\ m^{-3} =$

$6.000.000.000.000.000.000.000.000kg$

Vol. del Océano:

$1.387.000.000.000.000.000m^3$

0.13% del volumen total

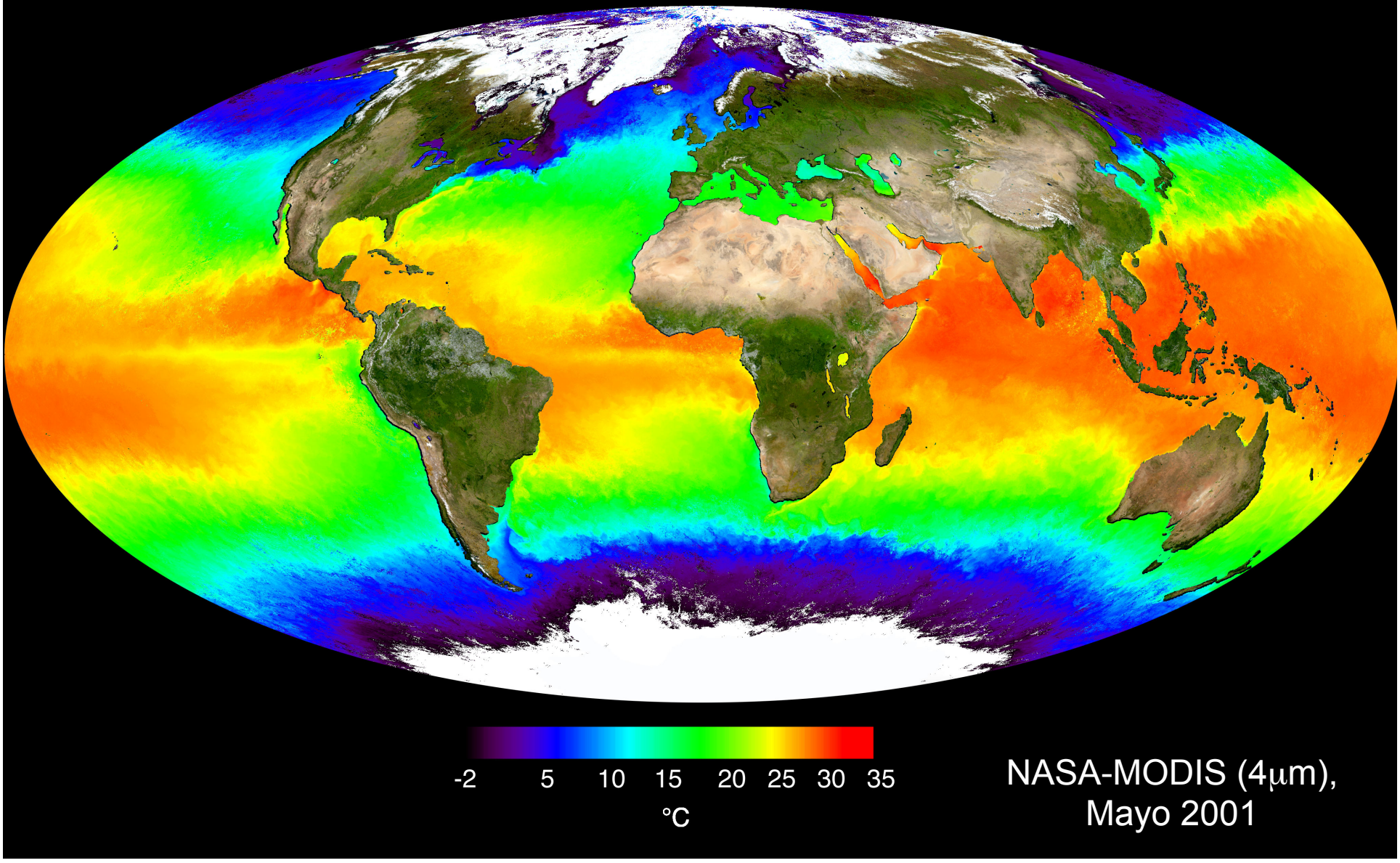
97% del agua del planeta

Masa del Océano:

