

"Combustibles fósiles y geopolítica"

Trobada de Professorat de Ciències de la Terra i Medi
Ambient del Batxillerat

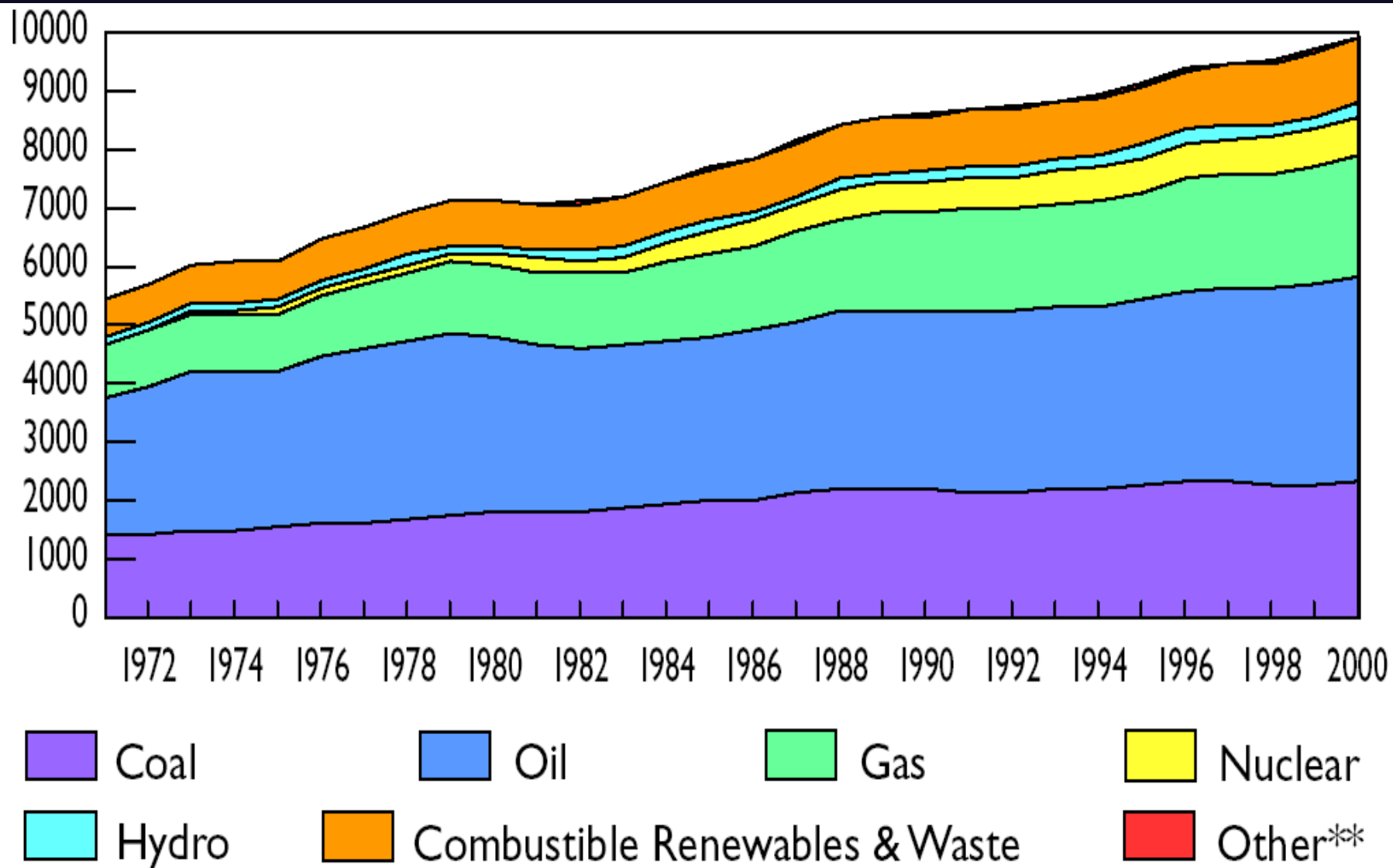
Facultat de Geologia (UB), ICE (UB), CRECIT-Andorra

