

Límites a los aprovechamientos de las energías renovables

Carlos de Castro Carranza
Universidad de Valladolid
19 de septiembre de 2012

UVa

La
UVa
en
CURSO
2012

**El futuro
de la Energía:
avances tecnológicos
y prospectiva**

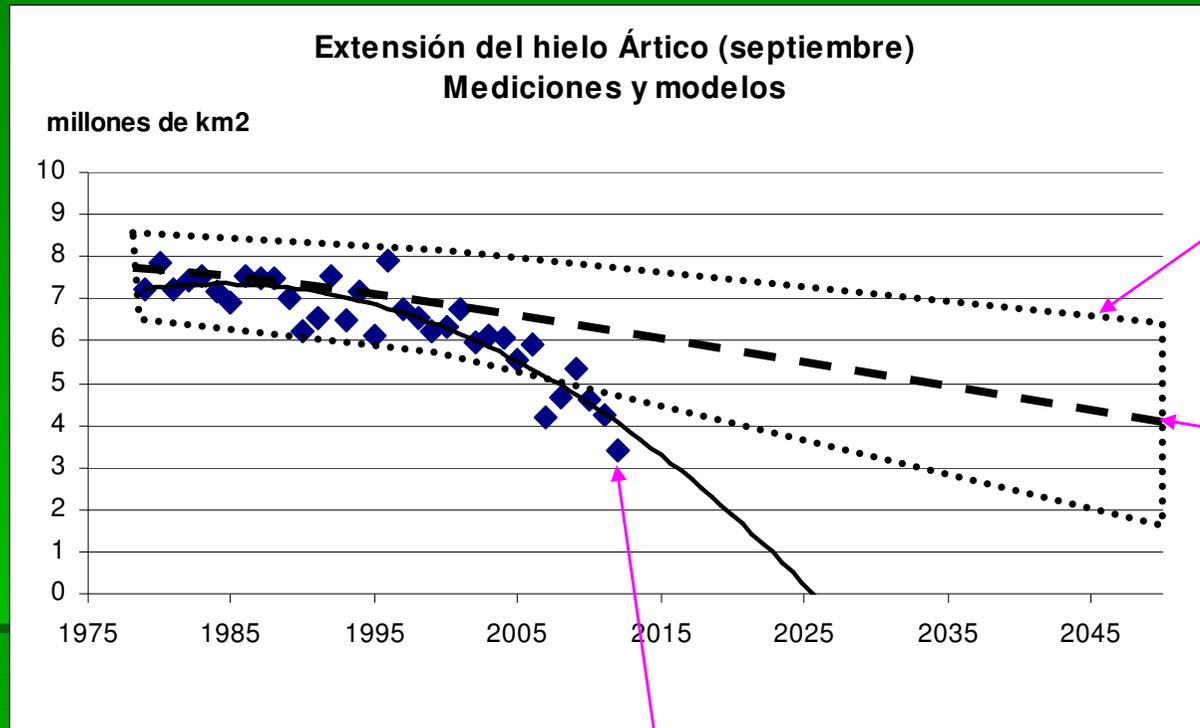
Los límites-barreras de las energías no renovables

- Impactos ambientales
 - Cambio climático
- Residuos nucleares
 - Insolidarios con las generaciones futuras
- Picos de producción de los combustibles



- Necesidad de una transición energética rápida y global (transformar ~15 TW)

Los modelos climáticos “atrapan” la tendencia pero suelen quedarse cortos en cuanto a las consecuencias climáticas.

