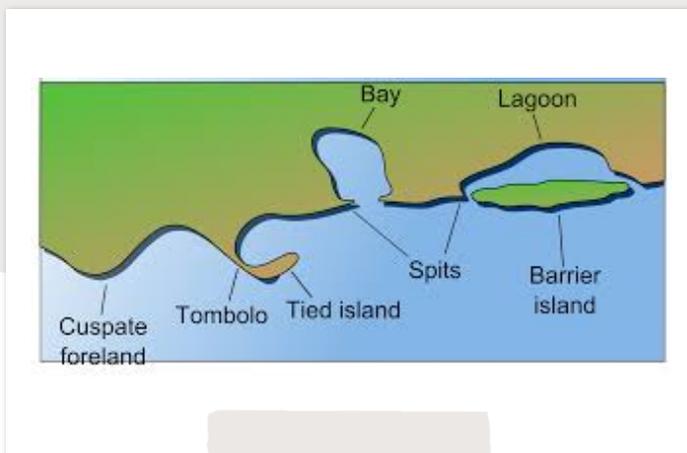


Lagunas costeras



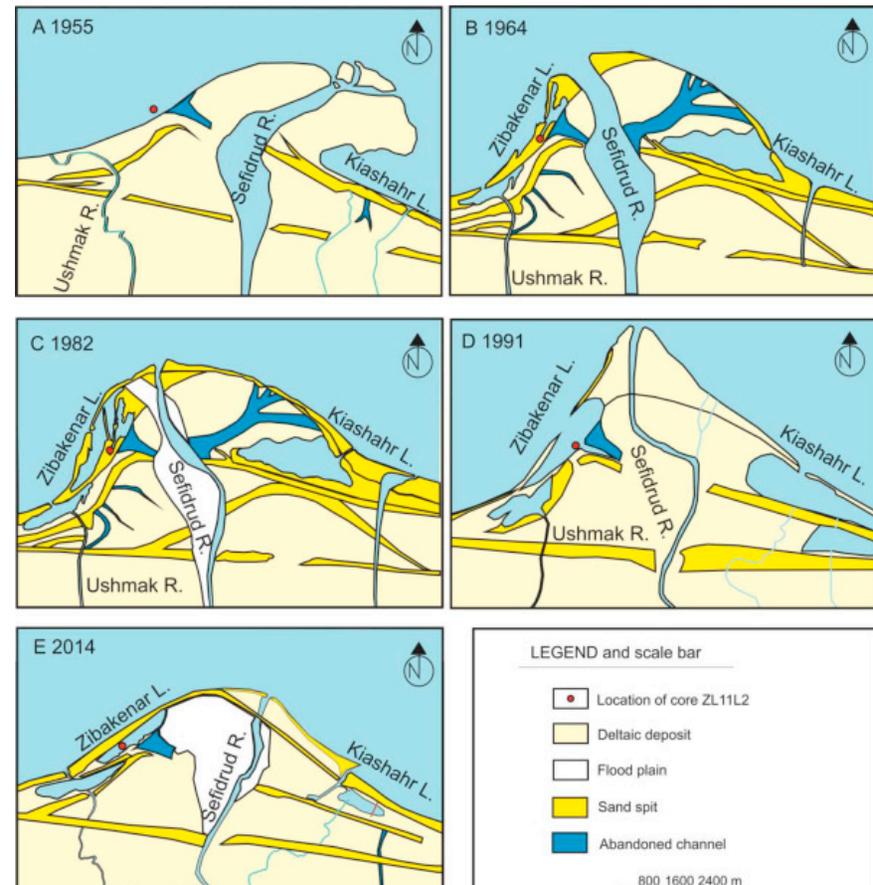
Las lagunas costeras son zonas de transición entre la tierra y el mar: son masas de agua interior poco profundas, separadas del océano por una barrera, conectadas al océano por una o más ensenadas restringidas que permanecen abiertas al menos de forma intermitente

La mayoría de las lagunas costeras se formaron como resultado de la *transgresión marina del Cuaternario Tardío*, que comenzó hace aproximadamente 18.000 años y terminó hace unos 3.000 años, cuando el nivel medio del mar alcanzó valores cercanos a los de la actualidad

La formación de las islas de barrera ocurre gracias a la interacción de los sedimentos fluviales (transportados en gran cantidad en el período del deshielo de los nevados) con los procesos de erosión | deposición regidos por la dinámica costera (vientos, corrientes y olas)

Los procesos de erosión | depositación continúan actuando y, una vez formadas, las lagunas se modifican debido a dichos procesos

Algunas de las lagunas costeras conocidas en tiempos pasados se han llenado por la acumulación de sedimentos lavados y depósitos orgánicos (por ejemplo, Delta de Sefidrud en el mar Caspio →).



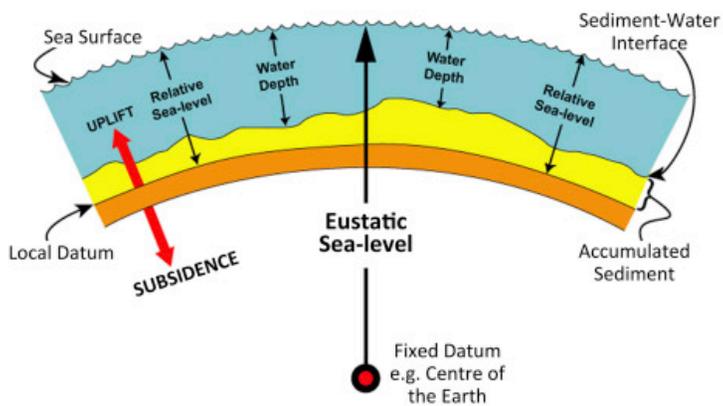


En otros lugares, la erosión marina de la barrera redujo las antiguas lagunas a bahías marinas

