

# Introducción a la Física (2014)

- Unidad: *Intermezzo*
- Clase: 01
- Fecha: 20140812M
- Contenido: Cambio Climático
- Web: [http://halley.uis.edu.co/fisica\\_para\\_todos/](http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/)
- Archivo: 20140812-HA-cambio-climatico.pdf

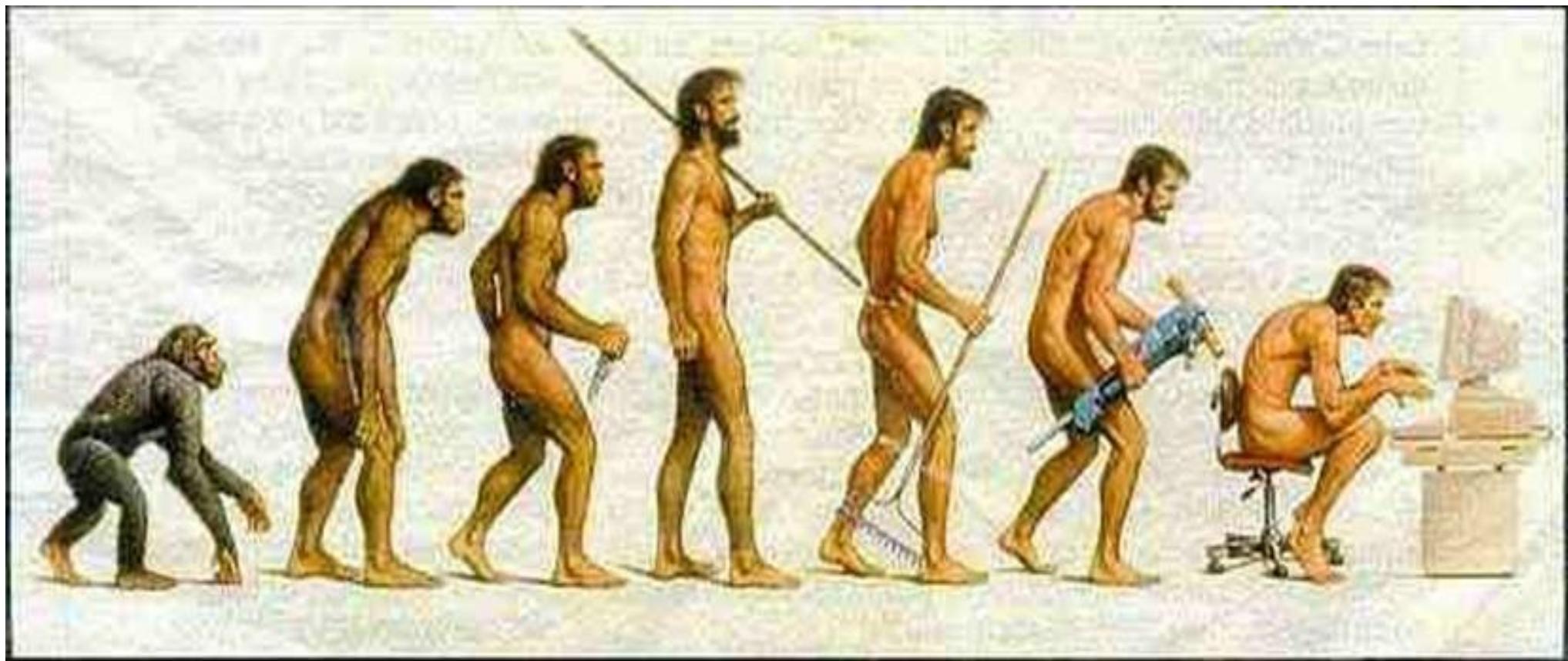
**En el momento preciso y en el lugar indicado**



**En el momento preciso y en el lugar indicado**

**Biósfera**

# Hace cien mil años, aparece un nuevo actor



Con una avidez infinita de energía

¡¡ENERGÍA INFINITA!!



Lamentablemente,  
esto no funciona

**Maldita Termodinámica, siempre arruinando todo...**



# Consumo de energía de subsistencia

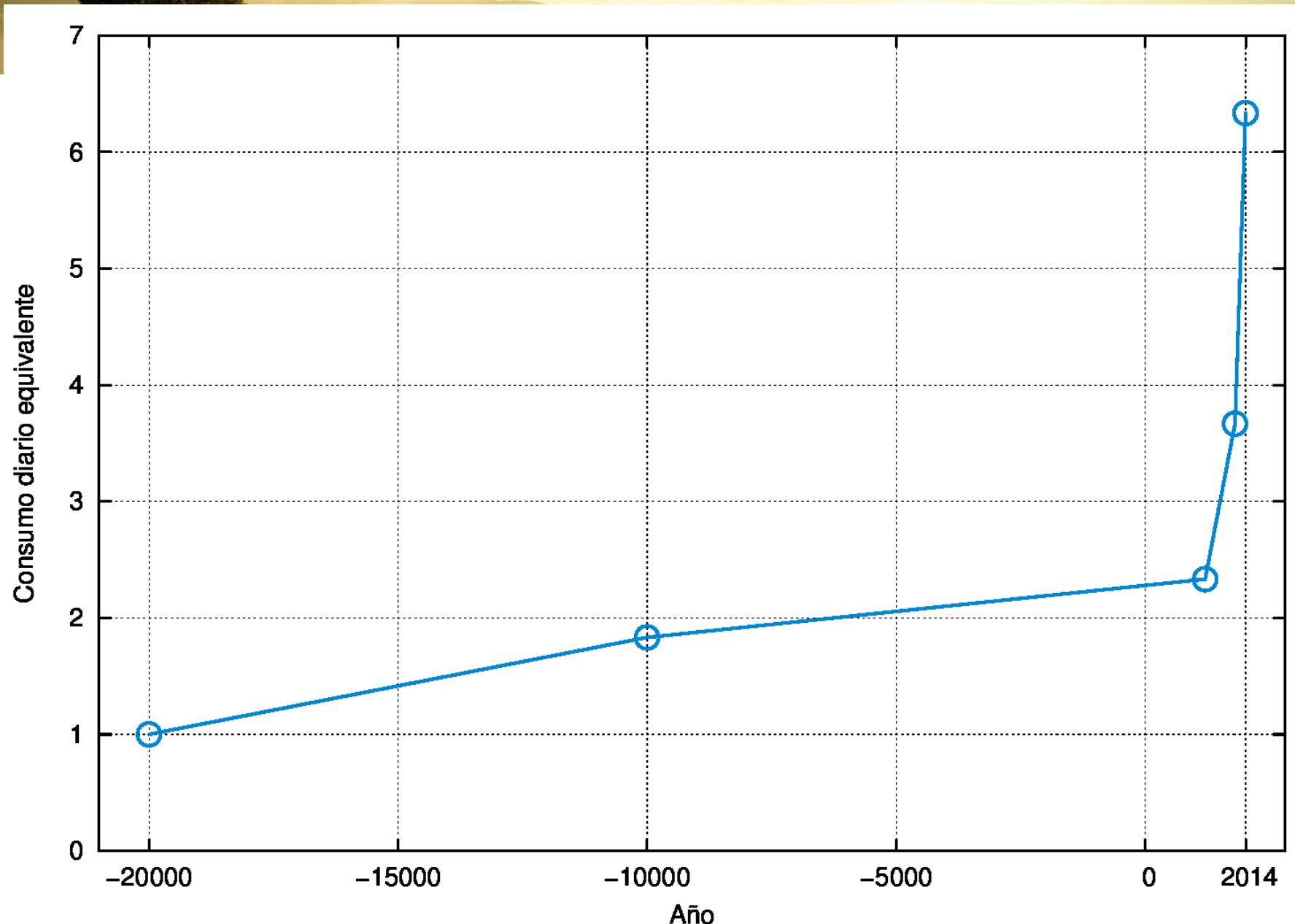
- Metabolismo basal = 2000 kcal diarias
  - 50% Metabolismo celular
  - 40% Síntesis molecular, especialmente proteínas
  - 10% Trabajo mecánico interno (respiración, etc)
- Usted necesita trabajar para procurarse esas 2000 kcal diarias, pongamos otras 1000 kcal
- Consumo total diario: 3000 kcal



# Uso diario de energía per capita

- 20000 aC: 3000 kcal diarias por persona
  - Ingesta de subsistencia
- 10000 aC: 5500 kcal diarias por persona
  - Agricultura: animales
- 1200 dC: 7000 kcal diarias por persona
  - Máquinas sencillas
- 1800 dC: 11000 kcal diarias por persona
  - Revolución industrial: Máquinas térmicas
- 2012 dC: 19000 kcal diarias por persona
  - Sociedad industrial

# Los datos valen más que mil palabras



# ¿Cuánta energía se necesita para mantener a la humanidad en funcionamiento?

# ¿Cuánta energía se necesita para mantener a la humanidad en funcionamiento?

Respuesta:

## Basta de opiniones → DATOS

- Banco Mundial y ONU, Indicadores sobre el Desarrollo Humano, vía Google: <http://www.google.com/publicdata/directory>
- Enerdata, <http://yearbook.enerdata.net/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, <http://www.ipcc.ch/>
- Statistical Review of World Energy 2013, BP, <http://bit.ly/193S5Fs>

**$2.1 \times 10^{20} \text{ J}$**

(Año 2012, +1.0% respecto a 2011)

Se podría mantener a 45.000 millones de personas con esta energía

Fuente: Indicadores sobre Desarrollo Humano, ONU

**$2.1 \times 10^{20} \text{ J}$**

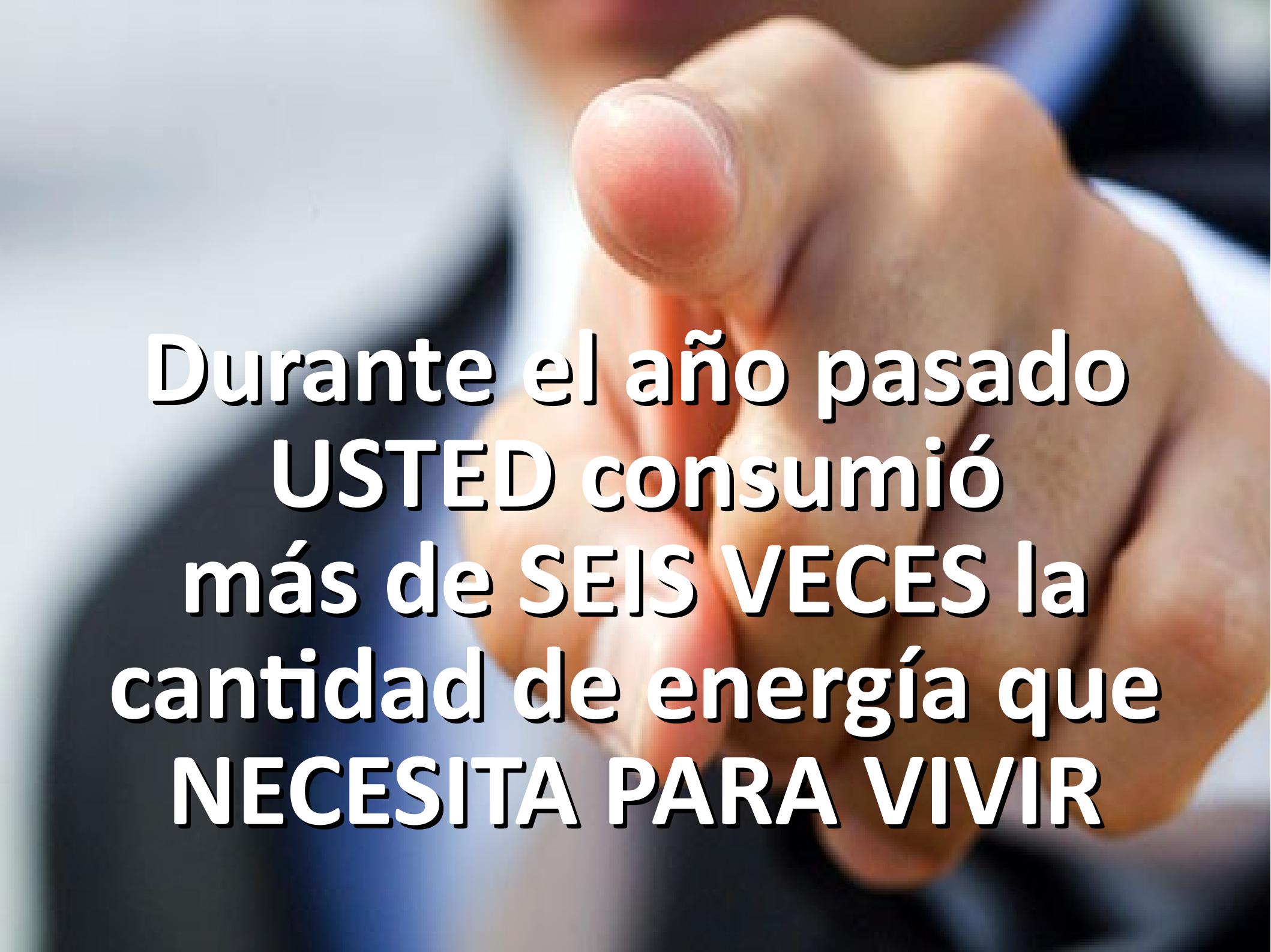
(Año 2012, +1.0% respecto a 2011)

Se podría mantener a 45.000 millones de personas con esta energía

Fuente: Indicadores sobre Desarrollo Humano, ONU

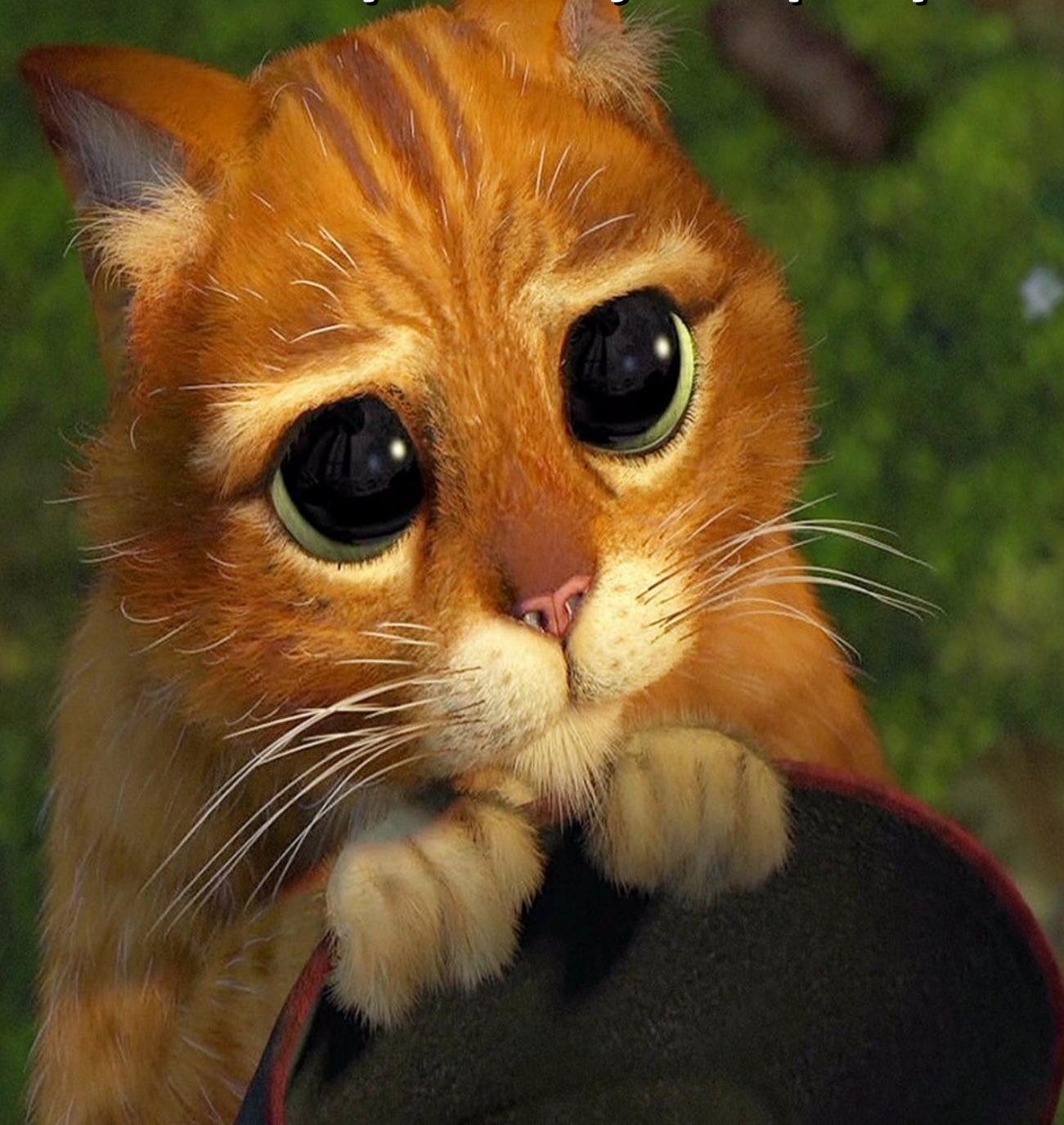
Hay  $\sim 10^{20}$  granos de arena en el Mundo  
Hay  $\sim 10^{21}$  L de agua en los oceános





**Durante el año pasado  
USTED consumió  
más de SEIS VECES la  
cantidad de energía que  
NECESITA PARA VIVIR**

**Yo te aseguro que yo no fui...  
yo te lo juro que yo no fui...**







# ¿Yo no fui?

Jupiter





¿Yo no fui?

