

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B - 2019

- **Unidad** 04
- **Clase** U04 C03
- **Fecha** 06 Jun 2019
- **Cont** Cambio climático
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <http://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



Contenidos: Termodinámica, alias F3B

Unidad 1

El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma

Unidad 3

Segundo Principio

Nada es gratis

Unidad 4

Aplicaciones

Es lo que hay



Bloque 2 - Unidad 4: Aplicaciones

Del de 23/May al 21/Jun (8 encuentros)

- Transferencia de calor: radiación, conducción y convección. Ley de Newton. Conductores y aislantes del calor. Ley de Fourier. Aplicaciones hogareñas. Termodinámica de la vida. Energía y humanidad. Calentamiento global.

Un novelón en tres actos

- **Introducción**
 - “Nosotros y el Universo”
- **Nudo**
 - “Nuestra avidez por el consumo de energía”
- **Desenlace**
 - “Nuestro impacto cotidiano”



En el momento preciso y en el lugar indicado

A wide-angle photograph of a mountainous landscape during sunset. The sky is filled with warm orange and yellow hues. In the foreground, there's a field of green grass dotted with small purple and red flowers. A winding river or path cuts through the valley between the mountains. The mountains themselves are covered in dense forests of green trees, with some patches of snow or ice visible on their peaks. The overall atmosphere is serene and natural.

Biósfera

Con una avidez infinita de energía

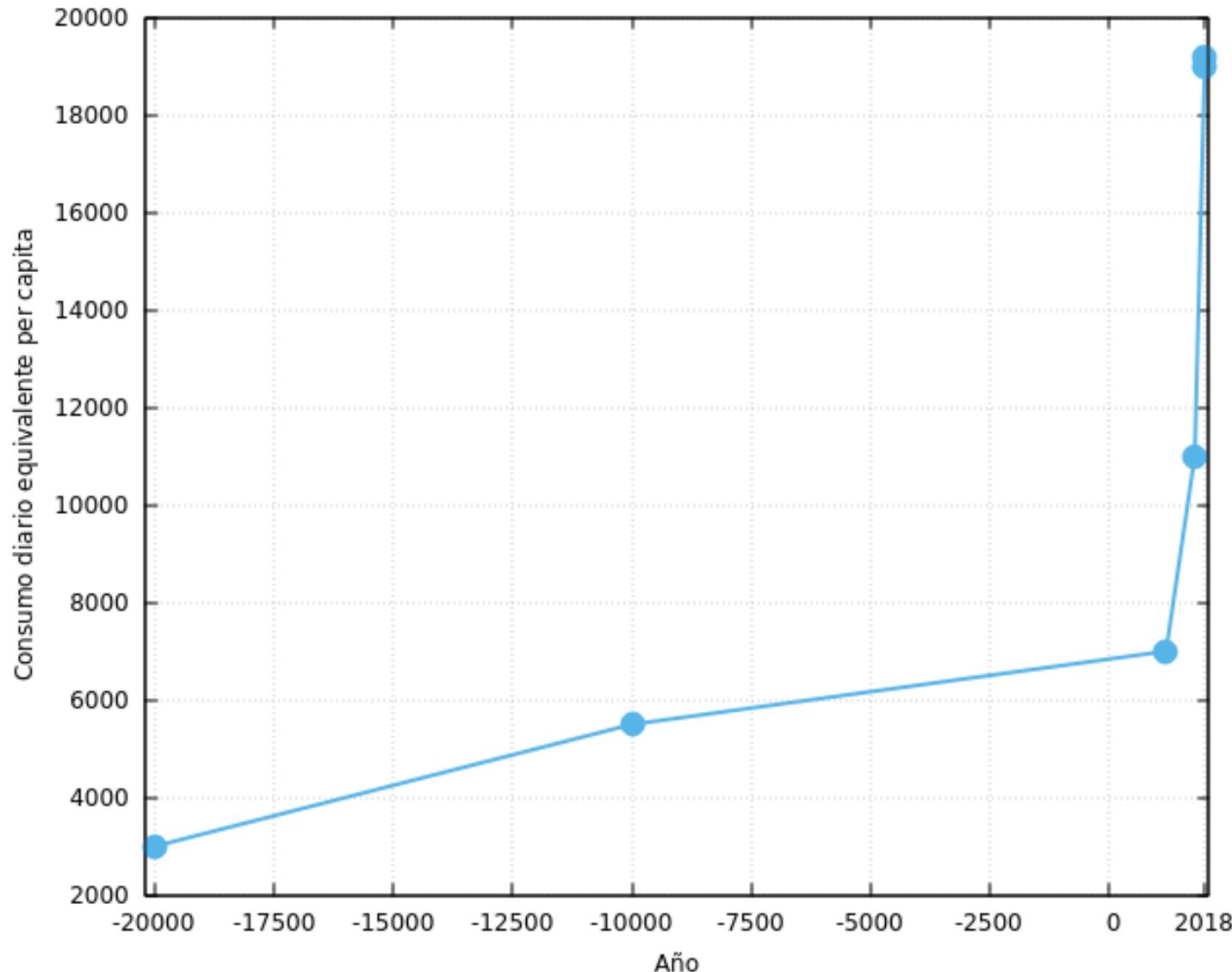
¡¡ENERGÍA INFINITA!!



Lamentablemente,
esto no funciona

Maldita Termodinámica, siempre arruinando todo...

Los datos valen más que mil palabras



6×10^{16} kcal

(60.000.000.000.000.000 kcal)

(Año 2017, +1.9% respecto a 2016)

Se podría mantener a 45.000 millones de personas con esta energía

Fuente: Indicadores sobre Desarrollo Humano, ONU

Hay $\sim 10^{17}$ granos de arena en las playas

Hay $\sim 10^{17}$ m³ de agua en el Pacífico

Consumo de energía y desarrollo

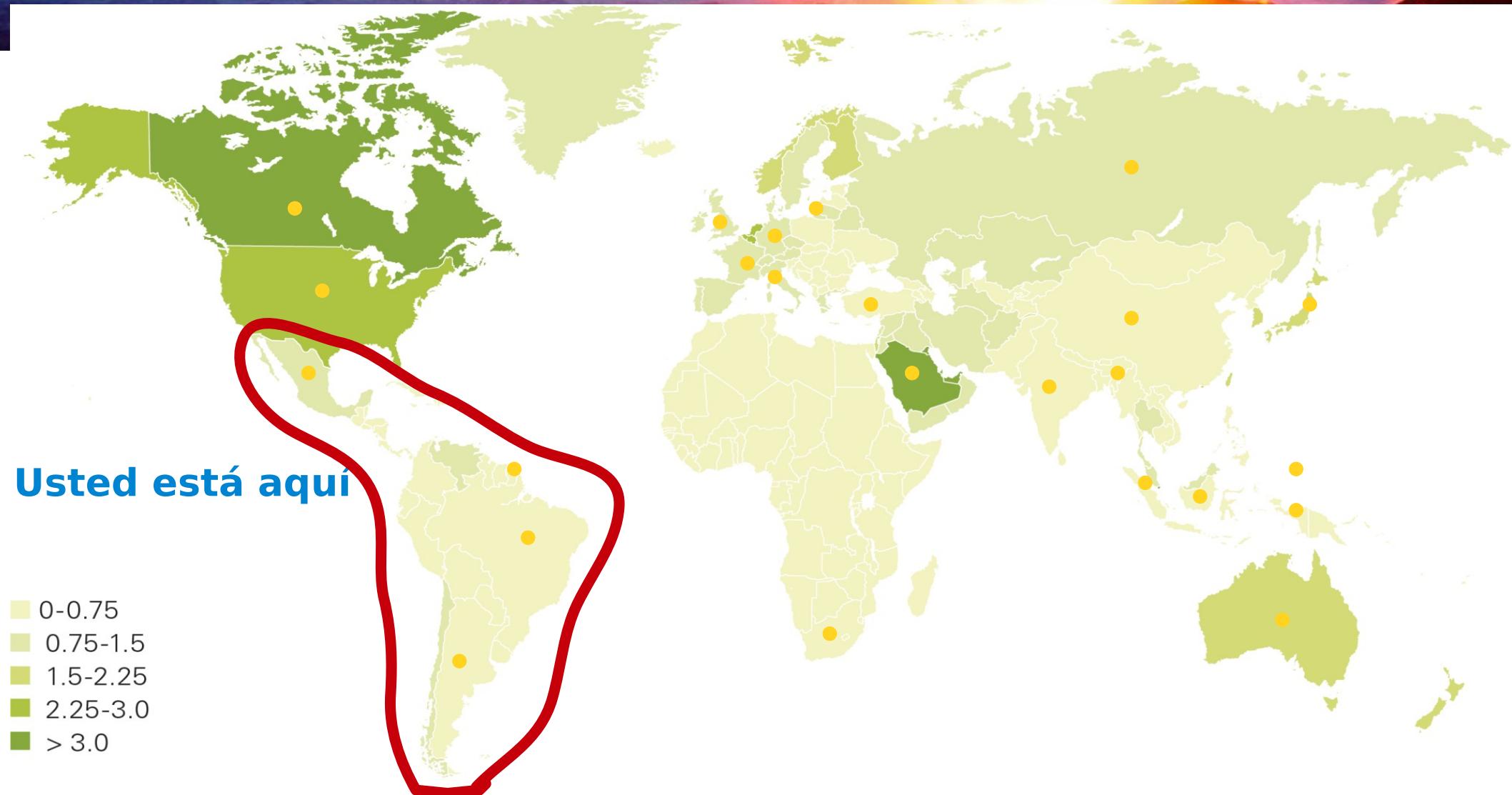
A satellite map of East Asia at night, showing the distribution of city lights. The map includes the Korean Peninsula and the Japanese archipelago. The lights are concentrated along coastlines and major river systems, with a higher density in South Korea and Japan compared to North Korea.

Corea
del Norte

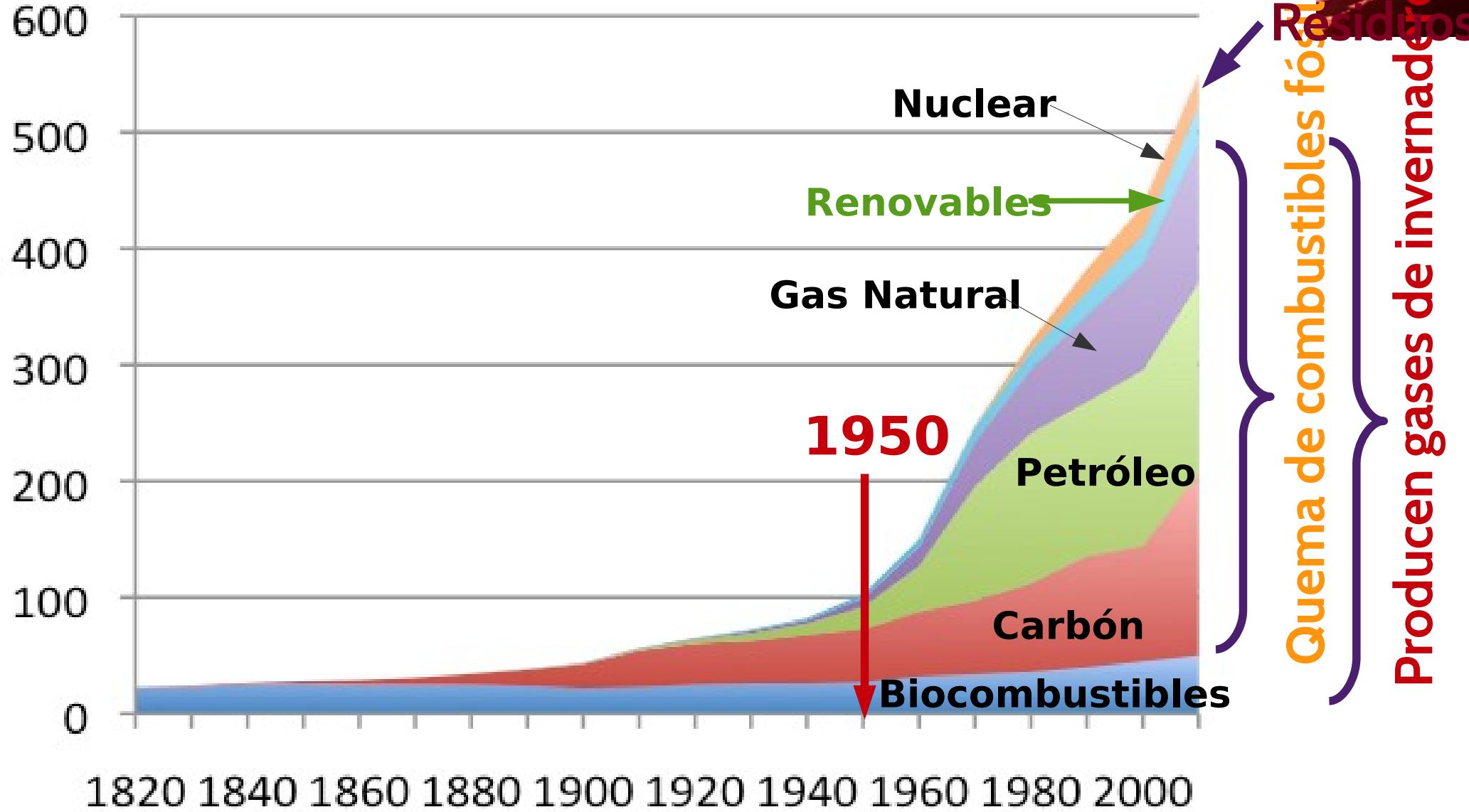
Corea
del Sur

Japón

Consumo de Petróleo per capita (ton)