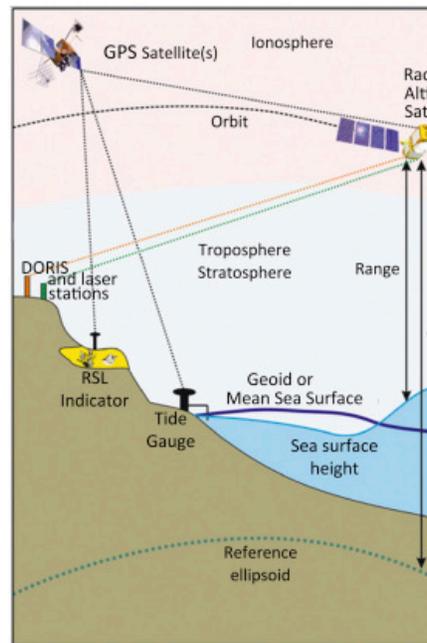
Las lagunas costeras tienen un carácter "naturalmente" transitorio (en tiempos variables) y están sometidas a una rápida evolución geomorfológica. Las principales *fuerzas* responsables de esta evolución son las tasas de sedimentación | erosión y el aumento relativo del nivel del mar

El nivel del mar *real* depende del efecto combinado del eustatismo (aumento del nivel medio del mar) y el hundimiento (descenso de la cuenca)





(A)



(B)

- (A) Definición del nivel del mar *eustático* y nivel del mar relative
- (B) Diferentes tipos de técnicas de observación del nivel del mar: altímetro satelital, mareógrafos e indicadores del *paleonivel* del mar. Los mareógrafos modernos están asociados con una estación GPS que registra los movimientos terrestres



Las lagunas costeras presentan una gran variedad de dimensiones, desde 10,000 m<sup>2</sup> hasta 10,000 km<sup>2</sup> (Lagoa dos Patos, Brasil). La más grande del mar Mediterráneo es la laguna de Venecia (600 kilómetros cuadrados) mientras que, en el golfo de México, la laguna de Términos tiene 2.000 kilómetros cuadrados

Las lagunas también muestran una amplia gama de condiciones ecológicas

Las lagunas costeras se pueden clasificar de diferentes formas:



- a) salinidad media (agua dulce, oligo-meso-, poli-, eu-halina, hipersalina)
- b) régimen de mareas (no, micro- meso- macromamareal)
- c) tipo geomórfico, es decir, relacionado con el intercambio de agua con el mar (libre o restringido)

Las lagunas costeras se consideran '*sistemas de aguas de transición*', término que fue introducido por la Unión Europea (Directiva Marco Europea del Agua 2000/60/EC) para incluir todo tipo de aguas que no son *ni* dulces *ni* marinas (salobres, hiperhalinas, etc.) incluyendo:

- Rías
- Fiordos
- Estuarios
- Lagunas costeras



**Rías:** accidentes geomorfológicos que designan una de las formas que puede tomar el valle fluvial en torno a la desembocadura de un río, cuando un valle costero queda sumergido bajo el mar por la elevación del nivel de agua

**Fiordos:** estrechas entradas costeras de mar formadas por la inundación de un valle excavado o parcialmente tallado por acción de glaciares. El agua al congelarse crea fracturas, formando un valle sumergido que presenta forma de U aunque la parte inferior no es visible, ya que está bajo el nivel del mar

**Estuarios:** áreas costeras donde el agua dulce que fluye de los ríos y corrientes de agua se mezcla con el agua salada del océano, bahías, lagunas y canales. Esta combinación crea un ecosistema diferente y único, donde viven y se desarrollan gran cantidad de especies diferentes (peces, reptiles, pájaros y mamíferos como el manatí).

**Lagunas costeras:** cuerpos de agua poco profundos que están separados de las aguas marinas por una barrera, bien sea una isla barrera, un cordón litoral, un banco de arena de origen marino, un arrecife coralino o algún accidente similar.



Las lagunas son ecosistemas que se encuentran entre los entornos más productivos y valiosos de la biosfera. Brindan a la sociedad actual no solo valiosos *servicios ecosistémicos*, sino que muy a menudo presentan un alto valor patrimonial cultural





## ● Servicios de Soporte

Son aquellos que mantienen los procesos ecológicos para la producción de todos los otros servicios ecosistémicos. Sus impactos sobre las personas a menudo son indirectos y ocurren a muy largo plazo.



Producción de oxígeno



Ciclo del agua



Formación del suelo



Ciclo de nutrientes

(Cuando se habla de flujo de nutrientes se considera un servicio de regulación debido a que su impacto es a corto plazo mientras que el ciclo de nutrientes es a largo plazo)



Conservación de la diversidad genética



Calidad de hábitat para las especies

## ● Servicios de Provisión

Son los beneficios tangibles, renovables o no renovables, obtenidos de la naturaleza para su consumo o utilización, ya sea de manera directa o previo procesamiento. Su impacto sobre las personas es directo a corto plazo.



Alimentos



Recursos forestales y materias primas



Combustibles



Recursos medicinales



Agua dulce



Recursos ornamentales



Recursos genéticos

## ● Servicios de Regulación

Son aquellos que mantienen las funciones naturales de los ecosistemas, estos mejoran o hacen posible las condiciones del ambiente para nuestra vida. Su impacto sobre las personas es directo a corto plazo.



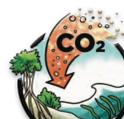
Regulación de los flujos de agua



Purificación del agua y tratamiento de desechos



Moderación de peligros naturales



Secuestro y almacenamiento de carbono



Control biológico de plagas



Regulación del clima y calidad del aire



Polinización



Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo

## ● Servicios Culturales

Son valores o beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento personal, espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas. Estos beneficios intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Su impacto sobre las personas ocurre de manera directa.

Diversidad cultural



Turismo



Valor educativo



Actividades de recreo y salud mental y física



Experiencia espiritual y sentimiento de pertenencia



Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño

Algunos de los marcos conceptuales para clasificar a los servicios ecosistémicos



REVIEW

## What is environmental stress? Insights from fish living in a variable environment

Patricia M. Schulte\*

### ABSTRACT

Although the term environmental stress is used across multiple fields in biology, the inherent ambiguity associated with its definition has caused confusion when attempting to understand organismal responses to environmental change. Here I provide a brief summary of existing definitions of the term stress, and the related concepts of homeostasis and allostasis, and attempt to unify them to develop a general framework for understanding how organisms respond to environmental stressors. I suggest that viewing stressors as environmental changes that cause reductions in performance or

complication when thinking about the evolution of environmental stressors stems simply from the difficulty of defining what is meant by the word 'stress'. Is there a dividing line between a normal homeostatic response to an environmental change and a stress response, and if so, how can we define that line?

