



Center for Climate
and Resilience Research
www.CR2.cl

*Earth system science for Chile:
a sound basis for building resilience in a changing climate*

Océanos y ciclos biogeoquímicos

Laura Farías

Universidad de Concepción

Sponsoring Institution



Associated Institutions



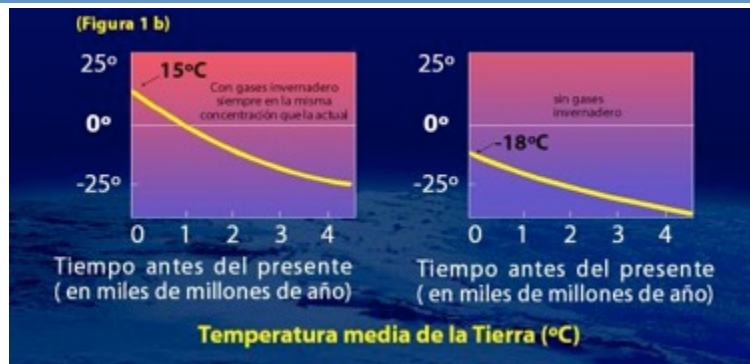
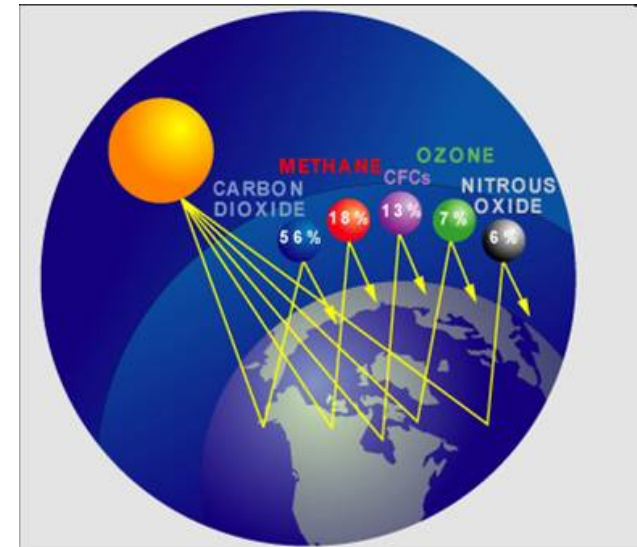
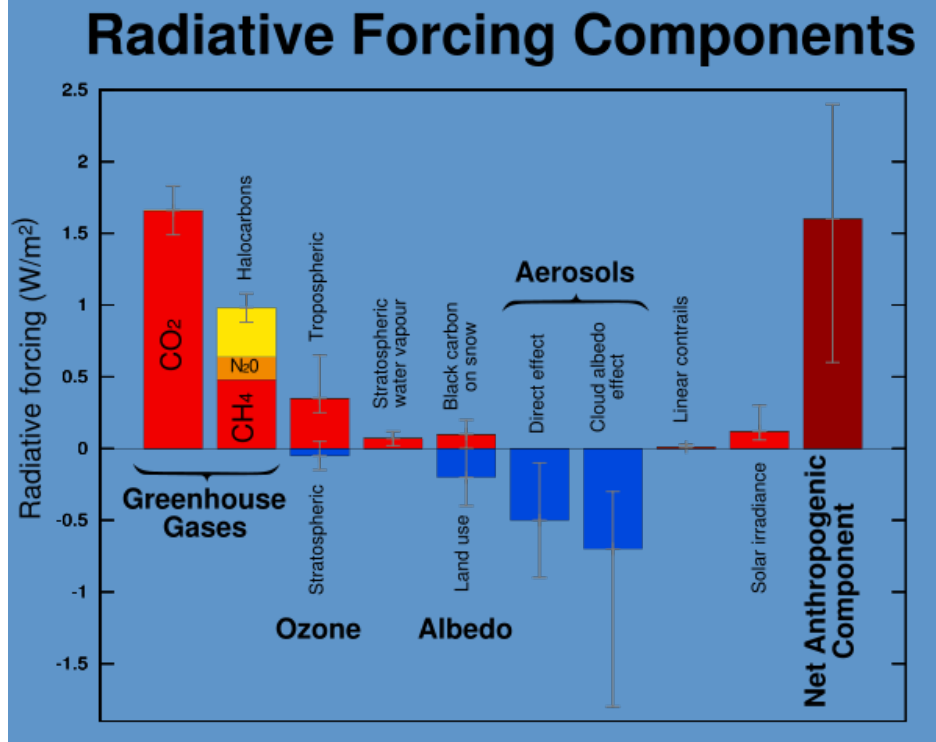
Funding Agency



Comparación de compuestos entre un mundo actual (con biósfera) y uno en equilibrio (solo físico)

	Compuesto	Mundo Actual %	Mundo en Equilibrio %
Atmósfera	Dióxido de Carbono	0.03	99
	Nitrógeno	78	0
	Oxígeno	21	0
	Argón	1	1
Océano	Agua	96	63
	Sal	35	35
	Nitrato	vestigios	1.7

¿Quiénes son los forzantes climáticos más importantes del planeta?