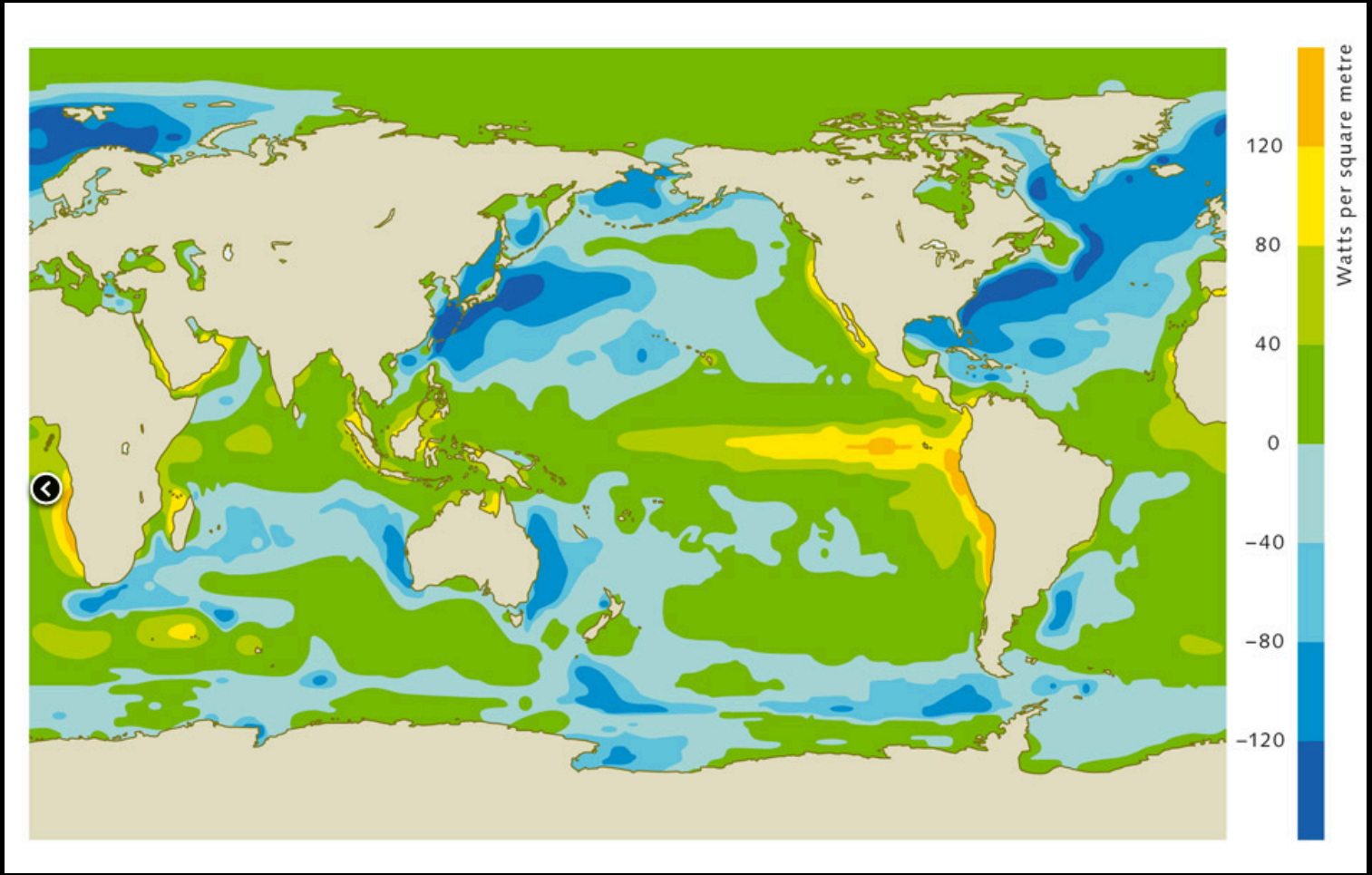
$1.400.000.000.000.000.000.000kg$

0,0022% de la masa total

El Océano transporta MUCHO calor



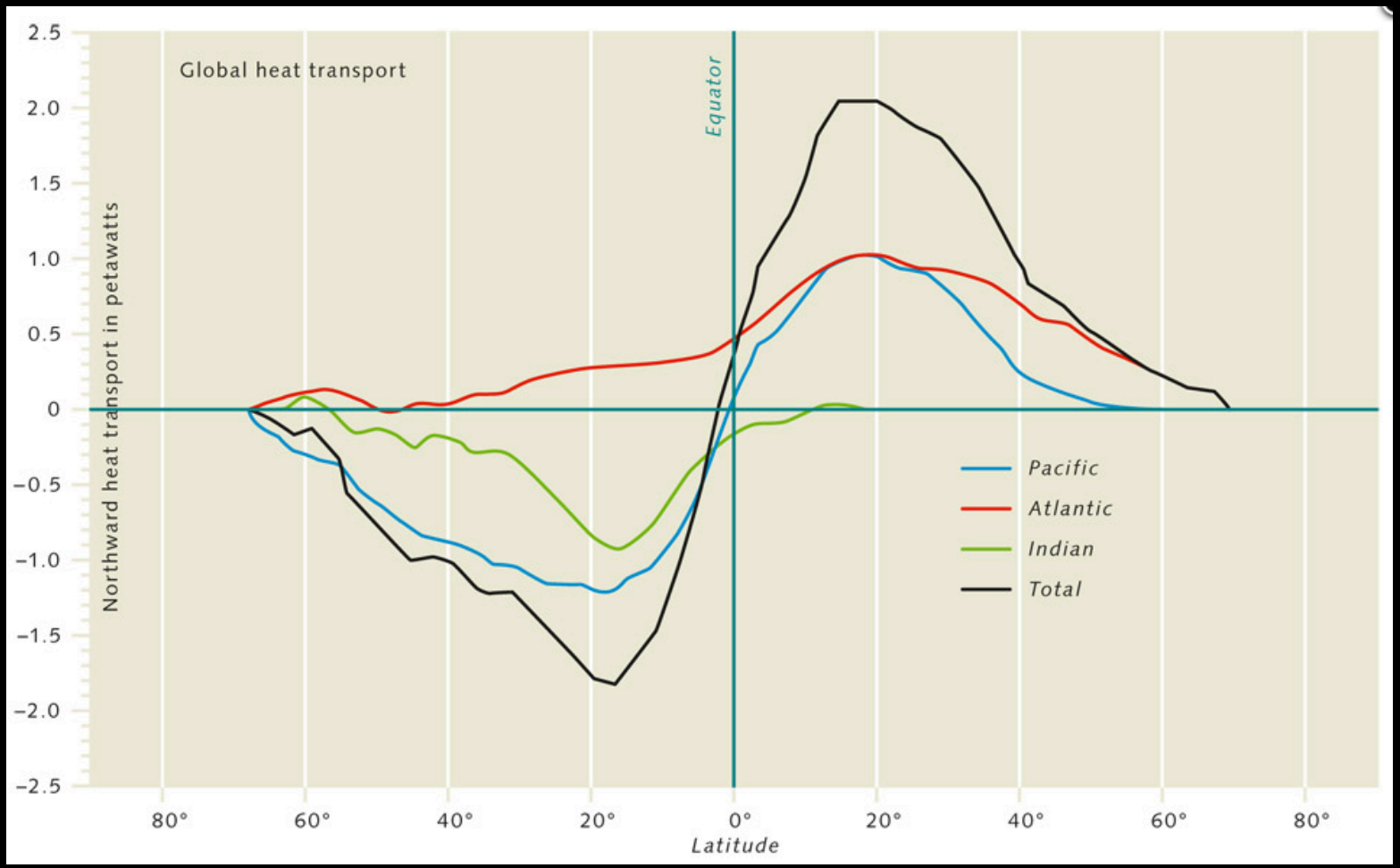
El Océano transporta MUCHO calor



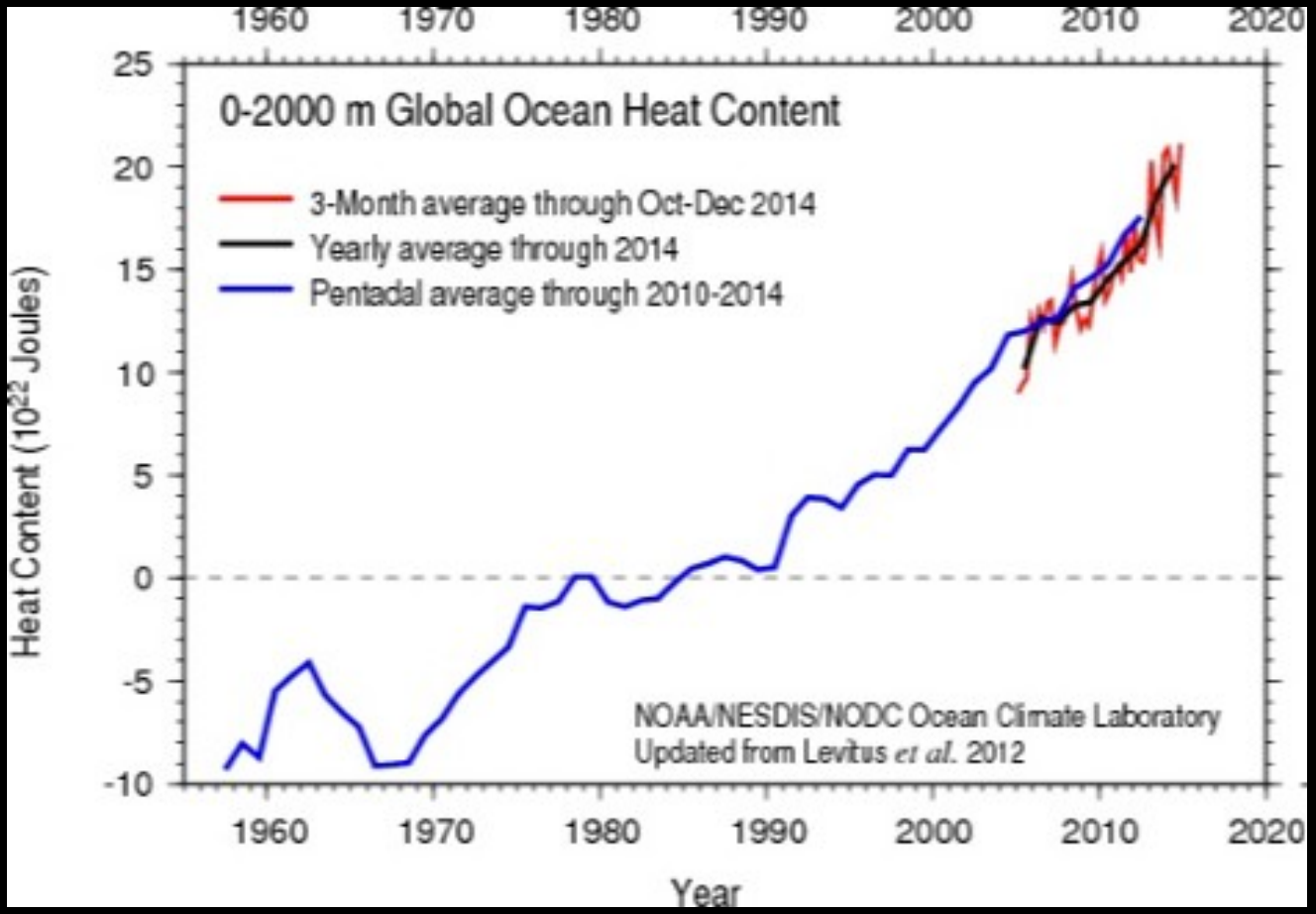
Es muy variable en el tiempo!!!

El Océno transporta MUCHO calor

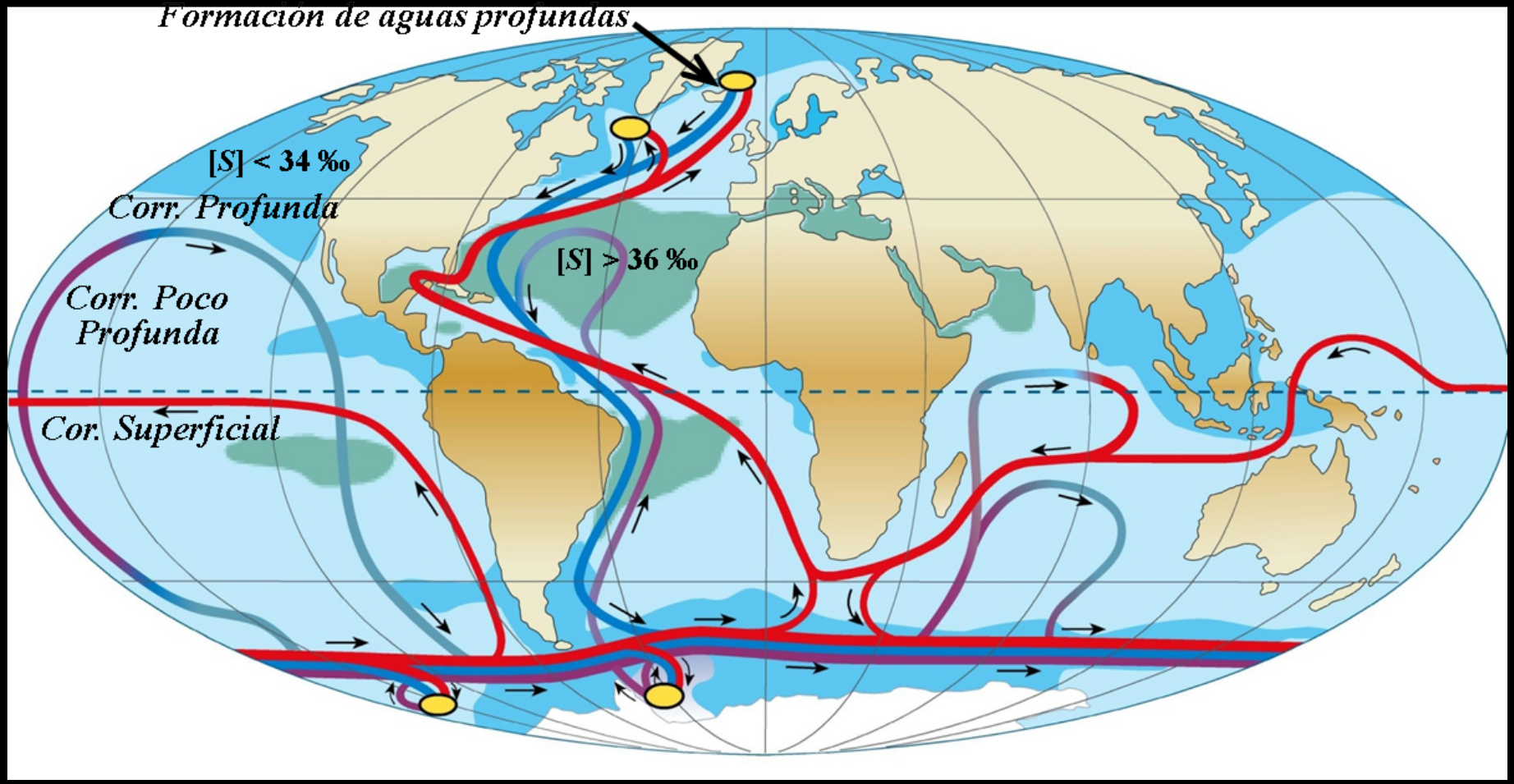
1 Peta Watt (PW) = 1.000.000.000.000.000 W ($1x10^{13}$ ampolletas de 100 W)



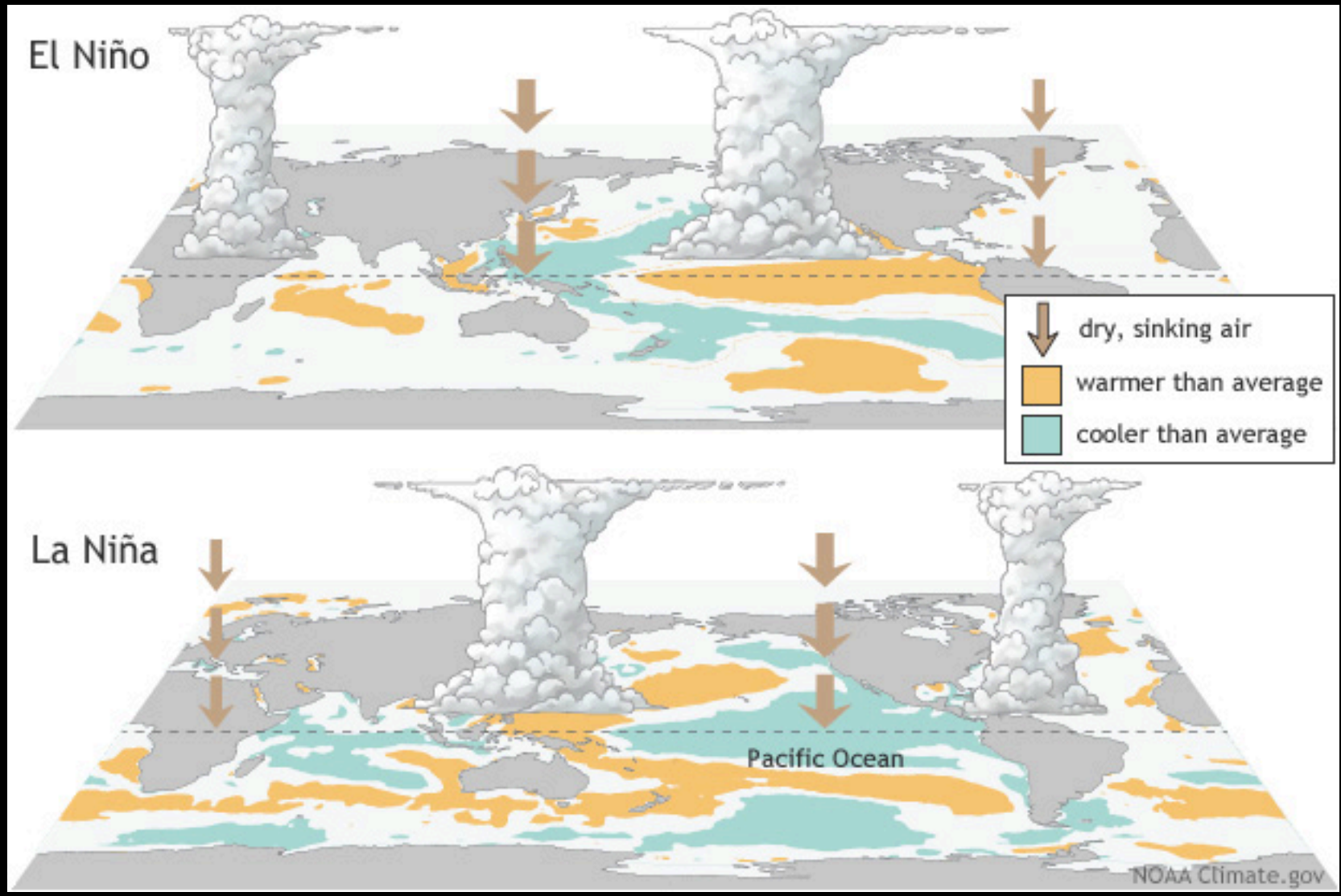
El contenido de calor del océano está cambiando