Unfortunately, it is not always an easy task to do. Ever since Han (1950) first introduced the concept of stress as 'the response of the body to any demand', there have been

Por lo general, se considera que los factores ambientales estresantes pertenecen a una de cuatro clases distintas: 1) eventos cataclísmicos, 2) eventos estresantes de largo plazo, 3) eventos estresantes de corto plazo y factores que ponen en riesgo la homeostasis (Schulte 2014). Los eventos cataclísmicos comprenden catástrofes repentinas que afectan a muchas personas al mismo tiempo.

Debido a su naturaleza de transición, las lagunas costeras se consideran sistemas naturalmente sometidos a estrés que experimentan frecuentes alteraciones y fluctuaciones ambientales

- Las lagunas se ven ahora dramáticamente afectadas por la pérdida y modificación del hábitat, la alteración física, la contaminación orgánica, química y biológica y la sobreexplotación (como presiones exógenas no gestionadas y presiones gestionadas endógenas, sensu [8]. Vías de vulnerabilidad de los ecosistemas de lagunas a factores antropogénicos como la urbanización y la industrialización está cualitativamente bien definida, incluso si los mecanismos subyacentes y las relaciones cuantitativas aún no están claras. Además, como ecosistemas de ecotono abiertos y conectados tanto con agua dulce como marina, las lagunas se encuentran entre los ecosistemas acuáticos más expuestos a los cambios climáticos actuales y previstos.



REVIEW

## What is environmental stress? Insights from fish living in a variable environment

Patricia M. Schulte\*

### ABSTRACT

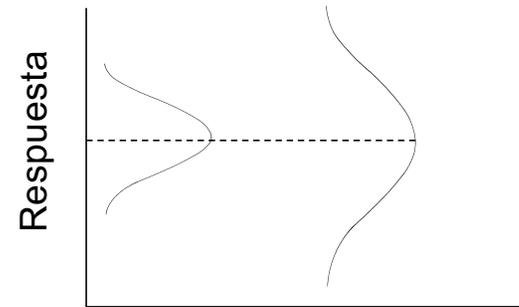
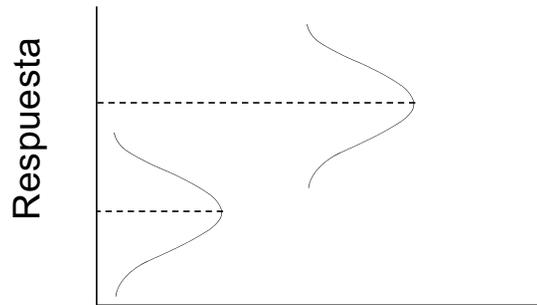
Although the term environmental stress is used across multiple fields in biology, the inherent ambiguity associated with its definition has caused confusion when attempting to understand organismal responses to environmental change. Here I provide a brief summary of existing definitions of the term stress, and the related concepts of homeostasis and allostasis, and attempt to unify them to develop a general framework for understanding how organisms respond to environmental stressors. I suggest that viewing stressors as environmental changes that cause reductions in performance or

complication when thinking about the evolution of environmental stressors stems simply from the difficulty of defining what is meant by the word 'stress'. Is there a dividing line between a normal homeostatic response to an environmental change and a stress response, and if so, how can we identify that dividing line between them?

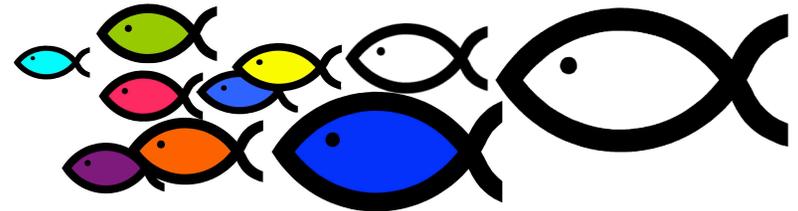
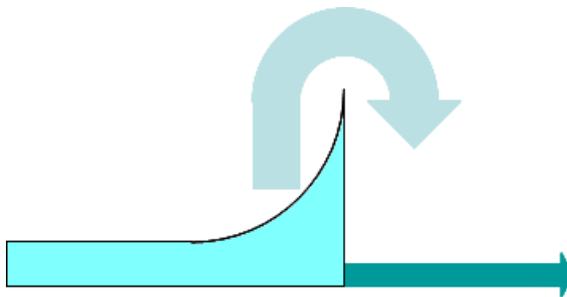
Unfortunately, it is not always an easy task to determine what is meant when we use the word 'stress'. Ever since Hans Selye (1950) first introduced the concept of stress as 'the response of the body to any demand', there have been

Por lo general, se considera que los factores ambientales estresantes pertenecen a una de cuatro clases distintas: 1) eventos cataclísmicos, 2) eventos estresantes de largo plazo, 3) eventos estresantes de corto plazo y factores que ponen en riesgo *la homeostasis* (Schulte 2014). Los eventos cataclísmicos comprenden catástrofes repentinas que afectan a muchas personas al mismo tiempo.

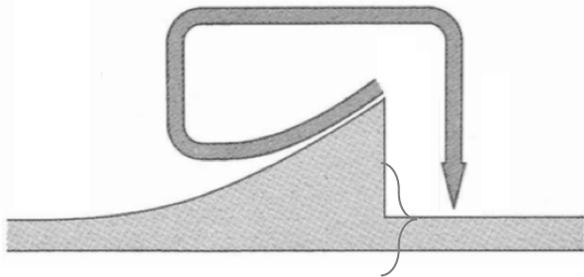
Debido a su naturaleza de transición, las lagunas costeras se consideran sistemas naturalmente sometidos a estrés que experimentan frecuentes alteraciones y fluctuaciones ambientales



La homeostasis involucra el conjunto de mecanismos de retroalimentación mediante los cuales un sistema mantiene su equilibrio dinámico. El stress describe las respuestas de un organismo a condiciones adversas del ambiente que trastornan los estados normales afectando el equilibrio.