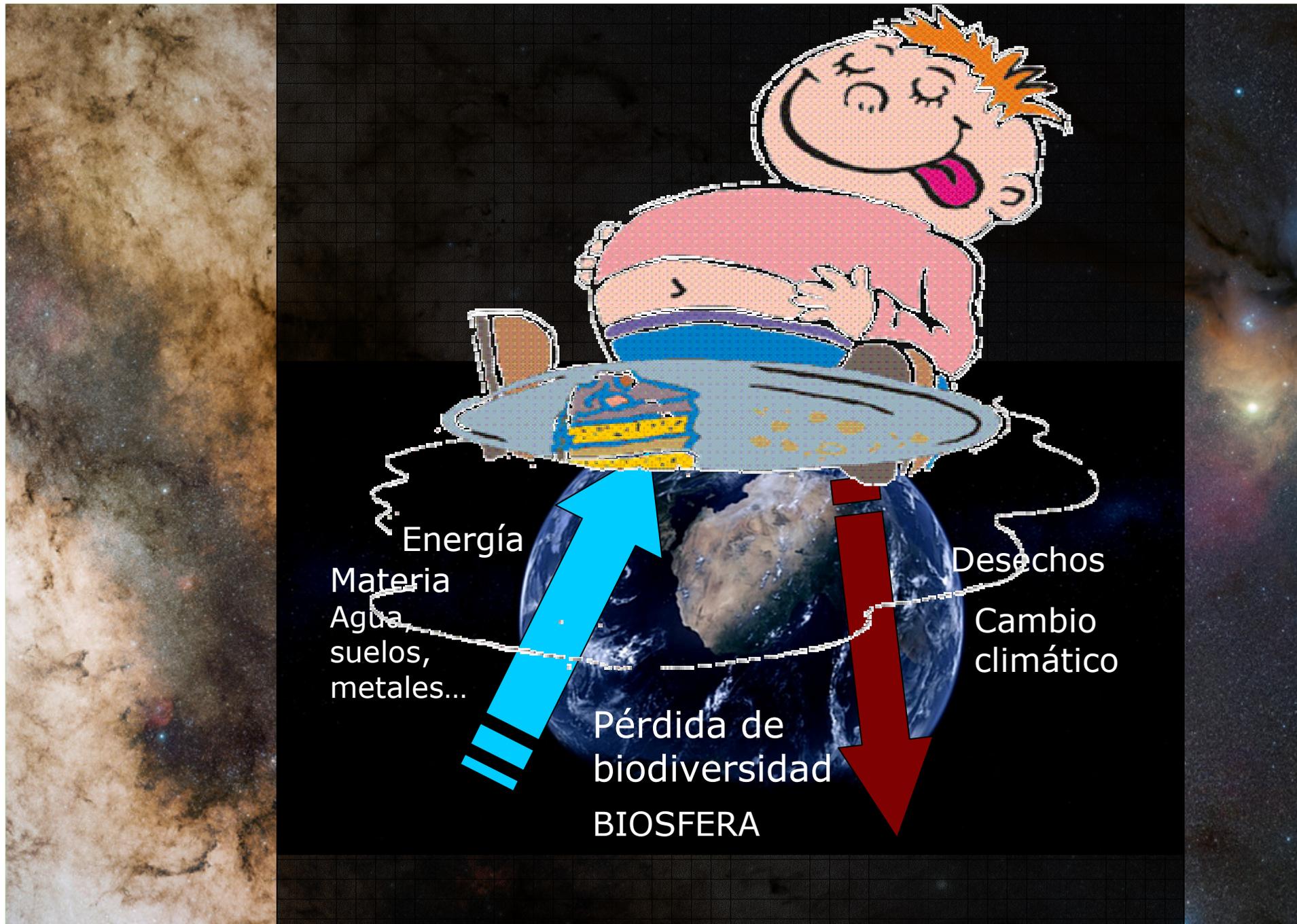


Predicción de los modelos de la década pasada

Promedio de los modelos

Realidad

Al desaparecer más rápido de lo esperado, el feedback sobre el clima es mayor de lo esperado.