Barcelona, 31-1-03

Mariano Marzo

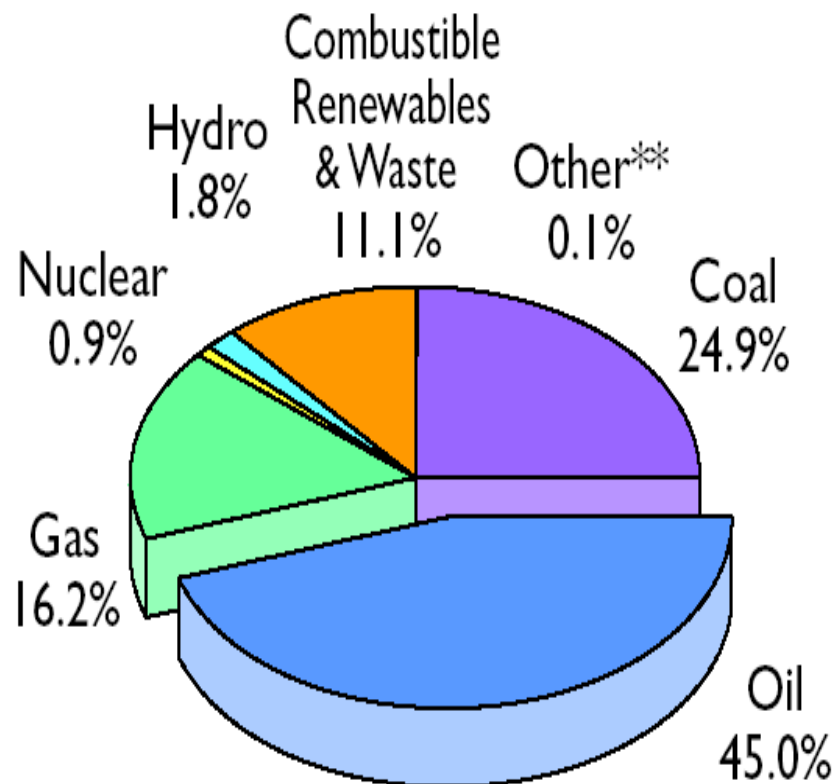
Para bien y para mal,
el crecimiento sostenido
de la economía mundial
durante las tres últimas décadas
ha sido propulsado
por un continuo incremento
en el suministro de energía primaria,
en particular de los combustibles fósiles:
carbón, petróleo y gas.

Suministro mundial energía primaria (Mtoe) 1971-2000: incremento del 81%



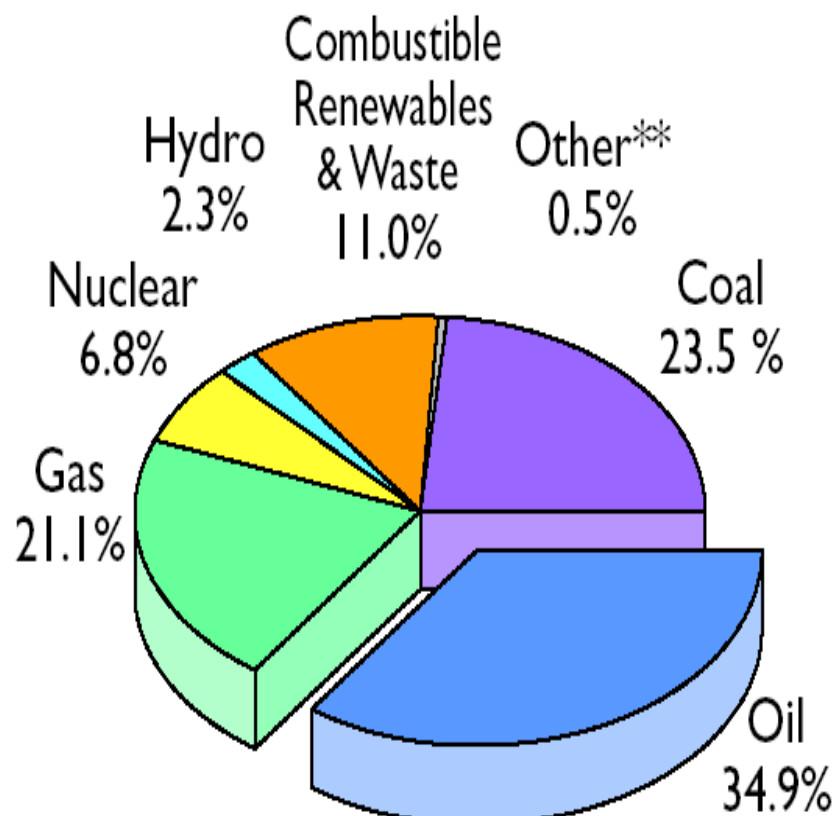
En el 2000: combustibles fósiles 79,5 % e.primaria

