

El desafío del calentamiento global y las necesidades energéticas.

Guillermo Sánchez (<http://diarium.usal.es/guillermo>)

Salamanca 2016-02-17

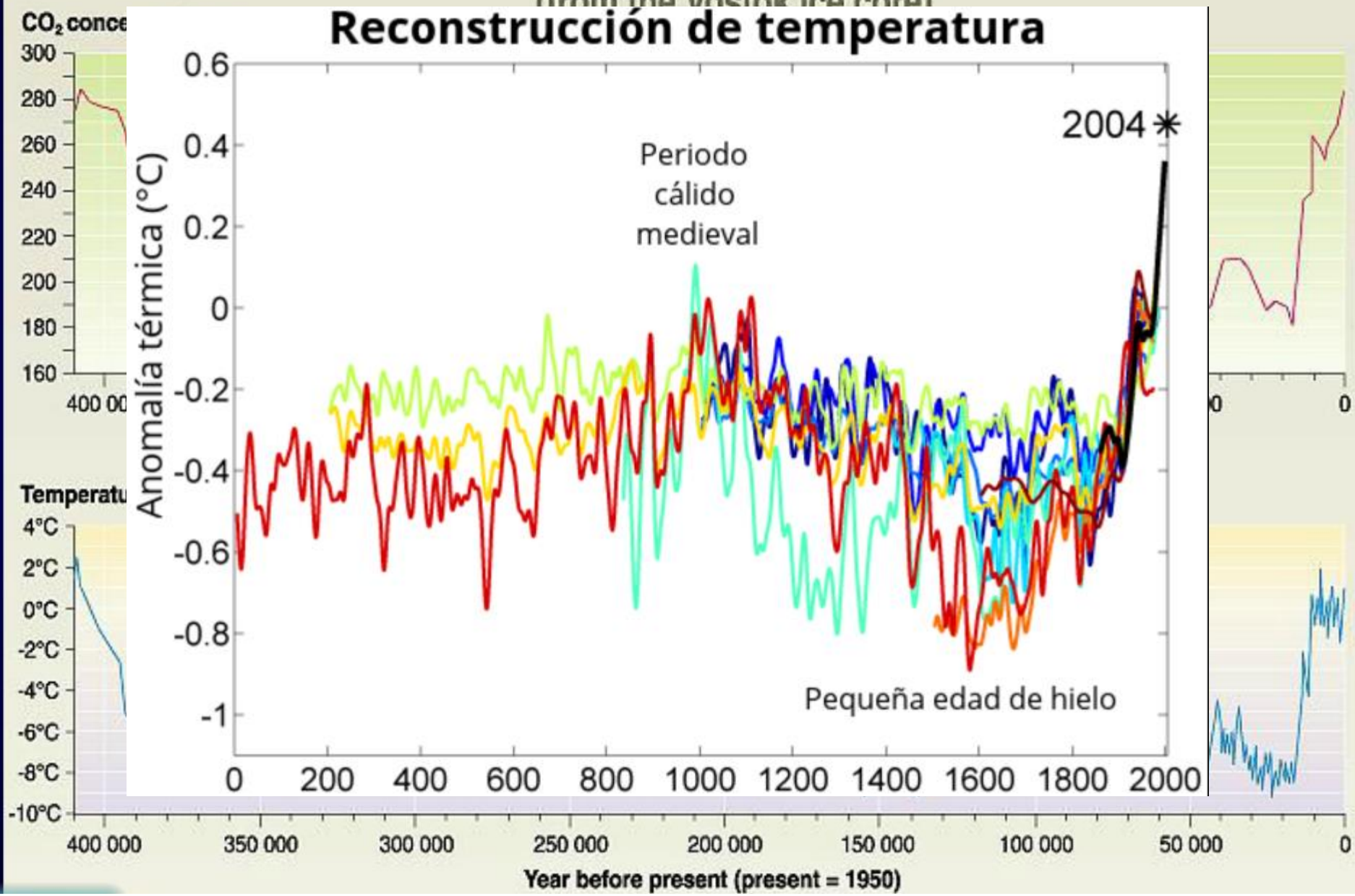
Acuerdo de París (12 de diciembre de 2015)

- Los 195 países participantes acordaron reducir sus emisiones de carbono "lo antes posible" y hacer todo lo posible para mantener el calentamiento global "muy por debajo de 2 grados C".

- El calentamiento global es un hecho y sus consecuencias pueden ser desastrosas
- La demanda energética continuará aumentando en los próximos años.
- Europa depende casi totalmente de fuentes de energías externas (fósiles), y esta situación continua empeorando.
- Nuevos hechos están modificando el panorama energético de forma impredecible
- ¿Qué podemos hacer? ¿Serán las energías renovables la solución? ¿Podemos prescindir de la energía nuclear?

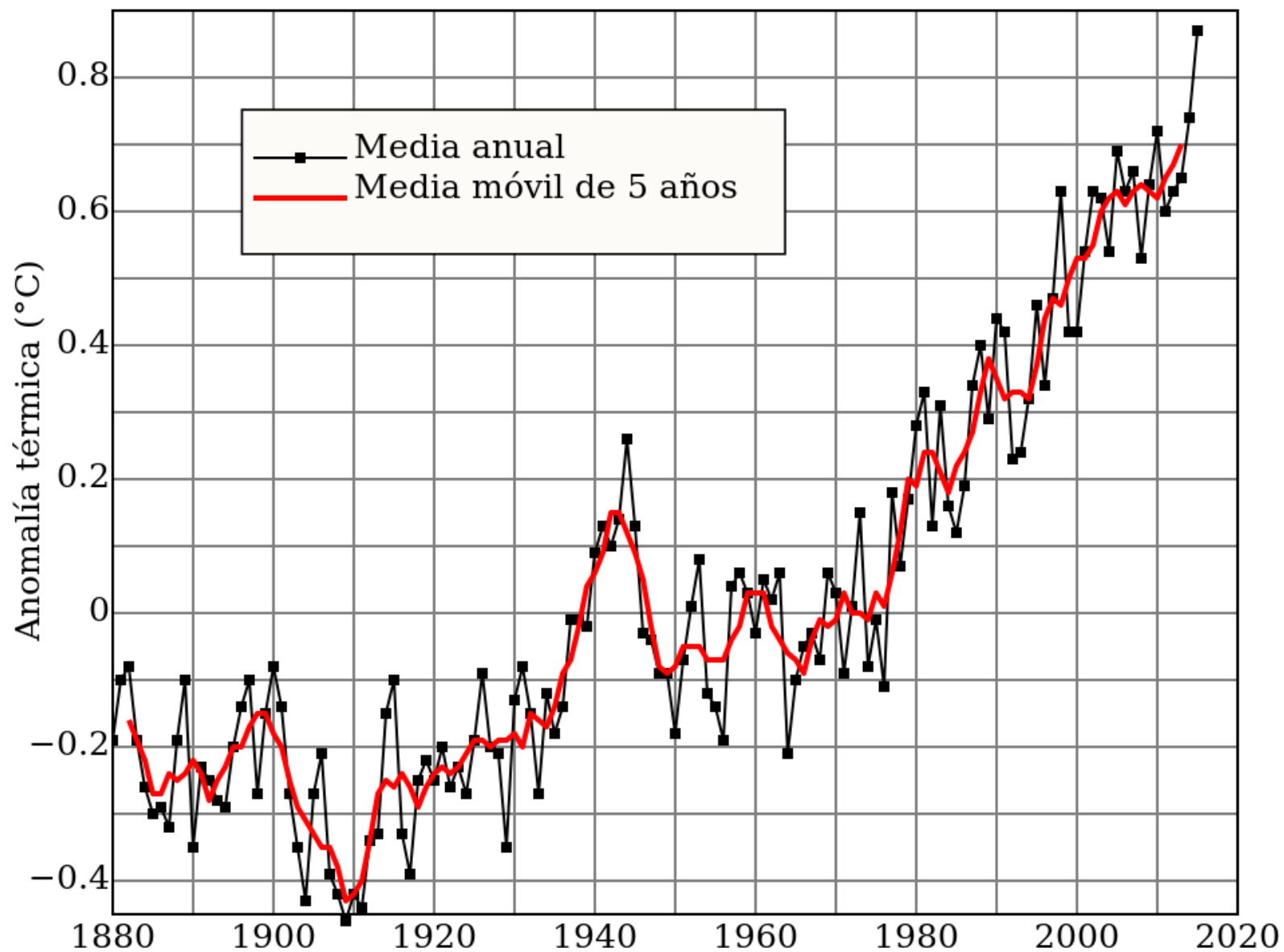
Temperature and CO₂ concentration in the atmosphere over the past 400 000 years (from the Vostok ice core)

Reconstrucción de temperatura

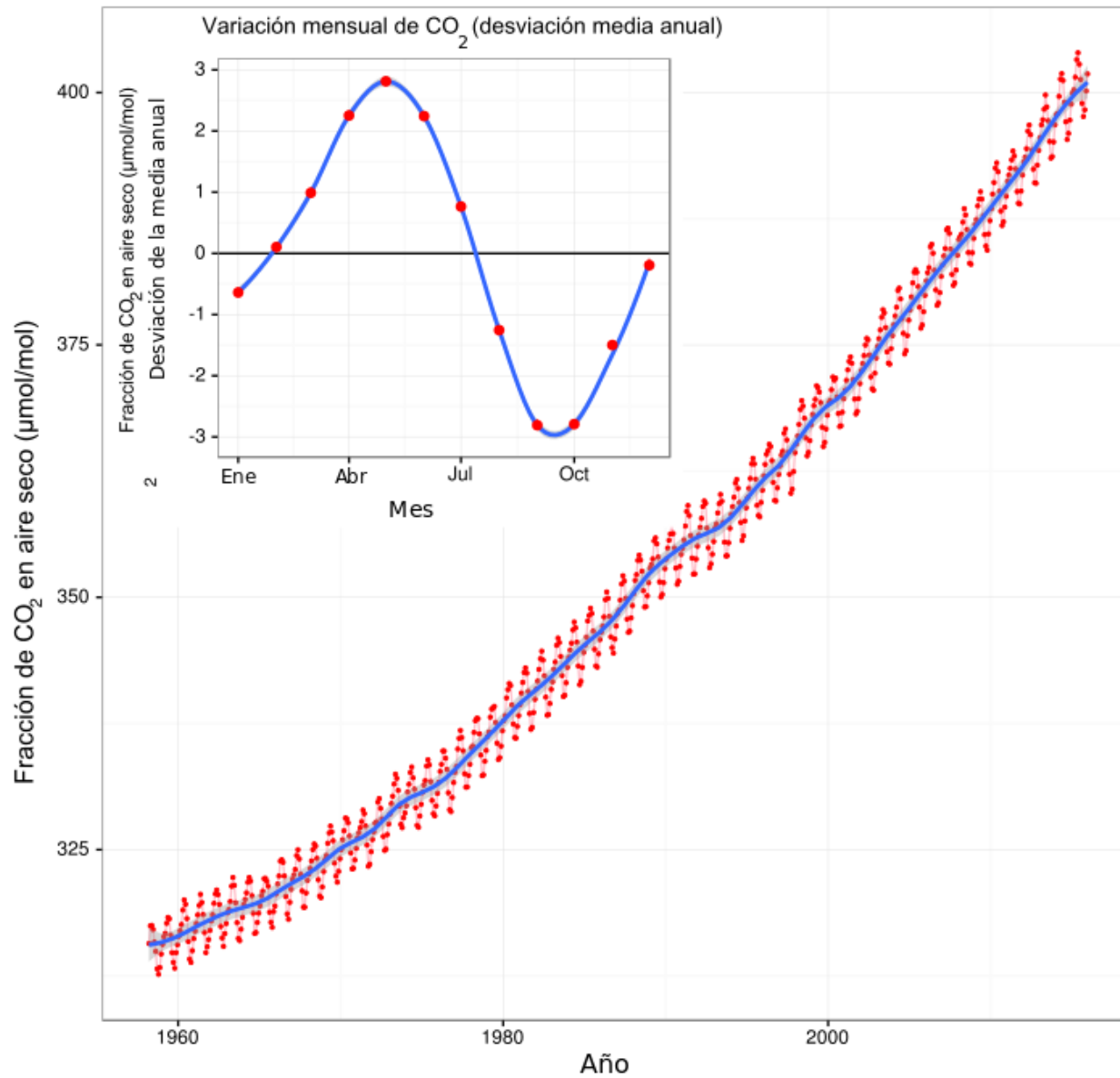




Índice de la temperatura global (tierra y mar)



Media mensual de la concentración de CO₂ en Mauna Loa (1958-2015)