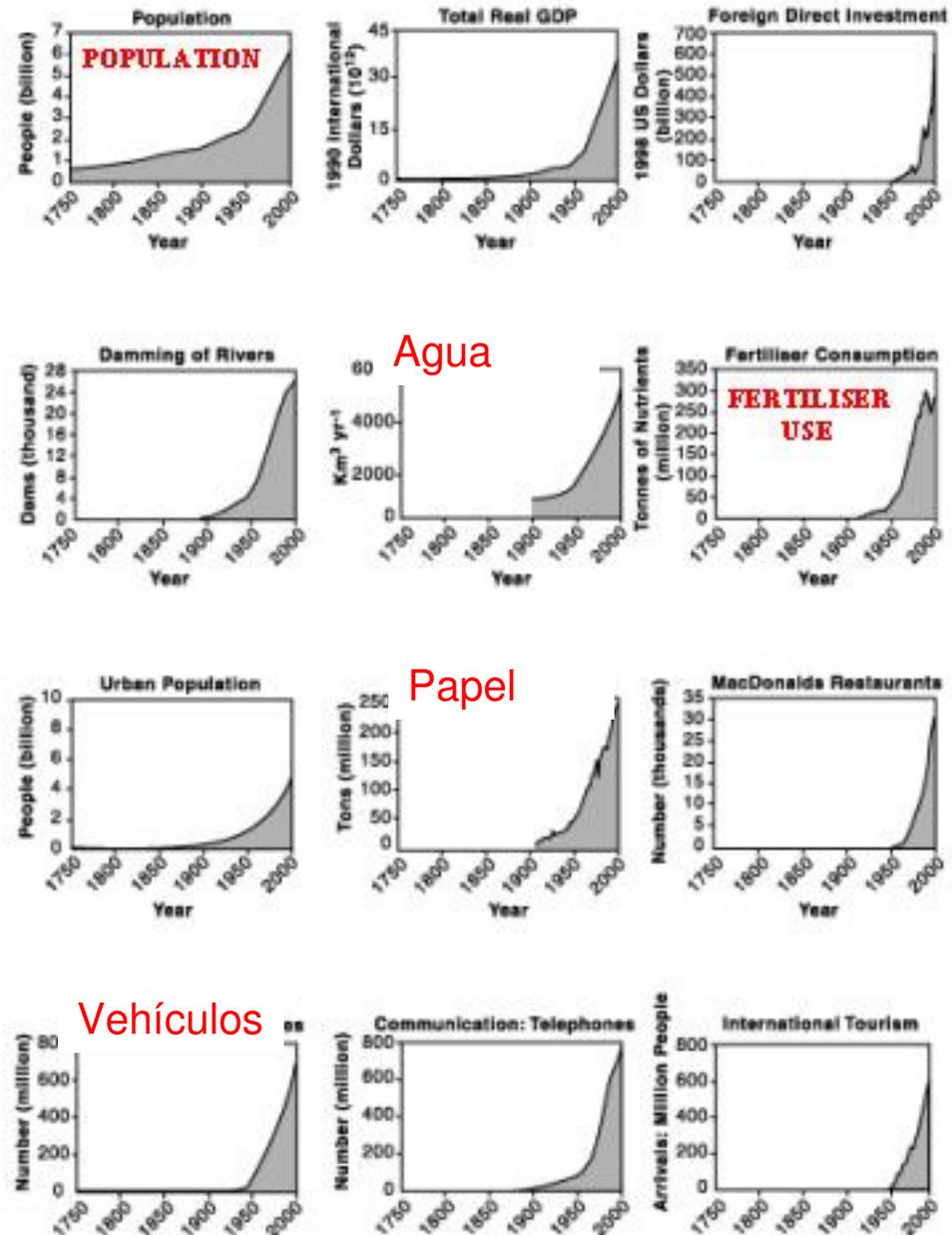
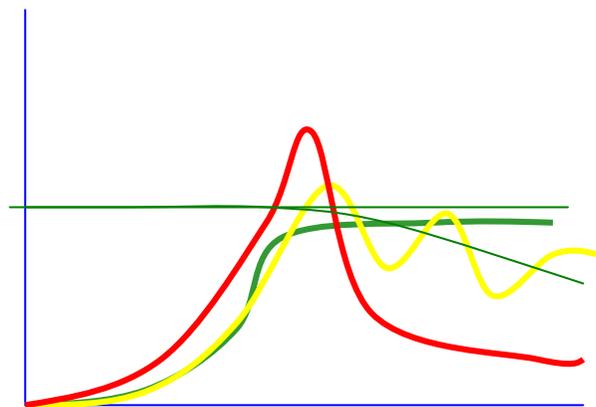
El metabolismo de la Civilización humana “descansa” sobre la biosfera

La Humanidad ha crecido de forma exponencial: población, uso de agua, de energía, de fertilizantes, de papel, de vehículos, de teléfonos....

Físicamente la función exponencial SIEMPRE es transitoria.

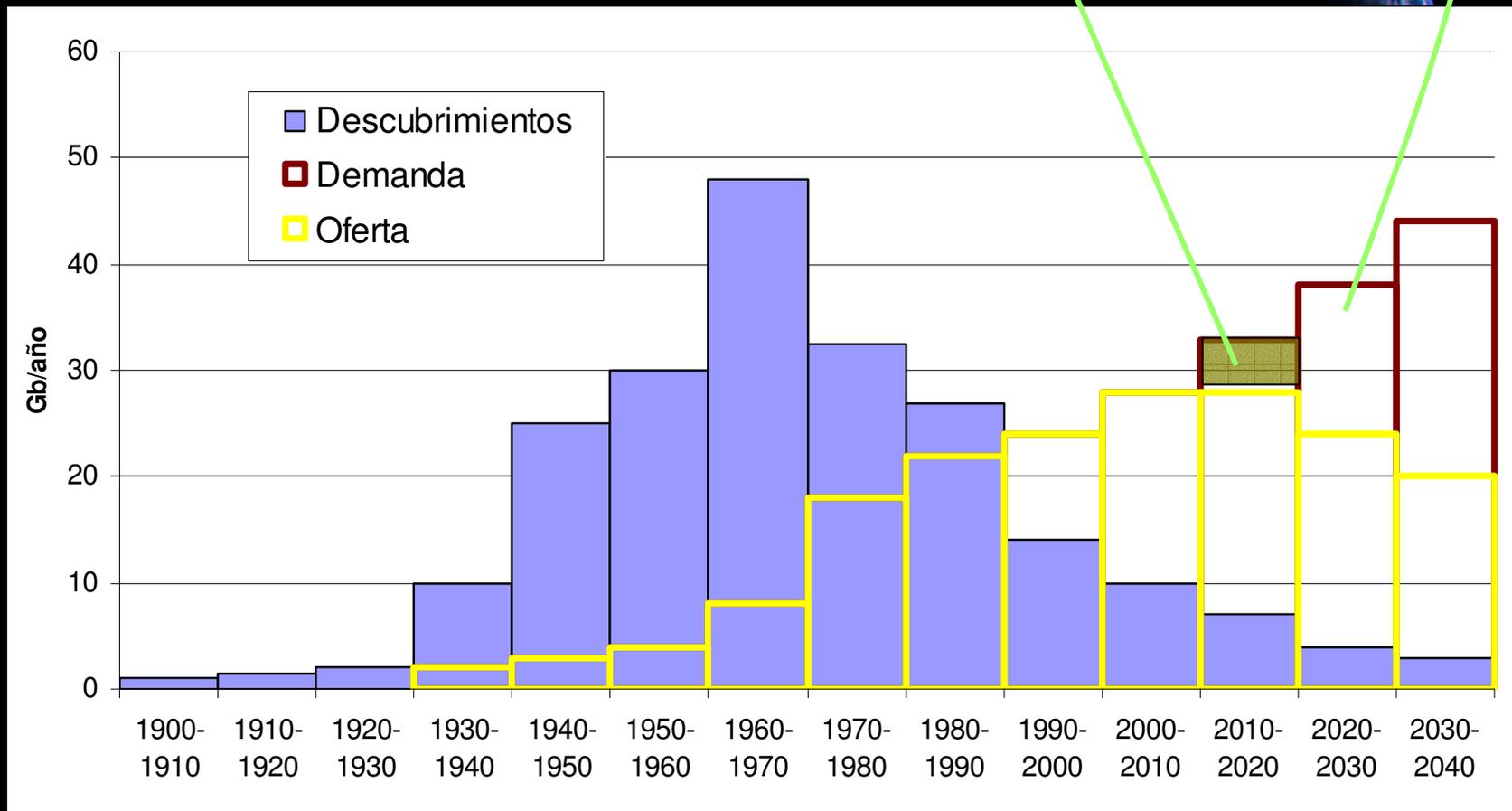
Posibles “salidas”:

