

**CICLO DE JORNADAS**

## **MODERNIZACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO EN MENDOZA**



**EPRE**  
Ente Provincial  
Regulador Eléctrico

*El Ente Provincial Regulator Eléctrico realizará desde el 19/8/2021 al 02/09/2021, una Sensibilización sobre los objetivos que persigue la Ley Provincial 9.084, en el marco de la necesidad de dar un paso hacia la modernización*

# **Energía y Sostenibilidad**

**Eduardo Guerra**



**IMPESA**

# ¿Qué es la energía?

- La energía puede o no manifestarse.
- Se transforma de una forma a otra.
- La energía es información.
- Cuando algo está inmerso en un campo de energía tiene un potencial.

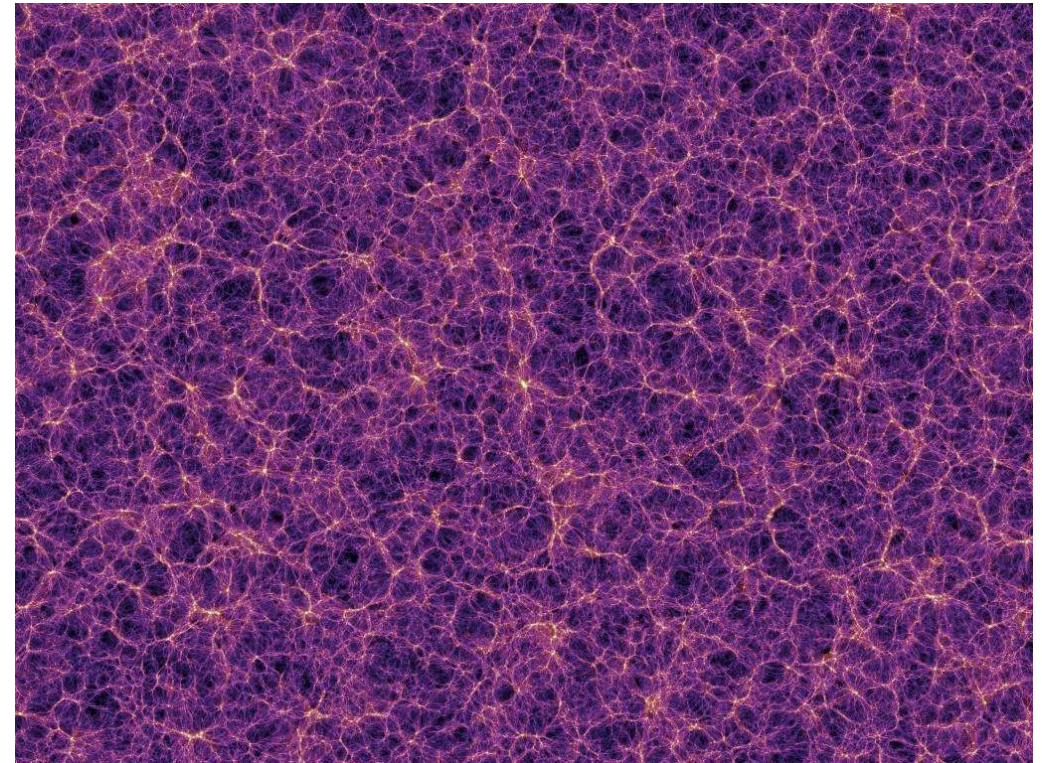
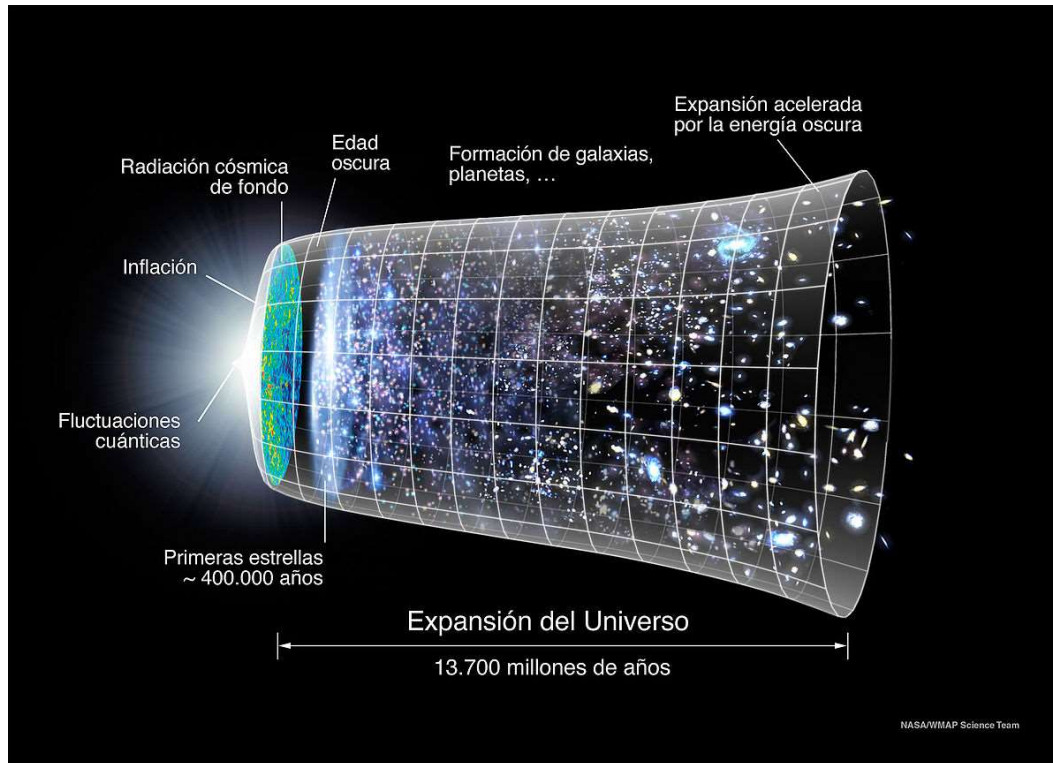


**Energía es la capacidad de hacer algo durante un tiempo limitado.**

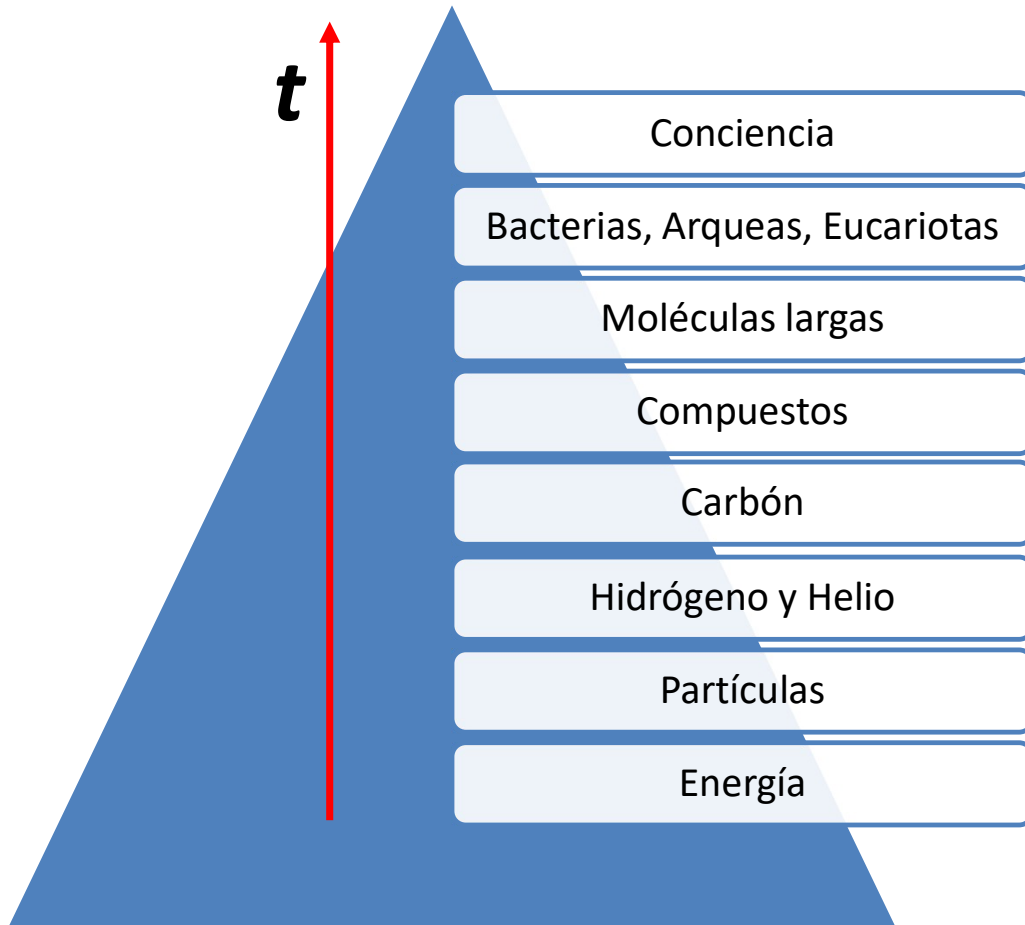
# La energía originó el Universo

El Universo se expande...

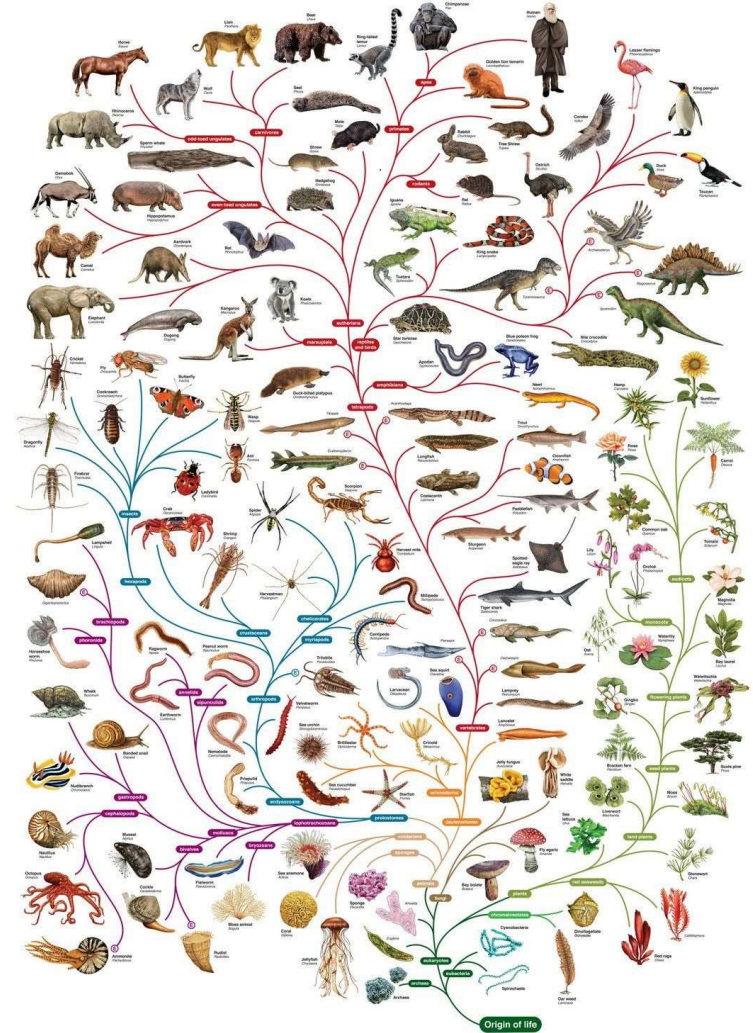
Y es una red



# Energía, materia y el árbol de la vida



*Evolución*

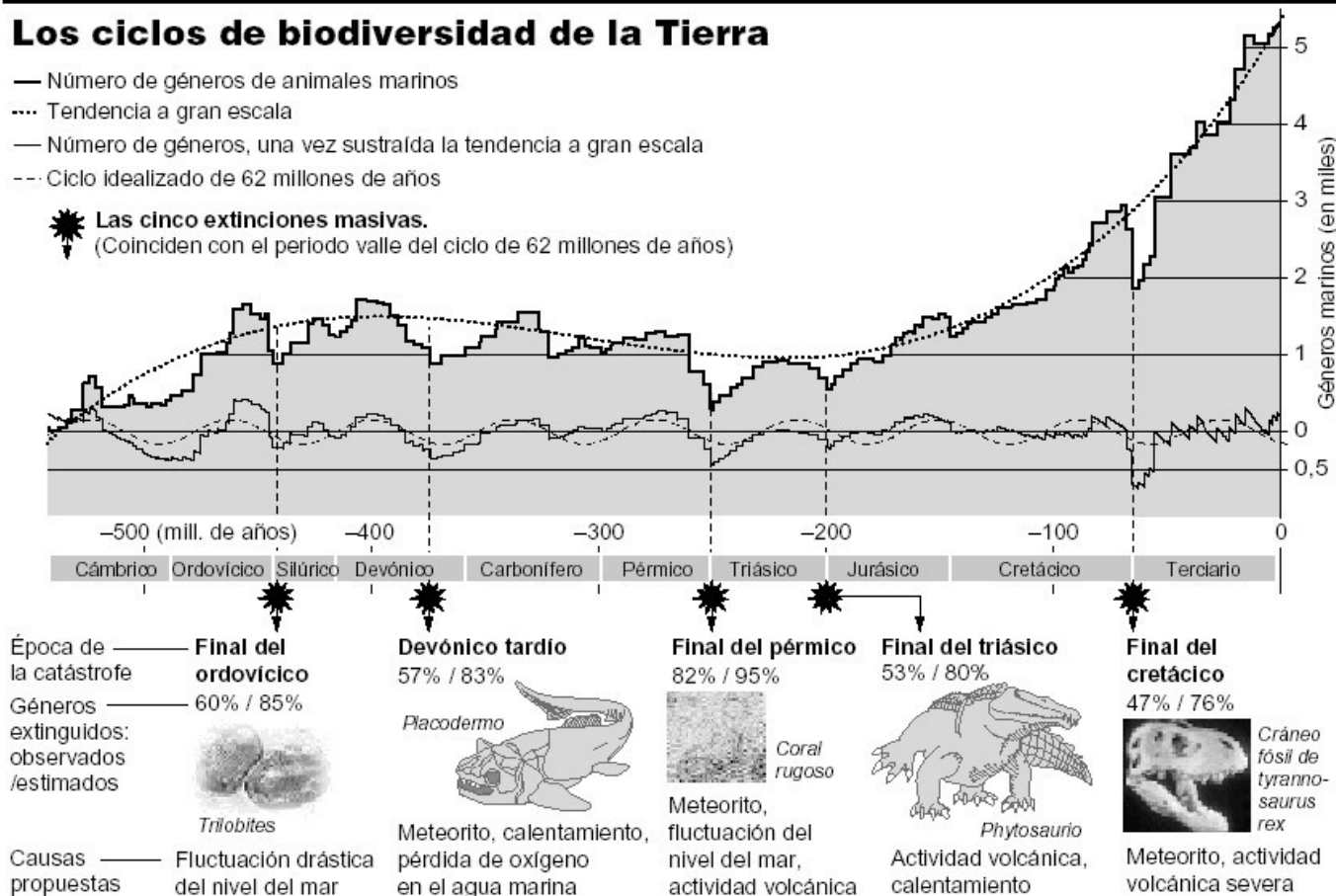


# La evolución atravesó 5 extinciones para lograr conciencia

## Los ciclos de biodiversidad de la Tierra

- Número de géneros de animales marinos
- .... Tendencia a gran escala
- Número de géneros, una vez sustraída la tendencia a gran escala
- Ciclo idealizado de 62 millones de años

☀ **Las cinco extinciones masivas.**  
(Coinciden con el periodo valle del ciclo de 62 millones de años)



- Las extinciones masivas se producen cuando los cambios en el ecosistema son tan rápidos que las especies no pueden adaptarse.

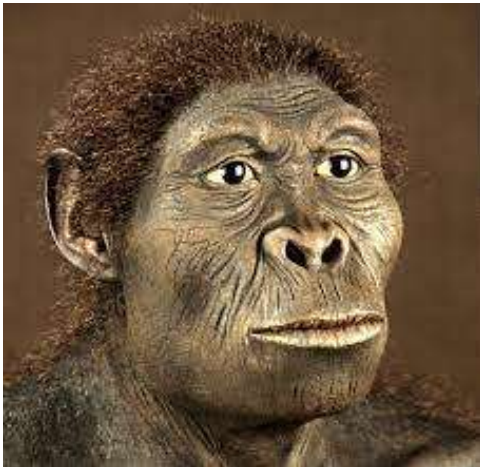
Fuente: Nature.

EL PAÍS

# Homínidos

## Homo Habilis (hace 2,5 millones de años)

- Crea las primeras herramientas de piedra.



## Homo Erectus (hace 1,5 millones de años)

- Utiliza el fuego desde hace aproximadamente 800.000 años.
- Comienza con el primer energético: la Biomasa.



**Con la conciencia el Homo llega a la cima de la cadena.**

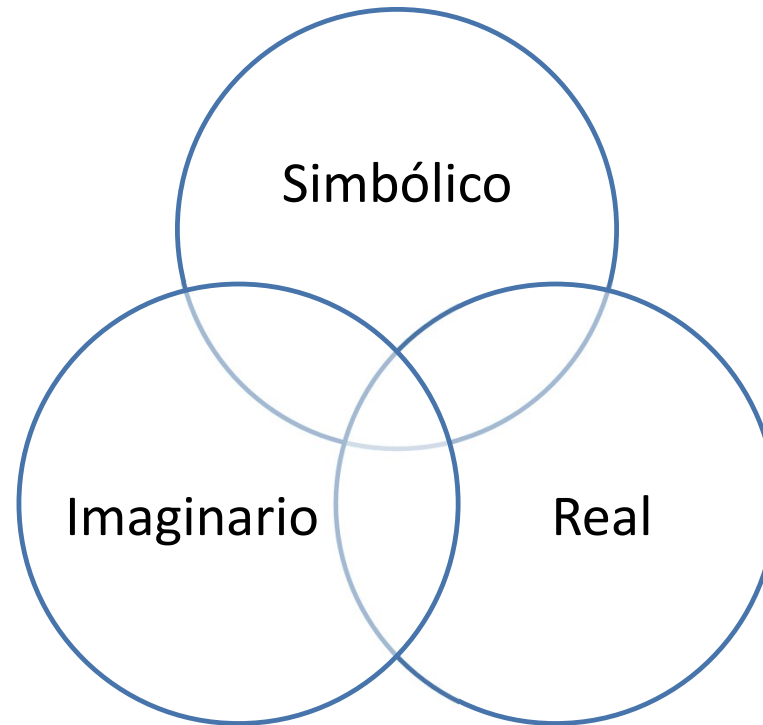
# El Homo Sapiens (290.000 años)

- Originalmente fue cazador y recolector, utilizaba herramientas y el fuego.
- Neandertales y Homo Sapiens crearon el orden simbólico.
- Con él pudieron superar el límite para establecer relaciones determinado por el tamaño de su cerebro.
- Consiguió que grandes grupos aceptaran colaborar entre sí.
- Una de sus características es que, a partir de su predominio, produjo extinciones de otras especies.
- Es la única especie homo, que prevaleció.