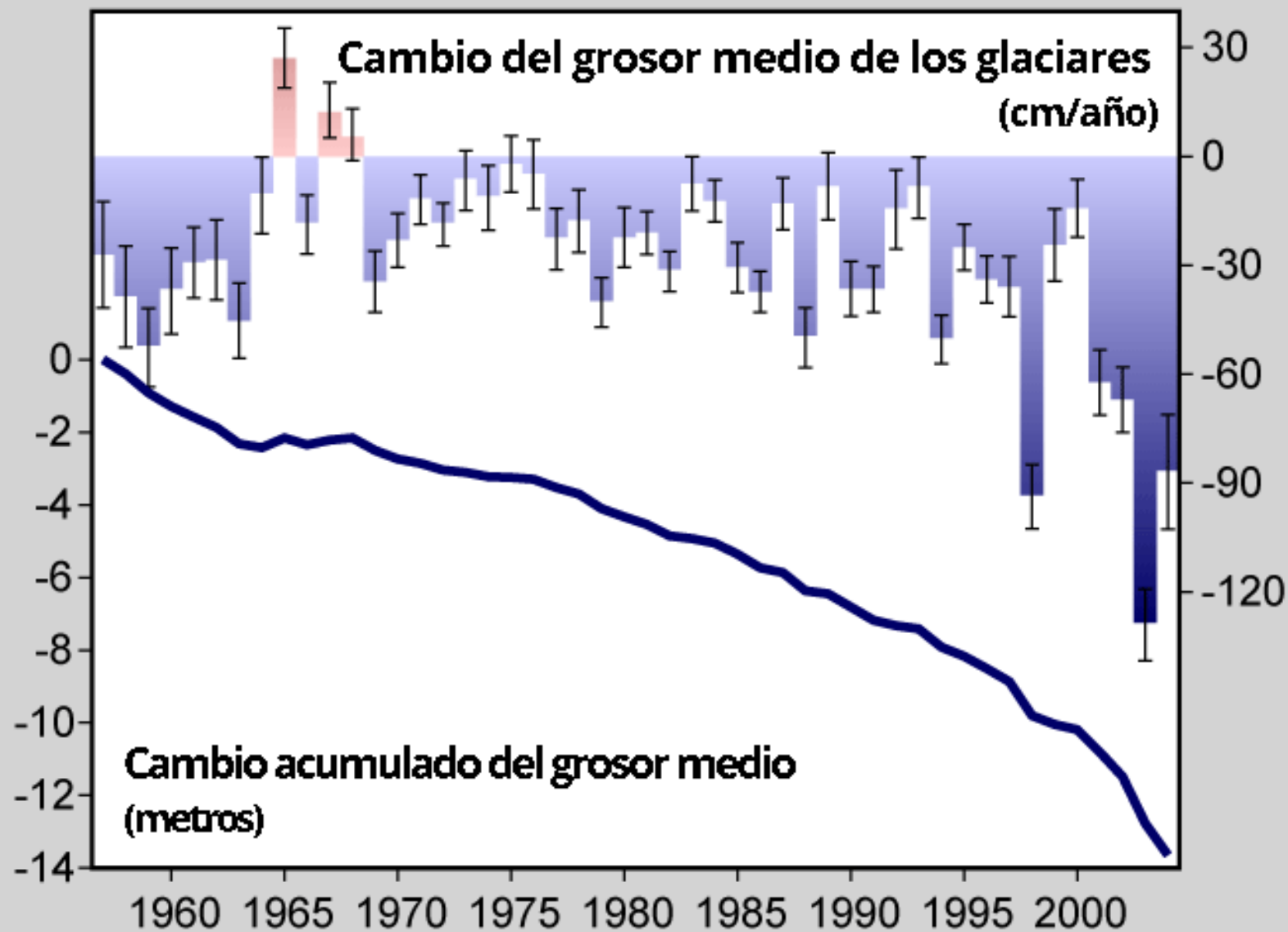


Partes por millón de CO₂

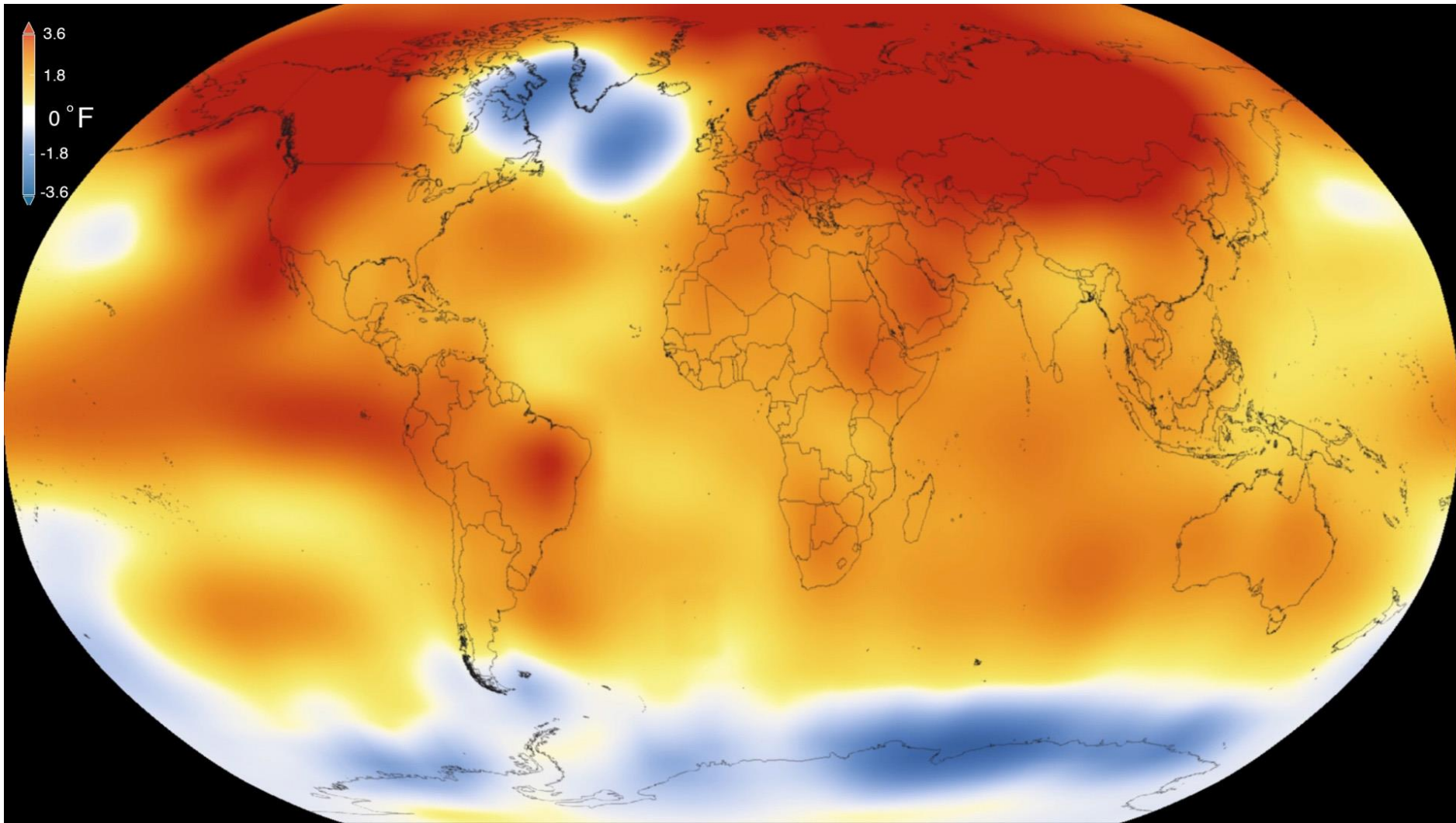


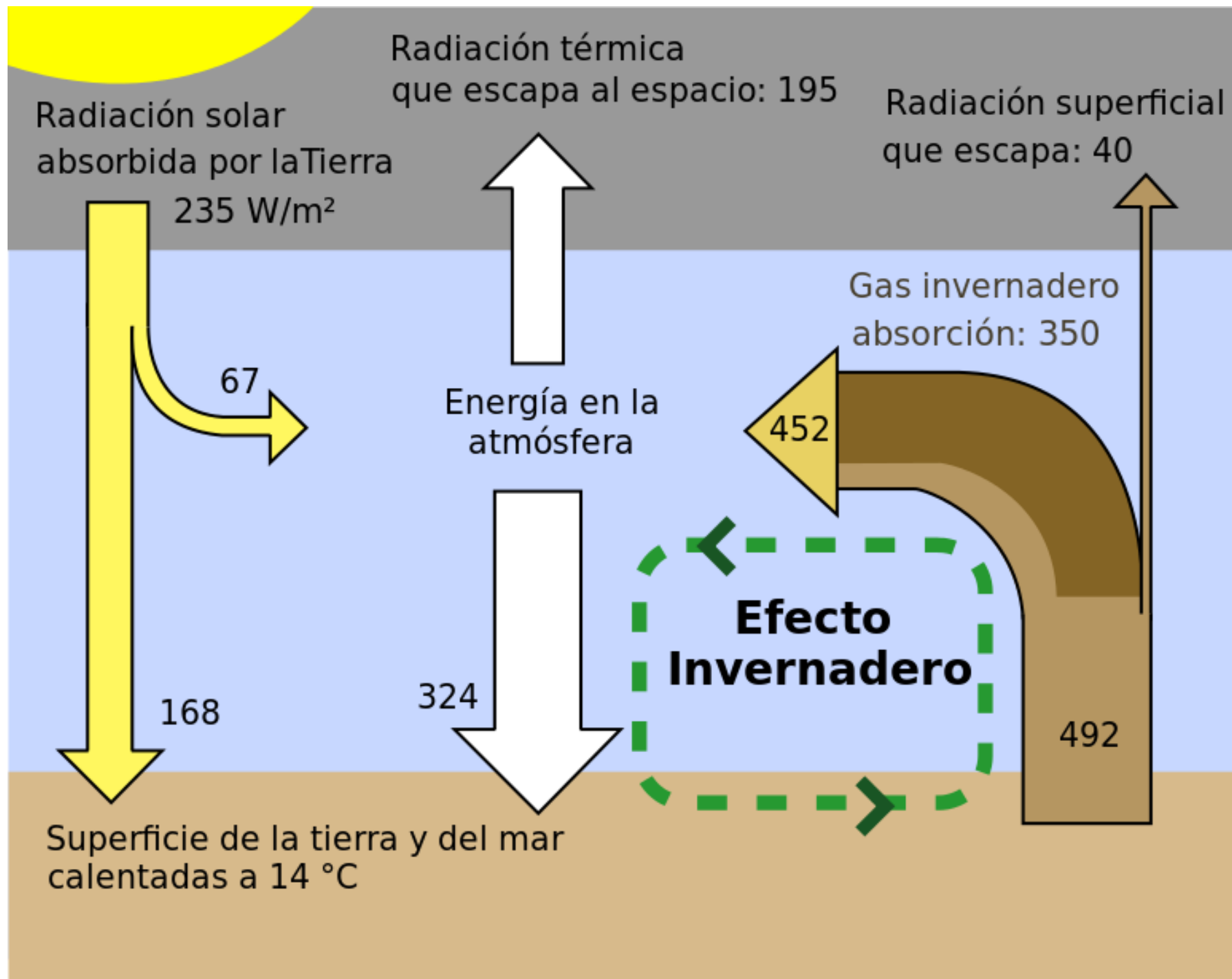
El calentamiento global se observa



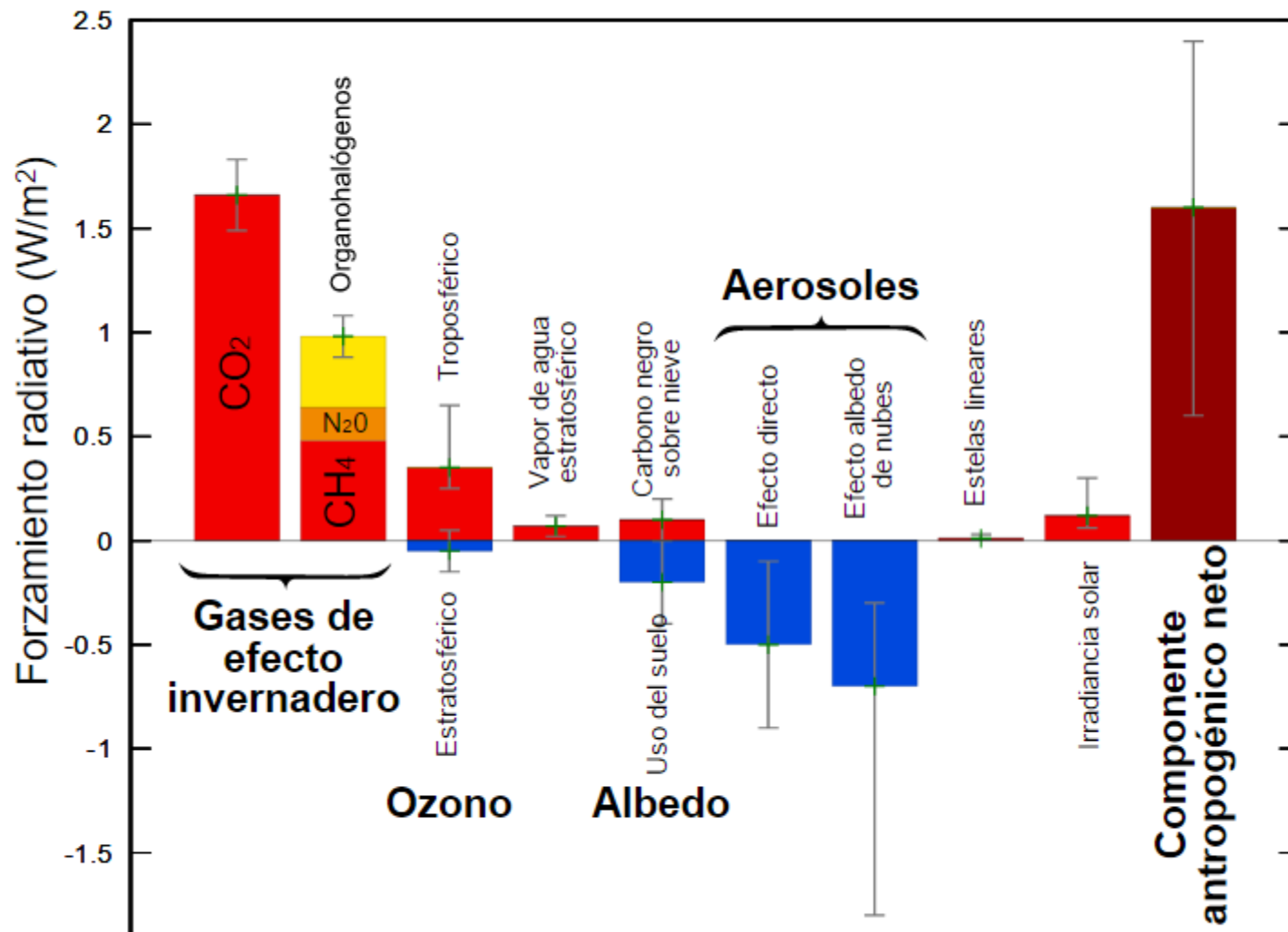


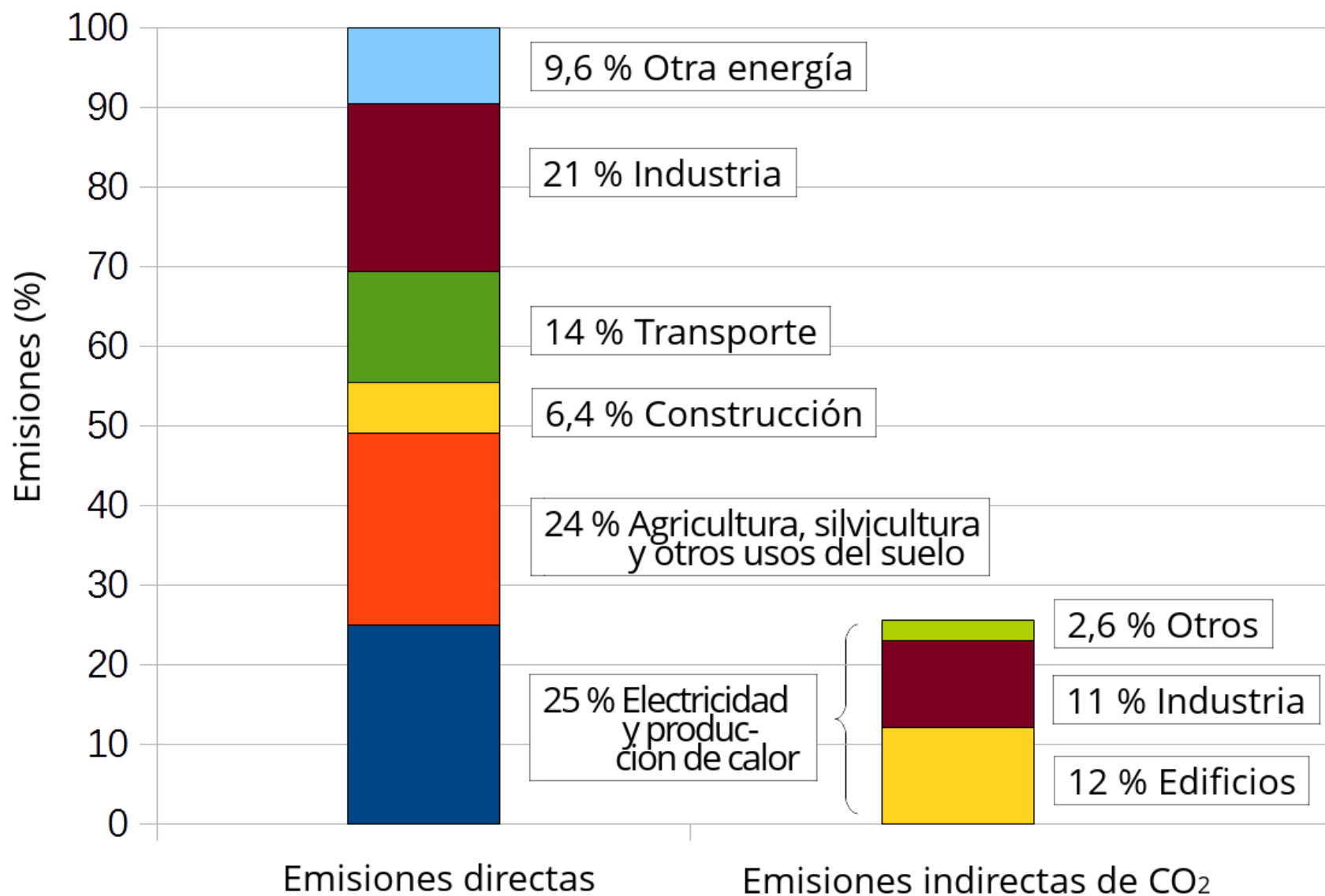
2015 fue el año más caluroso que se tenga registro (desde 1880). Los colores indican las anomalías térmicas. Fuente: [NASA/NOAA](#).





Componentes del forzamiento radiativo