Sigmoide, oscilaciones o colapso



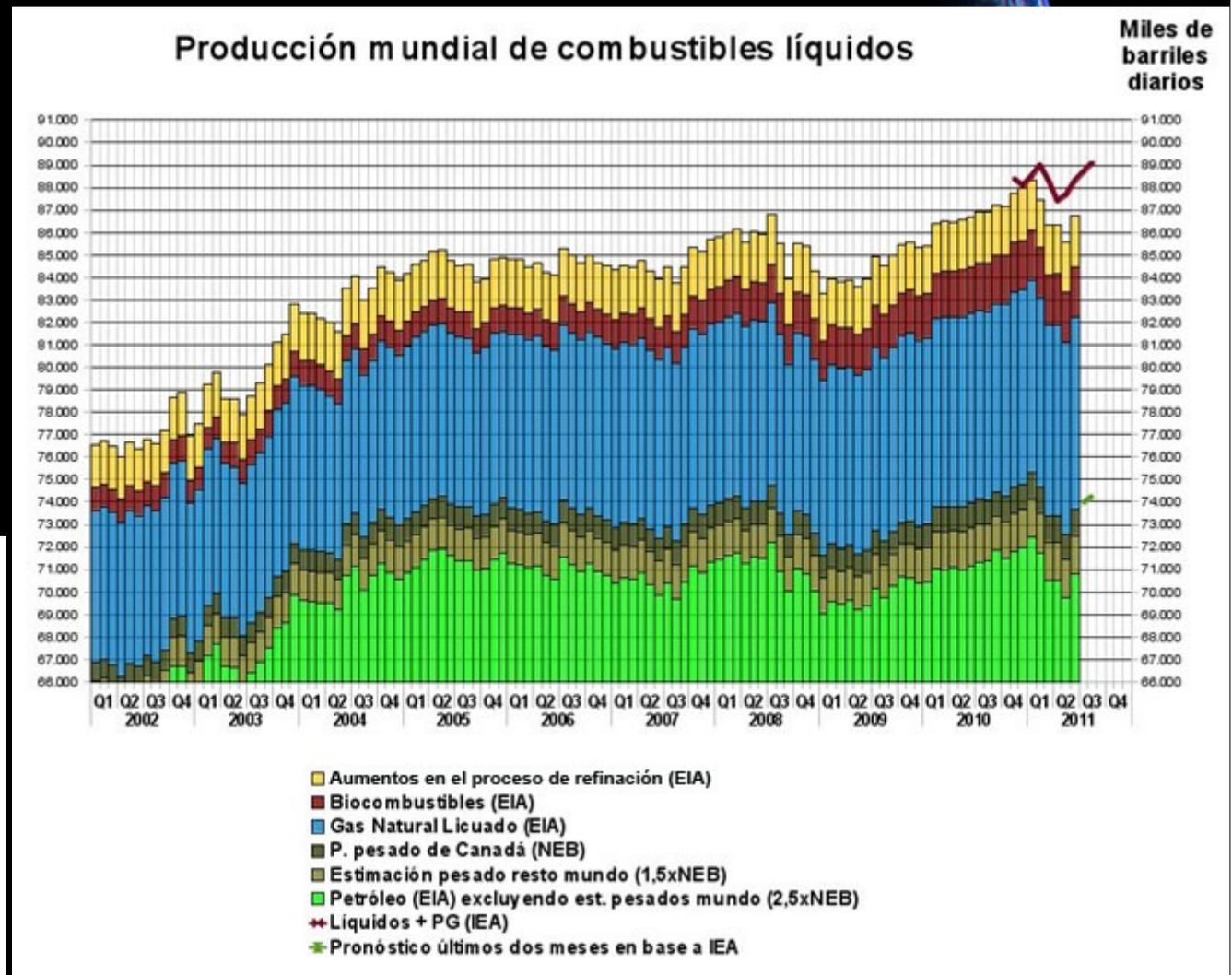
Probablemente se ha hecho más daño a la Tierra en el s. XX que en toda la historia anterior de la humanidad.
J. Yves Cousteau

