



Facultad de Ingeniería  
Instituto de Mecánica de los Fluidos e  
Ingeniería Ambiental (IMFIA)

# AMBIENTE, SOCIEDAD Y DESARROLLO - Curso 2024

**Dr. Reto Bertoni**  
**Dr. Javier Taks**  
FCS – FHCE - GIEE  
UDELAR

# Hoja de ruta

- Antropoceno
- Agua, ciclo hidrosocial y desarrollo sustentable
- Corrientes del pensamiento ambientalista moderno

Febrero  
13

## El peligro de jugar

En el año 2008, Miguel López Rocha, que estaba brincando en las afueras de la ciudad mexicana de Guadalajara, resbaló y cayó al río Santiago.

Miguel tenía ocho años de edad.

No murió ahogado.

Murió envenenado.

El río contiene arsénico, ácido sulfhídrico, mercurio, cromo, plomo y furanos, arrojados a sus aguas por Aventis, Bayer, Nestlé, IBM, DuPont, Xerox, United Plastics, Celanese y otras empresas, que en sus países tienen prohibidas esas donaciones.

***Eduardo Galeano, Los hijos de los días, Siglo XXI, Buenos Aires, 2012***

<https://www.youtube.com/watch?v=4eMlum-psjw&t=360s>





"Diversos marcadores estratigráficos indican que la estratigrafía de mediados del siglo XX en adelante puede distinguirse clara y ampliamente de los estratos anteriores (...) Por ejemplo, los humanos han colocado grandes represas en los brazos principales de 2.500 ríos a nivel mundial en menos de un siglo, reduciendo el **depósito de sedimentos en las costas**, de modo que las formaciones costeras de todos los continentes, excepto la Antártida, ahora registran este evento casi de manera sincrónica. En general, desde 1950, los humanos han estado moviendo más sedimentos anualmente que el viento, los glaciares y los ríos todos combinados (...) El registro estratigráfico es congruente con el reconocimiento de una perturbación importante y continua del sistema de la Tierra (Steffen *et al*: 2016; Zalasiewicz, Waters y Head: 2017), incluido un cambio sin precedentes en los **ciclos de carbono, fósforo y nitrógeno** y la **biosfera** tanto marina como terrestre. El **consumo de energía** de los seres humanos desde 1950 supera, aproximadamente en 1,6 veces el de toda la historia de la humanidad antes de 1950. Una de las métricas disponibles, el factor Antropoceno (Gaffney y Steffen: 2017), muestra en los últimos 65 años órdenes de magnitud más grandes que para todo el intervalo del Holoceno anterior a 1950. Dichos multiplicadores de fuerza muestran que **los humanos han adquirido geológicamente en tiempos muy recientes los niveles de energía, la población y la aplicación de recursos (ingeniería) para cambiar el sistema de la Tierra de manera significativa y global**: ahora hay abundantes pruebas de esta transformación en el registro estratigráfico" (Bauer y Ellis: 2018, p. 221 apud Briones et al.).

# Bienvenidos al Antropoceno

Término creado por el biólogo estadounidense Eugene F. Stoermer; difundido por el holandés PAUL CRUTZEN – 2000 (premio novel de química, Max Planck Inst) –

**Antropoceno: época en la historia de la Tierra donde la influencia humana en el ambiente adquiere escala global.**

□ Originalmente dos etapas:

- 1800 – 1950 Revolución industrial
- 1950 – 2000 Gran aceleración (Jhon Mc Neill)
- 2000 - ¿Guardianes del Sistema Tierra? (¿desaceleración, gobierno mundial, barbarie, sustentabilidad?)

Antropoceno es “...la transformación de los ambientes superficiales de la Tierra por la actividad humana. Este fenómeno es, ahora mismo, posiblemente la cuestión más importante de nuestra época, científica, social y políticamente. No podemos pensar en un desafío mayor o más urgente” (:838)

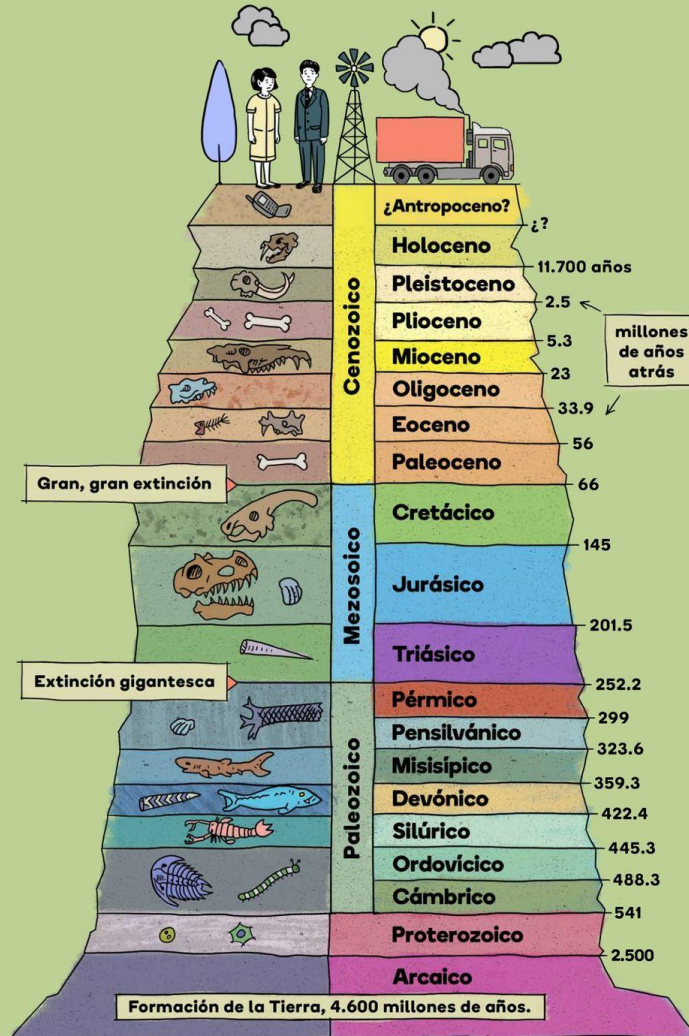
JAN ZALASIEWICZ, MARK WILLIAMS, ALAN HAYWOOD AND MICHAEL ELLIS. The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Phil. Trans. R. Soc. A* (2011) 369, 835–841

El Antropoceno es la era [época] en la que el impacto del ser humano sobre la transformación del planeta iguala o sobrepasa el poder de las fuerzas naturales -geológicas y biológicas.