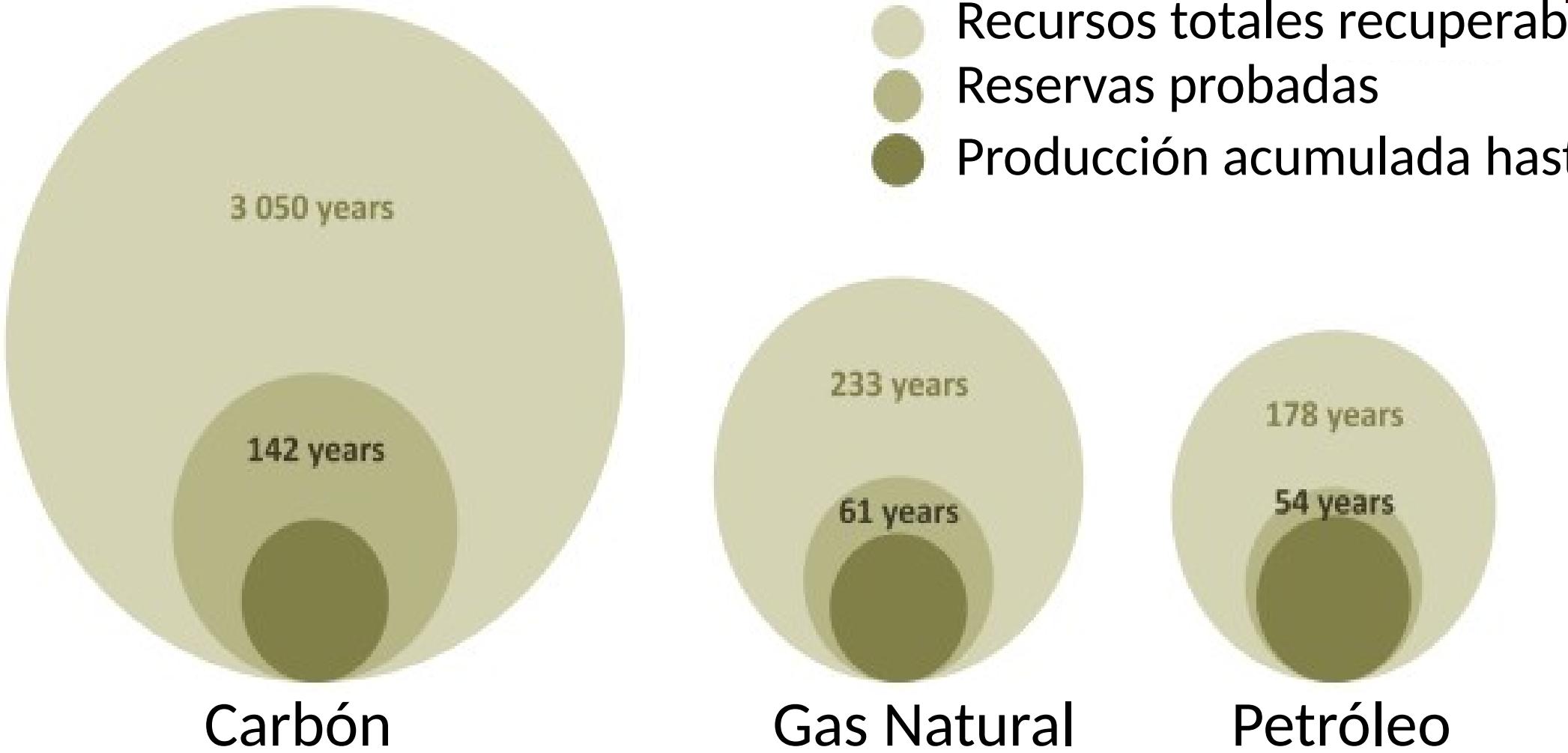


Demanda anual de energía ($\times 10^{18}$ J)



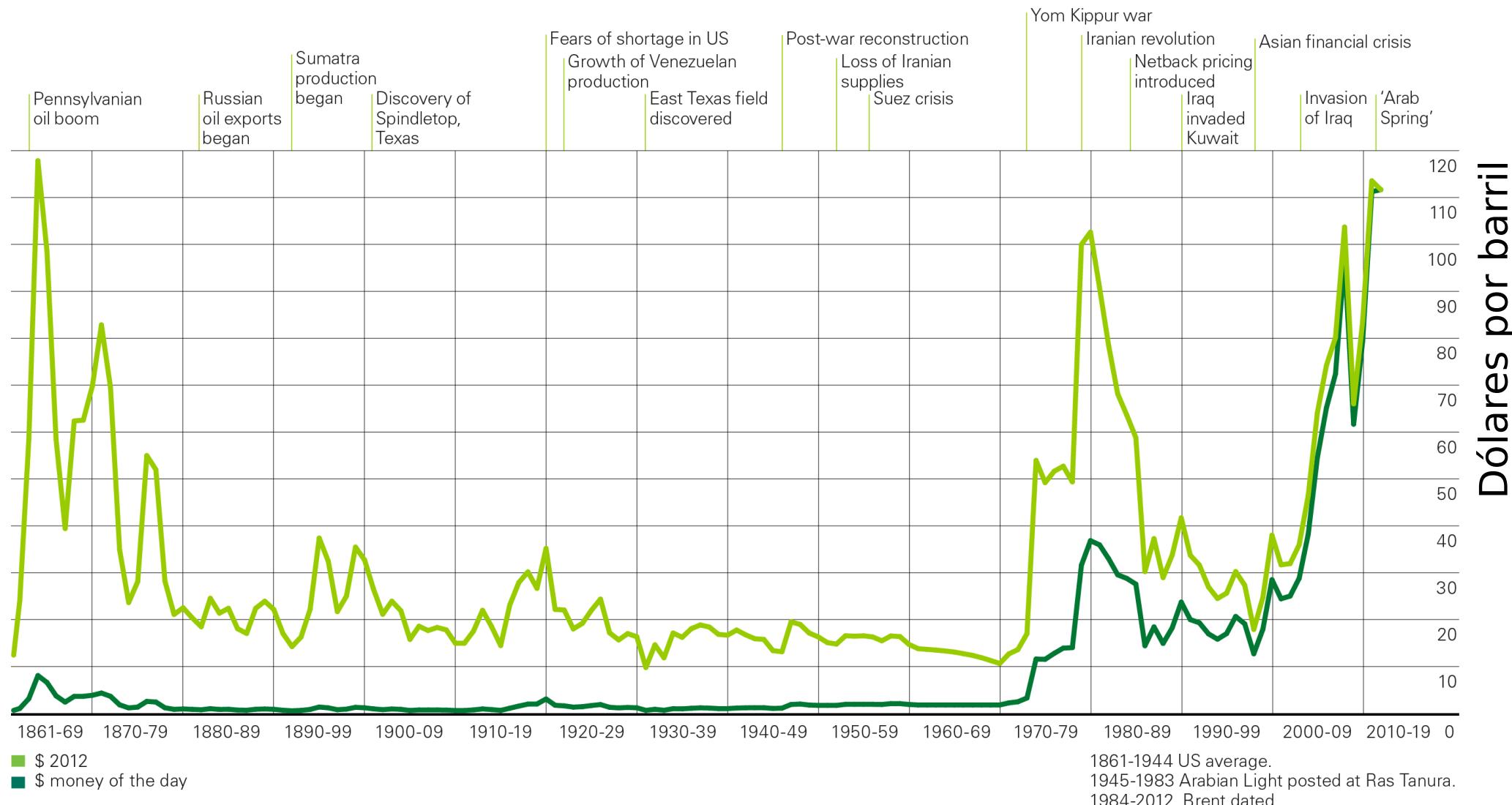
Fuente: BP Statistical Data

Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo



Fuente: OPEC, vía <http://goo.gl/q3Oz3Y>

Según pasan los años...



Un “pequeño detalle”

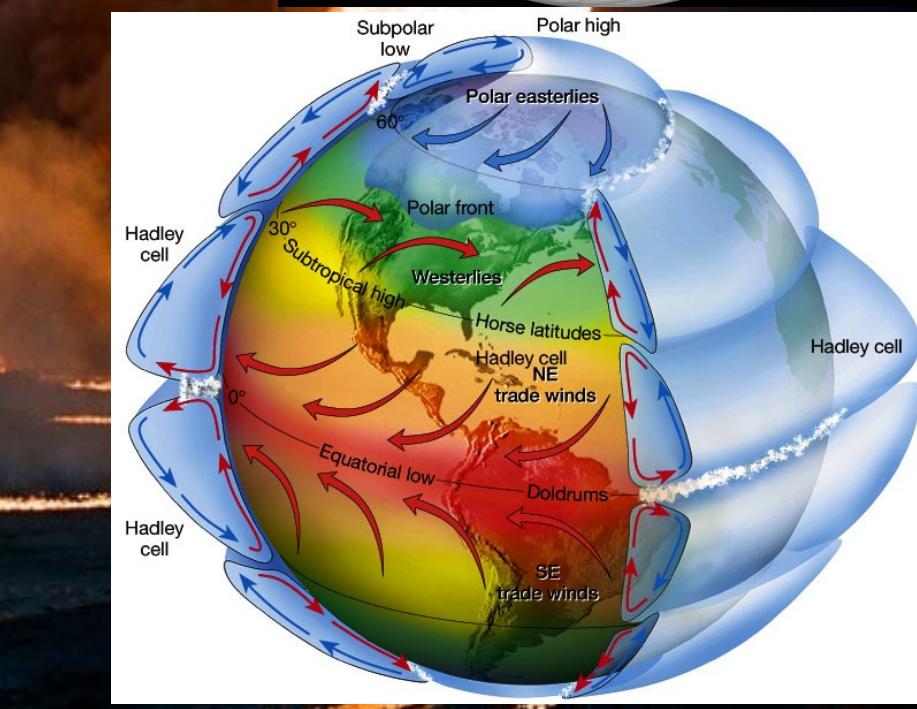
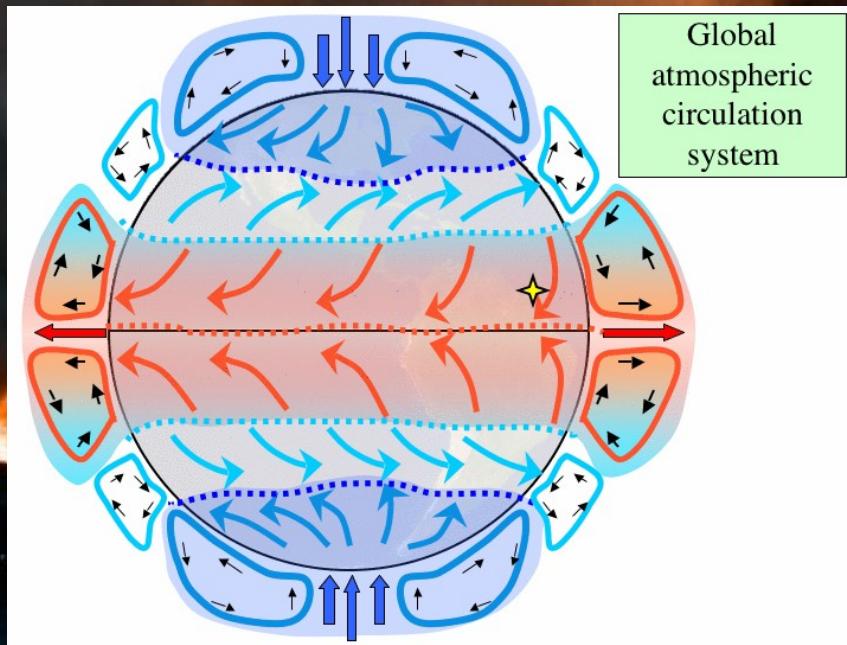
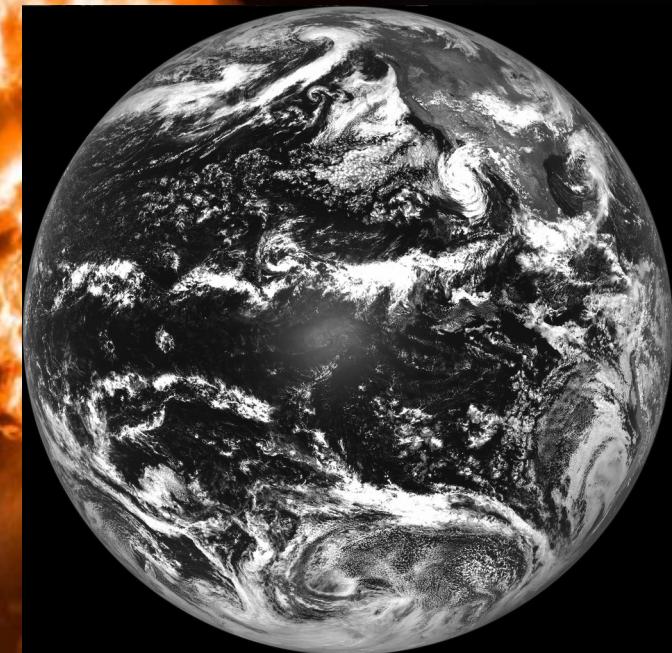


Un “pequeño detalle”

- Quemar un barril de petróleo libera ~300 kg de CO₂
- El año pasado quemamos ~70 mil millones de barriles
- y liberamos ~25 billones de kg de CO₂
- que terminaron en la atmósfera

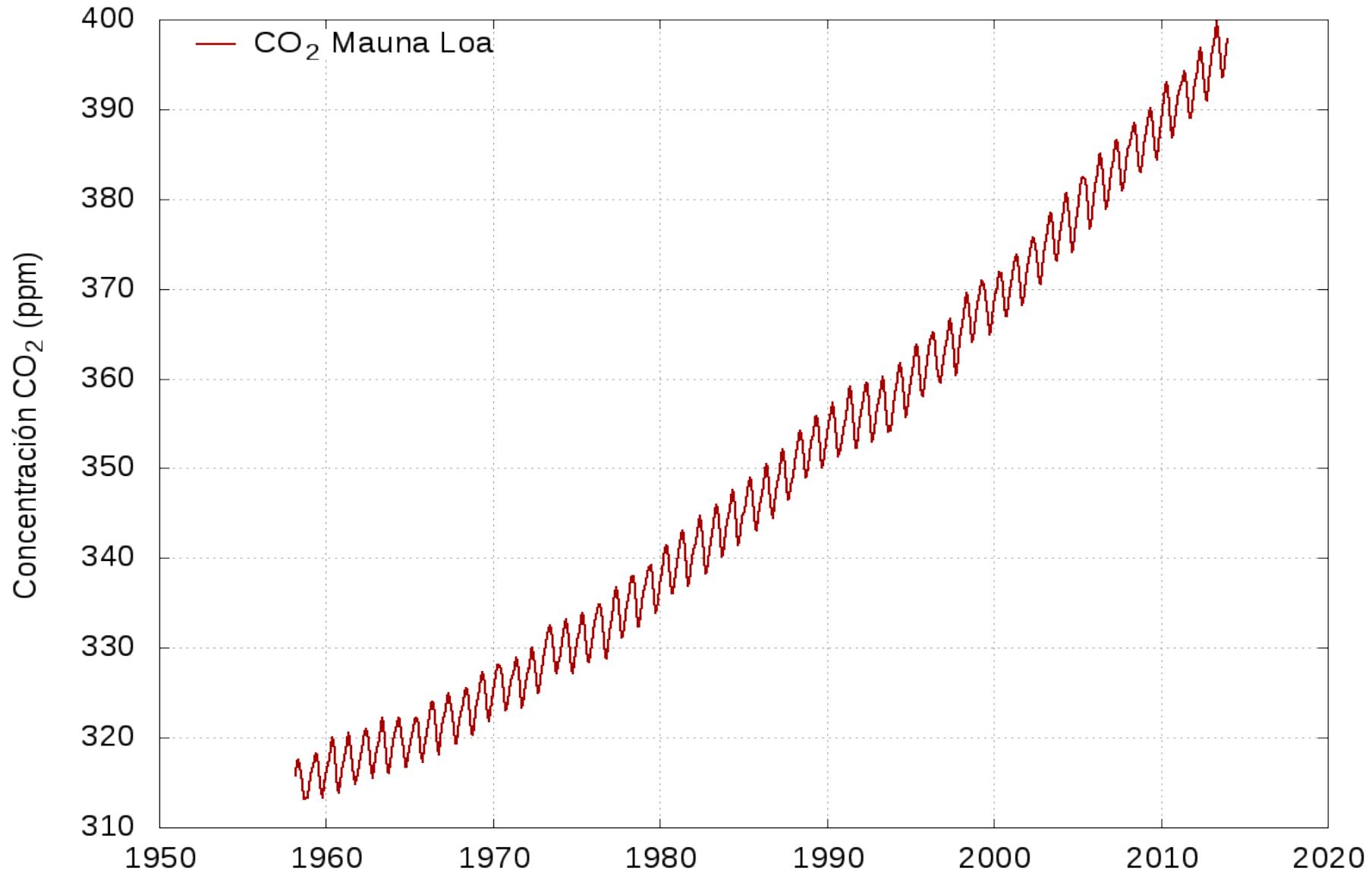
<http://numero57.net/2008/03/20/carbon-dioxide-emissions-per-barrel-of-crude/>