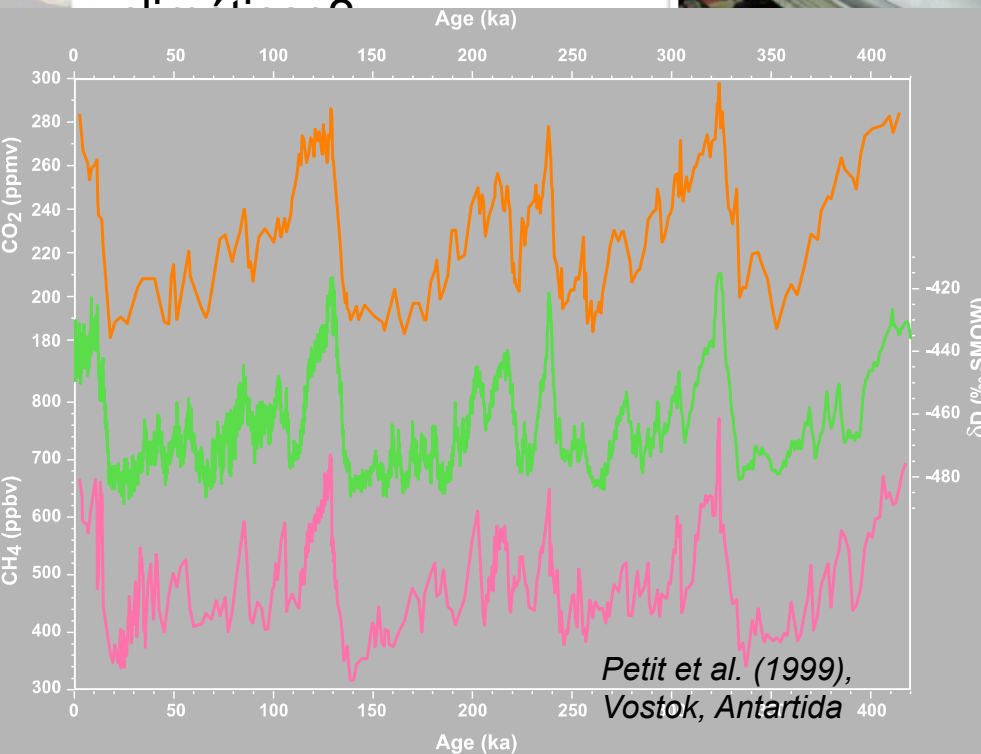
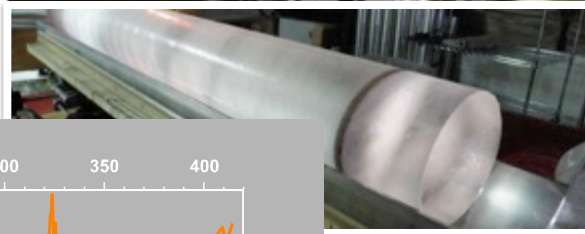
Claves del pasado, interrogantes del futuro

¿Ha cambiado el clima (e.g., temperatura) del planeta en el pasado?