Briones, C. et al. 2018 El futuro del antropoceno. *Estudios*. 24, n° 84 (ENERO-MARZO), 2019, pp. 19-31 Venezuela.



# Antropoceno



Fuente: Tabla Cronoestratigráfica Internacional 2015. Comisión Internacional de Estratigrafía.

# Canadian lake chosen to represent start of Anthropocene

**Nuclear bomb fallout marks dawn of new epoch in which humanity dominates planet**



 Crawford Lake, in Canada. If the site is approved the official declaration of the Anthropocene as a new geological epoch will come in August 2024. Photograph: Sarah Roberts/PA



Guardian graphic

Grupo de Trabalho do  
Antropoceno  
Comissão Internacional de  
Estratigrafia da União  
Internacional de Ciências  
Geológicas.

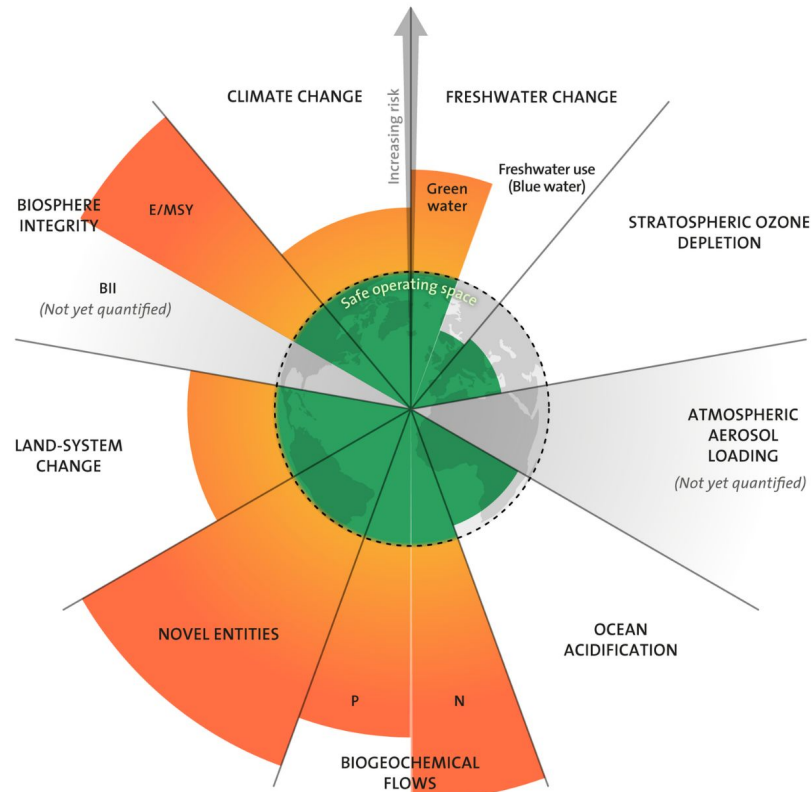
# The Anthropocene

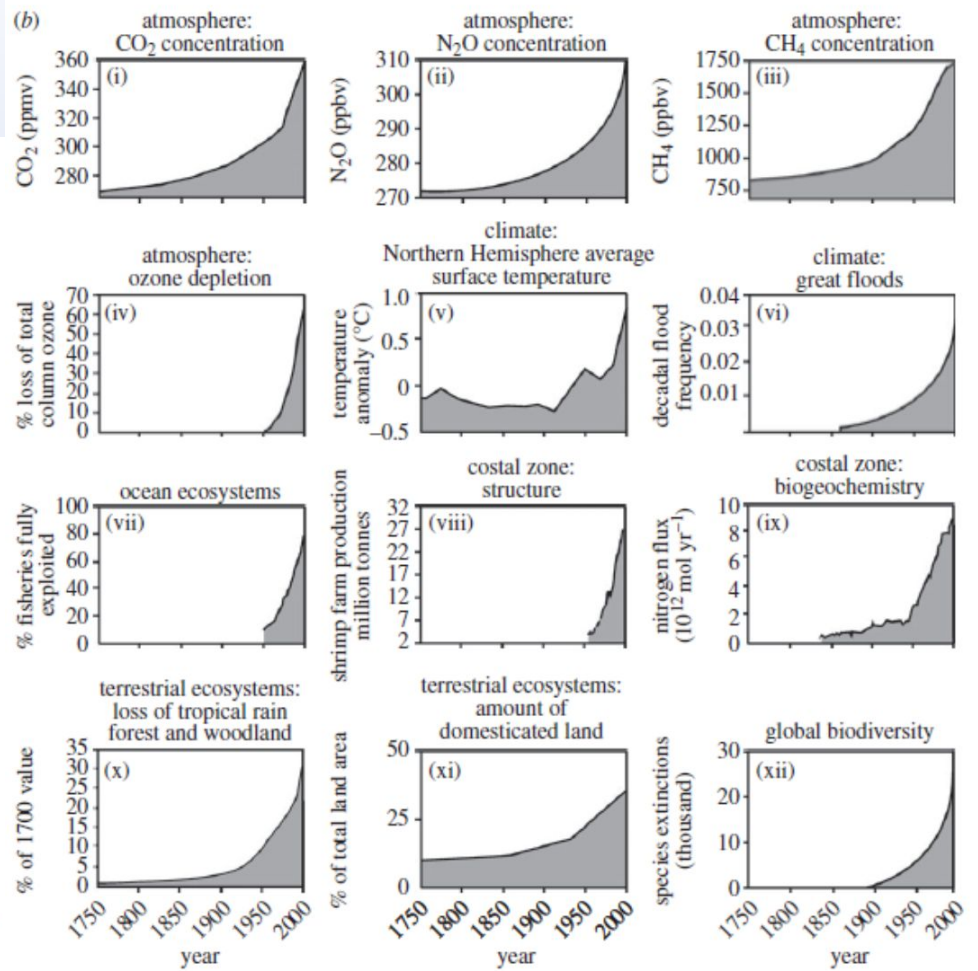
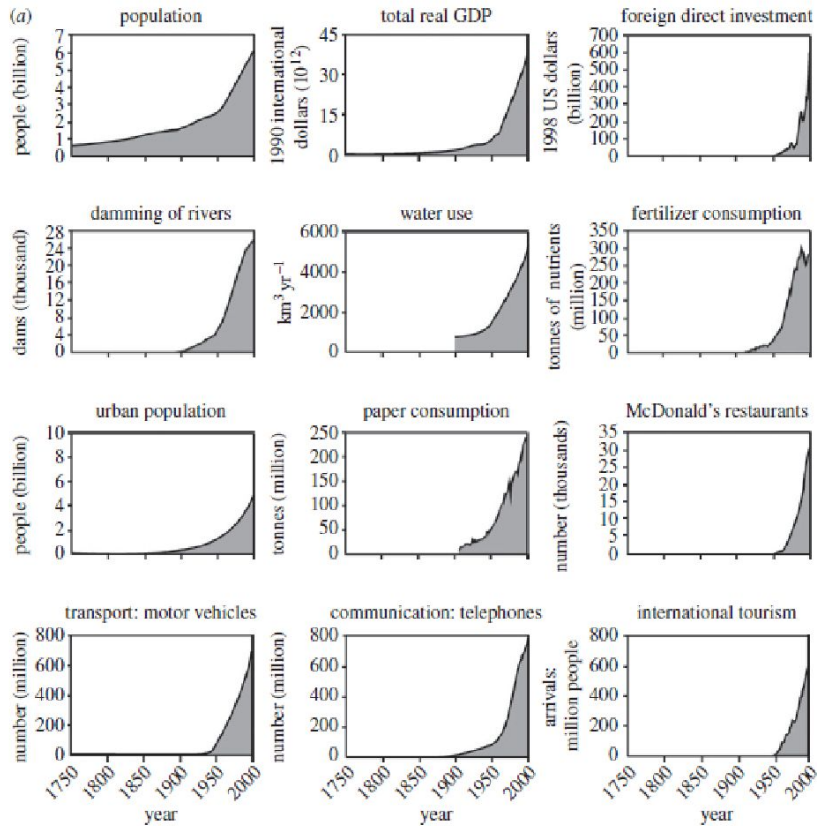
## Biophysical planetary boundaries

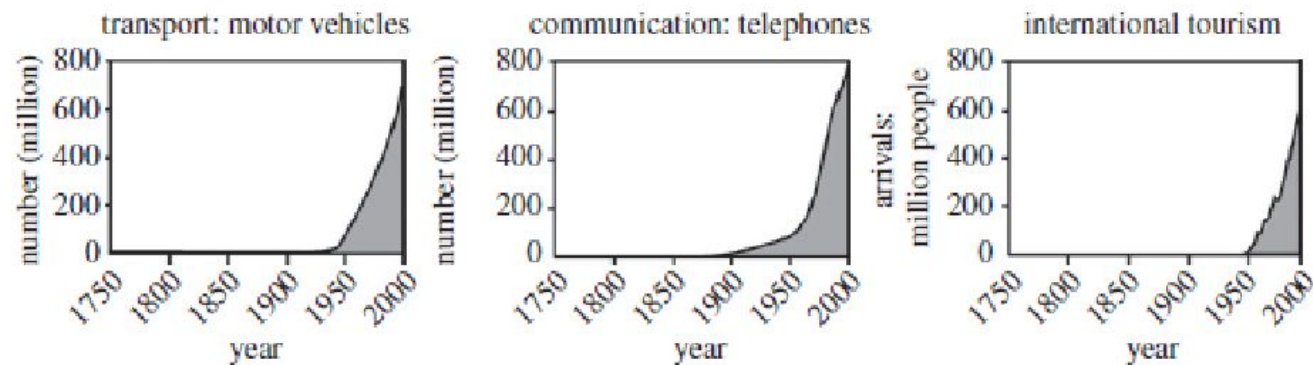
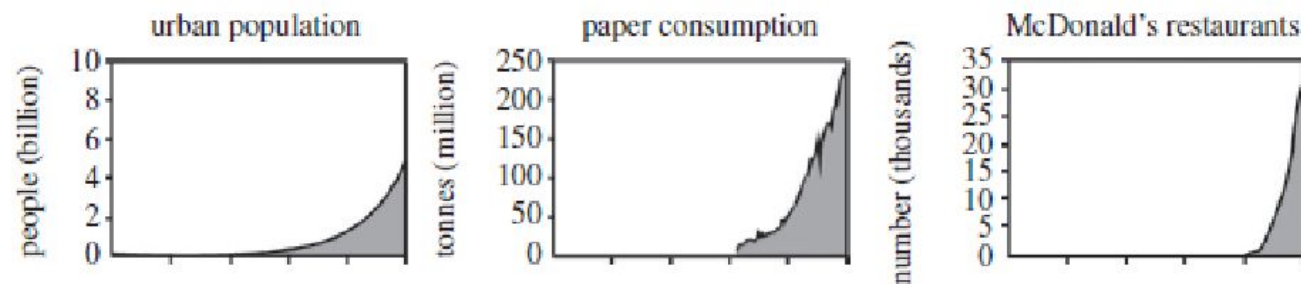
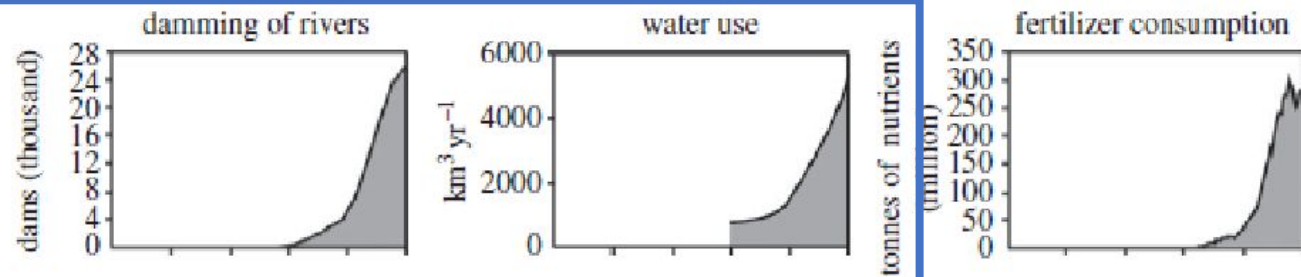
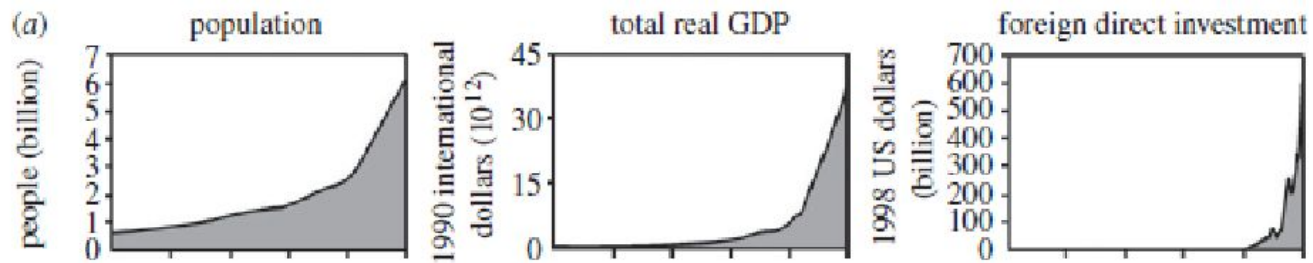
2022