La atmósfera es como una “licuadora”



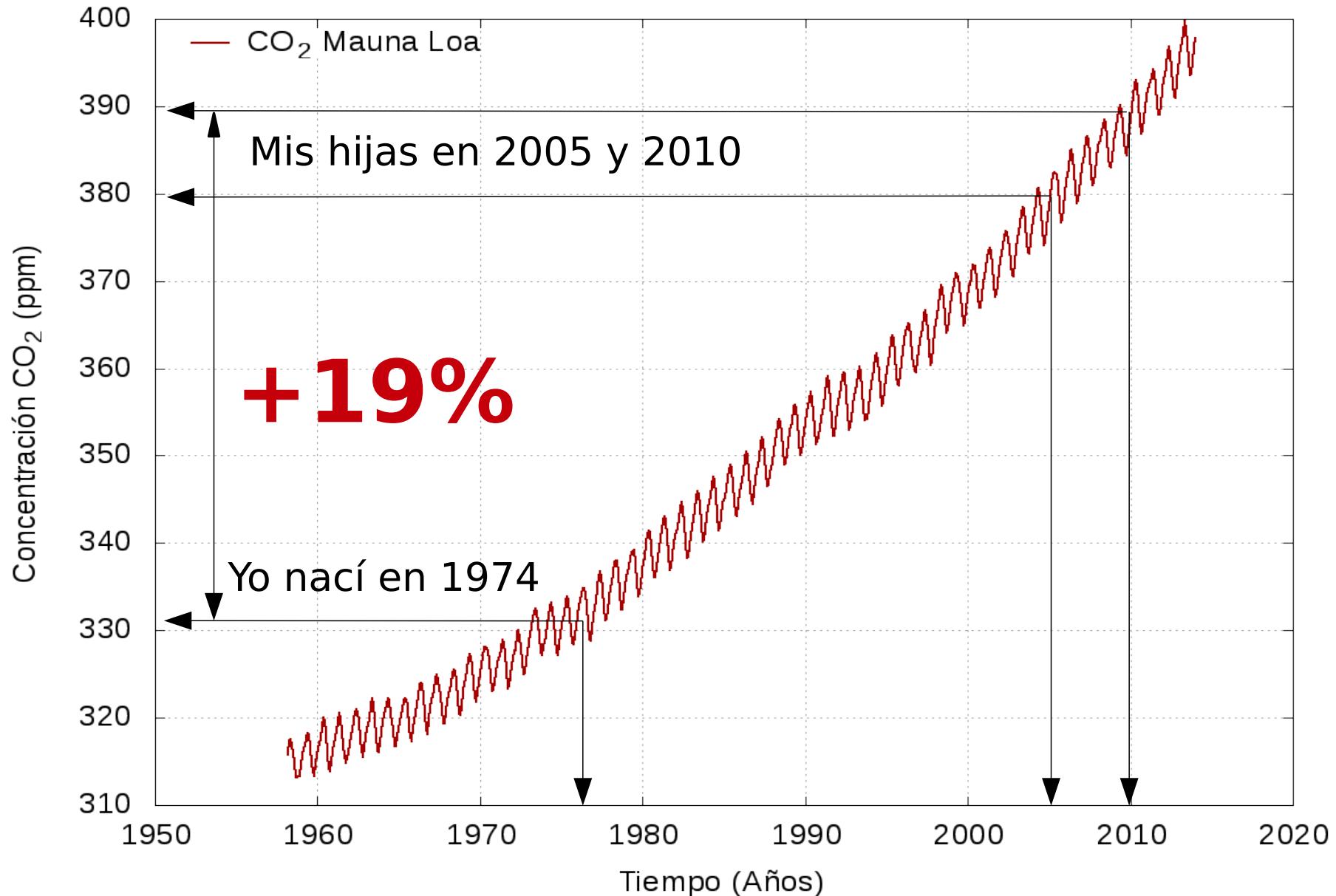
Todo se mezcla, y el CO₂ se acumula

Fuente: Observatorio Mauna Loa (vía Google) 1958-2014



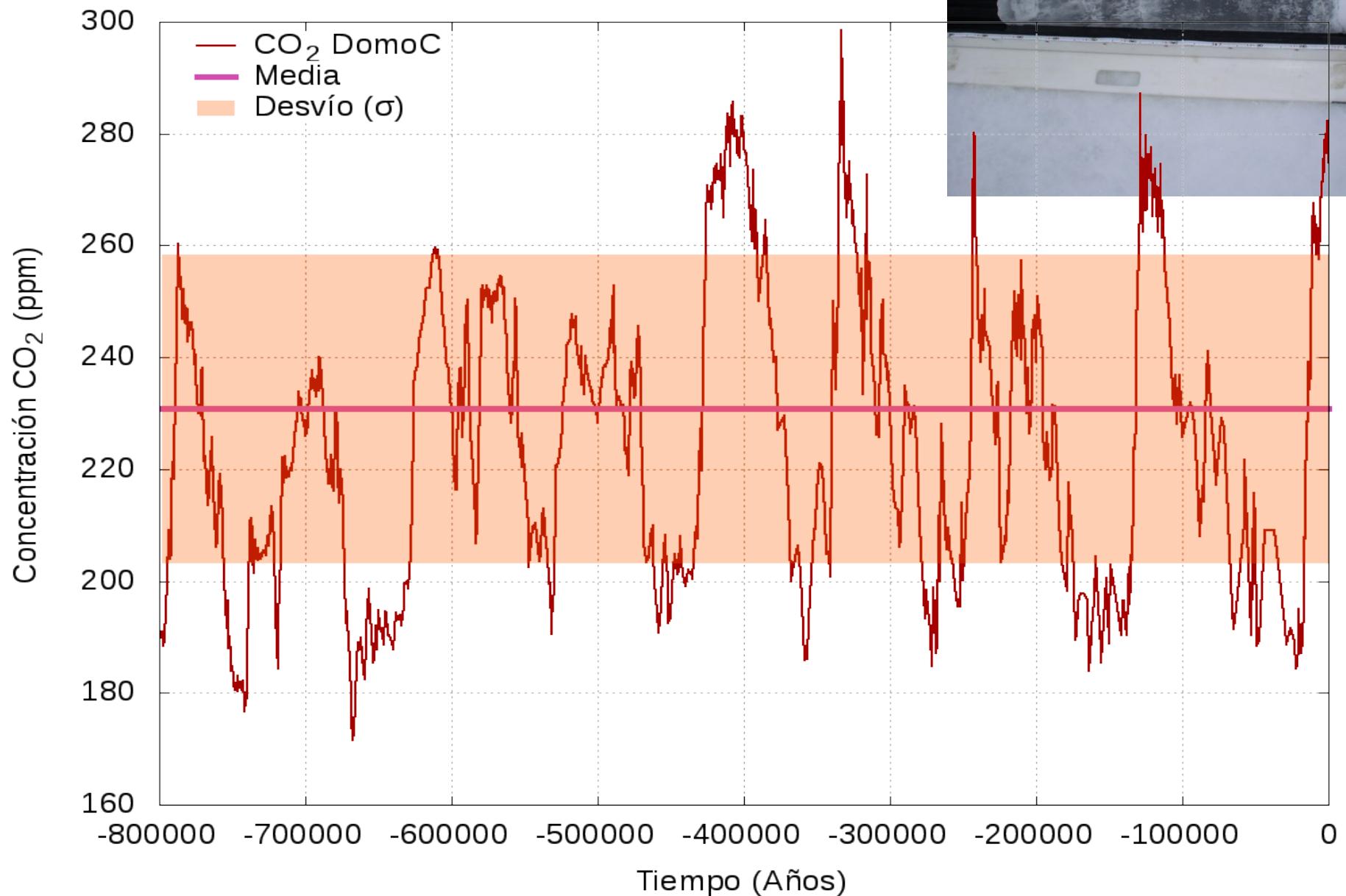
Todo se mezcla, y el CO₂ se acumula

Fuente: Observatorio Mauna Loa (vía Google) 1958-2014

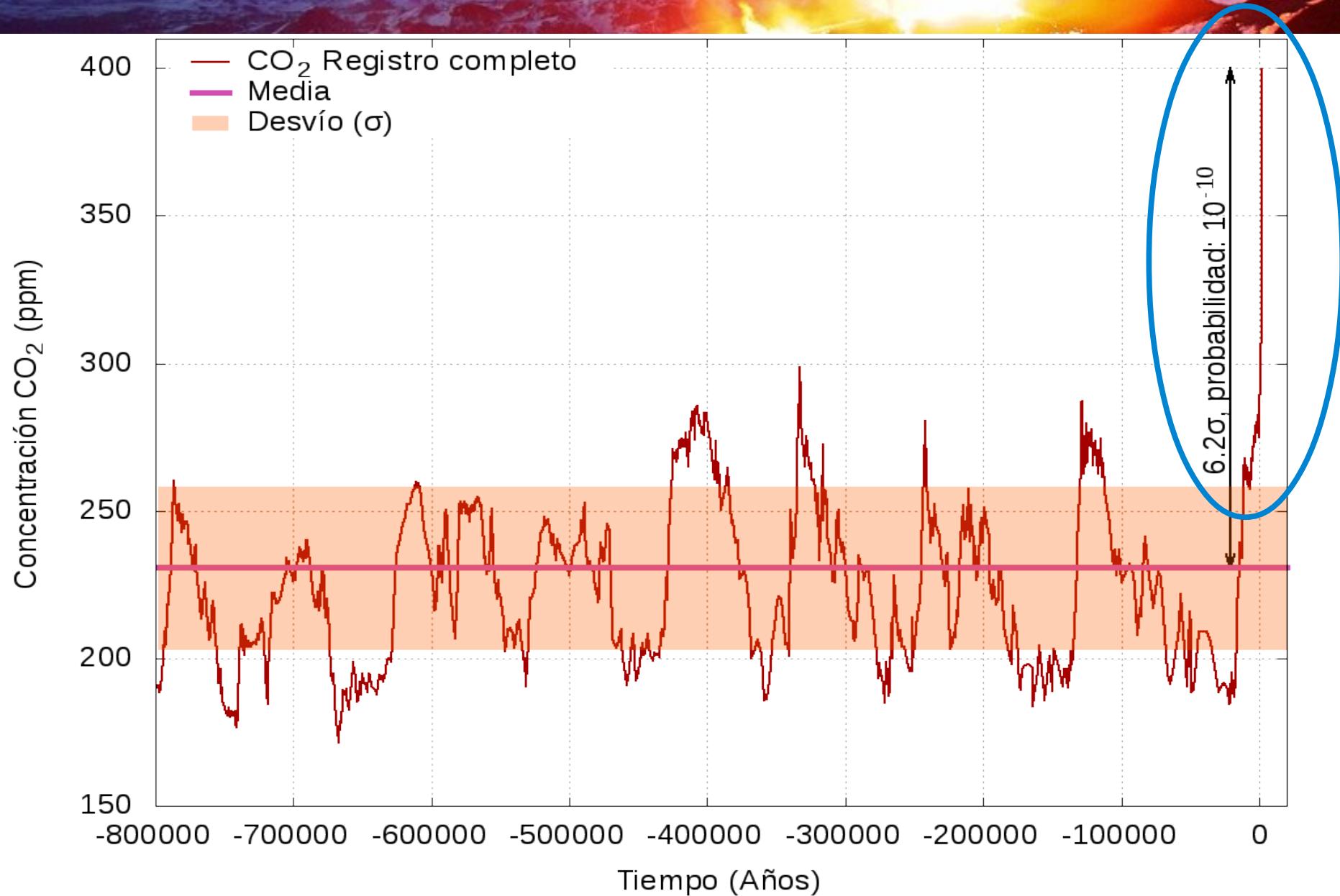


Los ciclos de la Naturaleza

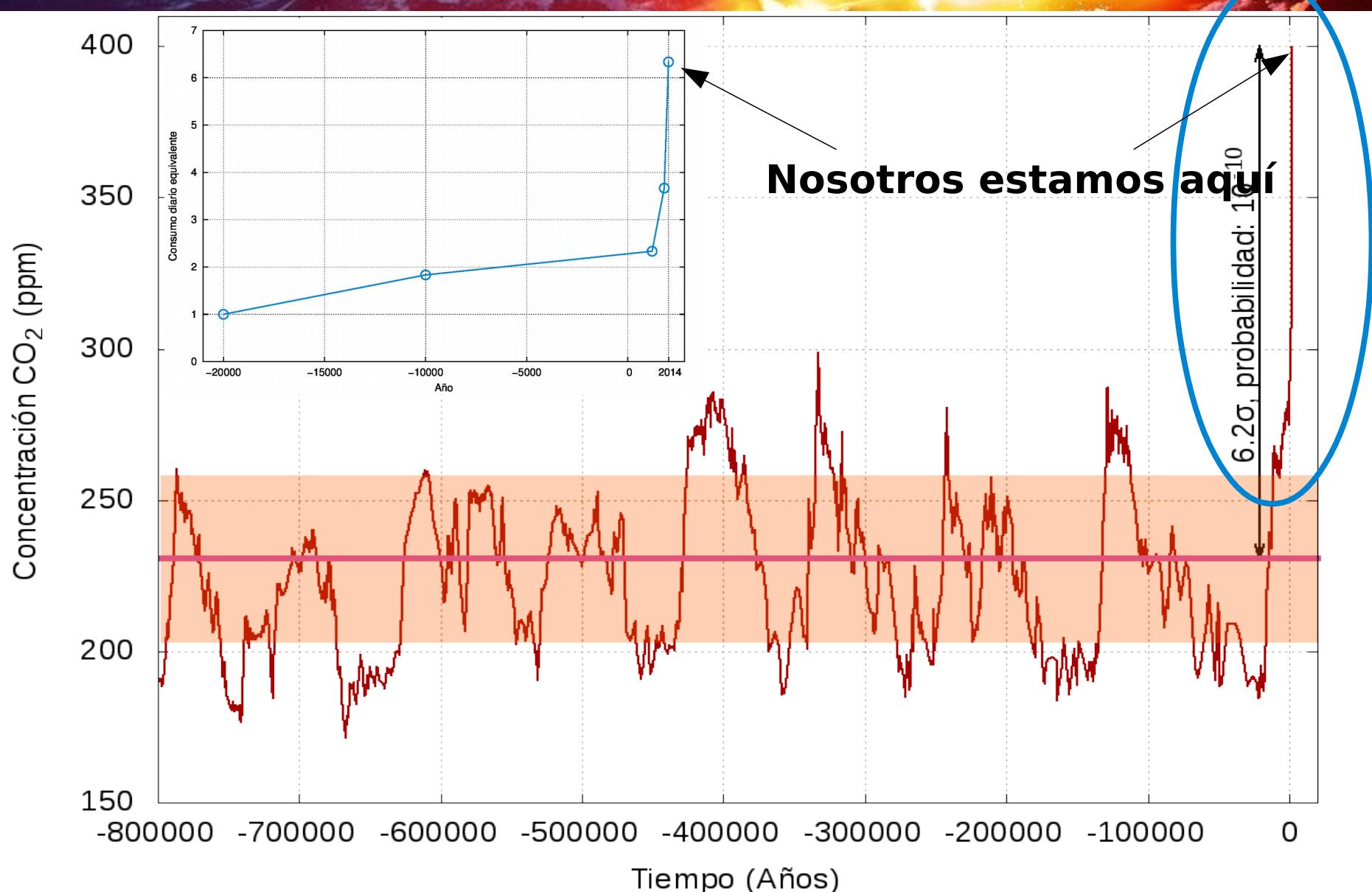
Fuente: Mediciones Testigos de Hielo Antártico - Dome C, 800000 AC al 134 AC (Vía Google)



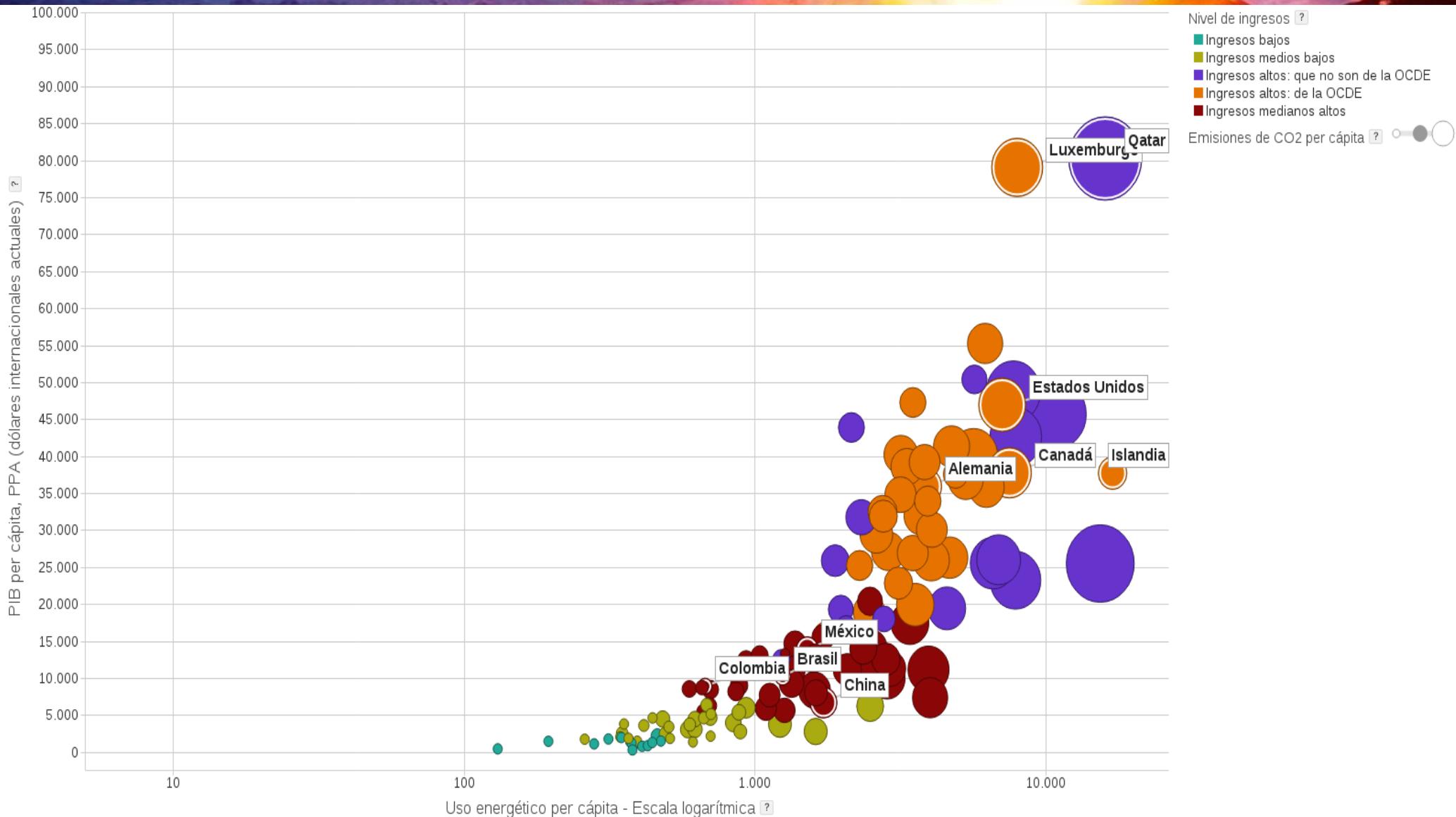