Fuente: Wiki:Annual greenhouse gas emissions (in 2010) attributed to different sectors. Emissions are given as a percentage share of total emissions, measured in carbon dioxide-equivalents, using global warming potentials from the Intergovernmental

Panel on Climate Change's (IPCC) 2nd Assessment Report.

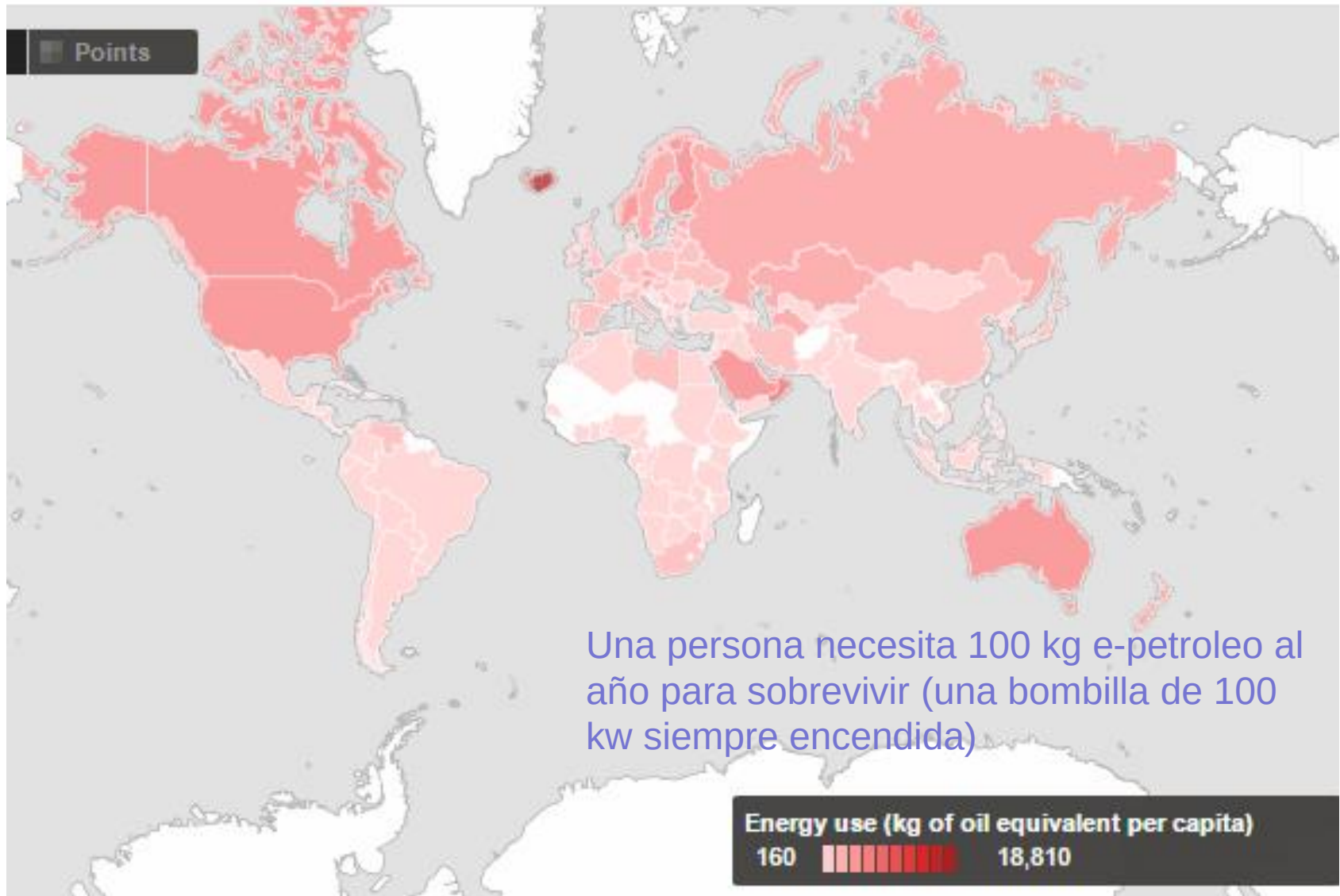
La Tierra de noche

NASA: A map of the night-time city lights of the world constructed from images taken by the Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System