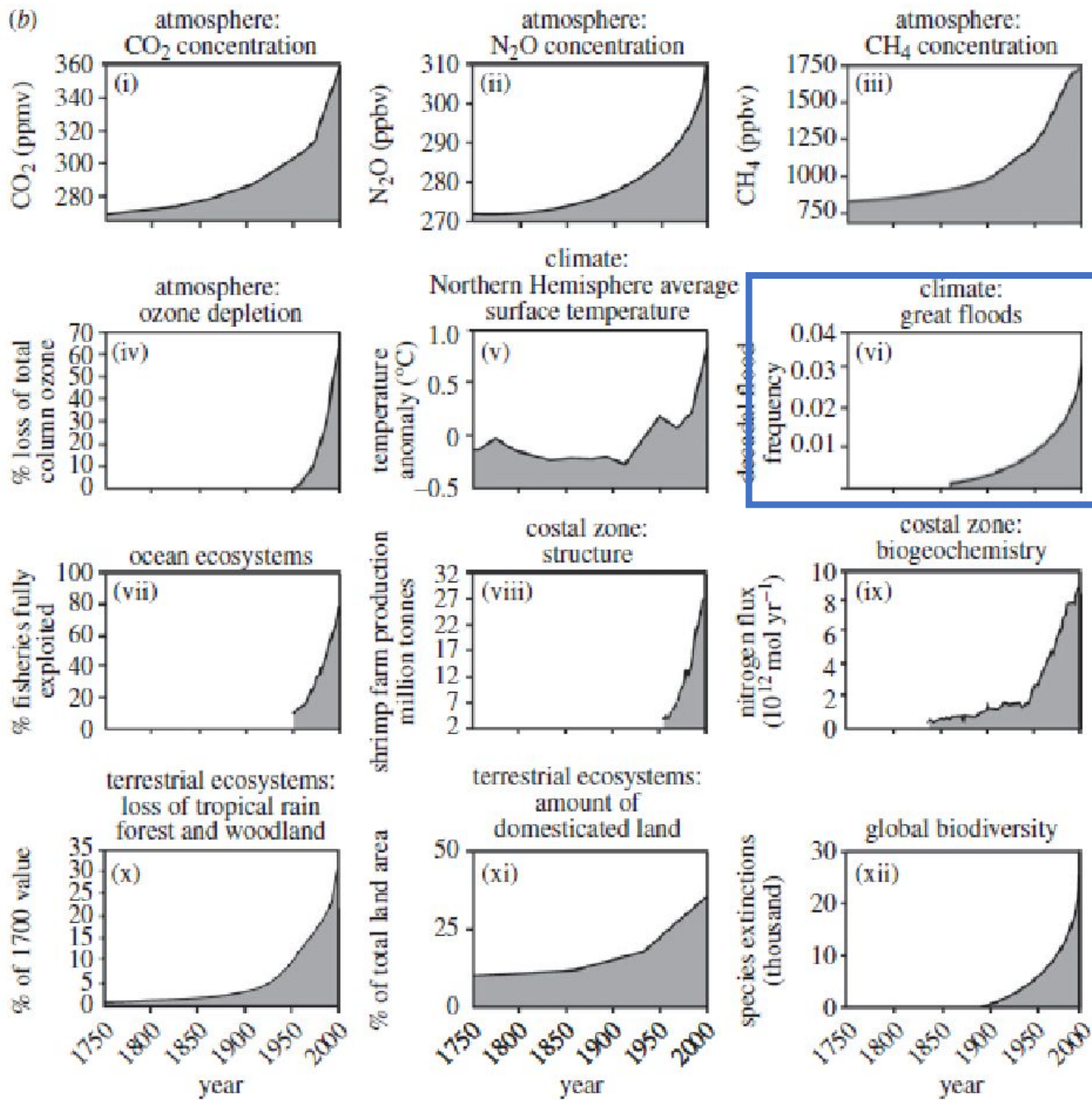
Nine biophysical "planetary boundaries" to keep Earth in a Holocene-like state