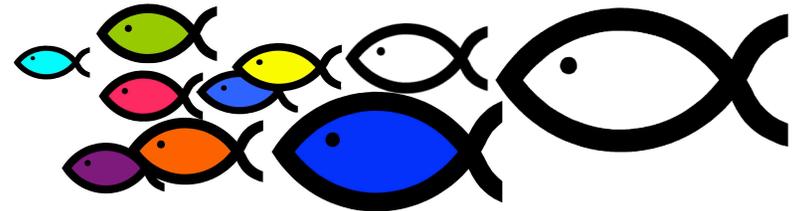


El monitoreo es un componente crítico para entender las pérdidas de *resiliencia ecológica* y el incremento en la *capacidad adaptativa* de los ecosistemas

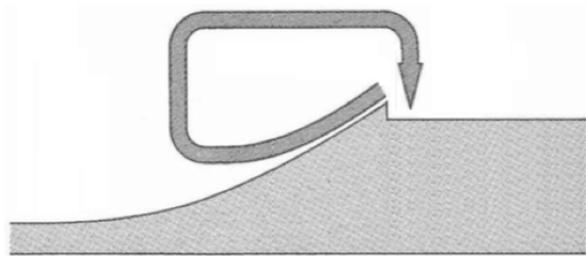


**Resiliencia**<sup>1</sup>: la magnitud del disturbio que un sistema puede soportar antes de que cambie el conjunto de procesos que controlan la estabilidad de un sistema

<sup>1</sup> Capacidad de los materiales para absorber la energía elástica impuesta por una fuerza de deformación y cederla cuando cesa la aplicación de la carga.

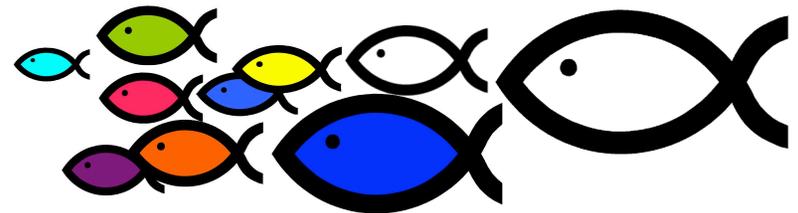


El monitoreo es un componente crítico para entender las pérdidas de *resiliencia ecológica* y el incremento en la *capacidad adaptativa* de los ecosistemas

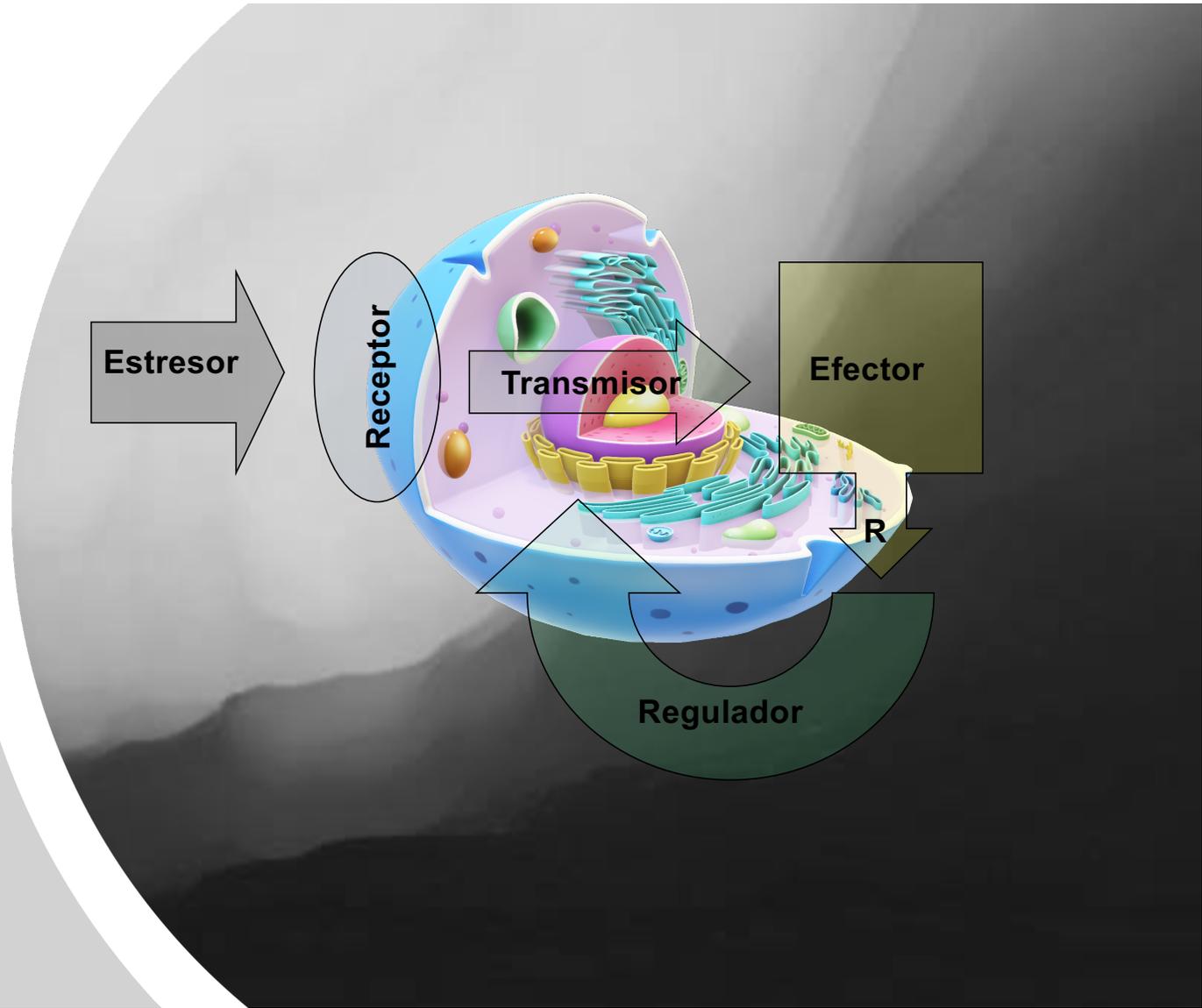
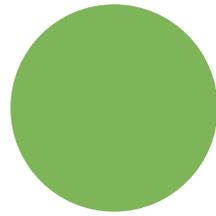