**Con la conciencia el Homo llega a la cima de la cadena.**

# El registro de la realidad

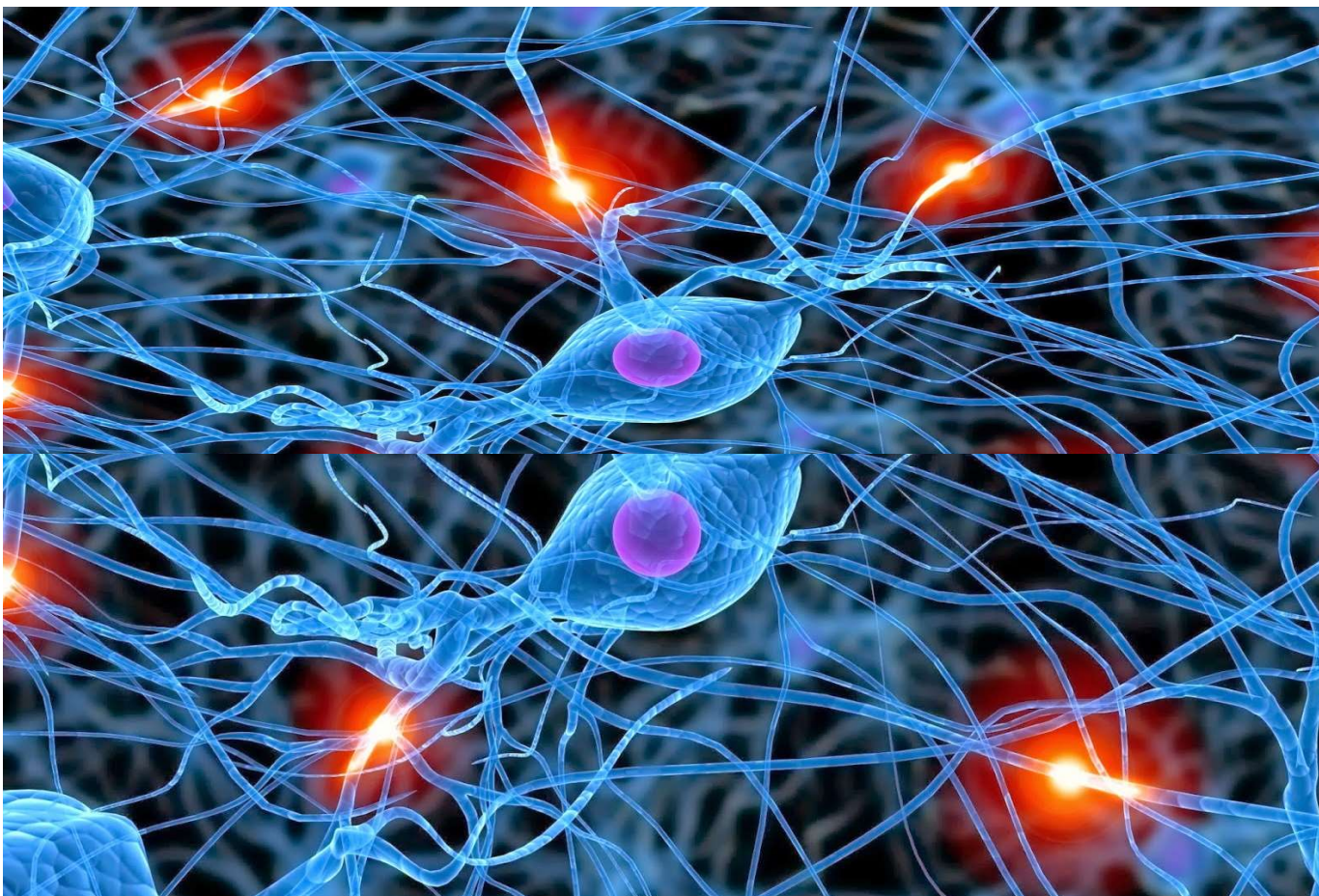


**“Los humanos controlan el mundo porque pueden cooperar mejor que ningún otro animal y pueden cooperar tan bien porque creen en las ficciones.”**

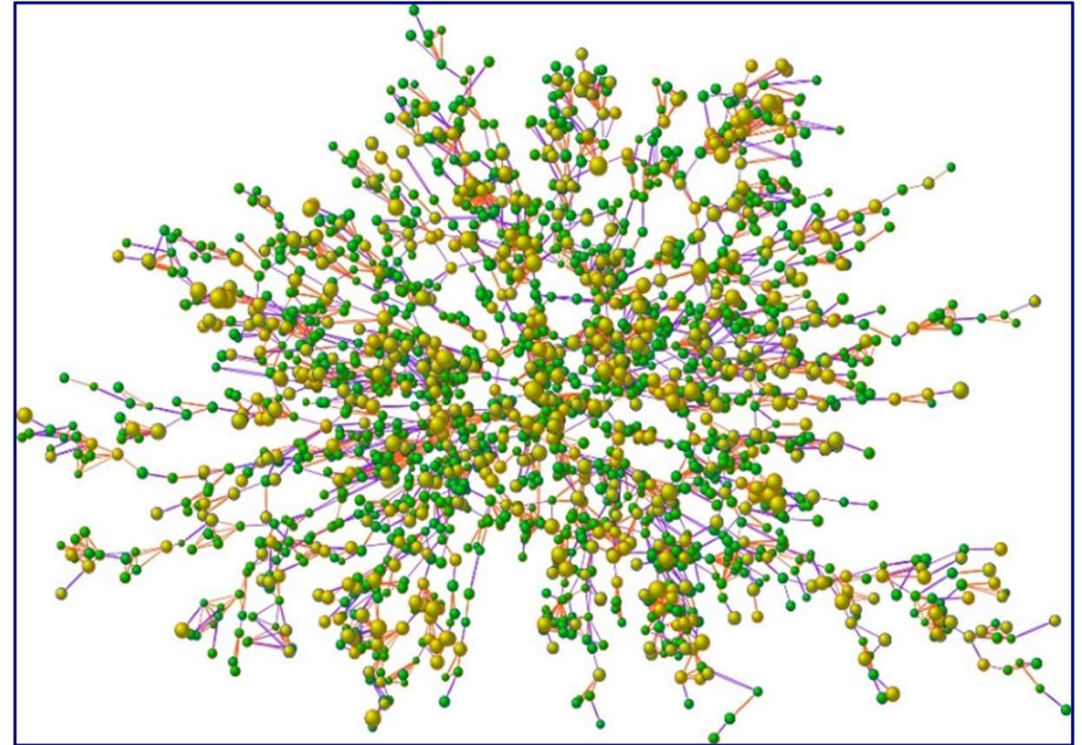
**(Lecciones para el Siglo XXI, Yaval Noah Harari)**



# El cerebro es una red



# El período neolítico (hace 11.000 años)



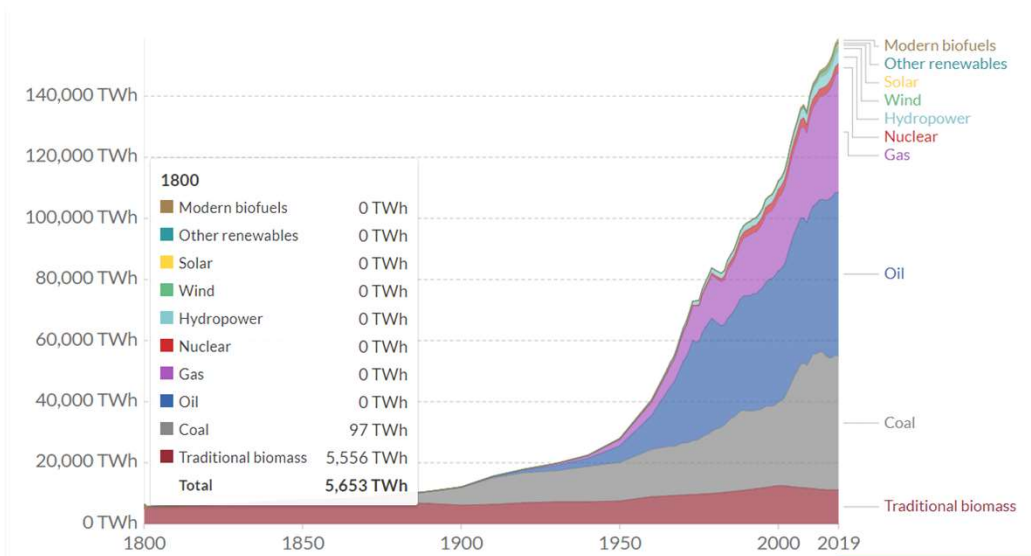
**Una revolución tecnológica que nos llevó a organizar las comunidades. También la comunidad es una red.**

## ¿Cómo era la vida sin sector energético?

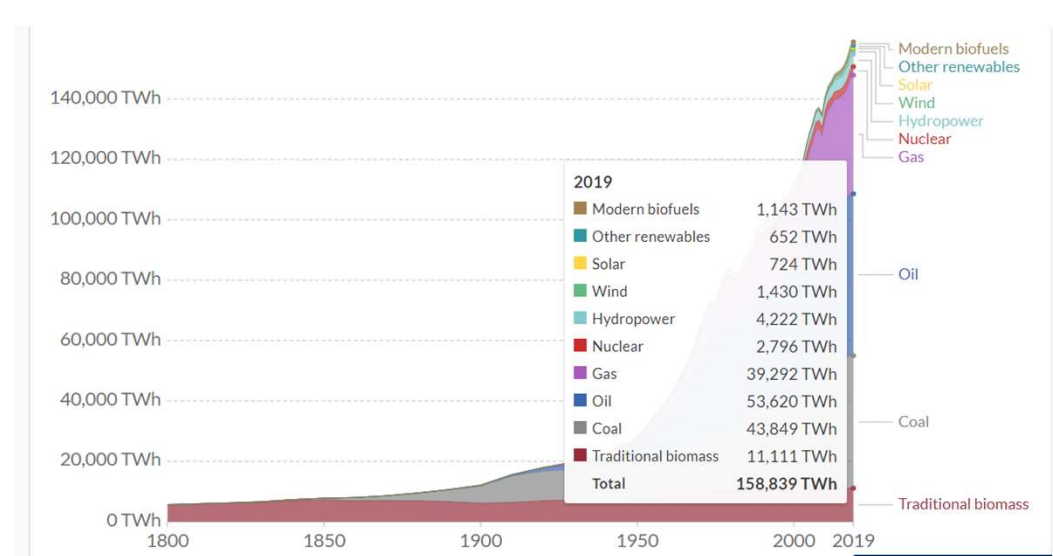


# Desde la revolución industrial

1800



2019

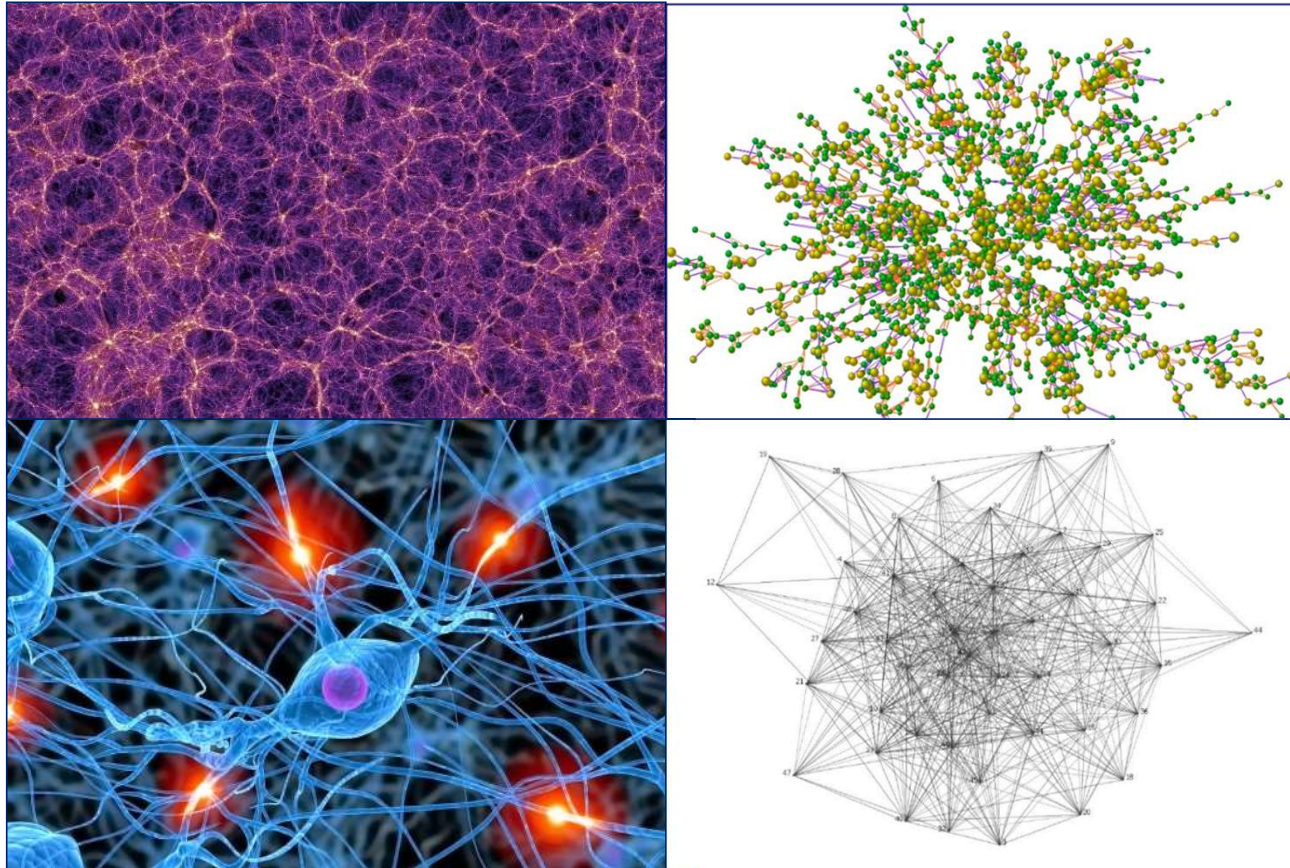


En 800.000 años el consumo de energía alcanzó los 5.653 TWh.

A partir de 1.800, la expectativa de vida es más del doble y la población mundial se multiplicó por 8.

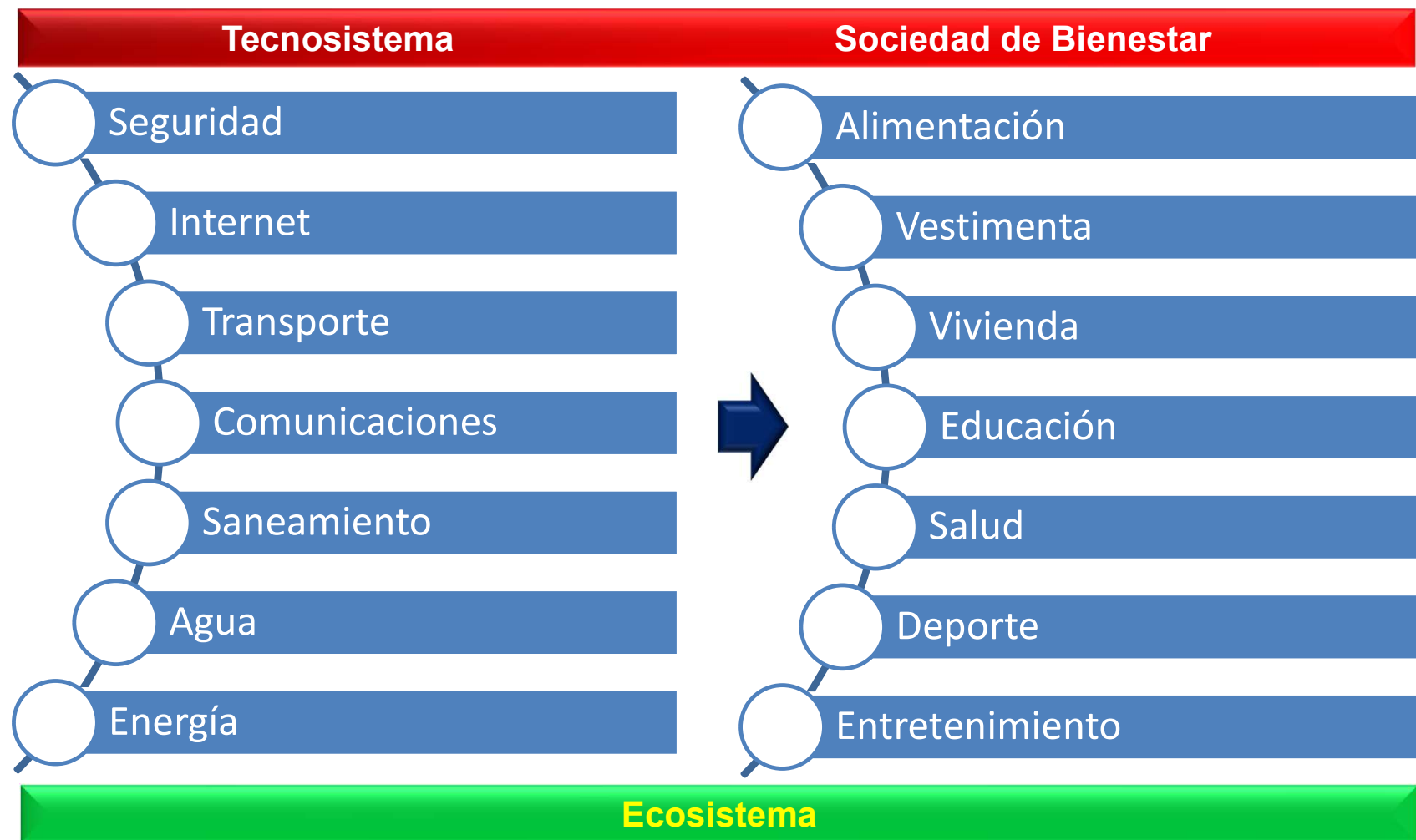
Los ingresos per cápita se multiplicaron por 15, mientras que el consumo de energía se multiplicó por 30.