¿Qué cambios han producido estas variaciones

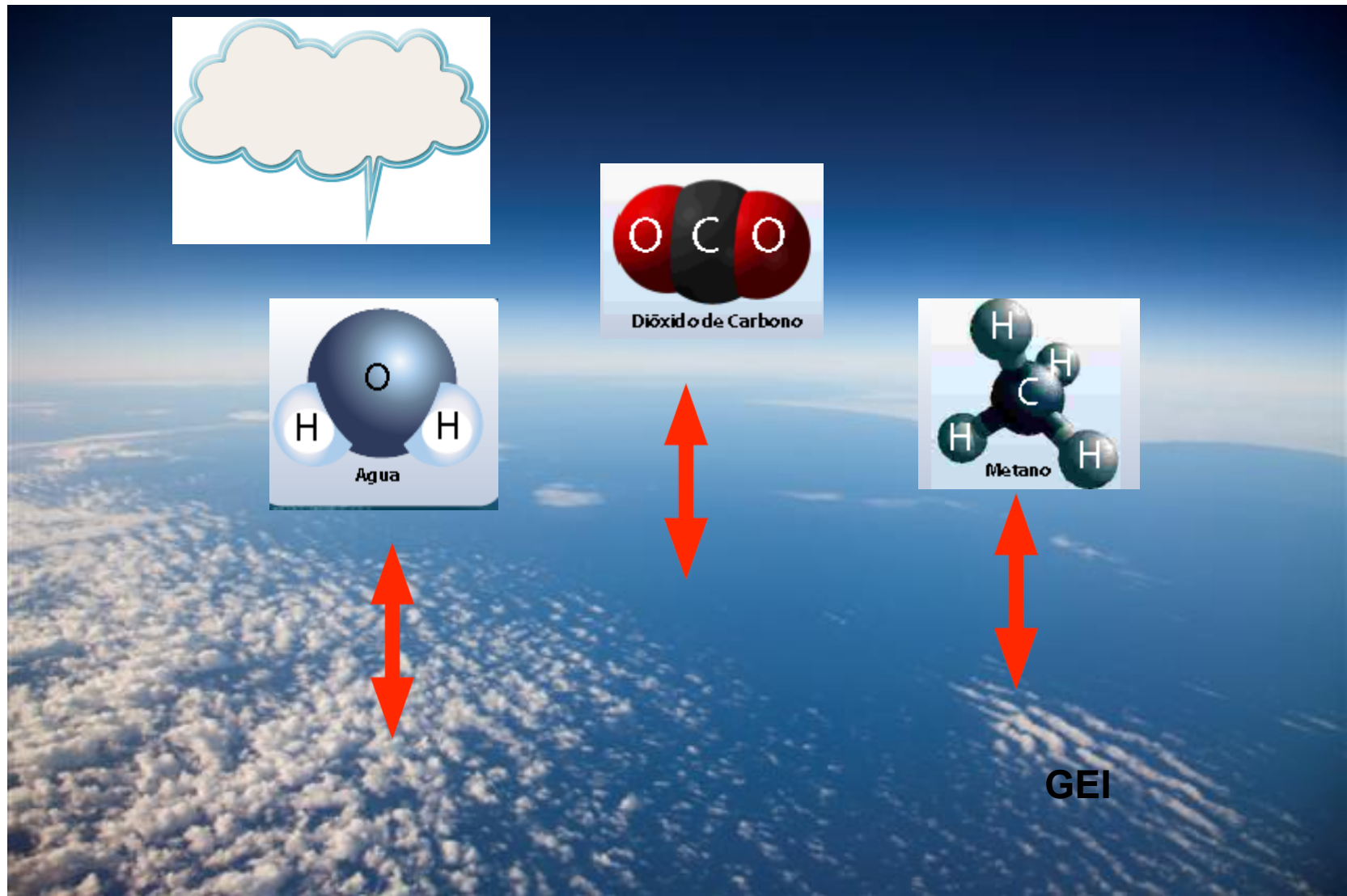


<http://www.waisdivide.unh.edu/>

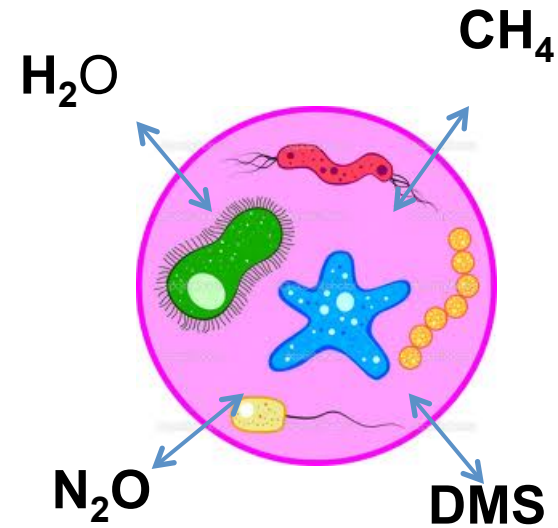


Los testigos de hielos y sedimentos son importantes archivos de varias señales climáticas

¿Cuál es el rol del océano en el sistema climático?



¿Quién produce y recicla los GEI en la naturaleza?

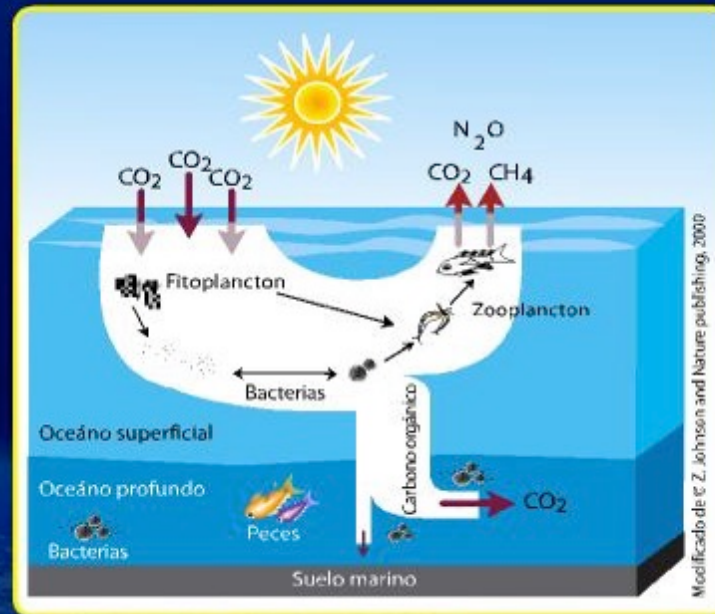


Los microbios lo hacen todo;
Procesos biogeoquímicos que reciclan GEI

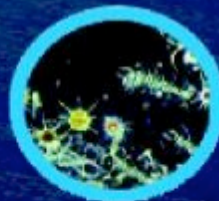
Los océanos capturan o emiten GEI en cantidades importantes

Los microbios son los mejores climatólogos

Esquema simple en el que se muestra el proceso de formación y destrucción de la materia orgánica y el camino del CO₂ en el océano.



zooplancton



fitoplancton

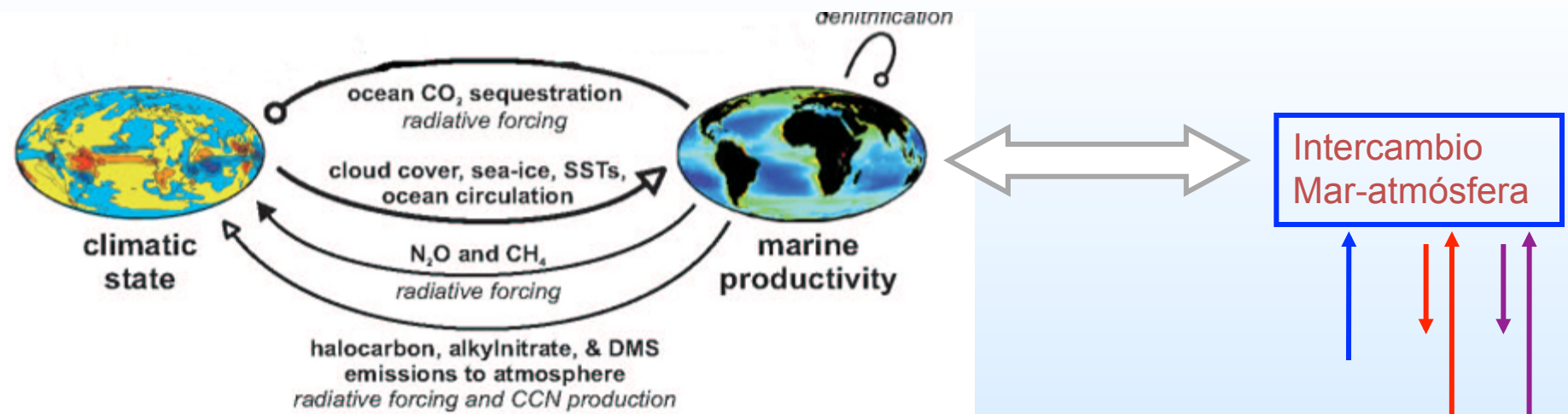


protista



bacteria

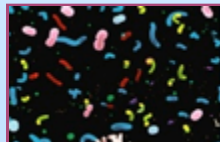
Productividad marina y procesos microbianos (ciclos biogeoquímicos)