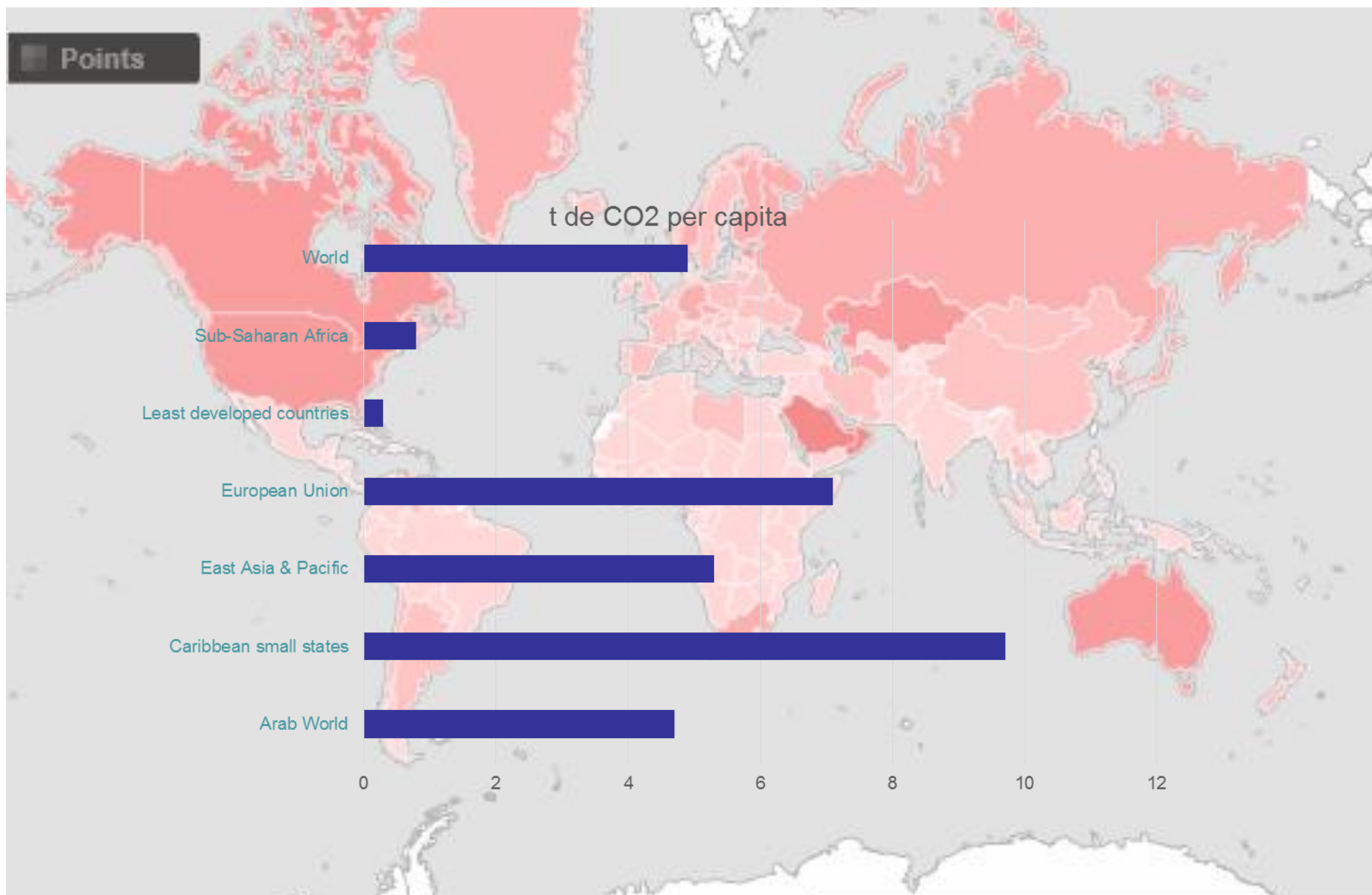
Consumo energético por habitante

Fuente: WB, IEA Statistics © OECD/IEA 2014



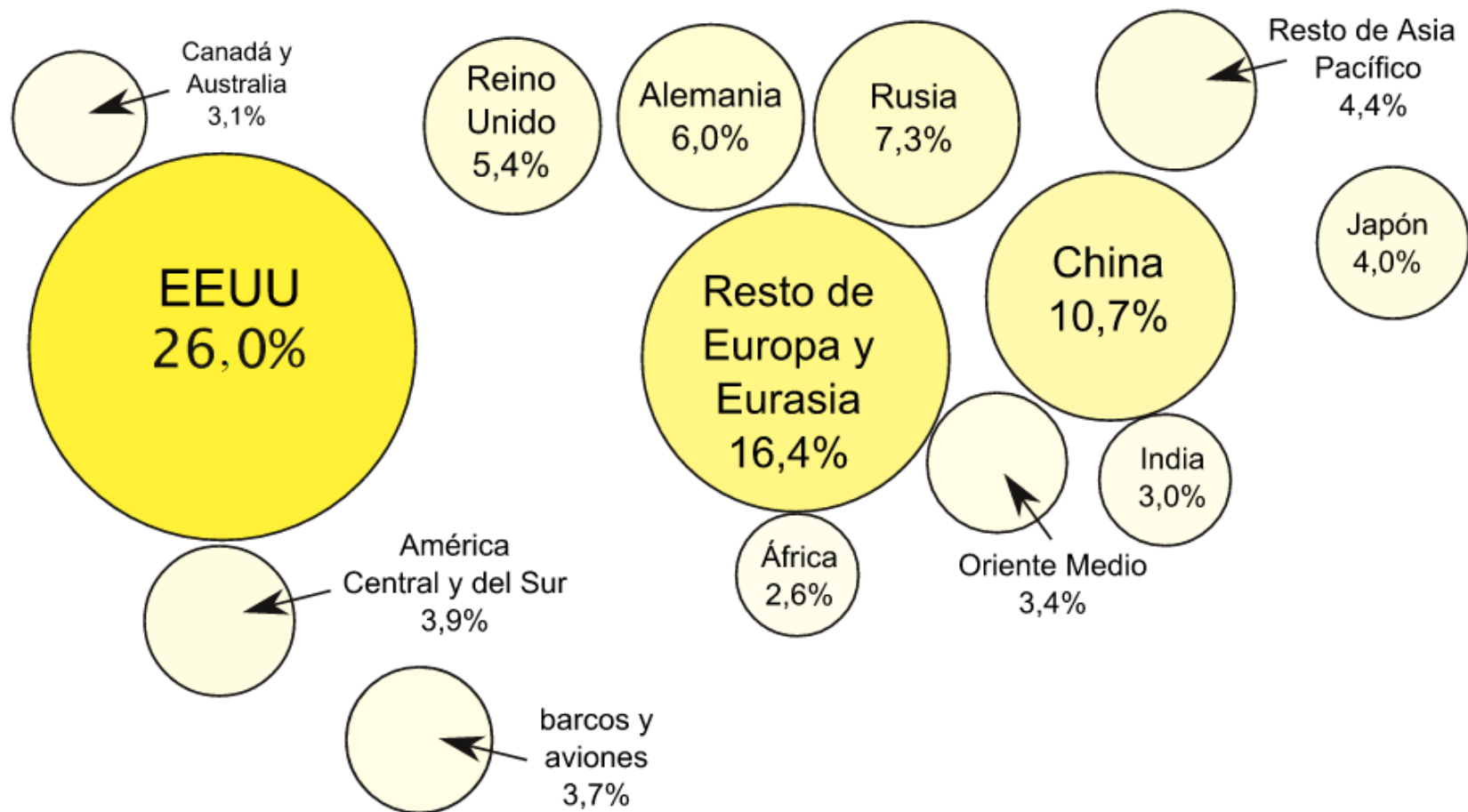
Emisiones de CO2 por habitante

(Fuente: WB)



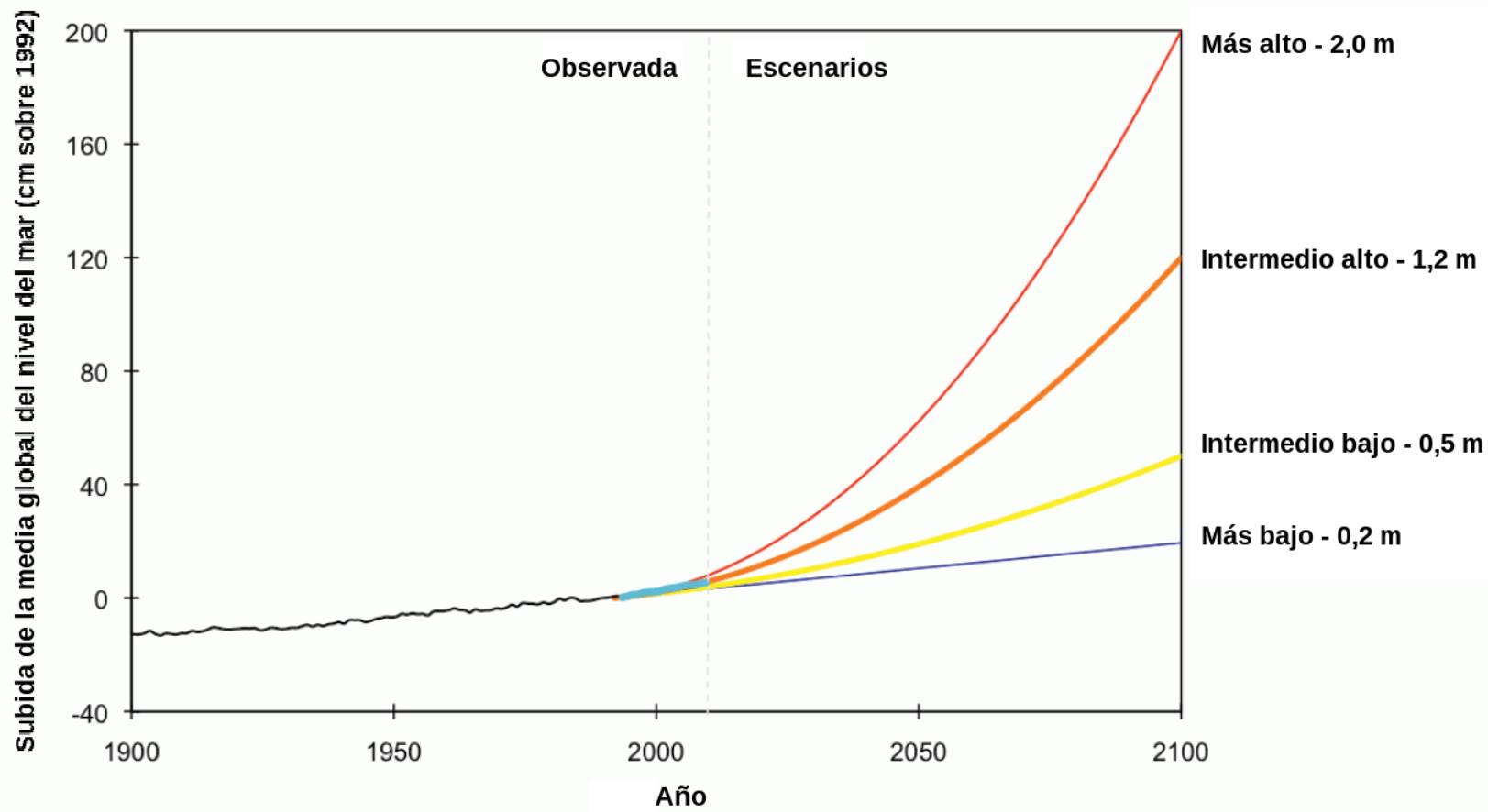
- Son los combustibles fósiles los que con mucho mas contribuyen al efecto invernadero. Según el IPCC es el transporte es el sector que más contribuye a agravar el problema del cambio climático. De hecho, concentra la mayor parte del consumo final de energía y supone el 30 por ciento de las emisiones de CO₂ en España (similar a las producidas por generación de electricidad).

Emisiones de CO₂ acumuladas 1751 -2012



Past and future CO₂ atmospheric concentrations

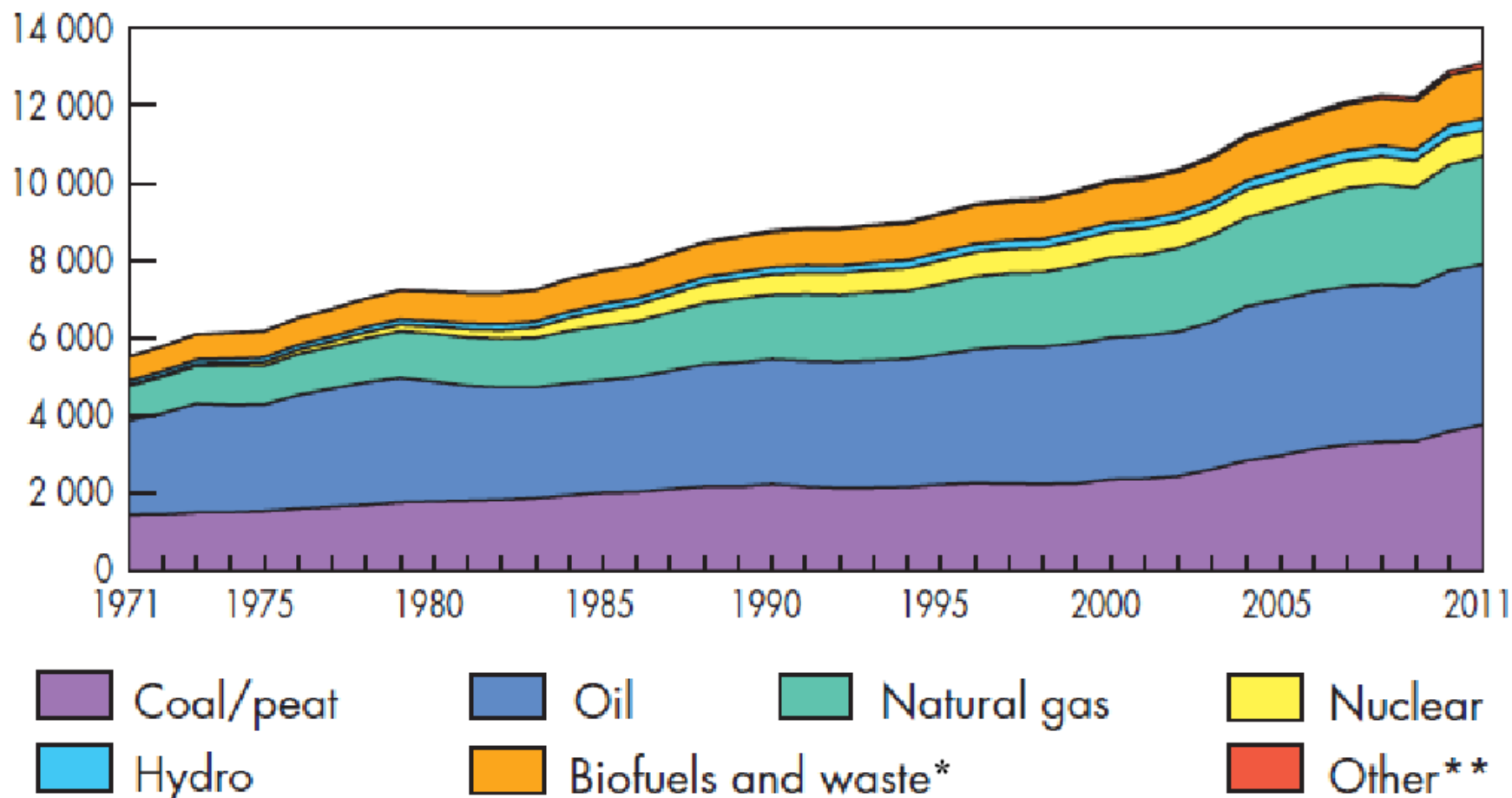




El consumo mundial de energía se ha duplicado en 30 años

TOTAL PRIMARY ENERGY SUPPLY (The World)

Evolution from 1971 to 2011 of World Total Primary Energy Supply by Fuel (Mtoe)