1973



6 040 Mtoe

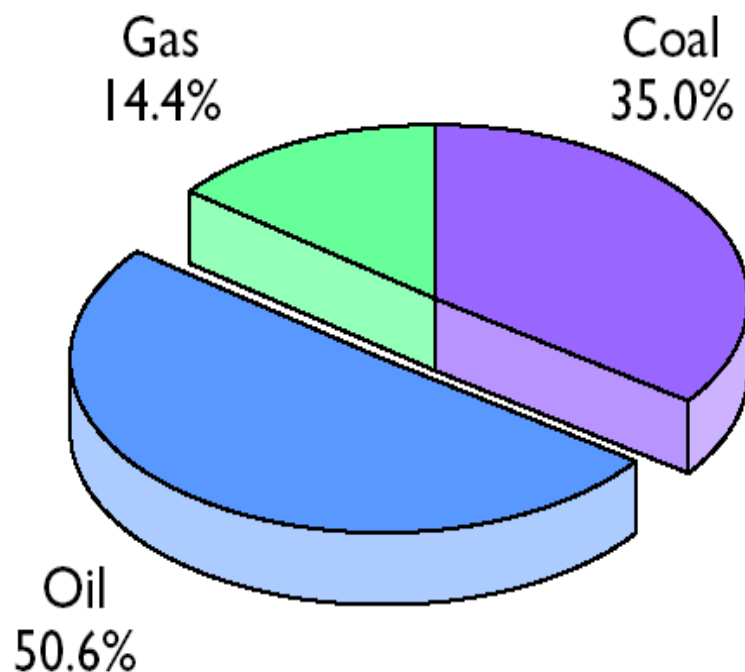
2000



9 963 Mtoe

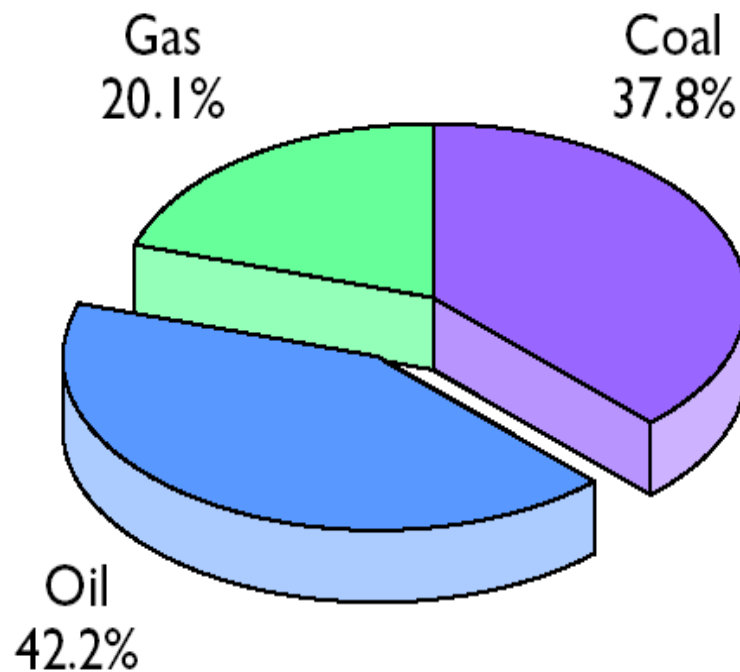
Emisiones de CO₂ por combustible

1973



15 667 Mt of CO₂

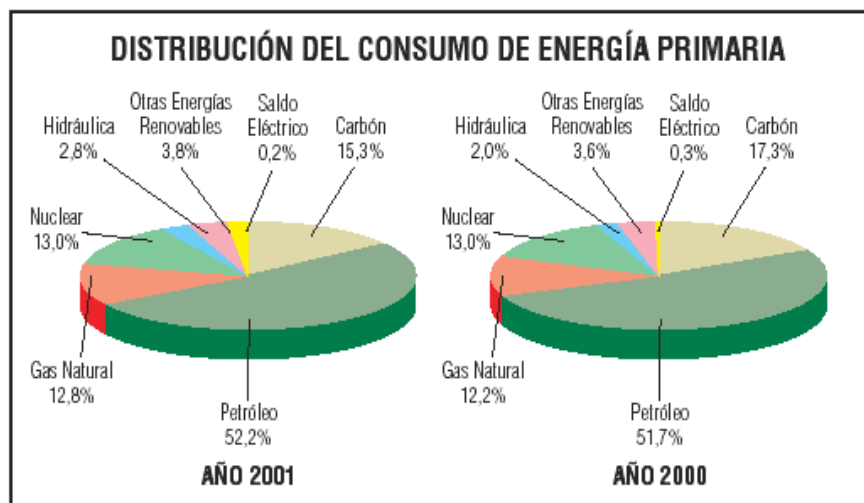
2000



23 444 Mt of CO₂

España 2000-2001: consumo de energía primaria (ktep) y grado de autoabastecimiento.