# Universo, Cerebro, Comunidad e Instituciones están organizados como redes



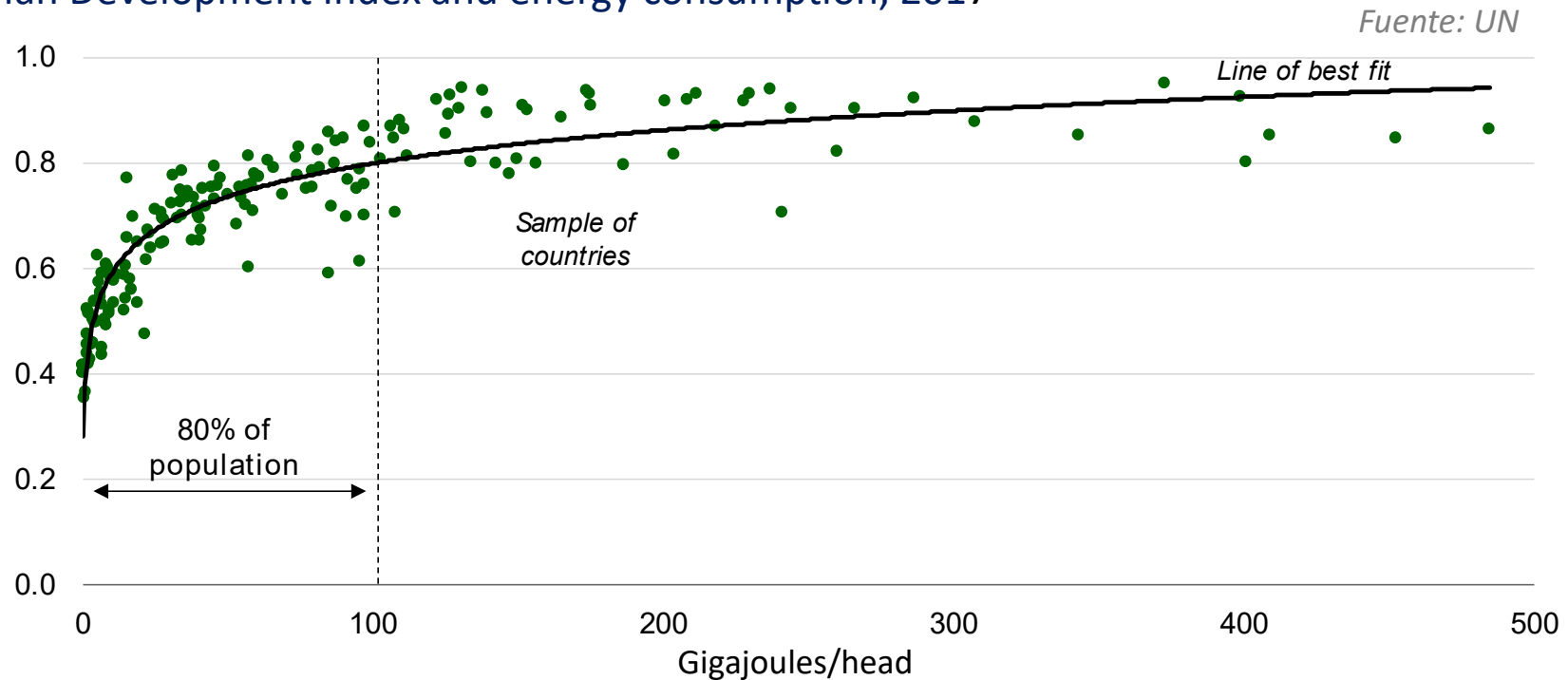
**La inteligencia del universo se organiza en redes.**

# El Tecnosistema también... Y es la base de la Sociedad de Bienestar



# Índice de Desarrollo Humano y Energía

- UN Human Development Index and energy consumption, 2017



**Para lograr desarrollo humano pleno se requiere por lo menos 20 MWh per cápita por año.  
No contar con electricidad es pobreza.**

## Energía sostenible para todos (SE4All)



**Con esta iniciativa, la ONU ha planteado para el 2030 la meta de que todos los habitantes del planeta reciban servicios de energía eléctrica en sus domicilios en forma permanente y sostenible.**

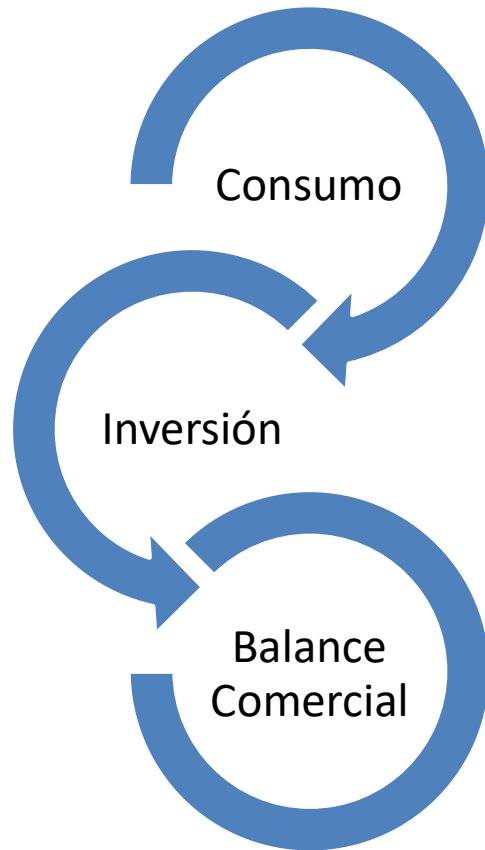


## ¿Qué variables explican la demanda de energía?

$$De = K \cdot PIB^{\alpha} \cdot P^{-\beta}$$

La demanda de energía depende significativamente de la actividad económica y en menor medida del precio, también influye de manera significativa el clima, o el entretenimiento.

# La composición del *PIB*



- En el largo plazo el balance comercial tiende a cero.
- La actividad económica es mayoritariamente consumo.
- Si la inversión es baja, es posible que haya inflación y si es alta, deflación.
- Si la inversión es alta tendremos un país moderno y productivo, si es baja, lo contrario.
- Sin embargo, si la productividad es muy alta, podría conducir al desempleo y eso bajaría la confianza del consumidor.

**La Sociedad de Bienestar está basada en el consumo, por lo tanto, las instituciones deben generar confianza tanto en el consumidor como el inversor, de modo de sostener el balance entre oferta y demanda y por ende los precios.**

## Composición: PIB per cápita y población

$$PIB = PIB_{pc} \cdot Población$$

7.887Millones de habitantes.

<https://www.worldometers.info/world-population/>



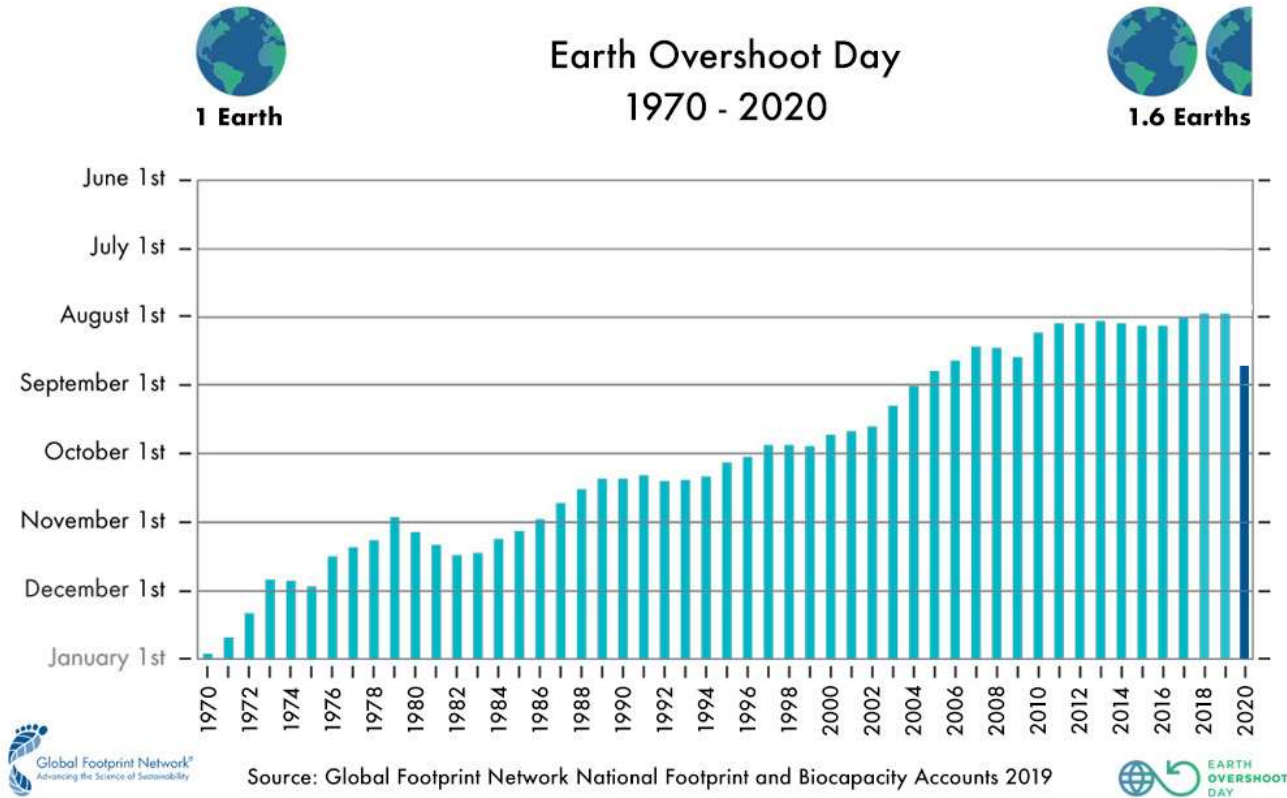
# Soy aquel que sabe que existe pero no sabe quién es...

- No saber quién es constituye la carencia.
- La carencia origina el deseo, función central de la experiencia humana.
- Es la fuente de la animación.
- Esto explica que haya hombres que hablan, es decir un ser simbólico.
- Lo imaginario y lo simbólico gravitan tan intensamente como lo real.



Los deseos son ilimitados...

# Día Mundial del Sobregiro Ecológico



**Desde el año 1969 consumimos más de lo que la tierra puede recuperar en 12 meses y ya necesitamos el equivalente a 1,6 planetas.**

# El control de la demanda

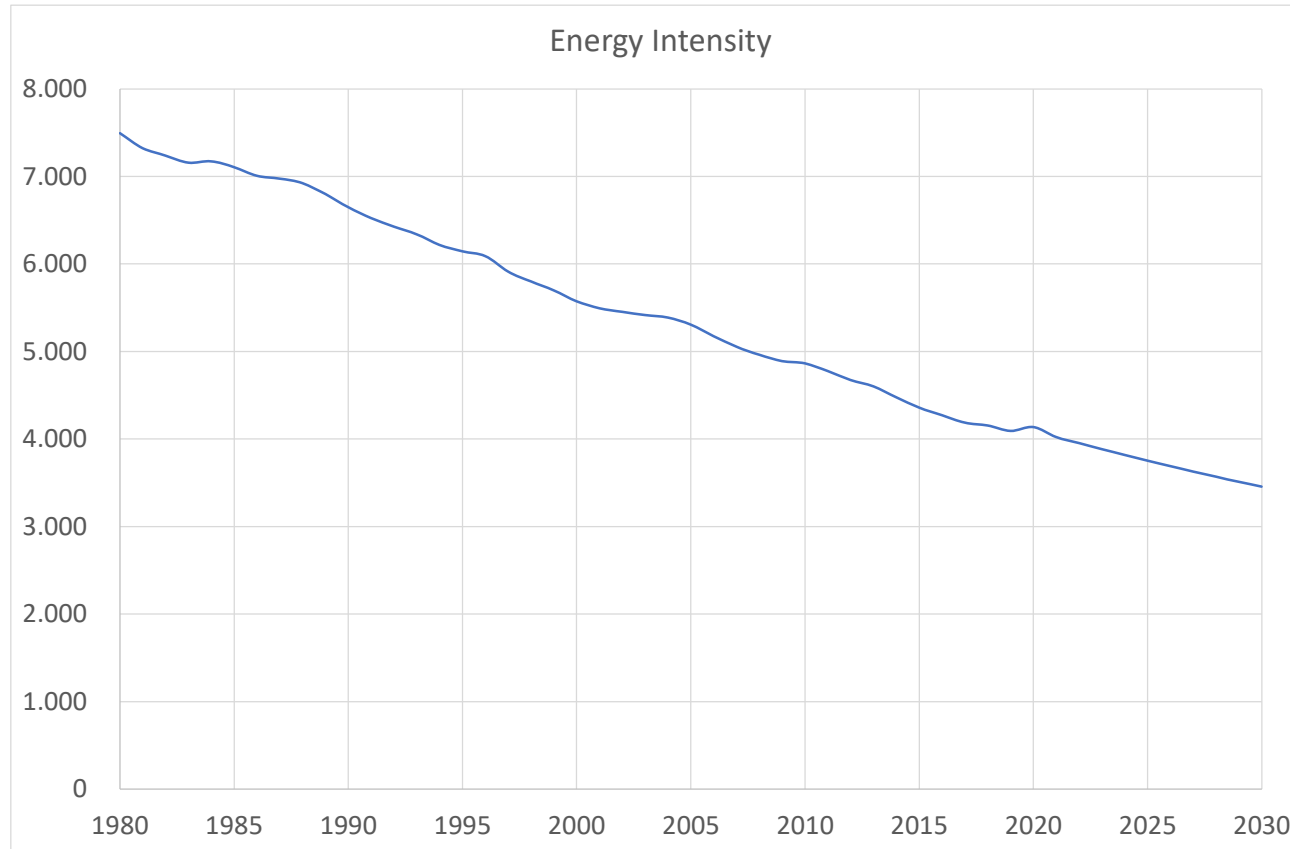


Se consigue:

- disminuyendo
  - la Intensidad de Energía, o sea menos energía para lograr un incremento del PIB, a través de
    - eficiencia,
    - racionalización del consumo,
    - cambios del sector productivo;
- y aumentando
  - el precio de los combustibles,
  - el precio de la electricidad.

# La Intensidad de Energía disminuye

Fuente: IMPSA



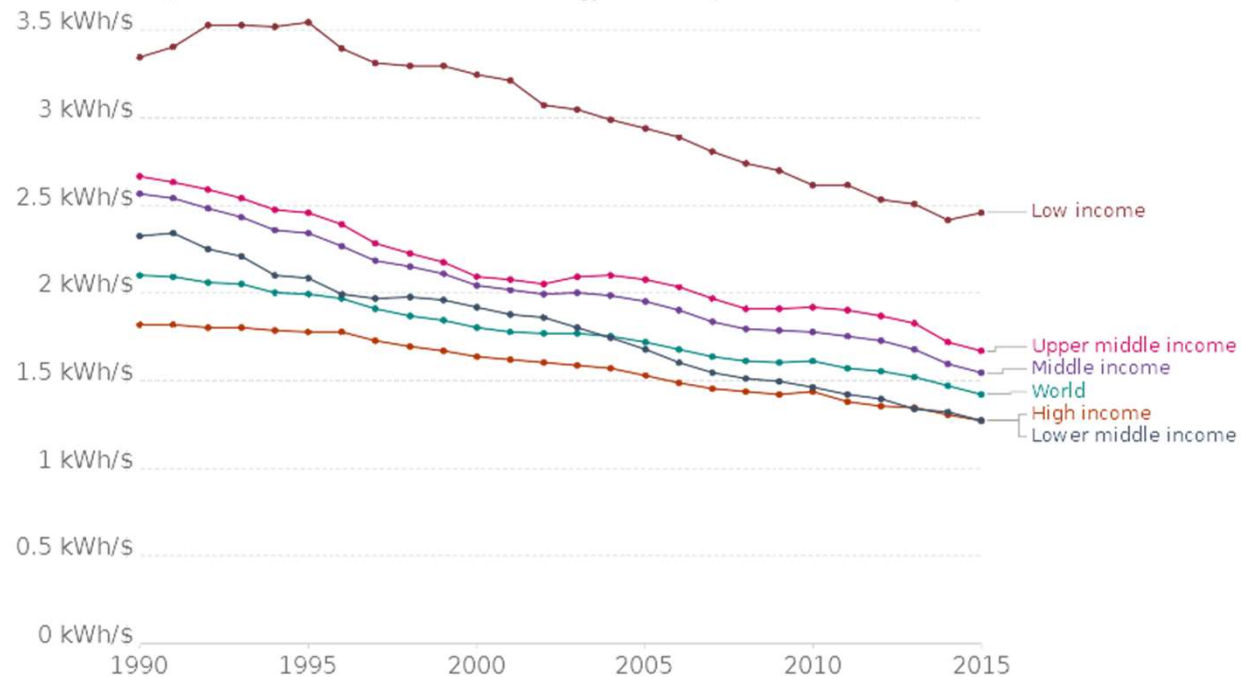
**Es una buena noticia, pues necesitamos menos energía para lograr crecimiento económico.**

# Los que más energía necesitan para crecer son los países de bajos ingresos...

## Energy intensity of economies, 1990 to 2015

Our World in Data

Energy intensity level of primary energy is the ratio between energy supply and gross domestic product measured at purchasing power parity. Energy intensity is an indication of how much energy is used to produce one unit of economic output. Lower ratio indicates that less energy is used to produce one unit of output.