DMSP-containing
marine phytoplankton

lisis celular
Infección Viral

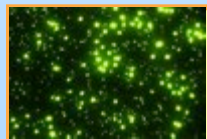
DMS
Precursor aerosoles



N₂O-mediating
Bacteria/Arqueas

nitrificación
denitrificación
N-fixation

N₂O
Gas Invernadero



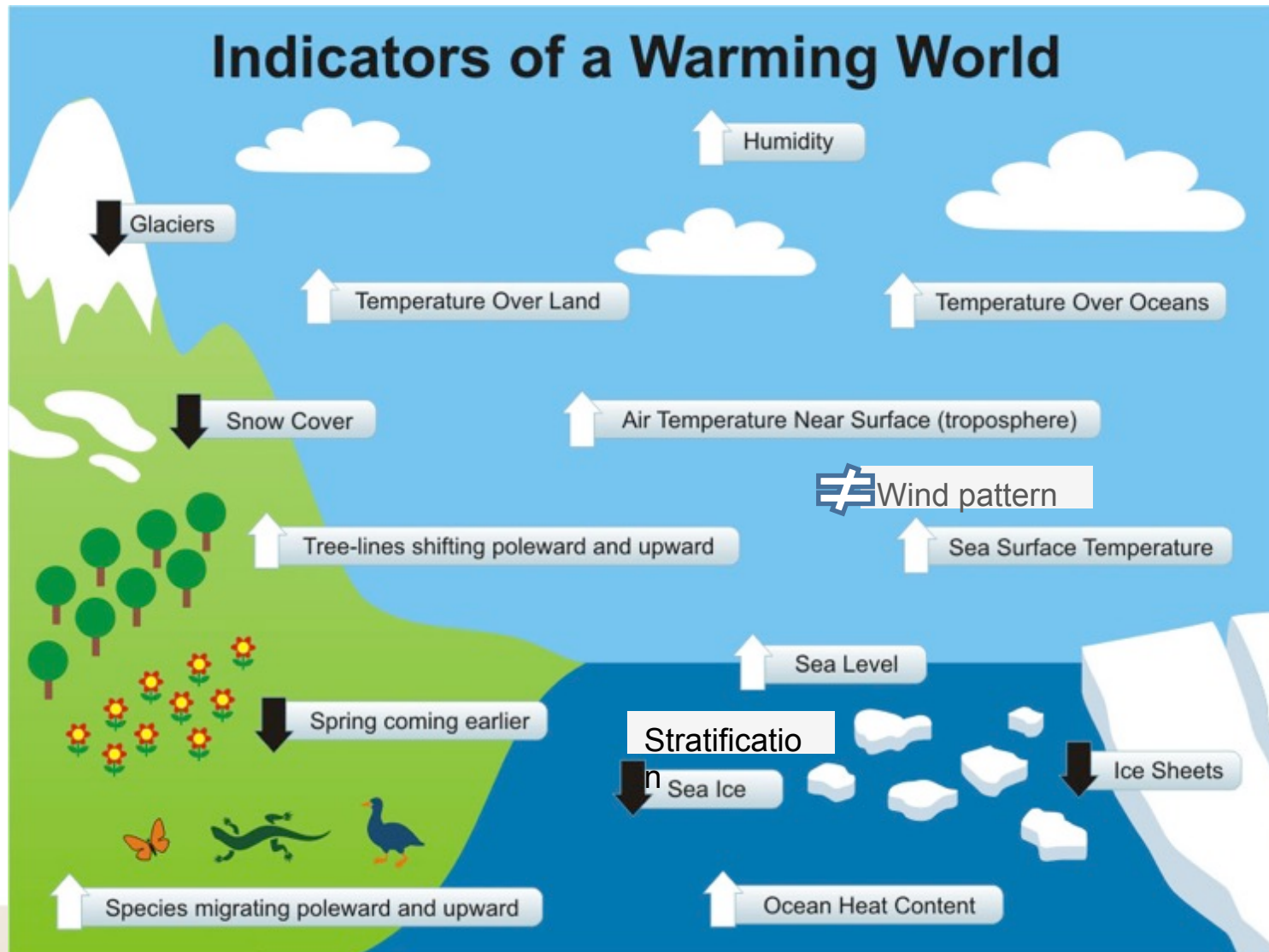
CH₄-mediating
Bacteria/Arqueas

methanogenesis
methanotrophy

CH₄
Gas invernadero

Intercambio
Mar-atmósfera

Cambio Climático: ¿Que consecuencias tienen para los sistemas naturales?