Todo junto... ¿yo no fui??



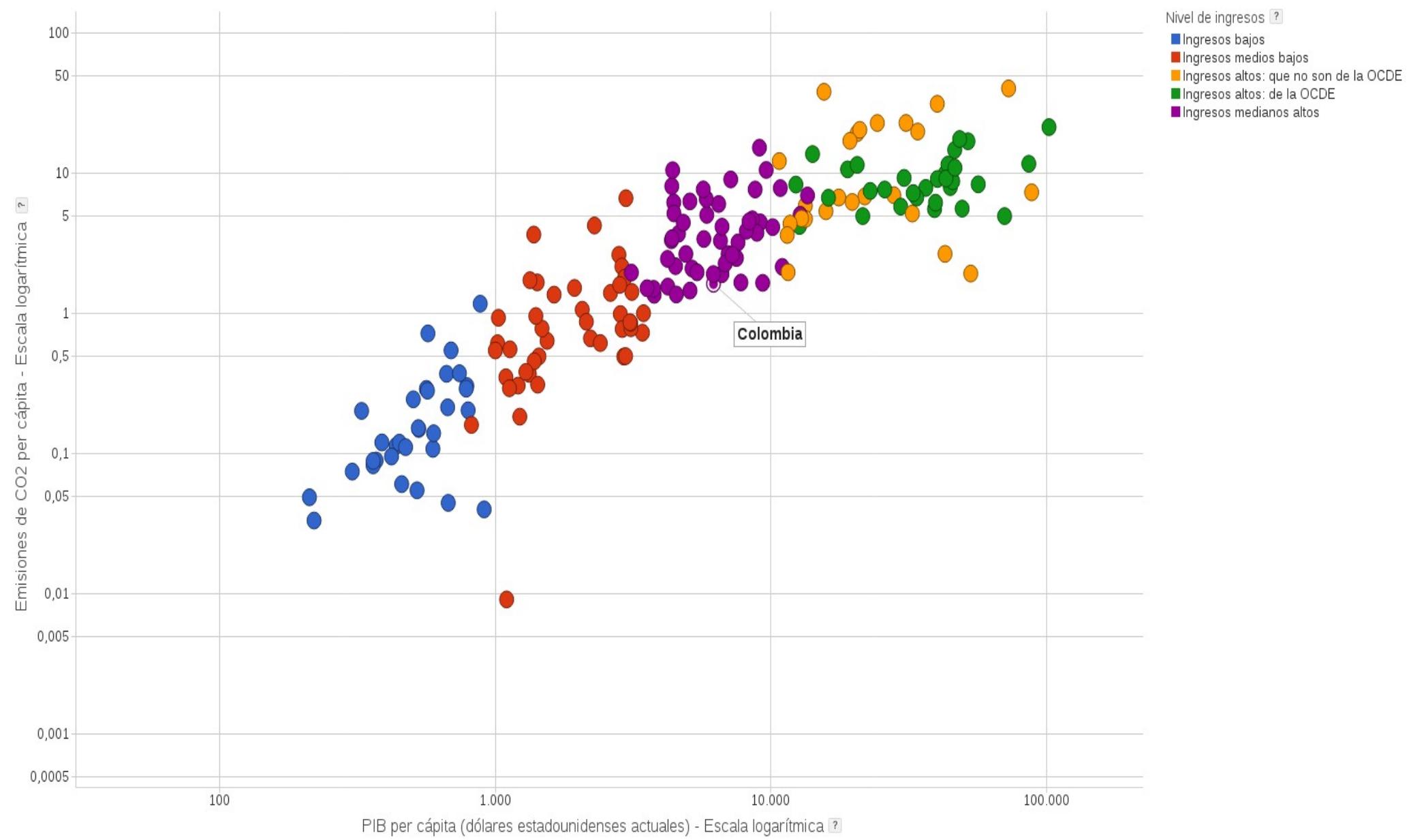
Todo junto... ¿¿yo no fui??



Energía vs PIB vs CO₂ (per capita)



Emisiones de CO2 vs PIB (per capita)

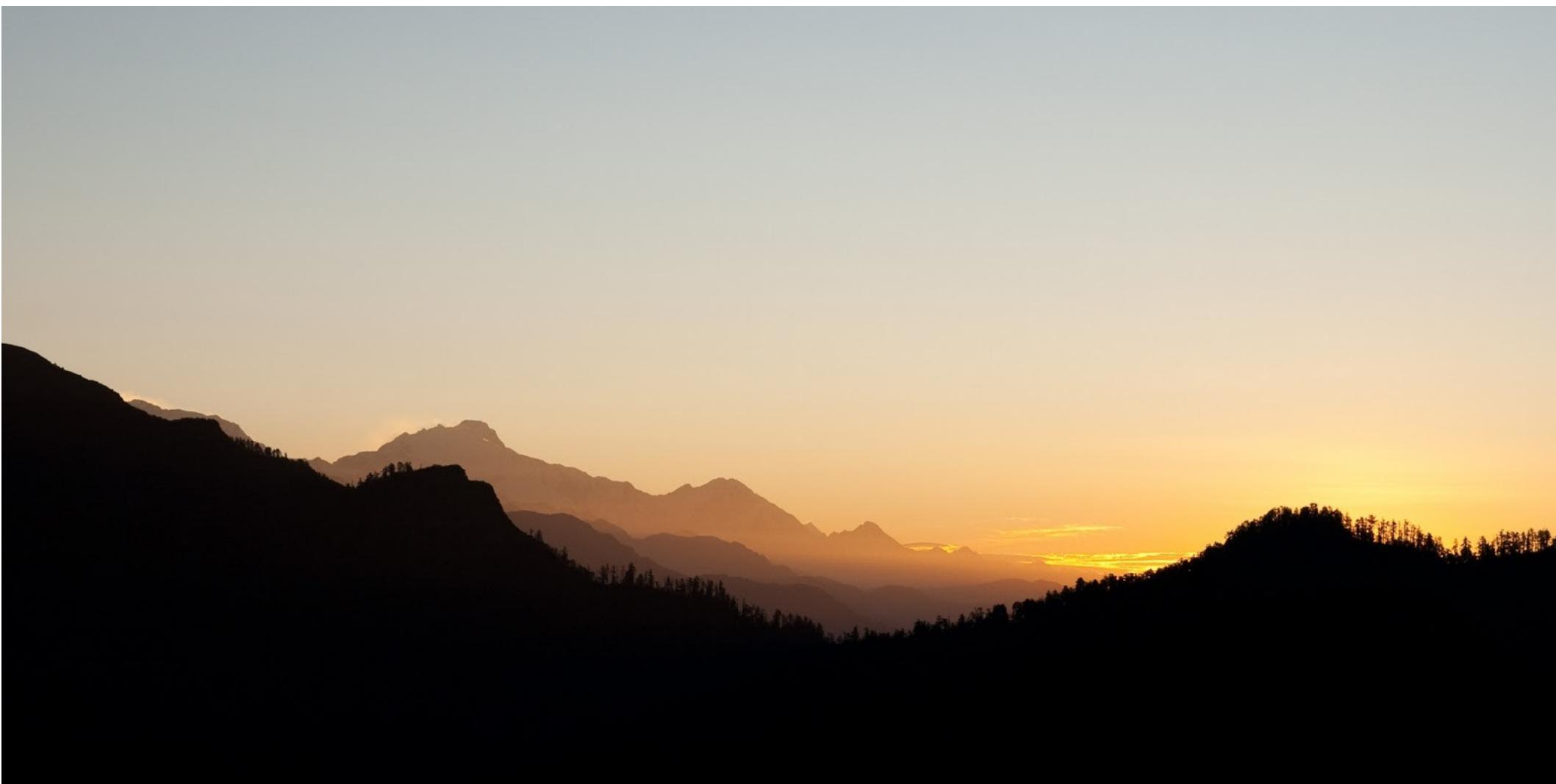


A photograph taken from an airplane window, looking out over a vast expanse of white, fluffy cumulus clouds against a clear blue sky. In the upper portion of the image, a large, dark, perfectly spherical object, resembling a planet or moon, hangs in the sky, casting a subtle shadow on the clouds below.