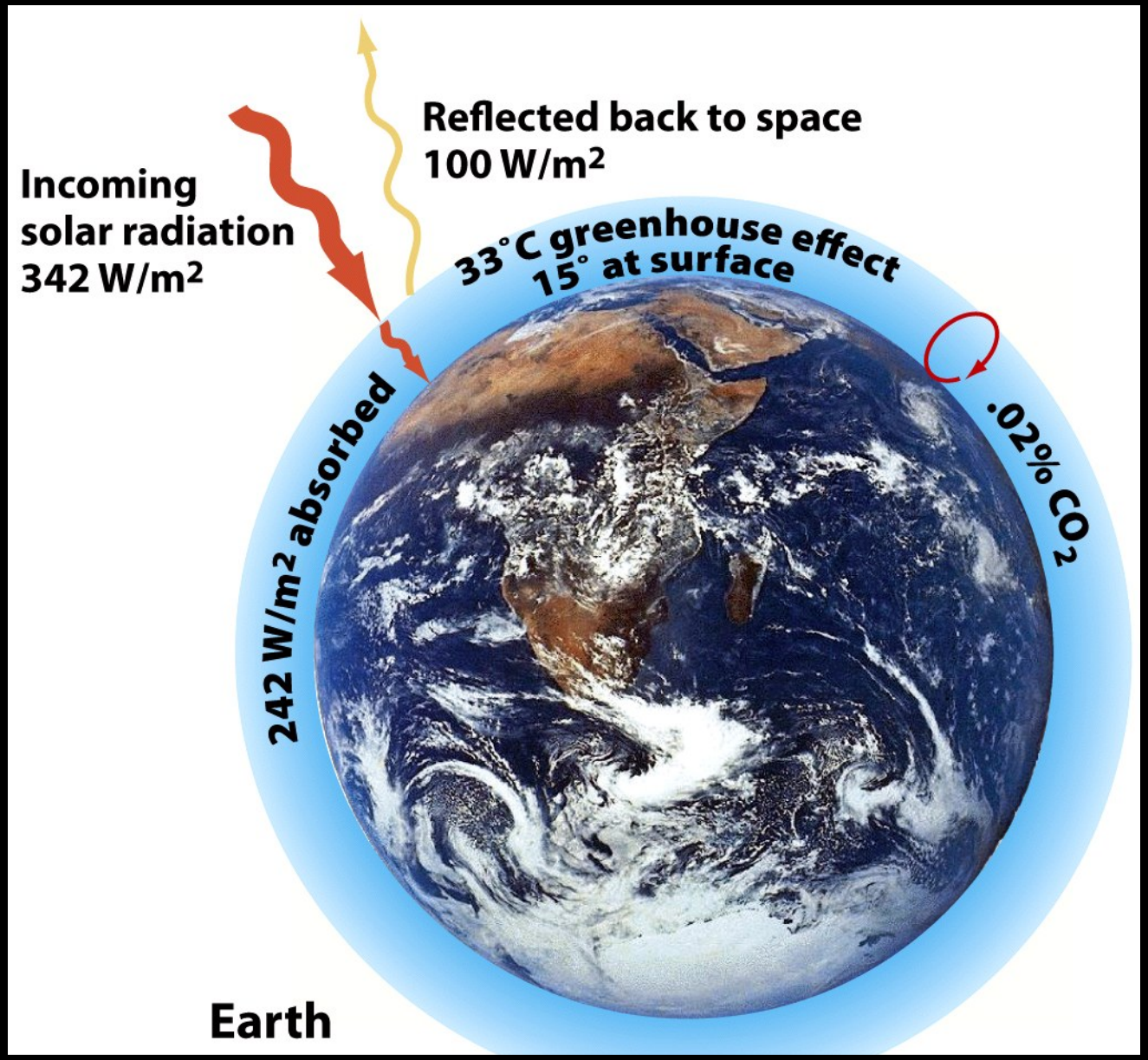


La Cinta Transportadora Oceánica

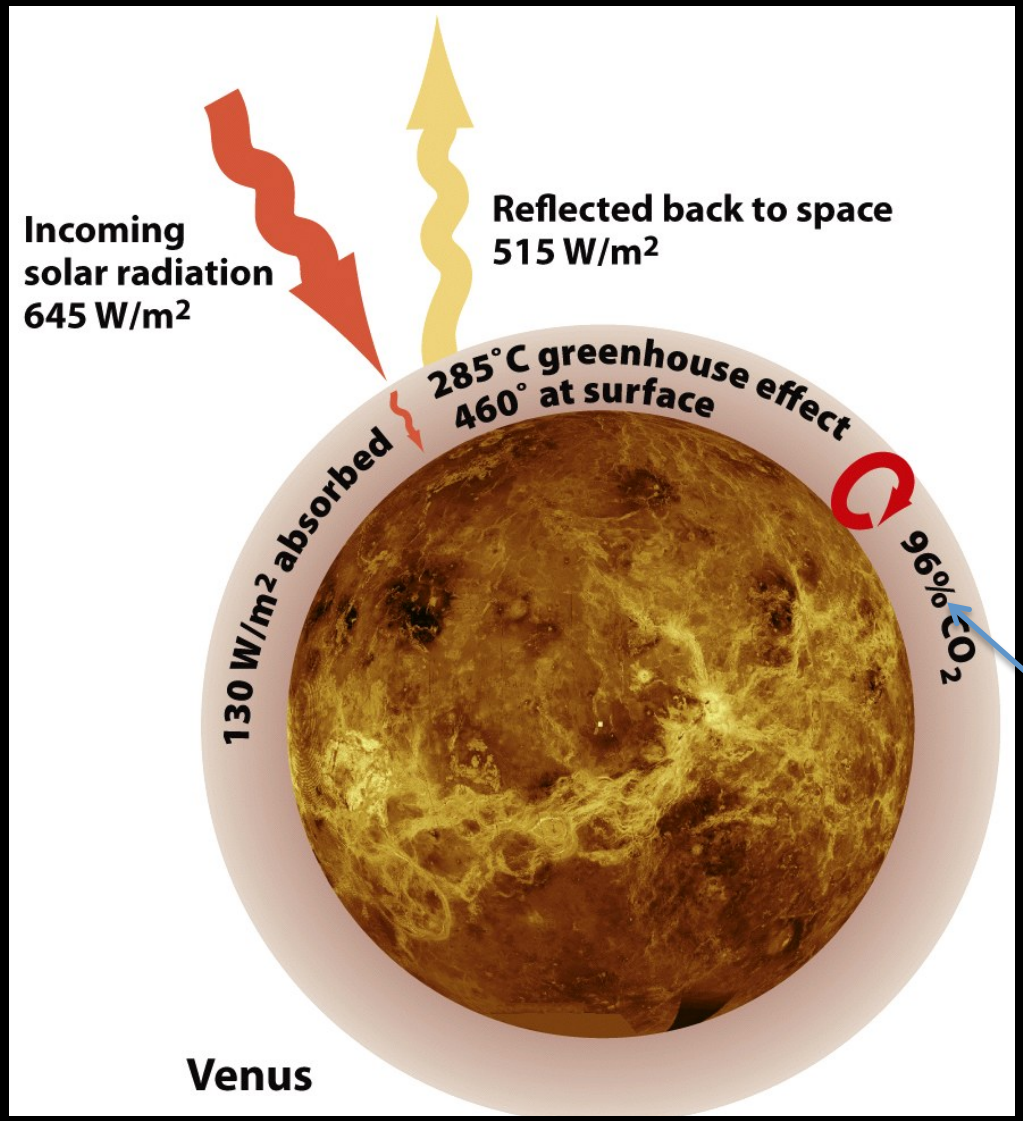


Alteraciones naturales: El Niño, la Niña





La mayor parte de su carbono está asociado a rocas, petróleo, gas, pero poco en la atmósfera

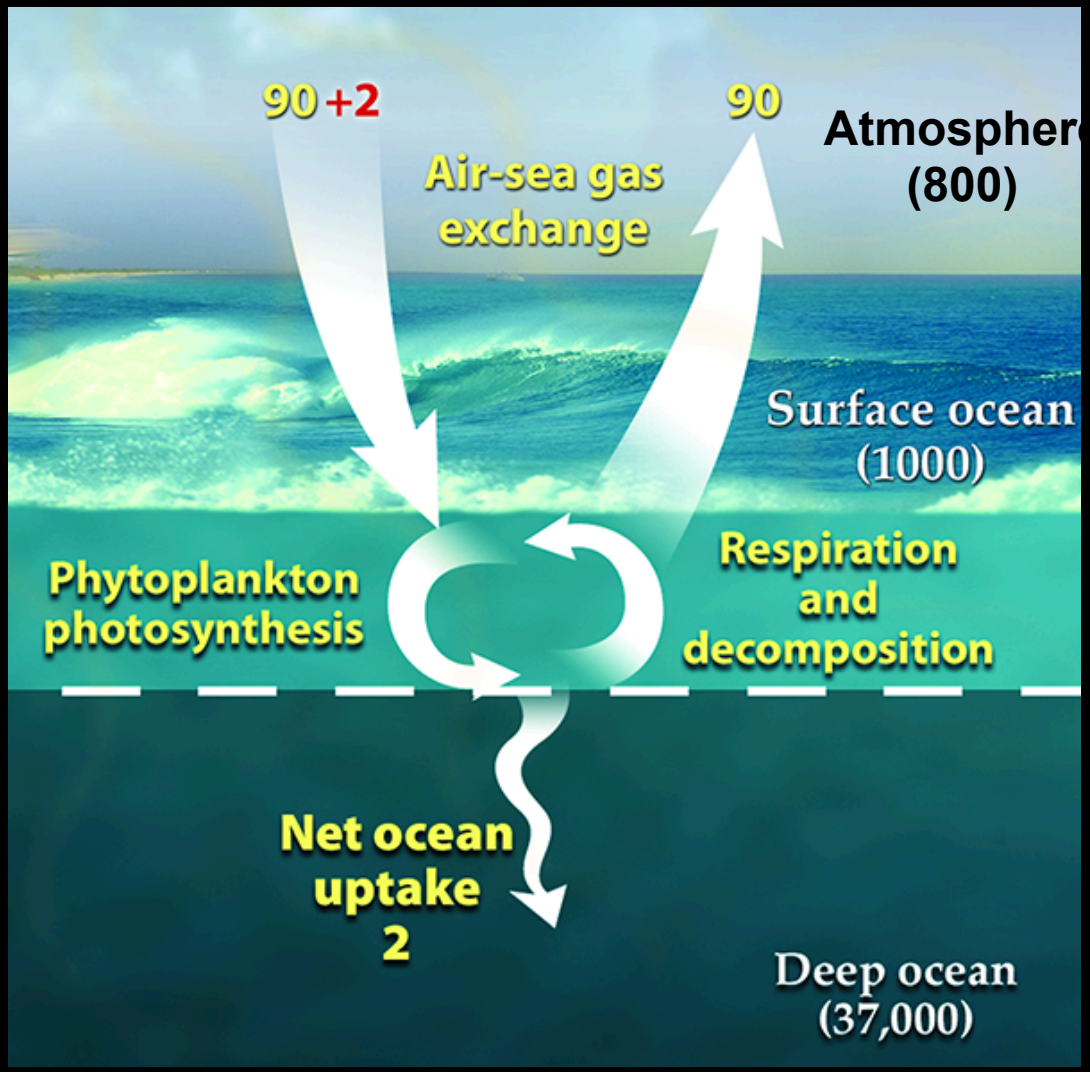


Venus

- Planeta "tipo" Tierra
- Composición química parecida
- Pero…

Atmósfera 96% CO_2

Reservorios de Carbono



Unidades en Giga-Toneladas
(1GT=1.000.000.000.000kg)

El Océano profundo posee
50 veces más C que la atmósfera!!!!!