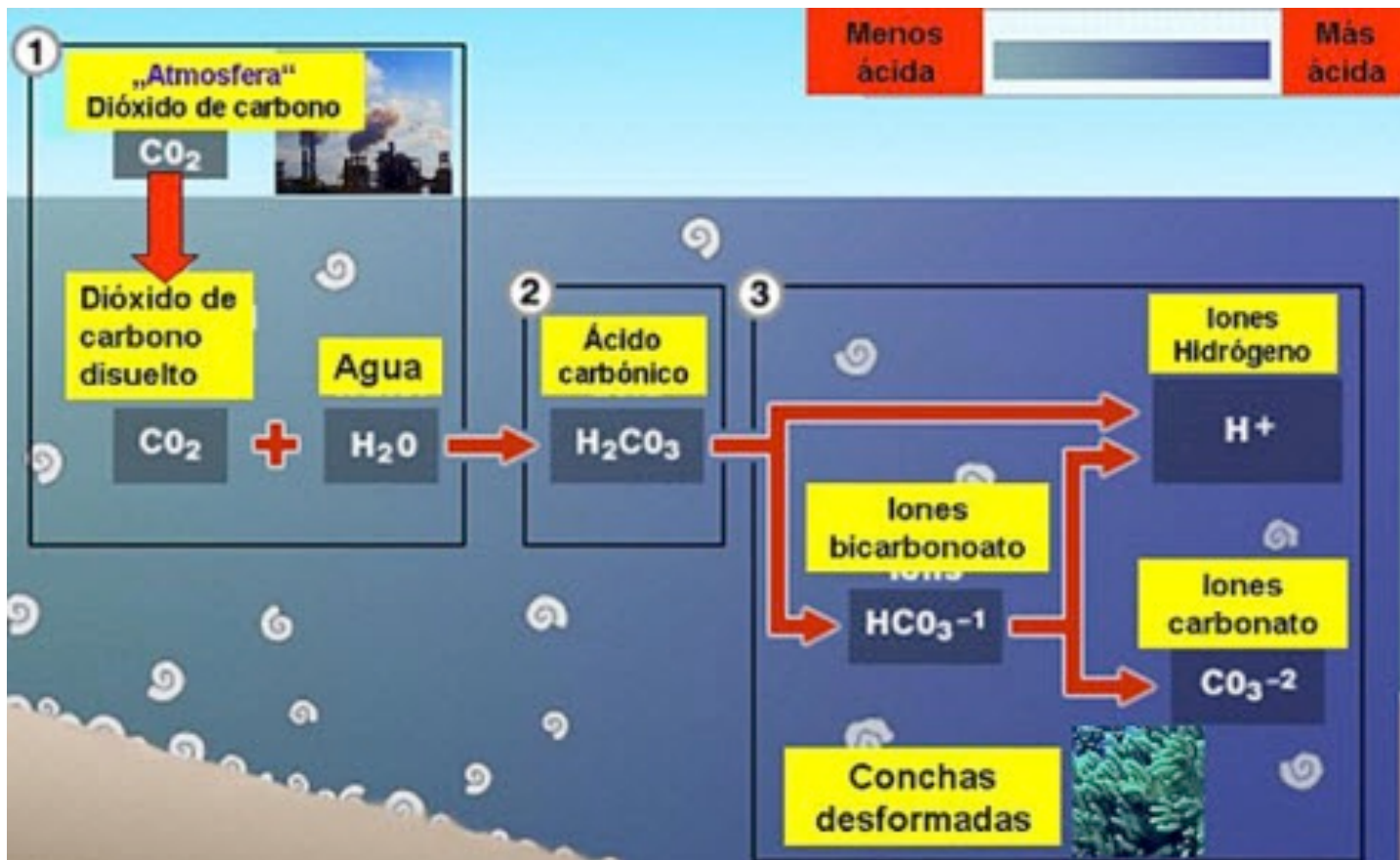
change

-
- ```
graph TD; CO2["+ CO2"] --> Temp1["+ temperatura"]; CO2 --> Acid["+ acidez"]; Temp1 --> Nub["+ nubosidad"]; Temp1 --> Epis["+ episodios tempestuosos"]; Acid --> Barrera["barrera más episódica"]; Nub --> Barrera; Epis --> Barrera; Temp1 --> Cambios["+ temperatura
- mezcla vertical
- salinidad superficial
Cambios:
• de estacionalidad
• de circulación"]; Barrera --> Cambios
```
- Diagrama de flujo que muestra los impactos del aumento de CO<sub>2</sub> en el océano:
- + CO<sub>2</sub>** (Inicio)
  - + temperatura** (Resultado directo de + CO<sub>2</sub>)
  - + acidez** (Resultado directo de + CO<sub>2</sub>)
  - + nubosidad** (Resultado de + temperatura)
  - + episodios tempestuosos** (Resultado de + temperatura)
  - barrera más episódica** (Resultado de + acidez, + nubosidad y + episodios tempestuosos)
  - + temperatura** (Resultado de + temperatura, + nubosidad y + episodios tempestuosos)
  - mezcla vertical** (Resultado de + temperatura)
  - salinidad superficial** (Resultado de + temperatura)
  - Cambios:**
    - de estacionalidad
    - de circulación



**Center for Climate and Resilience Research**  
Earth system science for Chile: a sound basis for building resilience in a changing climate