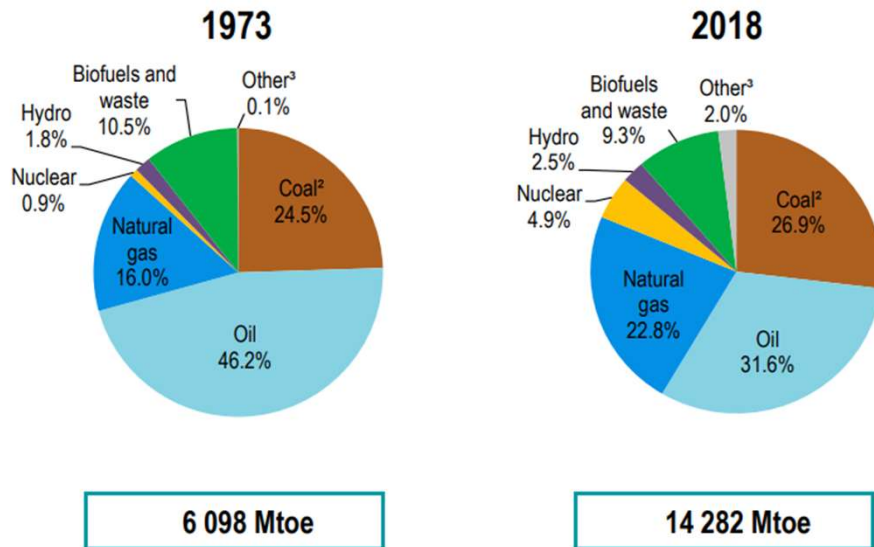
Source: World Bank, Sustainable Energy for All (SE4ALL)

**La convergencia se produciría alrededor del 1kWh/USD.**



# Balance de Energía Primaria

1973 and 2018 source shares of TES



1. World includes international aviation and international marine bunkers.
  2. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
  3. Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, heat and other sources.
- Source: [IEA, World Energy Balances, 2020](#).

## • Desde 1973 a 2018:

- El petróleo sigue siendo la principal fuente de energía, pero disminuyó su participación de 46,2% a 31,6%.
- Seguido por el Carbón que aumento del 24,5% al 26,9%.
- Luego el Gas Natural que pasó de 16,0% al 22,8%.
- Las renovables pasaron de 12,3% al 13,8%.
- La energía limpia pasó del 2,8% al 9,4%.

**El 81,3% de la energía proviene de combustibles fósiles y el 86,2% de recursos no renovables.  
La que más creció es la energía limpia.**

# Sostenibilidad



- Eliminar la confrontación entre progreso y medio ambiente
- La protección medioambiental es una responsabilidad de todos
- La sustentabilidad como base estratégica



**Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.**

# Un balance no sustentable



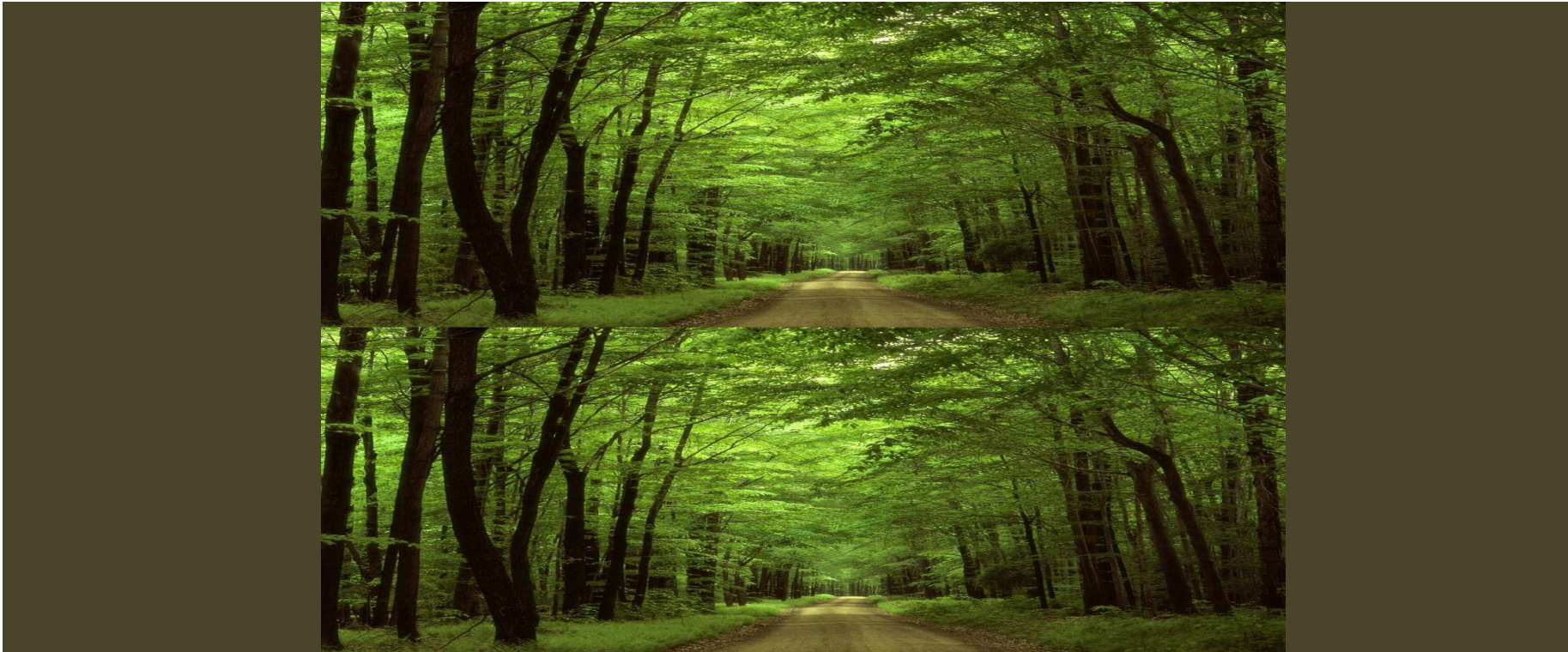
R/P



*Fuentes: BP & World Nuclear Association*

**Los hidrocarburos son muy valiosos para usos no energéticos de mayor valor agregado.**

## Un dato paradójico ...



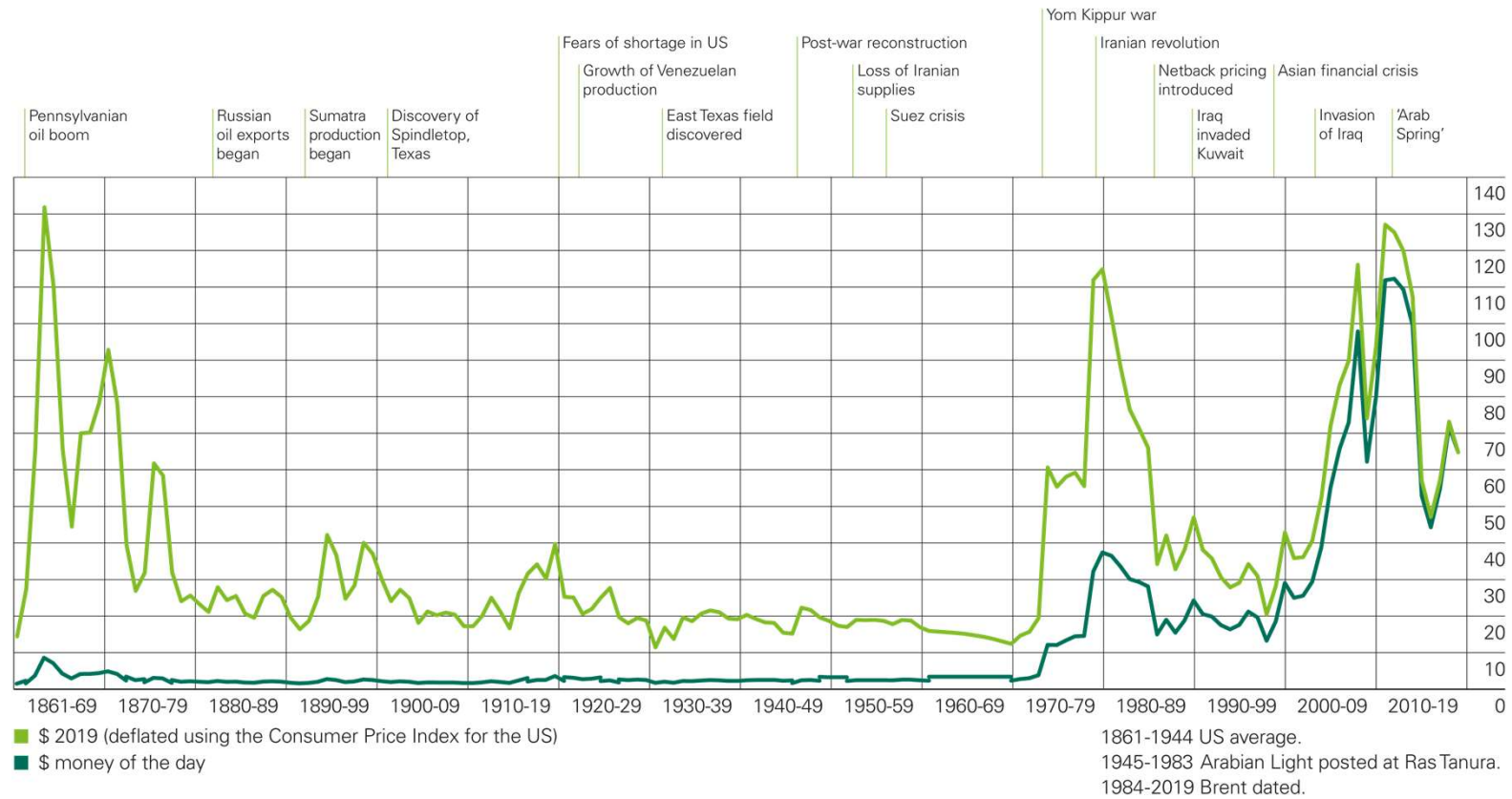
**La naturaleza tardó millones de años en crear ...  
El hombre lo consumiría en 10 generaciones.**