Estudiando el intercambio con archivos climáticos

Polylepis tarapacana (18ºS)



Austrocedrus chilensis (32ºS)



Fitzroya cupressoides (40ºS)



Pigerodendron uvigerum (53ºS)





Alerces costeros en Patagonia Norte



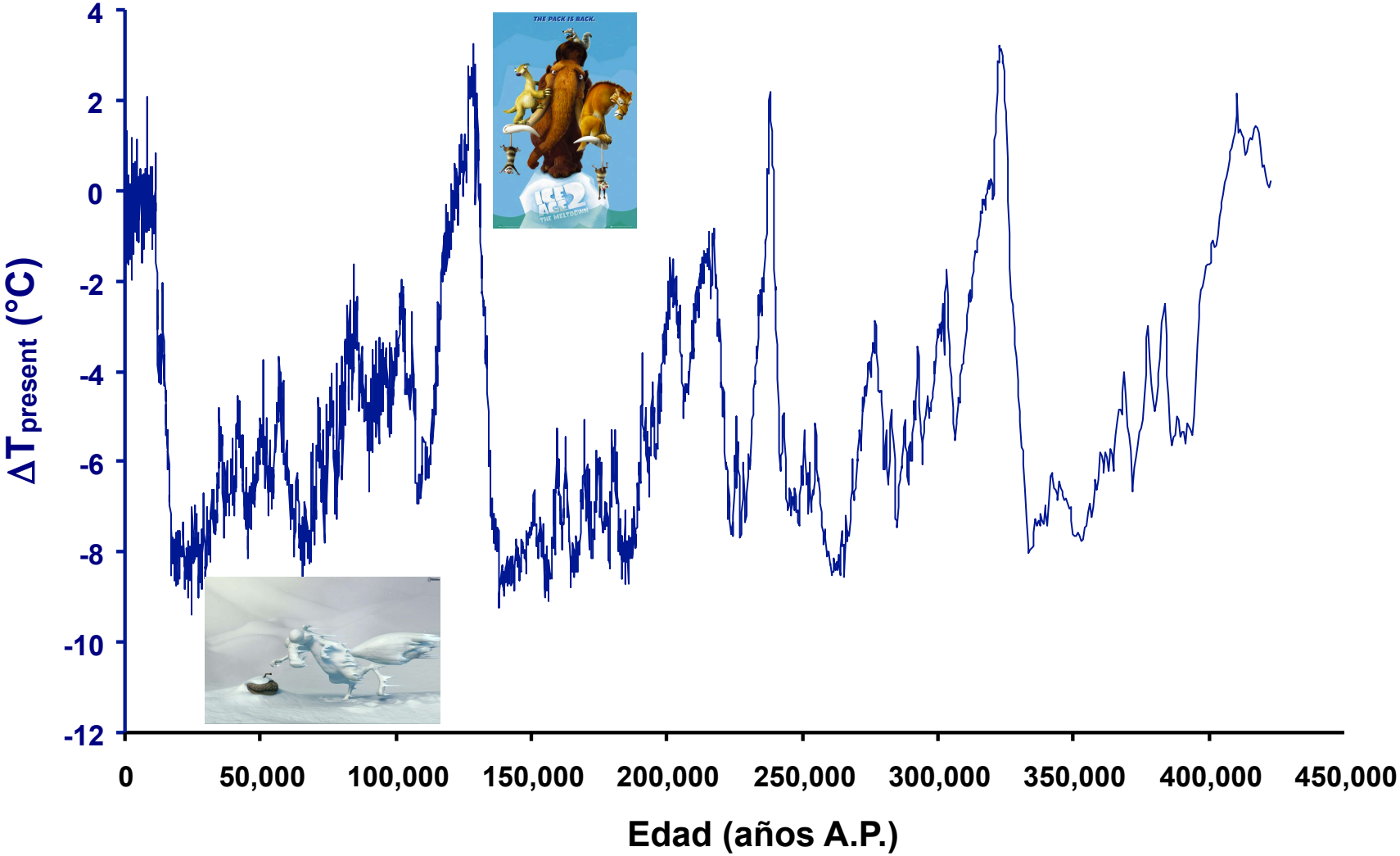




PASADO

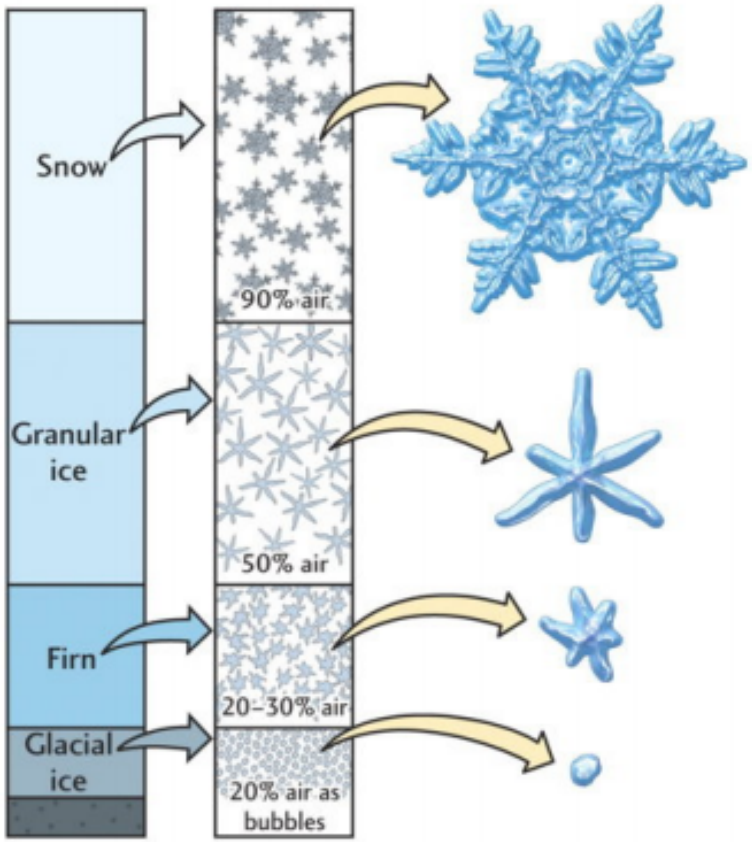
Temperatura y CO_2 Atmosférico

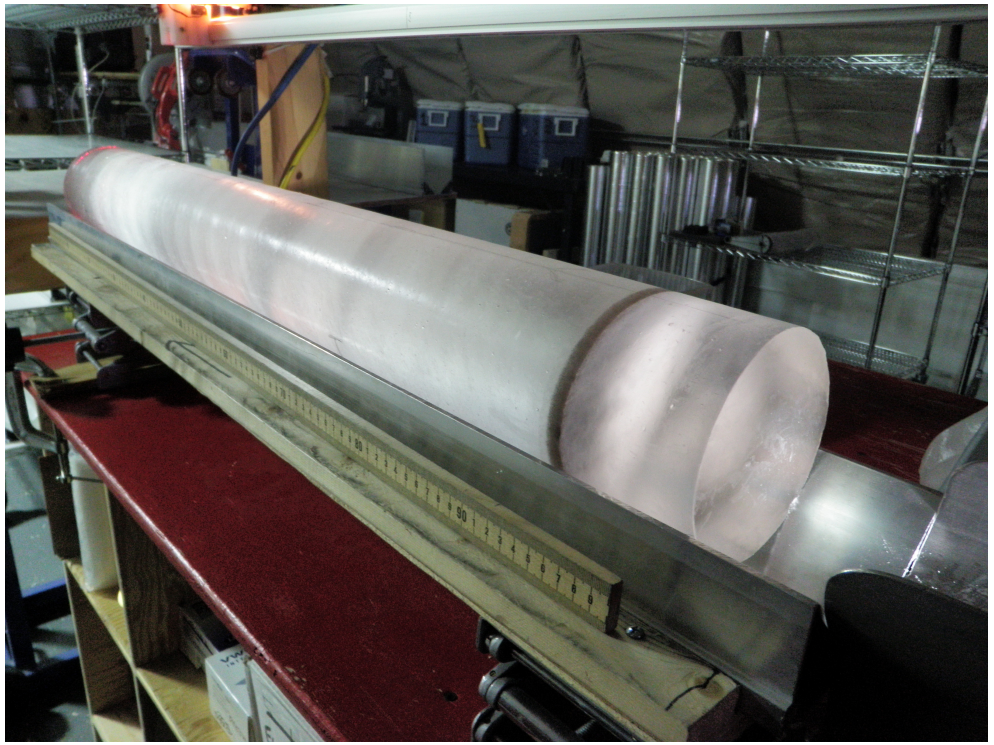
(0-420,000 años A.P.)



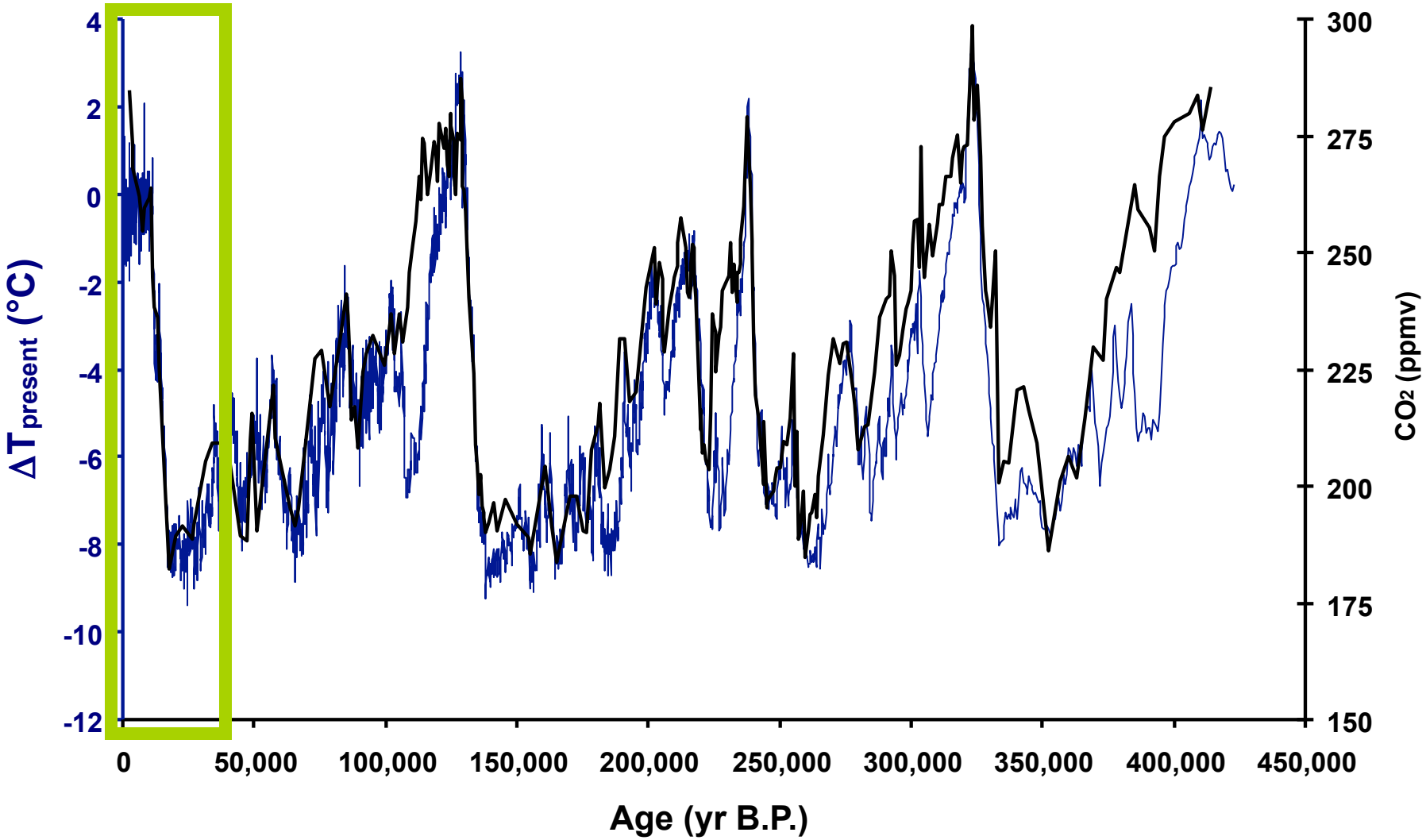
Petit et al., (1999)

El contenido de CO_2 de la atmósfera en el pasado y la temperatura se puede conocer mediante el análisis de testigos de hielo Antártico