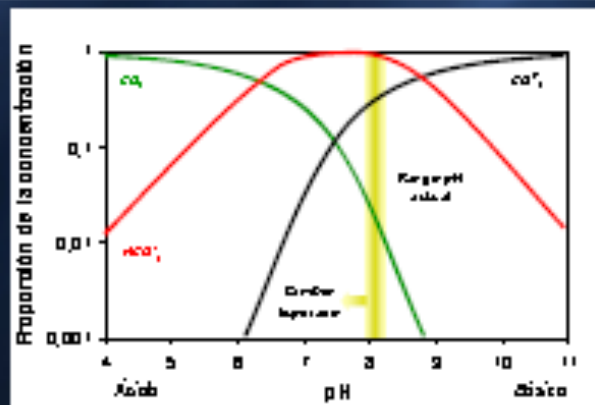
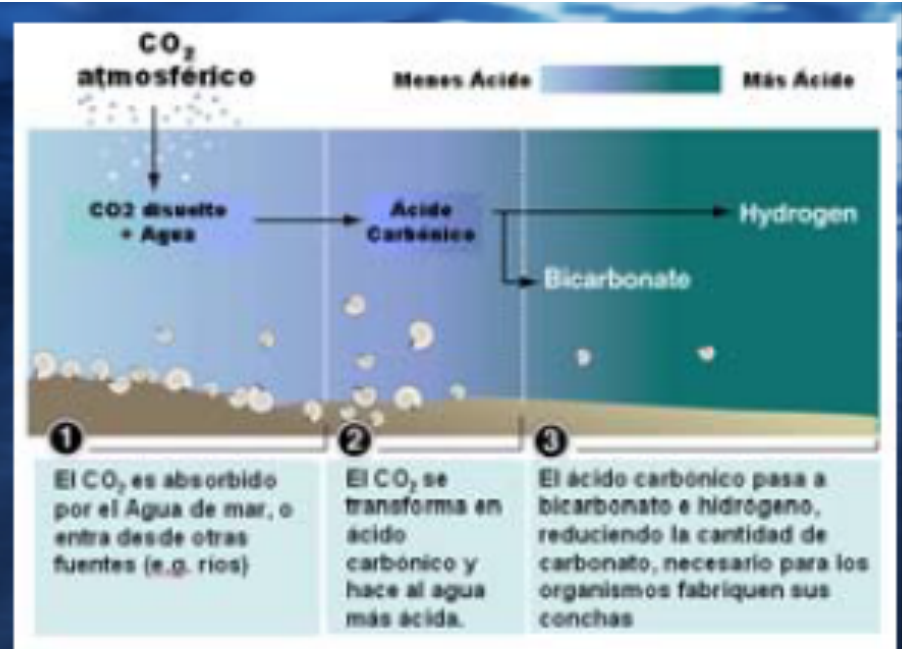
# Acidificación oceánica: el gemelo malvado del calentamiento global



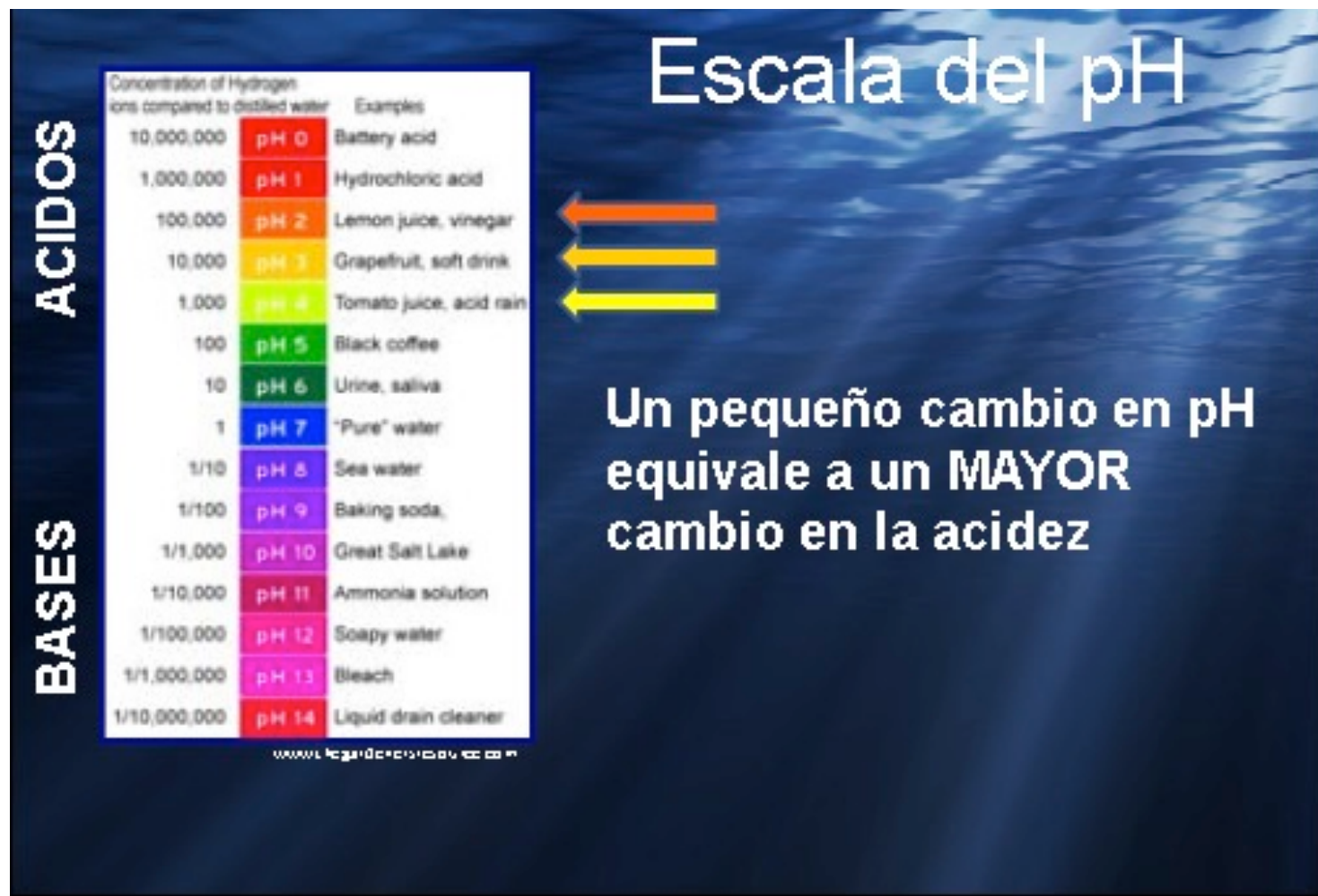
# ¿Qué es la acidificación de los océanos?