**Adaptación:** es la capacidad de cambio de la estructura y función de un sistema para reconstituir la homeostasis<sup>2</sup>

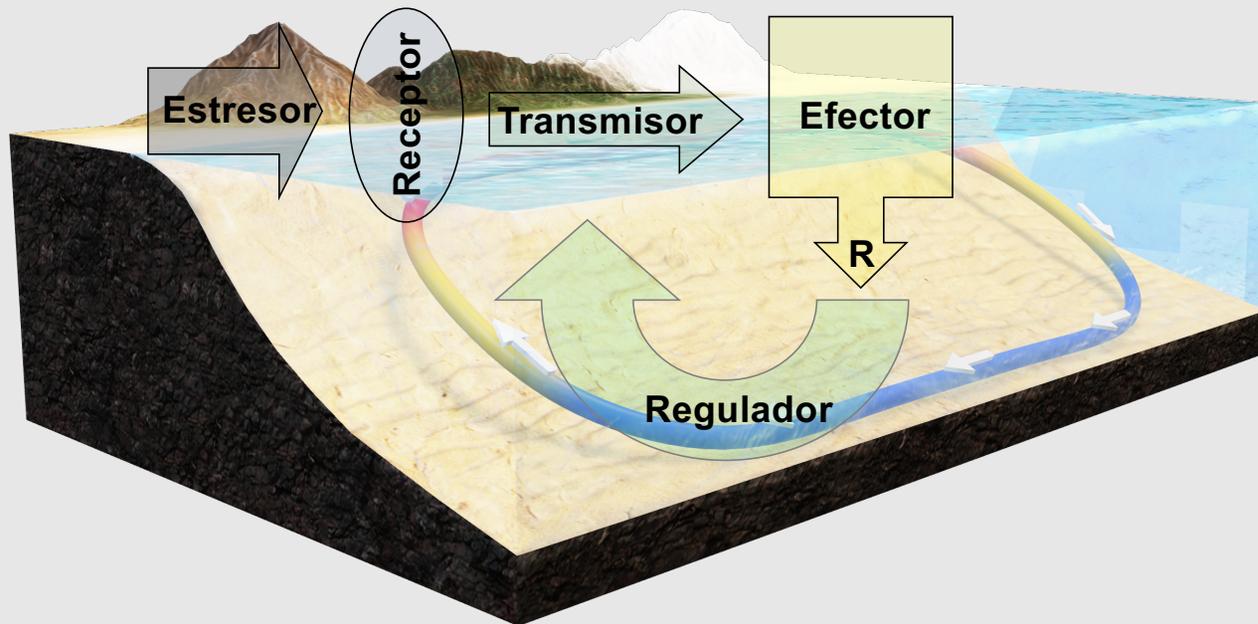
<sup>2</sup> del griego ὅμοιος (hómoios): 'igual' o 'similar' y στάσις (stásis): 'estado'



Para que un sistema pueda mantener una condición interna estable (homeostasis) en forma adecuada, están involucrados varios procesos de *regulación*



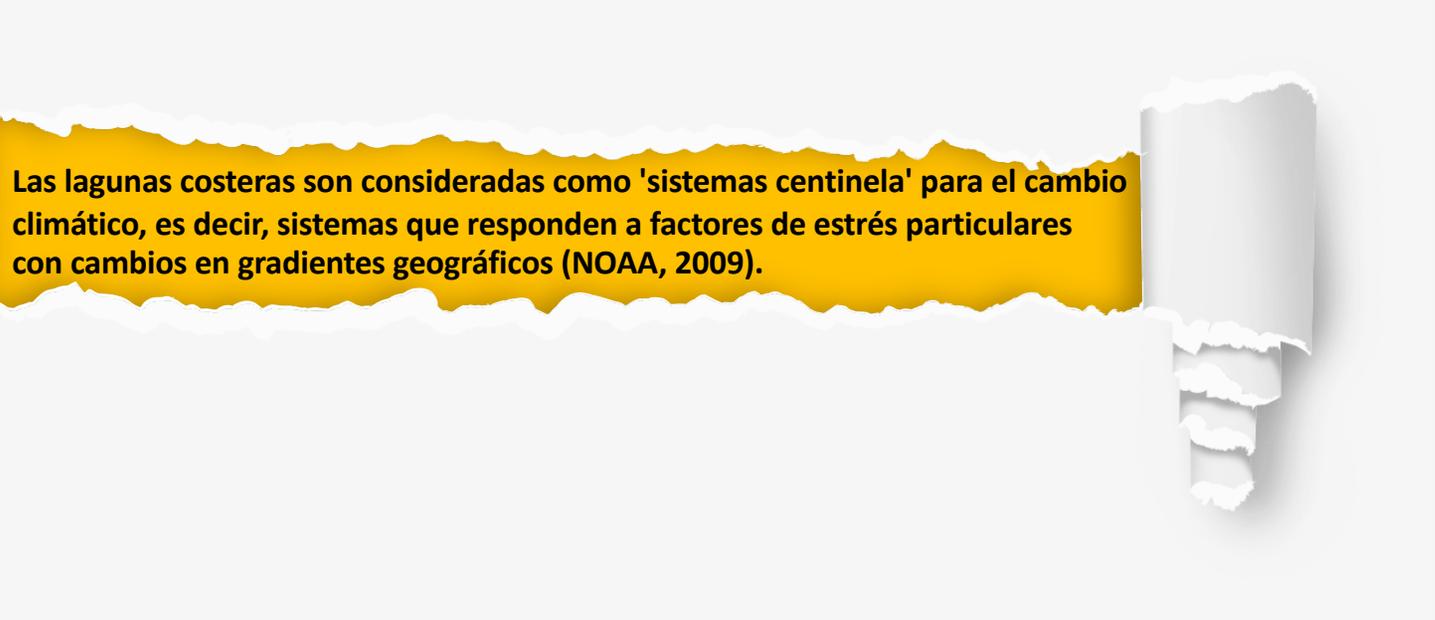
Para que un sistema pueda mantener una condición interna estable (homeostasis) en forma adecuada están involucrados varios procesos de *regulación*