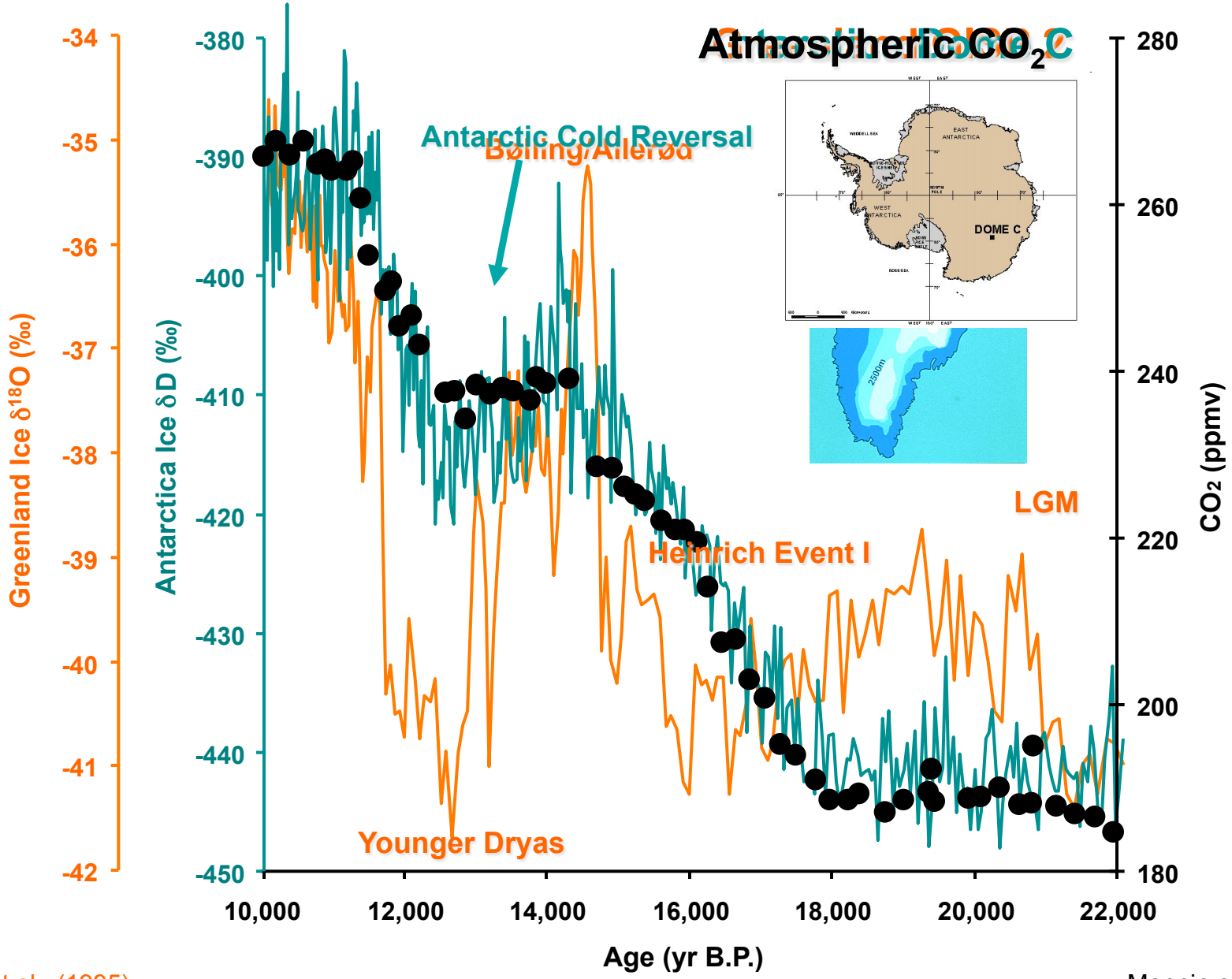


Antarctic Temperature and Atmospheric CO_2 (0-420,000 yr B.P.)



Petit et al., (1999)

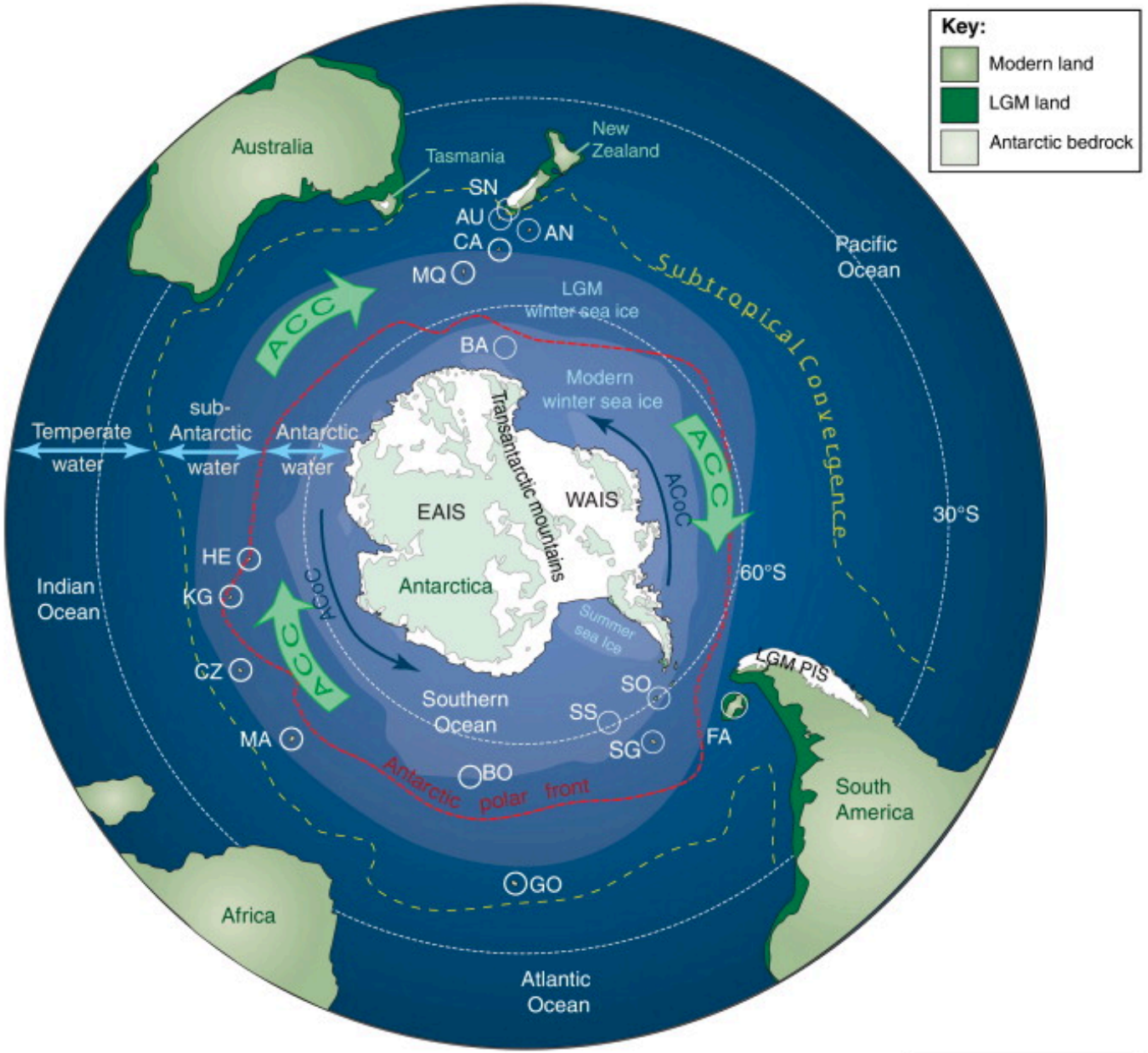
La última deglaciación (10,000-22,000 años A.P.)
(Hemisferio Norte vs. Sur; El balancín bi-polar)



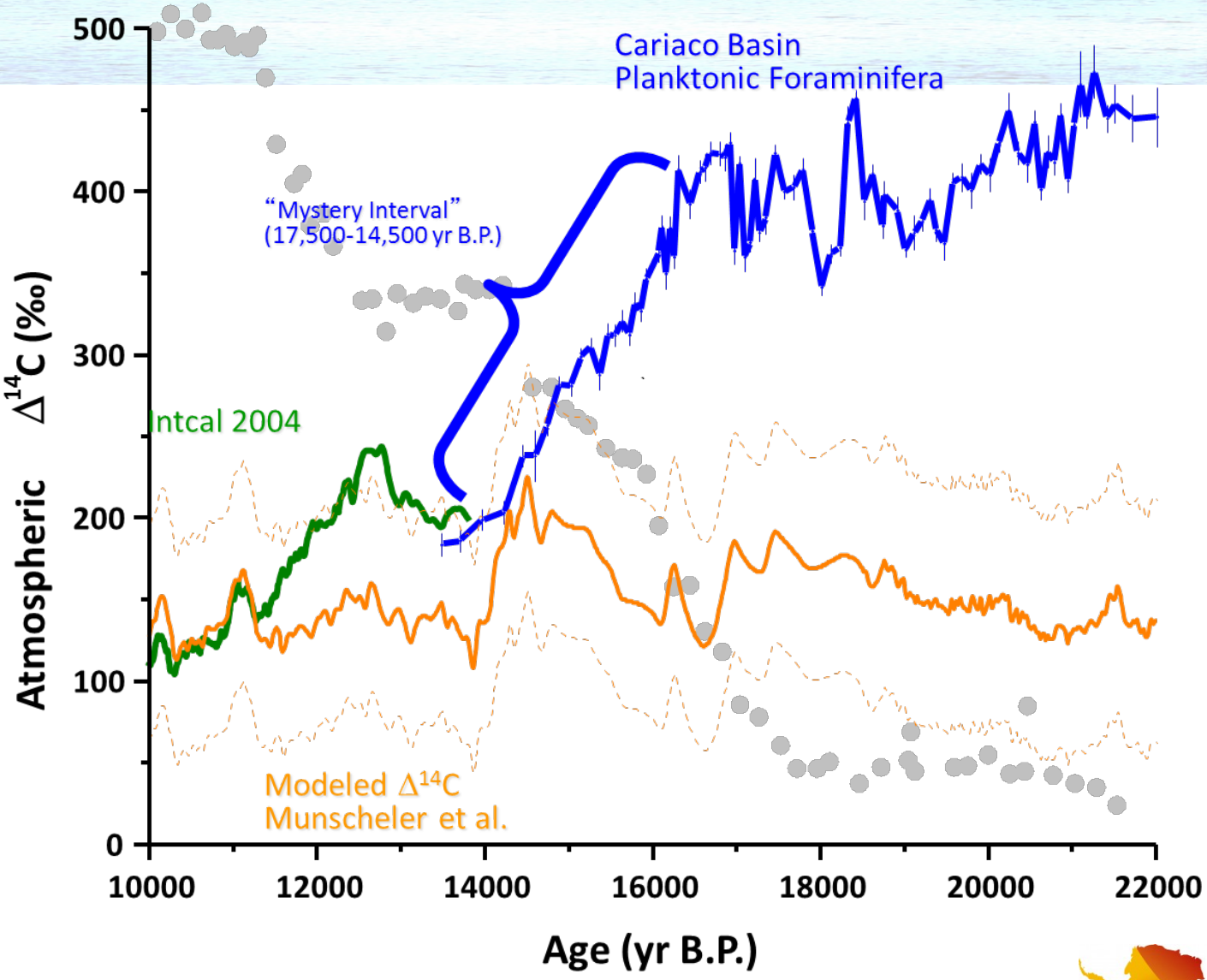
Grootes et al., (1995)

Monnin et al., (2001)