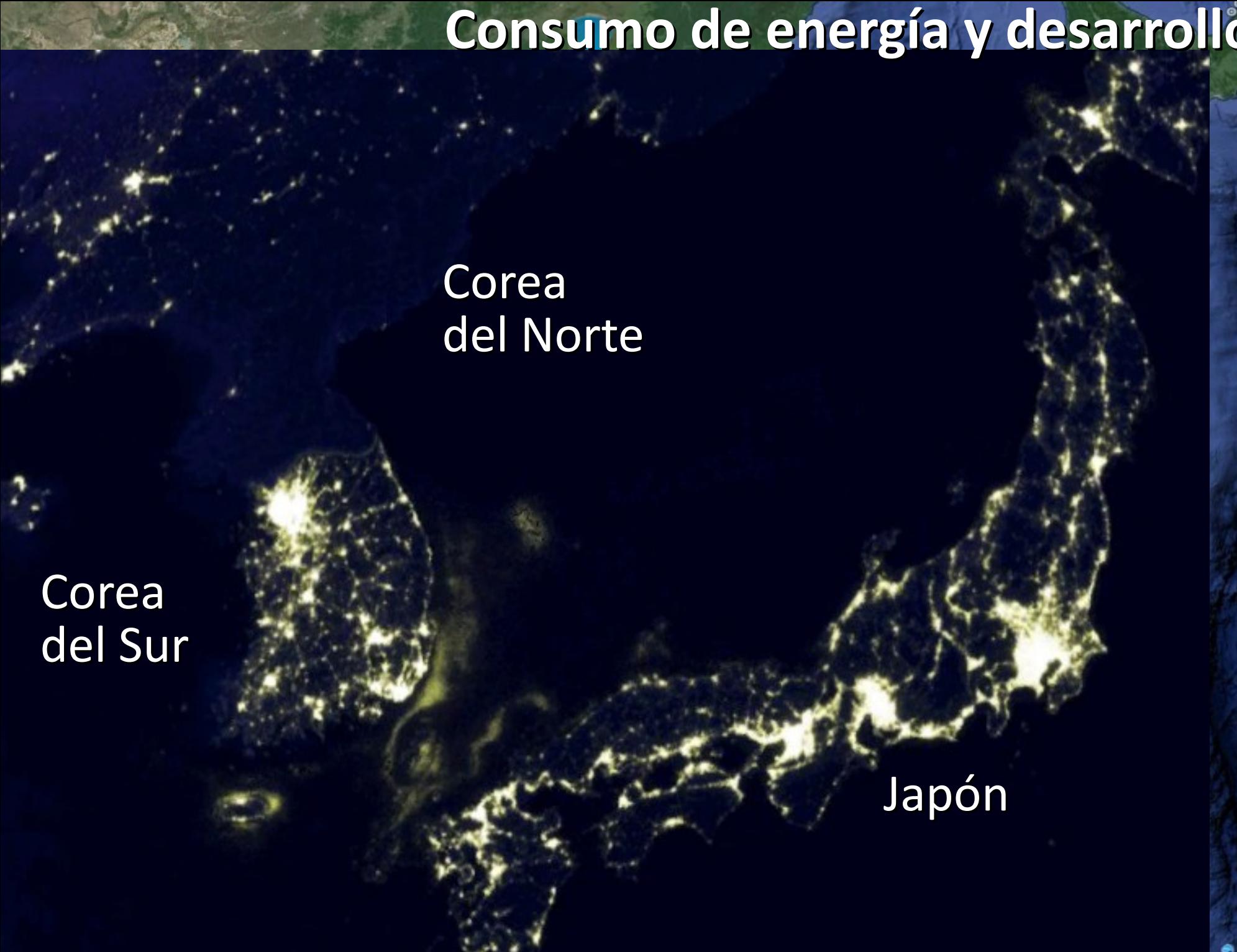
# Consumo de energía y desarrollo

Corea  
del Norte

Corea  
del Sur

Japón

# Consumo de energía y desarrollo

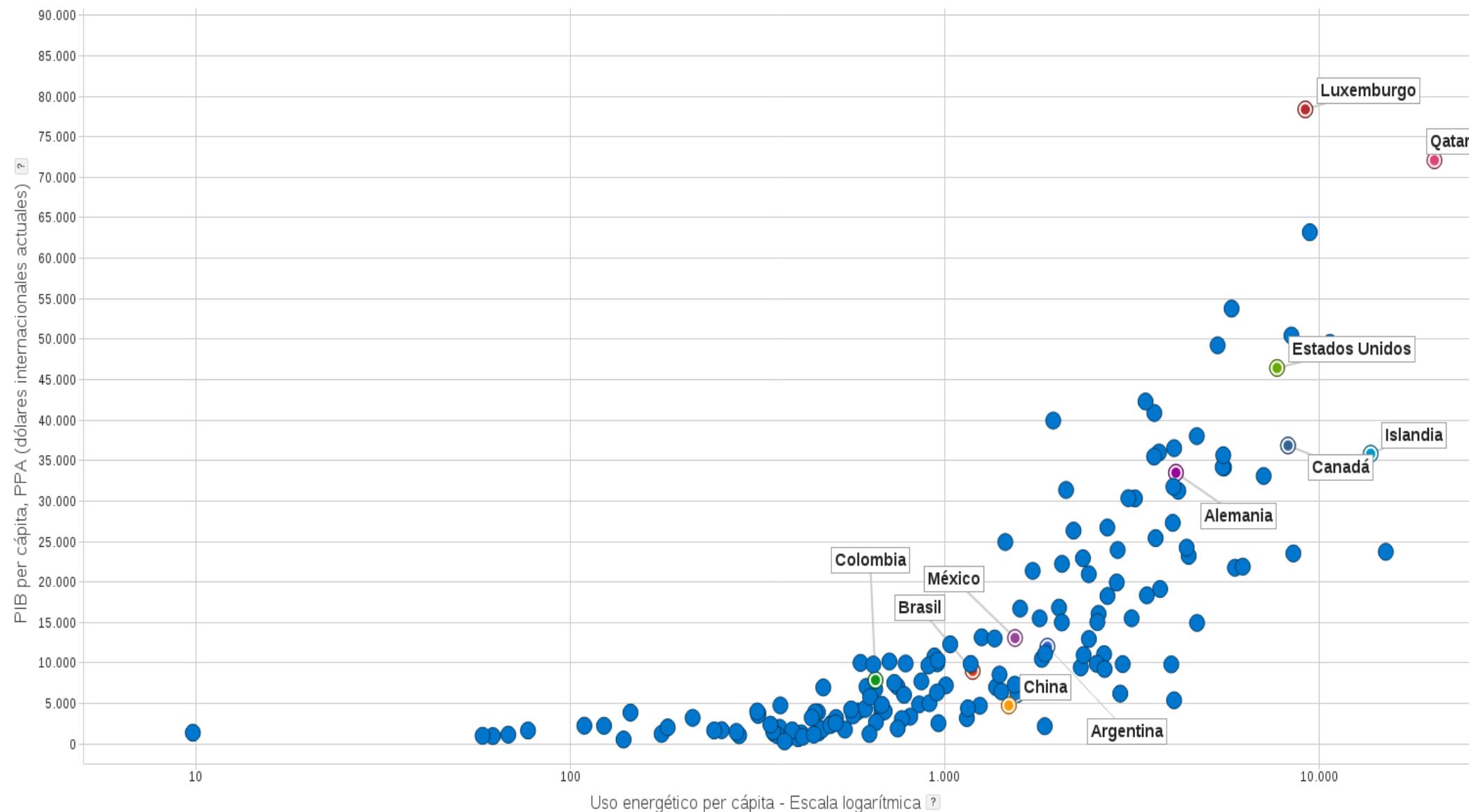


Corea  
del Norte

Corea  
del Sur

Japón

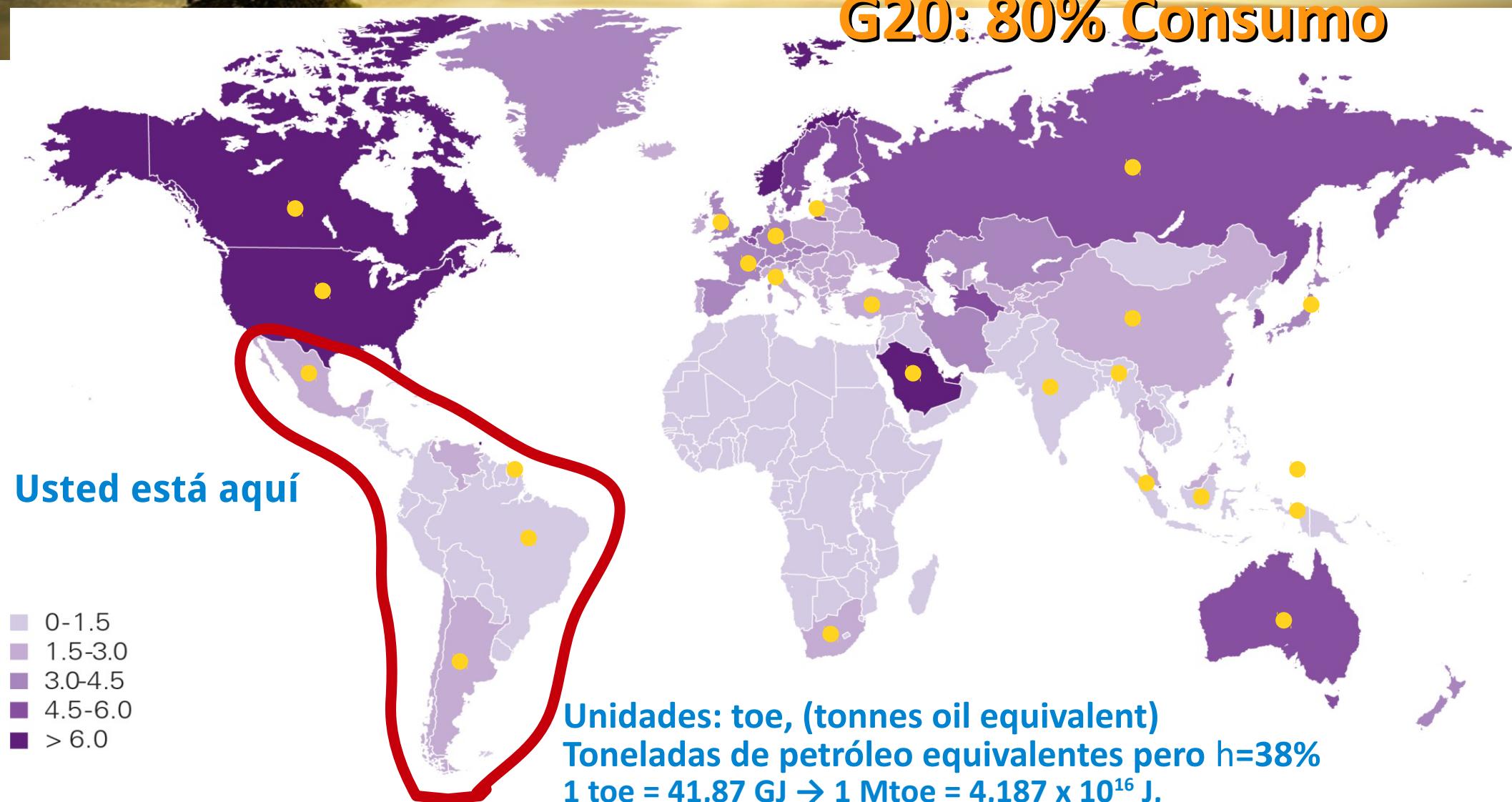
# (Consumo de Energía vs PIB) per capita