Biodiversity loss  
Climate change  
N & P cycling  
-----  
Freshwater use  
Land use change  
Ocean acidification  
Ozone depletion  
Atmos aerosols  
Chemical pollution





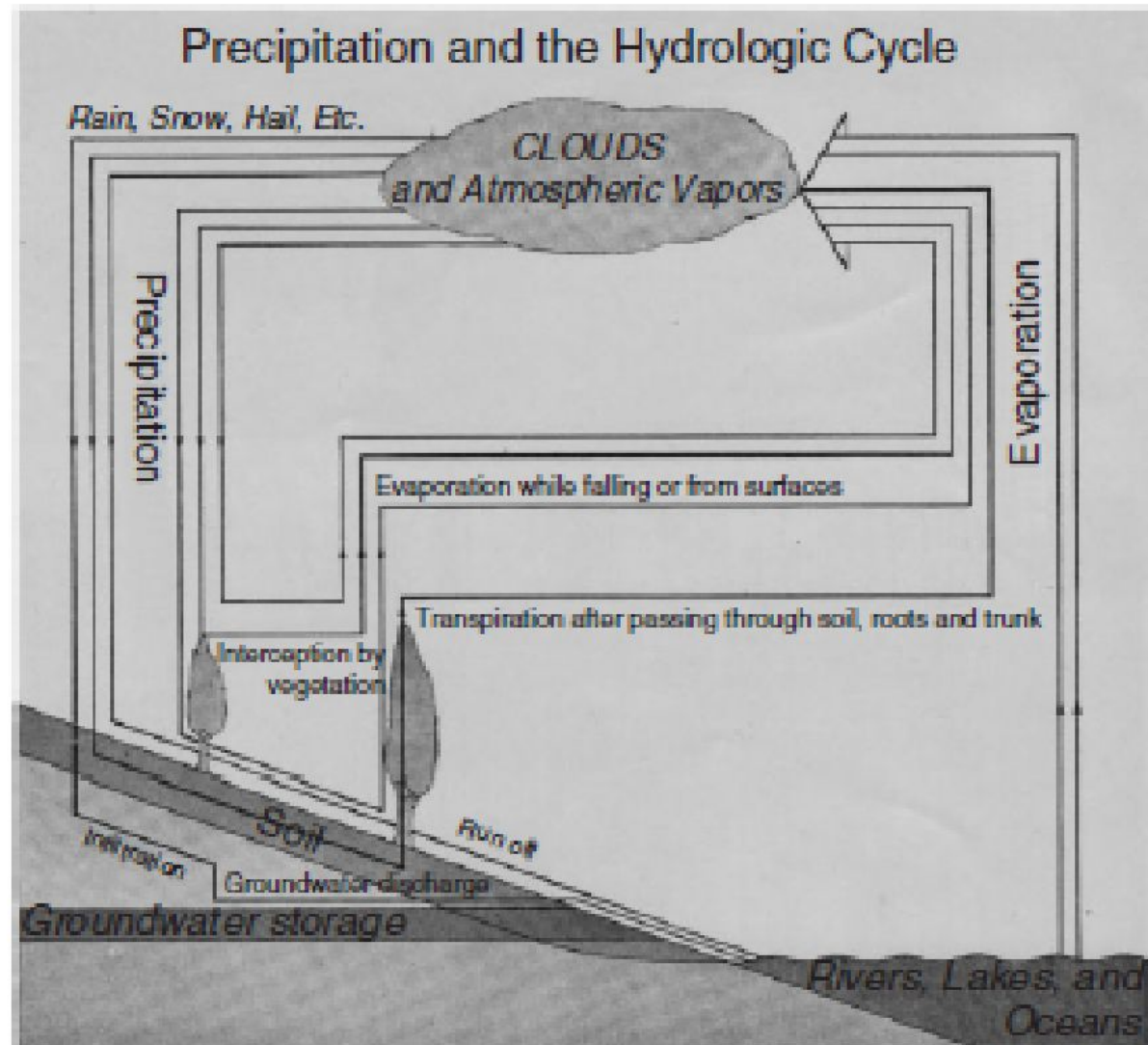




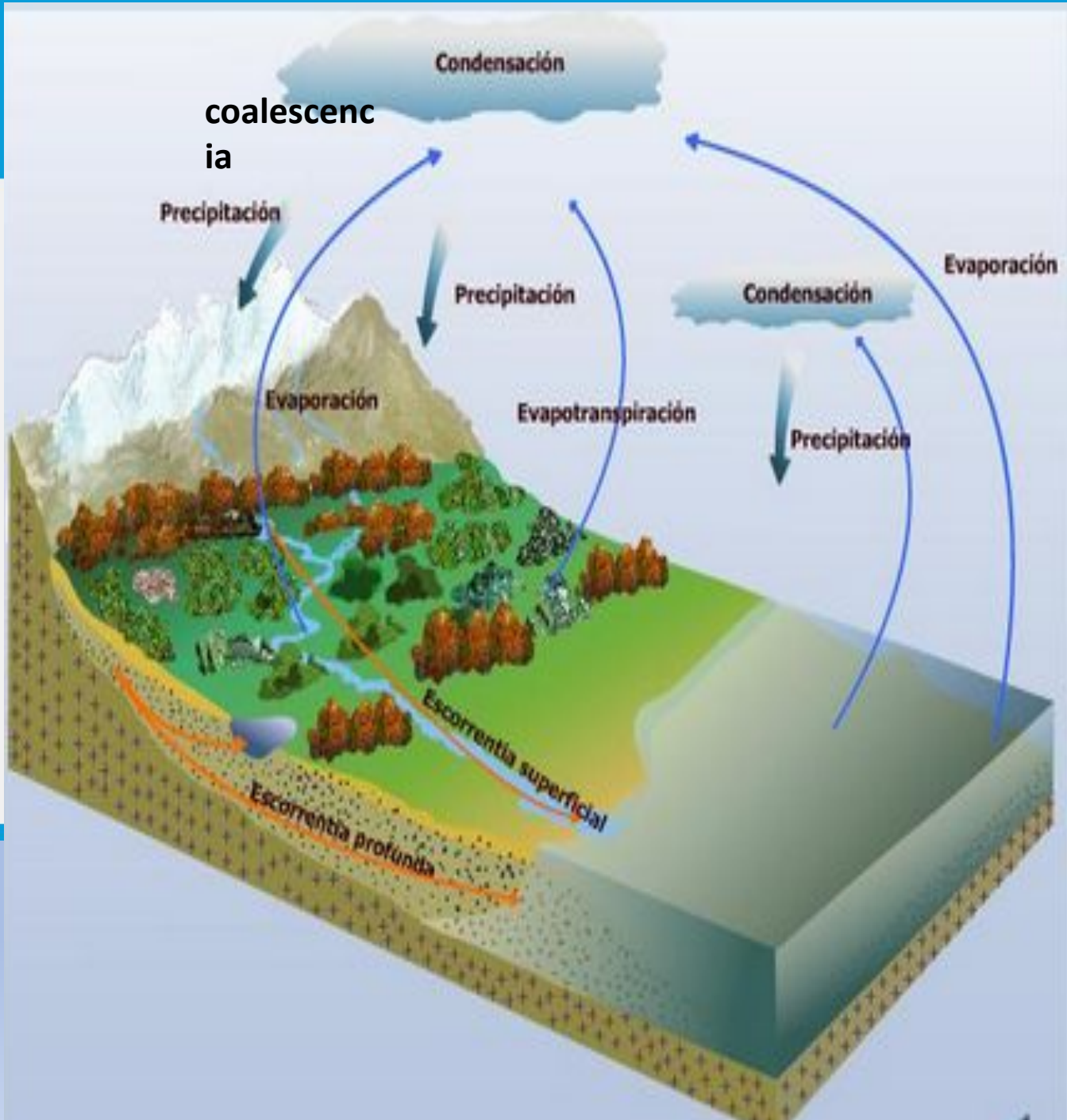
- Capitaloceno (¿mediados S XVIII – rev. Industrial?)  
Andreas Malm y James Moore
- Chthuluceno (mucho más de 200 años) y  
Plantacionceno (1492) Donna Haraway
- Era del Antropoceno = Edad del Capitalismo  
(Capitalinian 1950 - ) + Edad de lo Comunal o de los  