Océano Austral: La Ventana del Océano Profundo

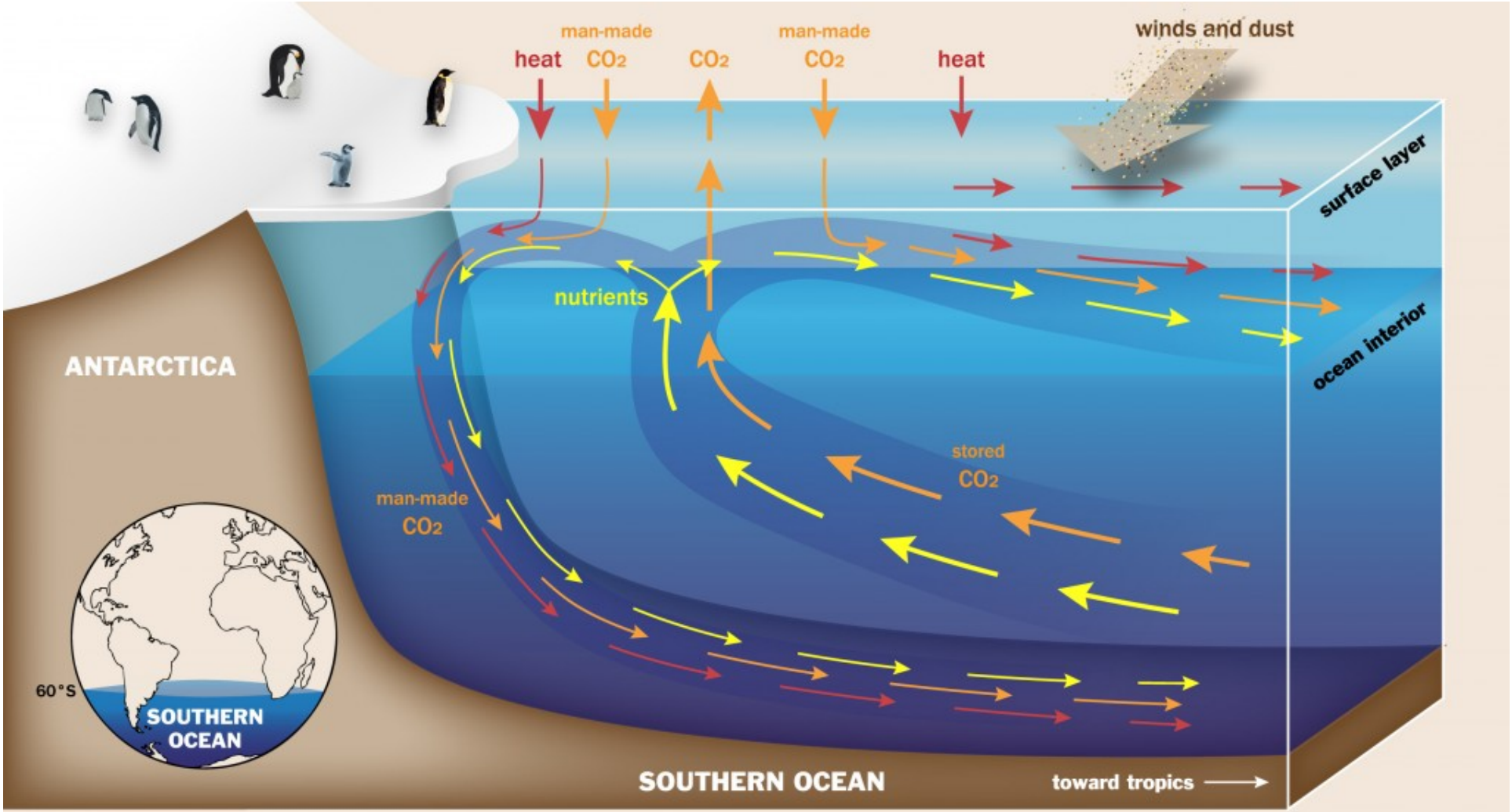


Atmospheric $\Delta^{14}C$



GaiaAntártica
Conocimiento y cultura antártica
Universidad de Magallanes

Océano Austral:
La “Ventana” del Océano Profundo



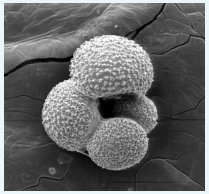
The Southern Ocean plays a major role in regulating the movement and storage of carbon dioxide, nutrients and heat. Man-made carbon dioxide enters the ocean from the atmosphere and is carried by currents into the deep ocean where it can be stored. Natural carbon dioxide that has been stored in the ocean travels up toward the surface and can leak into the atmosphere. Nutrients such as nitrogen and phosphorous flow up from deep waters toward the surface and then north where they fuel the growth of phytoplankton that serves as the basis of the ocean's food chain. The Southern Ocean also absorbs heat, helping to buffer the warming effect of greenhouse gases. (Illustration by Ilissa Ocko)

Anillos



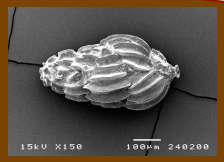
^{14}C atmósfera

Foraminíferos planktónicos



^{14}C océano superficial

^{14}C océano profundo



Foraminíferos Bentónicos

Sedimentos marinos: Archivos del océano

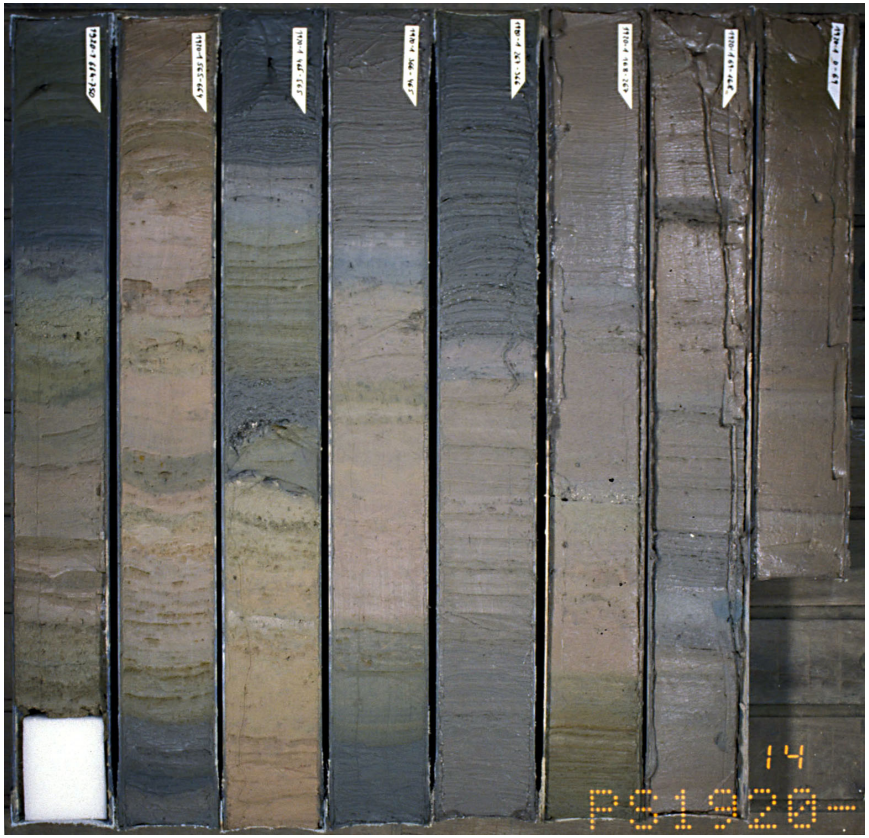


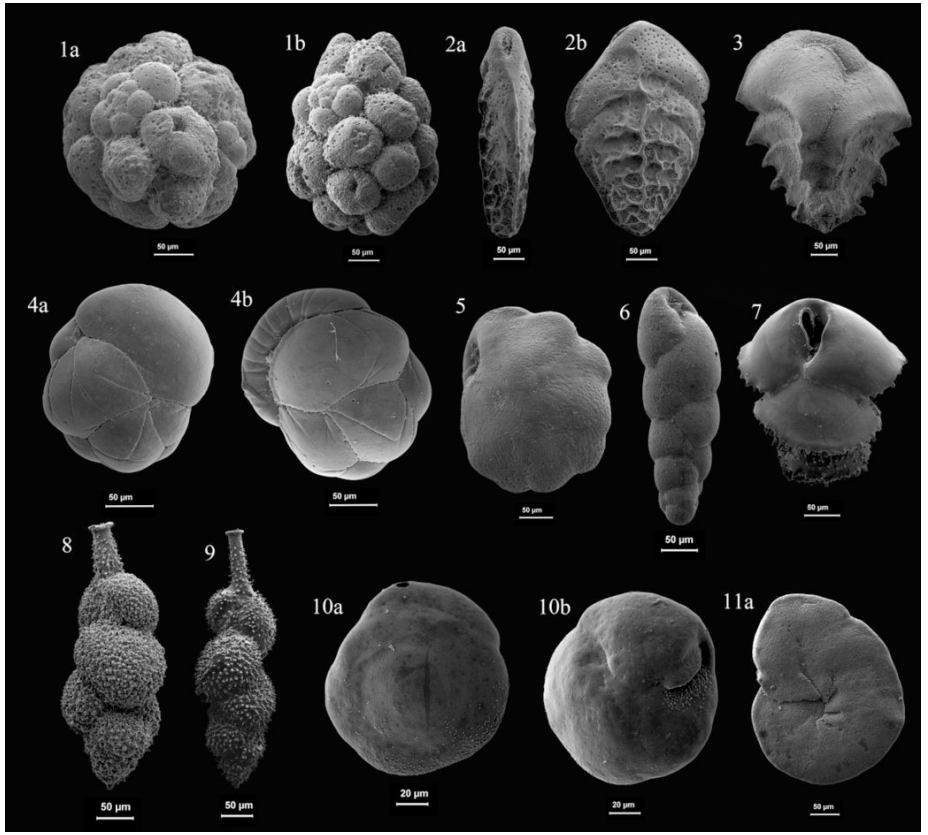


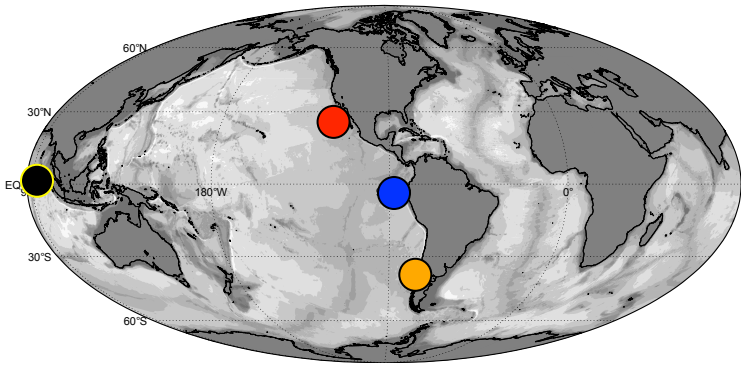


GaiaAntártica
Conocimiento y cultura antártica
Universidad de Magallanes

Testigos de sedimento contienen foraminíferos, los cuales se pueden analizar químicamente