✿ La disolución del  $\text{CO}_2$  en agua de mar no sólo provoca un aumento de  $\text{H}^+$  y por lo tanto una disminución en el pH, sino también una disminución de una forma muy importante de carbono inorgánico: el ion carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

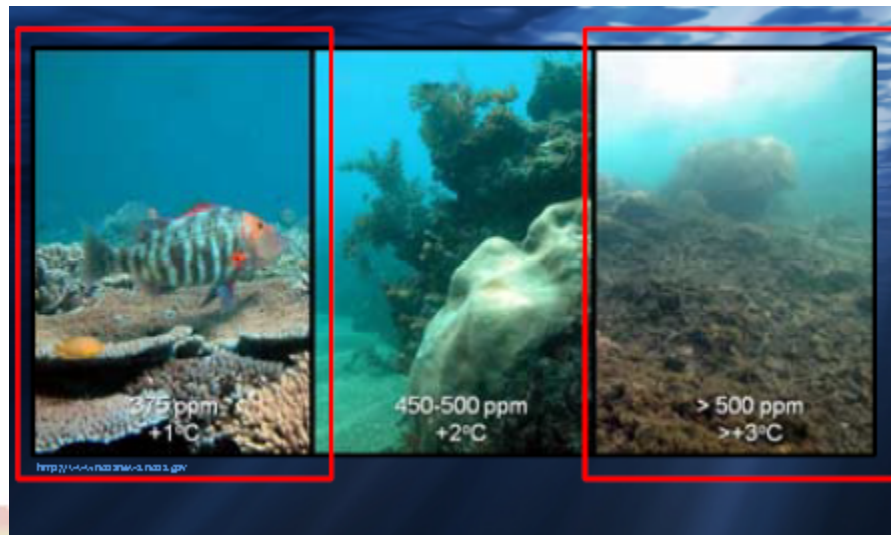
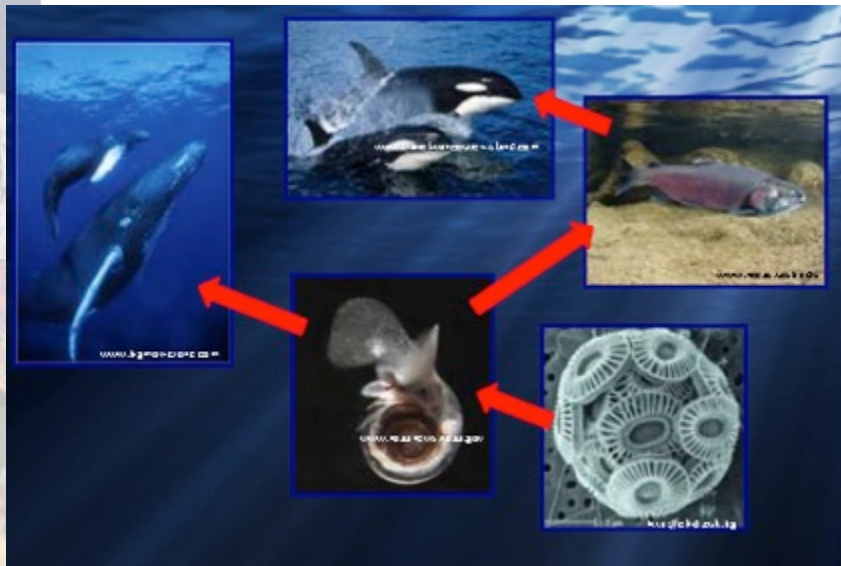
✿ Muchos organismos marinos, como corales, moluscos, crustáceos, y erizos requieren de  $\text{CO}_3^{2-}$  para formar sus conchas calcáreas o esqueletos, en un proceso conocido como **calcificación**.



# ¿Cuál es el pH del agua de mar?

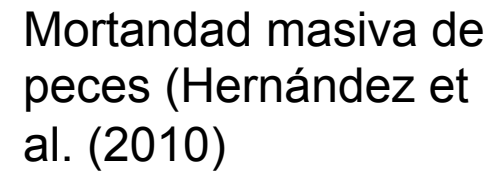


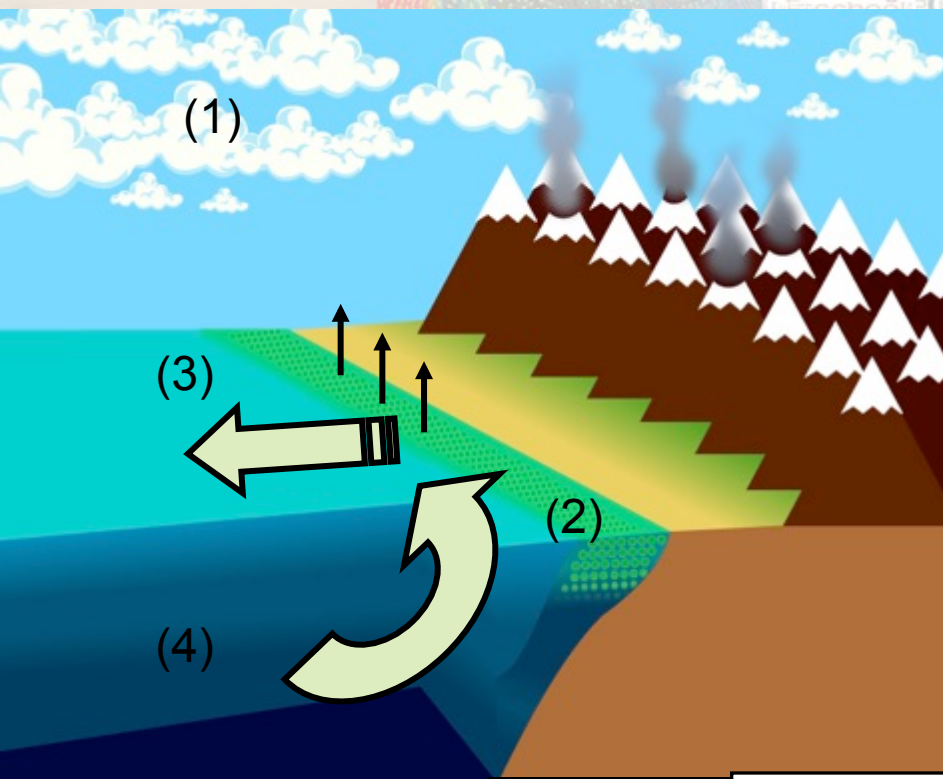
# ¿Quiénes serán los más vulnerables a la acidificación?