Aire



¿Se puede ver la atmósfera?



Composición del Aire

Gas	Volumen (%)
Nitrógeno (N_2)	78,084
Oxígeno (O_2)	20,946
Argón (Ar)	0,9340
Dióxido de carbono (CO_2)	0,035
Neón (Ne)	0,001818
Helio (He)	0,000524
Metano (CH_4)	0,000179
Kriptón (Kr)	0,000114
Hidrógeno (H_2)	0,000055
Óxido nitroso (N_2O)	0,00003
Monóxido de carbono (CO)	0,00001
Xenón (Xe)	0,000009
Ozono (O_3)	0 a 7×10^{-6}
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0,000002
Yodo (I_2)	0,000001

- + Vapor de agua!
- 1 a 4% a nivel del mar

Y la masa de la atmósfera → Estimación

- (Presión = Fuerza/Área, $[P]=Pa=1\text{ N m}^{-2}$)
- Presión atmosférica a nivel del mar: 1 atm
- Y $1\text{ atm} = 1,033\text{ kg cm}^{-2}$.
- ¡Cuidado! Esos “kg” son “kgf” (no pertenece al SI)
- Por construcción, “1 kgf equivale a 1 kg de masa”
- Entonces, al nivel del mar, hay “sólo” 1 kg de aire por cm^2 .
- “Sólo” → (¡¡) 10 ton/ m^2 (!!)
- Altura media de la Tierra ~ nivel del mar
- Superficie de la Tierra $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2 = 5.1 \times 10^{14} \text{ m}^2$

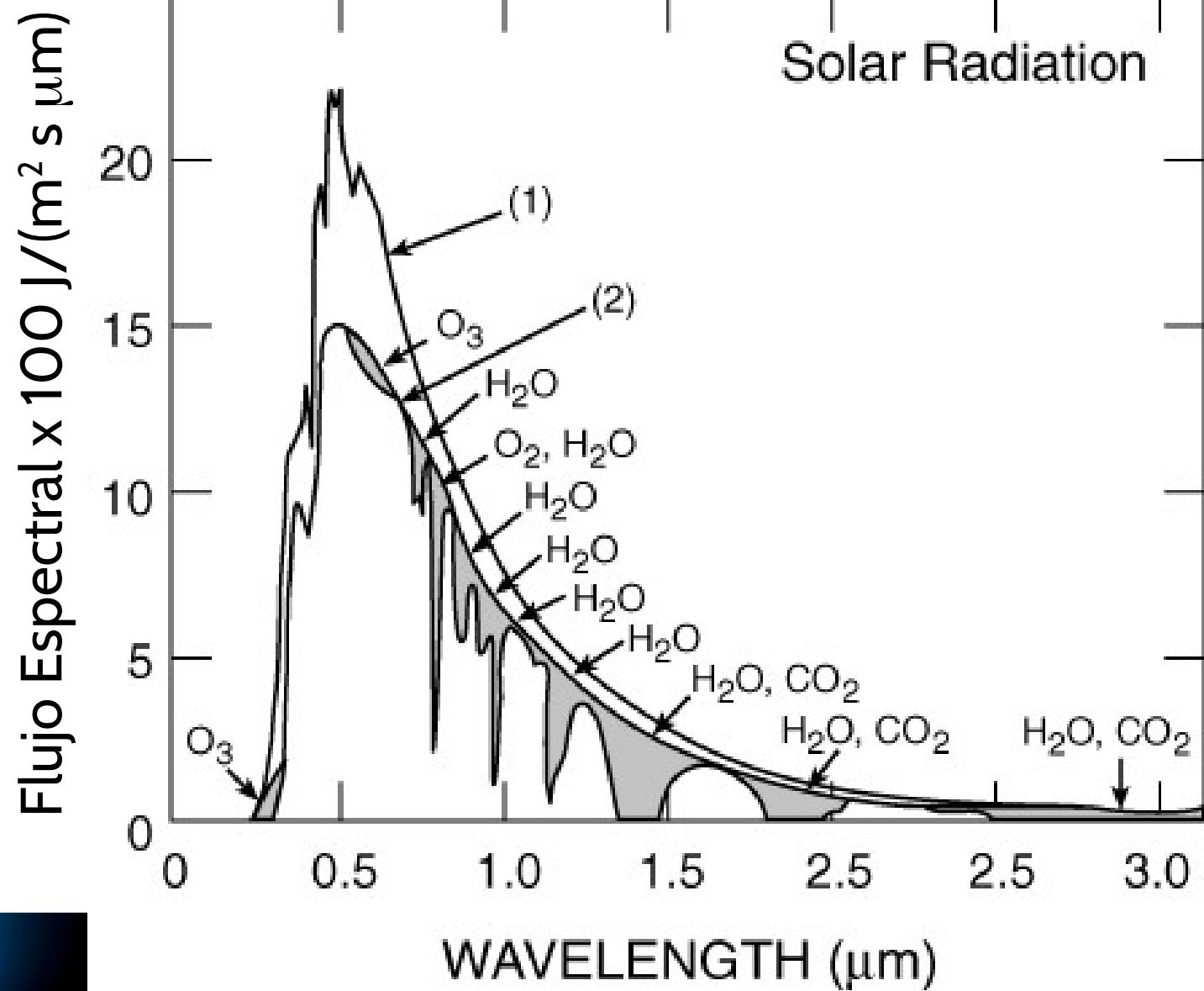
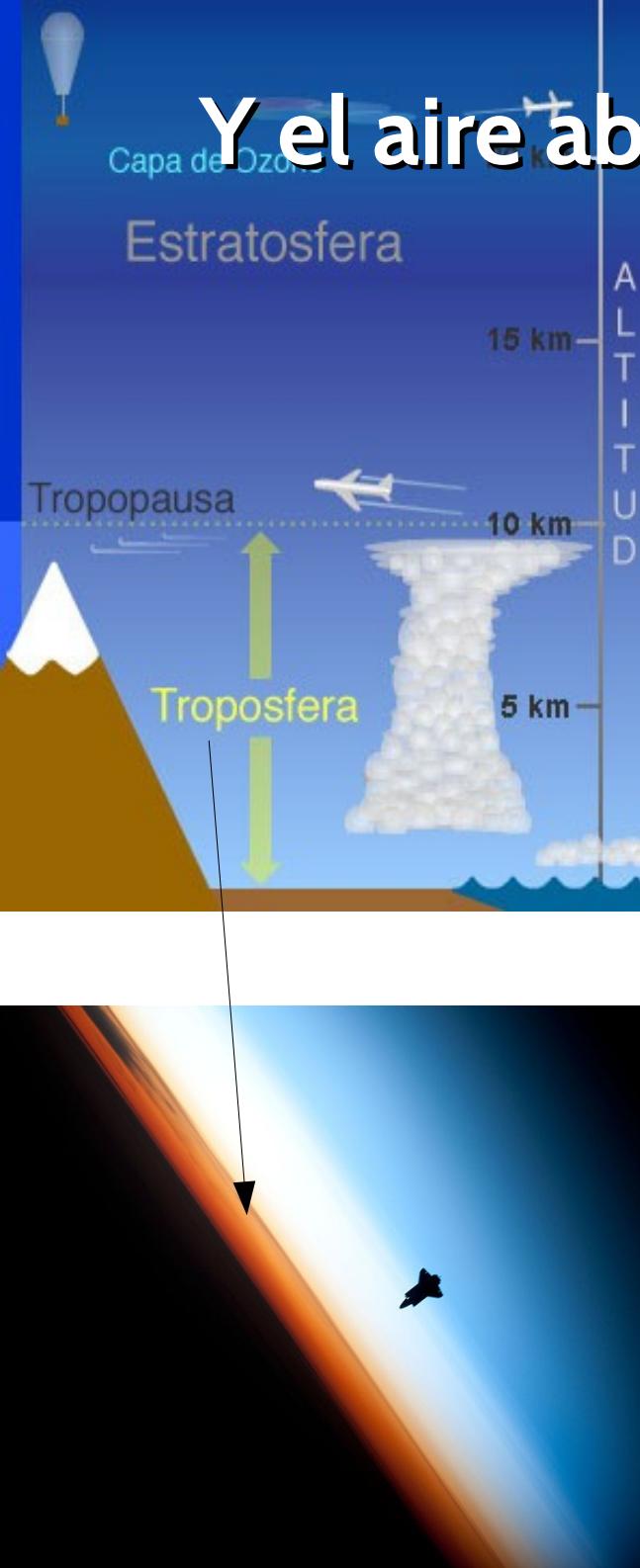
Entonces, la masa es aproximadamente


$$\bullet (1,033 \text{ kg cm}^{-2}) (5,1 \times 10^{18} \text{ cm}^2) = 5,3 \times 10^{18} \text{ kg}$$

$\sim 5 \times 10^{18} \text{ kg de aire}$

- ¡Aprox. 1 millonésima parte de la masa terrestre!

Y el aire absorbe parte de la radiación del Sol



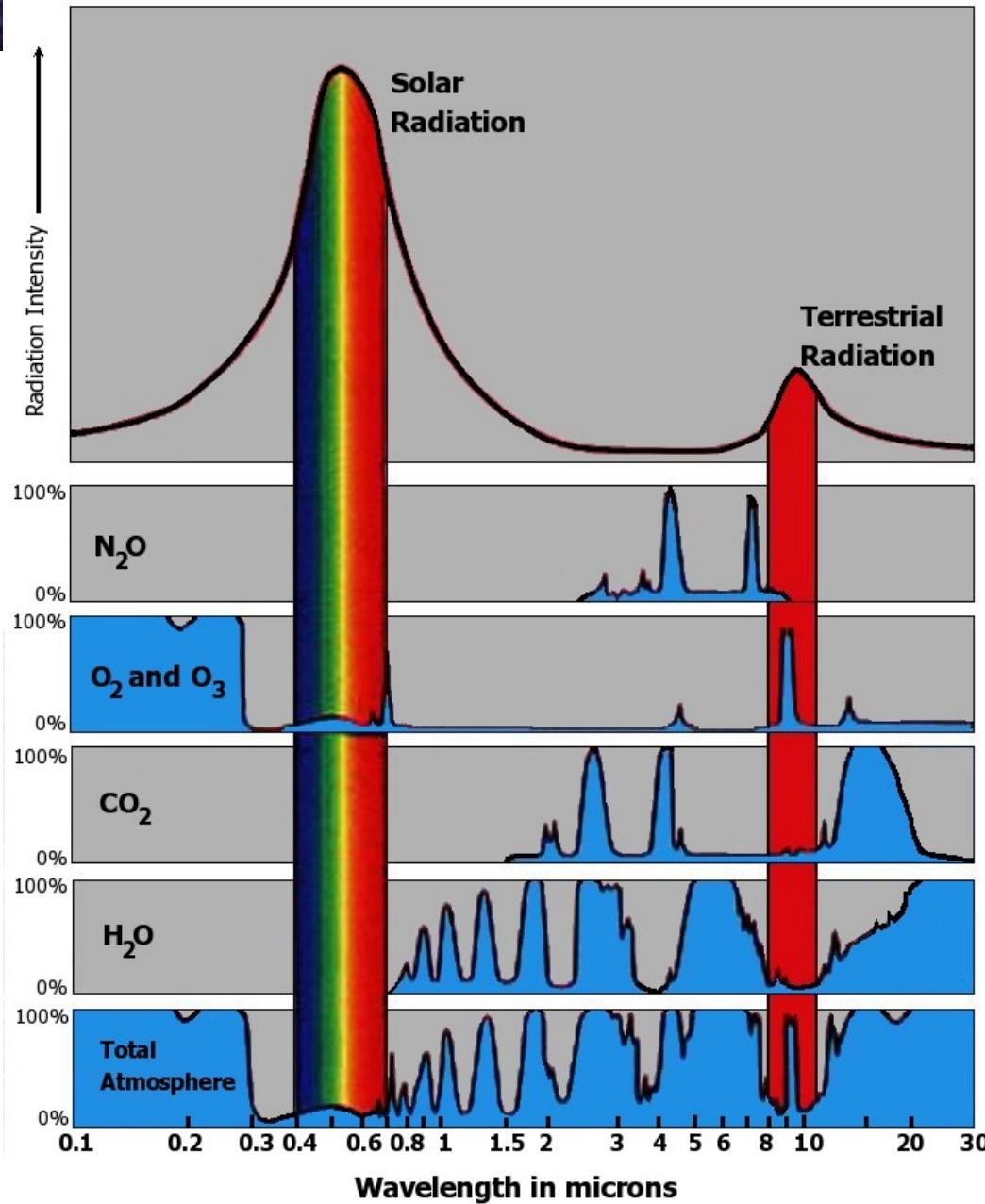
Ley de Wien en el Sol
 $T=5777K \rightarrow \lambda_{max} = \sim 520 \text{ nm (VIS)}$ Todo tiende al equilibrio



Ley de Wien en la Tierra
 $T=293K \rightarrow \lambda_{max} = \sim 10 \mu\text{m (IR)}$