Fuente: Banco Mundial, vía Google, <http://goo.gl/qwsKka>

# Distribución del consumo per capita (2012)

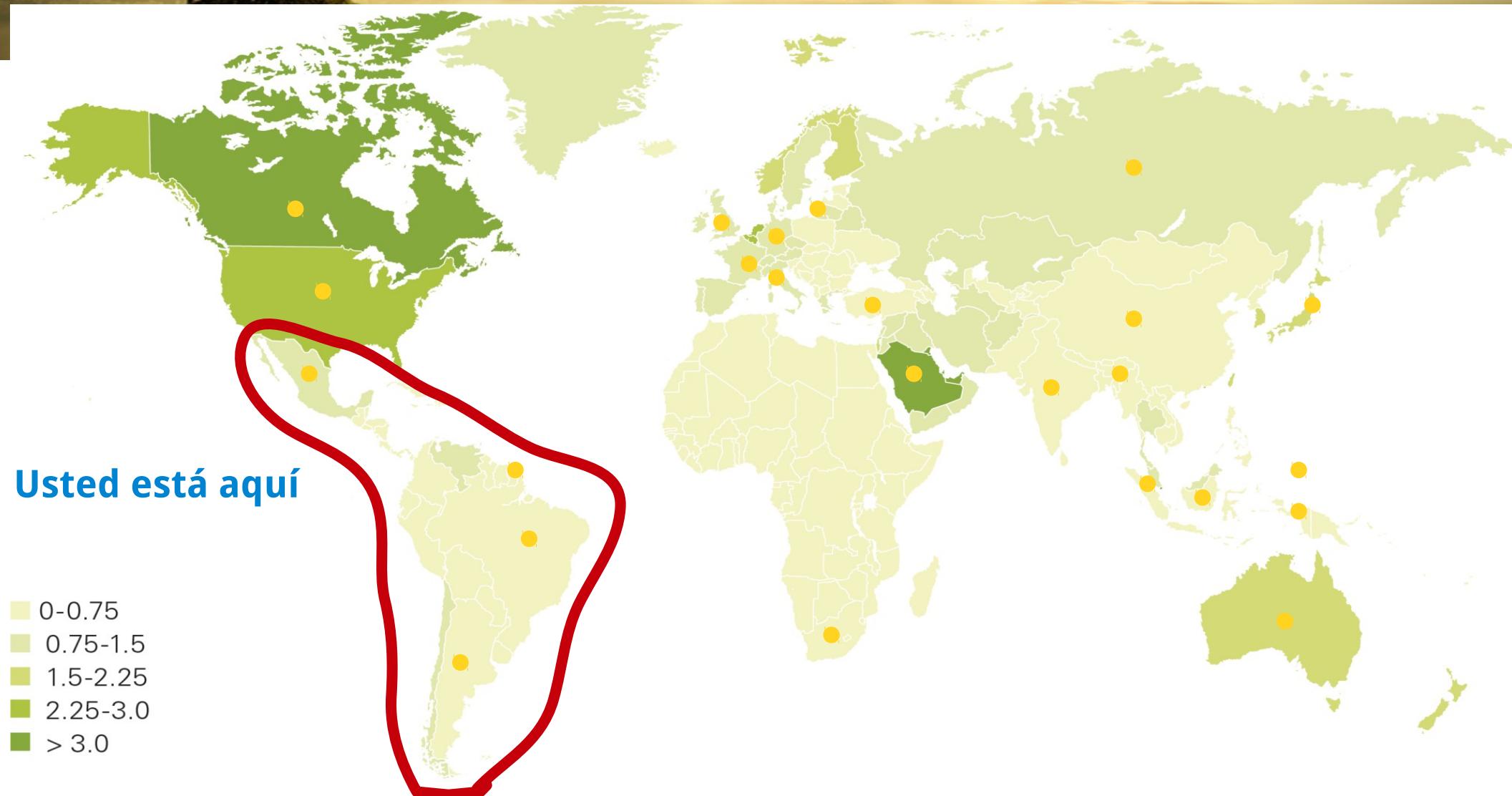
**G20: 80% Consumo**



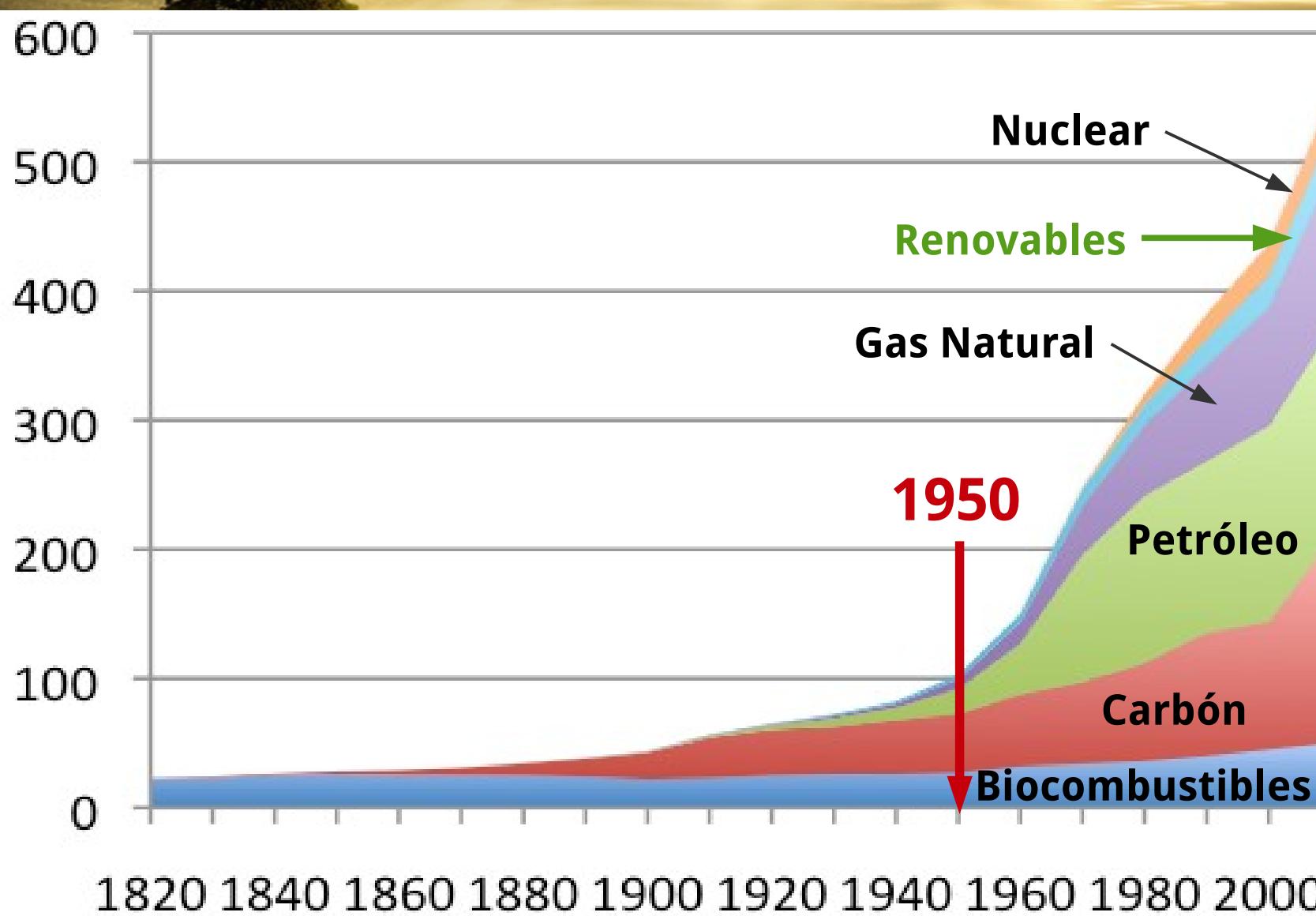
Fuente: Statistical Review of World Energy 2013, BP

<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013.html>

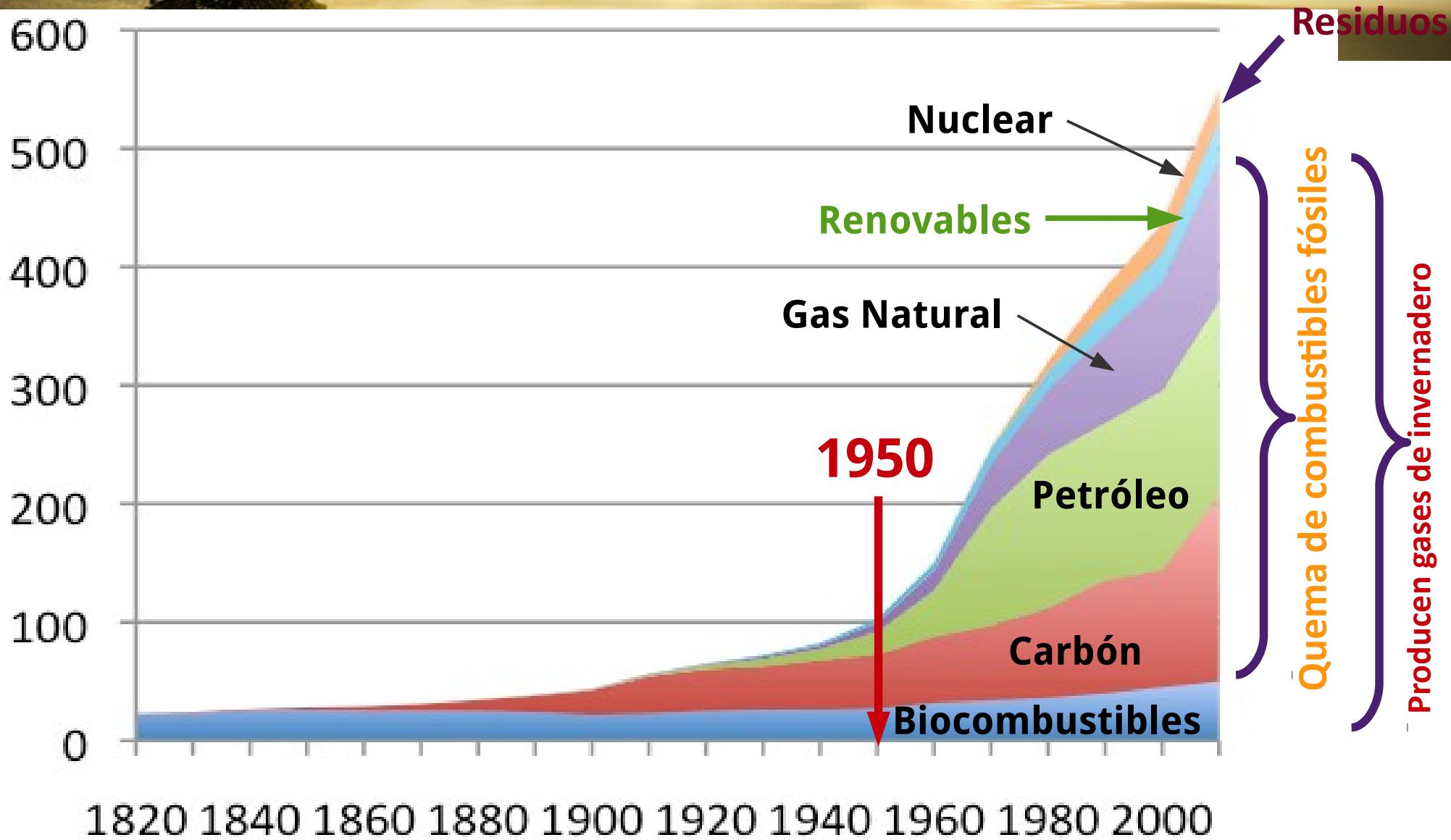
# Consumo de Petróleo per capita (ton)



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



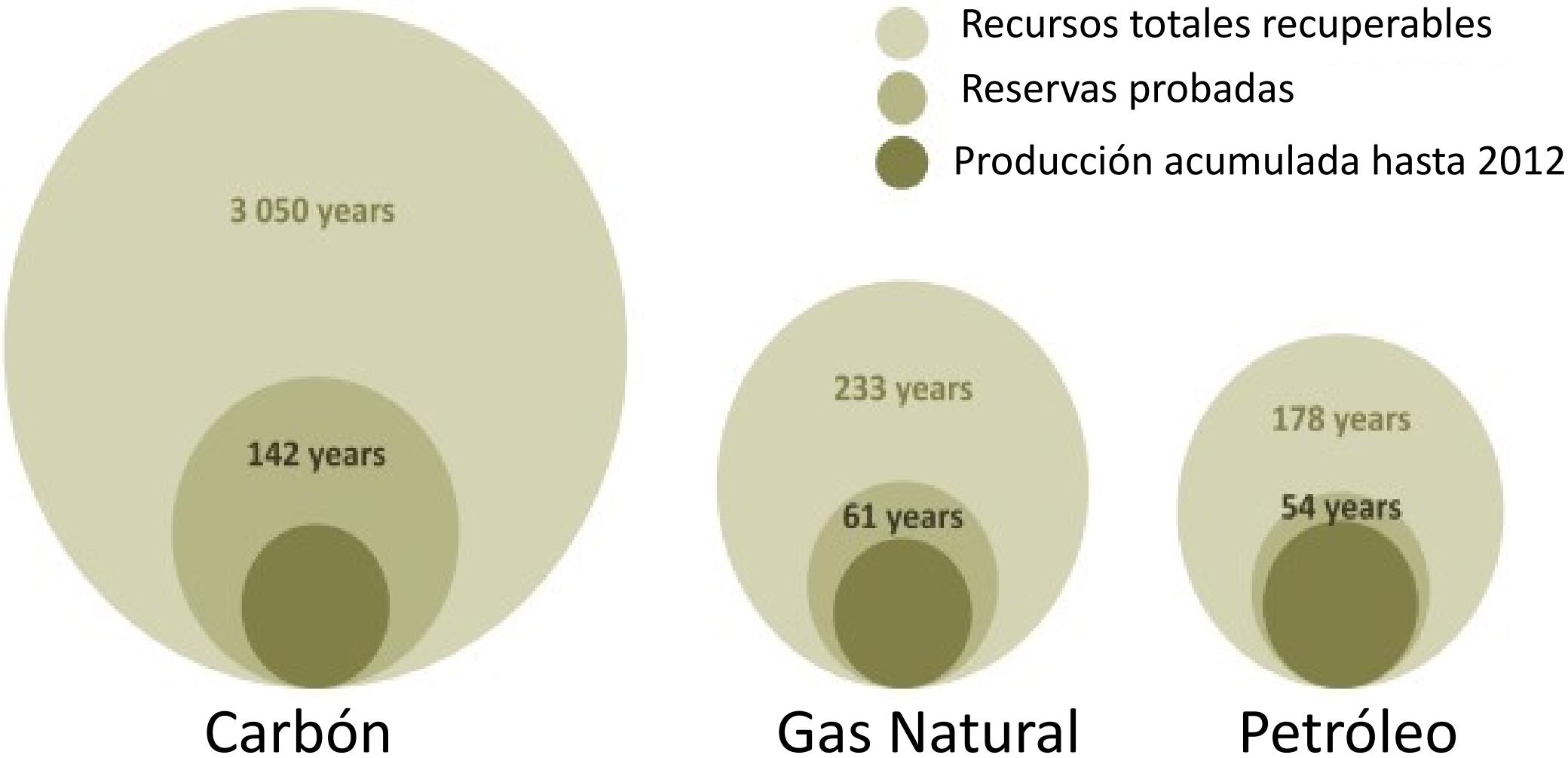
# Demanda anual de energía ( $\times 10^{18}$ J)



# Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo

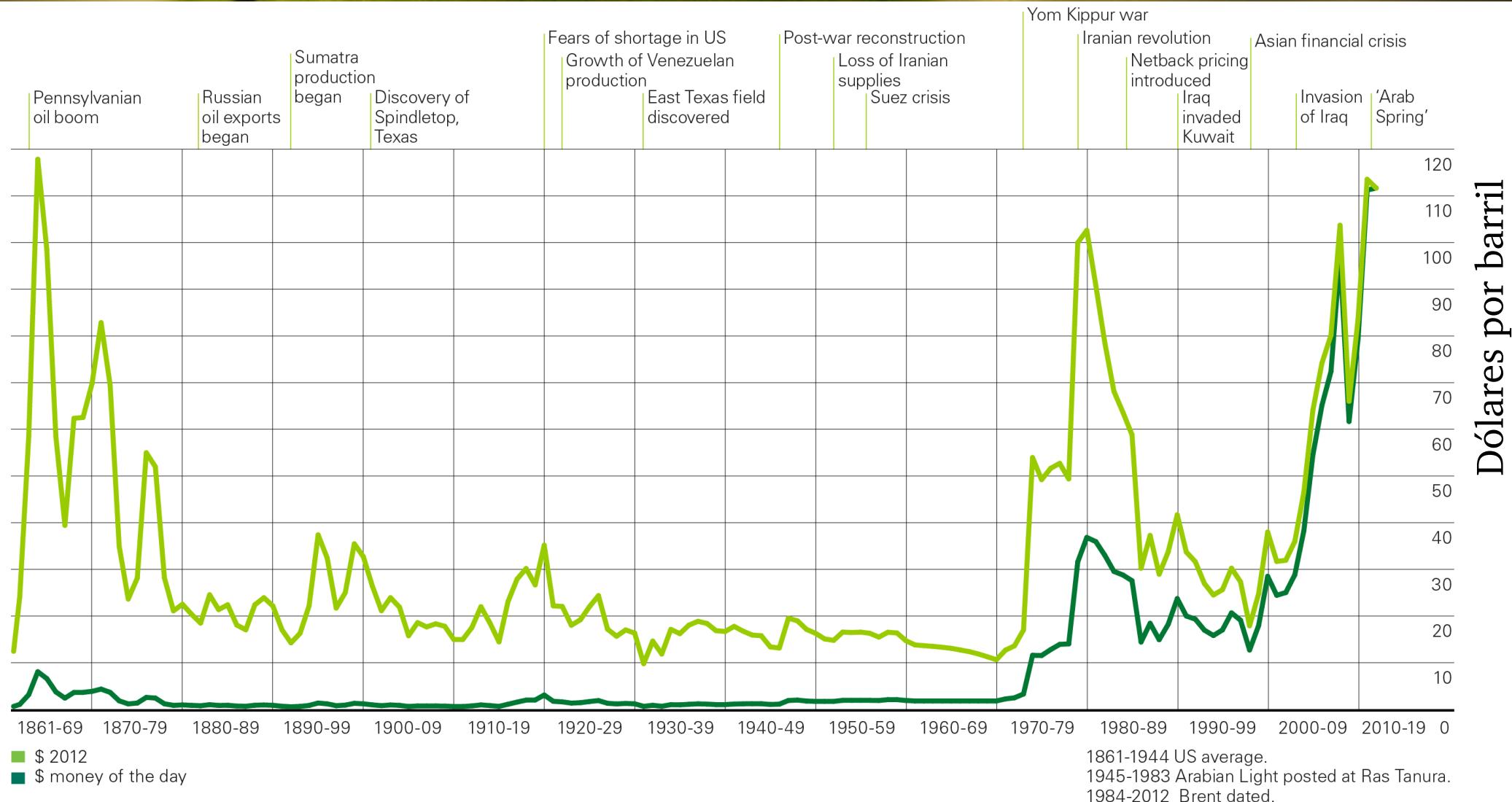


# Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo



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

# Según pasan los años...



Un “pequeño detalle”



# Un “pequeño detalle”

- Supongamos: combustibles fósiles sólo petróleo
  - → ~ 80% de la energía ~ 10000 Mtoe
  - 1 toe = 7,4 barriles
  - → ~  $7.4 \times 10^{10}$  barriles de petróleo en 2012
  - 1 barril de petróleo libera 317 kg CO<sub>2</sub> (Calcular)
  - En 2012 el consumo de combustibles fósiles liberaron a la atmósfera:  $2.3 \times 10^{13}$  kg de CO<sub>2</sub>
  - (Banco Mundial:  $3.2 \times 10^{13}$  kg de CO<sub>2</sub> en 2010)