Para que un sistema pueda mantener una condición interna estable (homeostasis) en forma adecuada están involucrados varios procesos de *regulación*





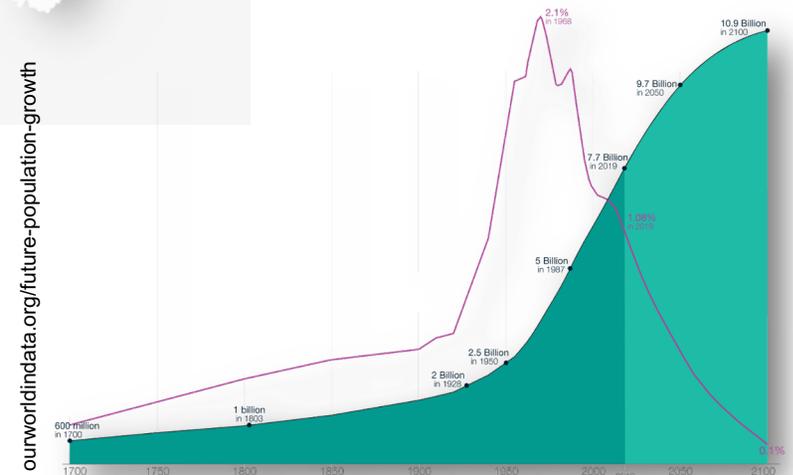
Las lagunas costeras son consideradas como 'sistemas centinela' para el cambio climático, es decir, sistemas que responden a factores de estrés particulares con cambios en gradientes geográficos (NOAA, 2009).

El *cambio climático* tendrá varios efectos en los ecosistemas de las lagunas, incluidos cambios en la temperatura del agua, los flujos de entradas de agua dulce y sus patrones temporales, y las entradas de agua de mar, afectando la distribución y abundancia de especies, la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas.

Se esperan cambios adicionales en los ecosistemas de transición y lagunas como resultado de la adaptación a los cambios climáticos que afectan las condiciones ambientales críticas, como la temperatura, el oxígeno disuelto, la salinidad, las concentraciones de elementos y la hidrología.

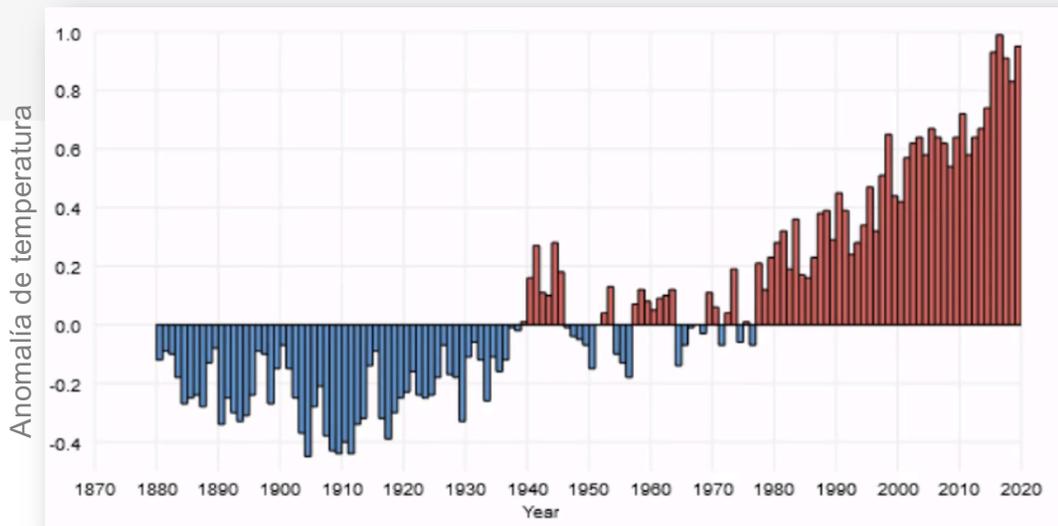
## ... los retos

- En 2050, los seres humanos enfrentarán el desafío de alimentar y brindar otros satisfactores a unos **nueve mil millones** de personas
- La **Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible** es un compromiso global para acabar con la pobreza y el hambre y asegurar que el progreso económico, social y tecnológico se produzca en armonía con la naturaleza, a través de la gestión sostenible de los recursos naturales

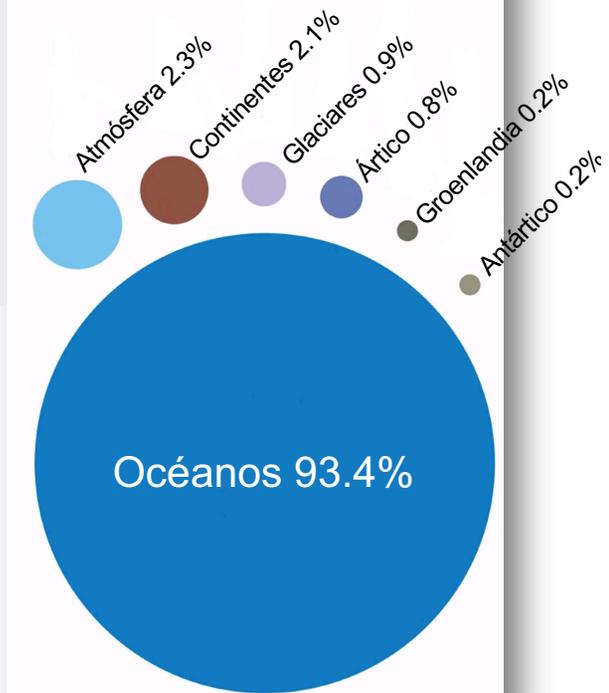


## ... los retos

El desafío es, además, brindar los satisfactores básicos a la población en un mundo *cambiante*