# Un balance no sustentable



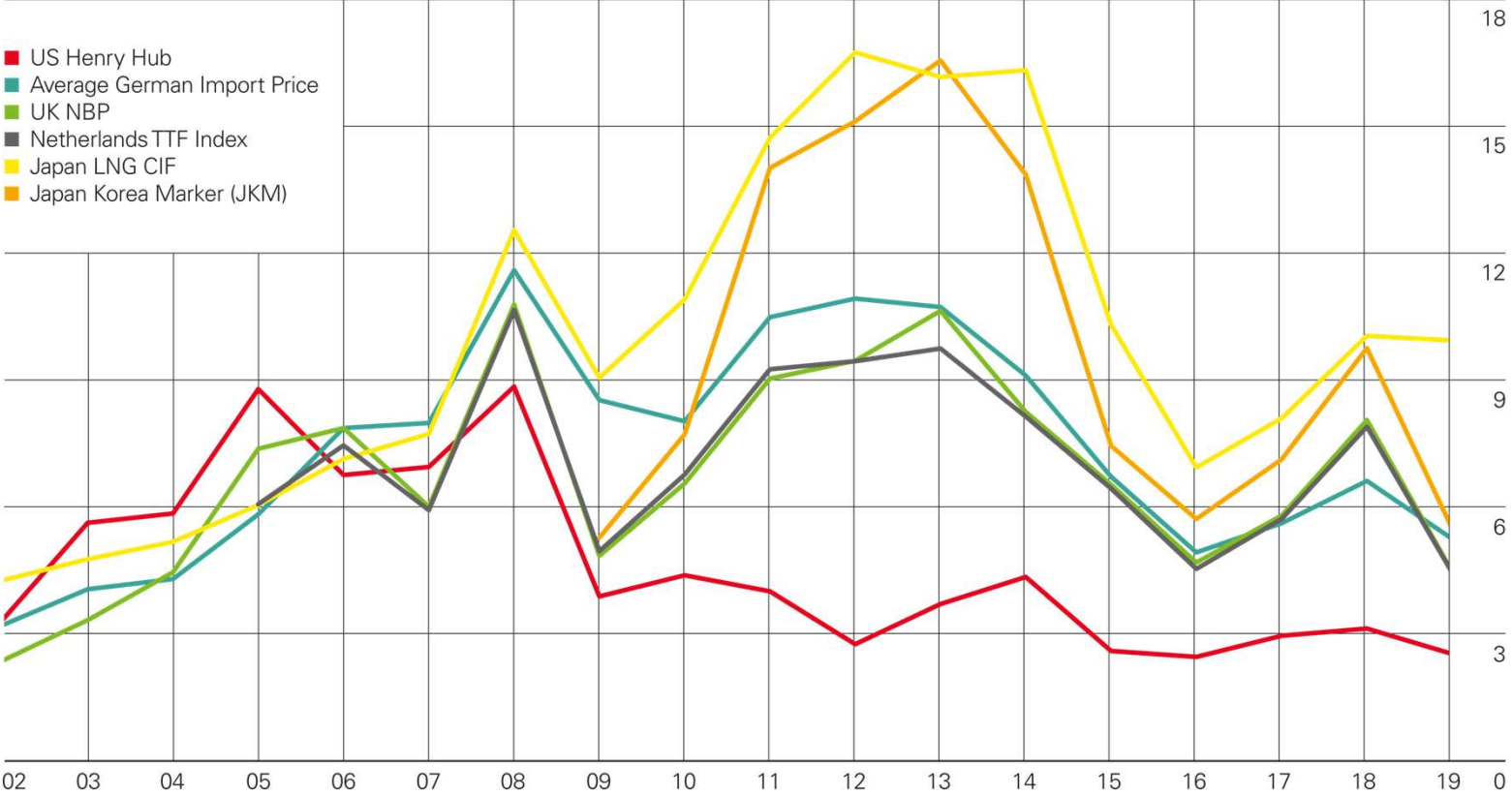
# Crude oil prices 1861-2019

## US dollars per barrel, world events



# Gas prices

\$/mmBtu



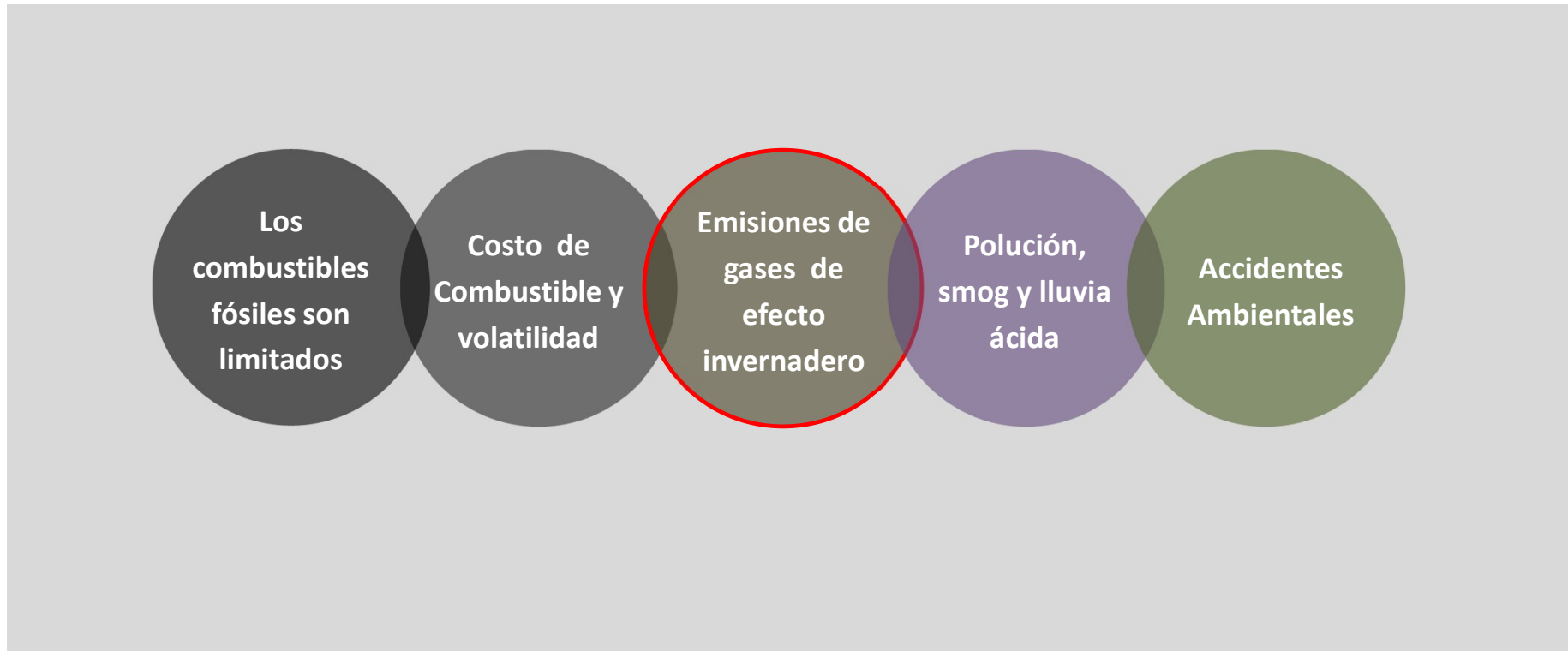


# Coal prices

US dollars per tonne



# Un balance no sustentable



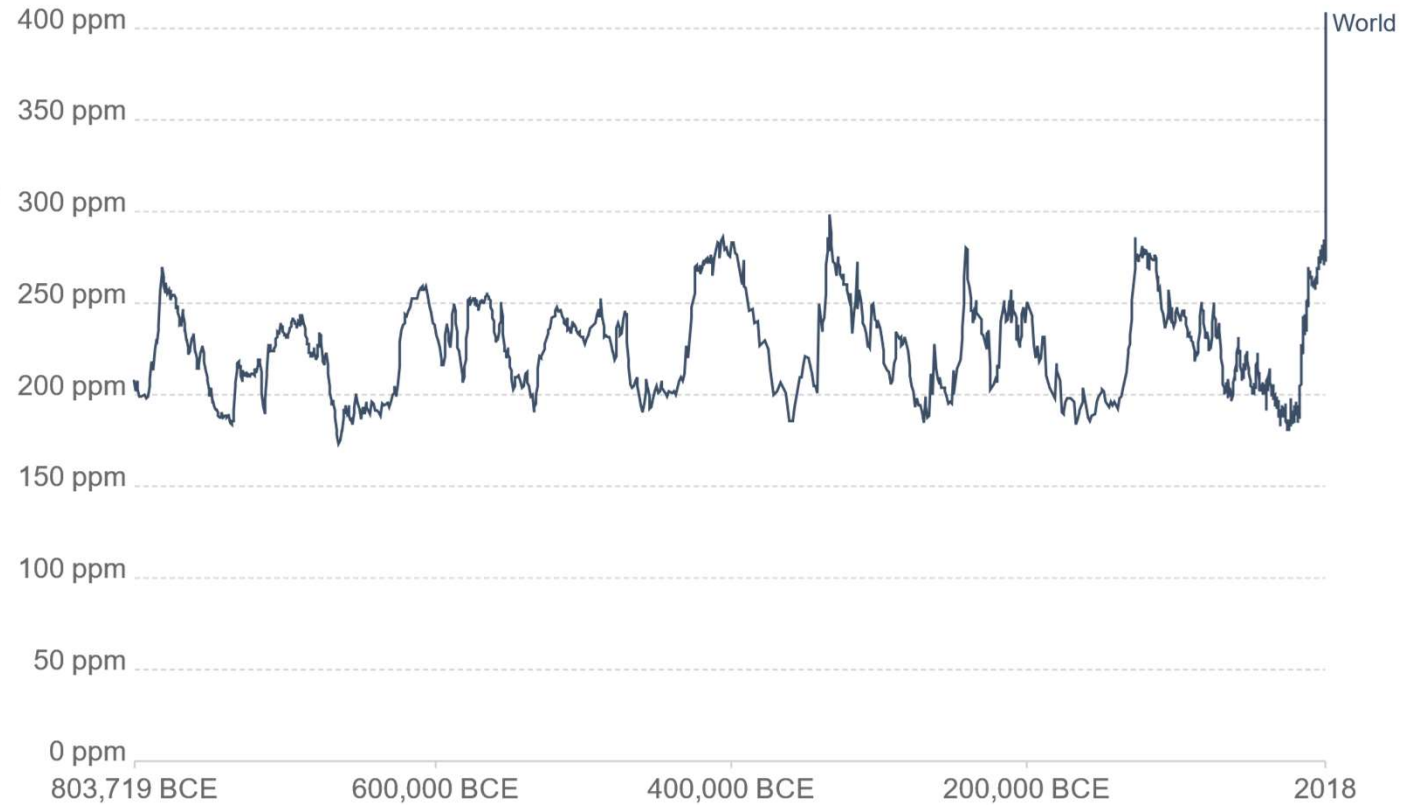
# La huella de carbono



## Atmospheric CO<sub>2</sub> concentration

Global average long-term atmospheric concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), measured in parts per million (ppm). Long-term trends in CO<sub>2</sub> concentrations can be measured at high-resolution using preserved air samples from ice cores.

Our World in Data



Source: EPICA Dome C CO<sub>2</sub> record (2015) & NOAA (2018)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

# GHG

- Vapor de Agua (H<sub>2</sub>O)
  - Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)
  - Metano (CH<sub>4</sub>)
  - Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)
  - Ozono (O<sub>3</sub>)
  - Clorofluorocarbonados (CFCs)
- 
- Su duración en la atmósfera es de 12 a 50.000 años.
  - El CO<sub>2</sub> dura entre 35 y 95 años.

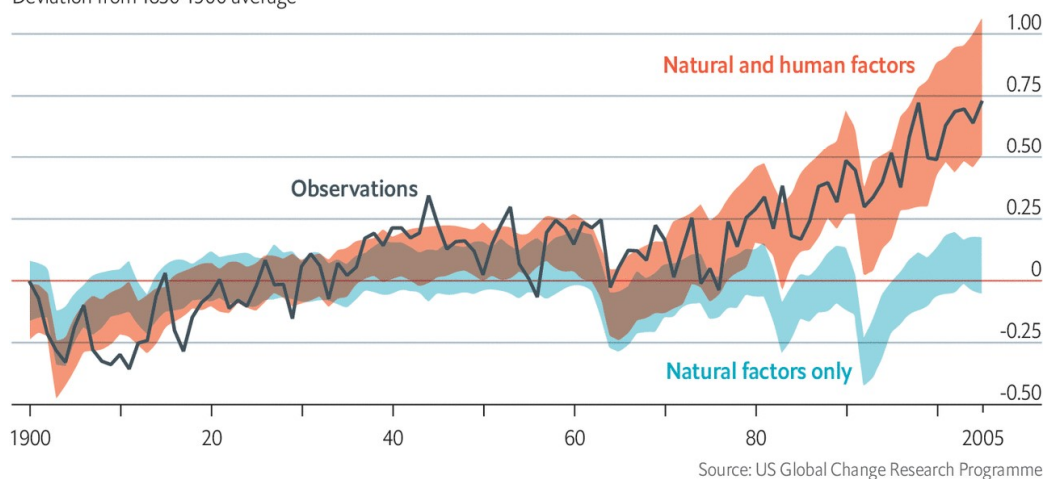


**Algunos efectos serán permanentes...**

# Las variaciones naturales no pueden producir el calentamiento actual

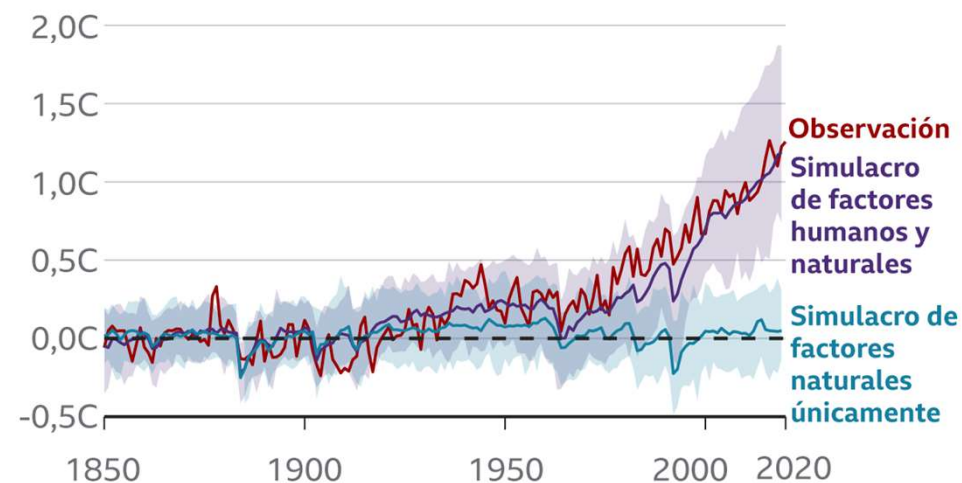
Only climate models which include human activity can explain the warming seen—which already exceeds 1.5°C in some places

Global temperature change, °C  
Deviation from 1850-1900 average



## La influencia humana ha calentado el clima

Cambio del promedio de la temperatura global relativo a 1850-1900, indicando las temperaturas observadas y simulacros de computadora



Nota: Las áreas sombreadas indican la gama posible de escenarios simulados

Fuente: IPCC, 2021: Resumen para legisladores



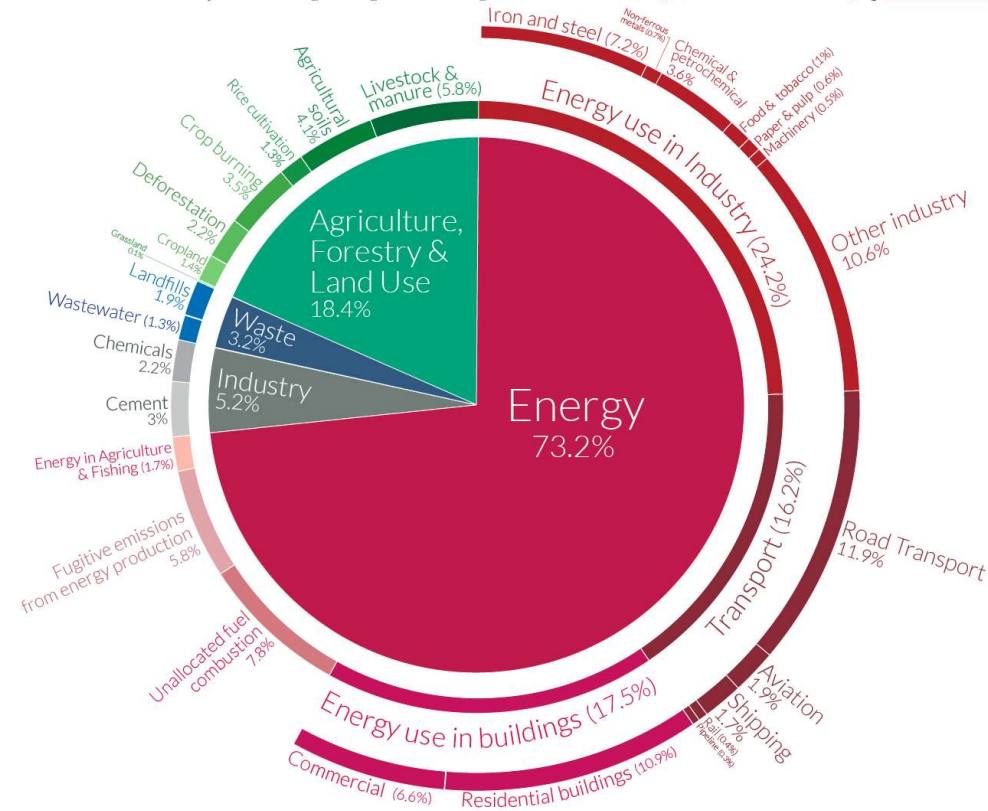
**La contribución antropogénica supera a la natural y es la causa del desequilibrio.**

# La producción de energía es el mayor responsable

## Global greenhouse gas emissions by sector

Our World  
in Data

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO<sub>2</sub>eq.



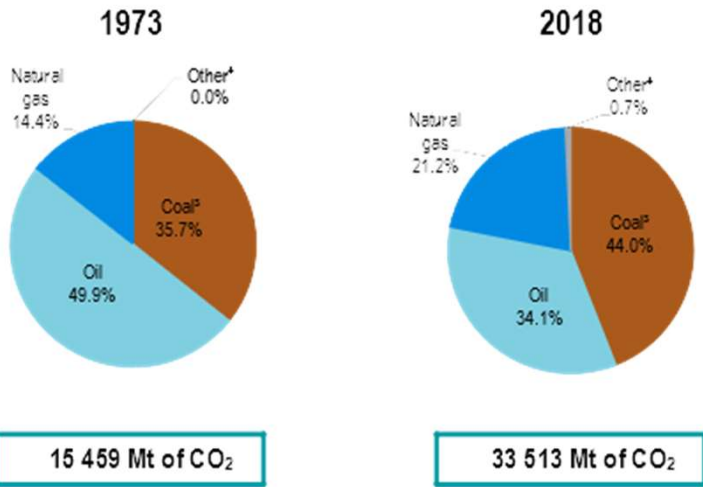
OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

# Los principales causantes son la combustión del carbón y del petróleo

1973 and 2018 fuel shares of CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion<sup>2</sup>



Fuente: IEA

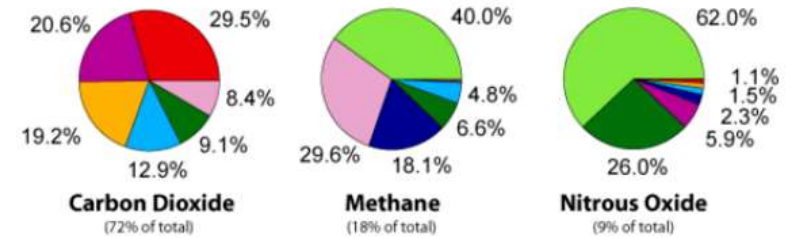
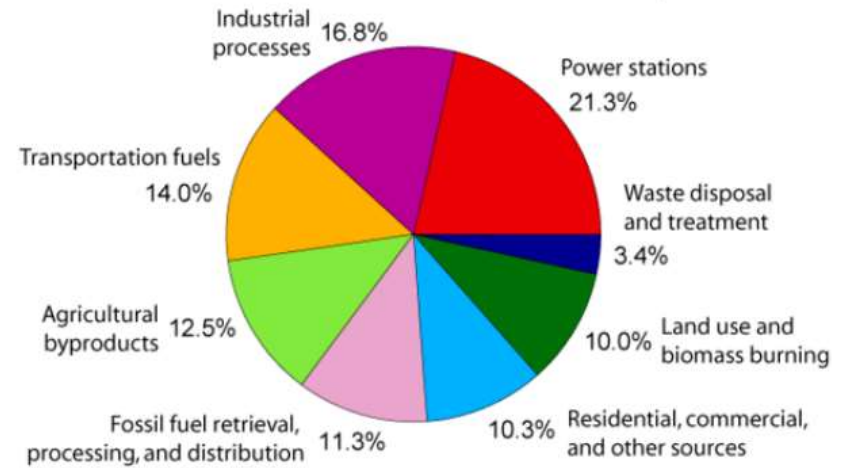
1. World includes international aviation and international marine bunkers.  
2. CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion are based on the IEA World energy balances and the 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, and exclude emissions from non-energy use. 3. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.  
4. Includes industrial waste and non-renewable municipal waste.  
Source: [IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, 2020](#)

**Se debería descarbonizar la generación de electricidad y reemplazar al petróleo en el transporte, eso aceleraría la explotación del shale.**

# ¿Qué gases?

- Dióxido de Carbono (72%),
- Metano (18%),
- Óxido Nitroso (9%).

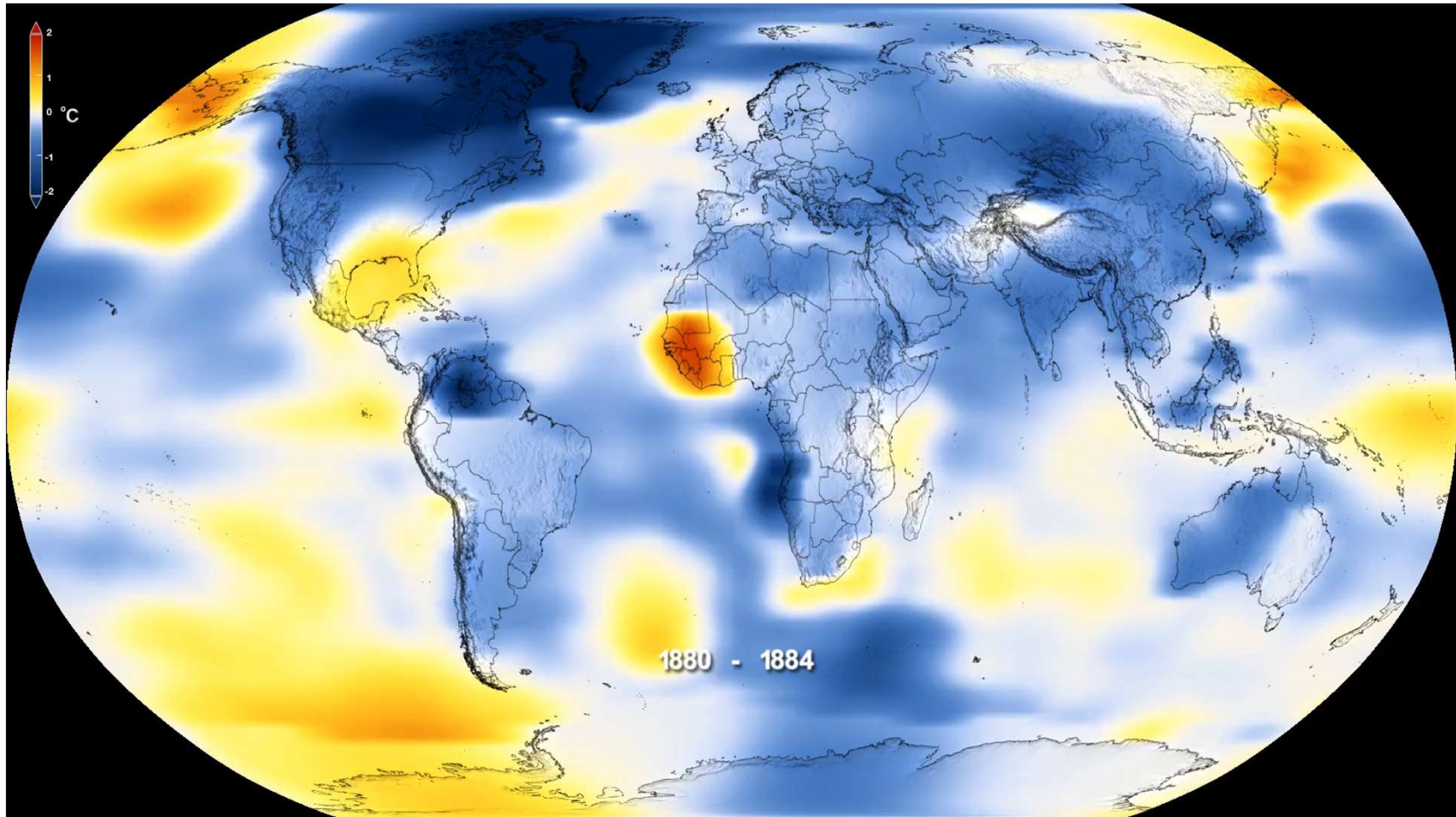
### Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