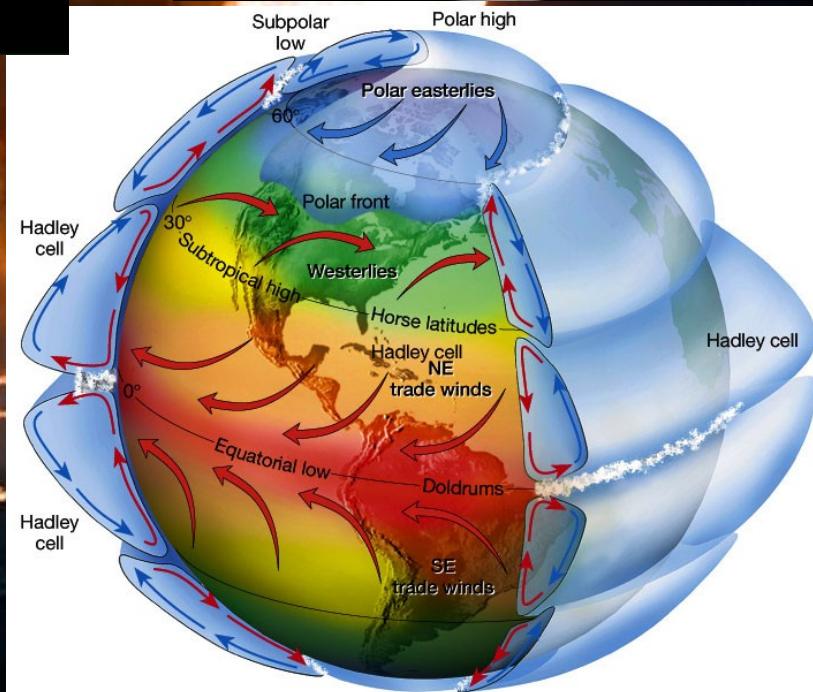
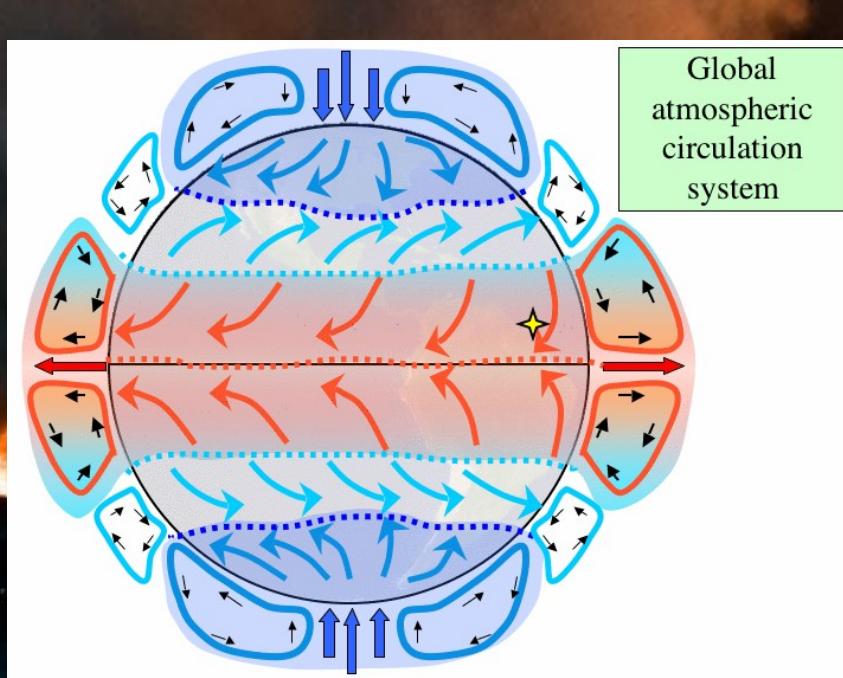
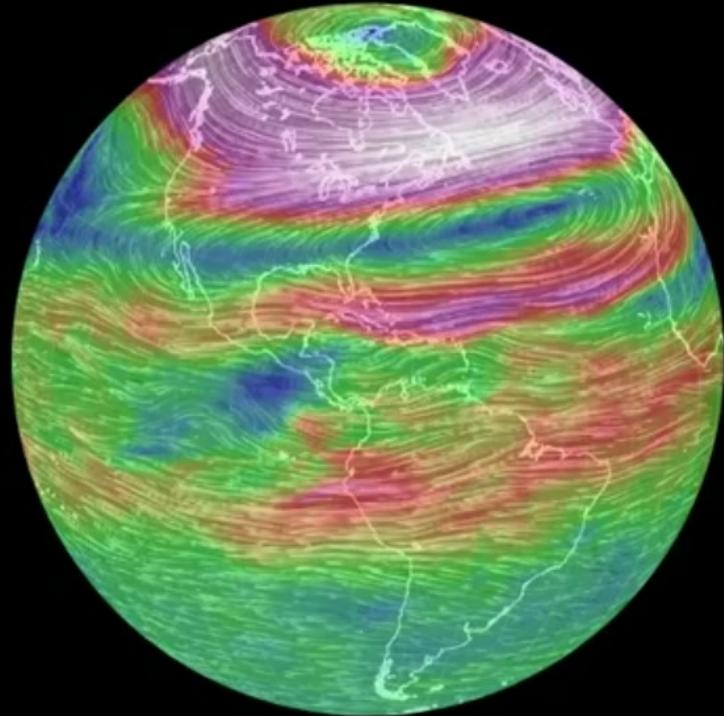
Tarea: reproduzca

Un “pequeño detalle”

- Quemar un barril de petróleo libera 320 kg de CO<sub>2</sub>
- El año pasado quemamos ~70 mil millones de barriles
- y liberamos ~25 billones de kg de CO<sub>2</sub>
- que terminaron en la atmósfera

Tarea: reproduzca

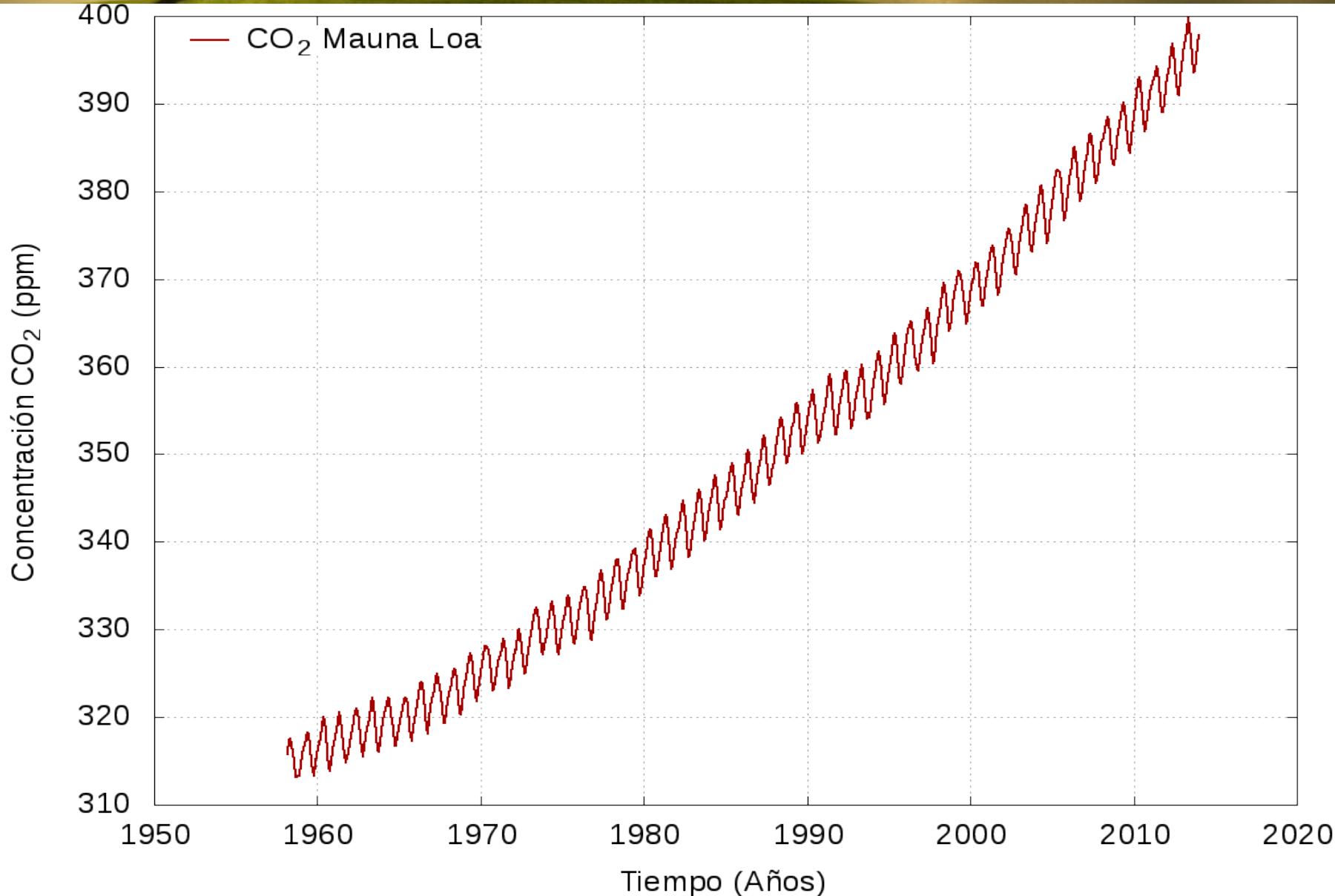
# La atmósfera es como una “licuadora”





# Todo se mezcla, y el CO<sub>2</sub> se acumula

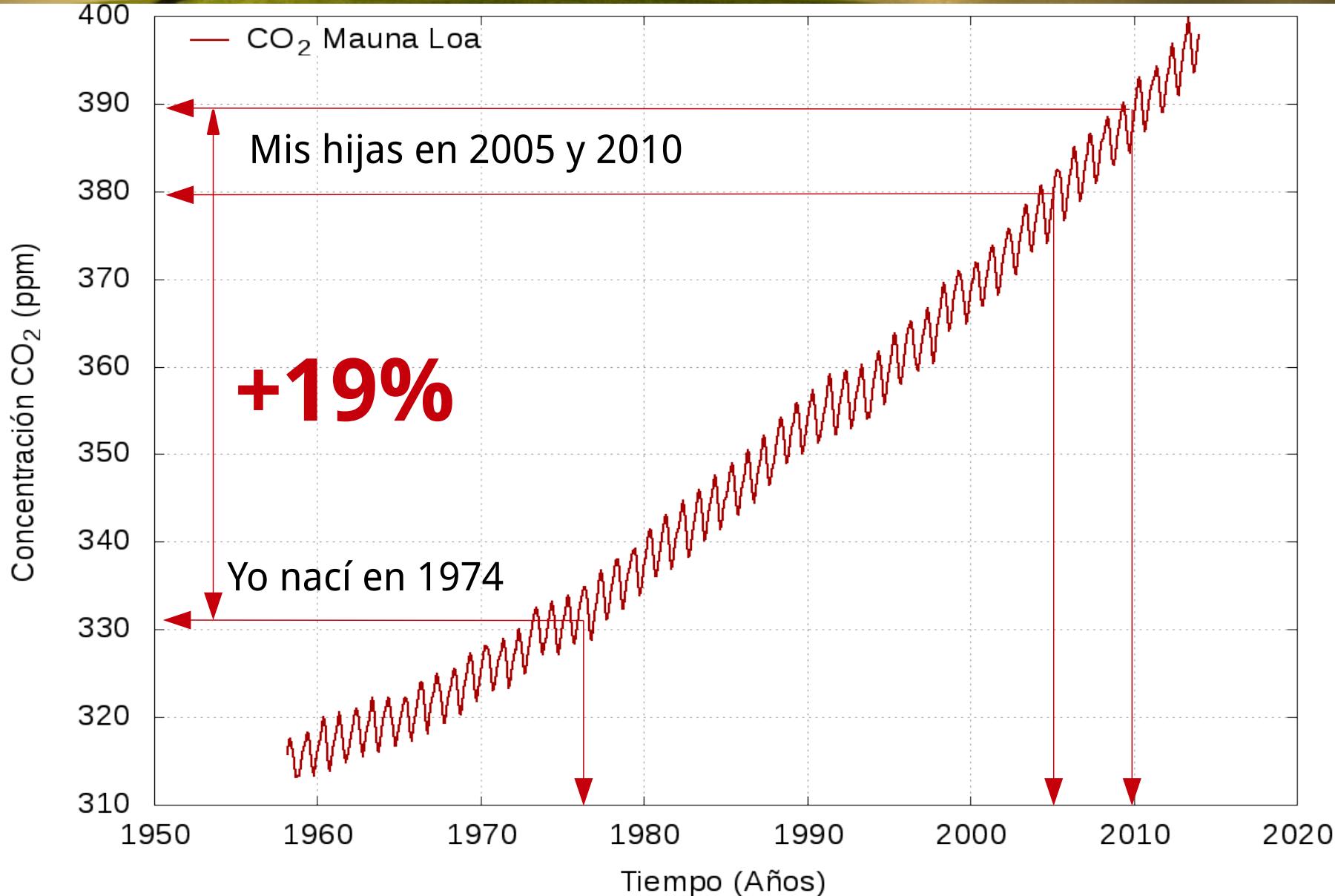
Fuente: Observatorio Mauna Loa (vía Google) 1958-2014





# Todo se mezcla, y el CO<sub>2</sub> se acumula

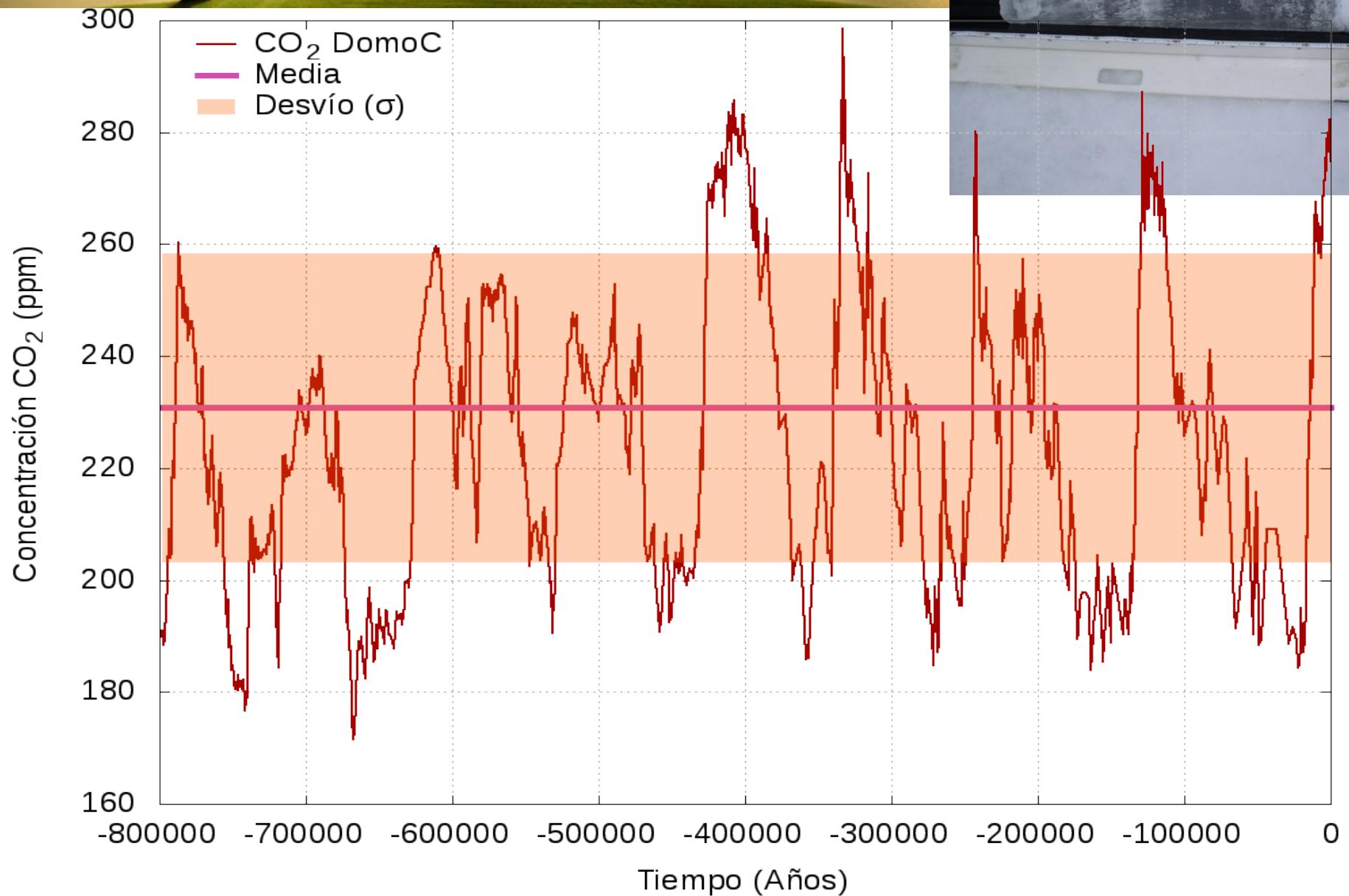
Fuente: Observatorio Mauna Loa (vía Google) 1958-2014