* Biomasa, productos animales y residuos

** Incluye geotérmica, solar, eólica, etc.

De donde se obtiene la energía y en que se consume

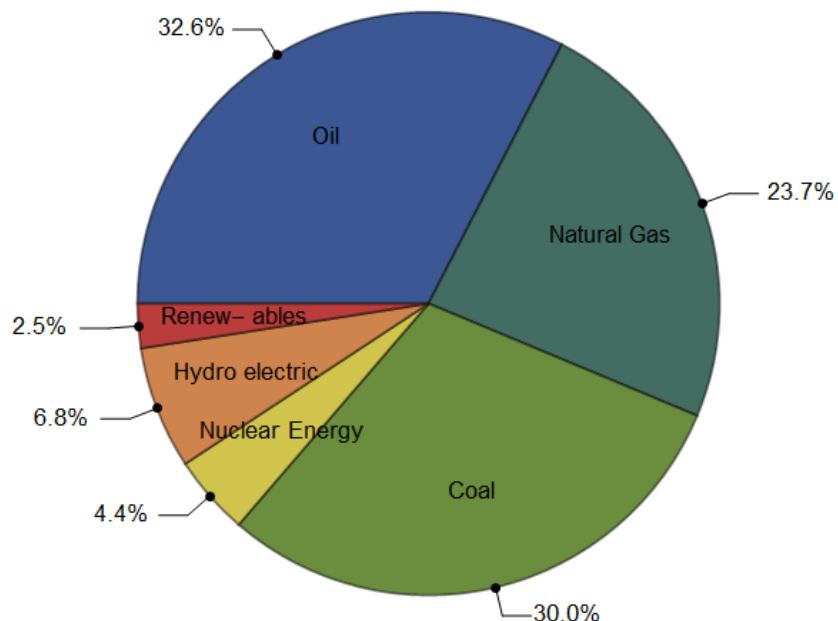
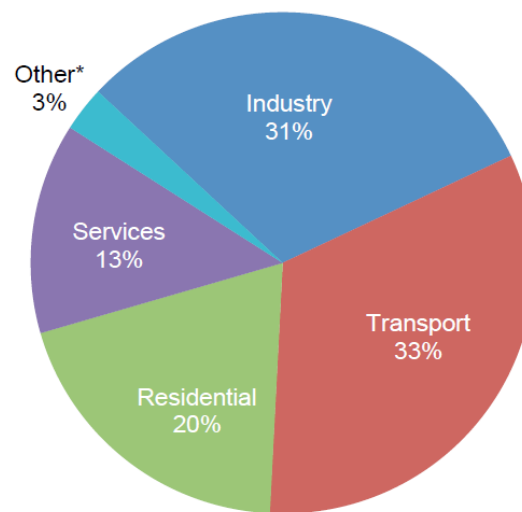


Figure 15. OECD Total Final Consumption by sector 2013

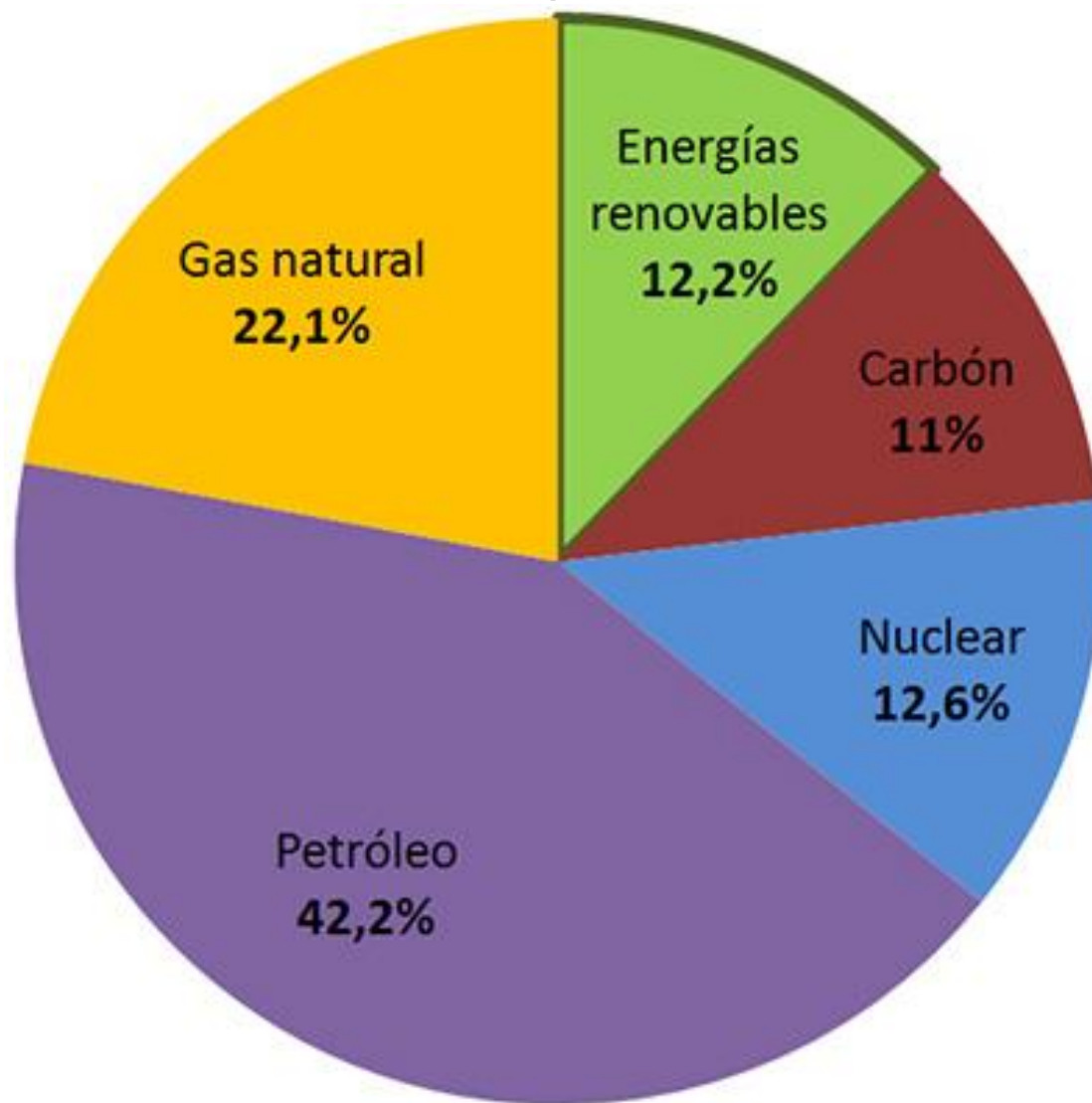


*Other includes agriculture, forestry, fishing and non-specified.