⇔ ¡3000 centrales nucleares!
⇔ 300 millones de hectáreas

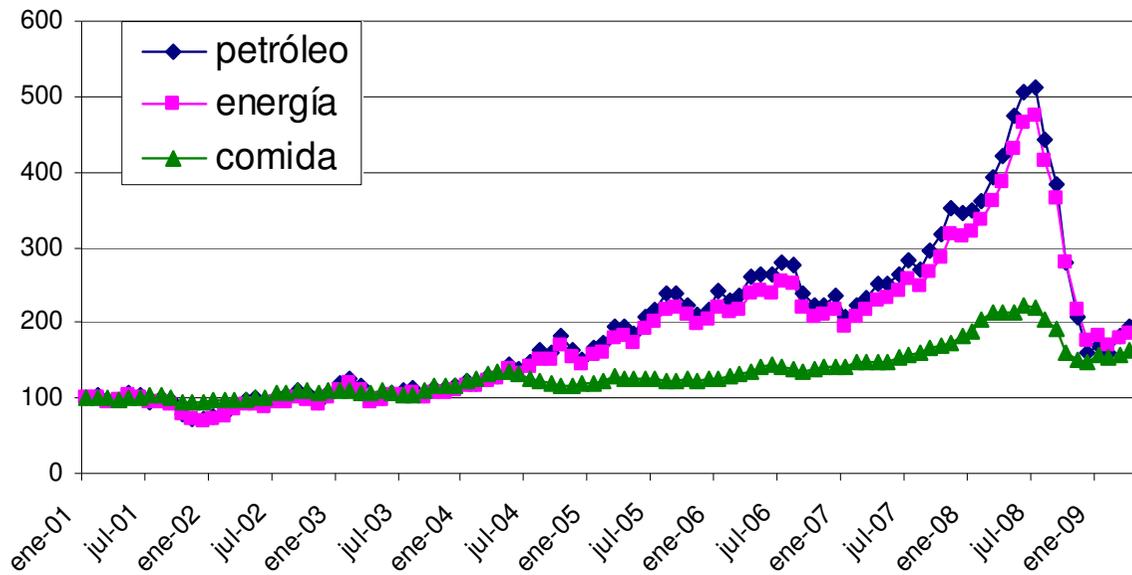


El mundo jamás se ha enfrentado a un problema como el cenit del petróleo. Sin mitigación masiva una década antes del hecho, el problema será omnipresente y no será temporal.

Departamento de Energía de EEUU. 2005

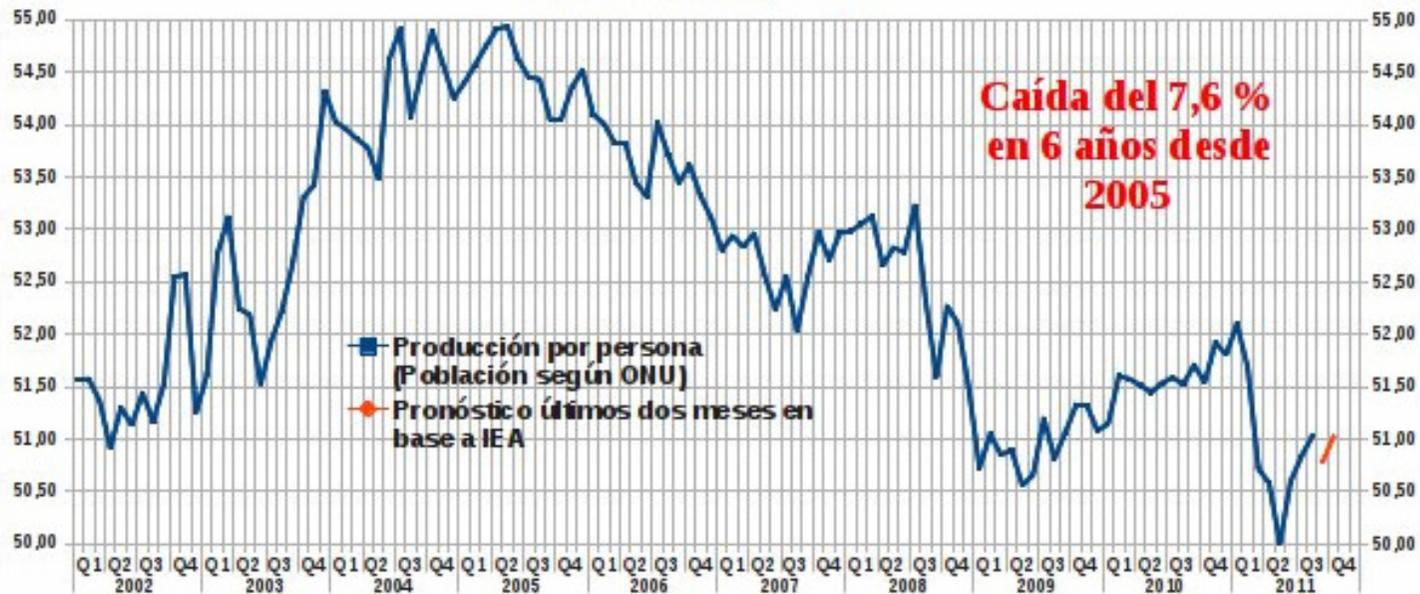


Índice de precios



Producción mundial de petróleo por persona

Fuentes: EIA y ONU



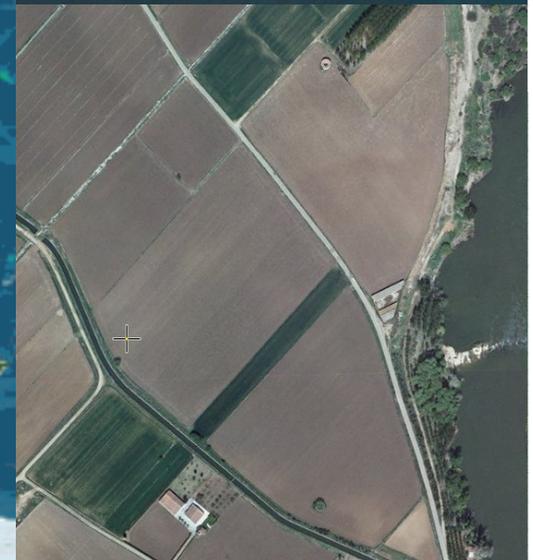
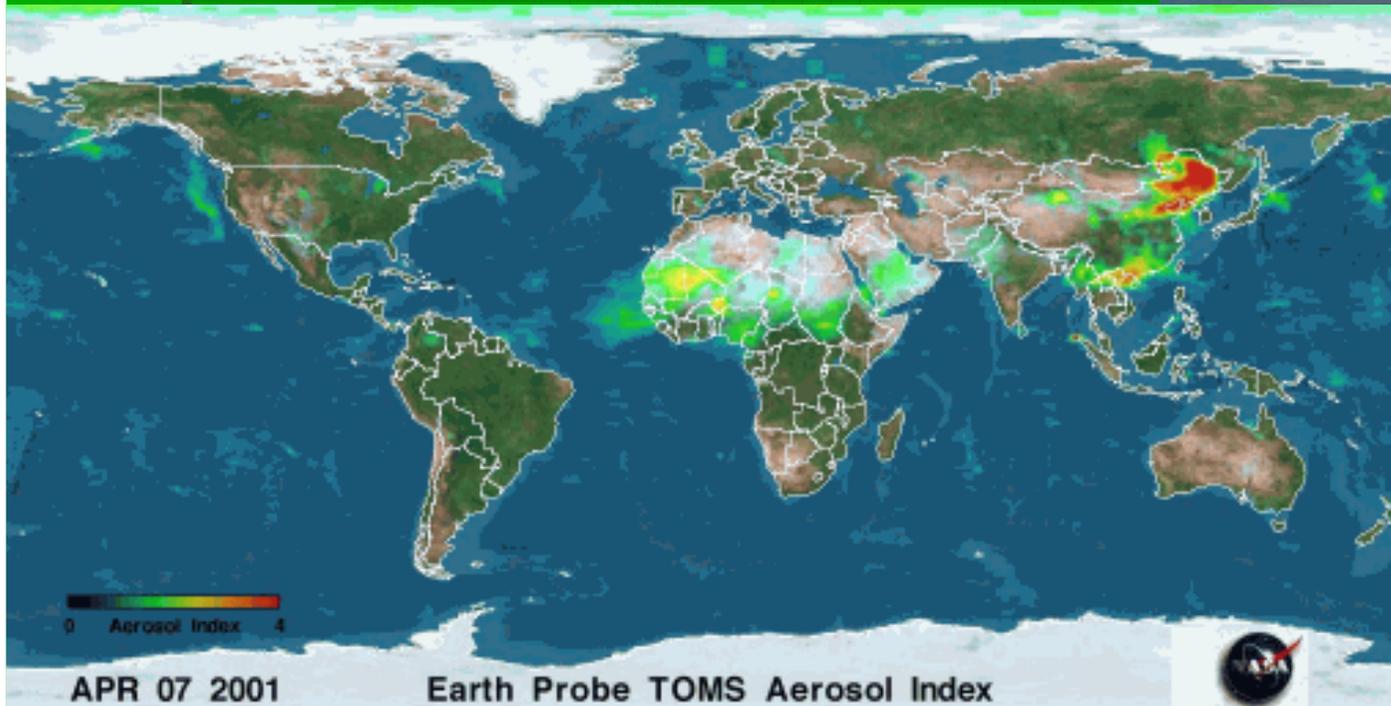
Los límites-barreras de las energías renovables

- Políticos, económicos, sociales
 - Históricamente: más barreras
 - Promocionadas por “ecologistas”
 - Más difícil centralizarlas (economía de escala)
 - Más difícil almacenarlas (especulación, seguridad)
 - Más difícil externalizarlas
 - Actualmente: son la moda
 - Lo “verde” vende
 - Cierta consenso en que la transición es inevitable
 - Investigadores entusiastas

optimismo
tecnológico

Los límites-barreras de las energías renovables

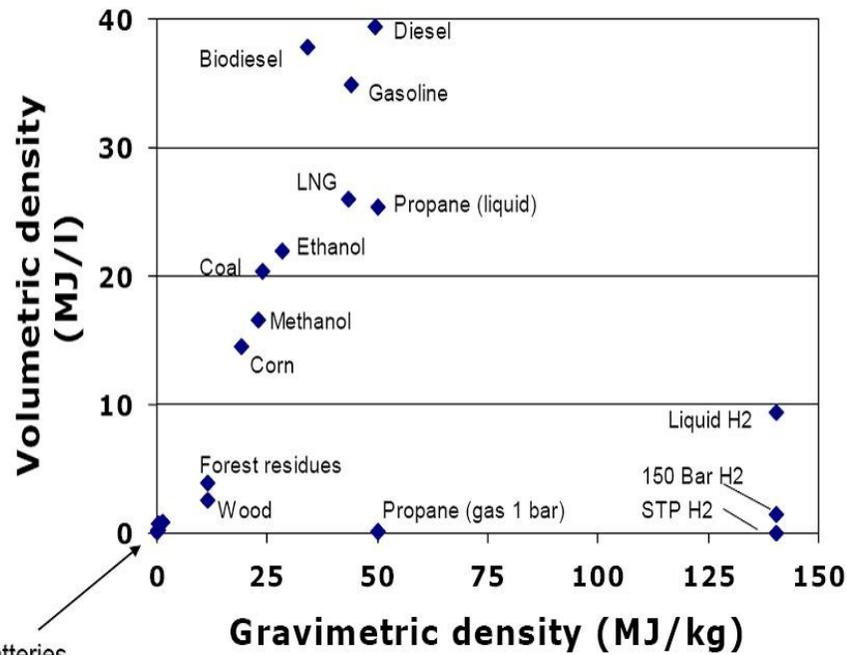
- Límites ecológicos y tecnológicos
 - La biosfera “compite” por ellas
 - Posibles sorpresas estilo cambio climático



Los límites-barreras de las energías renovables

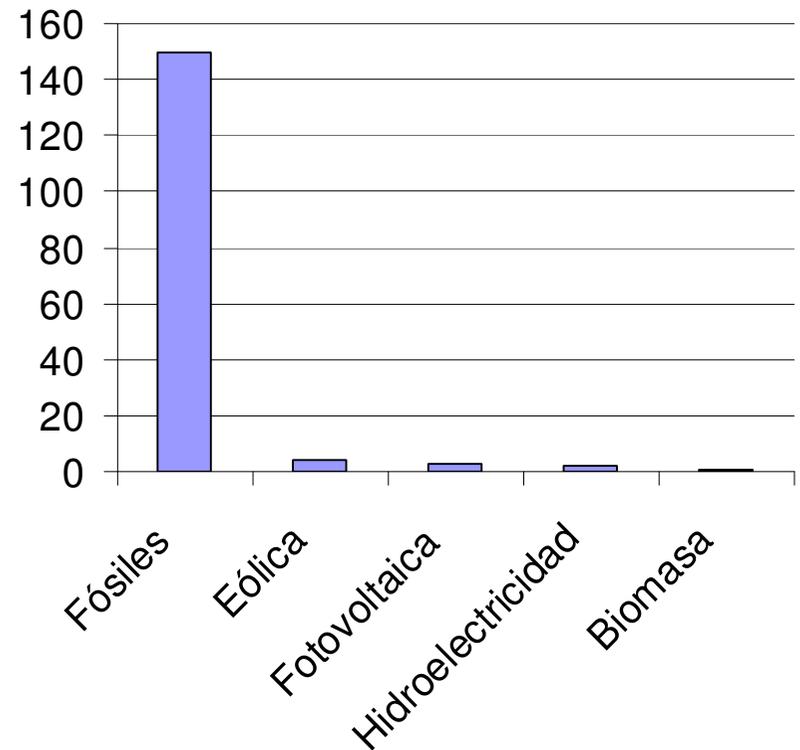
- Límites ecológicos y tecnológicos
 - La biosfera “compite” por ellas
 - Posibles sorpresas estilo cambio climático
 - Baja densidad energética
 - Competencia con otros usos humanos y biosfera
 - Dificultad de almacenamiento e intermitencia
 - Necesita espacio y materiales bajando densidad
 - Consumo de materiales
 - Energías renovables captadas con sistemas no renovables

Energy Density



Most batteries
Flywheel
Compressed air
Liquid N2

Densidad de energía (W/m²)



Los límites de la energía eólica

- Nueva metodología top-down: $\sim 1 \text{ TWe}$
 - Partimos de la potencia cinética disipada en la atmósfera
 - $\sim 1000 \text{ TW}$
 - Calculamos la potencia que es accesible y convertible en electricidad
 - Accesible por altura: $\sim 1/10$
 - Accesible por geografía: $\sim 1/5$
 - Accesible por potencia de vientos: $\sim 1/2$
 - ...

Los límites de la energía solar eléctrica (174000TW)

- Metodología top-down: ~1,1-4,6 TWe
 - Criterios realistas de densidad energética

Autores	Densidad actual (W_e/m^2)	Densidad futura (W_e/m^2)
DeVries 2007	20	25-50
Rogner et al 2000	17	
Grassl et al 2003	23.5	42
Jacobson 2009	12.6-16	
Hoogwijk et al. 2008	14.4	24.4
Hoogwijk 2004	18.6	
De Castro et al 2012	<3.3	2.5-4.5

Los límites de la energía solar eléctrica (174000TW)

- Metodología top-down: ~1,1-4,6TWe
 - Criterios realistas de densidad energética
 - Criterios de ocupación “ecológica” de suelos y de generación de infraestructuras
 - Igualar la superficie que actualmente ocupan todas las infraestructuras energéticas fósiles y nucleares: ~8MHa
 - Densidad de infraestructuras: igual en desiertos: ~ 30 MHa
 - Igualar la superficie que actualmente ocupan todas las infraestructuras humanas: ~ 300 MHa
 - Criterios de uso de materiales
 - Con las tecnologías actuales muy difícil superar 1TWe

C. De Castro et al. 2012: Global solar electric power potential: technical and ecological limits. Energy Policy (in press)

- Metodología top-down: ~1,1-4,6TWe
 - Criterios realistas de densidad energética
 - Criterios de ocupación “ecológica” de suelos y de generación de infraestructuras
 - Igualar la superficie que actualmente ocupan todas las infraestructuras energéticas fósiles y nucleares: ~8MHa
 - Densidad de infraestructuras: igual en desiertos: ~ 30 MHa
 - Igualar la superficie que actualmente ocupan todas las infraestructuras humanas: ~ 300 MHa
 - Criterios de uso de materiales
 - Con las tecnologías actuales muy difícil superar 1TWe

CIGS, Cd-Te, a-Si, n-Si	P-Si	CSP
0,1TWe (In, Te, Ag) a-Si > 1TWe (ZnO)	0,1TWe -1TWe (Ag)	1TWe (Ag)

Los límites del mar de renovables

Potencial tecnológico y/o ecológico	Olas (TWe)	Mareas (TWe)	OTEC (TWe)	Total Ocean
Revisión literatura	0.1-0.48	0.014-0.115	5-150	>0.2
Top-down (preliminar)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.05
Exergía total disipada	3	3.7	100	

El resto de renovables

	Hidro	Geo	Bio
Top-down	<0,7 TWe	<0,1 TWe ?	<0,3 TWe
Exergía Total	5 TWe	45 TW	100 TW

¿sostenible?

densidad

<0,15
W/m²

Apropiación humana
20TW

Límite tecno-ecológico del conjunto de renovables

- Solar: 1,1-4,6 TWe
- Eólica: 1 TWe
- Resto: 1-1,5 TWe
- TOTAL Renovables: 3-7 TWe
- Escenario de transición (2050-2080):
 - No renovables 2-5 TW
 - Renovables: 2-5 TWe
- Total 4-10 TW (ahora 17TW, 12-14TW de calidad)
- Potencia per cápita:
 - Ahora: 2500W
 - Transición energética (9000 millones): < 1200W (¿caos o super-ahorro?)
 - Transición energética y poblacional (3500 millones): 1200-2500W

**“For a successful technology, reality must
take precedence over public relations, for
Nature cannot be fooled.”
—Richard Feynman**

www.eis.uva.es/energiasostenible/