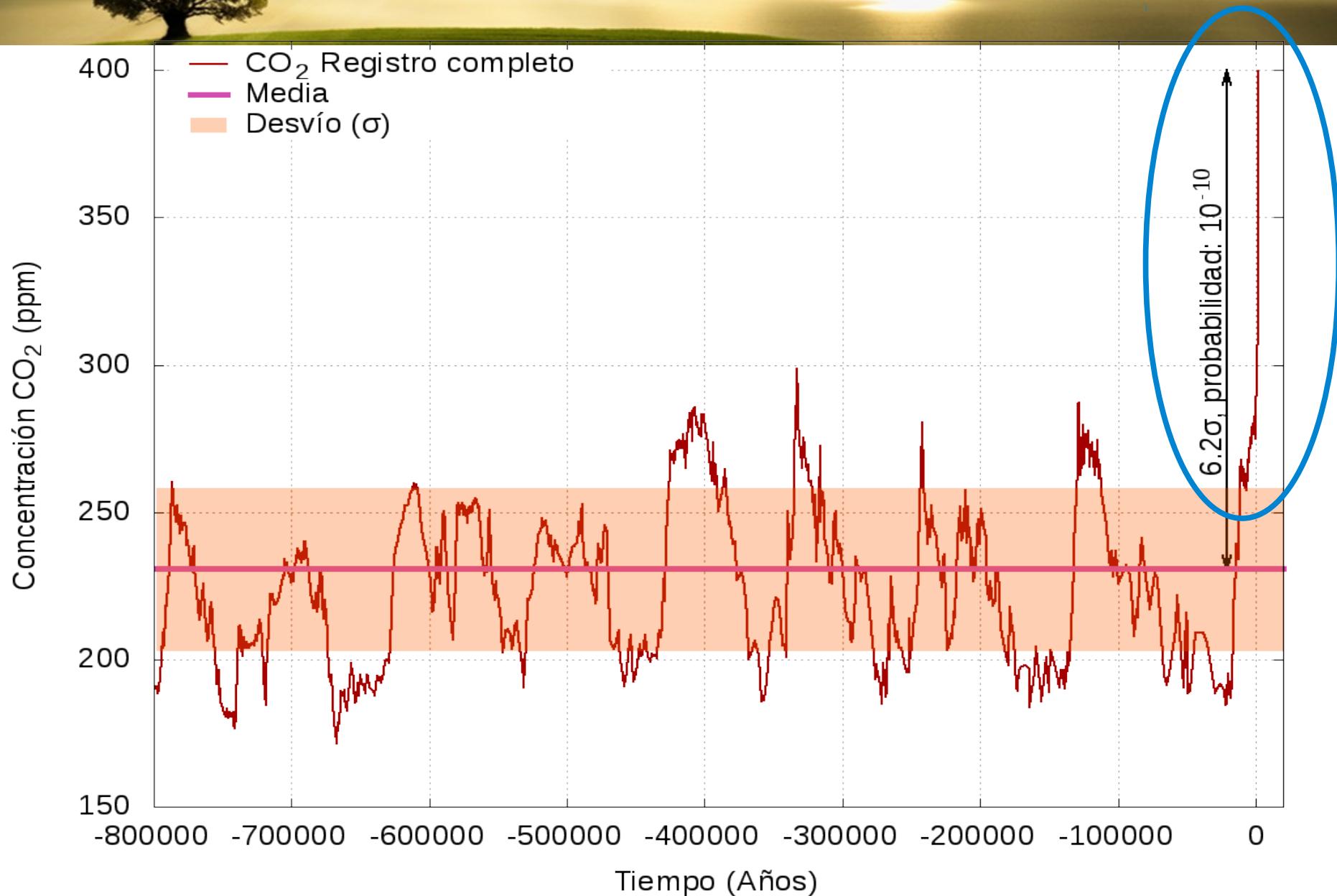
# Los ciclos de la Naturaleza



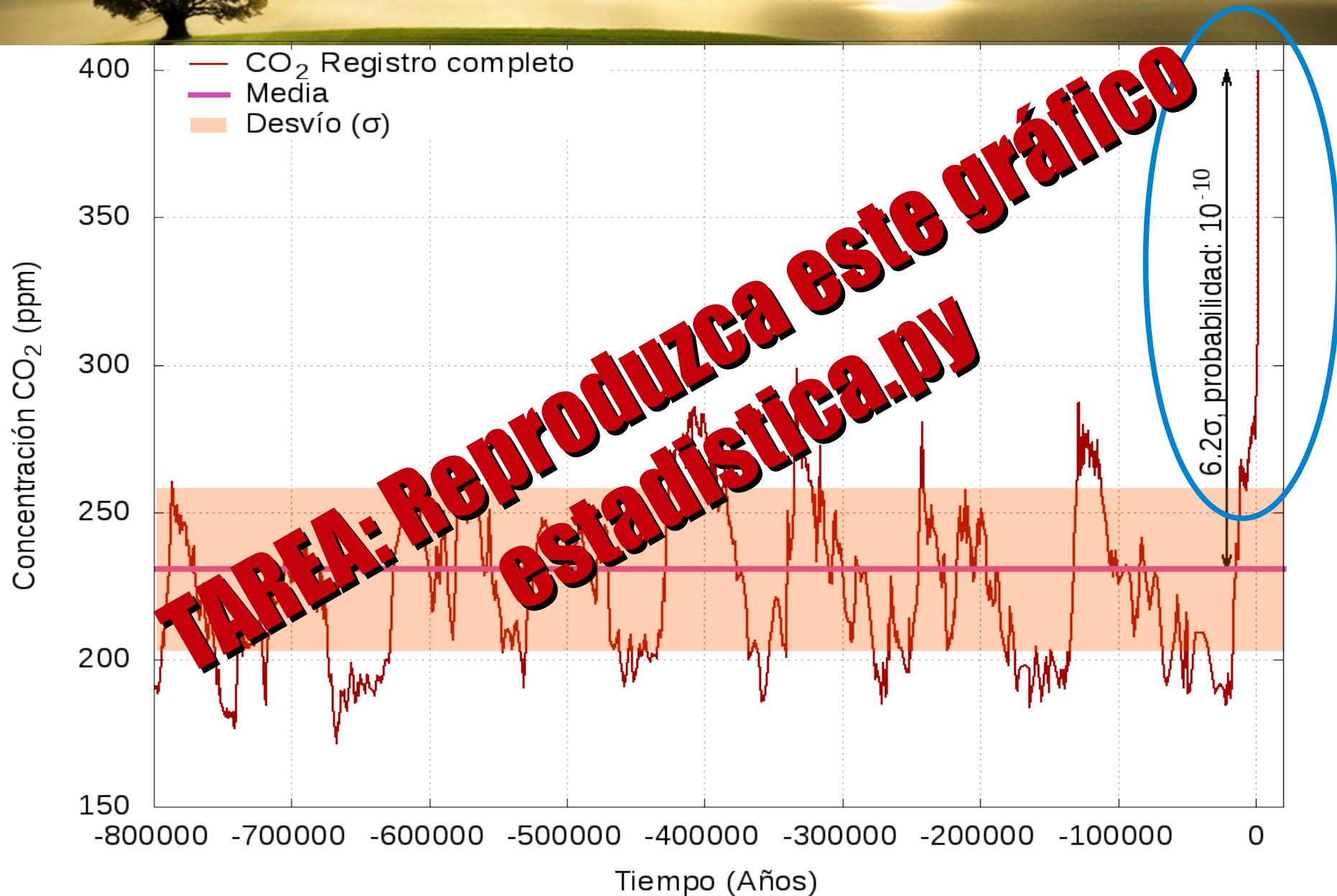
Fuente: Mediciones Testigos de Hielo Antártico – Dome C, 800000 AC al 134 AC (vía Google)



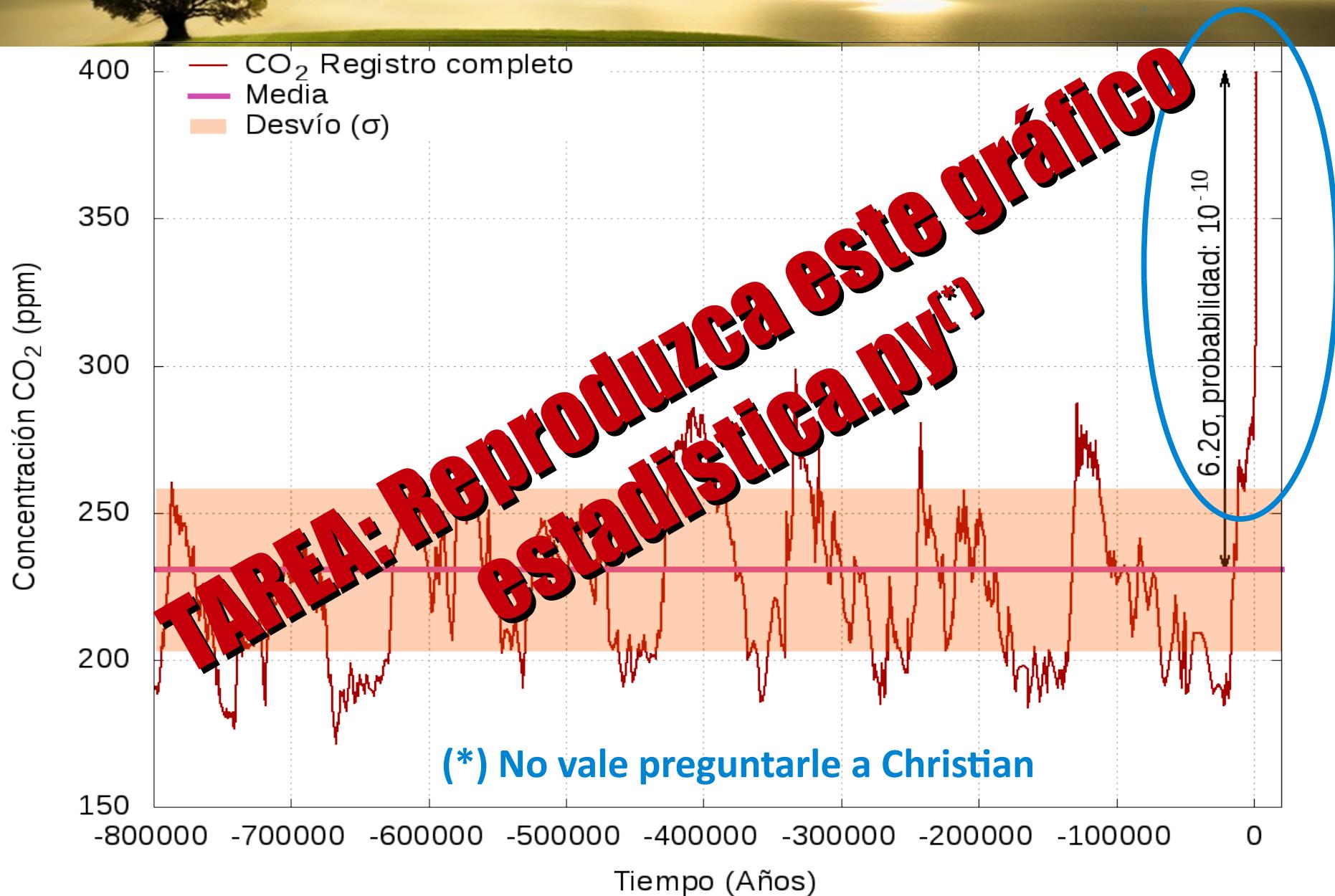
# Todo junto.... ¿¿yo no fui??



# Todo junto.... ¿yo no fui??



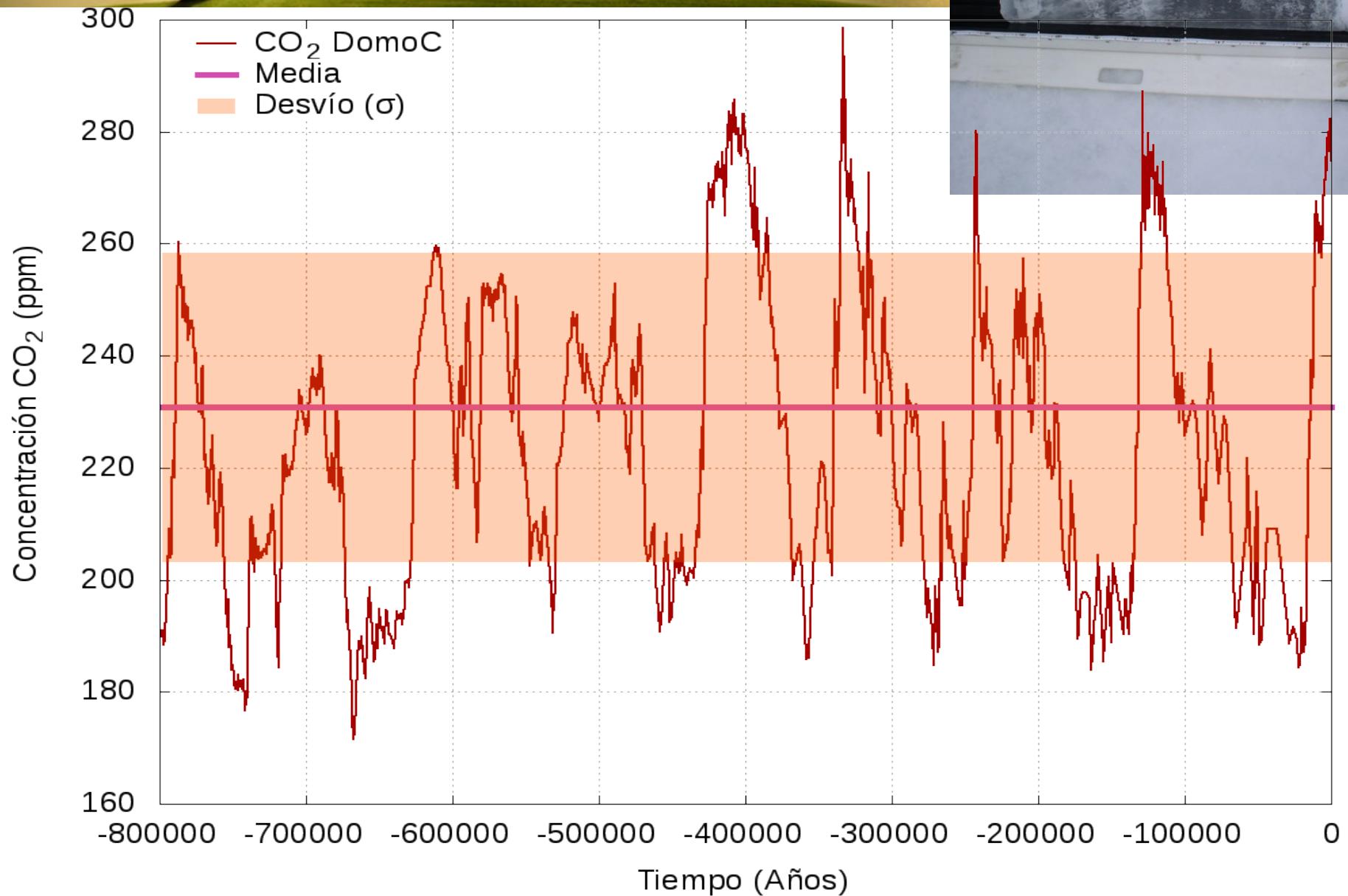
# Todo junto.... ¿¿yo no fui??