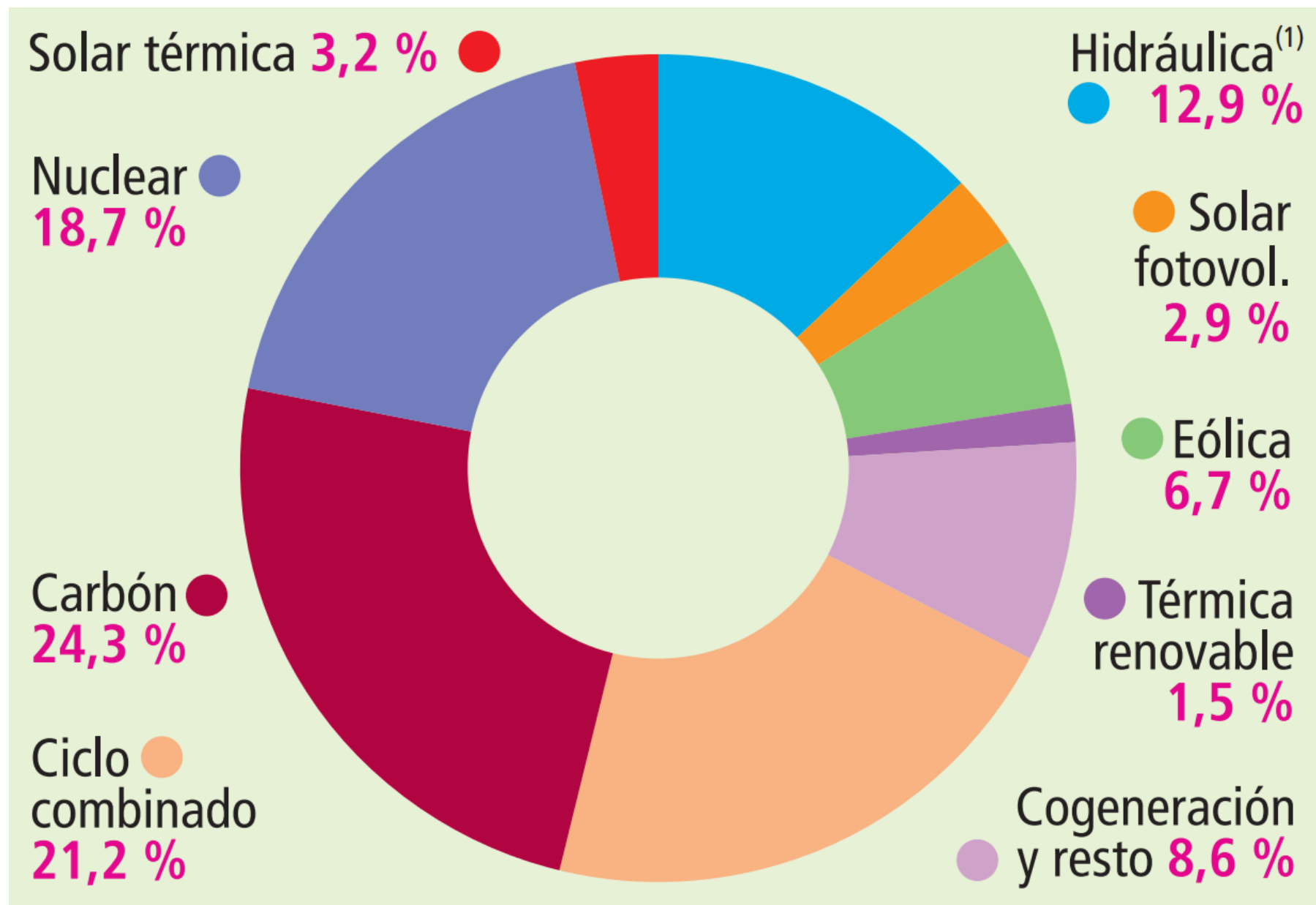
El 23% aprox. en forma de electricidad

Fuente: BP 2015 y IEA Energy Balances of OECD countries - 2015 edition

España

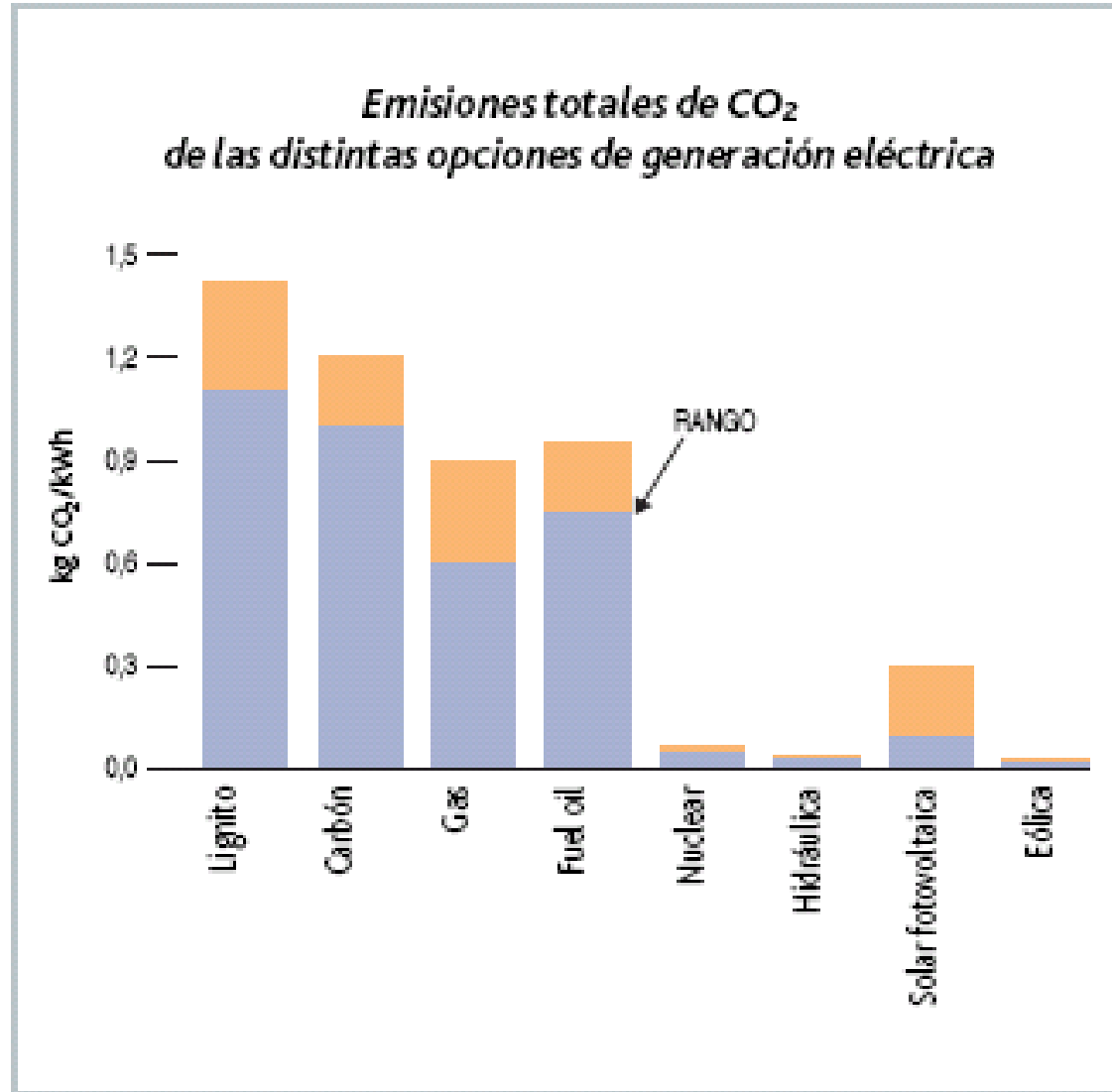


Fuente: Balance energético 2012 MINETUR



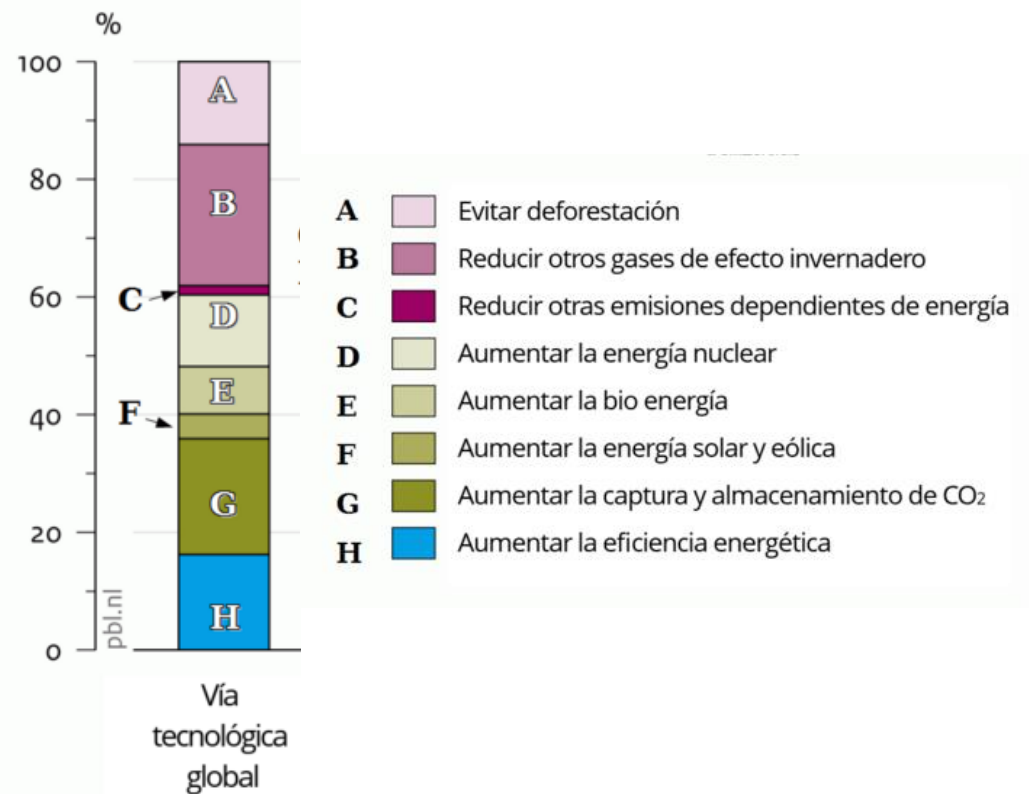
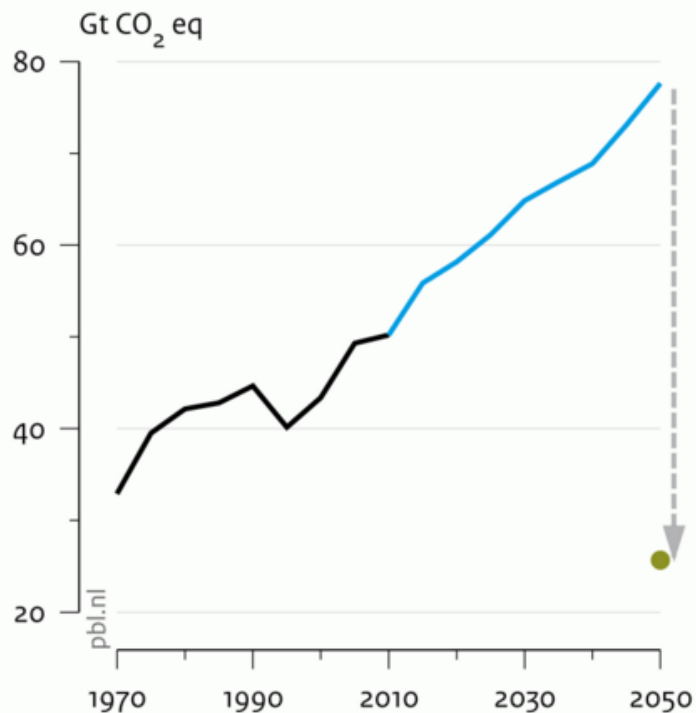
Grafica: Boletín REE **Agosto 2015**. La eólica con el triple de potencia instalada que la nuclear produjo en agosto 2015 la tercera parte. En invierno la participación eólica se incrementa sustancialmente, pero hay que hacer frente a todas las situaciones.

No hay energías limpias



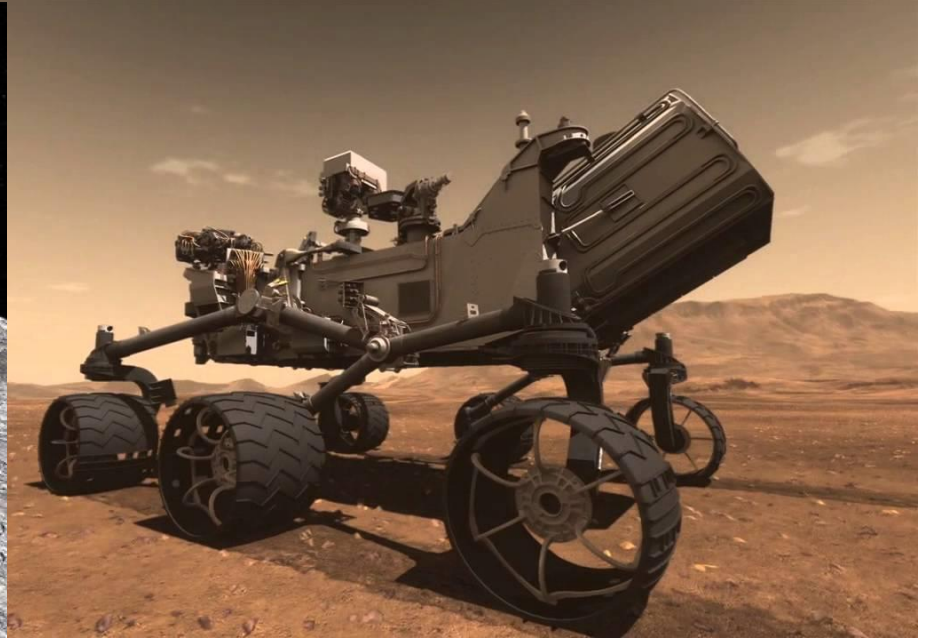
¿Cómo hacer frente al reto energético?

- Es previsible un aumento mundial de la demanda energética del 50% en 20 años.
- La UE importa más del 50% de la energía que consume y sigue aumentando.
- La mayor parte del petróleo/gas de la UE procede del Golfo Pérsico, donde están localizadas más del 70% de las reservas mundiales de petróleo. El gas procede de Rusia y norte de África.
- Las reservas estándar de gas y petróleo se están agotando (petróleo y gas) pero el *fracking* (fractura hidráulica) y el *oil shale* están cambiando el panorama energético mundial
- Los combustibles fósiles producen gran parte del denominado efecto invernadero.
- Es previsible un aumento del uso de la electricidad en el transporte, pero eso no implica necesariamente una disminución de las emisiones de CO₂



¿Cómo no subir mas de 2° C sobre los niveles preindustriales?
(Convención de Paris 2015)

Philae(solar) vs Curiosity (nuclear)



La extraordinaria misión de Rosseta-Philae al cometa 67P/Churiumov-Guerasimenko, tuvo un contratiempo: “Cometizó” en un punto donde el tiempo en los que los paneles estaban en sombra impidió recargar las baterías y Philae funcionó menos de 60 h. Curisity con un generador de Pu-238 continua funcionando después de mas de tres años (Aug. 5, 2012) y sigue. Aunque Philae fue un éxito ¿Qué habría sido con una fuente de Pu-238?

Energías renovables: Sí pero hay que tener en cuenta sus limitaciones

Las energías renovables solo cubren parte del consumo eléctrico (que solo es parte de la demanda energética).

Según REE:

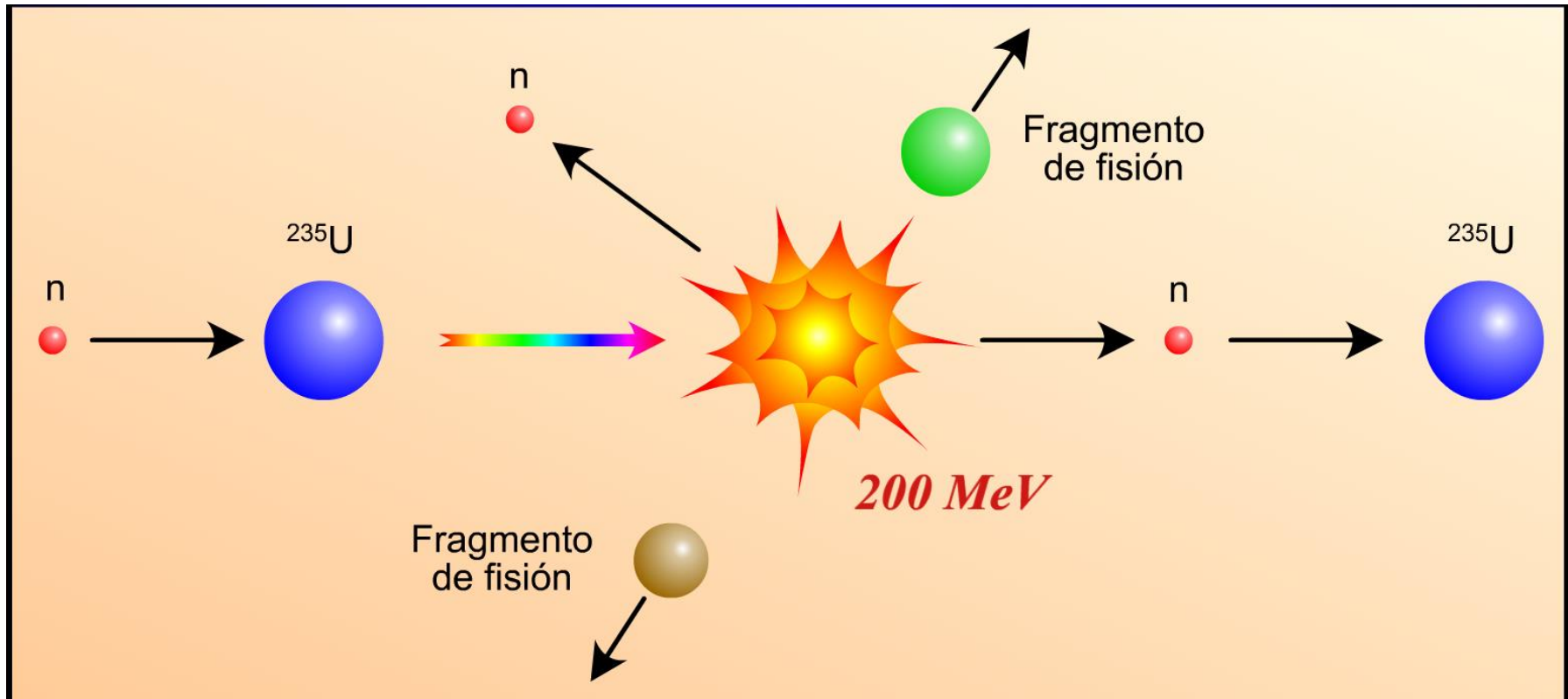
- i) “Variabilidad de la producción renovable e incertidumbre en la predicción”
- ii) “La producción de energía eólica presenta algunas singularidades, derivadas fundamentalmente de su carácter no gestionable, **que obliga a disponer en el sistema de reservas de potencia suficientes en todo momento, procedentes de otras fuentes de energía.**”

Con los biocombustibles no se ahorran emisiones de CO₂ o se ahorran poco

HARTMUT MICHEL Premio Nobel de Química Fotosíntesis (El País: 12/09/2007) :

- “...la producción y el uso del biogás o el biocombustible no son neutrales en cuanto a la producción de CO₂, porque al menos el 50% de toda la energía contenida en el biogás o en el biocombustible procede de fuentes fósiles.”
- “Para producir algunos biocombustibles, como el etanol, hace falta invertir mucha energía en forma de fertilizante, ...)
- Los biocombustibles están fomentando la pérdida de selva tropical en Indonesia, Malaisia, algunas zonas de África y en Brasil.
- **P: Si está tan claro que los biocombustibles no son una opción, ¿por qué todo el mundo apuesta por ellos?**
- **R. Es que son una idea muy atractiva, el término bio vende mucho... Pero no soy el único que critica los biocombustibles. Basta hacer los cálculos”.**