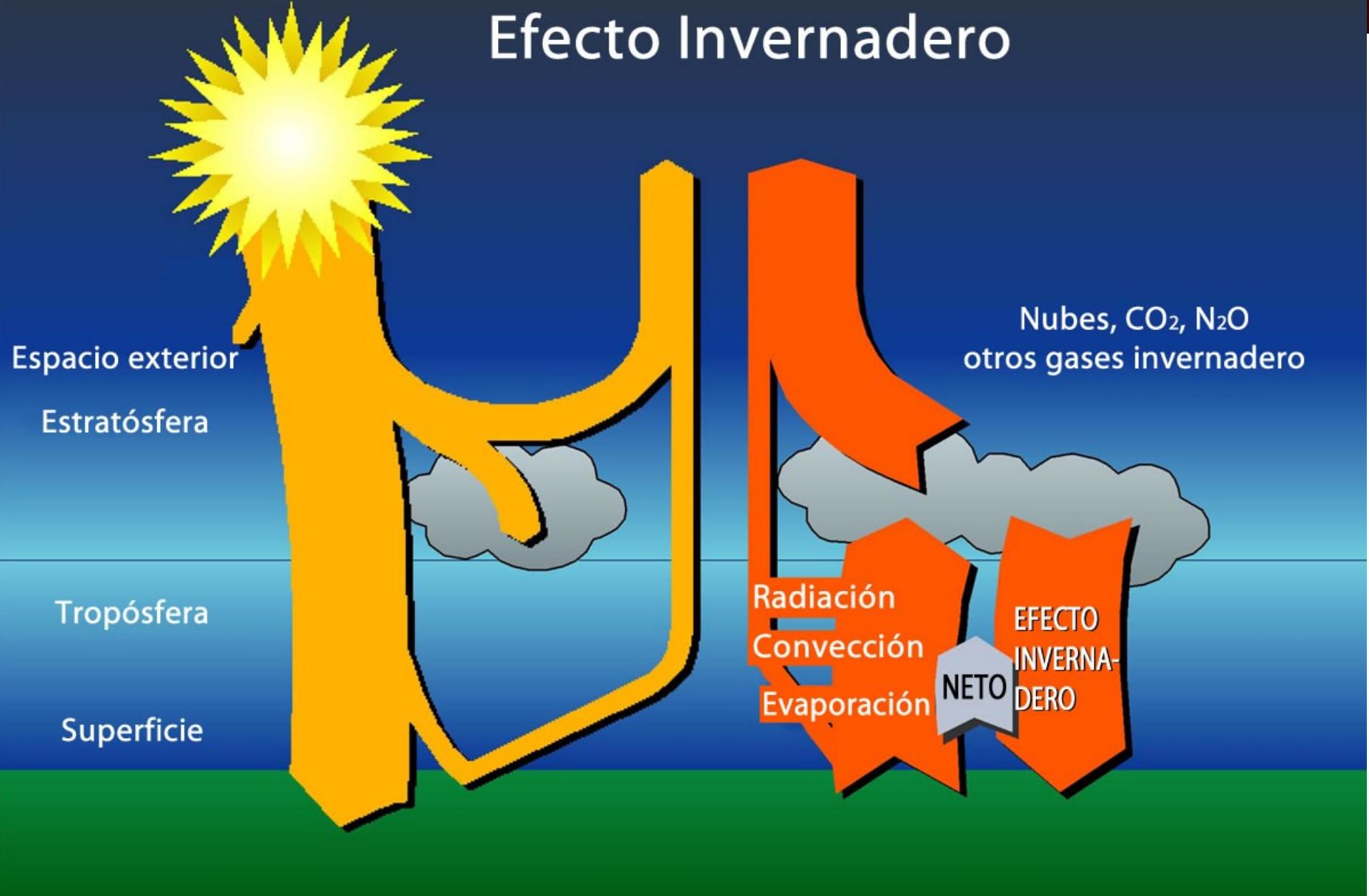
Gases de efecto invernadero



- Son aquellos que contribuyen a la absorción de radiación electromagnética en el aire
- Naturales:
 - O₂, O₃, H₂O, CO₂
- Antropológicos
 - H₂O, CO₂, CH₄, NO_x, SO_x,

Efecto invernadero

Efecto Invernadero



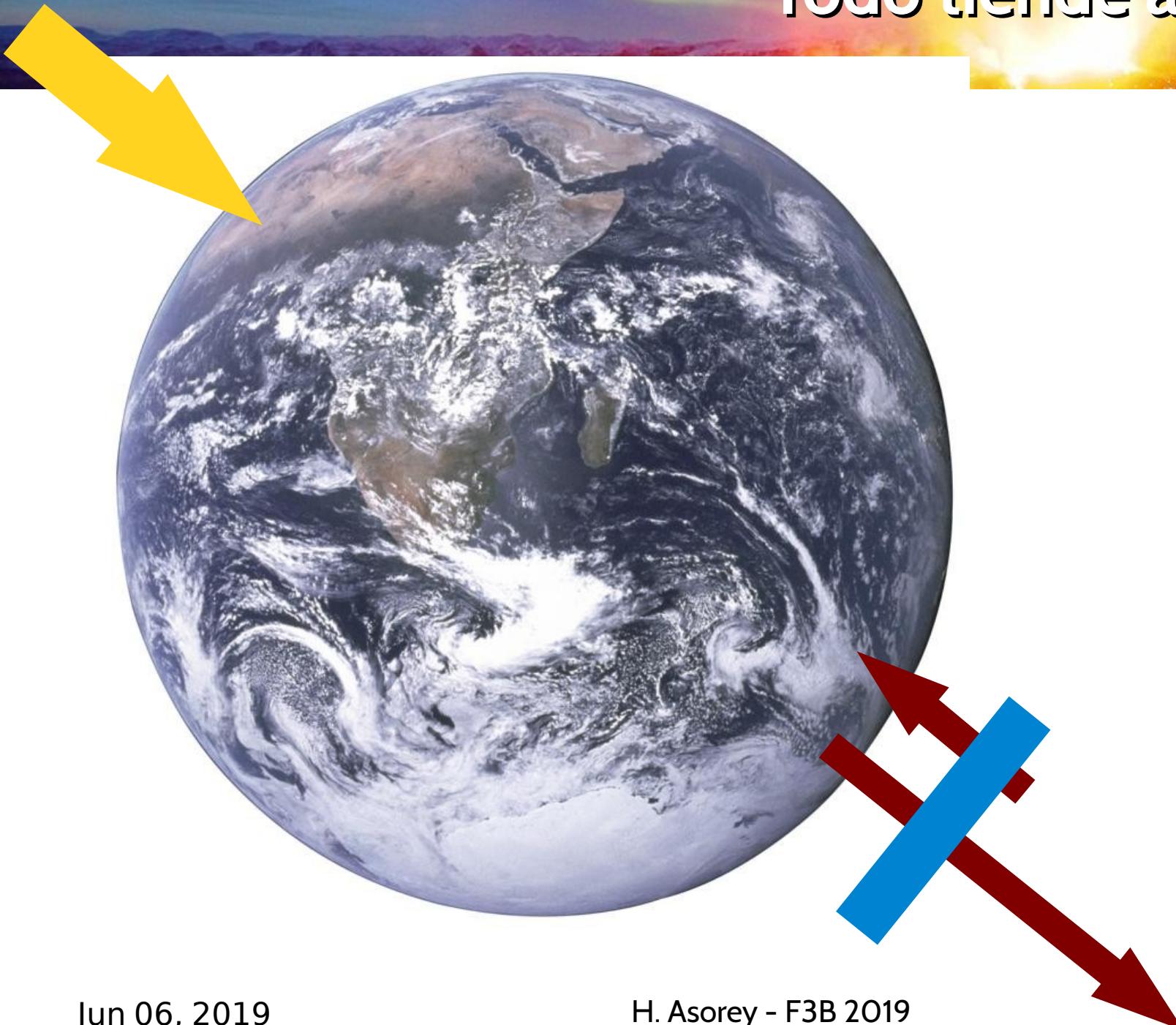
Todo tiende al equilibrio



Todo tiende al equilibrio



Todo tiende al equilibrio

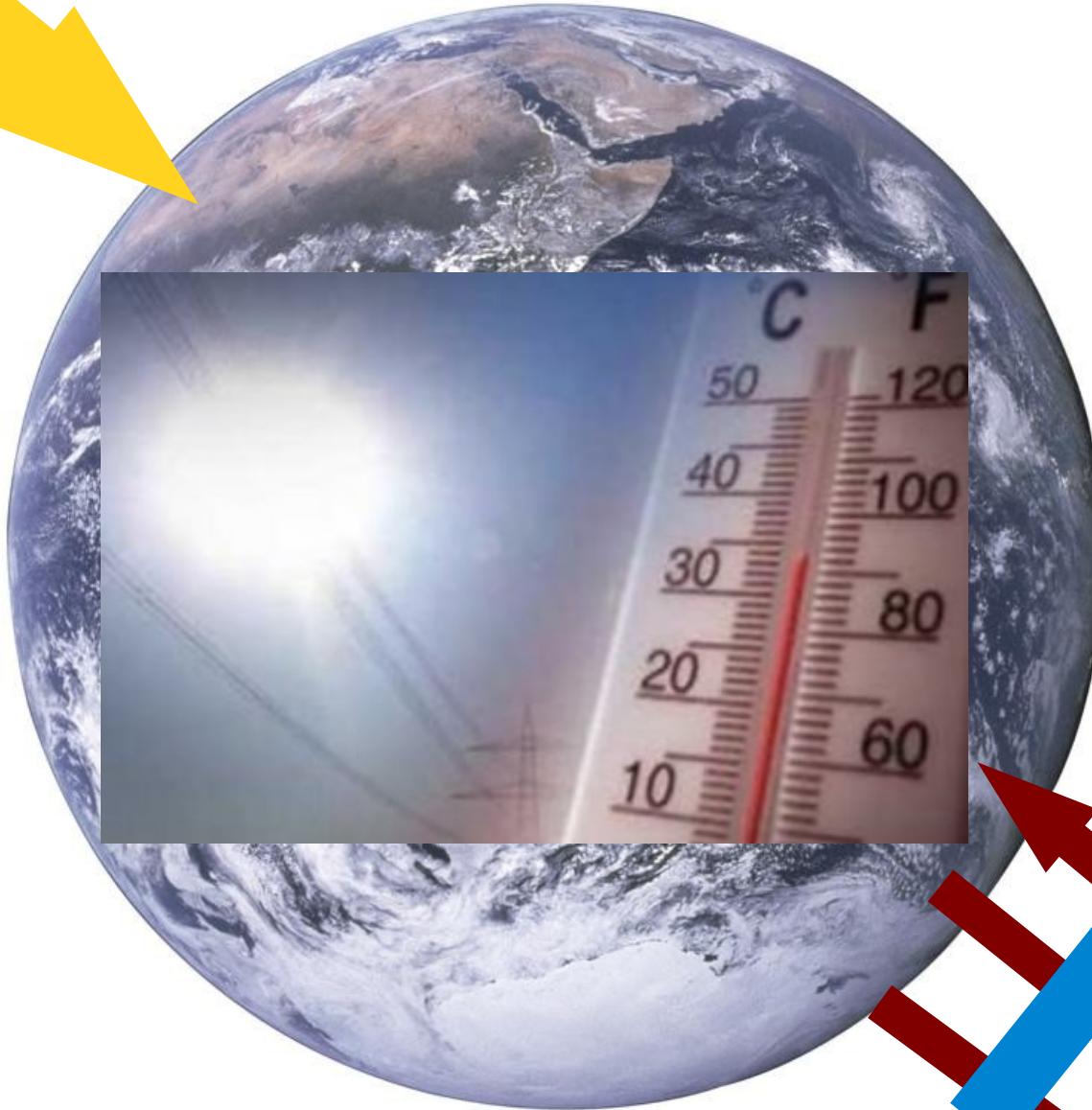


Todo tiende al equilibrio



Todo tiende al equilibrio

¡La Tierra se calienta y alcanza un nuevo equilibrio térmico!



Steffan-Boltzman

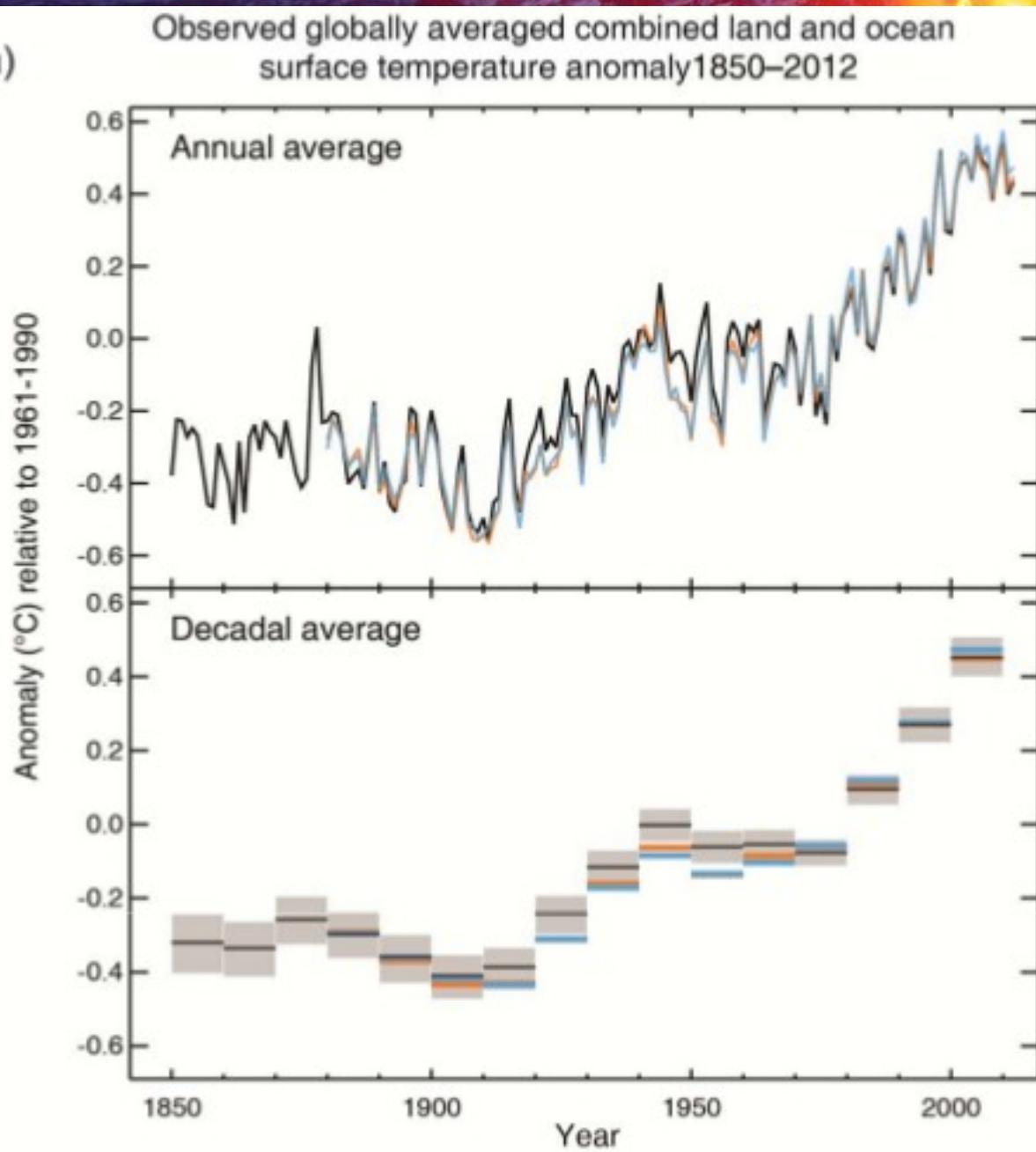
$$L = A \sigma T^4$$

19

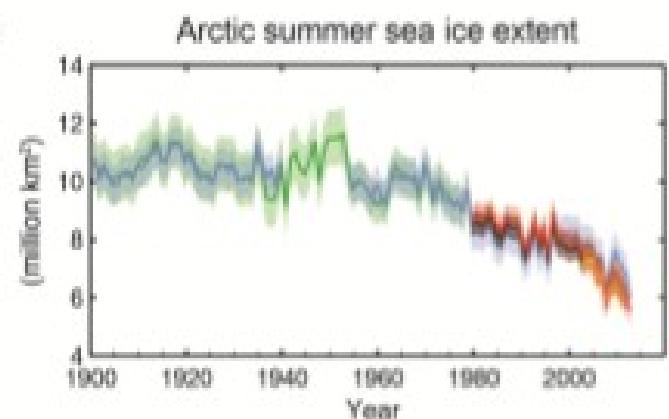


Calentamiento Global

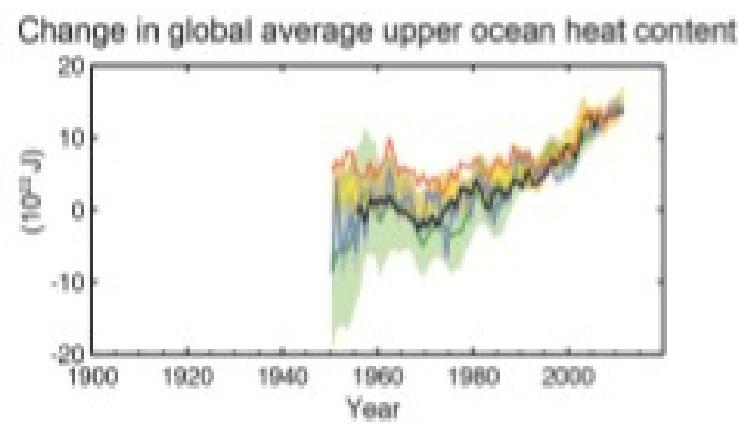
(a)