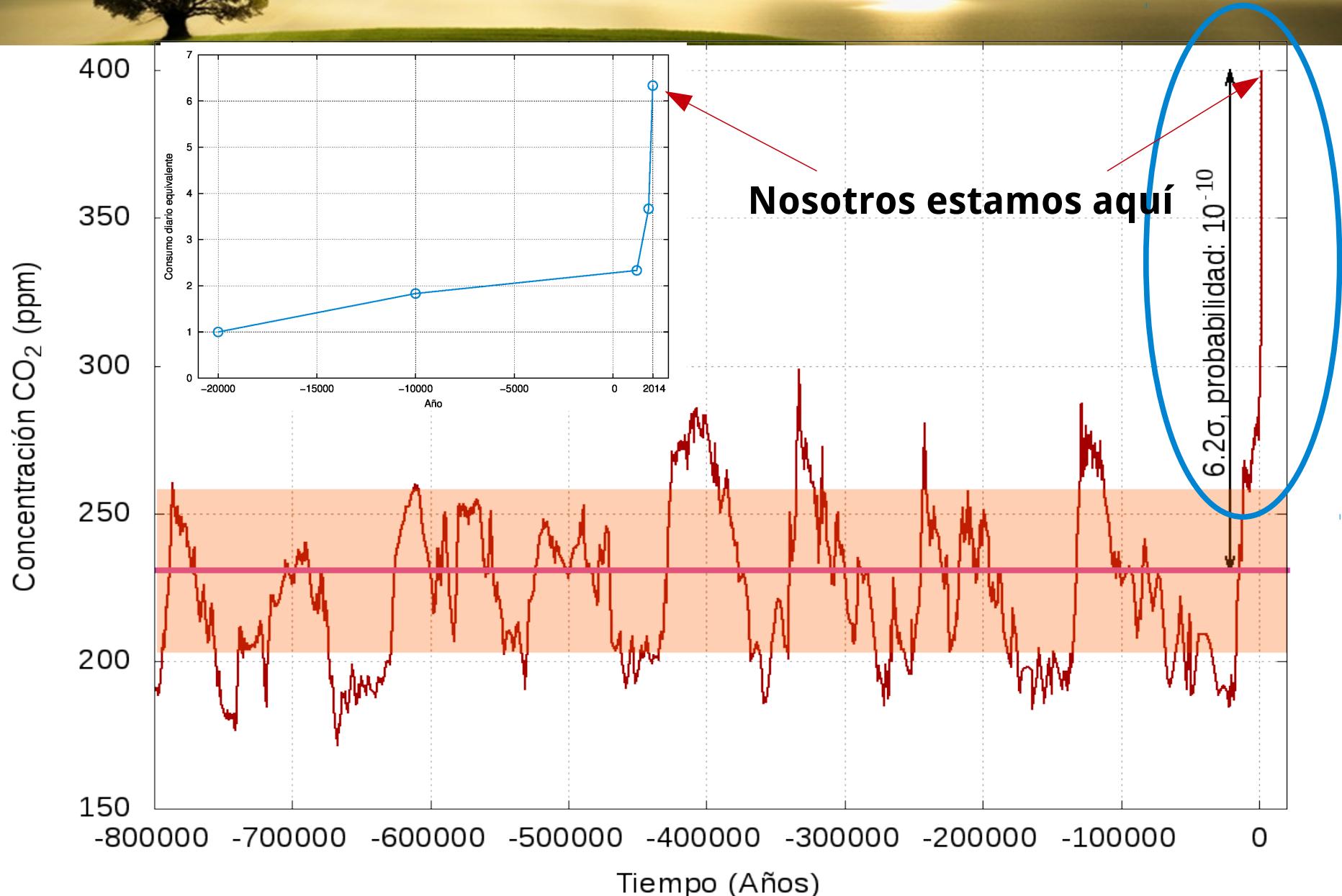
# Los ciclos de la Naturaleza



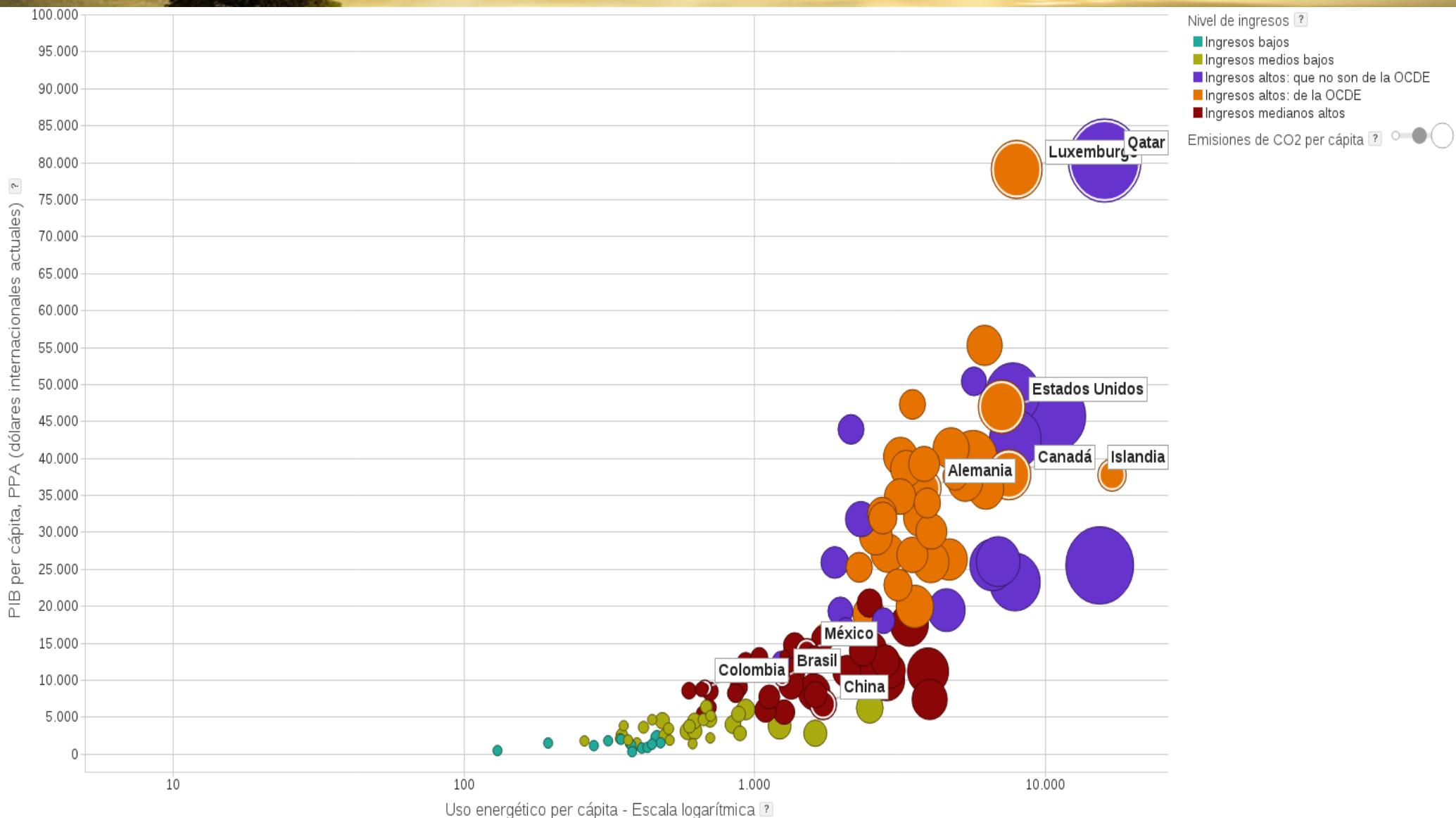
Fuente: Mediciones Testigos de Hielo Antártico – Dome C, 800000 AC al 134 AC (vía Google)



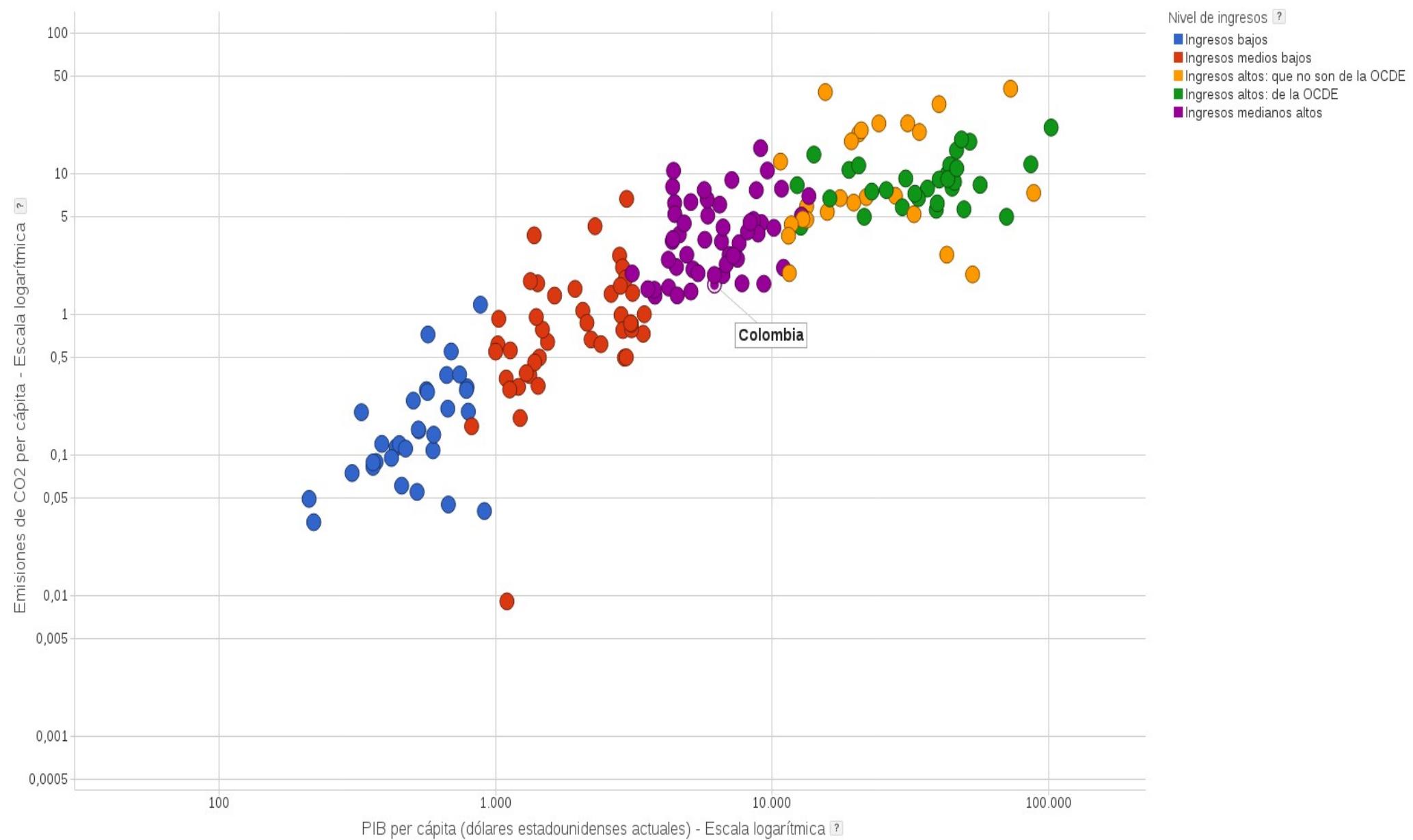
# Todo junto.... ¿yo no fui??



# Energía vs PIB vs CO<sub>2</sub> (per capita)

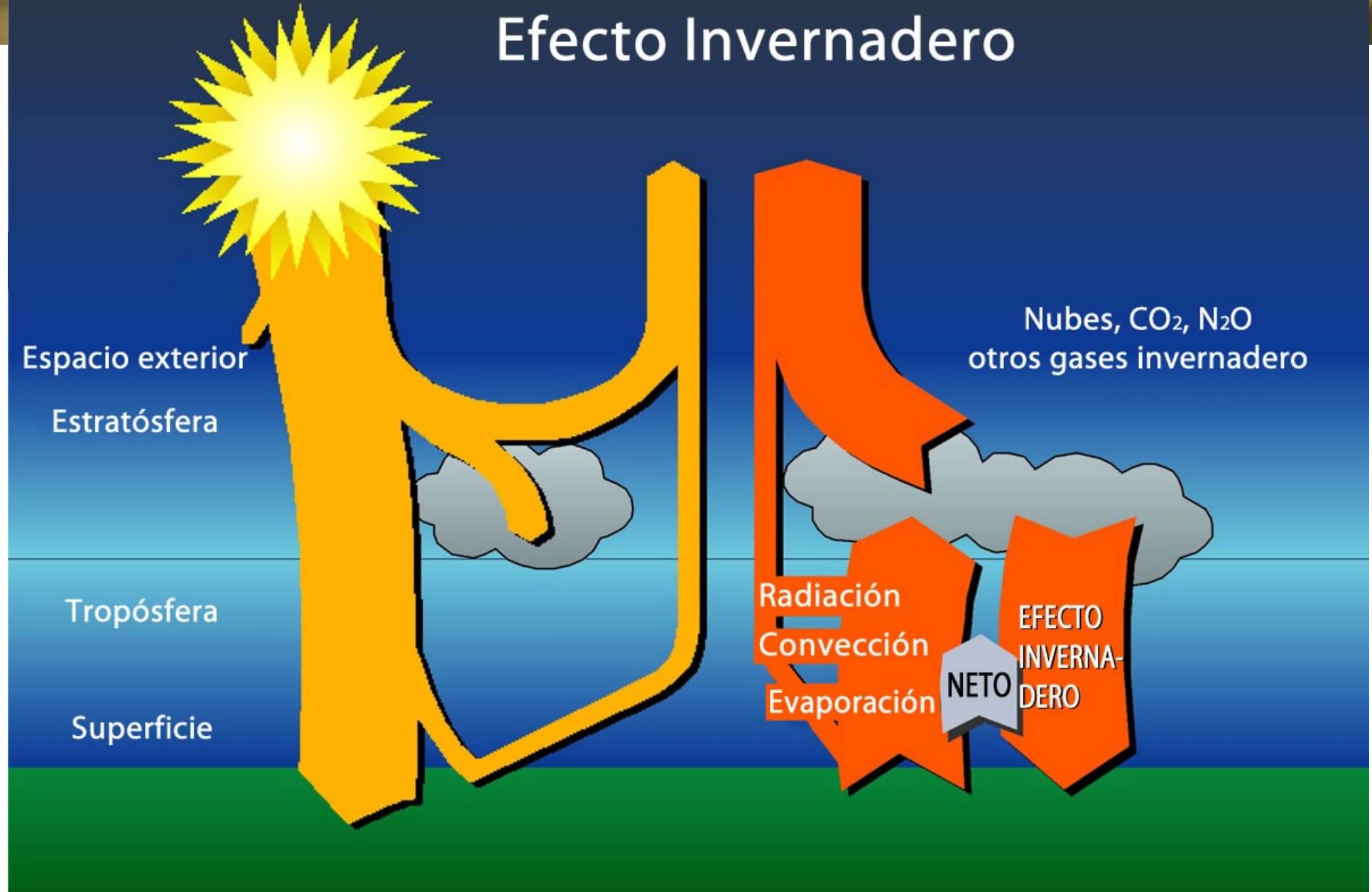


# Emisiones de CO<sub>2</sub> vs PIB (per capita)



# Efecto invernadero

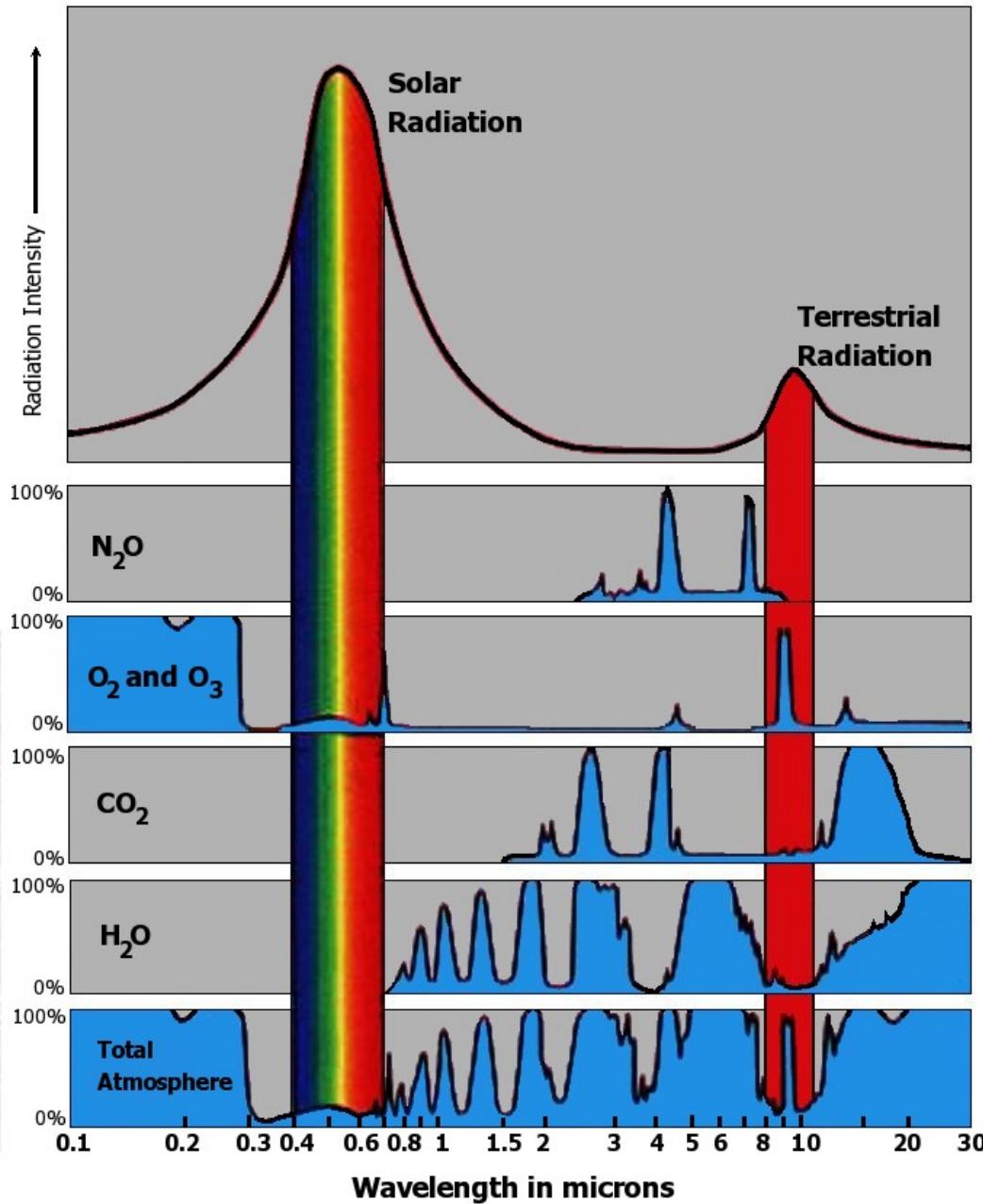
## Efecto Invernadero



**Todo tiende al equilibrio**



# Gases de efecto invernadero



- Son aquellos que contribuyen a la absorción de radiación electromagnética en el aire
- Naturales:
  - O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>
- Antropológicos
  - H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>,