Fuente: IEA

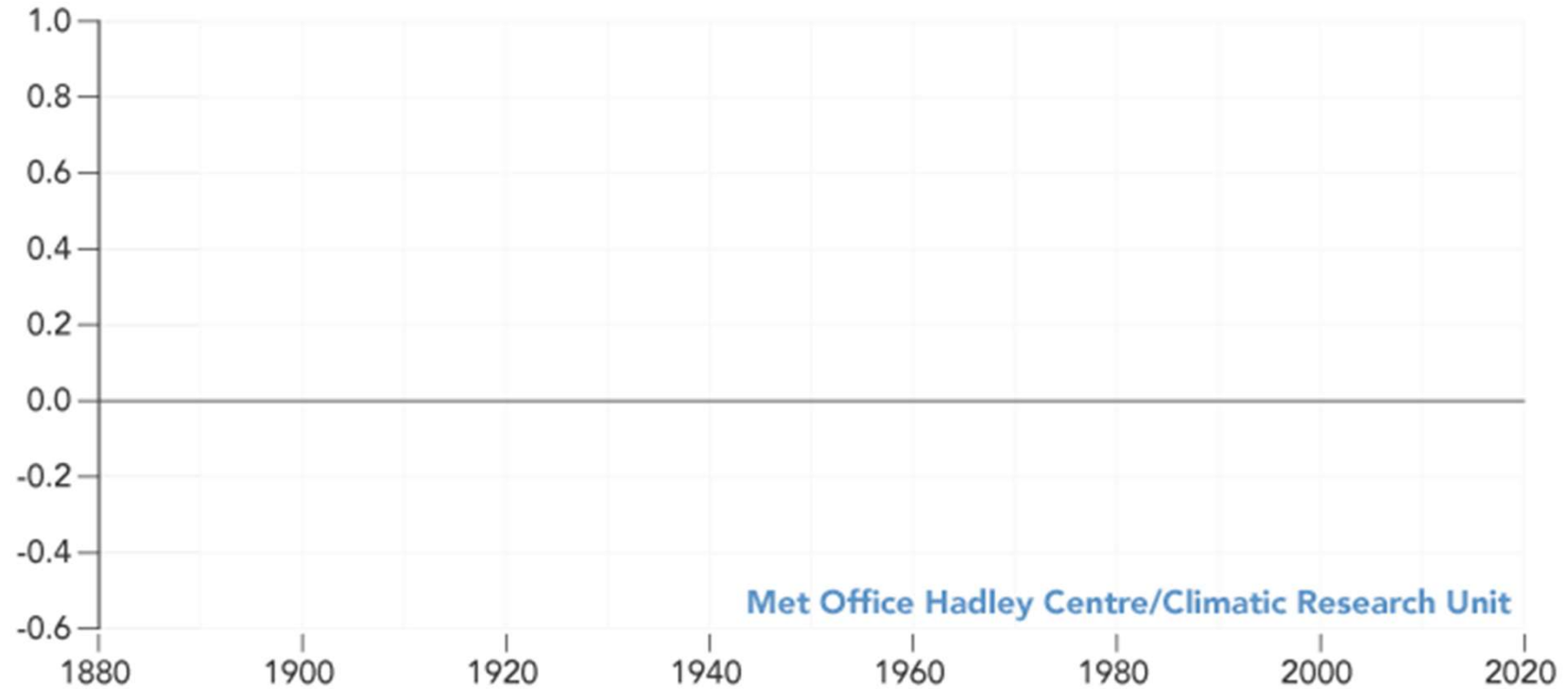


# El mundo se calienta...



# La temperatura global aumenta...

**A World of Agreement: Temperatures are Rising**  
Global Temperature Anomaly (relative to 1951-1980, °C)



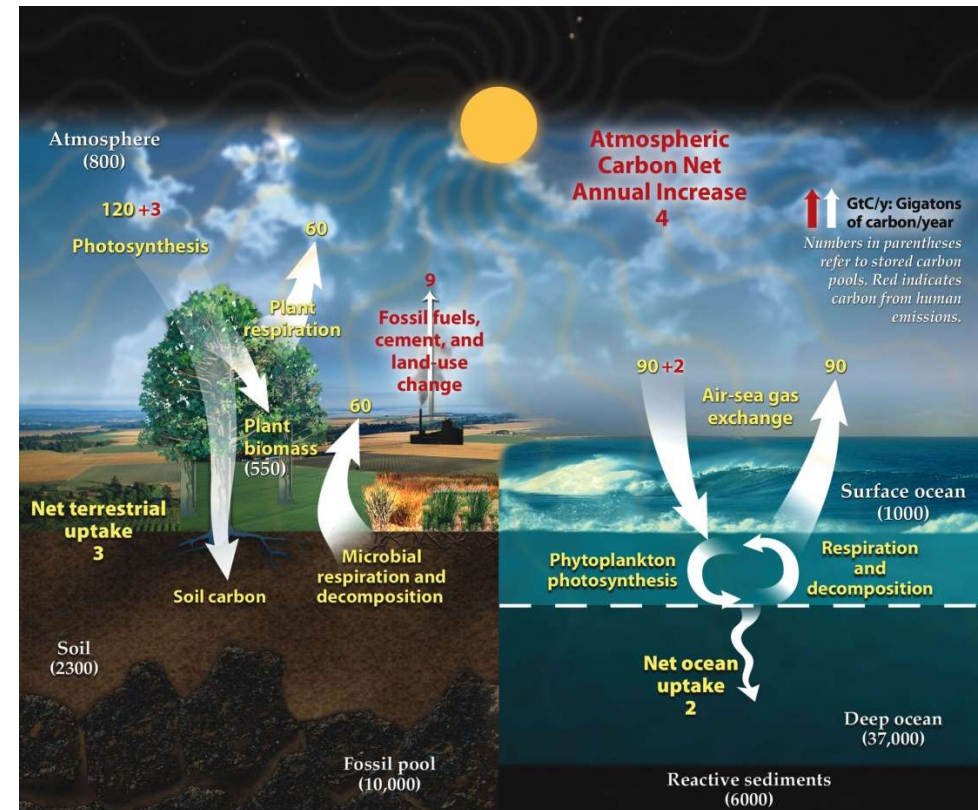
**Hay consenso en que la temperatura aumenta.**

# Emisiones de CO2

- La combustión produce CO2 y este se acumula durando casi 100 años.
- Concentración de CO2 en la atmósfera 417 ppm.

Fuente: NOAA

**-44%**

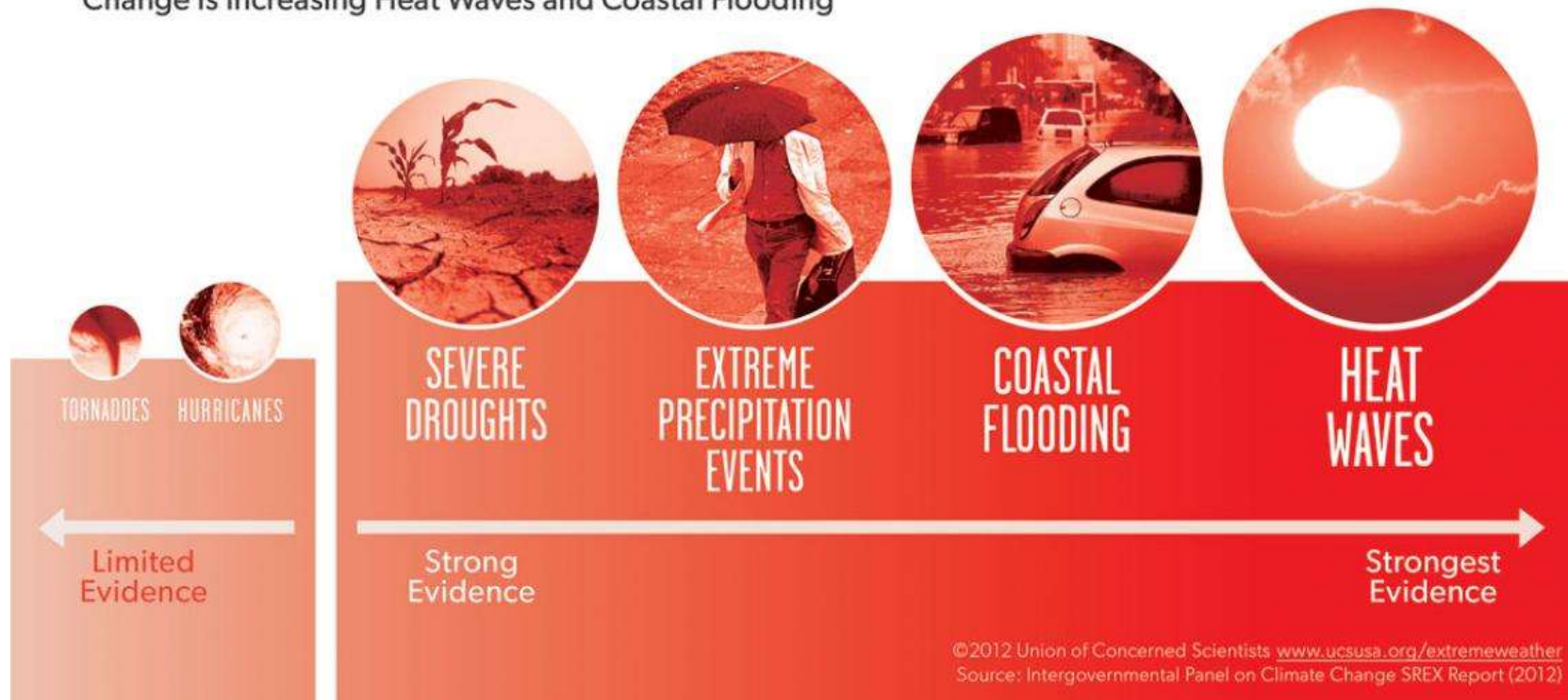


450 ppm es la concentración límite para que el aumento de temperatura no supere los 2°C.

# Clima extremo y cambio climático

## SCIENCE CONNECTIONS → EXTREME WEATHER & CLIMATE CHANGE

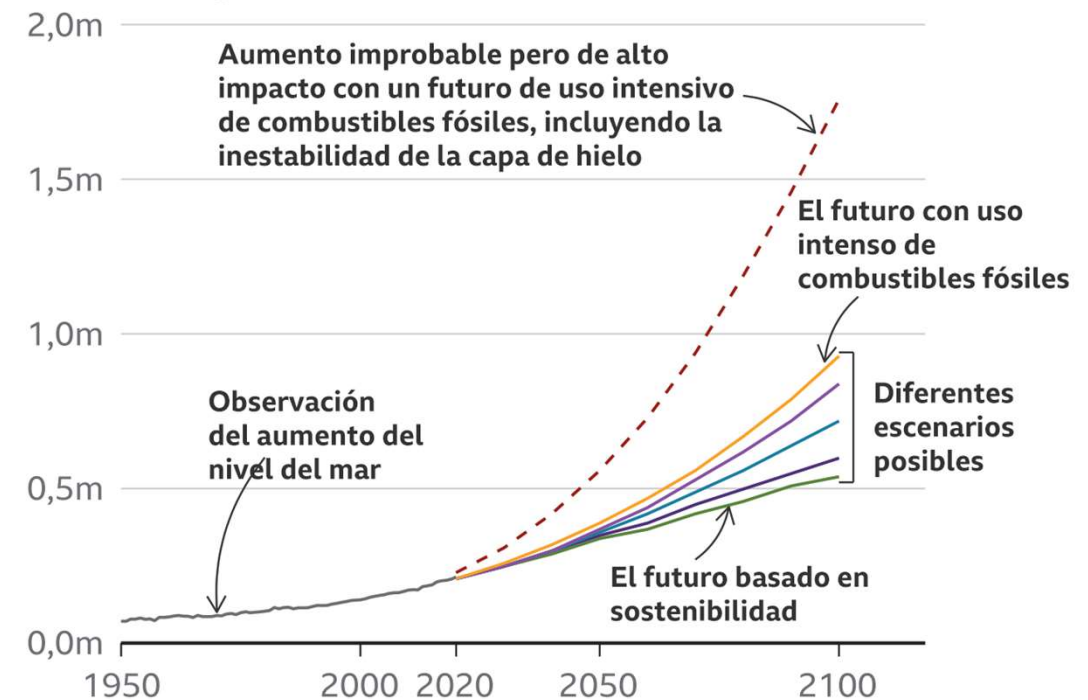
→ Strongest Scientific Evidence Shows Human-Caused Climate Change Is Increasing Heat Waves and Coastal Flooding



# Posibles consecuencias:

- Las olas de calor serán más frecuentes y más intensas.
- Sequías e incendios forestales serán más frecuentes e intensos.
- Las inundaciones serán más frecuentes.
- Aumento de enfermedades tropicales y alergias.
- Las muertes por el cambio climático se duplicarán en los próximos 25 años.
- Los glaciares, la Antártida y el Ártico, están bajo amenaza seria.
- Muchas especies quedarán extinguidas.
- El nivel del mar aumentará.