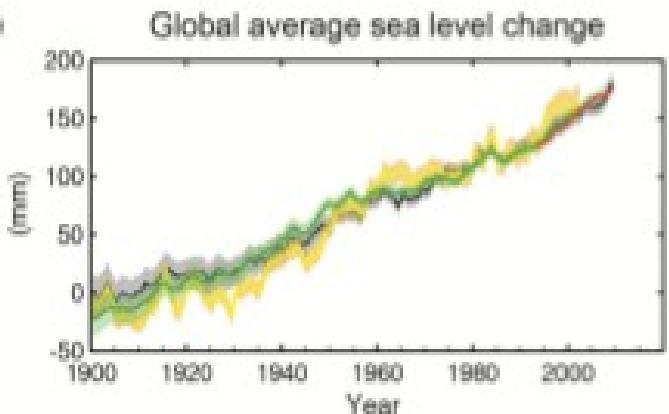
(b)



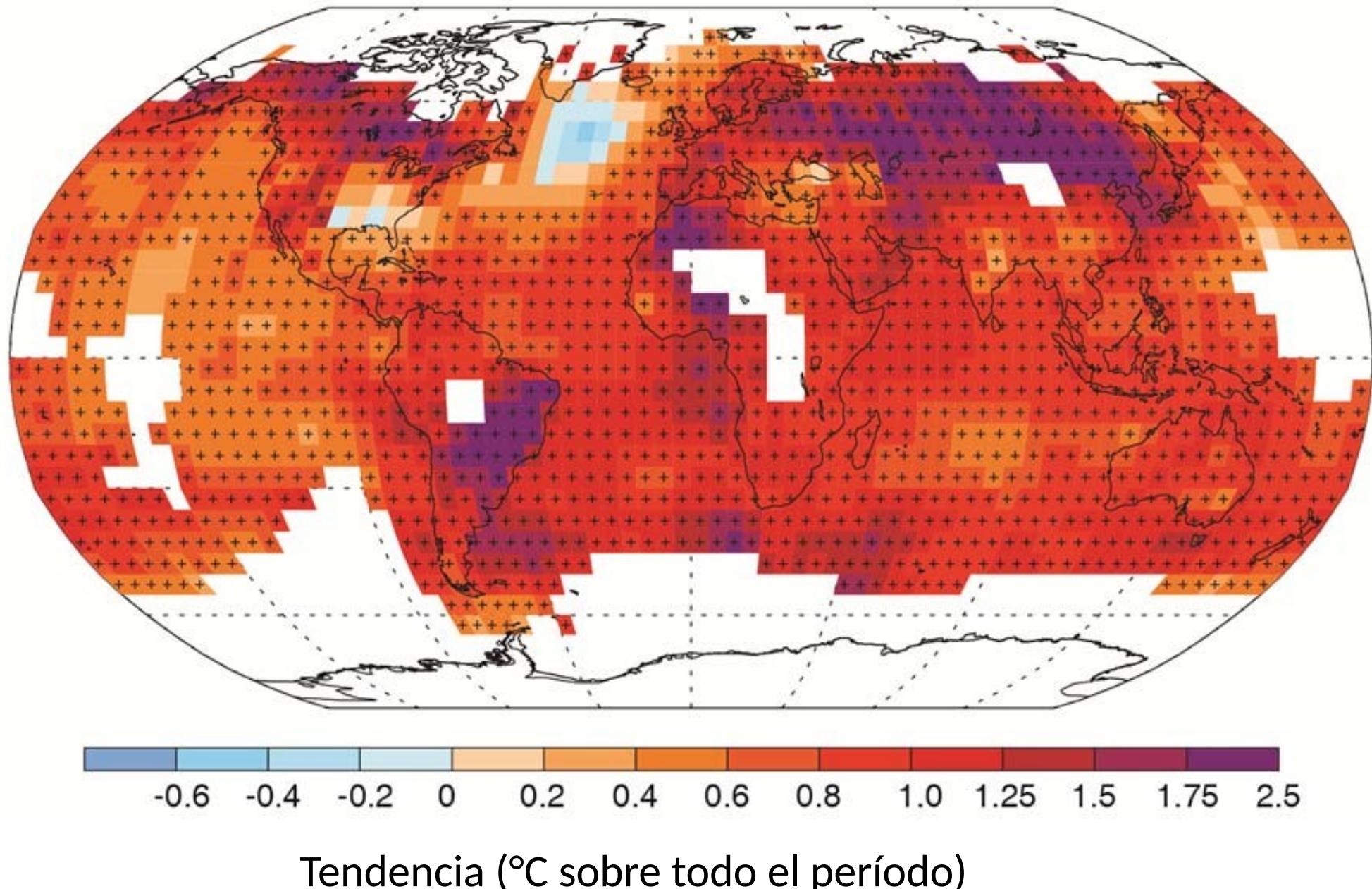
(c)



(d)



Cambio observado en el promedio de la Temperatura en superficie (1901-2012)



“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde 1950s, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en tiempos de décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo se han reducido, el nivel del mar ha aumentado, y las concentraciones de gases invernadero se han incrementado.”

AR5 WG1, IPCC, 2013

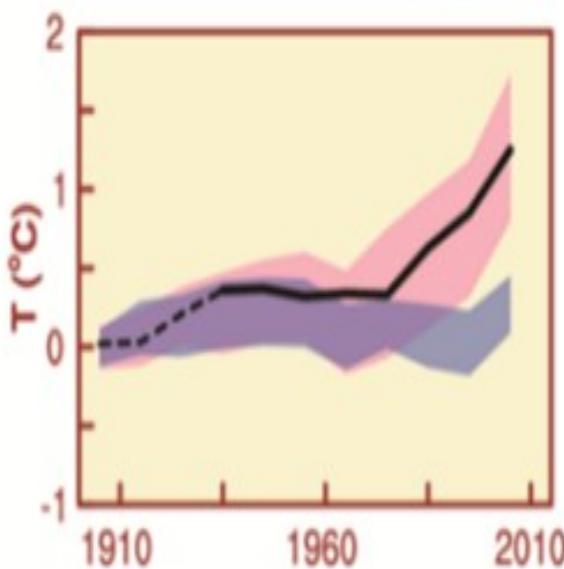


Tendencia (°C sobre todo el período)

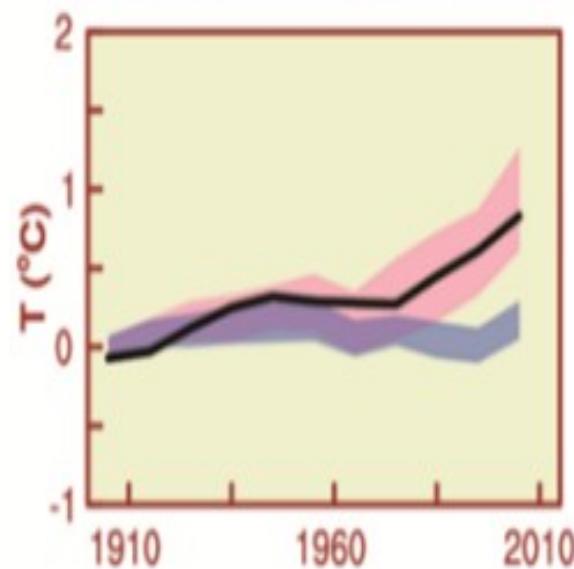
¿¿¿YO NO FUJ??? ¿En serio?

Global Averages

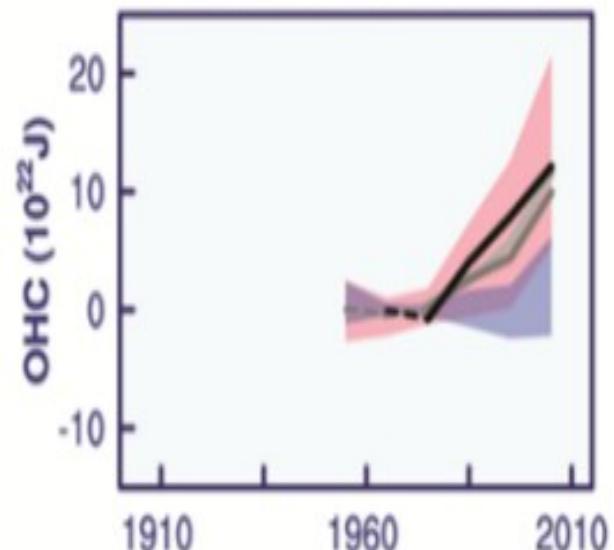
Land Surface



Land and Ocean Surface



Ocean Heat Content



Observations

Models using only natural forcings
Models using both natural and anthropogenic forcings

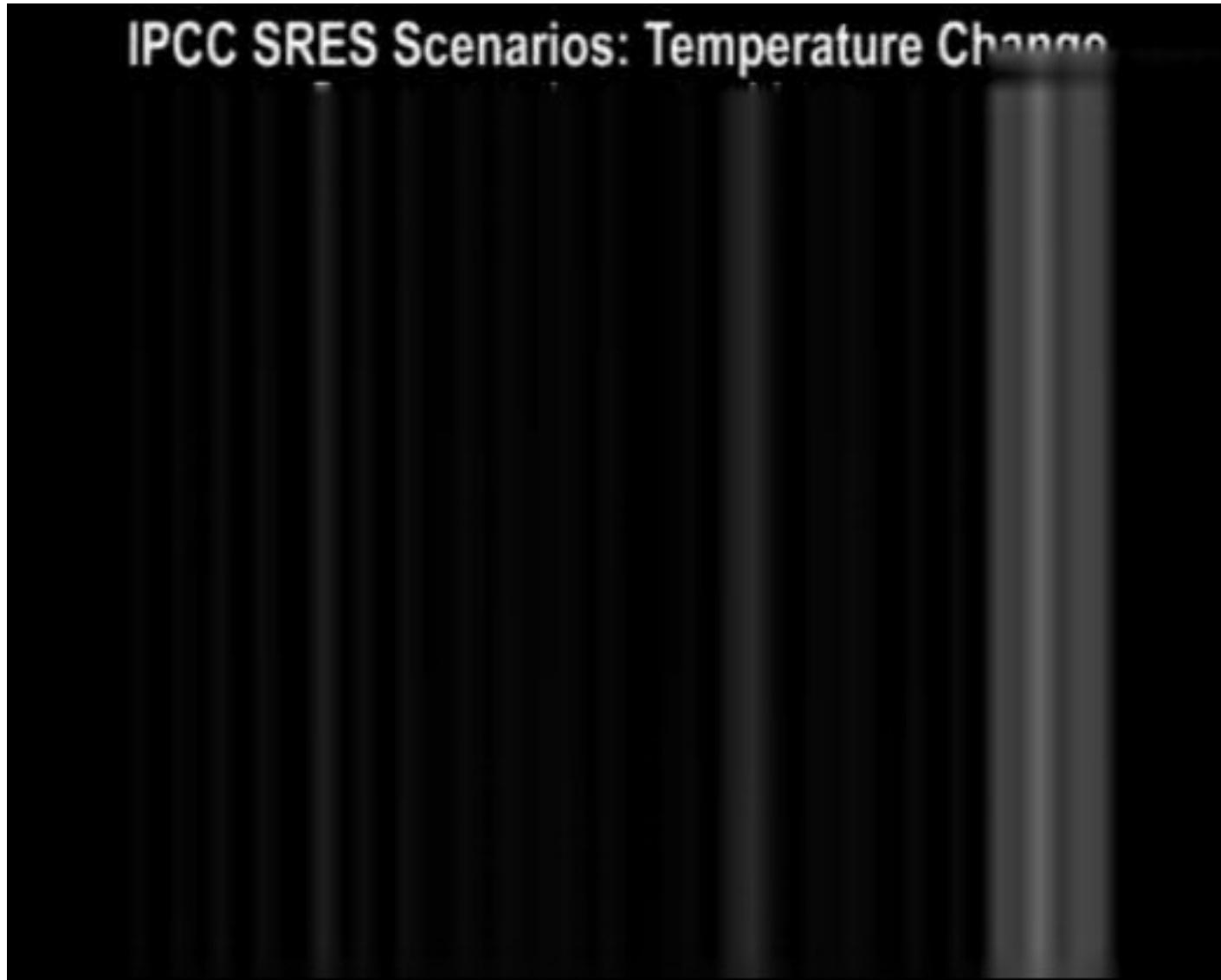
¿¿¿YO NO FUÍ??? ¿En serio?

La influencia humana ha sido detectada en el calentamiento de la atmósfera y del océano, en cambios en el ciclo global del agua, en las reducciones de la nieve y del hielo, en el aumento medio global del nivel del mar y en algunos climas extremos [...] Es extremadamente posible (95%-100%) que la influencia humana haya sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX.