Una opción: Fisión nuclear



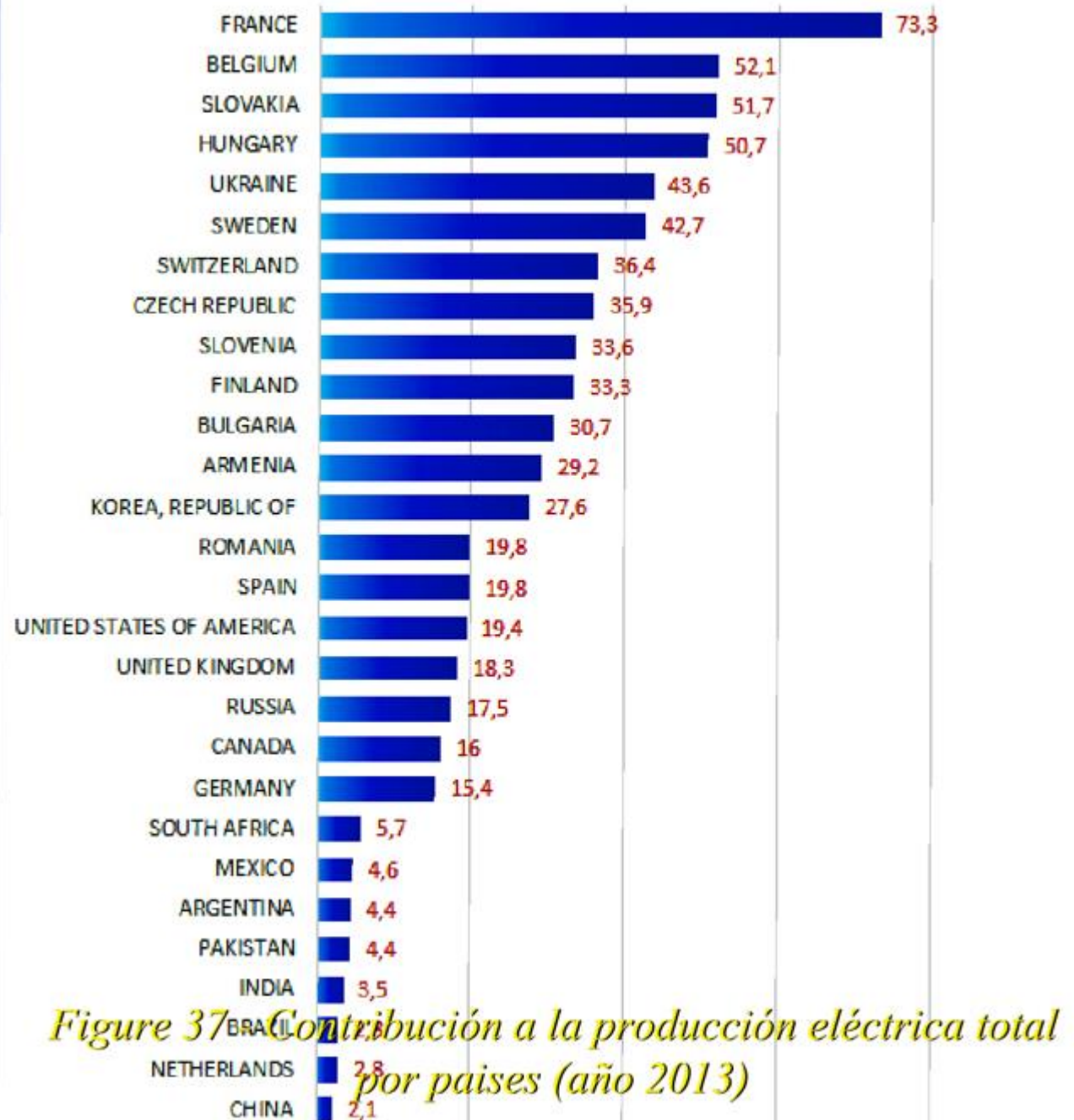
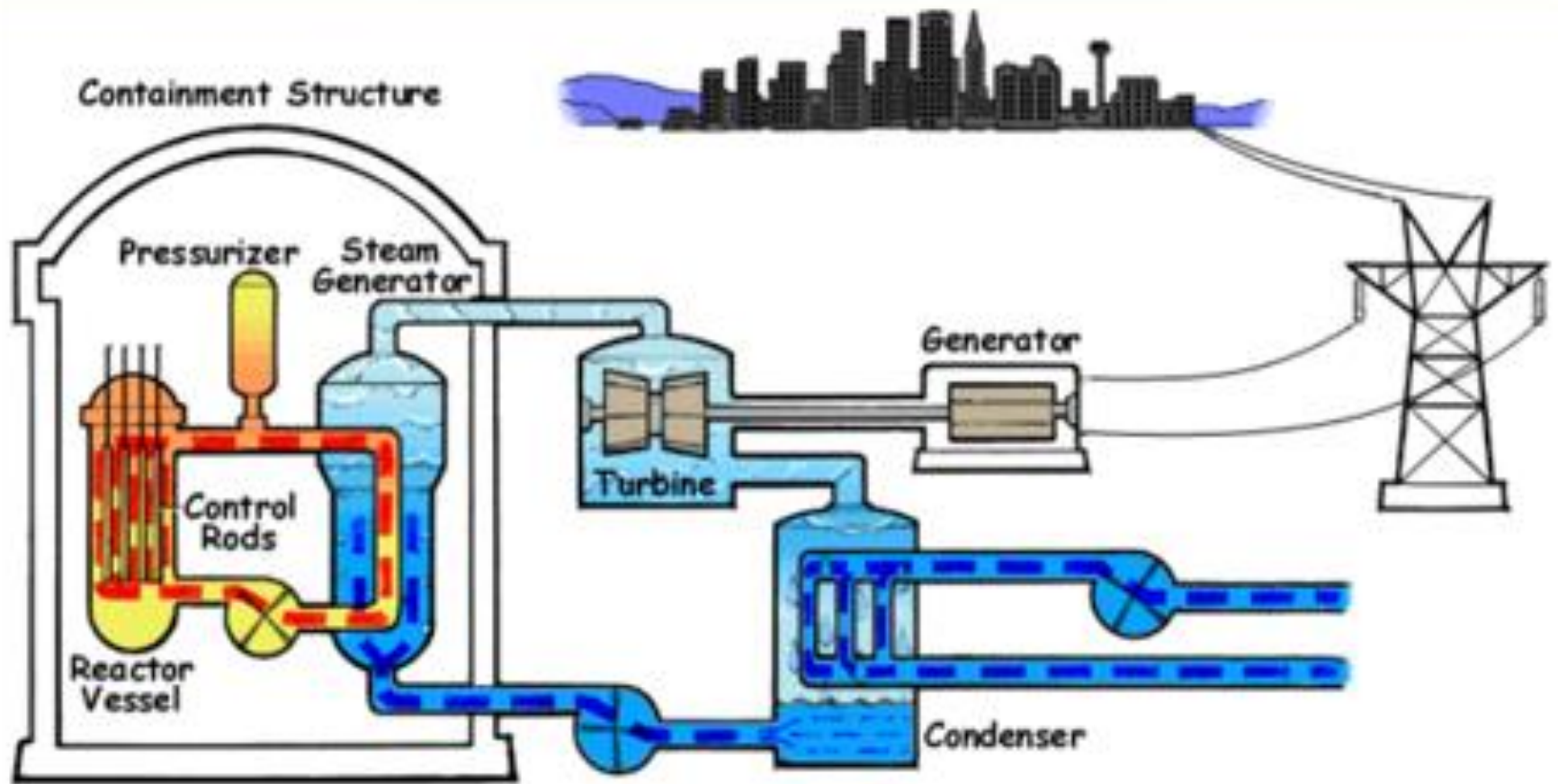


Figure 37 - Contribución a la producción eléctrica total por países (año 2013)



Reactores Nucleares:

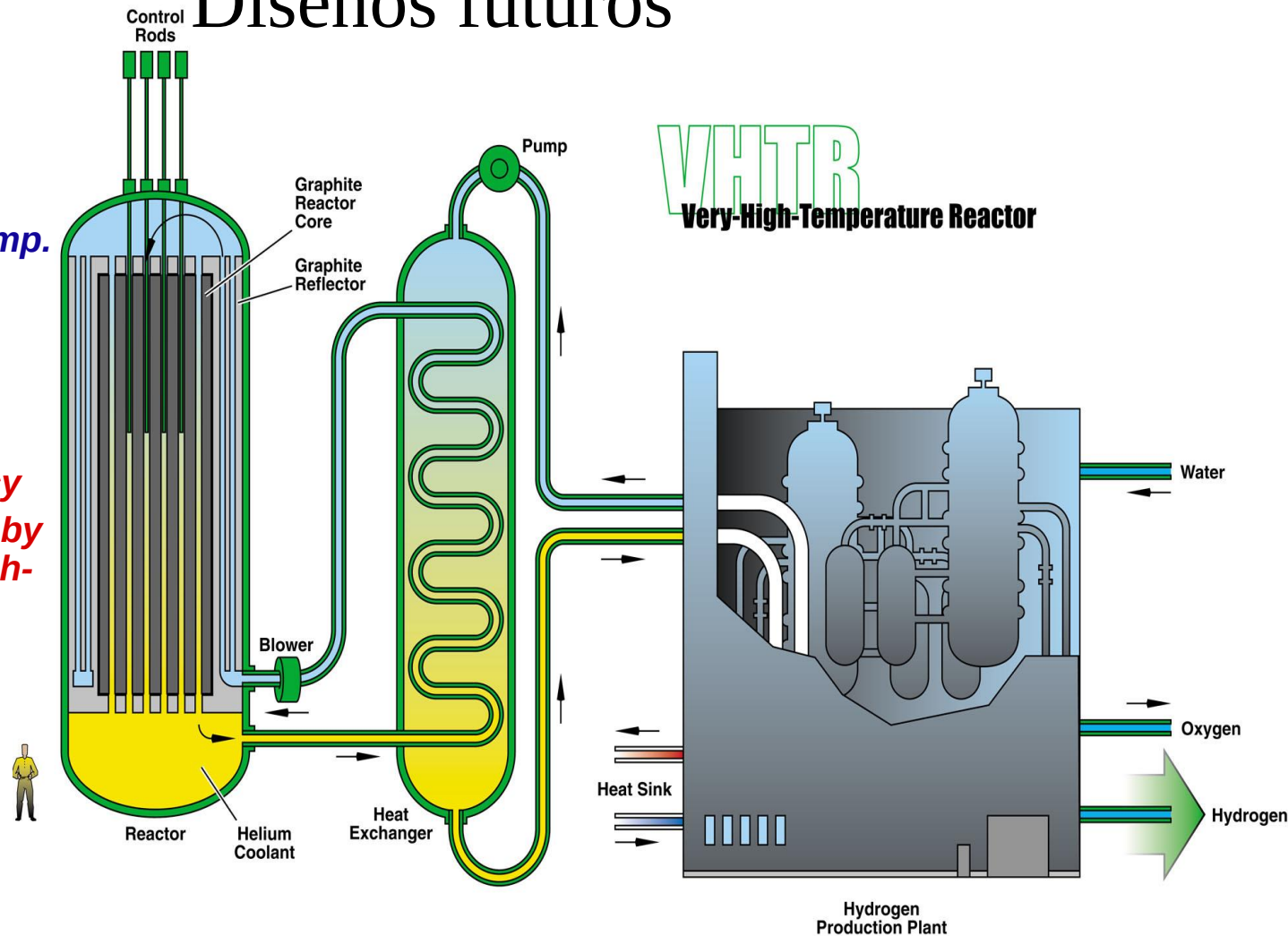
Diseños futuros

○ Characteristics

- High temperature coolant
- 900 - 1000°C outlet temp.
- 600 MWth
- Water-cracking cycle

○ Key Benefit

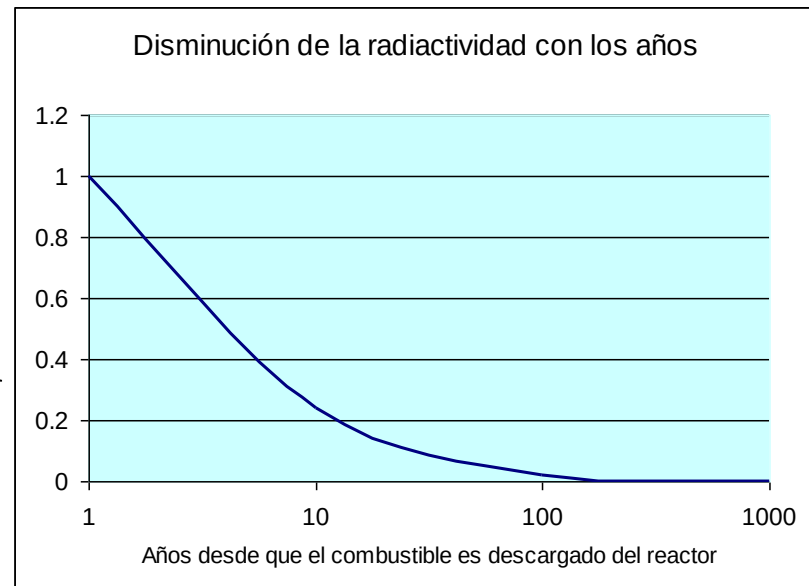
- High thermal efficiency
- Hydrogen production by water-cracking by High-Temp Electrolysis or Thermo-chemical decomposition



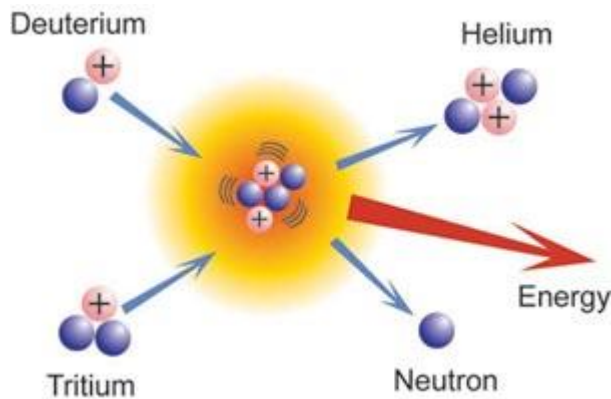
Los residuos nucleares vs otros residuos generados por otras fuentes de energía

En España: 500 m³/año vs 500 millones de t de CO₂. Son reutilizables en mas de un 95%.