Aumento promedio del nivel del mar relativo a 1900

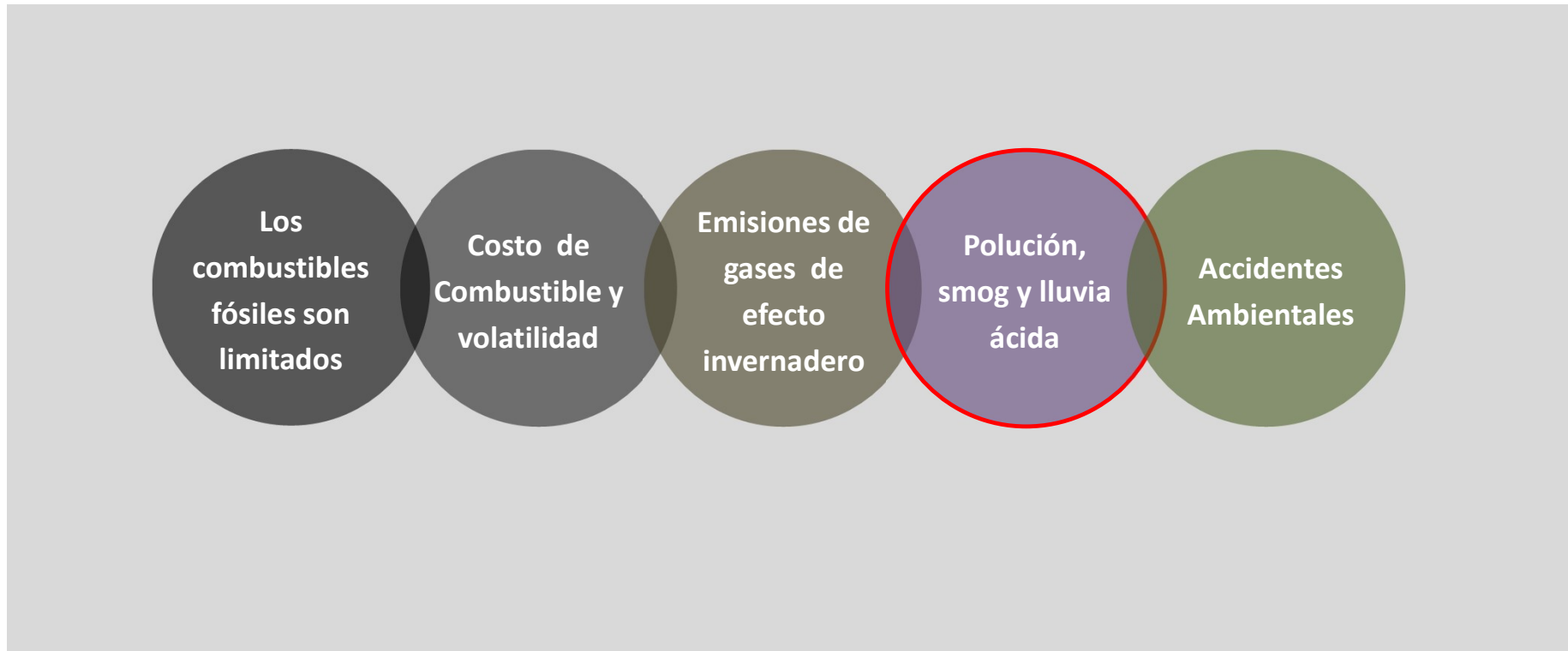


Fuente: IPCC, 2021; Resumen para legisladores

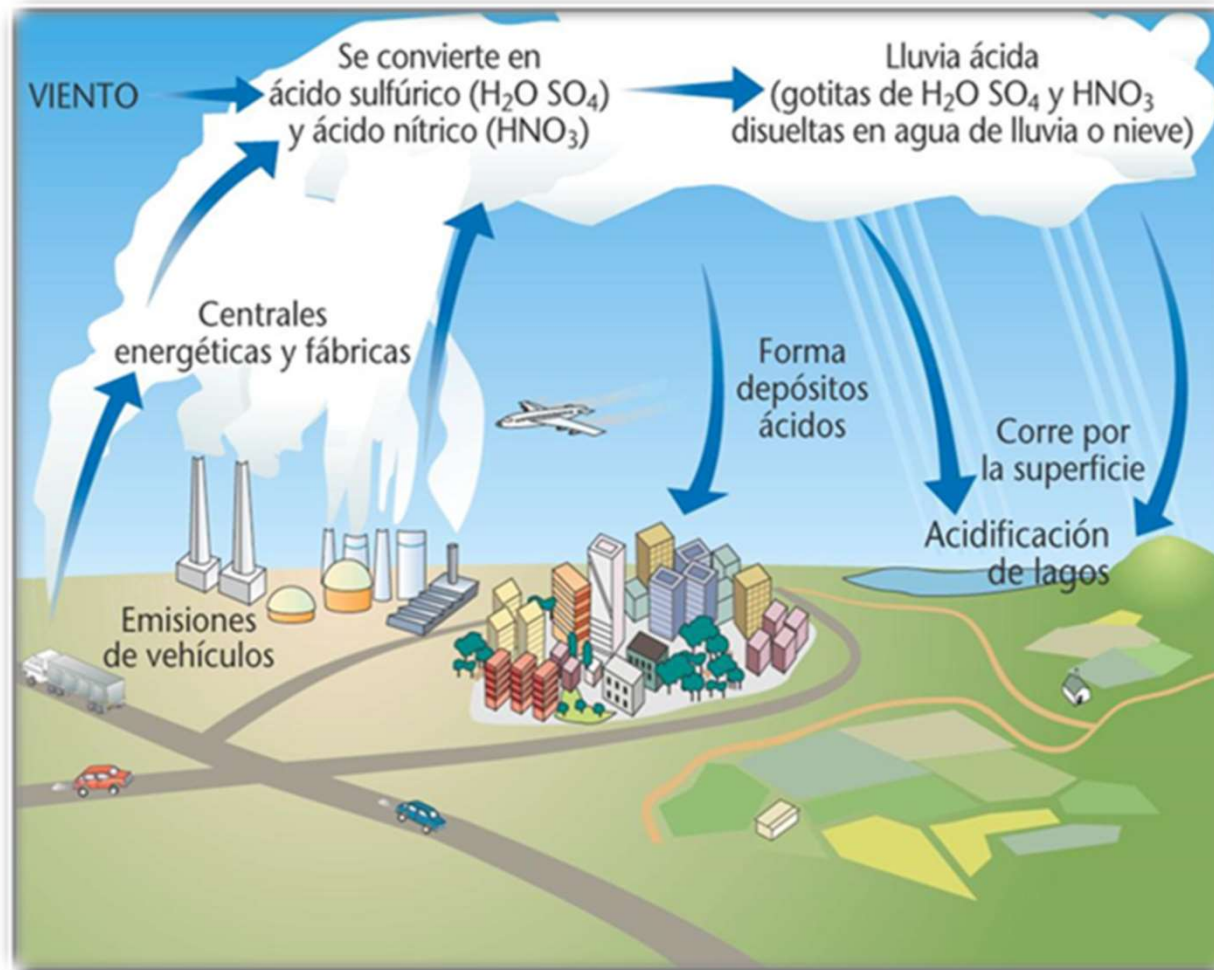


**Un tercio de la población mundial vive dentro de los 100 km de la costa.**

# Un balance no sustentable



# La lluvia ácida



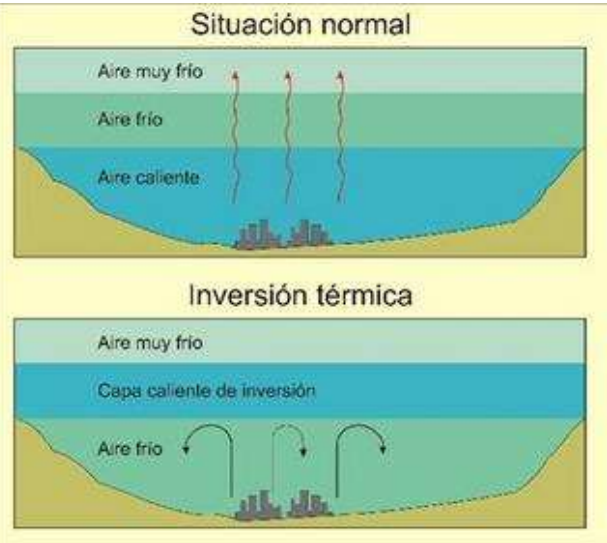
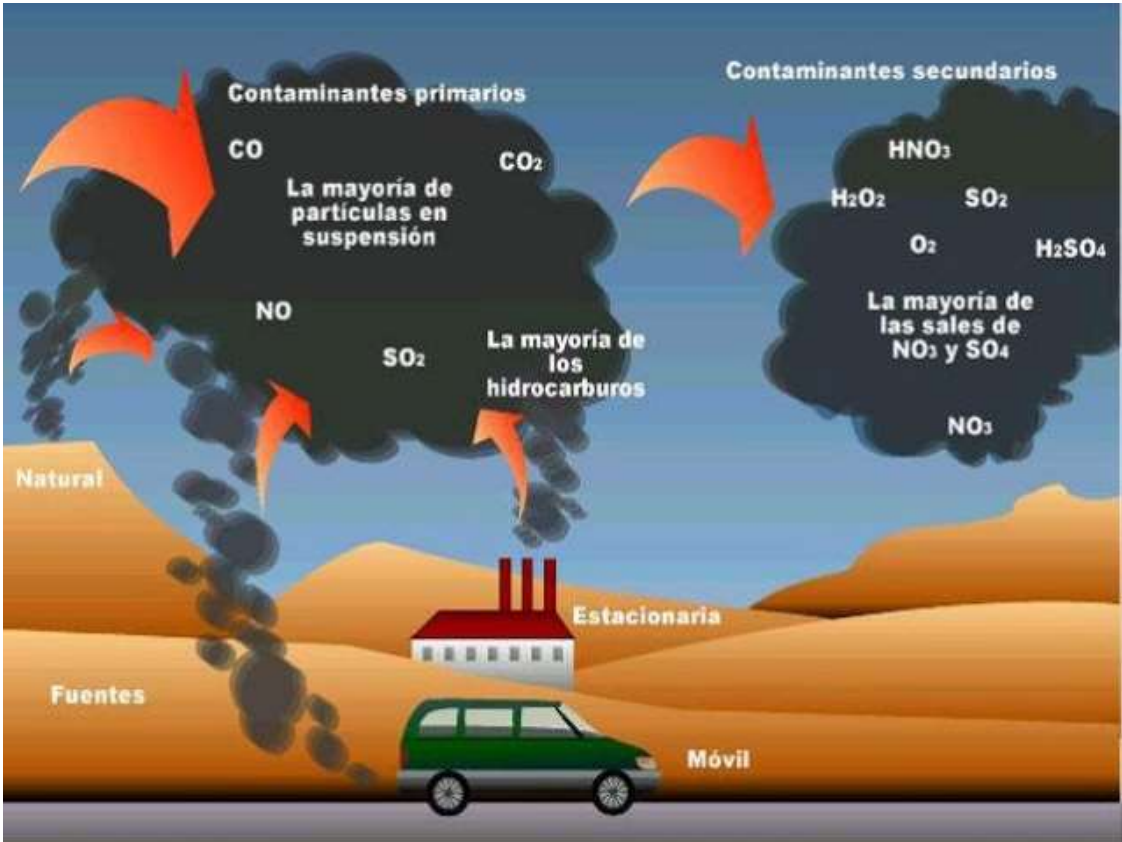
# Efectos



Energía y Sostenibilidad



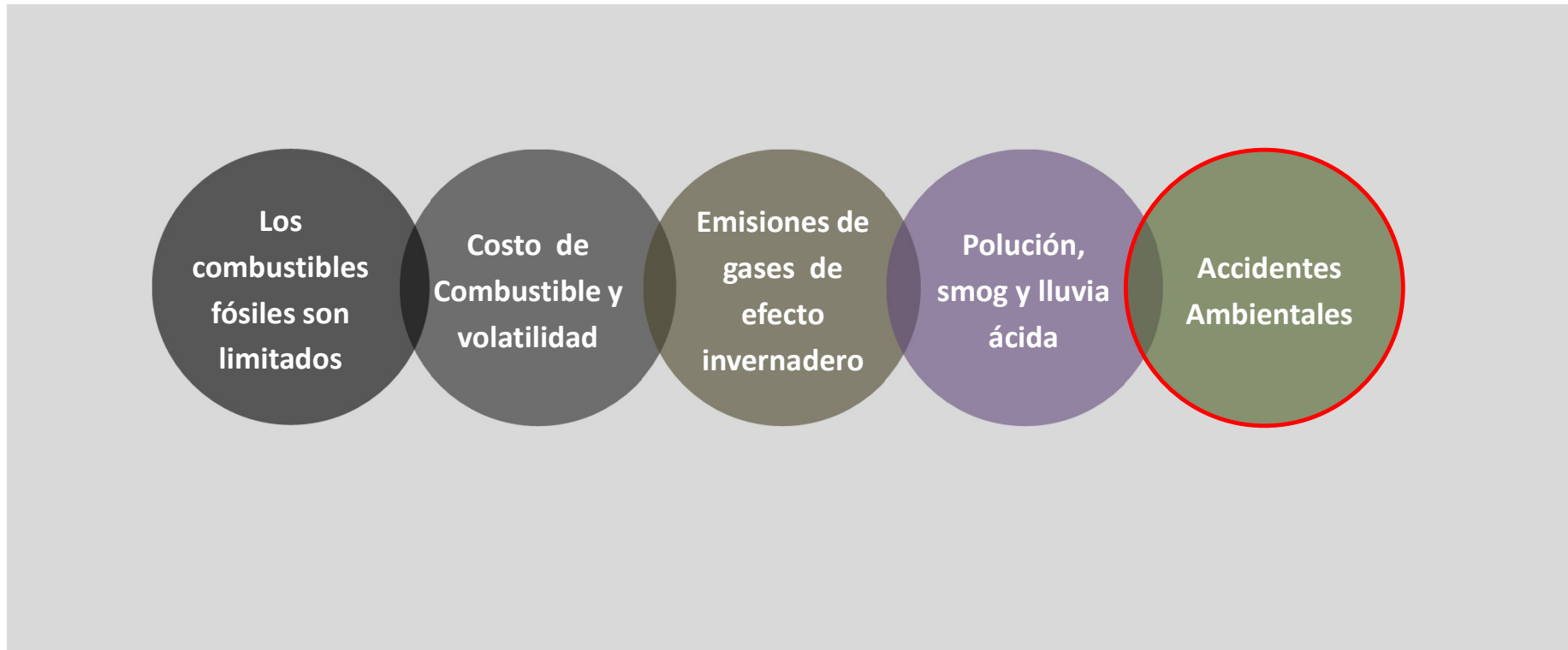
# Smog



# Consecuencias



# Un balance no sustentable



**Además:**



**La extracción y transporte de combustibles produce desastres ambientales.**

- ¿Cuál es el costo de emisiones y contaminación?**
- ¿El mercado y las regulaciones lo reflejan apropiadamente?**
- ¿Las alternativas de suministro se evalúan correctamente?**

## La preocupación no es suficiente...

- Una de las preocupaciones más importantes de nuestro tiempo es la calidad ambiental del entorno.

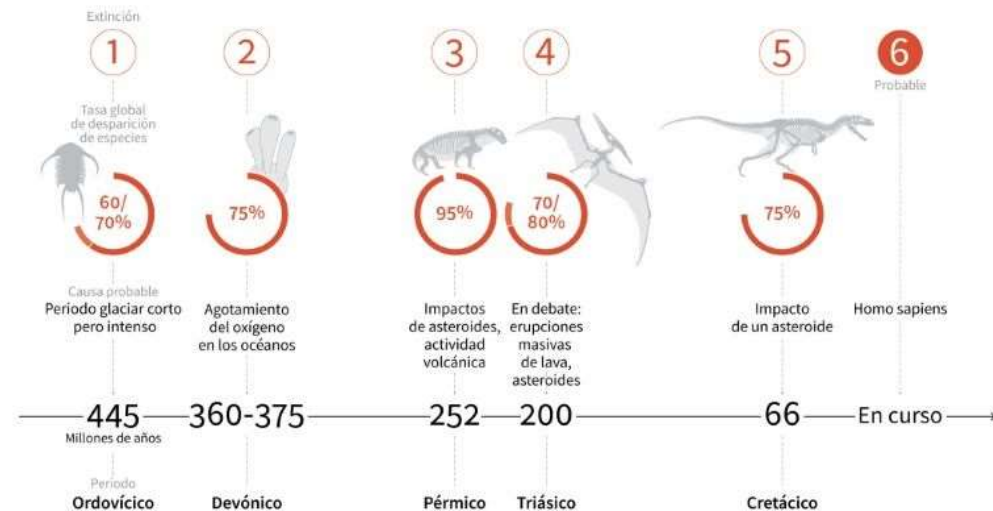


**En los últimos 200 años la estructura de la atmósfera e hidrósfera cambió dramáticamente.**

# Antropoceno: ¿la sexta extinción?

## Las principales «extinciones masivas» en la Tierra

En los últimos 500 millones de años, el planeta vivió cinco episodios en los que al menos la mitad de los seres vivos fueron erradicados



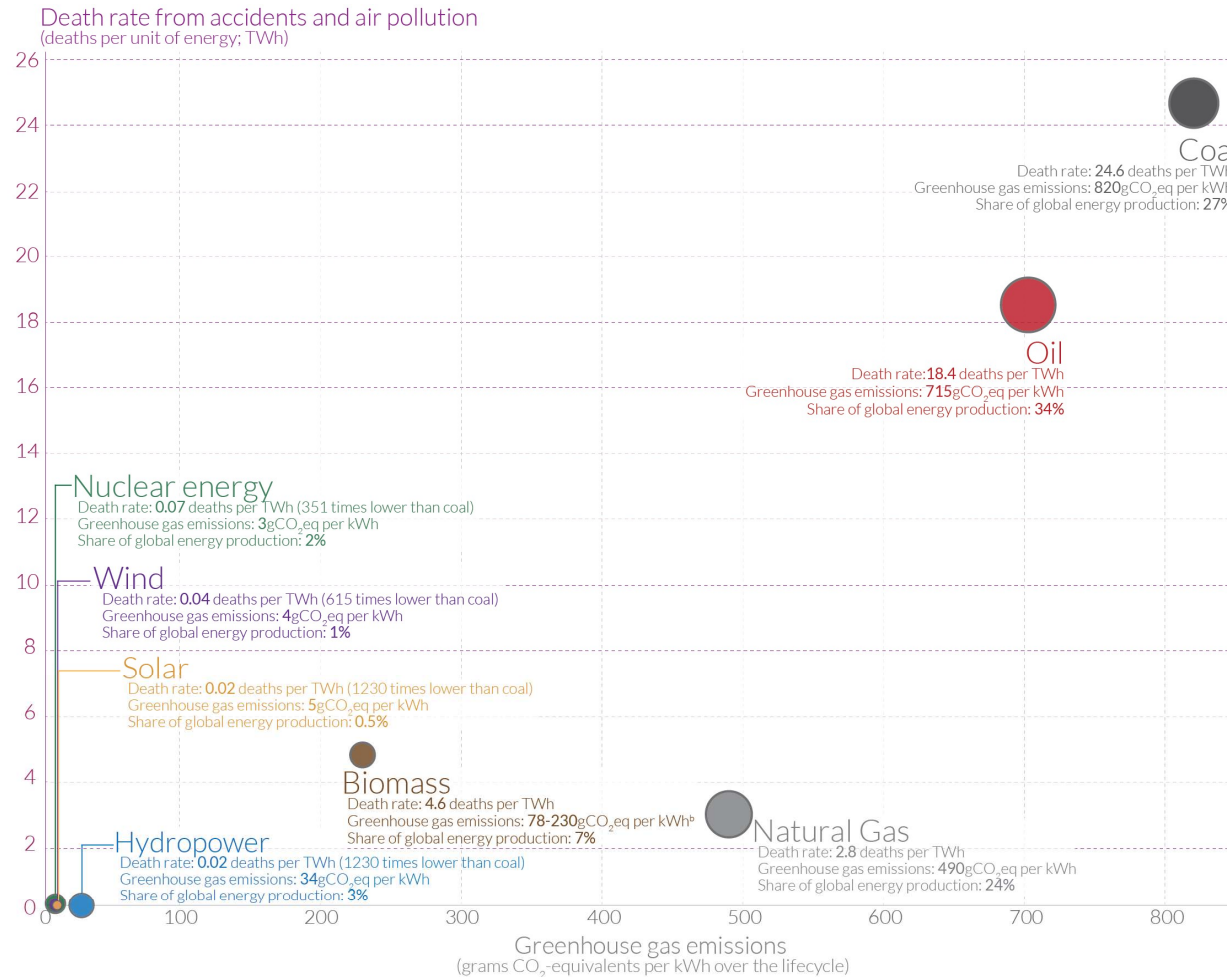
Fuentes: National Geographic, Enciclopedia Británica, estudios científicos

© AFP

- El Antropoceno podría caracterizarse por:
  - una tasa de extinción elevada;
  - una estrato geológico conteniendo plásticos y Trinita;
  - Un contenido inusual de gases de efecto invernadero en la atmósfera;
  - una atmósfera tóxica.

Hay que actuar sobre los efectos del cambio climático, de inmediato...

# ¿Cuáles son las fuentes de energía más seguras?



<sup>a</sup> Share of primary energy production in 2018 includes estimates of traditional biomass (the burning of biomass – wood, crop residues and dung – in households for cooking and heating). Figures may therefore not exactly match energy production figures from sources such as BP which only report on commercially-traded fuels and energy. Energy is shown in primary energy terms, which does not account for inefficiencies of fossil fuel combustion and is therefore not a direct measure of final energy demand.