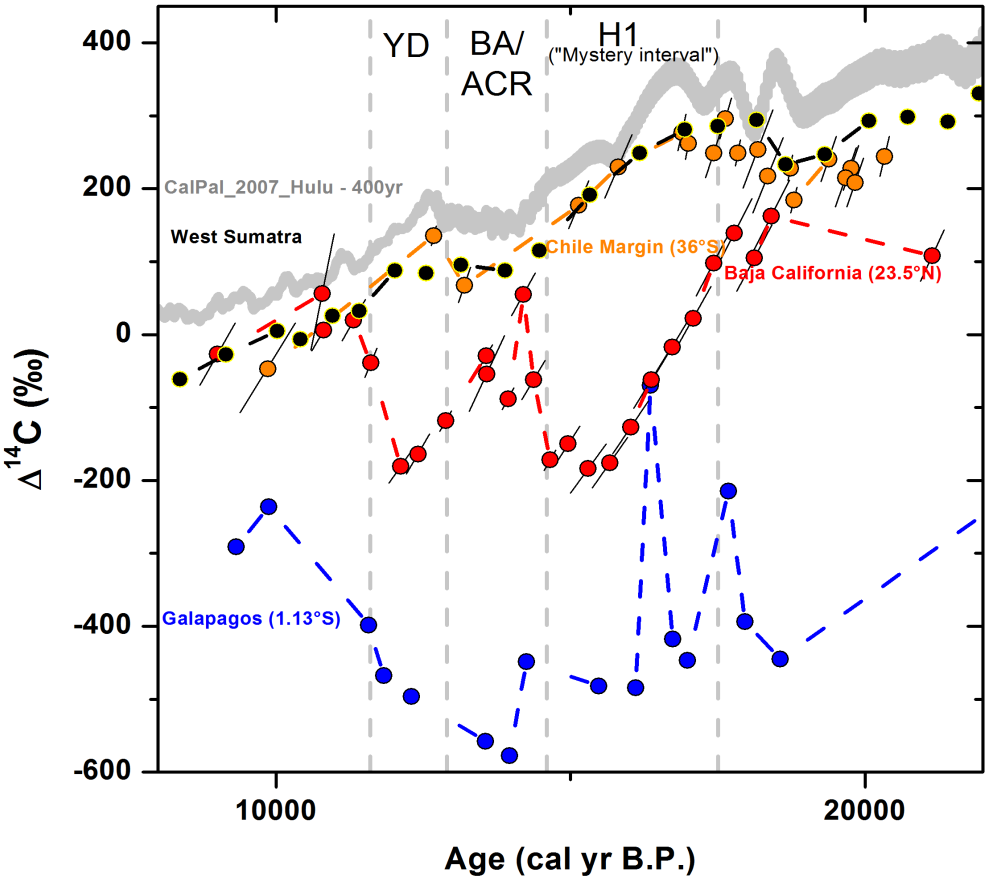


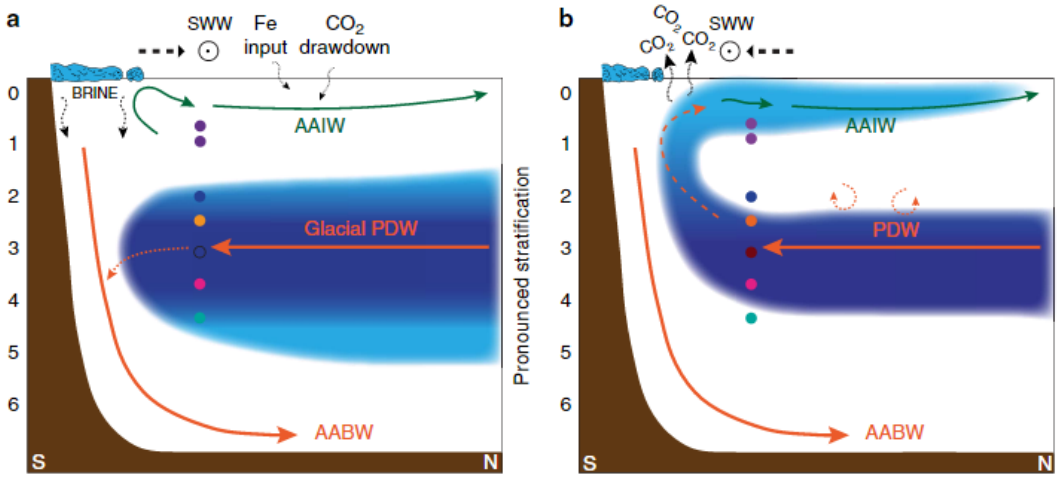


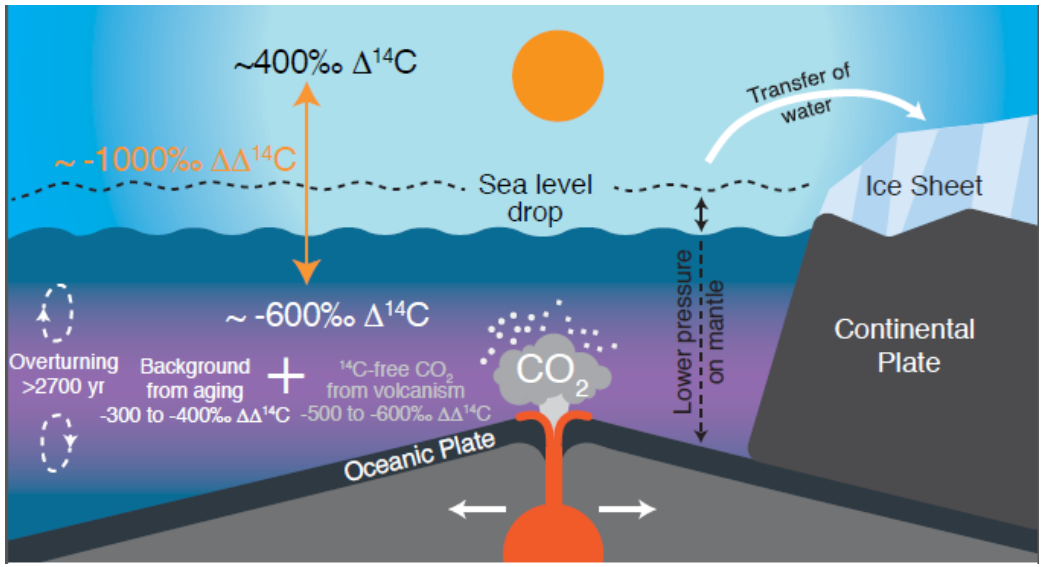
nature geoscience
LETTERS
PUBLISHED ONLINE: 31 JANUARY 2010 | DOI: 10.1038/NGEO745

No signature of abyssal carbon in intermediate waters off Chile during deglaciation

Ricardo De Pol-Holz[1]*, Lloyd Keigwin[1], John Southon[2], Dierk Hebbeln[3] and Mahyar Mohtadi[3]







nature COMMUNICATIONS

ARTICLE

Received 25 Mar 2015 | Accepted 1 Apr 2016 | Published 9 May 2016

DOI: 10.1038/ncomms11487 OPEN

Radiocarbon constraints on the extent and evolution of the South Pacific glacial carbon pool

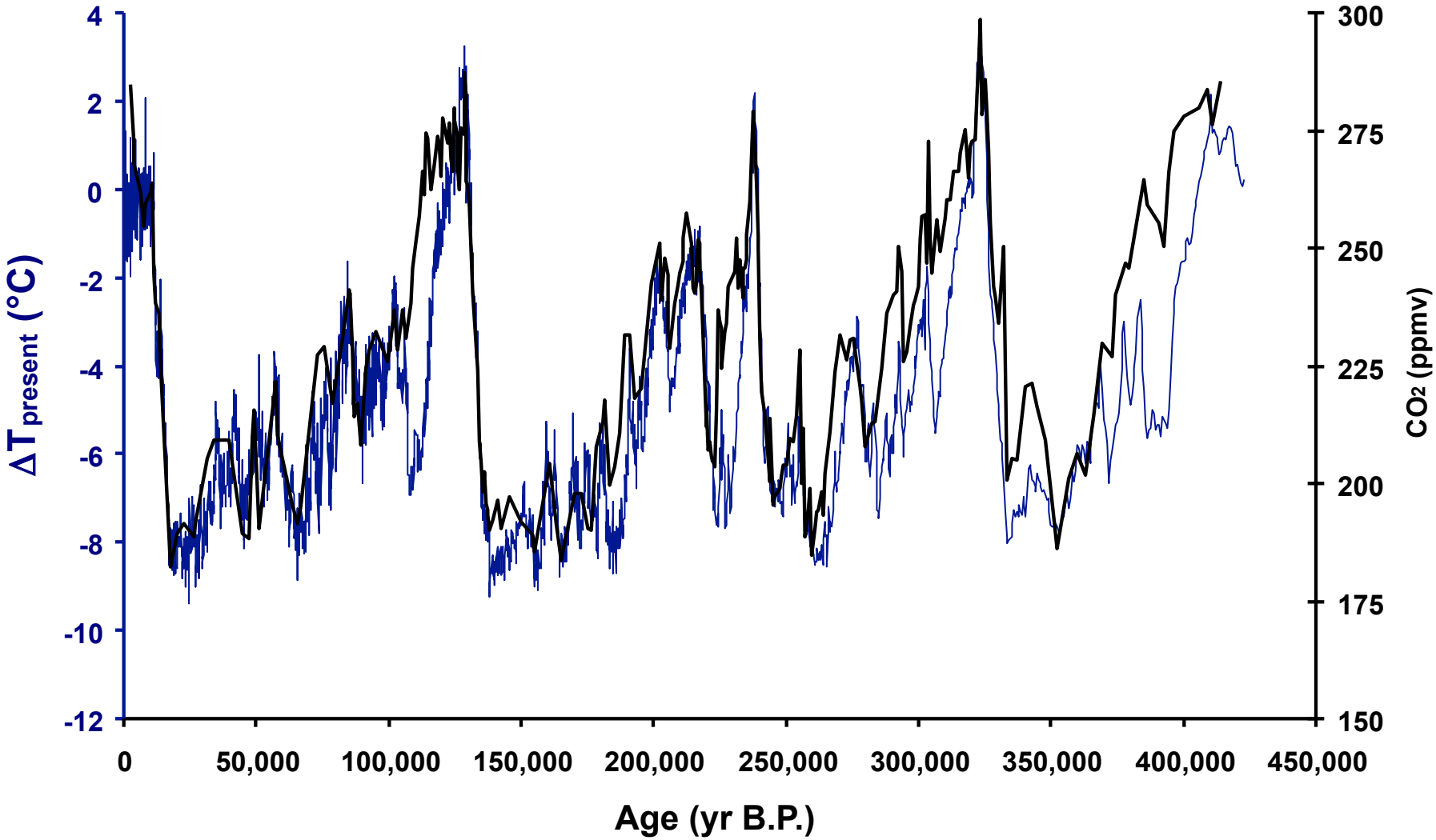
T.A. Ronge[1], R. Tiedemann[1], F. Lamy[1], P. Köhler[1], B.V. Alloway[2], R. De Pol-Holz[3], K. Pahnke[4], J. Southon[5] & L. Wacker[6]

Se establece que el reservóreo perdido de aguas viejas y de alto contenido de carbono “flotaba” en las profundidades del Océano Pacífico entre 1500 y 4000m durante la última glaciación y que contenía una importante contribución de carbono proveniente de volcanismo

GaiaAntártica
Conocimiento y cultura antártica
Universidad de Magallanes

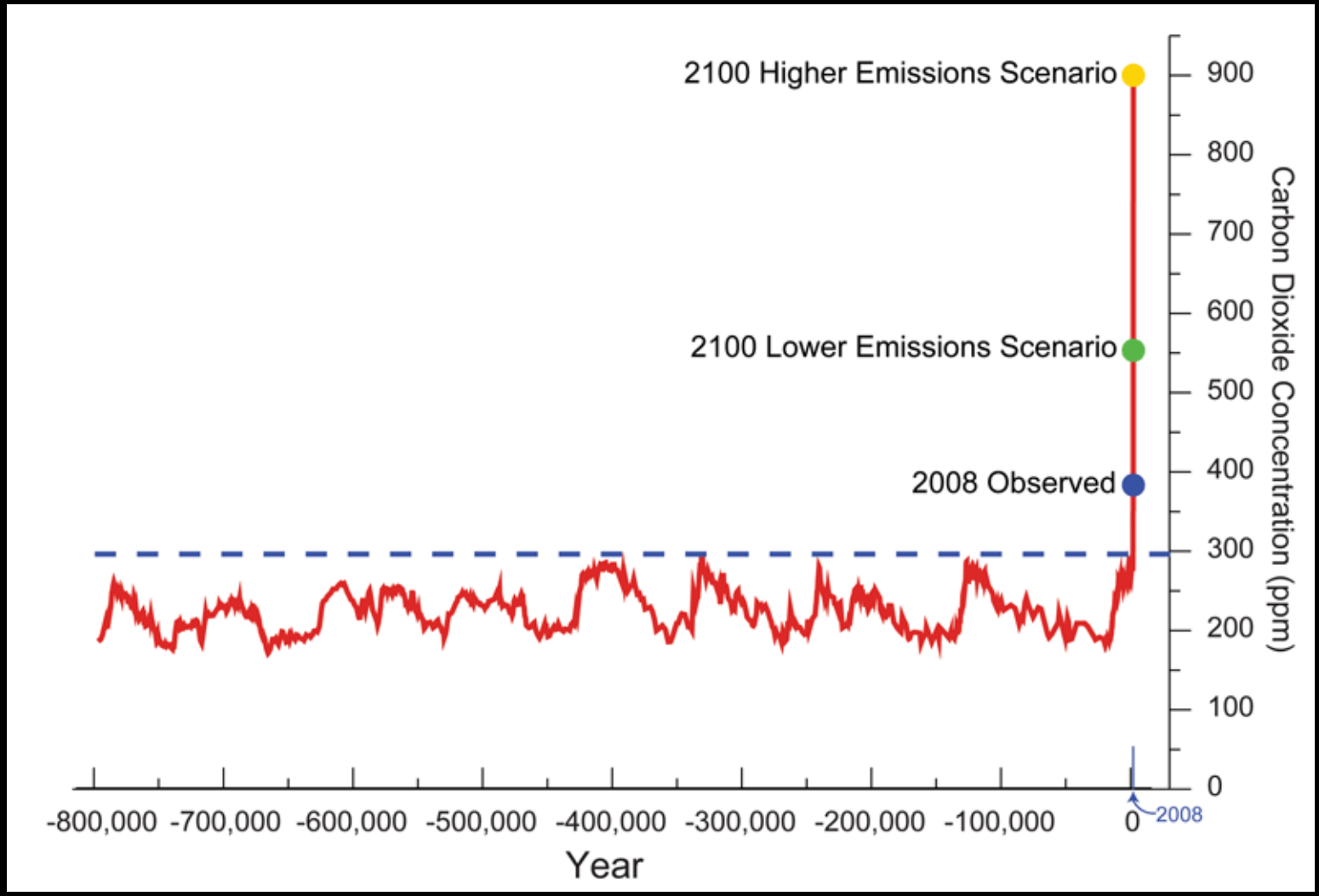
Temperatura y CO_2 Atmosférico

(0-420,000 años A.P.)