Observations

- Models using only natural forcings
- Models using both natural and anthropogenic forcings

Aún los modelos más optimistas predicen calentamiento global



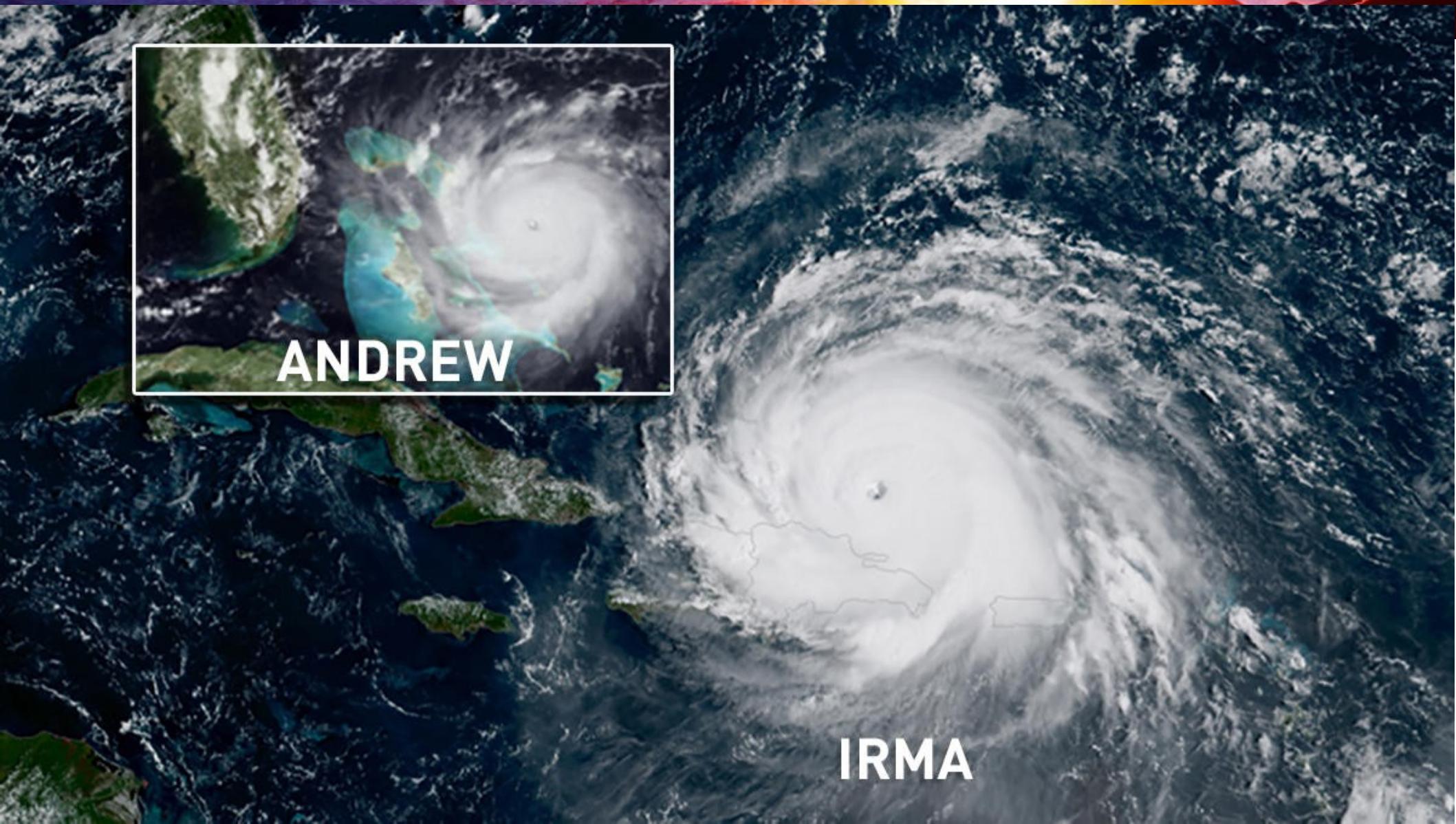
Más energía en el sistema climático



Hurricanes más grandes y peligrosos



IRMA



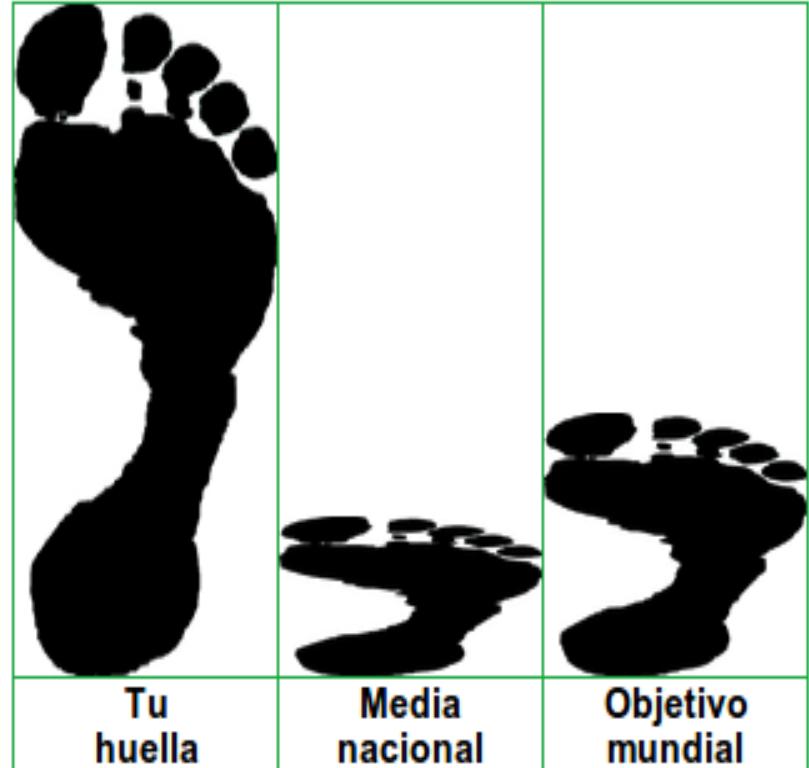
Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

<http://www.carbonfootprint.com/>

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.33 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.17 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Moto	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Autobús/Tren	0.27 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Otros combustibles	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria	2.31 toneladas de CO ₂

Total = 5.08 toneladas de CO₂

0.3 Toneladas por año en la respiración



Si tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que deseas compensar y haz clic en el botón Compensar ahora.

Total a compensar = 5.08 toneladas de CO₂ **Compensar ahora**

- Tu huella es de 5.08 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.21 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

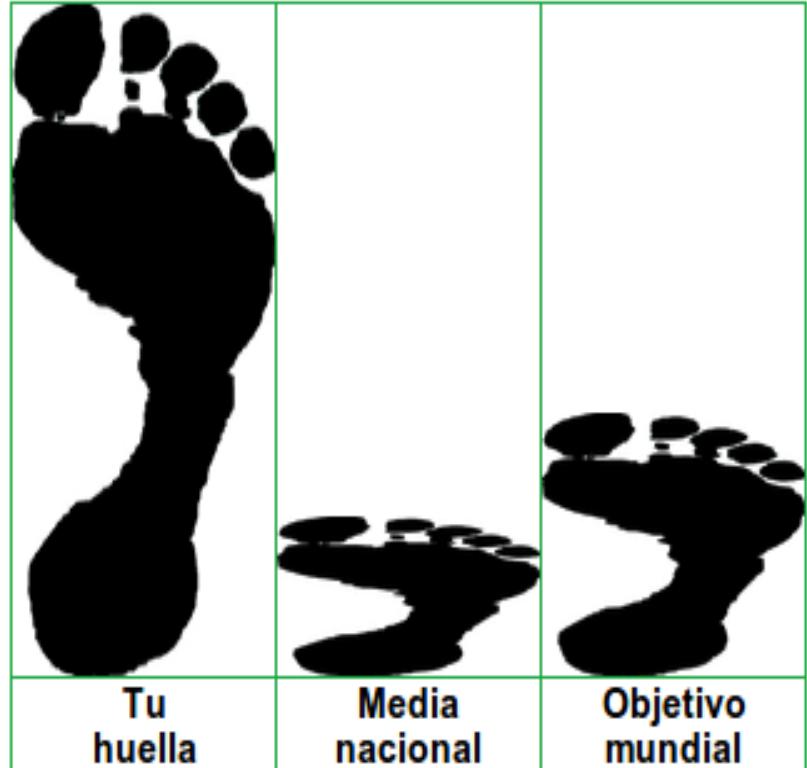
Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

<http://www.carbonfootprint.com/>

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.33 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.17 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Moto	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Autobús/Tren	0.27 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Otros combustibles	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria	2.31 toneladas de CO ₂

Total = 5.08 toneladas de CO₂

0.3 Toneladas por año en la respiración



Si tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que deseas compensar y haz clic en el botón Compensar ahoras.

Total a compensar = 5.08 toneladas de CO₂ **Compensar ahora**

- Tu huella es de 5.08 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.21 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

<http://www.carbonfootprint.com/>

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.33 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.17 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Moto	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Autobús/Tren	0.27 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Otros combustibles	0.00 toneladas de CO ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria	2.31 toneladas de CO ₂

Total = 5.08 toneladas de CO₂

0.3 Toneladas por año en la respiración

Necesitamos casi tres “mundos” para soportar nuestro actual consumo de energía

sólo tenemos uno

Tu huella	Media nacional	Objetivo mundial
-----------	----------------	------------------

Si tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que deseas compensar y haz clic en el botón Compensar ahora.

Total a compensar = 5.08 toneladas de CO₂

Compensar ahora

- Tu huella es de 5.08 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.21 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

Volver a la edad de piedra no es una opción





Estamos a tiempo

Recicla



Reusa

Reduce

Estamos a tiempo

Recicla

Reforesta

Responsabilízate

Reusa

Reduce

Reflexiona

**Mientras esperamos que los gobiernos
tomen conciencia y verdaderas
acciones...**

**Analice sus acciones y actúe a
conciencia**

**Incluya en el cálculo de la rentabilidad
de su proyecto el costo real de la
reparación total ambiental**

**Penalice con su consumo
y con su voto**

La elección es nuestra

La muerte de los glaciares, un atentado contra el desarrollo de los países andinos

- En poco más de una generación, Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia han perdido hasta la tercera parte de sus glaciares
- **Termómetro económico y social de América**

JULIO CÉSAR CASMA | Glaciar Antisana (Ecuador) | 5 MAR 2014 - 15:35 CET

7

Archivado en: Glaciares Ecuador Perú Bolivia Colombia Desarrollo sostenible

Cambio climático Espacios naturales Sudamérica Latinoamérica América Problemas ambientales

Enviar video



VER VÍDEO

A. Rabatel et al., "Current state of glaciers in the tropical Andes", The Cryosphere, 7, 81–102, 2013



February 2001

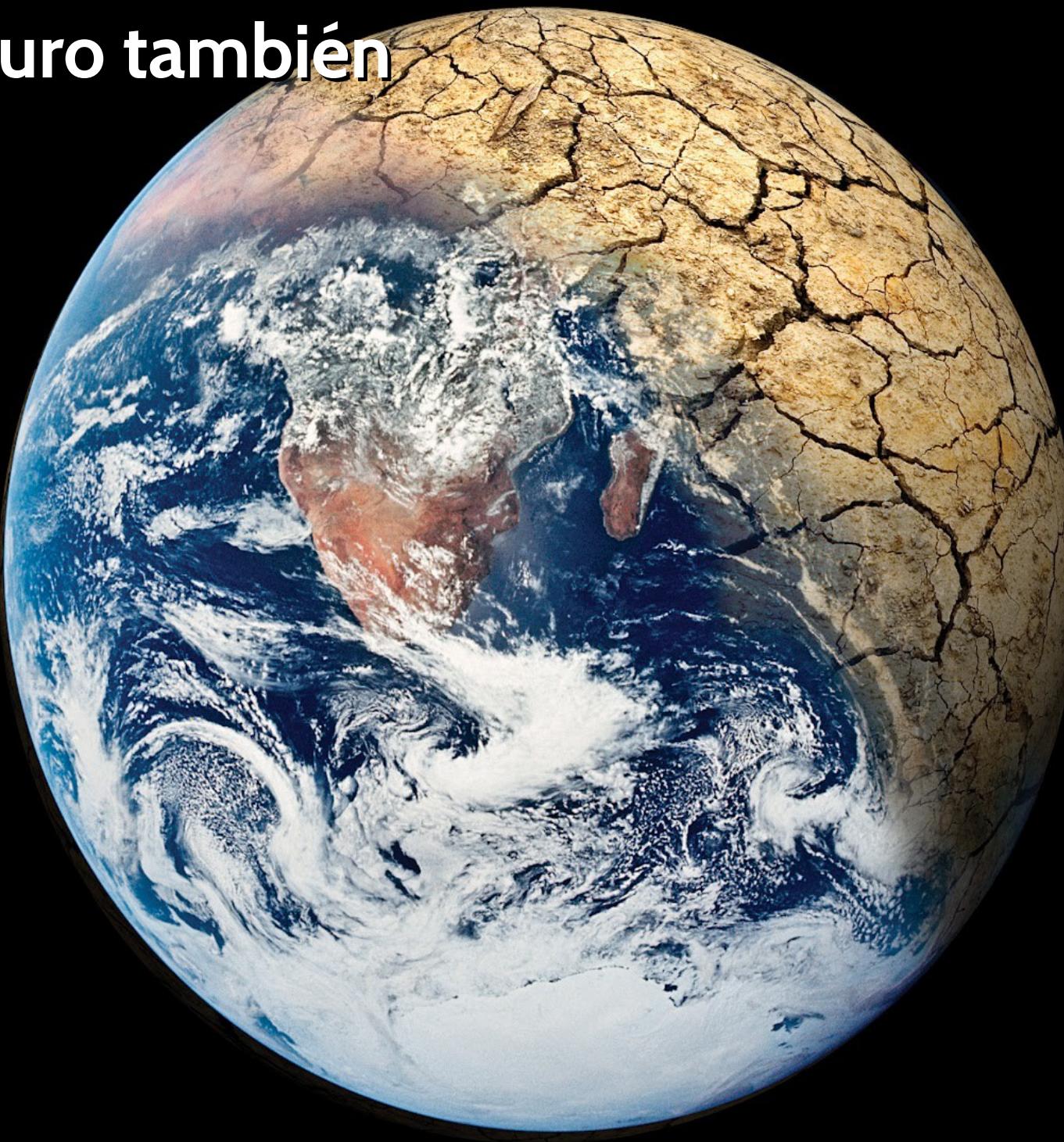


June 2007



October 2007

El futuro también



El futuro también