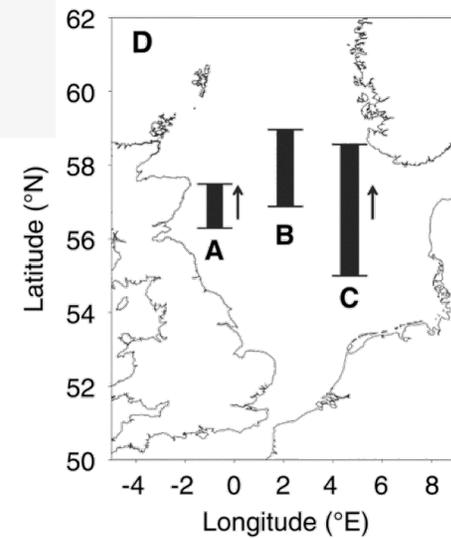
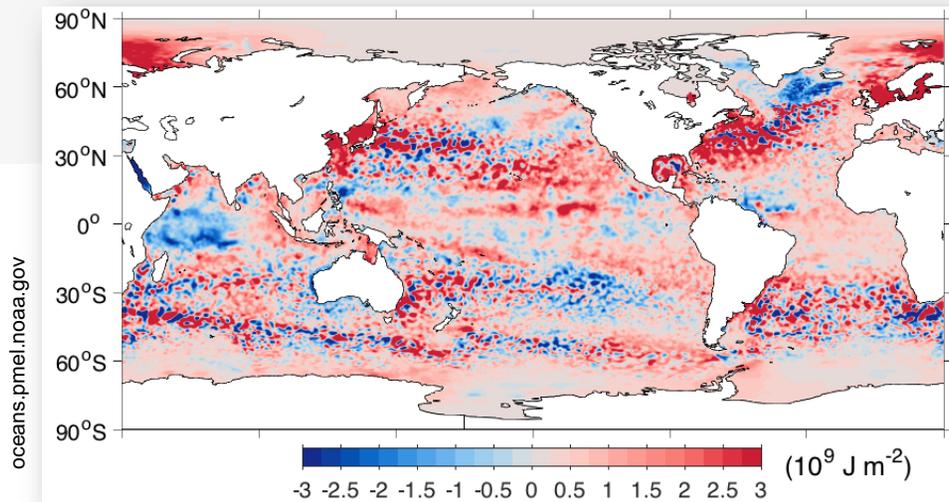


¿A dónde *va* el calentamiento global?



# ... los retos

El efecto medible de los cambios se nota en la magnitud de la energía térmica del océano. O sea... **cambios en la temperatura**, su distribución y la distribución de muchas especies



Perry et al. 2005 DOI: 10.1126/science.1111322

... los retos



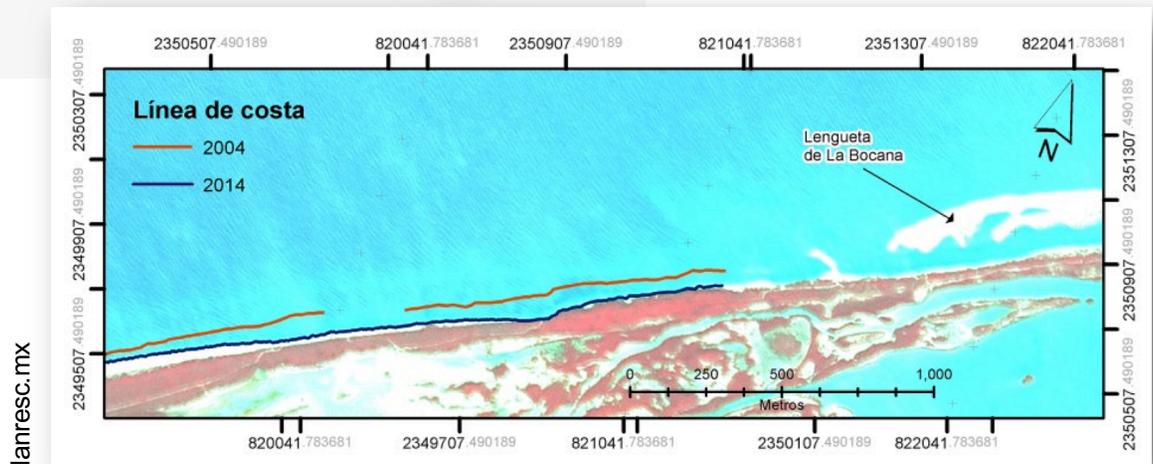
© University of Arizona

El incremento en el nivel del mar se ha observado desde comienzos del Siglo XX. El ascenso total registrado de 1900 a 2016 fue de 16-21 cm

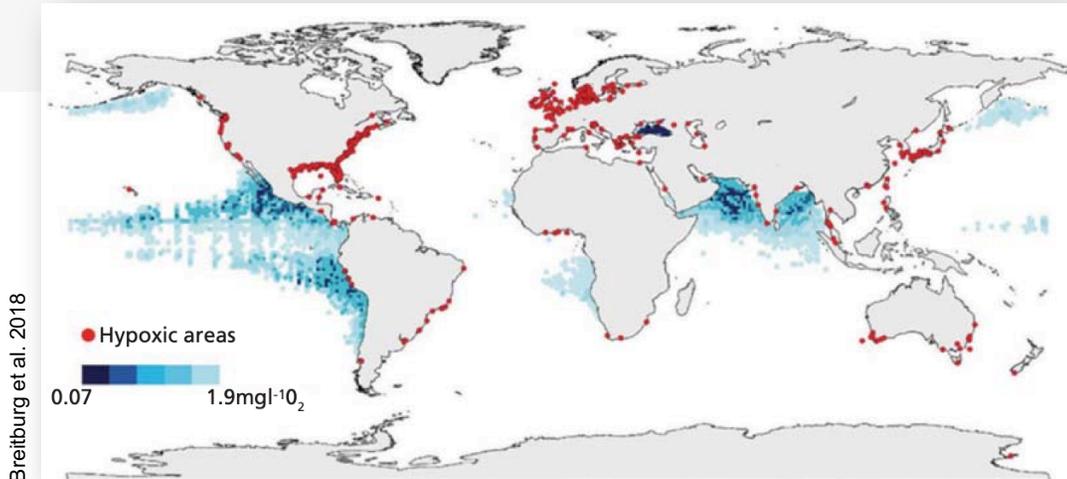
A partir de 1993 **el fenómeno se ha acelerado** hasta alcanzar una tasa de 2.6 mm a 2.9 mm  $\pm$  0.4 mm por año