Comunes (Communian). J. Bellamy Foster
- Desarrolloceno (1950 - ) - M. D. de Figueiredo, F. F.  
S. Marquesan, J. M. Imas
- Antropo-ciego – Marisol de las Cadenas (conflicto  
con ontologías indígenas)
- Antropo-scene - Sklair

# El ciclo hidrosocial del agua





**FIGURE 3 |** Precipitation and the hydrologic cycle. (Reprinted with permission from Ref 22. Copyright 1934 Natural Resources Board)



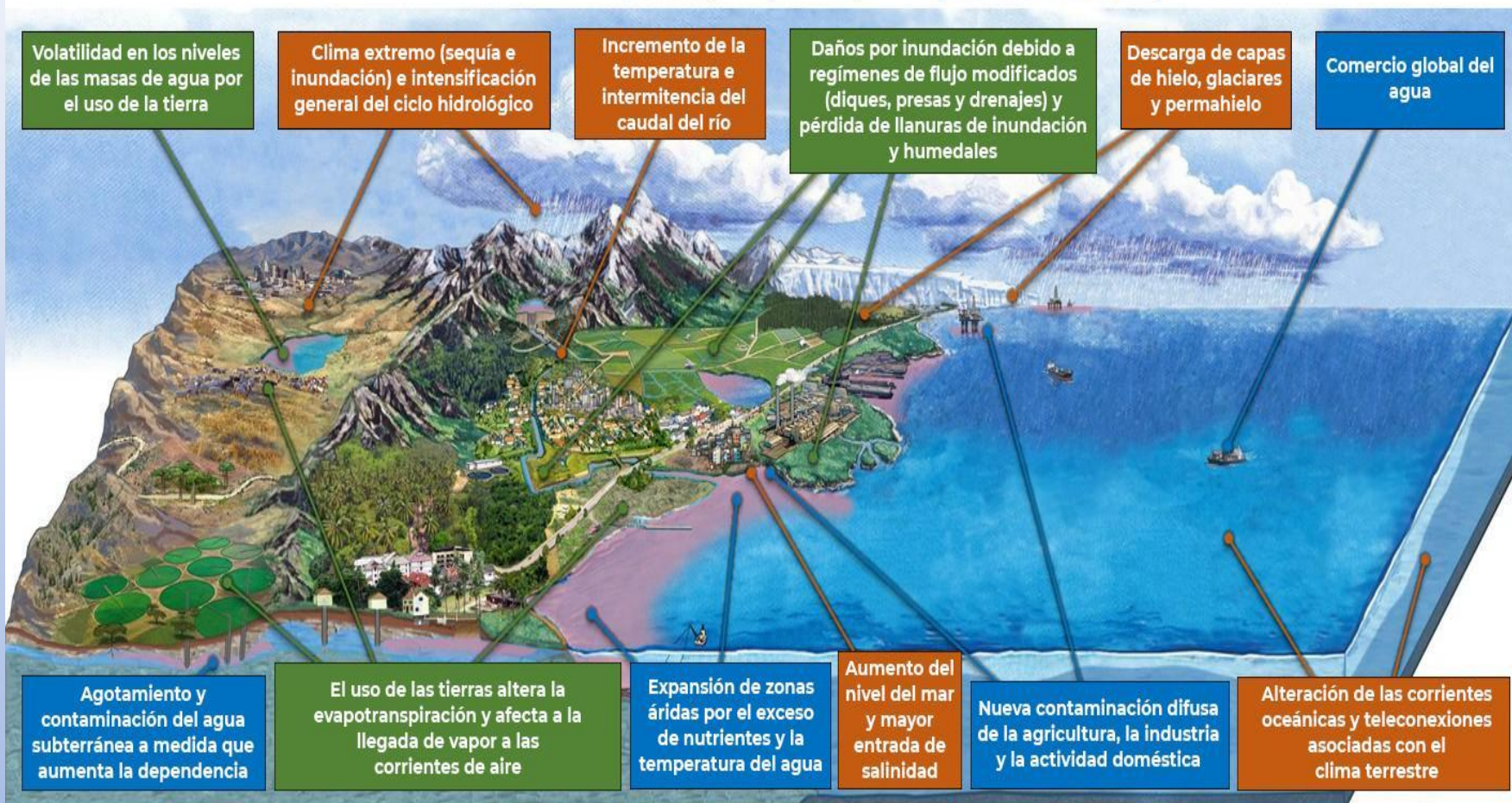
# Bienvenidos al Antropoceno: manifestaciones