Una casa consume 2000-3000 kWh/año: equivale a 5 a 10 g U al año y genera de 0.2 a 0.5 g residuos radiactivo. Usando combustibles fósiles emitiría de 2 a 3 t de CO₂ .

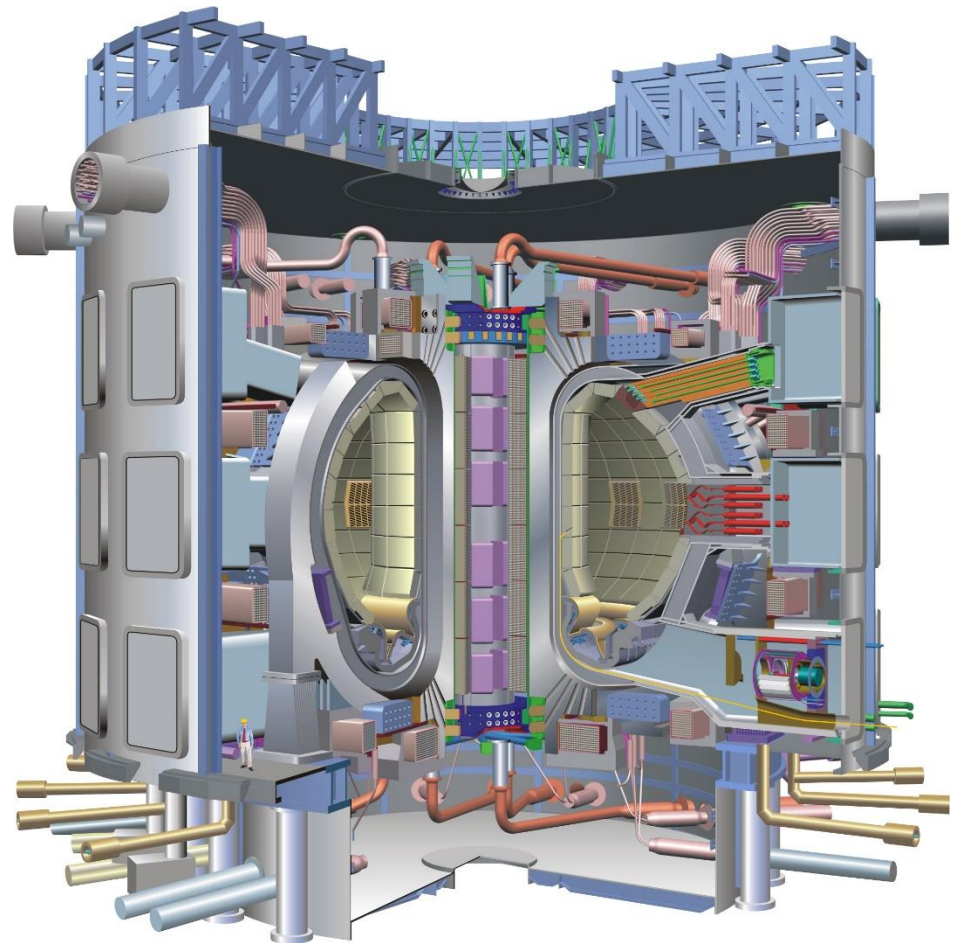
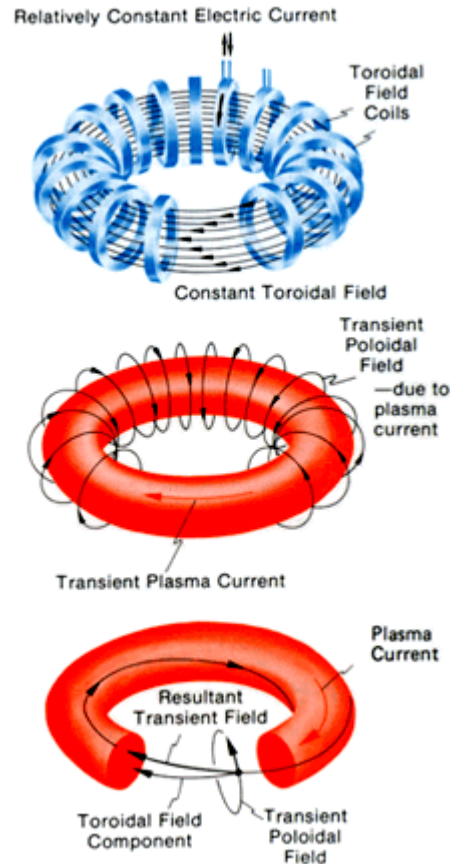


Después de 2040: Energía de fusión o fusión/fisión

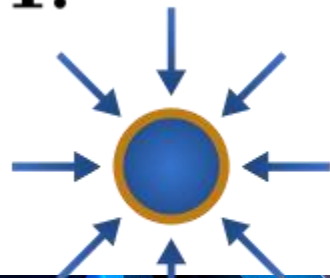


- ${}^2\text{H} + {}^3\text{H} \rightarrow \text{n} (14,07 \text{ MeV}) + 4\text{He} (3,52 \text{ MeV})$
- ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow (2,45 \text{ MeV}) + {}^3\text{He} (0,82 \text{ MeV})$
- ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow \text{p} (3,02 \text{ MeV}) + {}^3\text{H} (1,01 \text{ MeV})$
- Fusion-Fisión (?)
- Futuro más lejano:
- ${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow 2\text{p} + 4\text{He} (12,86 \text{ MeV})$

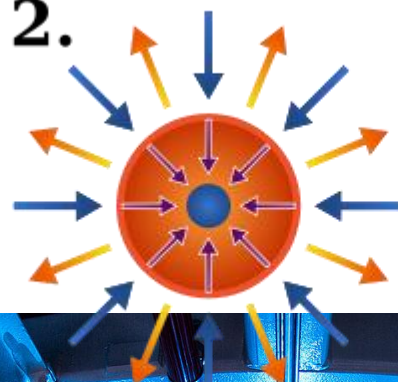
Confinamiento magnético: ITER



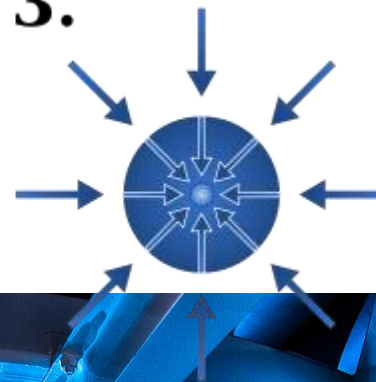
1.



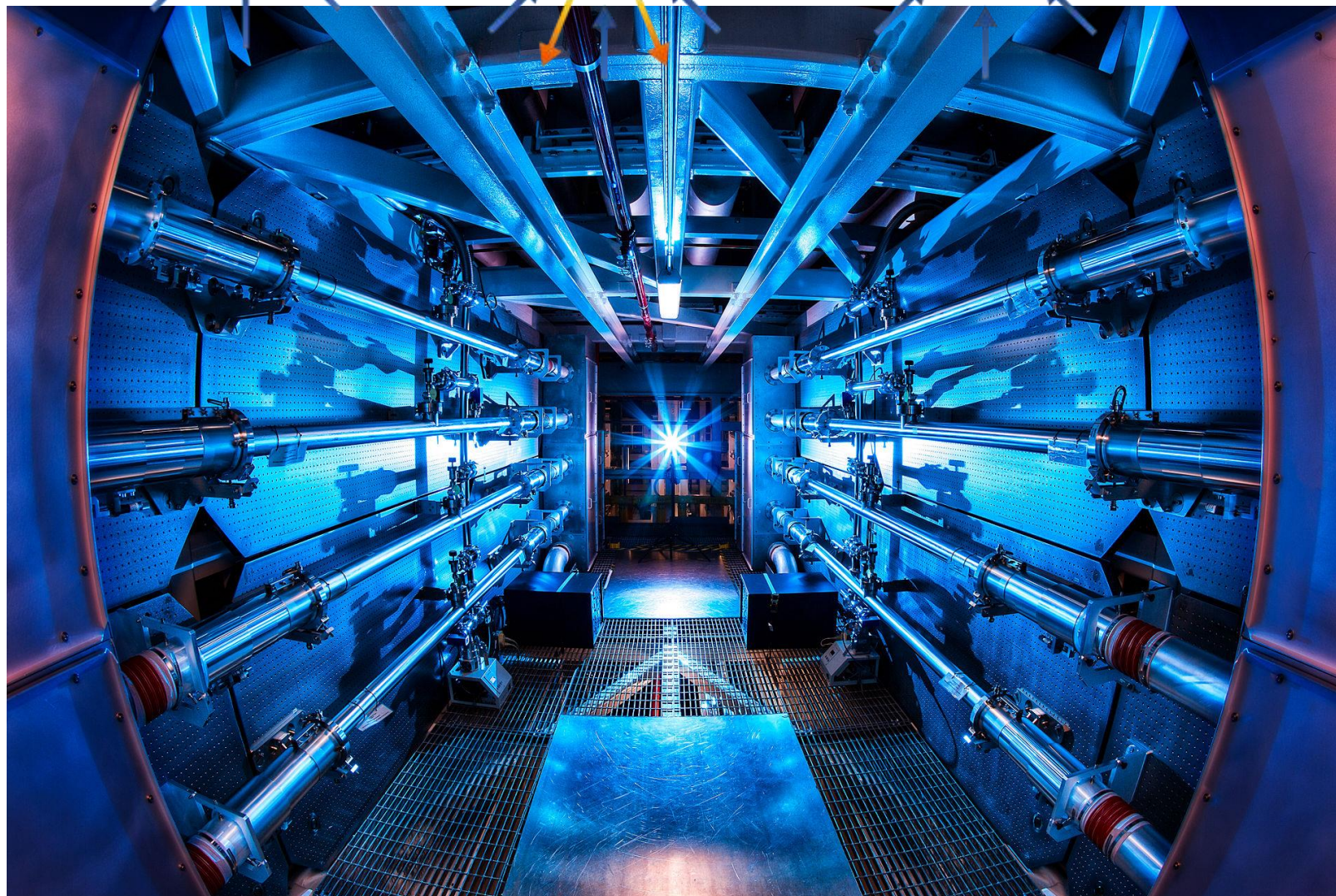
2.



3.



4.



Energía nuclear: Lo que opinan algunos pioneros del ecologismo

- **'La energía nuclear es la única opción para el cambio climático'**
James Lovelock. EL Mundo (08/03/2007) **P:** “..los ecologistas, para los que usted ha sido un venerado ídolo, le consideran un pérfido traidor R.- “Me entristece profundamente.. Para mí, son ellos los que realmente se equivocan y, **sin darse cuenta, han traicionado al movimiento verde**”Es la única opción viable para salvar a la civilización humana del cambio climático. Le puedo asegurar que no se puede mantener el suministro de energía para una ciudad como Madrid con molinos eólicos. ¿Qué pasaría en los periodos sin viento? Creo que los verdes no se han planteado en serio las consecuencias prácticas de su postura”.
- **Going Nuclear** By Patrick Moore (Cofundador de Greenpeace (WP April 16, 2006); “In the early 1970s when I helped found Greenpeace, I believed that nuclear energy was synonymous with nuclear holocaust, as did most of my compatriots. That's the conviction that inspired Greenpeace's first voyage up the spectacular rocky northwest coast to protest the testing of U.S. hydrogen bombs in Alaska's Aleutian Islands. Thirty years on, my views have changed, and the rest of the environmental movement needs to update its views, too, because nuclear energy may just be the energy source that can save our planet from another possible disaster: catastrophic climate change”

¡Preguntas!

Guillermo Sánchez

<http://diarium.usal.es/guillermo>



Para saber más: Curso online: **Multimedia on Nuclear Reactor Physics**

Video resumen: http://olms-nkm.iaea.org/m2/pluginfile.php/6867/course/summary/MNRP_2015_05_26.mp4

Material: <http://olms-nkm.iaea.org/m2/course/index.php?categoryid=13> , elegir download full material.

(Parte de las diapositivas se han obtenido de ese curso)