Consumo de energía primaria	DEMANDA Y ESTRUCTURA				GRADO DE AUTOABASTECIMIENTO	
	2001	ESTRUC. 2001	2000	ESTRUC. 2000	2001	2000
Carbón	19.528	15,3	21.635	17,3	40,3	38,6
Petróleo	66.721	52,2	64.663	51,7	0,5	0,3
Gas natural	16.405	12,8	15.223	12,2	2,9	1,0
Nuclear	16.602	13,0	16.211	13,0	100,0	100,0
Hidráulica	3.528	2,8	2.534	2,0	100,0	100,0
Otras Energías Renovables	4.847	3,8	4.456	3,6	100,0	100,0
Saldo Eléctrico	297	0,2	382	0,3		
TOTAL	127.929	100,0	125.103	100,0	26,3	25,5

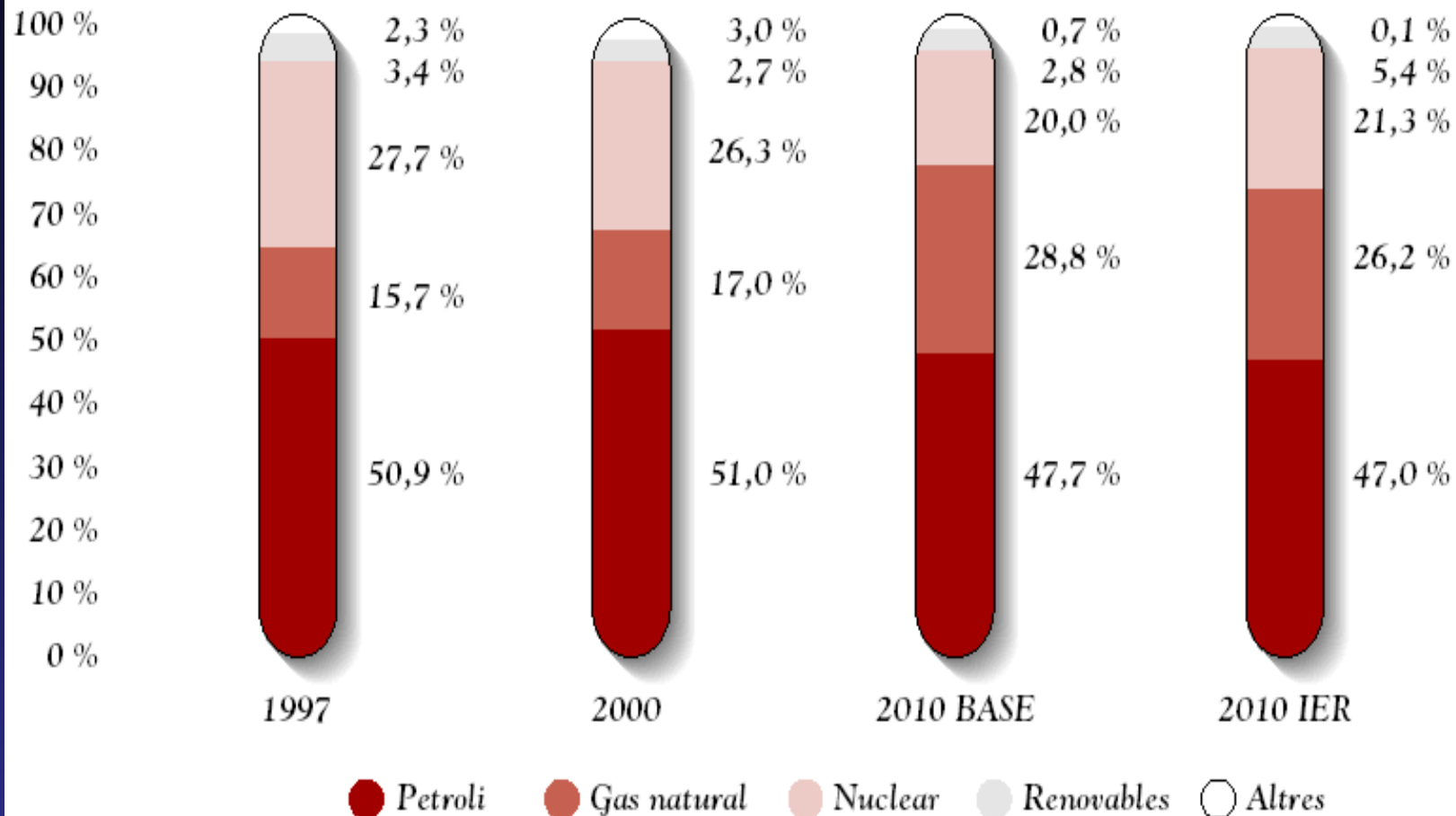


$$C+P+G = 80,3\%$$

Autoabastecimiento:
C (40,3%) P (0,5%) G (2,9%)