**(i) alteración de varios ciclos biogeoquímicos fundamentales para la vida en la Tierra: carbón, nitrógeno, fósforo, sulfuros.**

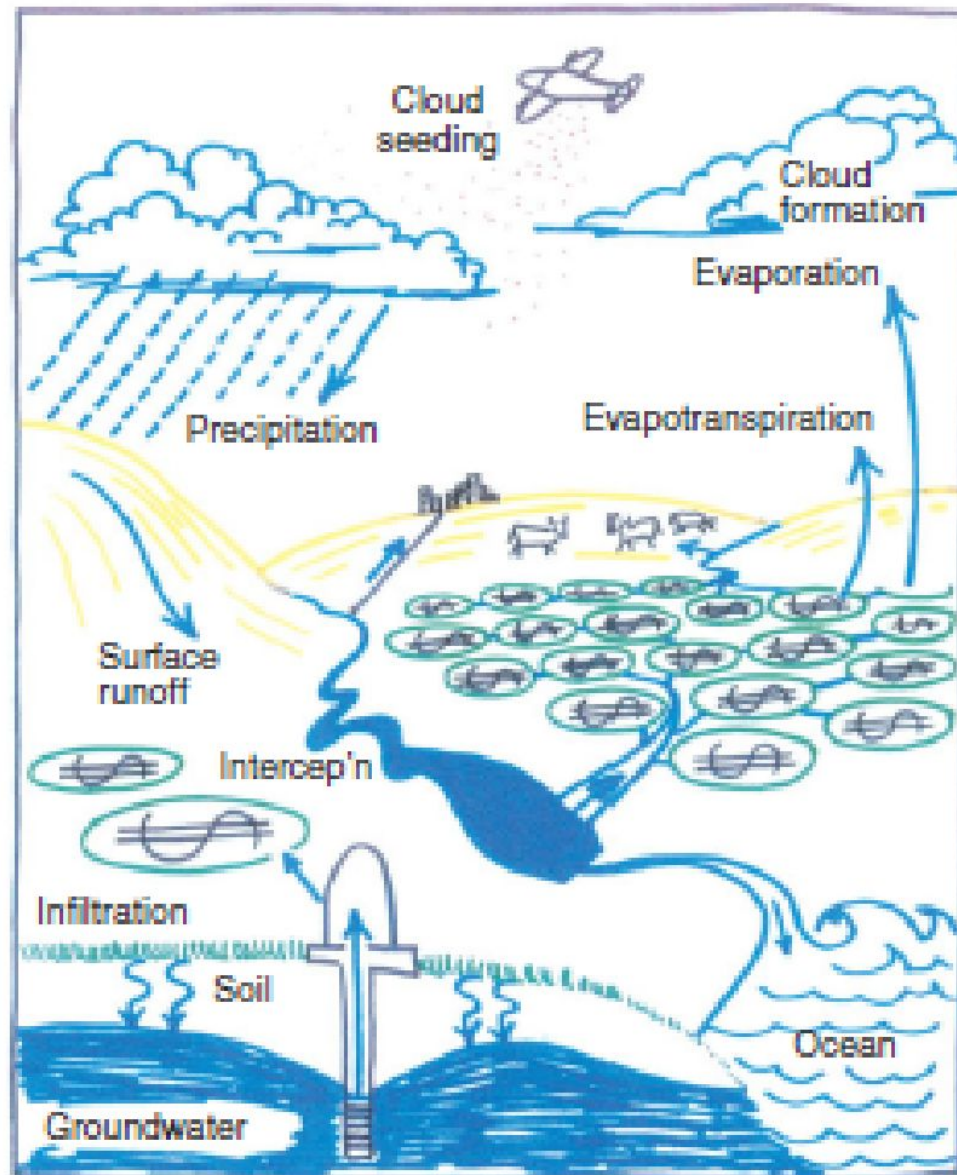
**(ii) fuerte modificación del ciclo del agua terrestre, por intercepción de los ríos hacia los mares, cambio en cobertura del suelo, alterando el flujo del vapor de agua de la tierra a la atmósfera (**aceleración del ciclo del agua**)**