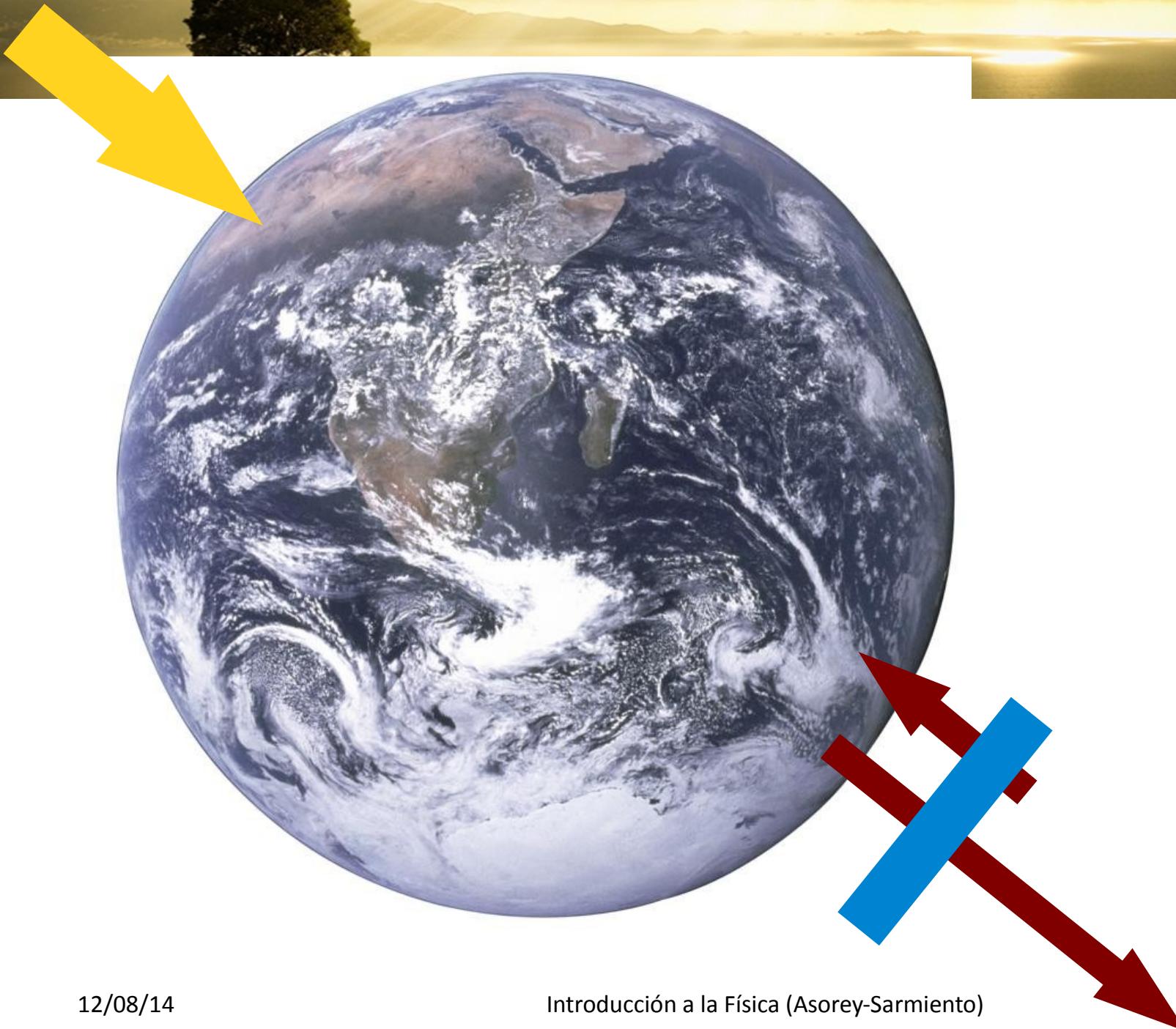
**Todo tiende al equilibrio**



Todo tiende al equilibrio



**Todo tiende al equilibrio**

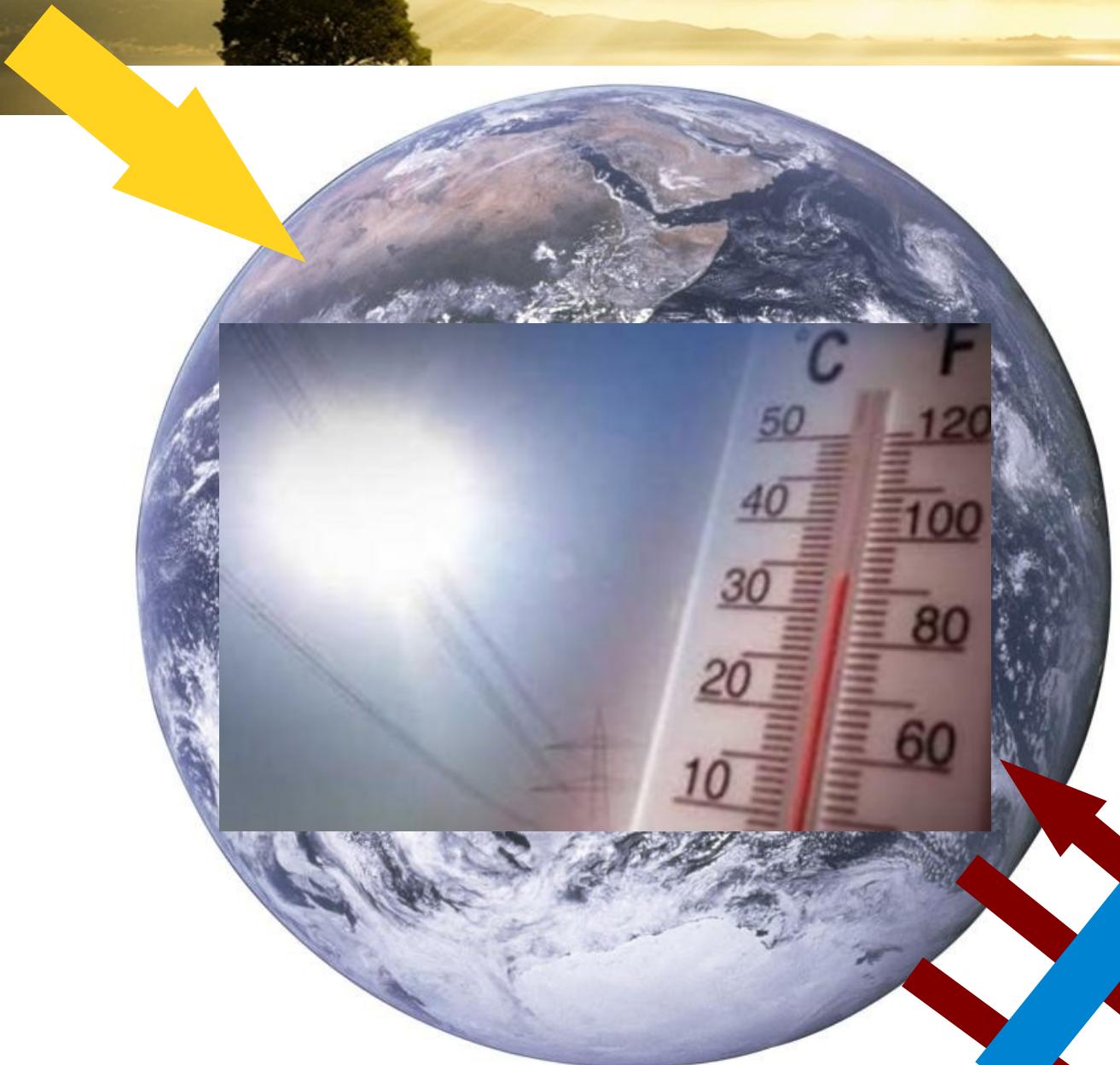


Todo tiende al equilibrio



Todo tiende al equilibrio

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



Mayor  
temperatura



Más evaporación  
de agua

## Avalancha del Efecto Invernadero

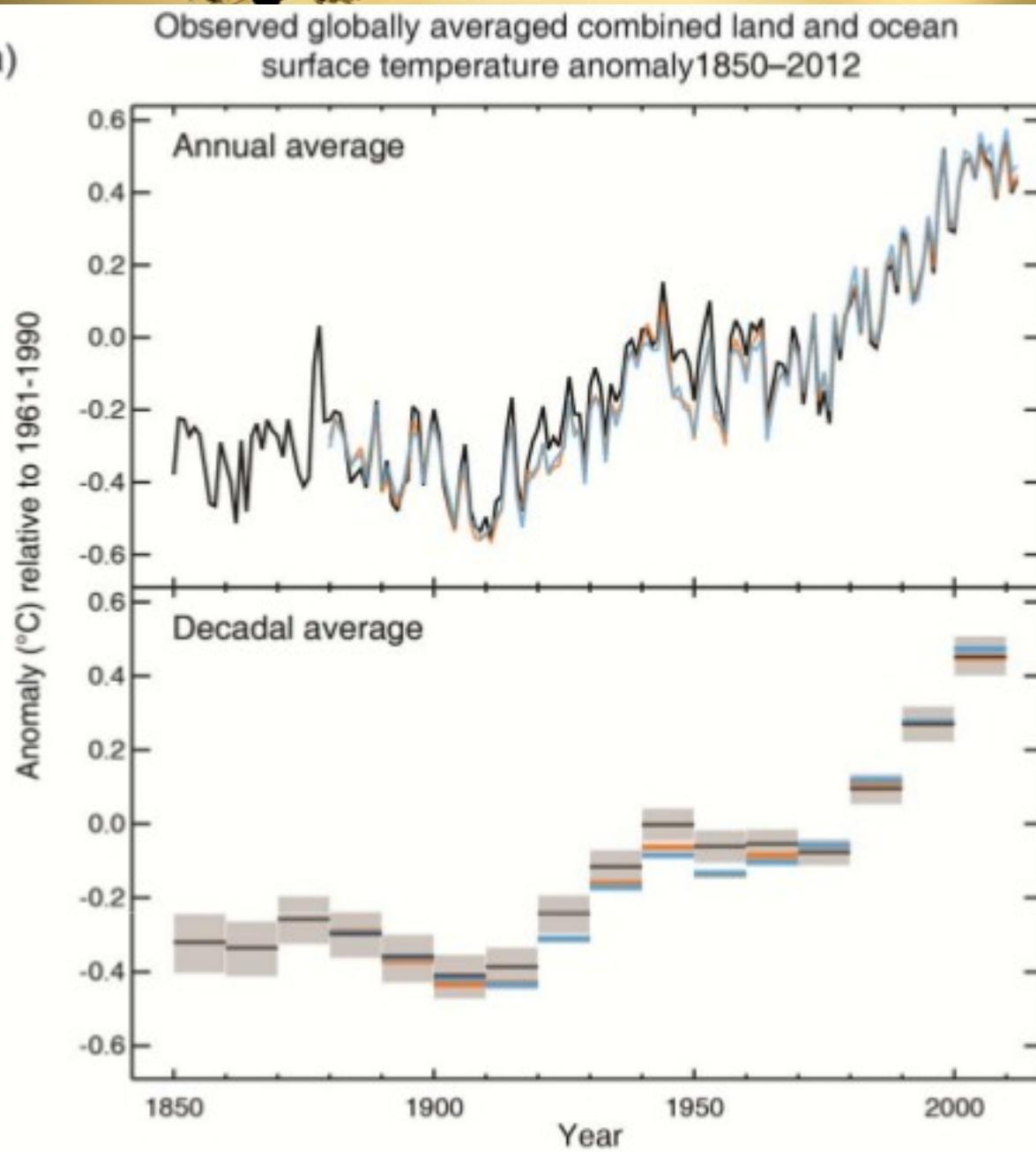
Más absorción  
en el aire



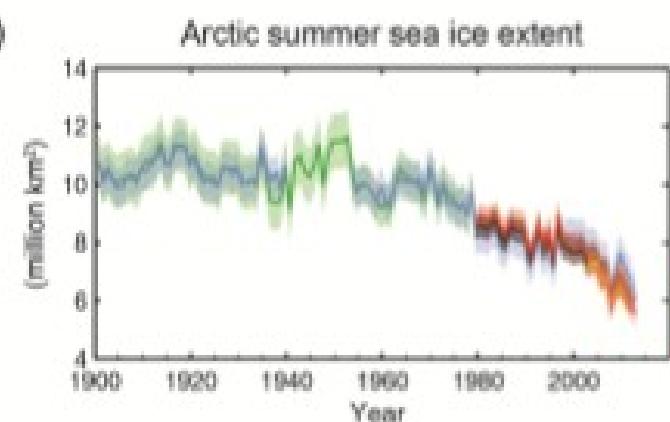
Más vapor  
de agua

# Calentamiento Global

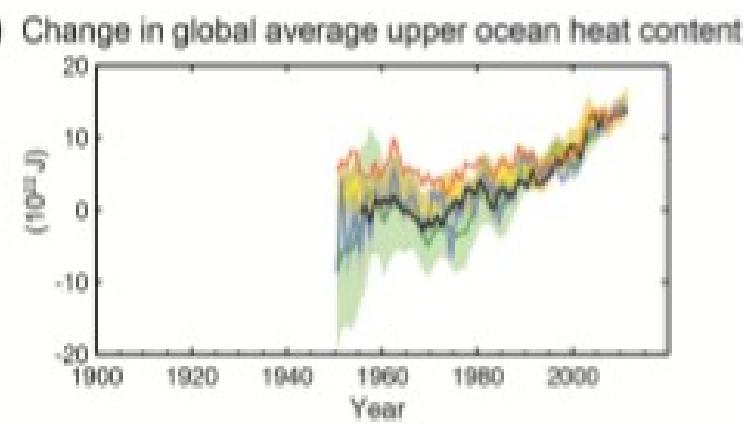
(a)



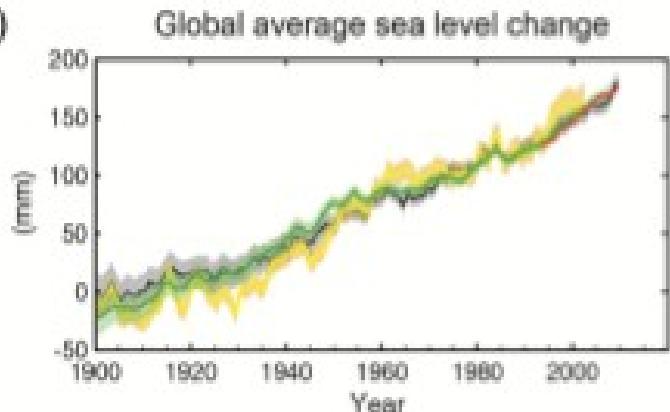
(b)