El diagrama ilustra la cuenca hidrográfica de la zona de estudio, mostrando la influencia de diferentes usos de suelo y actividades humanas en la calidad del agua. Se identifican las siguientes áreas y procesos:

- Usos de suelo:** Agricultura, Silvicultura, Ganadería, Industriales, Centros urbanos, etc.
- Modificaciones a los aportes naturales:**
  - Fósforo captado por las arcillas y limos (en la zona de la cuenca reforestada).
  - Agua rica en  $O_2$  (en la zona de la cuenca reforestada).
  - Agua pobre en  $O_2$  (en la zona urbana).
  - Crecimiento de algas verdes (en la zona urbana).
  - N, P (en la zona agrícola).

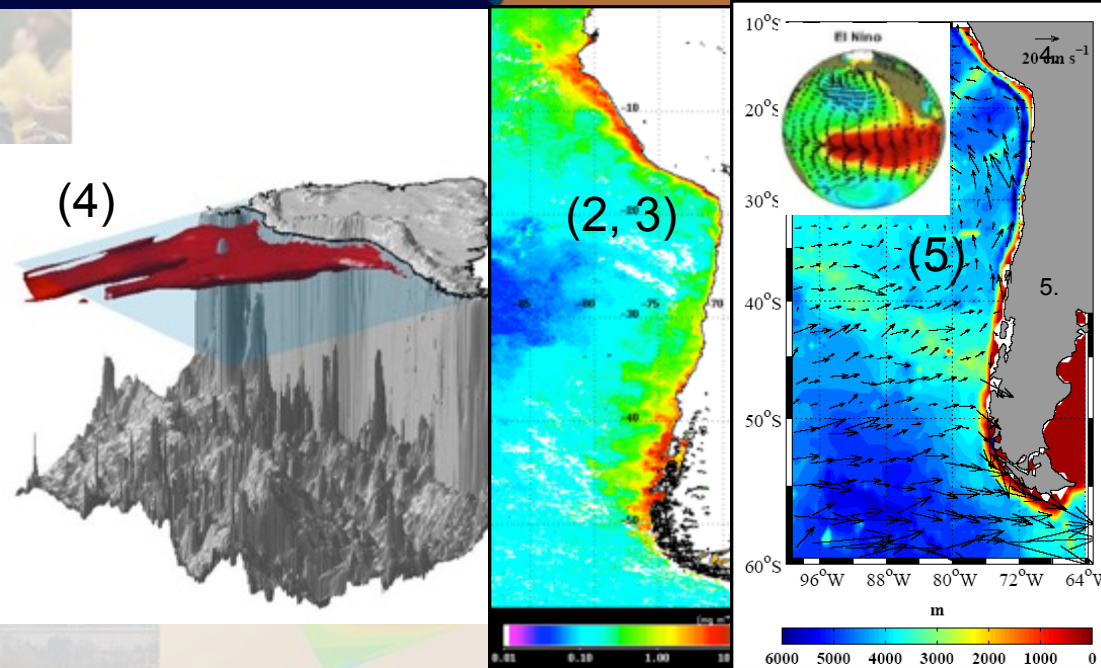




## Importancia del Pacífico Sur-Oriental

1. Es una región de formación de estratocúmulos que actúan como radiador para el sistema climático.
2. Es una de las regiones más productivas del planeta (10% de la captura mundial)
3. Tiene varios centros de surgencia costera que actúan como fuente de gases de invernadero hacia la atmósfera (CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O)

Contiene una Zona de Mínimo Oxígeno que es una de las más extensas y poco profundas del océano global  
 Responde a forzantes remotos tanto ecuatoriales como del Océano Austral



# ¿PORQUÉ ES DIFÍCIL CONTROLAR EL AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES INVERNADERO) EN LA ATMÓSFERA ?

## 4 RAZONES PRINCIPALES:

- PORQUE EL PROBLEMA SE ENMARCA DENTRO DEL PARADIGMA DE LA “TRAGEDIA DE LOS COMUNES”
- PORQUE EL CAMBIO CLIMÁTICO ESTÁ ALTAMENTE CORRELACIONADO CON EL USO DE ENERGÍA FÓSIL Y PORQUE LA TECNOLOGÍA NOS HA DEFRAUDADO, HASTA AHORA, CON SU LENTITUD
- PORQUE FALTAN HERRAMIENTAS LEGALES DE GOBERNABILIDAD EFICIENTES A TODAS LAS ESCALAS
- PORQUE NOSOTROS LOS CIENTÍFICOS NOS HEMOS CONCENTRADO SOLO EN EL DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS MUY AVANZADOS, PERO NO HEMOS TENIDO INTERÉS EN ALFABETIZARLOS Y SOCIALIZARLOS. Gentileza J.C Castilla