**(iii) probablemente, la sexta mayor extinción de la vida (biodiversidad) en la historia de la Tierra.**

## Consecuencias de la actividad humana en el clima, el suelo y los usos del agua



Crédito: University of Birmingham  
Fuente: Eukalert 10.6.19

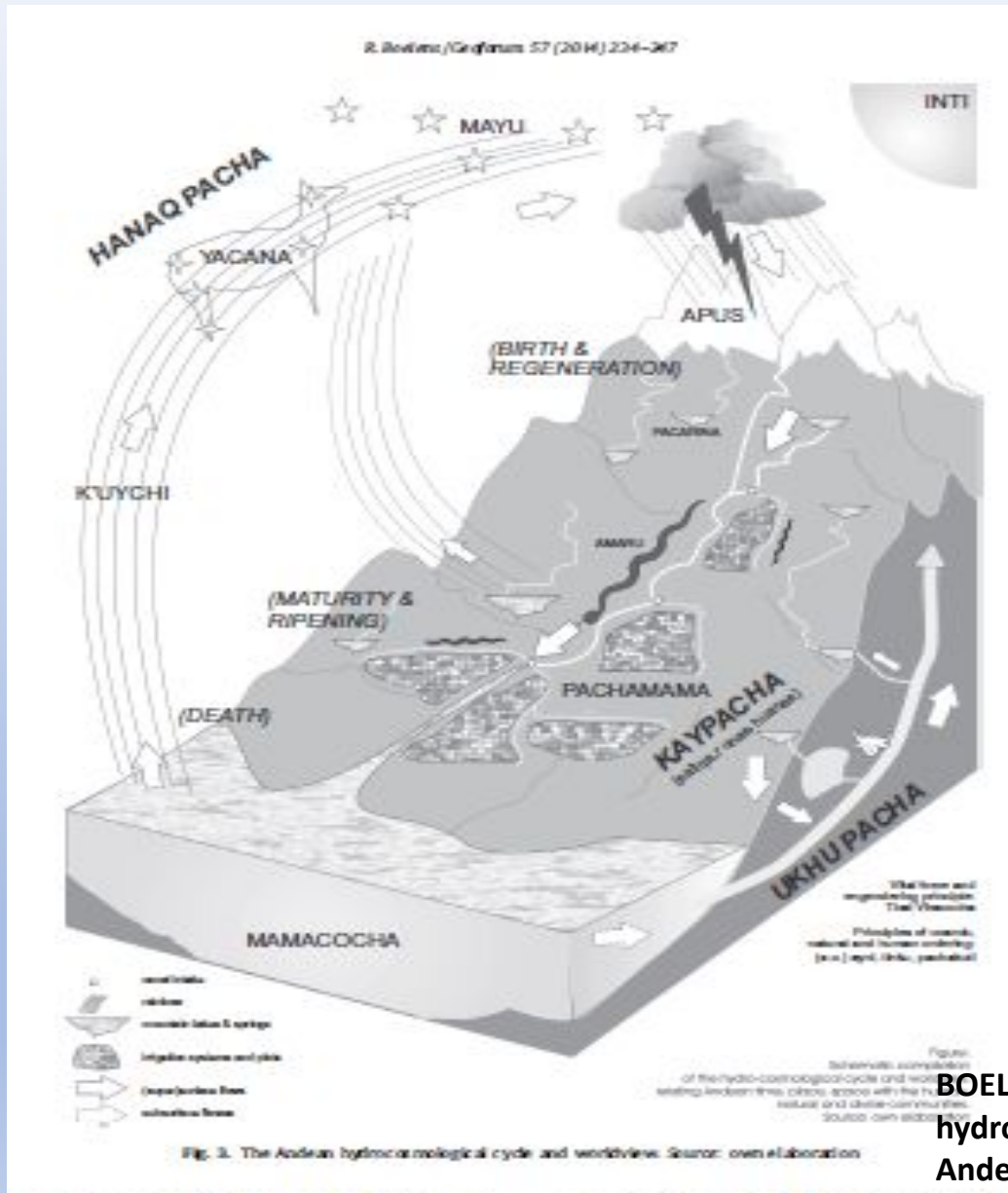


The hydrologic cycle as it occurs today.  
Water flows the money!

Kate Ely

# Ciclo Hidro-Cosmológico

Espíritus de las montañas en Perú (APU), que regulan el ciclo hidrológico y explican la falta o abundancia de agua de acuerdo a la acción humana y transhumana (reciprocidad).



**BOELENS, Rutgers (2014) Cultural politics and the hydrosocial cycle: Water, power and identity in the Andean highlands. *Geoforum* 57: 234–247. (Matapata – Canal de Balcompata)**

# Ciclo hidro-cosmológico

- Distintas explicaciones para la construcción fallida de un canal para riego. (ingenieros, ONG, politólogos, comuneros o faeneros)
- Ciclo cosmológico. Origen en Mamacocha. Las tres partes del cosmos: Kay Pacha (this world), Hanaq Pacha (the world-above) and Ukhu Pacha (the world-below).
- Reciprocidad y relación naturaleza-humanos-entidades supranturales/humanas.
- Cosmología dominante, usada por Incas (Viracocha, Lago Titicaca, el origen de todo); usada por los proyectos modernos (servicios ecosistémicos)

# Ciclo hidrosocial

- Los flujos de agua, de capital y de poder están **materialmente unidos** en ciclos hidrosociales (Swyngedouw 2009; Octavianti y Charles 2019). **MATERIA Y AGENCIA (EL AGUA PROVOCA UN ORDEN SOCIAL)**
- proceso por el cual los flujos de agua **reflejan los asuntos humanos** y los **asuntos humanos son avivados** por las aguas (Linton, 2010: 68). **DIÁLECTICA SOCIONATURAL**
- no sólo cómo el agua fluye dentro del ambiente físico sino también cómo es manipulada, utilizada, concentrada y distribuida por los agentes sociales involucrados; cómo se articulan **las luchas por el acceso, control y los mecanismos de exclusión** (Larsimont 2018; Whiteford et al. 2016) **CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES**