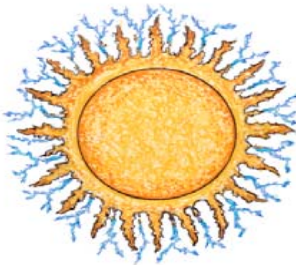




Universidad de Valladolid



Centro
**Buen
dia**
UVa

**Capacidad
de explotación
de las
energías fósiles
y perspectivas
de las
renovables**

Fernando A. Frechoso Escudero

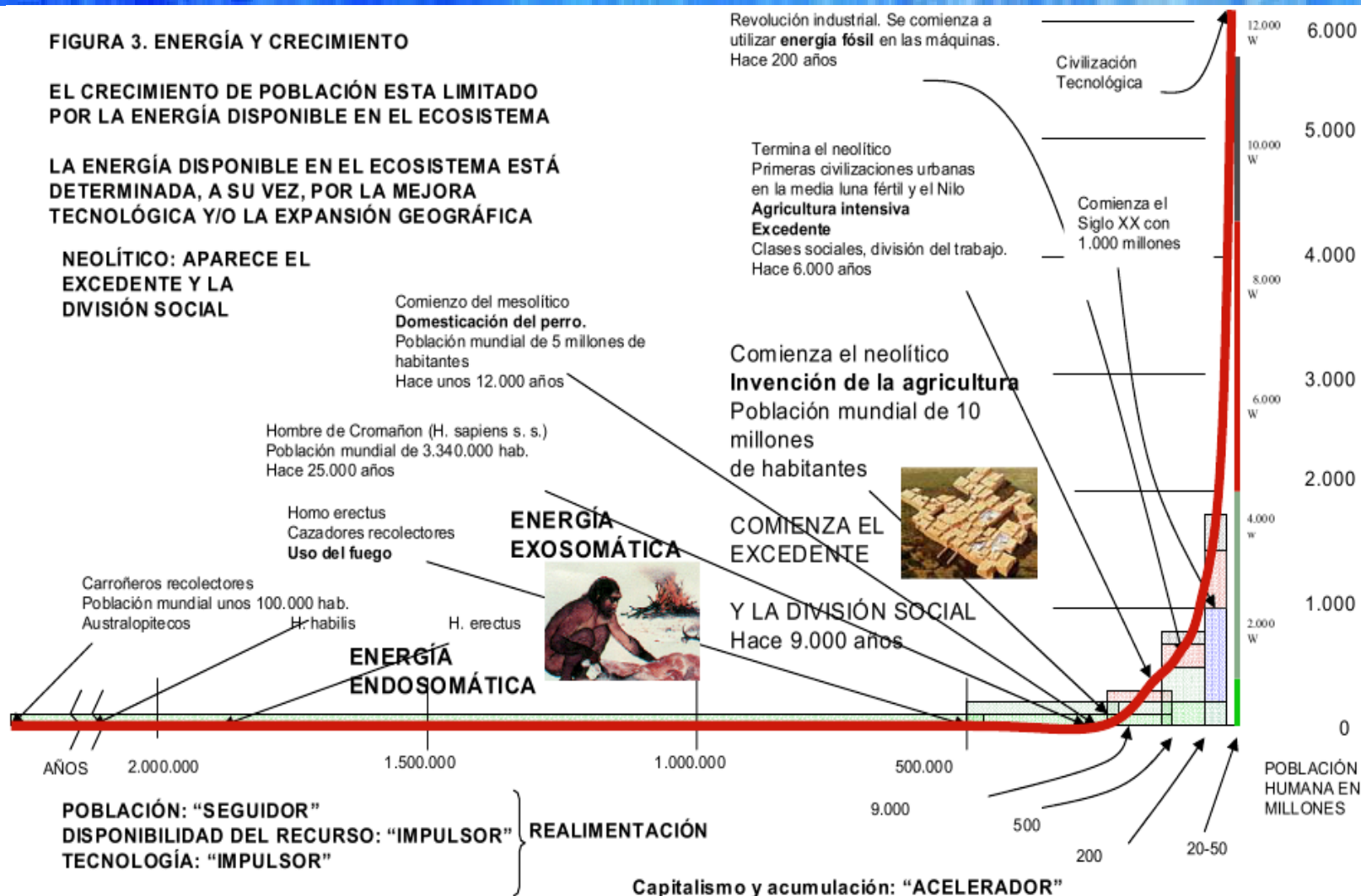
Energía y población

FIGURA 3. ENERGÍA Y CRECIMIENTO

EL CRECIMIENTO DE POBLACIÓN ESTA LIMITADO POR LA ENERGÍA DISPONIBLE EN EL ECOSISTEMA

LA ENERGÍA DISPONIBLE EN EL ECOSISTEMA ESTÁ DETERMINADA, A SU VEZ, POR LA MEJORA TECNOLÓGICA Y/O LA EXPANSIÓN GEOGRÁFICA

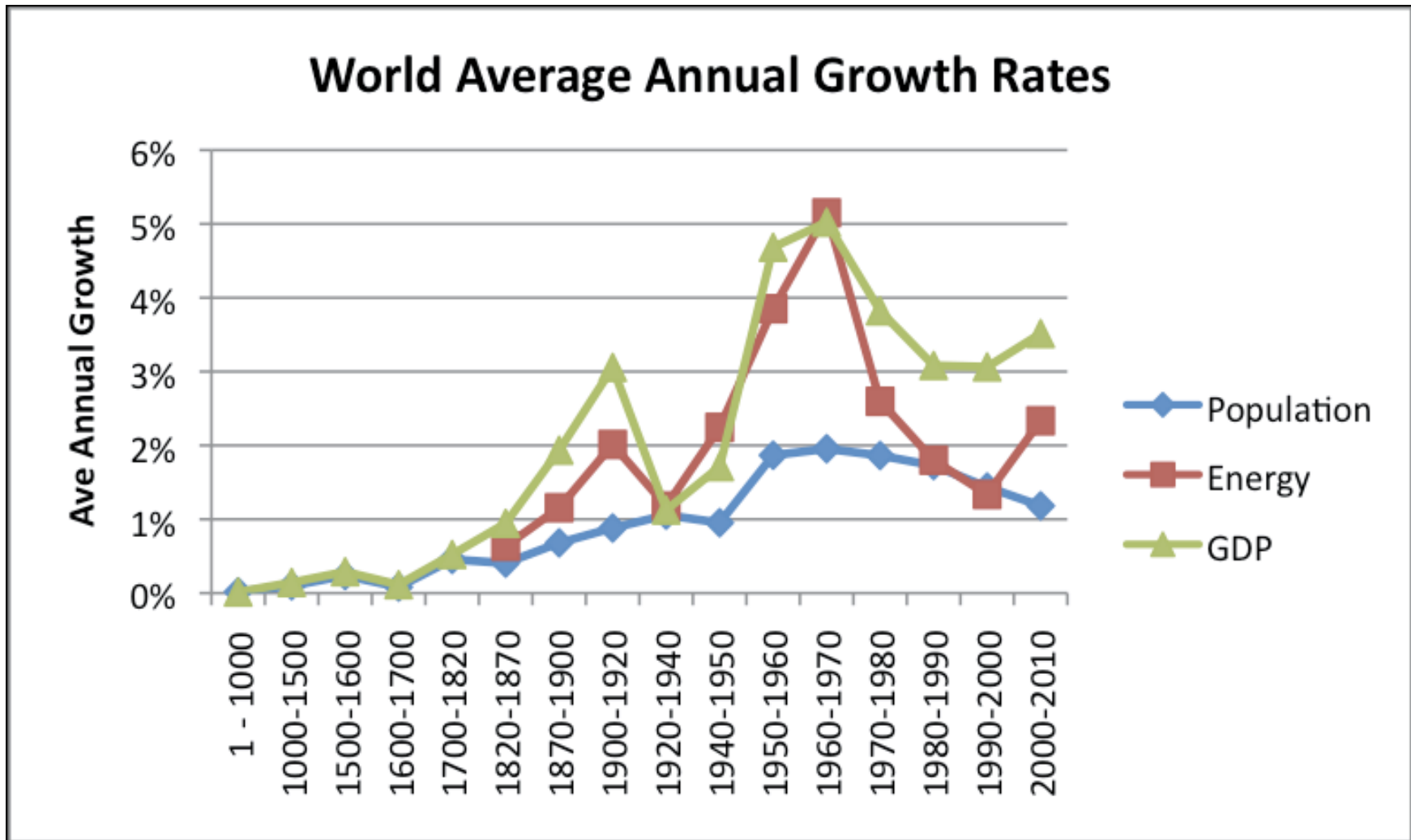
NEOLÍTICO: APARECE EL EXCEDENTE Y LA DIVISIÓN SOCIAL



Fuente: Fernando Ballenilla. El final del petróleo y Pedro Prieto

¿Por qué es tan importante el petróleo? Existe una correlación entre el aumento de la población sobre la Tierra y la explotación del petróleo

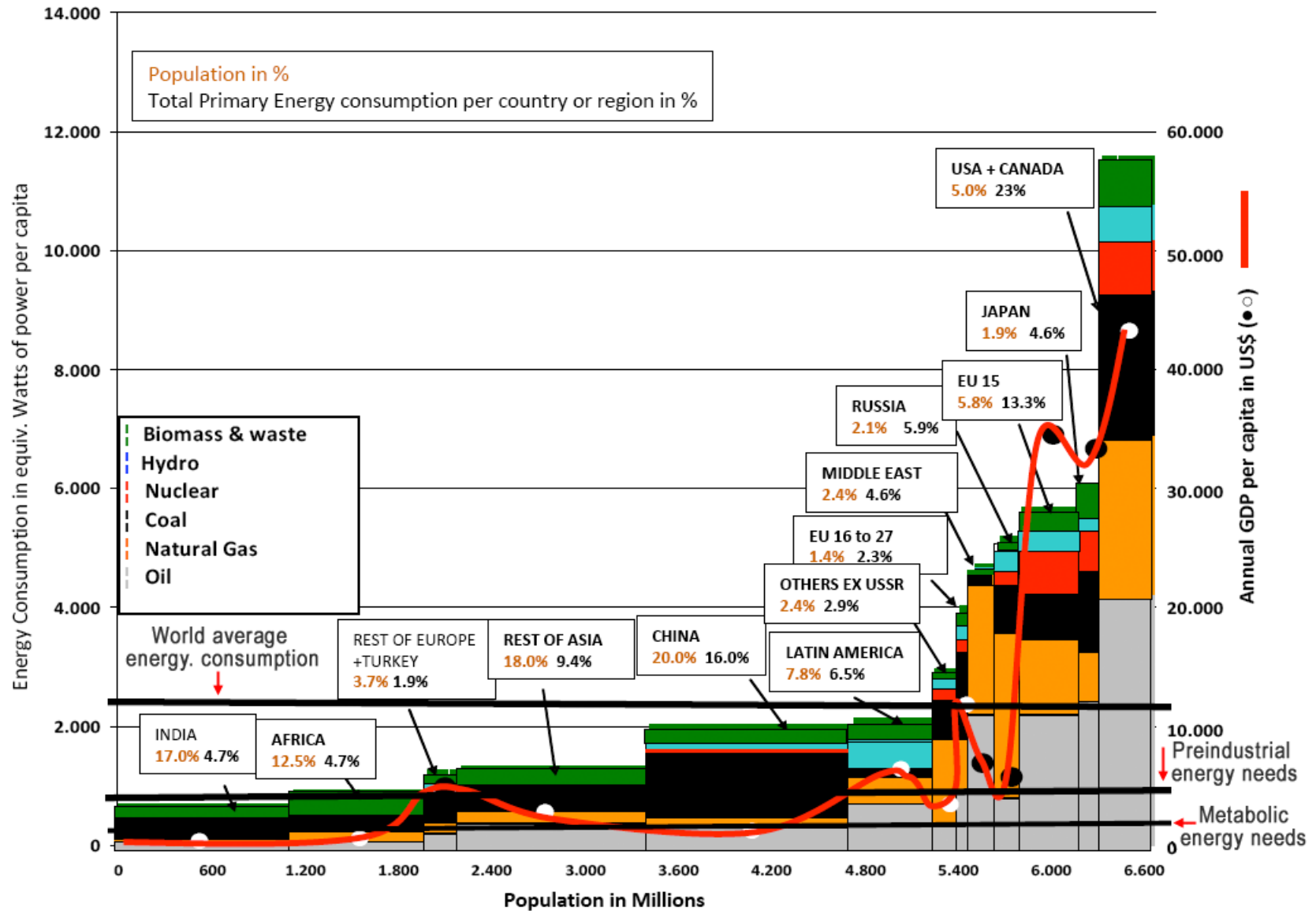
Energía y población



Fuente: <http://ourfiniteworld.com> . Humans Seem to Need External Energy

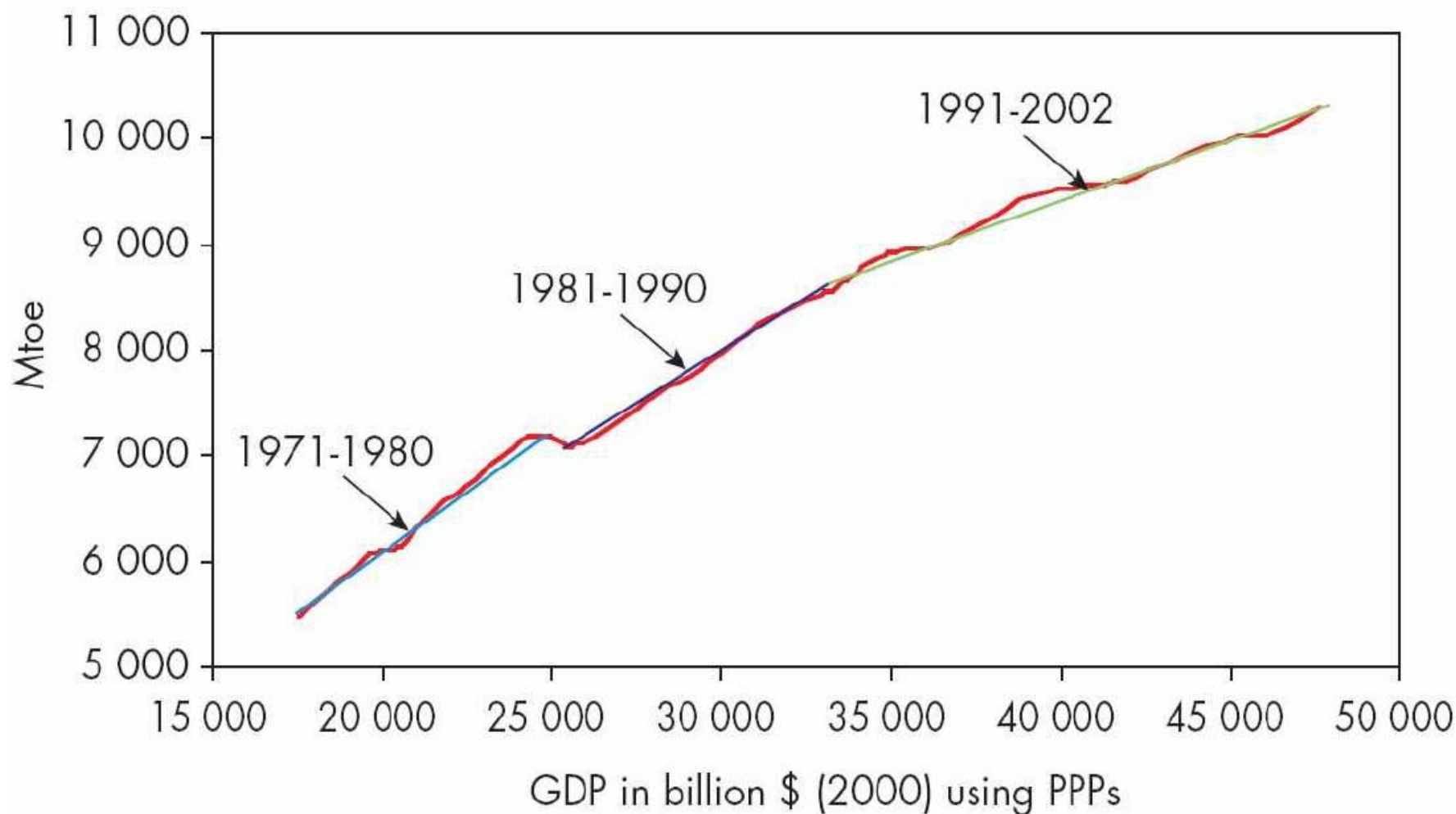
¿Por qué es tan importante el petróleo? Existe una correlación entre el aumento de la población sobre la Tierra y la explotación del petróleo

Energía y PIB



Fuente: Crisis Energética

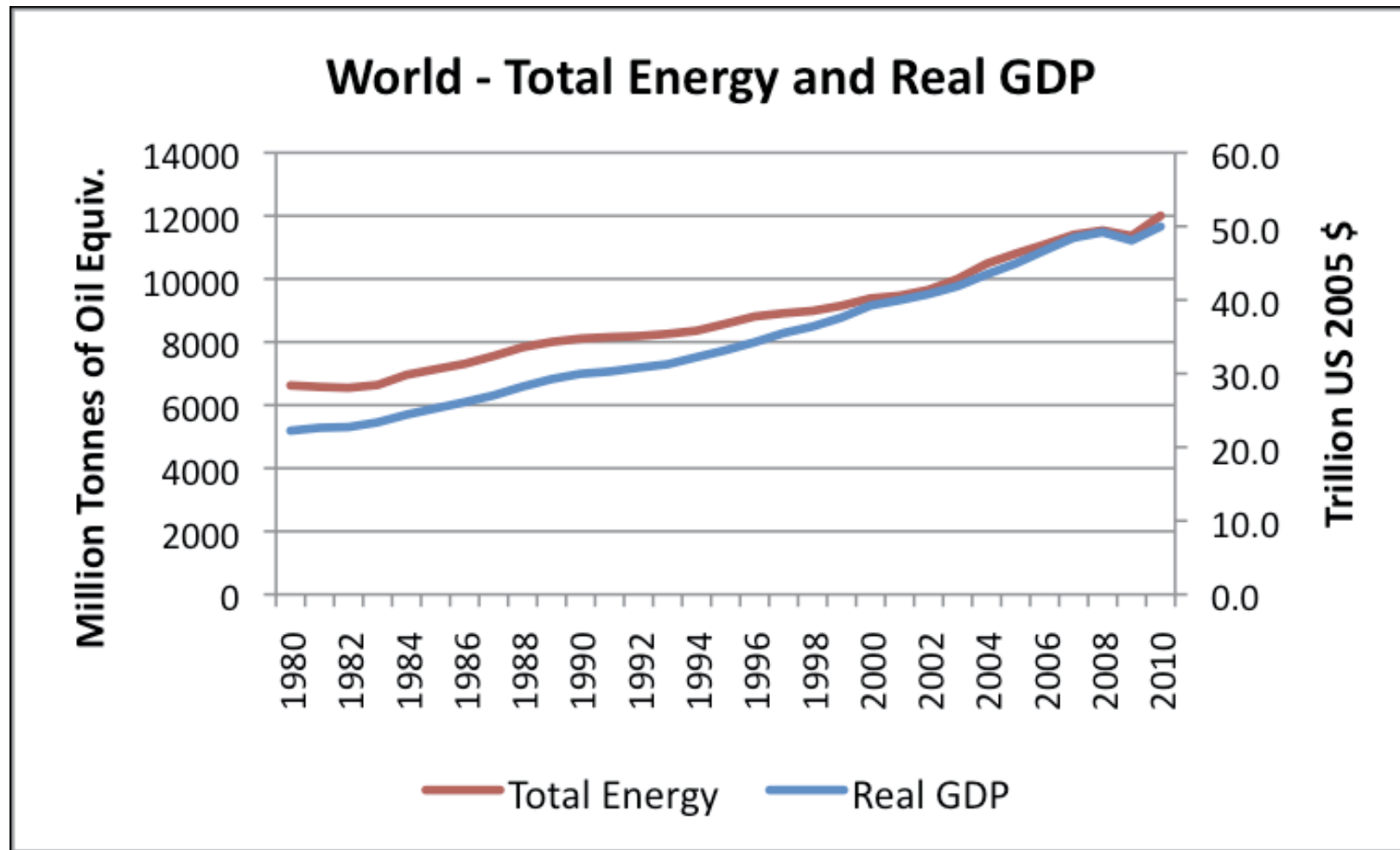
Energía y PIB



Fuente: World Energy Outlook 2004. Agencia Internacional de la Energía

Existe una correlación entre el consumo energético global y el crecimiento del PIB a nivel mundial.

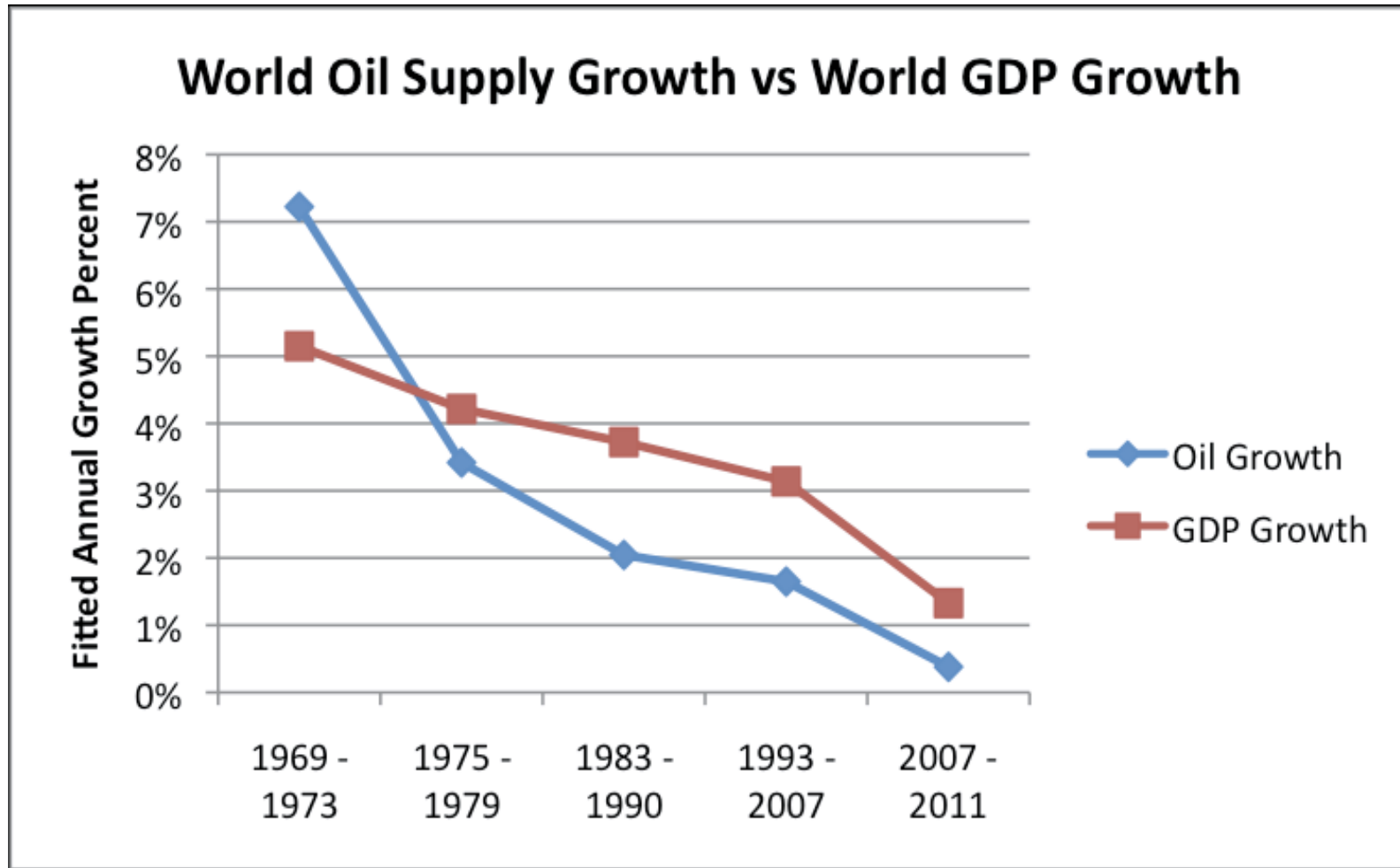
Energía y PIB



Fuente: <http://ourfiniteworld.com> . Is it really possible to decouple GDP Growth from Energy Growth?

Existe una correlación entre el consumo energético global y el crecimiento del PIB a nivel mundial.

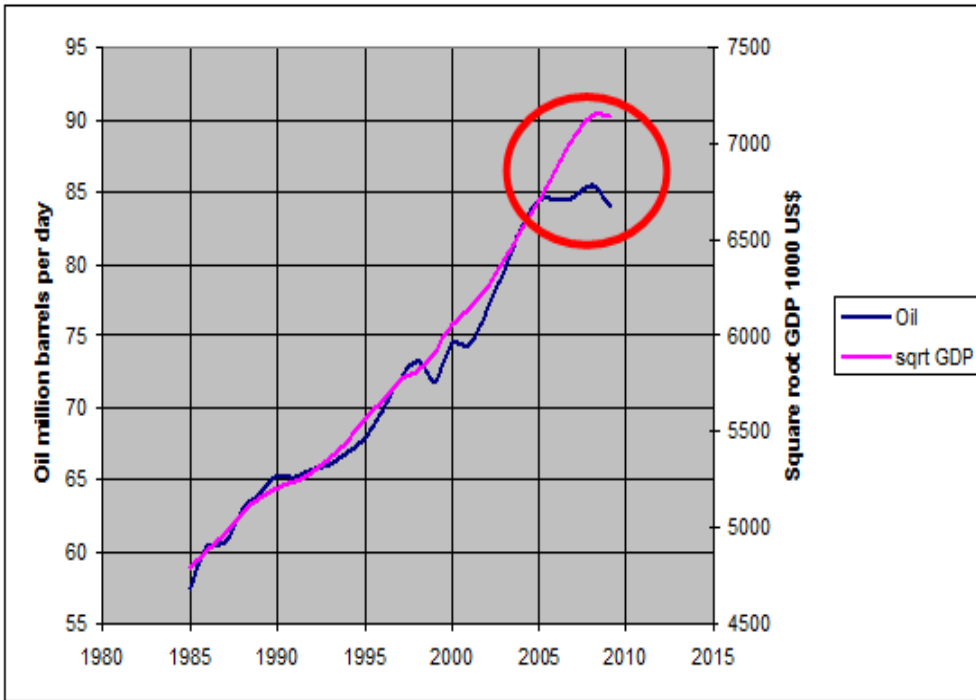
Energía y PIB



Fuente: <http://ourfiniteworld.com> . Evidence that Oil Limits are Leading to Declining Economic Growth

Existe una correlación entre el consumo energético global y el crecimiento del PIB a nivel mundial.

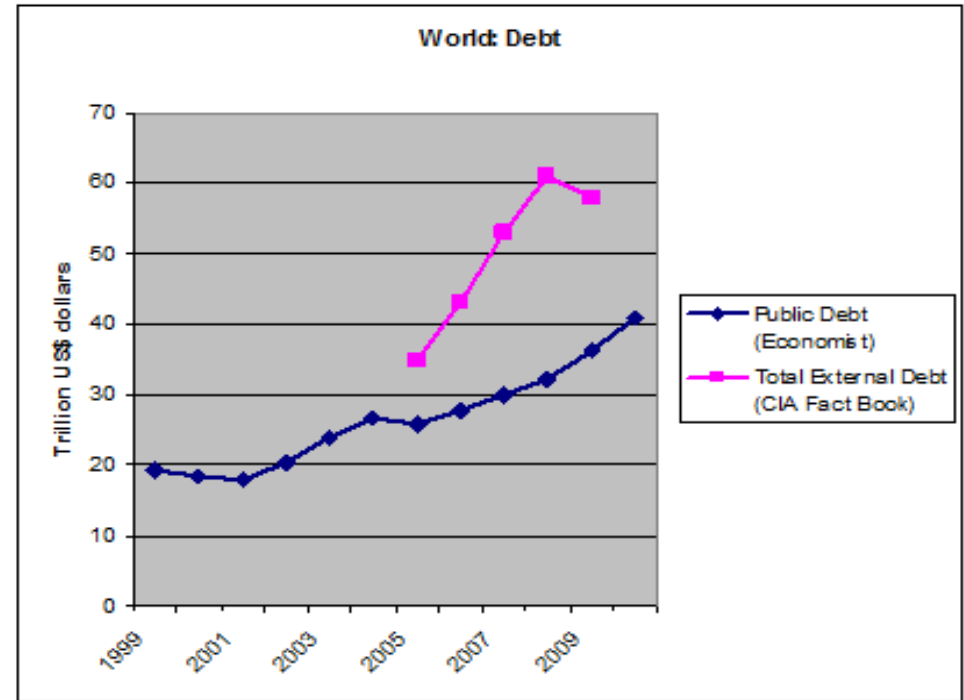
Energía y PIB



Producción de petróleo en millones de barriles por día representados contra la raíz cuadrada del PIB mundial en dólares constantes.

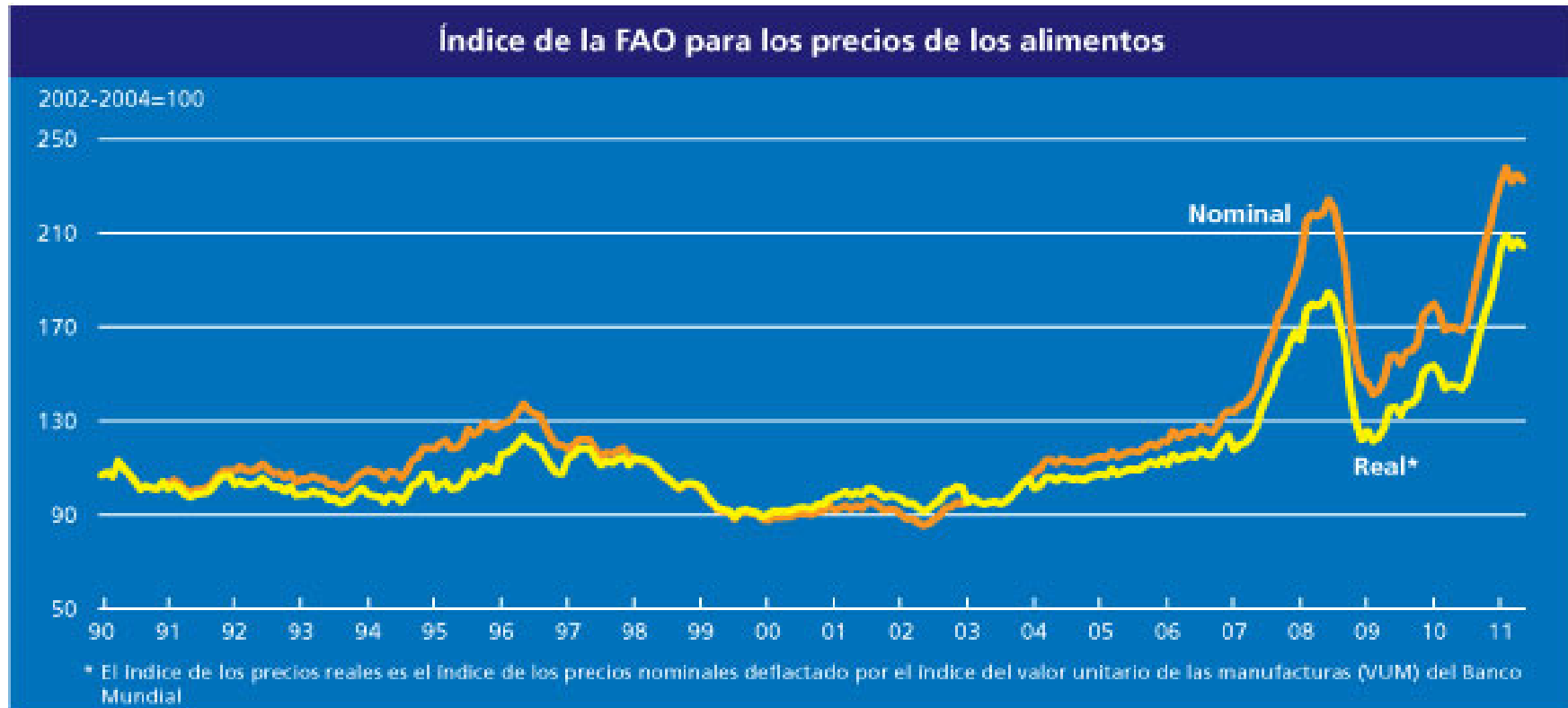
Sacado de "[I am Perplexed: Comments on the World Financial Situation and Peak Oil](#) "
Publicado en The Oil Drum por Bob Lloyd.

Existe una correlación entre el consumo energético global y el crecimiento del PIB a nivel mundial.



La deuda mundial desde 1999 hasta 2010.

El petróleo lo alcanza todo



La subida del precio de los alimentos

El petróleo lo alcanza todo

GMO Commodity Index: The Great Paradigm Shift



Note: The GMO commodity index is an index comprised of the following 33 commodities, equally weighted at initiation: aluminum, coal, coconut oil, coffee, copper, corn, cotton, diammonium phosphate, flaxseed, gold, iron ore, jute, lard, lead, natural gas, nickel, oil, palladium, palm oil, pepper, platinum, plywood, rubber, silver, sorghum, soybeans, sugar, tin, tobacco, uranium, wheat, wool, zinc.

Source: GMO As of 2/28/11

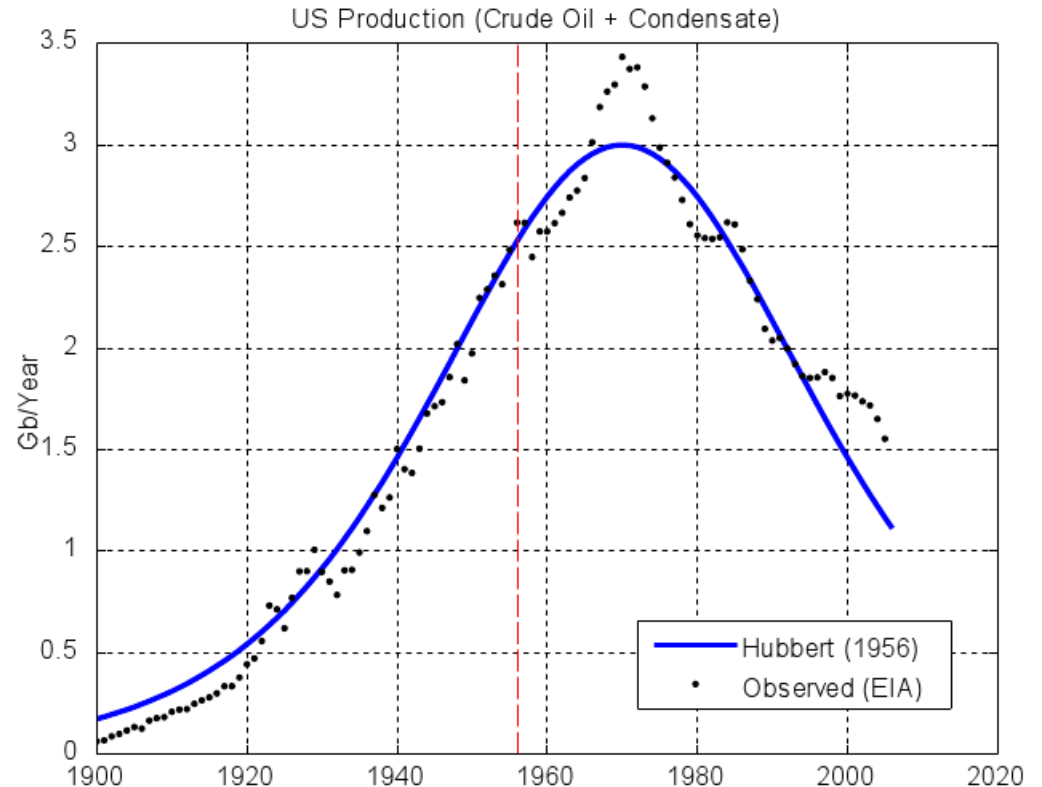
Jeremy Grantham, the co-founder of the US investment firm that in 2006 predicted the housing crash, has said the days of abundant resources and falling commodity prices are over in what he described as “perhaps the most important economic event since the Industrial Revolution.”

Pico del Petróleo

Gráfico realizado por Samuel Foucher

En los años 50 del siglo pasado, el científico estadounidense M. King Hubbert demostró que la evolución que experimenta la explotación de cualquier pozo petrolífero sigue una curva en forma de campana, llamada por ello “curva de Hubbert”.

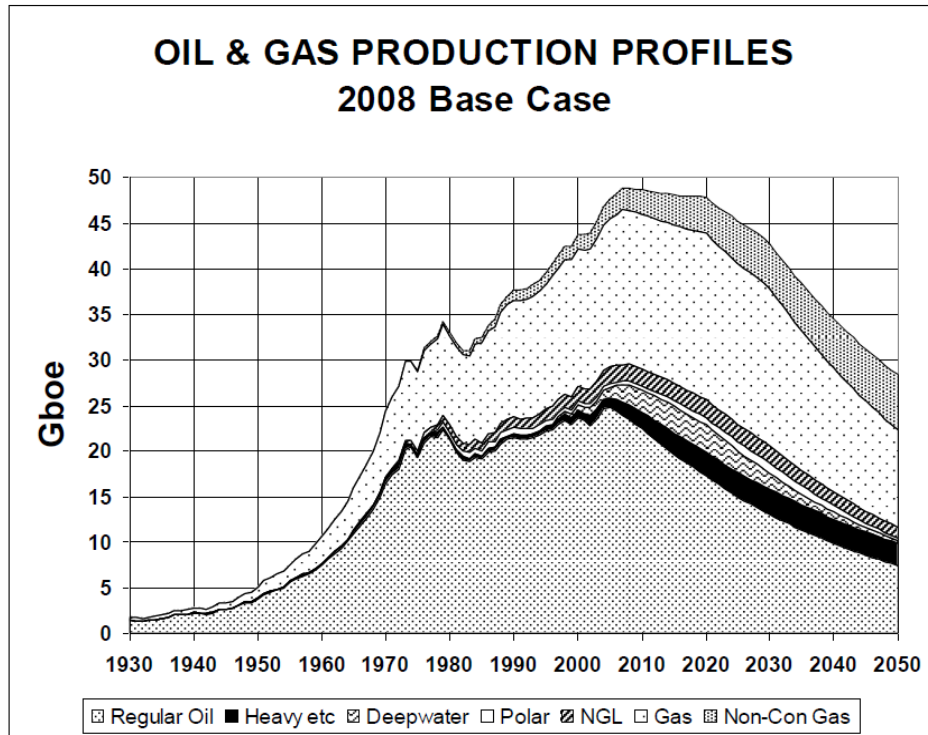
En el tramo ascendente de la curva De Hubbert (antes de llegar al máximo), el petróleo es abundante, de buena calidad y fácil de extraer, pero en el tramo descendente cada vez es más escaso, costoso de extraer, de peor calidad y de menor pureza



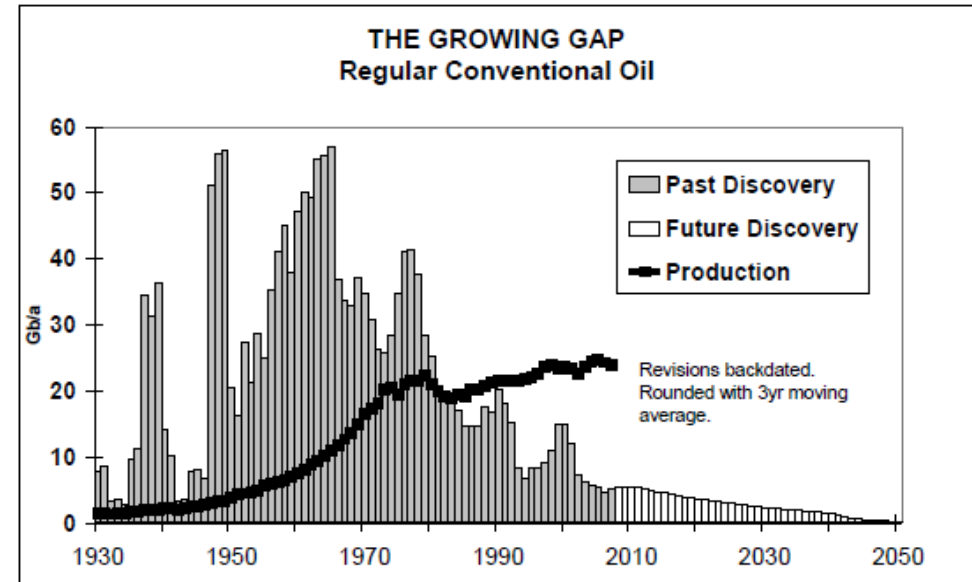
Producción de petróleo en EE.UU. y la estimación de Hubbert, quien predijo correctamente el pico de la producción estadounidense con quince años de antelación.

The General Depletion Picture

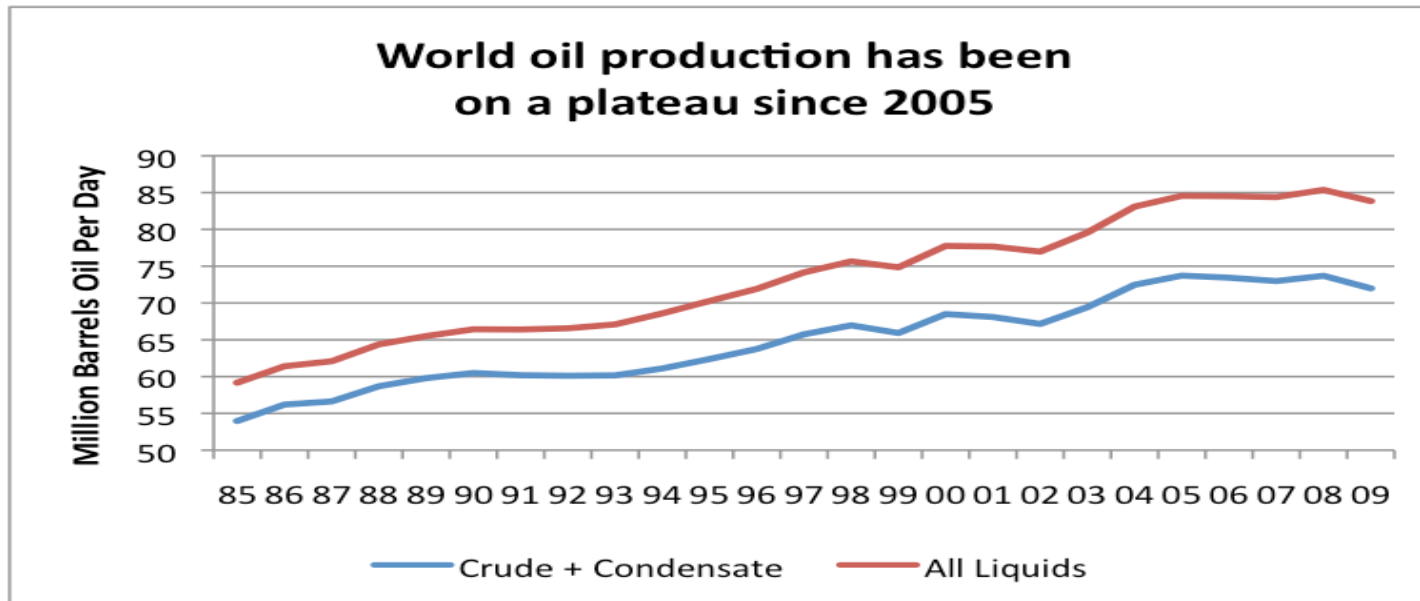
Pico del Petróleo



Curva mundial de producción



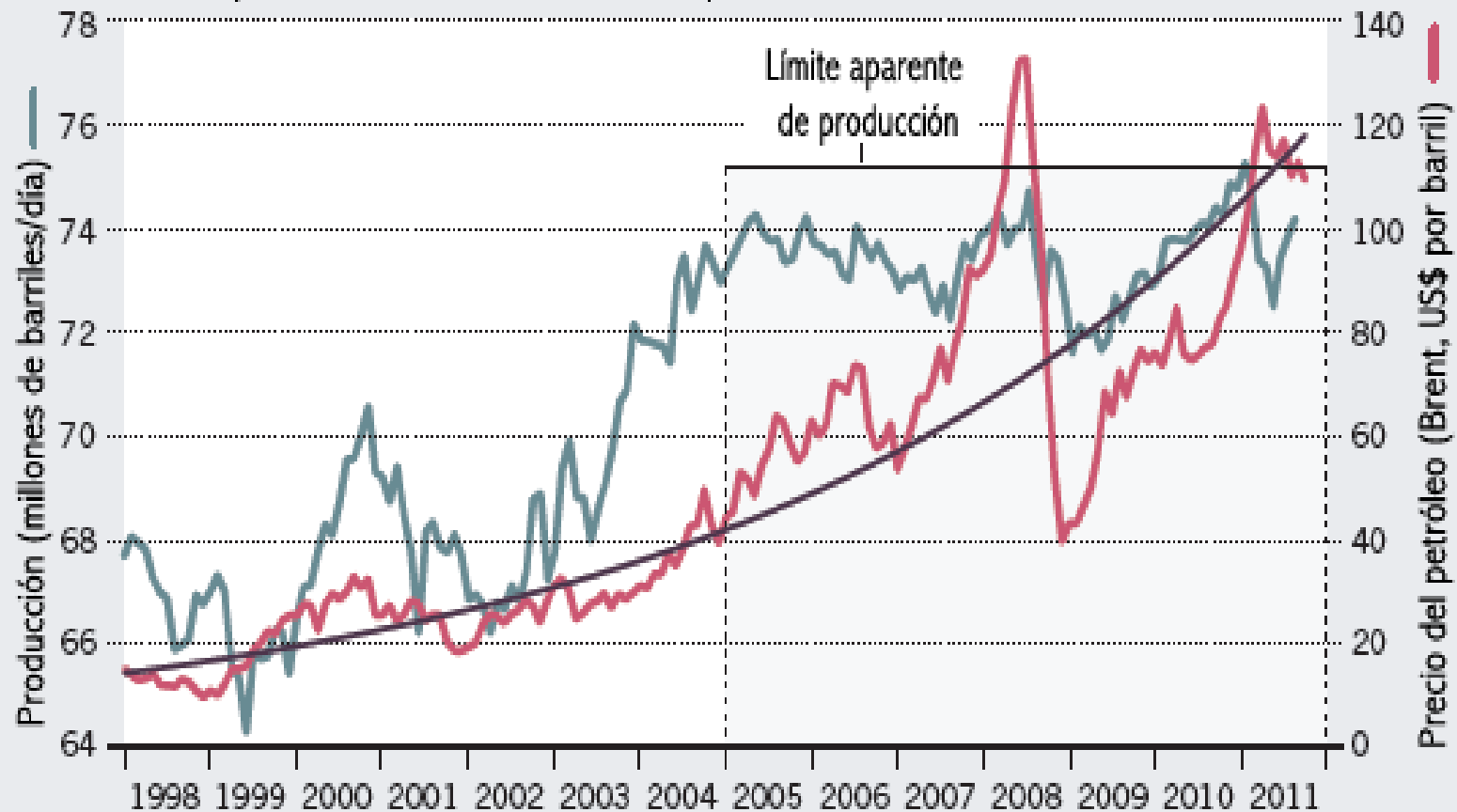
Producción frente a descubrimientos



Pico del Petróleo

LA PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO TOPA CON UN LÍMITE

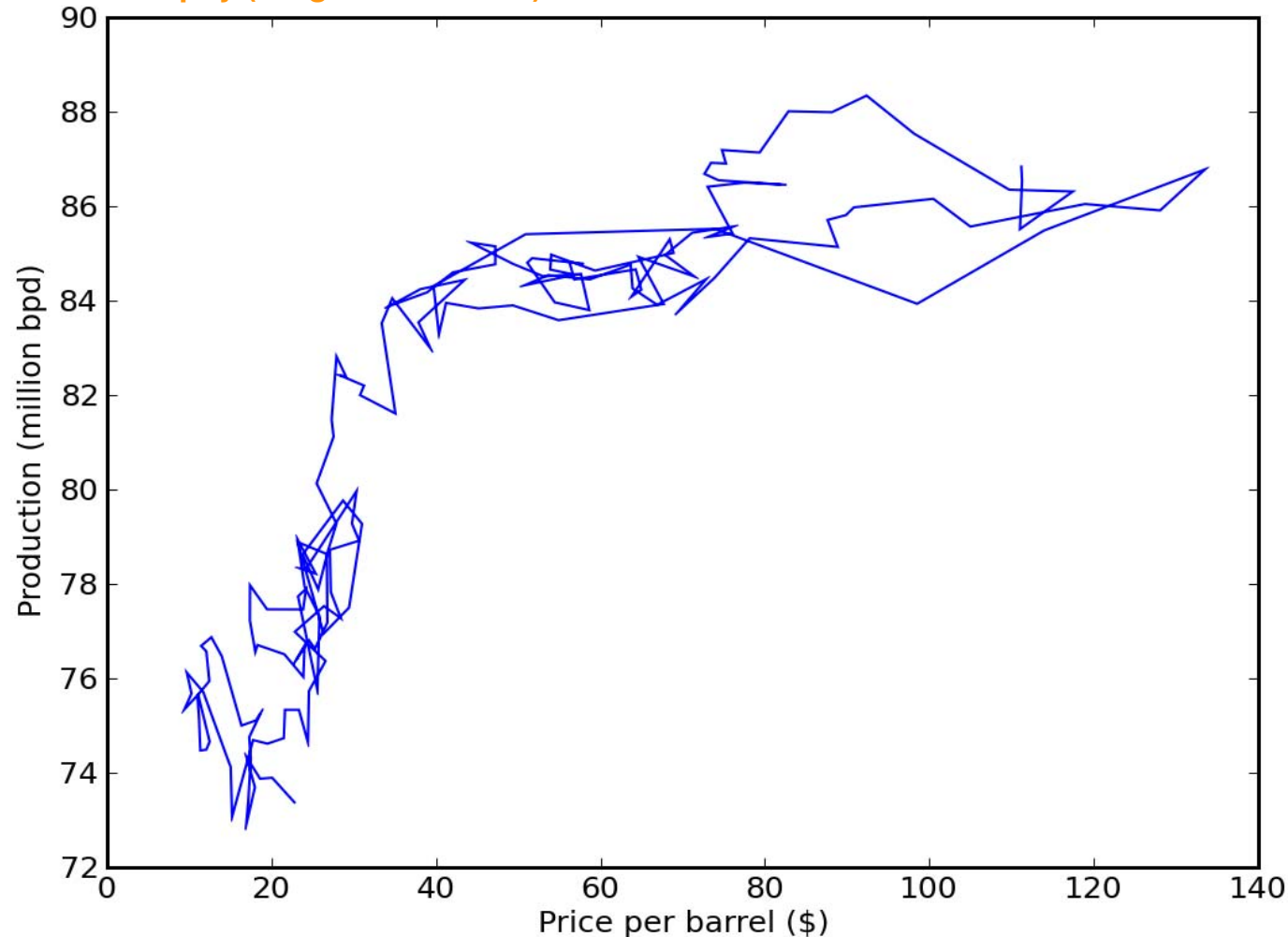
La producción siguió a la demanda hasta 2005, cuando se niveló a pesar de los continuos incrementos de precios. Parece haber un "límite" de producción de unos 75 millones de barriles diarios



Pico del Petróleo

<http://physics.ucsd.edu/do-the-math/wp-content/uploads/2011/10/oil-price.png>

Tom Murphy (Blog: Do the Math)



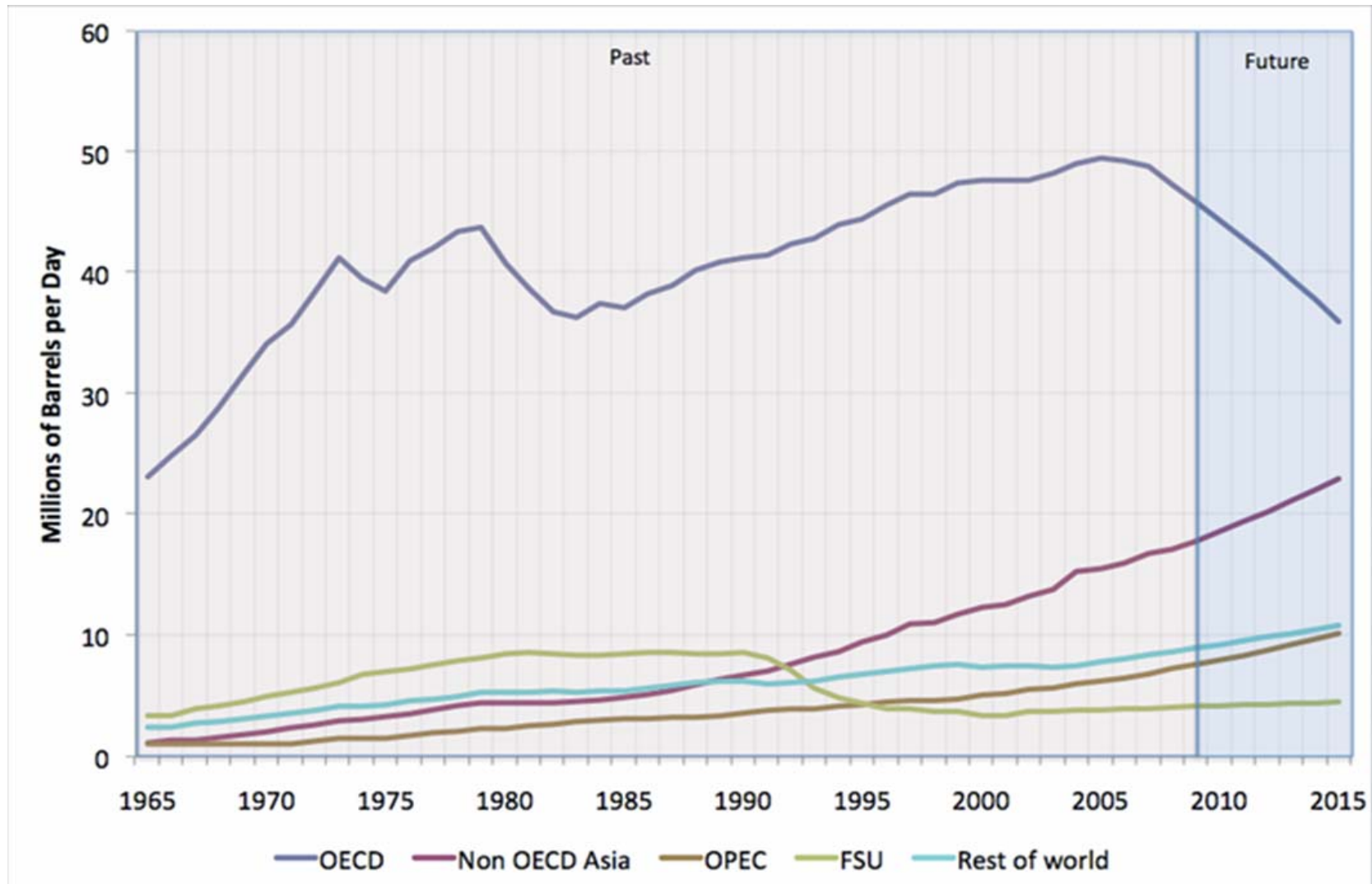
Muestra la “inelasticidad” de la oferta entre 1997 y 2011. Los precios suben y dan golpetazos al alza (y a veces a la baja para volver siempre a subir en promedio), mostrando claramente que llega un momento en que el aumento de precios no produce un aumento de la oferta.

Pico del Petróleo

Country	Peak Prod.	2008 Prod.	% Off Peak	Peak Year
United States	11297	7337	-35%	1970
Venezuela	3754	2566	-32%	1970
Libya	3357	1846	-45%	1970
Other Middle East	79	33	-58%	1970
Kuwait	3339	2784	-17%	1972
Iran	6060	4325	-29%	1974
Indonesia	1685	1004	-41%	1977
Romania	313	99	-68%	1977
Trinidad & Tobago	230	149	-35%	1978
Iraq	3489	2423	-31%	1979
Brunei	261	175	-33%	1979
Tunisia	118	89	-25%	1980
Peru	196	120	-39%	1982
Cameroon	181	84	-54%	1985
Other Europe & Eurasia	762	427	-44%	1986
Russian Federation	11484	9886	-14%	1987*
Egypt	941	722	-23%	1993
Other Asia Pacific	276	237	-14%	1993
India	774	766	-1%	1995*
Syria	596	398	-33%	1995
Gabon	365	235	-36%	1996
Argentina	890	682	-23%	1998
Colombia	838	618	-26%	1999
United Kingdom	2909	1544	-47%	1999
Rep. of Congo (Brazzaville)	266	249	-6%	1999*
Uzbekistan	191	111	-42%	1999
Australia	809	556	-31%	2000
Norway	3418	2455	-28%	2001
Oman	961	728	-24%	2001
Yemen	457	305	-33%	2002
Other S. & Cent. America	153	138	-10%	2003*
Mexico	3824	3157	-17%	2004
Malaysia	793	754	-5%	2004*
Vietnam	427	317	-26%	2004
Denmark	390	287	-26%	2004
Other Africa	75	54	-28%	2004*
Nigeria	2580	2170	-16%	2005*
Chad	173	127	-27%	2005*
Italy	127	108	-15%	2005*
Ecuador	545	514	-6%	2006*
Saudi Arabia	11114	10846	-2%	2005 / Growing
Canada	3320	3238	-2%	2007 / Growing
Algeria	2016	1993	-1%	2007 / Growing
Equatorial Guinea	368	361	-2%	2007 / Growing
China	3795	3795	-	Growing
United Arab Emirates	2980	2980	-	Growing
Brazil	1899	1899	-	Growing
Angola	1875	1875	-	Growing
Kazakhstan	1554	1554	-	Growing
Qatar	1378	1378	-	Growing
Azerbaijan	914	914	-	Growing
Sudan	480	480	-	Growing
Thailand	325	325	-	Growing
Turkmenistan	205	205	-	Growing
Peaked / Flat Countries Total	-	49597	-	60.6% of world oil production
Growing Countries Total	-	32223	-	39.4% of world oil production

Cada año que pasa son menos los países exportadores de petróleo que no han alcanzado su cenit de producción(14 de 54 según el siguiente estudio), es decir, en teoría, sólo 14 países del mundo serían capaces de aumentar su producción, y todos los demás productores, decrecientan año tras año, o permanecen en una meseta.

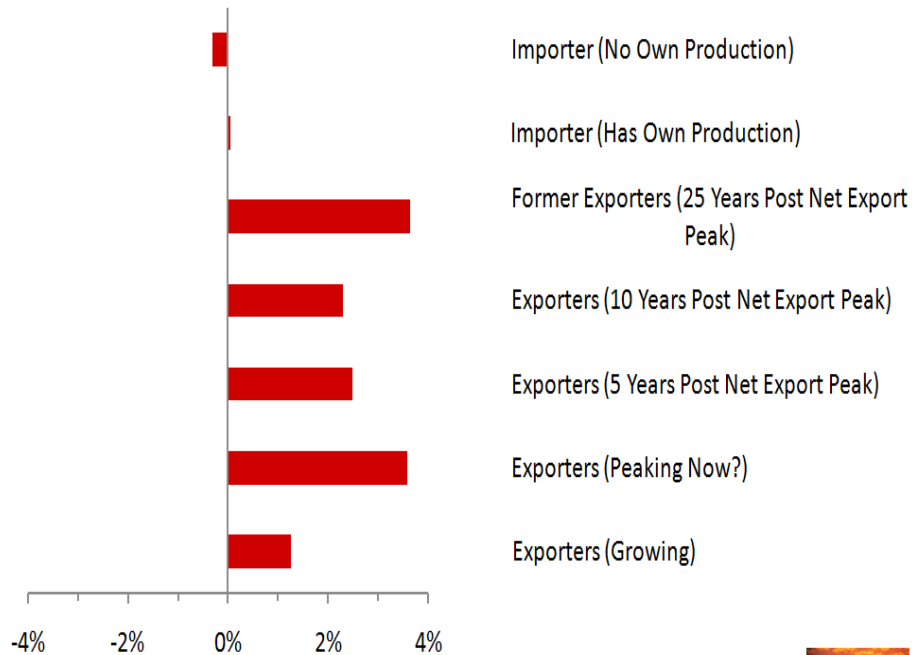
Pico del Petróleo



Si todo sigue así, en los próximos 5 años, los países de la OCDE seremos los que más reduciremos nuestro crecimiento debido al incremento de los países asiáticos y de la OPEC

Pico del Petróleo

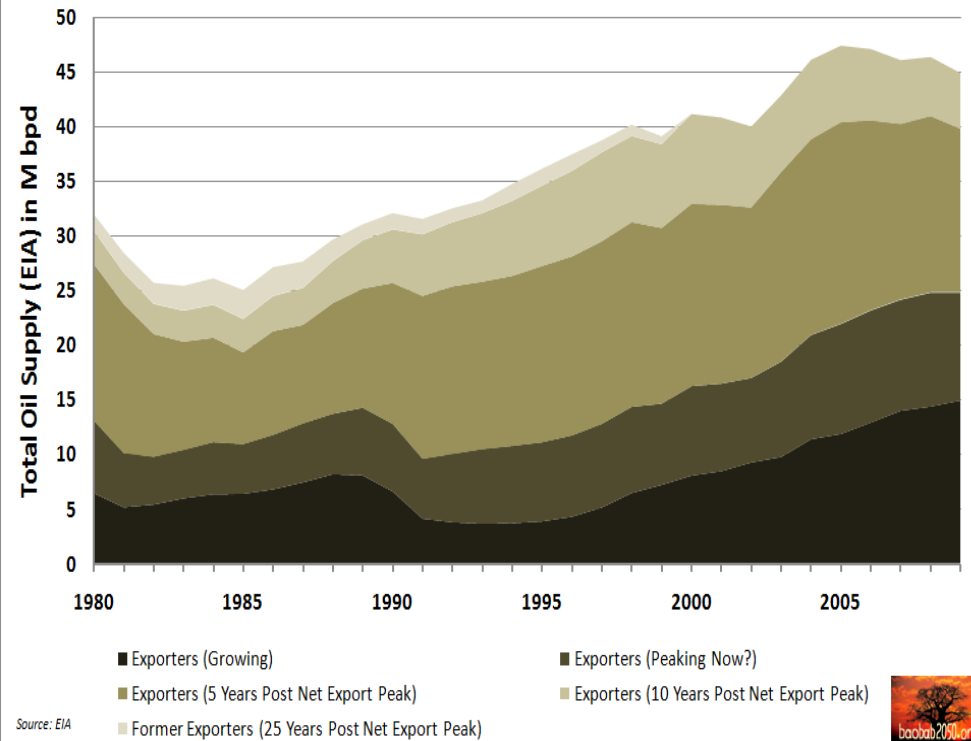
10-Year Annualized Oil Consumption Growth Rate



Source: EIA



Peak Net Exports of Crude Oil Visible In Rear View Mirror



Source: EIA



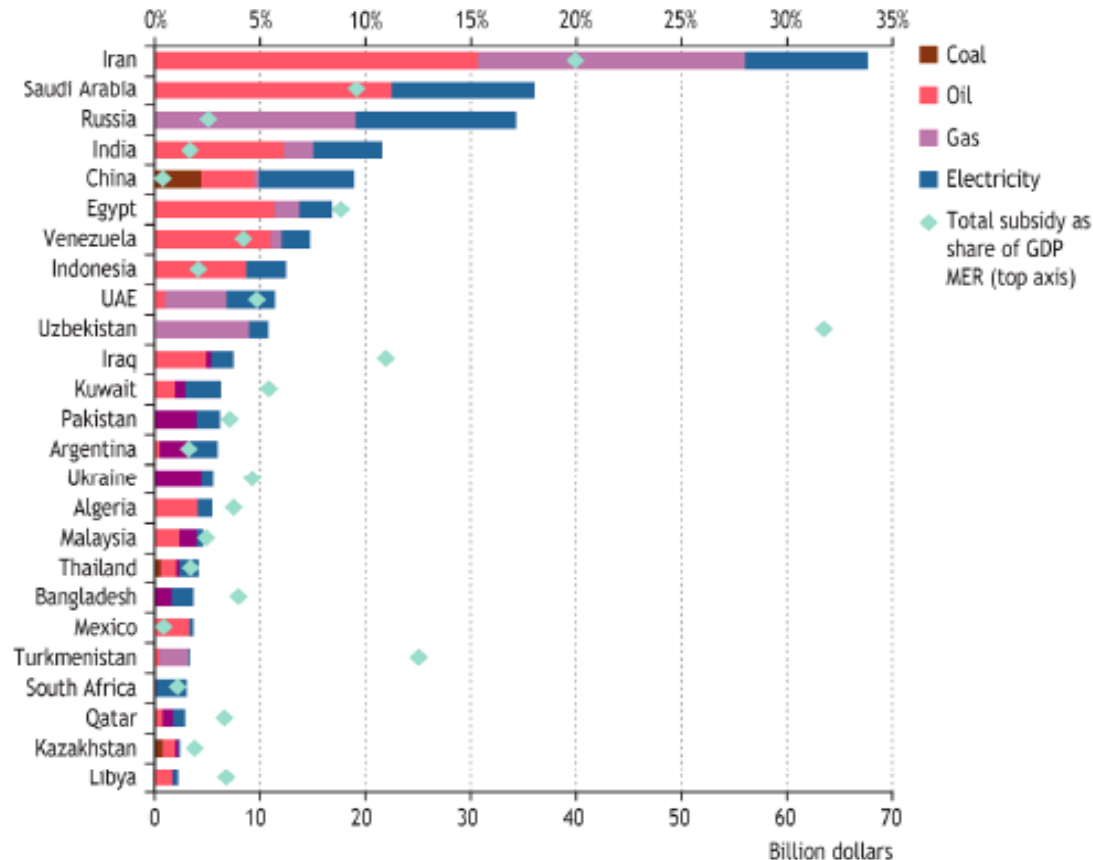
Crecimiento del consumo interno de petróleo, los exportadores han sido agrupados por la fecha de su pico de exportaciones

Exportaciones netas por día, los exportadores han sido agrupados por la fecha de su pico de exportaciones

El consumo doméstico crece como consecuencia del crecimiento económico inducido por los beneficios derivados de la exportación de petróleo.

Pico del Petróleo

Economic value of fossil-fuel consumption subsidies by country & type, 2009



Fossil-fuel consumption subsidies amounted to \$312 billion in 2009, with oil products accounting for almost half of the total

Quando la AIE dice que hay que dejar de subsidiar a las fuentes de energía fósil lo que está diciendo es que los países productores consuman menos y exporten más (gráfico extraído de worldenergyoutlook.org 2010).

Pico del Petróleo

Table 1: Projections of the Peaking of World Oil Production

<u>Projected Date</u>	<u>Source of Projection</u>	<u>Background & Reference</u>
2006-2007	Bakhtari, A.M.S.	Oil Executive (Iran) ¹
2007-2009	Simmons, M.R.	Investment banker (U.S.) ²
After 2007	Skrebowski, C.	Petroleum journal editor (U.K.) ³
Before 2009	Deffeyes, K.S.	Oil company geologist (ret., U.S.) ⁴
Before 2010	Goodstein, D.	Vice Provost, Cal Tech (U.S.) ⁵
Around 2010	Campbell, C.J.	Oil geologist (ret., Ireland) ⁶
After 2010	World Energy Council	World Non-Government Org. ⁷
2012	Pang Xiongqi	Petroleum Executive (China) ⁸
2010-2020	Laherrere, J.	Oil geologist (ret., France) ⁹
2016	EIA nominal case	DOE analysis/ information (U.S.) ¹⁰
After 2020	CERA	Energy consultants (U.S.) ¹¹
2025 or later	Shell	Major oil company (U.K.) ¹²

¹ Bakhtari, A.M.S. *World Oil Production Capacity Model Suggests Output Peak by 2006-07*. *Oil and Gas Journal*. April 26, 2004.

² Simmons, M.R. ASPO Workshop. May 26, 2003.

³ Skrebowski, C. *Oil Field Mega Projects - 2004*. *Petroleum Review*. January 2004.

⁴ Deffeyes, K.S. *Hubbert's Peak-The Impending World Oil Shortage*. Princeton University Press. 2003.

⁵ Goodstein, D. *Out of Gas – The End of the Age of Oil*. W.W. Norton. 2004

⁶ Campbell, C.J. *Industry Urged to Watch for Regular Oil Production Peaks, Depletion Signals*. *Oil and Gas Journal*.. July 14, 2003.

⁷ *Drivers of the Energy Scene*. World Energy Council. 2003.

⁸ Pang Xiongqi. *The Challenges Brought by Shortages of Oil and Gas in China and Their Countermeasures*. ASPO Lisbon Conference. May19-20, 2005.

⁹ Laherrere, J. Seminar Center of Energy Conversion. Zurich. May 7, 2003

¹⁰ DOE EIA. *Long Term World Oil Supply*. April 18, 2000. See Appendix I for discussion.

¹¹ Jackson, P. et al. *Triple Witching Hour for Oil Arrives Early in 2004 – But, As Yet, No Real Witches*. *CERA Alert*. April 7, 2004.

¹² Davis, G. *Meeting Future Energy Needs*. The Bridge. National Academies Press. Summer 2003.

El cenit de la producción de petróleo está al caer si no ha sido ya

Pico del Petróleo

The **Australia Institute**
Research that matters.

Running on empty? The peak oil debate

Policy Brief No. 16
September 2010
ISSN 1836-9014

David Ingles and Richard Dennis

TAI

Policy Brief

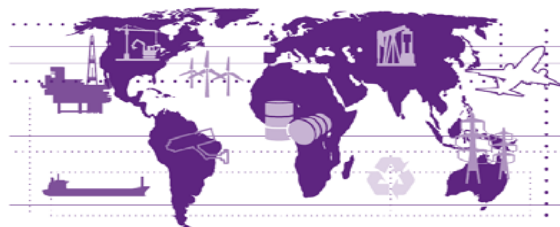
LLOYDS



WHITE PAPER

SUSTAINABLE ENERGY SECURITY

Strategic risks and
opportunities for business



CHATHAM HOUSE

THE IMPENDING WORLD ENERGY MESS

What It Is And What
It Means To YOU!



ROBERT L. HIRSCH
ROGER H. BEZDEK
ROBERT M. WENDLING

Australia Institute. Peak
Oil próximo.
(Septiembre 2010)

Informe Lloyd's. Supply
crunch: 2013.
(Junio 2010)

El ministro de Energía de
Jimmy Carter da la alerta.
(Octubre 2010)

Pico del Petróleo



Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert
- Umweltdimensionen von Sicherheit -

Teilstudie 1:

PEAK OIL

**Sicherheitspolitische Implikationen
knapper Ressourcen**



Zentrum für Transformation der Bundeswehr
Dezernat Zukunftsanalyse
Prötzelor Chaussee 25
15344 Strausberg
Juli 2010

www.zentrum-transformation.bundeswehr.de
ztransfbwdezzukunftsanalyse@bundeswehr.org

El ejército alemán. Peak Oil inminente.
(Septiembre 2010)



SEPTEMBER
2010

Fueling the Future Force

*Preparing the Department of Defense
for a Post-Petroleum Era*

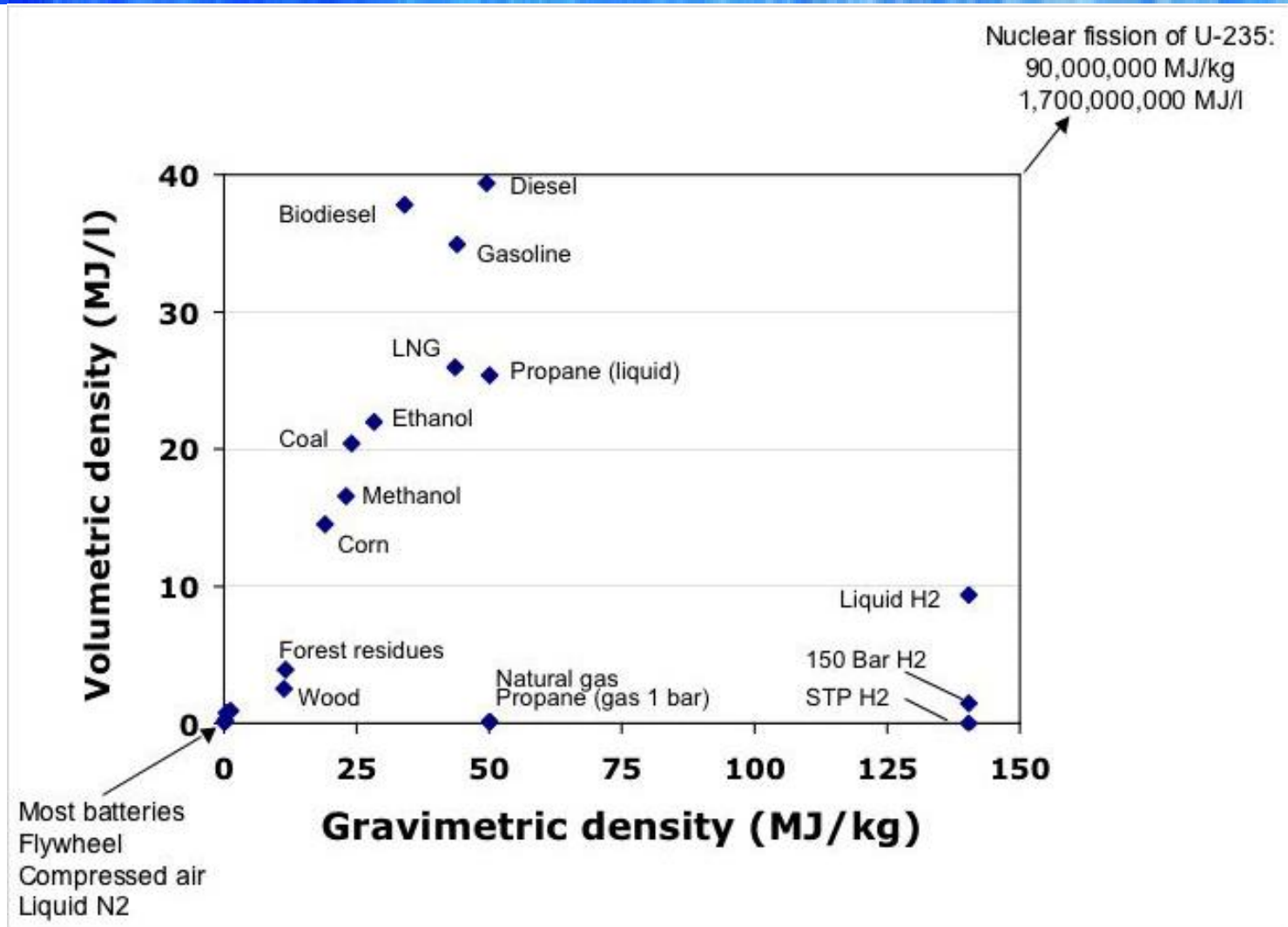
By Christine Parthemore and John Nagl



Center for a
New American
Security

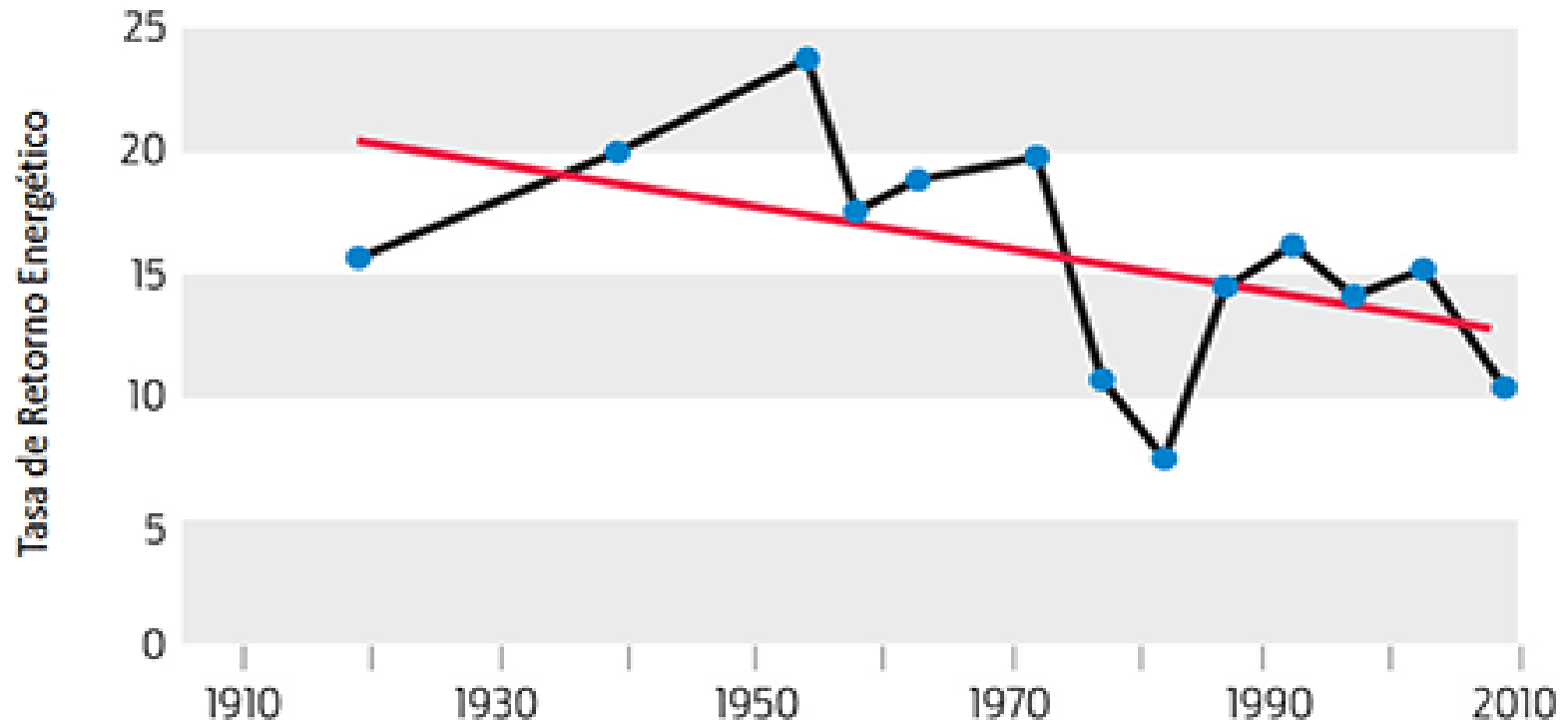
El ejército USA. Riesgos de la transición hacia el postpetróleo.
(Septiembre 2010)

¿Sustitución?



La dificultad de llenar el creciente “hueco”

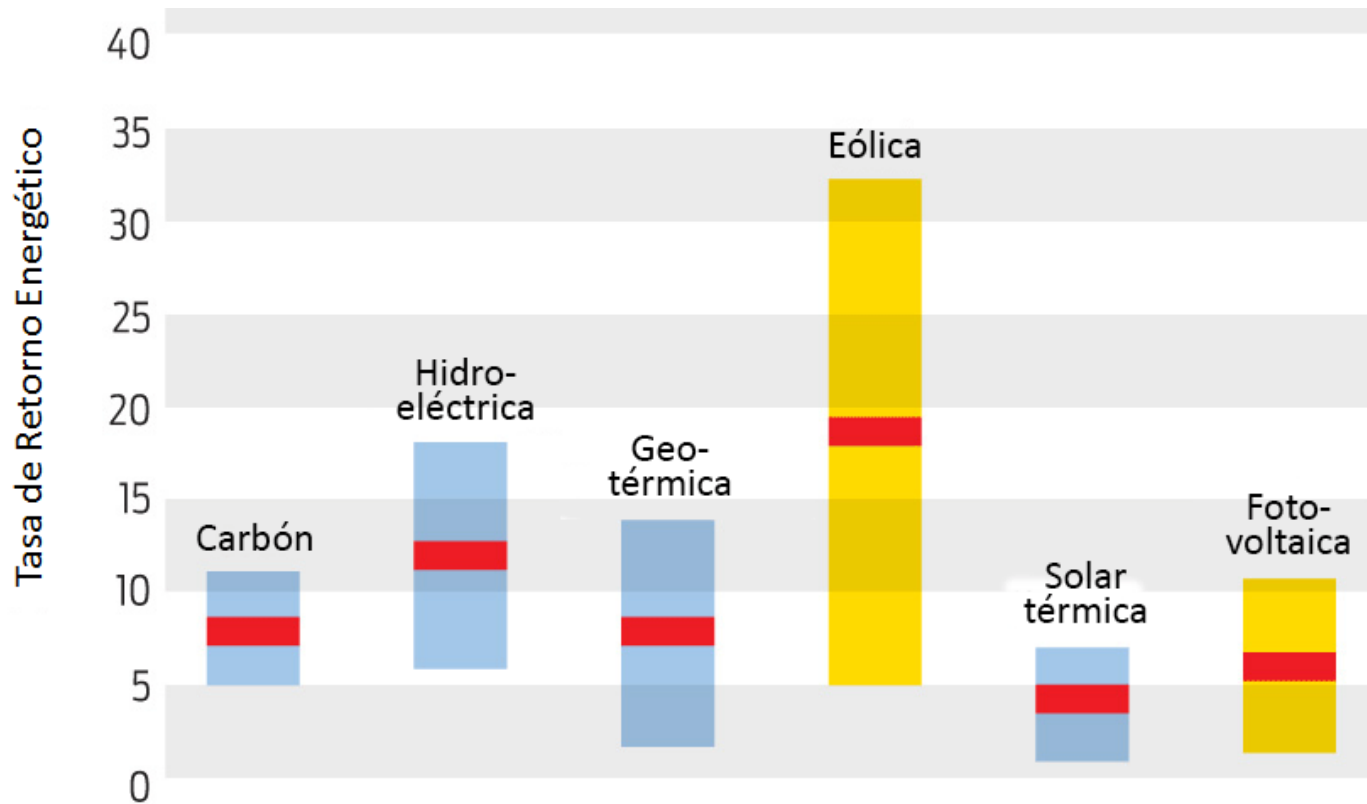
¿Sustitución?



Fuente: “A New Long-Term Assessment on Energy Return on Investment (EROI) for U. S. Oil and Gas Discovery and Production”, Megn C. Guilford et al. Sustainability, October 2011.

Tasa de Retorno Energético (TRE), la cantidad de energía producida, dividida por la energía necesitada para adquirirla, ha ido declinando en los EE. UU. y en el resto del mundo.

¿Sustitución?



Fuente: "Meta-analysis of Net Energy Return for Wind Power Systems", Ida Kubiszewski et al. Renewable Energy. February 2009.

Las estimaciones de la TRE de varias fuentes de energía varían considerablemente, especialmente para las renovables. (Se muestran la media y la desviación estándar de un meta-análisis de muchos estudios).

Últimas reflexiones

**Partimos de un presupuesto erróneo:
en un mundo finito no cabe un crecimiento infinito**

$$E = m c^2$$

La energía en un kilogramo de masa = $1 \times (300.000 \text{ km/s})^2 \approx 9 \cdot 10^{16} \text{ j}$

Energía consumida en 2011 en el mundo = $12.275 \cdot 75 \cdot 10^6 \text{ Tep}$

Como $1 \text{ Tep} = 42 \cdot 10^6 \text{ j}$

Energía consumida en 2011 en el mundo = $5,1555 \cdot 10^{17} \text{ j}$

O lo que es lo mismo necesitaríamos 5,73 kg de masa para conseguir toda la energía que gastamos en el 2011

Últimas reflexiones

**Partimos de un presupuesto erróneo:
en un mundo finito no cabe un crecimiento infinito**

La media histórica es aproximadamente un 2% de crecimiento en el consumo de energía a nivel mundial.

En los últimos 60 años hemos triplicado nuestro consumo energético a nivel mundial.

Masa de la Luna = $7,4 \cdot 10^{22}$ kg

Masa de la Tierra = $6 \cdot 10^{24}$ kg

Masa del sistema solar = $2 \cdot 10^{30}$ kg

$5,73 \times 1,02^n = 7,4 \cdot 10^{22} \rightarrow n = 2571$ años desde ahora para comernos la Luna

$5,73 \times 1,02^n = 6 \cdot 10^{24} \rightarrow n = 2792$ años desde ahora para la Tierra

$5,73 \times 1,02^n = 2 \cdot 10^{30} \rightarrow n = 3435$ años desde ahora para el sistema solar

Últimas reflexiones

La energía nos permite modificar nuestro entorno.



El sueño de la razón produce monstruos... cuidado con nuestros sueños.