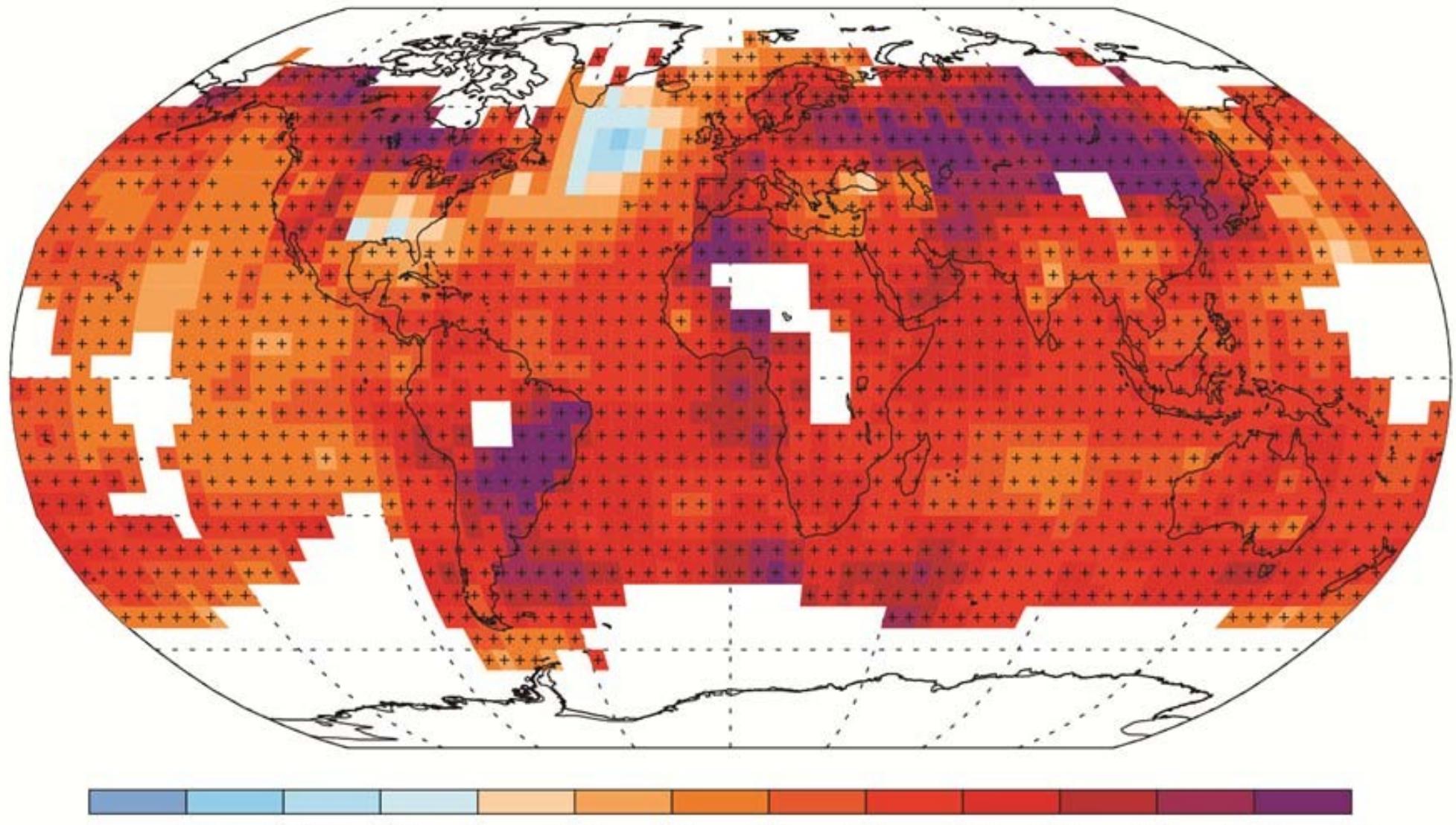
(c)



(d)



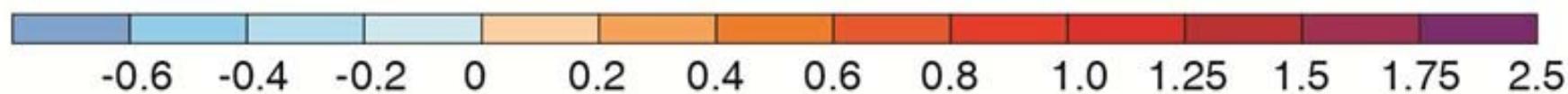
# Cambio observado en el promedio de la Temperatura en superficie (1901-2012)



Tendencia ( $^{\circ}\text{C}$  sobre todo el período)

**“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**



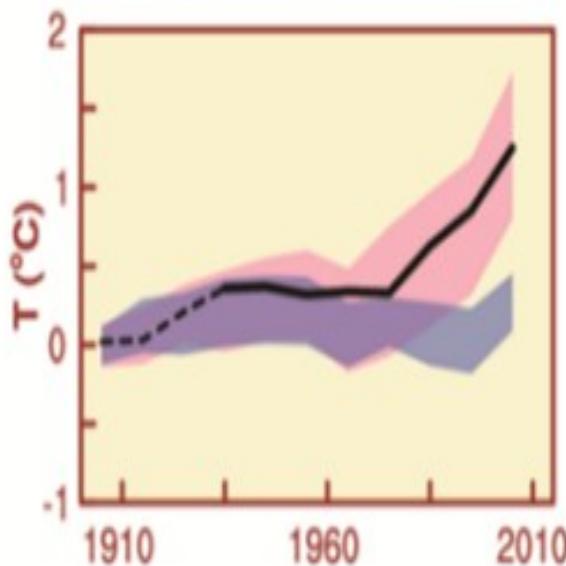
Tendencia (°C sobre todo el período)

# ¿¿¿YO NO FUI??? ¿En serio?

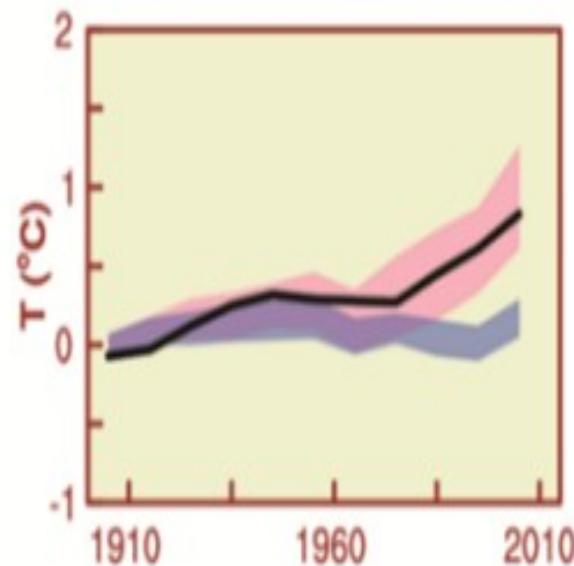


## Global Averages

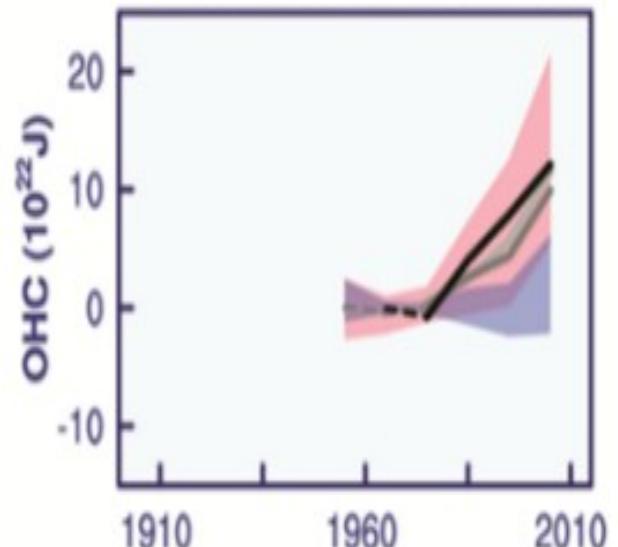
Land Surface



Land and Ocean Surface



Ocean Heat Content



Observations

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

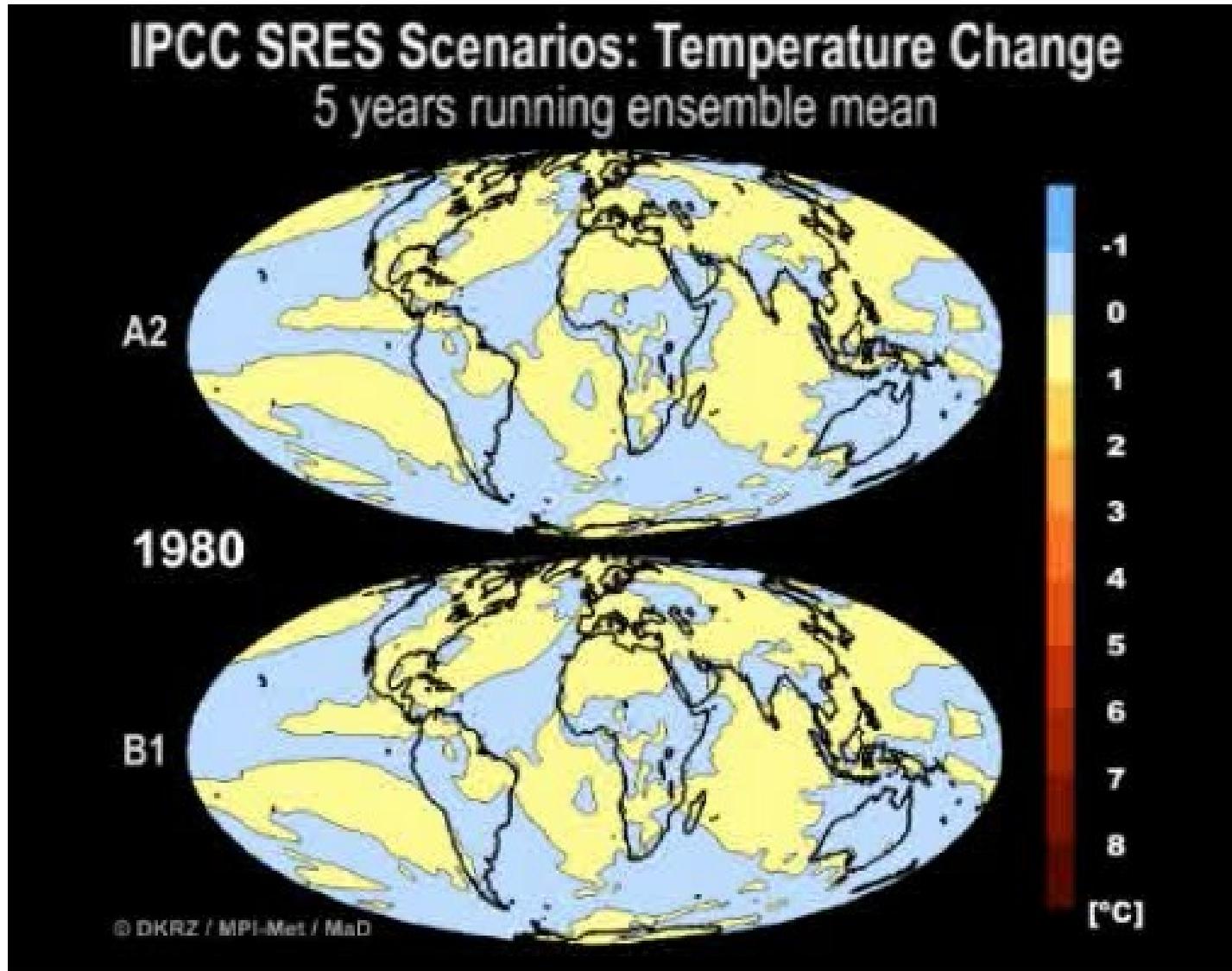
# ¿¿¿YO NO FUI??? ¿En serio?

**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



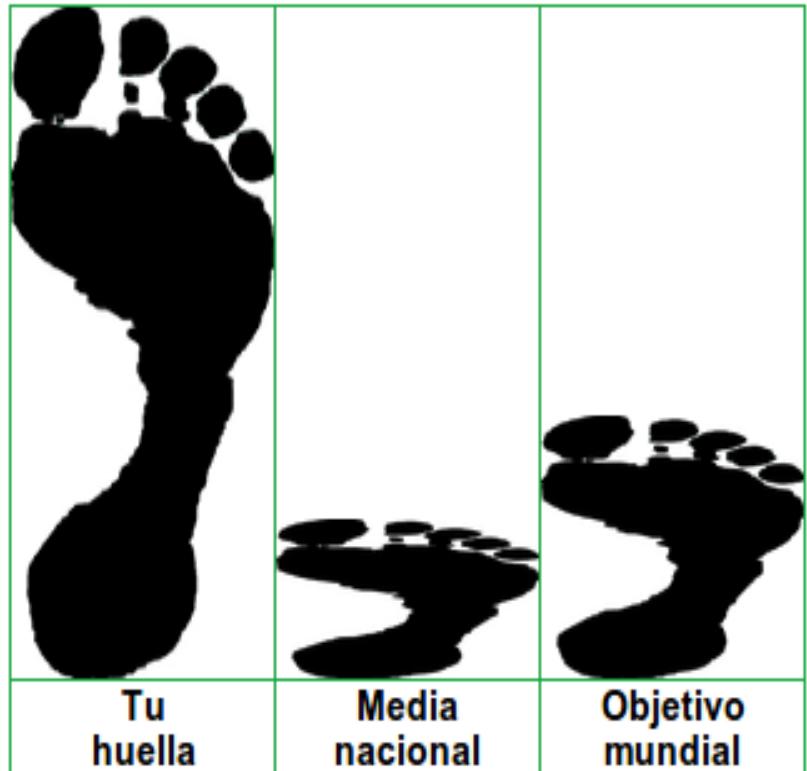
# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

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

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

**Total = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>**

**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 CO<sub>2</sub>** **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

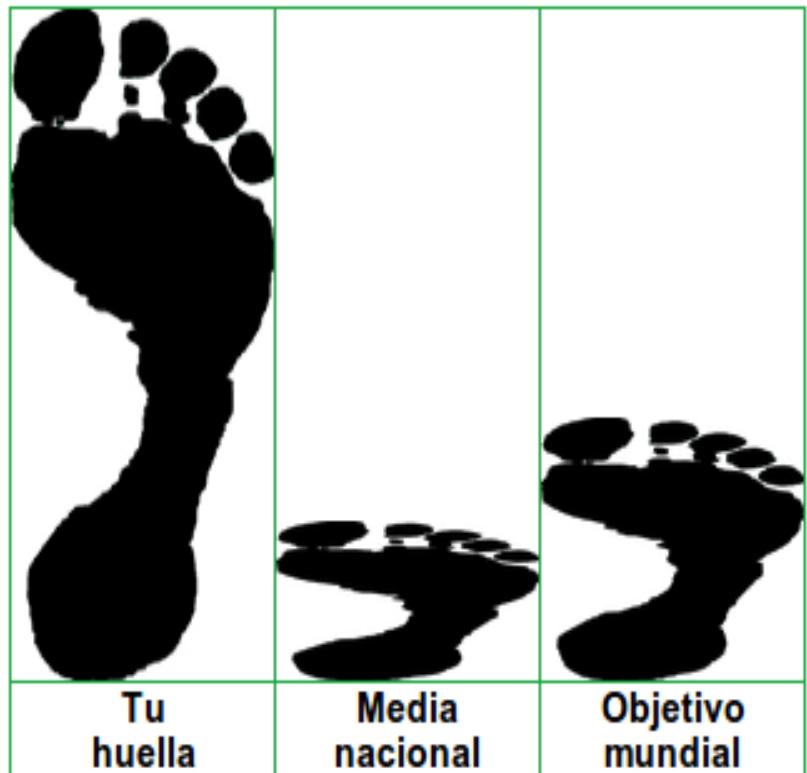
# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

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

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

Total = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>

**0.3 Toneladas por año  
en la respiración**



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

**Total a compensar = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>** **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.arbonfootprint.com/>

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

Total = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>

**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
5.08	1.21	2.00

e 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 CO<sub>2</sub>**

**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

# Estamos a tiempo

Recicla



Reusa

Reduce

Estamos a tiempo

# Reflexiona

Reforesta

Recicla

Reusa

Reduce



Estamos a tiempo  
**Reflexiona**

Reforesta

Recicla

**Responsabilízate**

Reusa

Reduce

**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



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