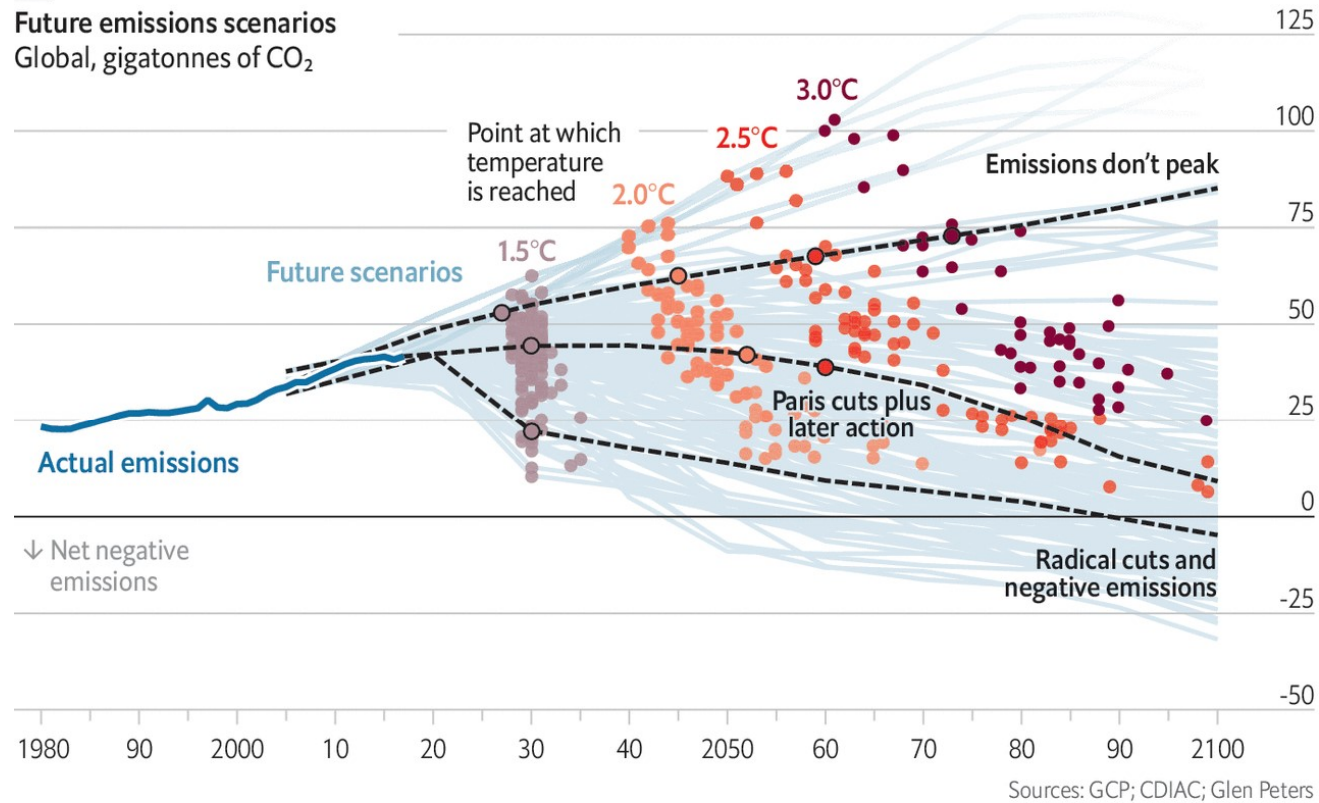
<sup>b</sup> Life-cycle emissions from biomass vary significantly depending on fuel (e.g. crop residues vs. forestry). LCA results also vary depending on treatment of biogenic sources: many LCAs treat these emissions as zero, as the CO<sub>2</sub> emitted was previously sequestered by crops. In the IPCC framework, biogenic sources are included because the CO<sub>2</sub> uptake by biomass is accounted for within the AFOLU (i.e., Agriculture, Forestry, and Other Land Use) sector.

Data sources: Markandya & Wilkinson (2007); Sovacool et al. (2016); IPCC AR5 (2014); Pehl et al. (2017); BP Statistical Review of World Energy (2019); Smil (2017).

OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

# Escenarios futuros



The Economist

**Mientras más rápido disminuamos las emisiones menos remoción de CO<sub>2</sub> deberá realizarse.**



# Un potencial energético considerable



## ¿Este potencial nos hace más ricos?



**Power — Know How = Poverty**

- Si se realiza una inversión significativa en Energía Limpia, modernizar el sistema eléctrico, y prever el cambio climático y paralelamente no se reserva la parte de mayor contenido tecnológico al recurso humano local, se desaprovecha una tremenda oportunidad de generar tecnología y riqueza.

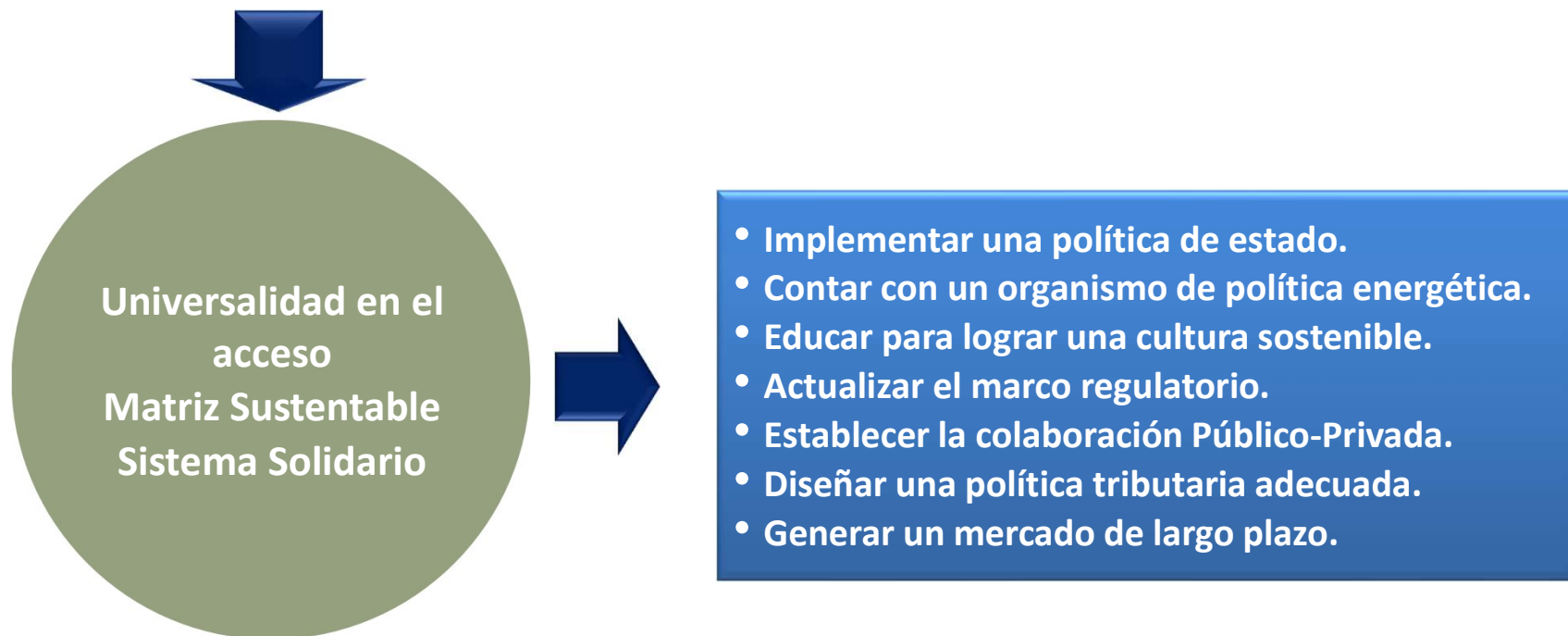
**La riqueza se genera a partir del saber hacer.**

# Diagnóstico y Solución

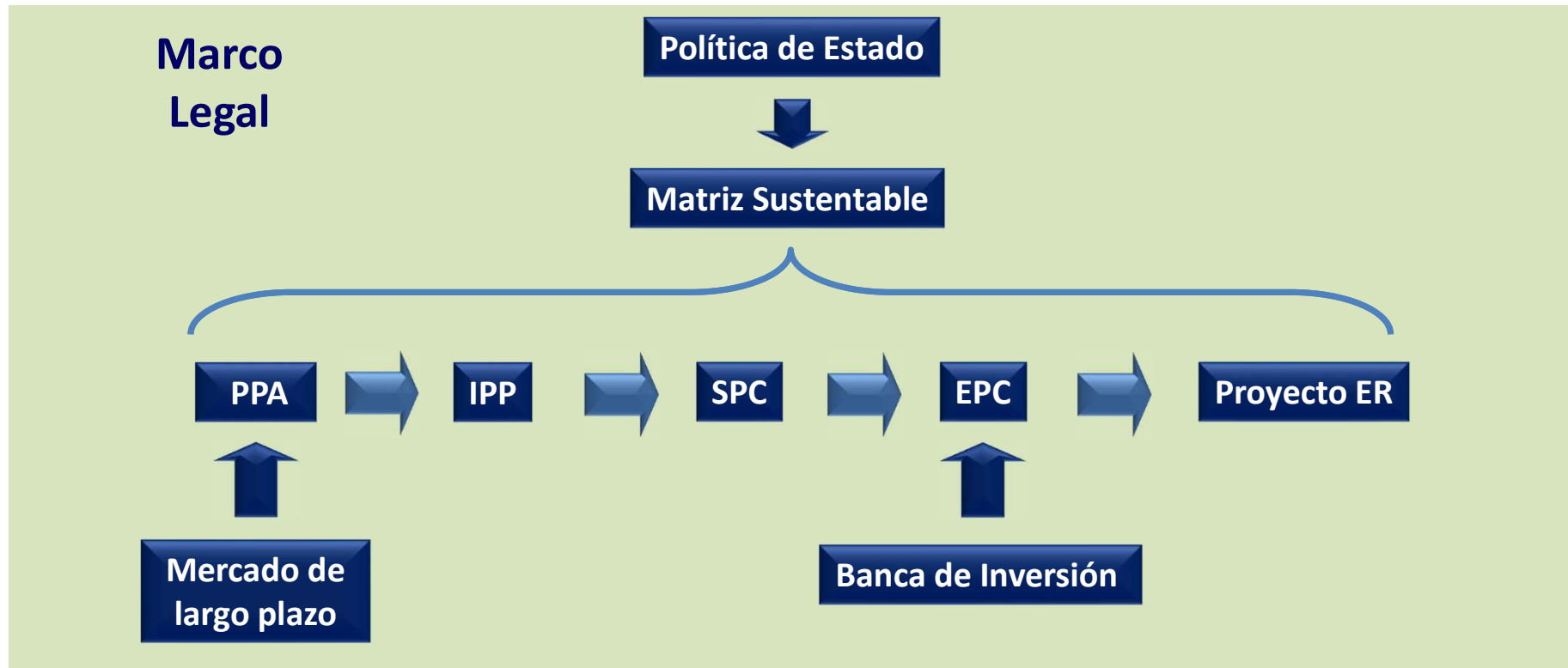
Como la demanda de energía es inelástica, la oferta oligopólica y la dinámica entre precio e inversión muy lenta, lo recomendable es planificar.

El estado no debe asumir todas las inversiones para concentrarse en la igualdad de oportunidades.

No tiene la capacidad de gestión para realizar todos los proyectos en tiempo y presupuesto.



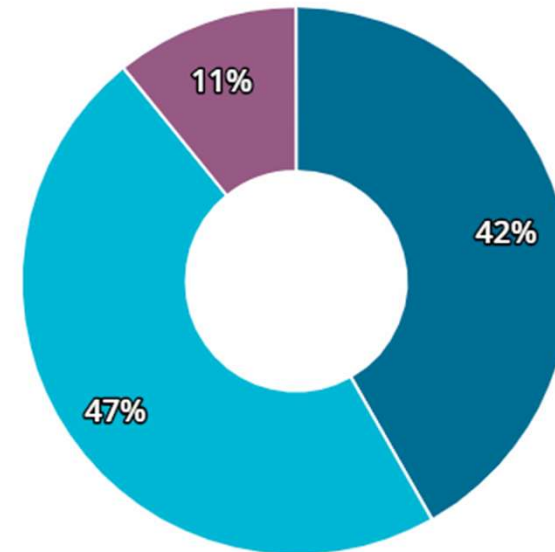
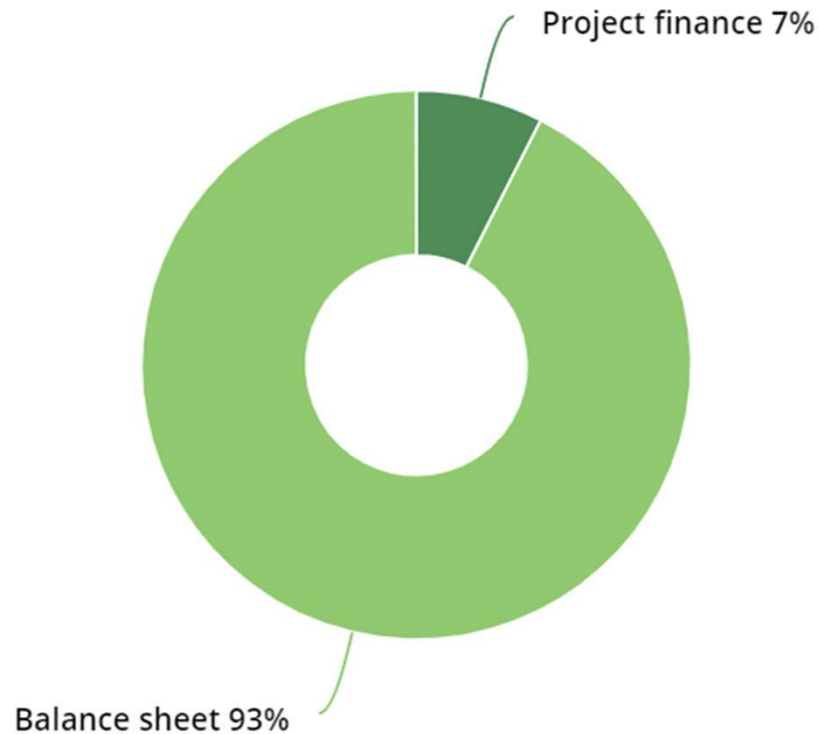
# Desarrollo de un proyecto de Energía Limpia



PPA: Contrato de Compra de Energía  
IPP: Productor Independiente de Energía

SPC: Compañía de Propósito Especial  
EPC: Ingeniería, Procura y Construcción

# Fuentes de Financiamiento



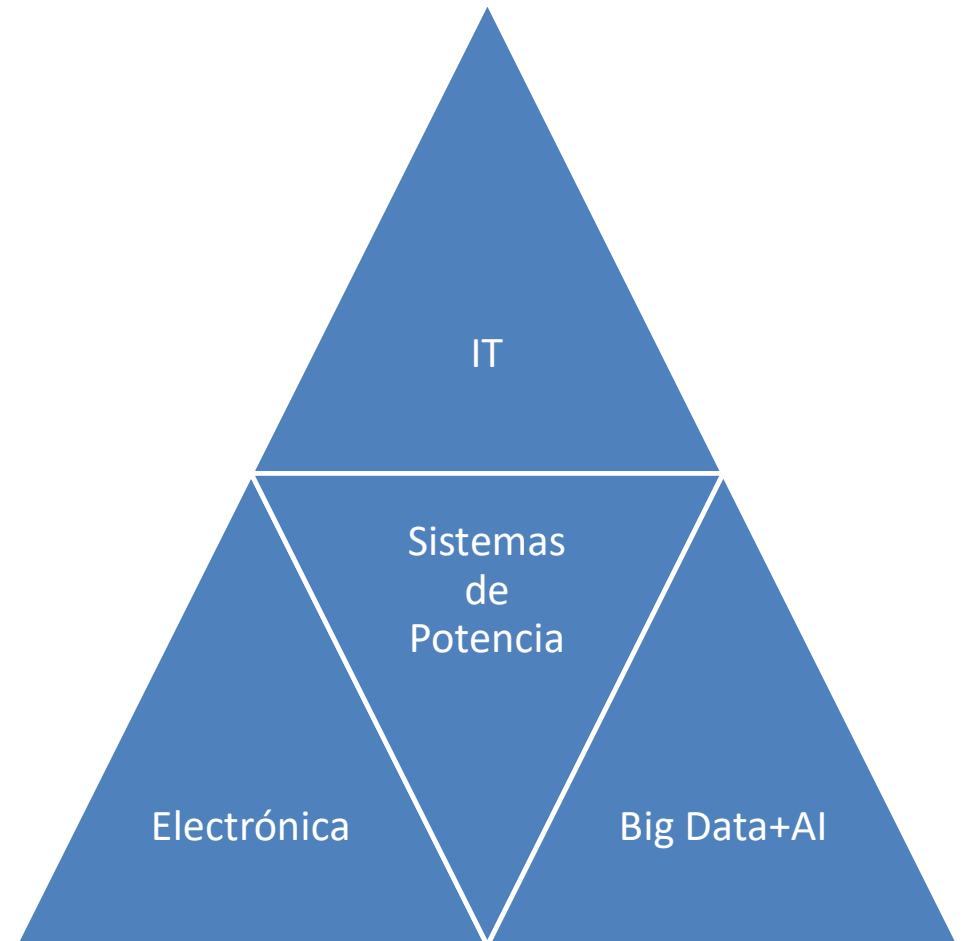
Fuente: IEA

- Government/SOE
- Private sector
- Households, communities and self-consumption

**El 58% del financiamiento es privado, la mayoría se garantiza con el balance, el financiamiento de proyectos todavía no logra una penetración considerable.**

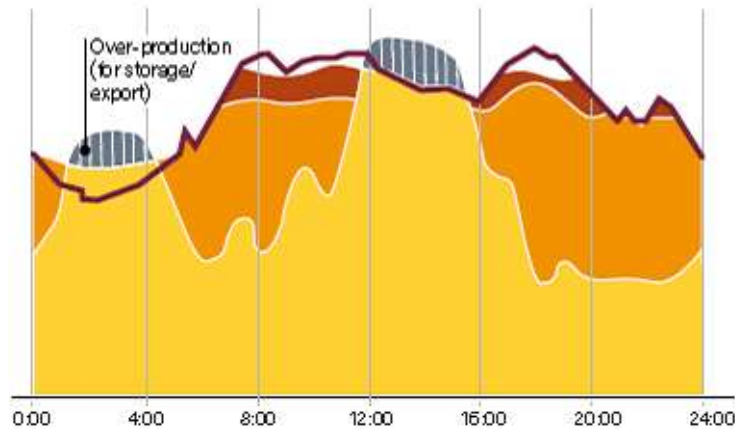
# Impactos

- Ante la supremacía de la energía limpia, se requiere de:
  - fuentes de generación flexibles, almacenamiento de energía;
  - fortalecimiento de la transmisión que incluyan HVDC, recursos estabilizantes y compensadores sincrónicos,
  - generación y almacenamiento distribuidos, redes inteligentes;
  - poner un mayor énfasis en la gestión de los activos.
- Las redes inteligentes son la convergencia tecnológica aplicada a los sistemas de potencia.
- La frontera entre generación, transmisión y distribución se desvanecerá.



# El nuevo paradigma

C) A New Paradigm



	Power generation
Over-production	→ for storage or trade
Storage or import/trade	from solar and wind peaks
Dispatchable	*
Variable renewable energy	

\* CSP with thermal energy storage

- Coal-fired
- Oil-fired
- Diesel generator
- Nuclear
- Natural gas-fired
- Hydro-power
- Bio-power
- Solar PV and CSP
- Geothermal power
- Wind power

**Necesitamos una operación flexible e inteligente**

# Energía es la capacidad de hacer algo

- Entonces,  
*¿qué hacemos al respecto?*