## ... los retos

Los cambios (**erosión / acreción**) de la línea de costa son uno de los principales problemas costeros, ya que tiene dimensiones ecológicas, económicas y sociales que llegan a ser incalculables

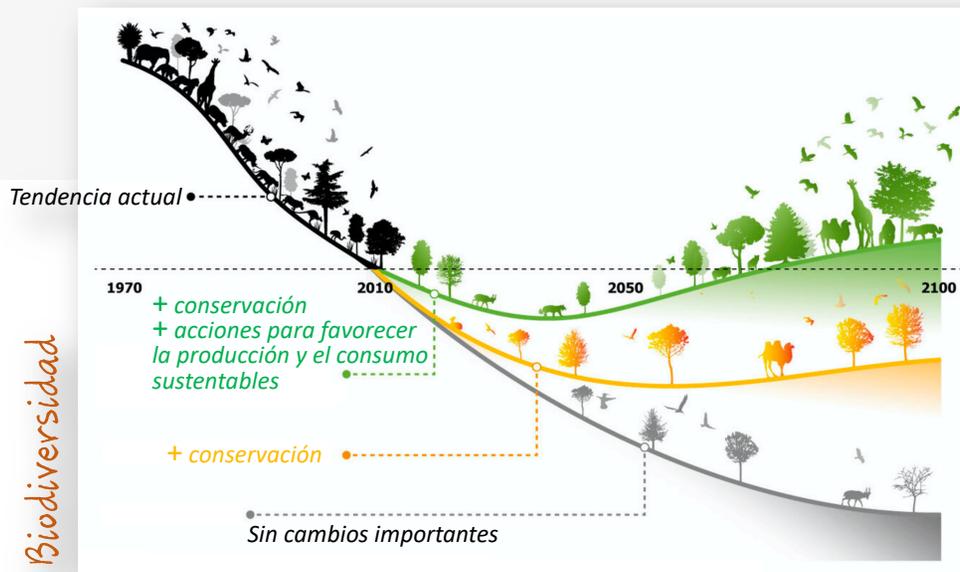


## ... los retos



- Nutrientes de origen antropogénico han causado disminuciones de  $\text{O}_2$  a  $<2 \text{ mg L}$  (**puntos rojos**)
- Las zonas de mínimo de oxígeno del océano a 300 m de profundidad (**regiones sombreadas en azul**) se han extendido

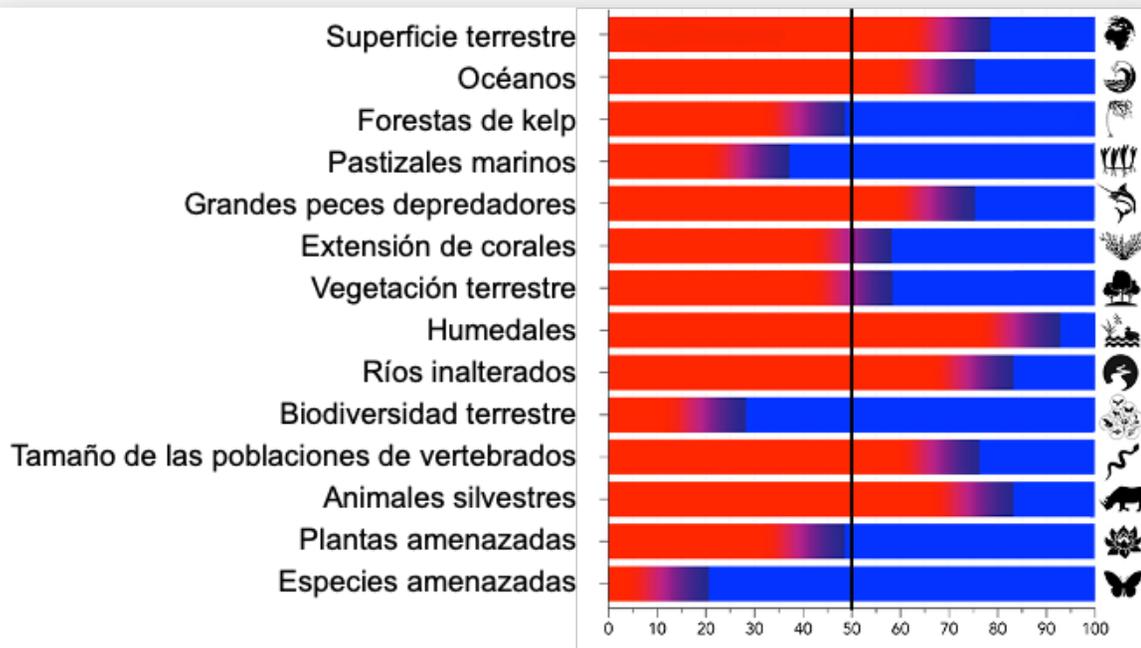
# ... los retos



La tendencia actual de la **pérdida de la biodiversidad** en ambientes terrestres es, por decir lo menos, alarmante...

<https://phys.org/news/2020-09-biodiversity-loss.html>

## ... los retos



La escala de las amenazas a la biosfera y todas sus formas de vida, incluida la humanidad, es tan grande que es difícil de comprender incluso para los expertos

Bradshaw *et al.* 2021  
*Front. Conserv. Sci.*  
[doi.org/10.3389/fcosc.2020.615419](https://doi.org/10.3389/fcosc.2020.615419)

Al ser más confinadas que otras aguas de transición, las lagunas son particularmente sensibles a estas presiones cambiantes, principalmente en las zonas de transición más reactivas, que se encuentran en las interfaces terrestre-acuático, agua dulce-marina, sedimento-columna de agua, aguas de laguna - atmósfera.