Petit et al., (1999)

EL FUTURO: UNA RESPONSABILIDAD INTERGENERACIONAL





FUTURO

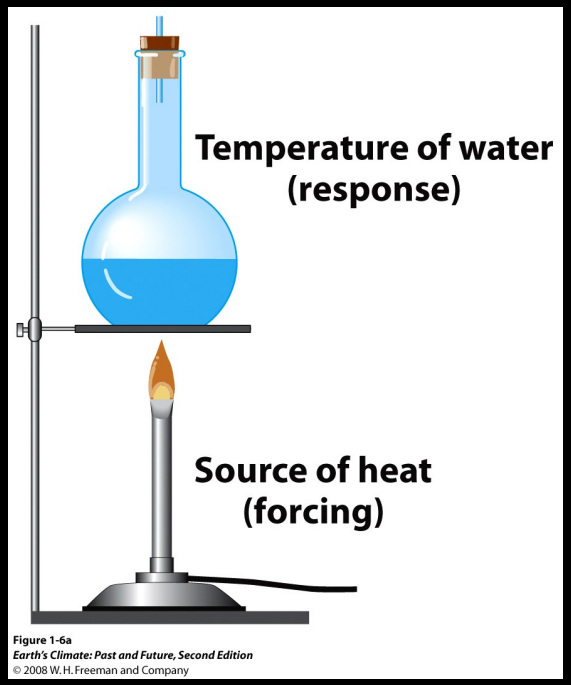
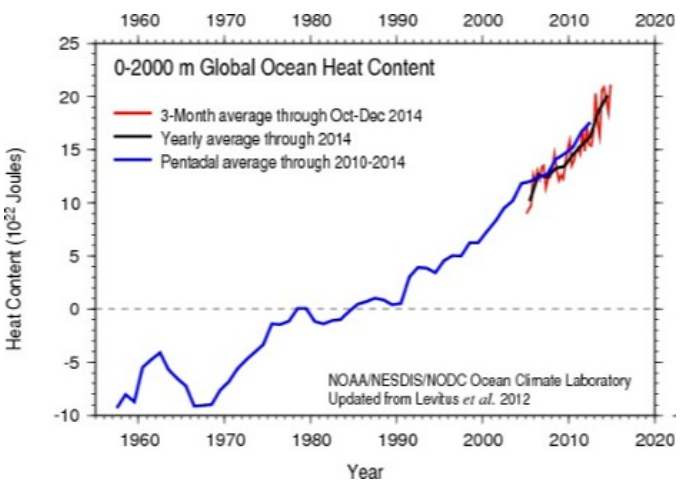
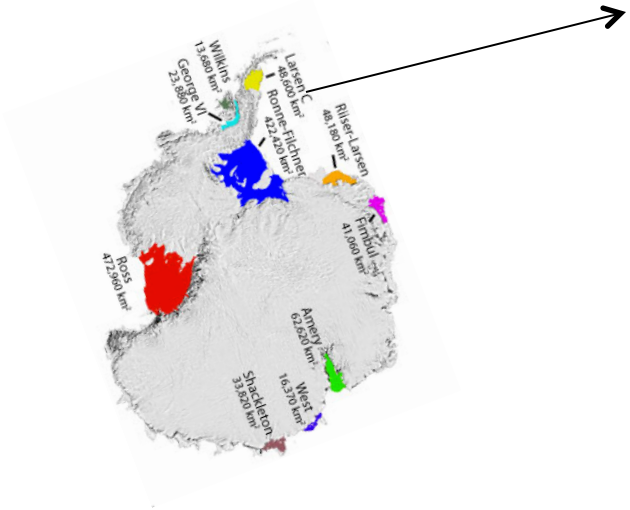
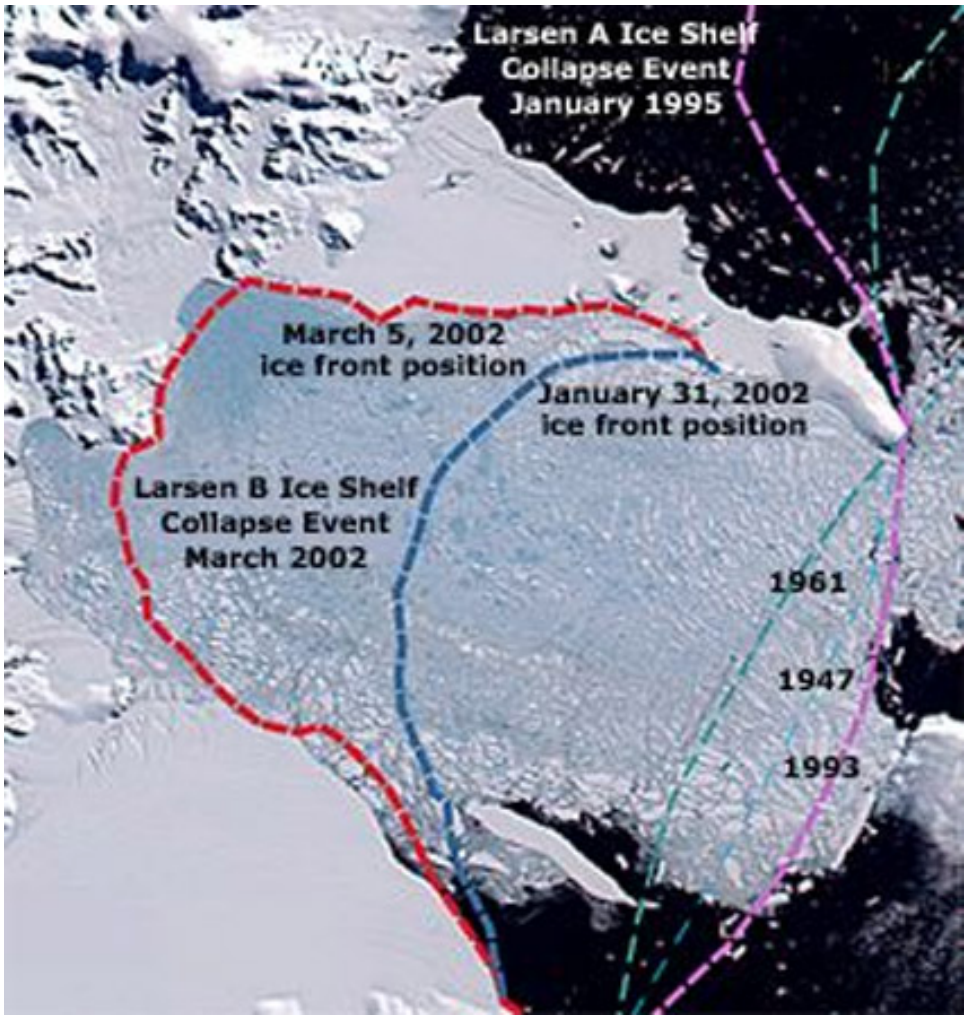


Figure 1-6a
Earth's Climate: Past and Future, Second Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

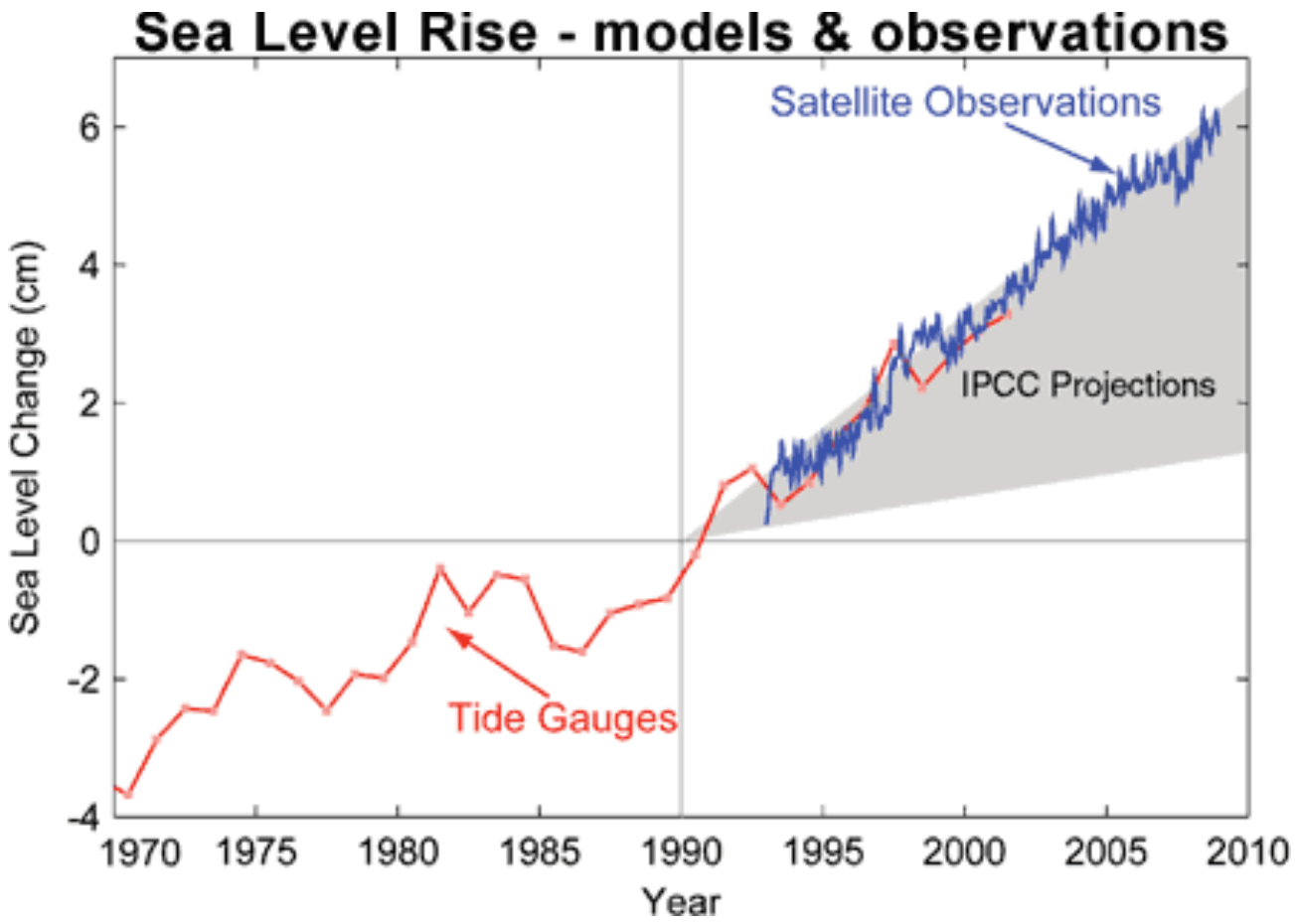
Efectos del contenido de calor oceánico sobre la criósfera







El futuro del nivel del mar



El nivel del mar aumenta principalmente por la expansión debido a la mayor temperatura y por el incremento de volumen por el derretimiento de hielos continentales

IPCC Third Assessment report

FUTURO



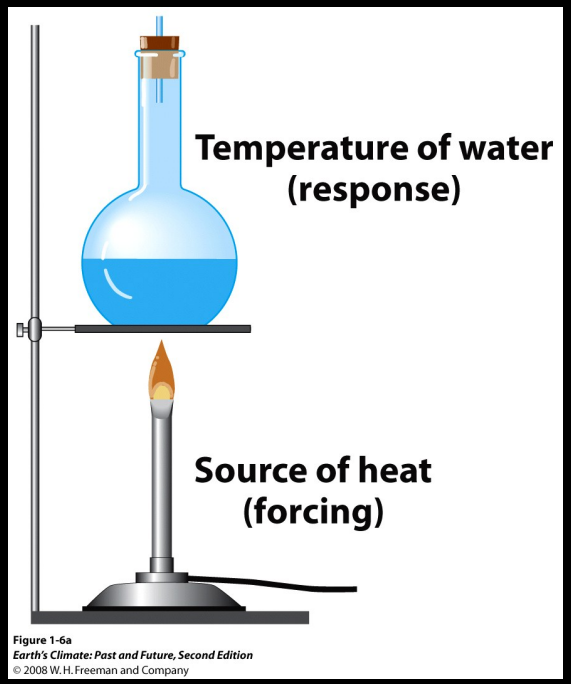


Figure 1-6a
Earth's Climate: Past and Future, Second Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

En un sistema afecto a un forzante como un matraz de agua sometido al calor de un mechero, se puede predecir fácilmente que el agua va a hervir con el tiempo, sin embargo, es (casi) imposible predecir dónde aparecerá la primera burbuja!!


GRACIAS Y A INVESTIGAR!