Catalunya 2010

Consumo de energía primaria



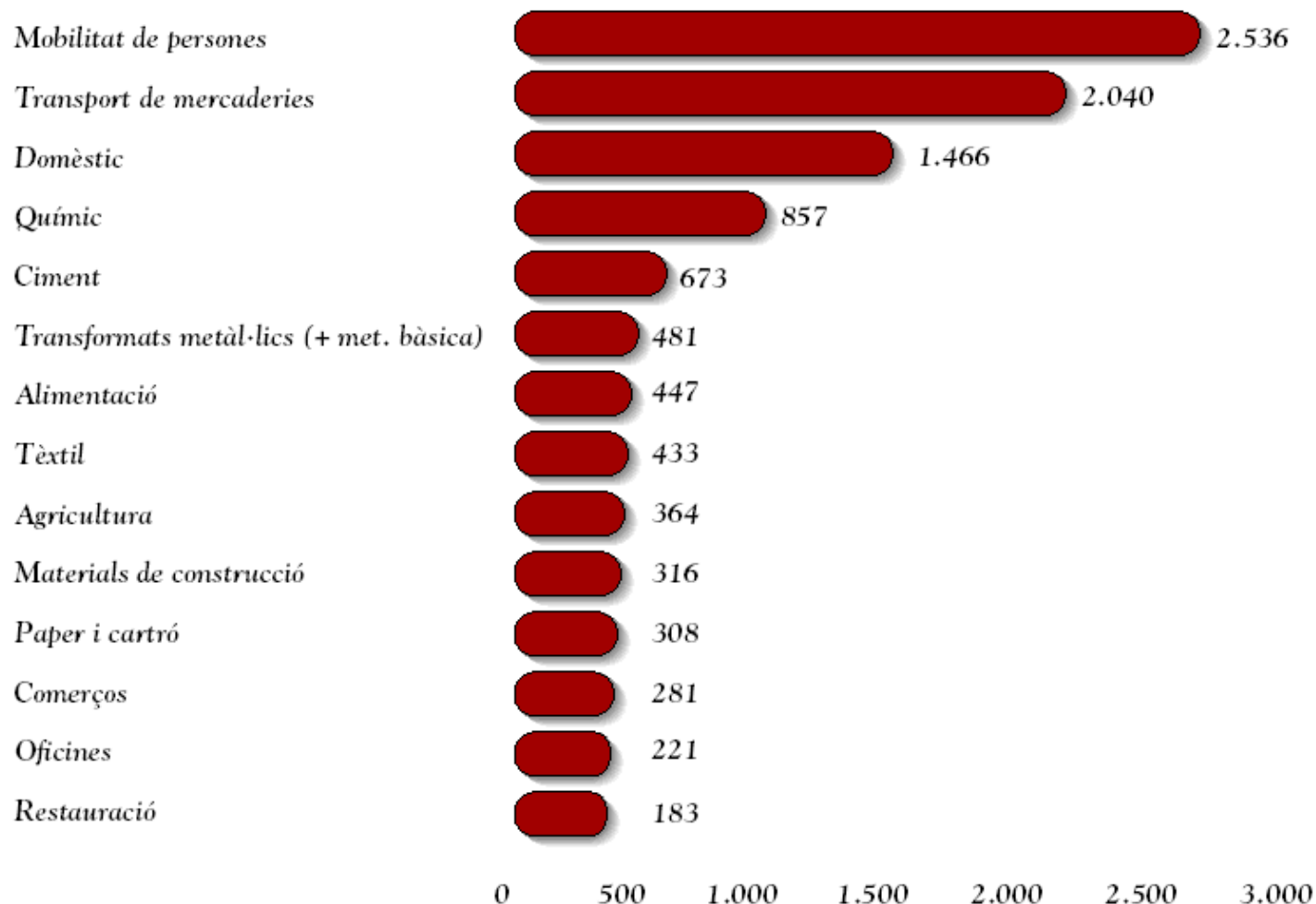
Altres = Carbó + residus industrials no renovables + Saldo d'intercanvis elèctrics

Catalunya 1997

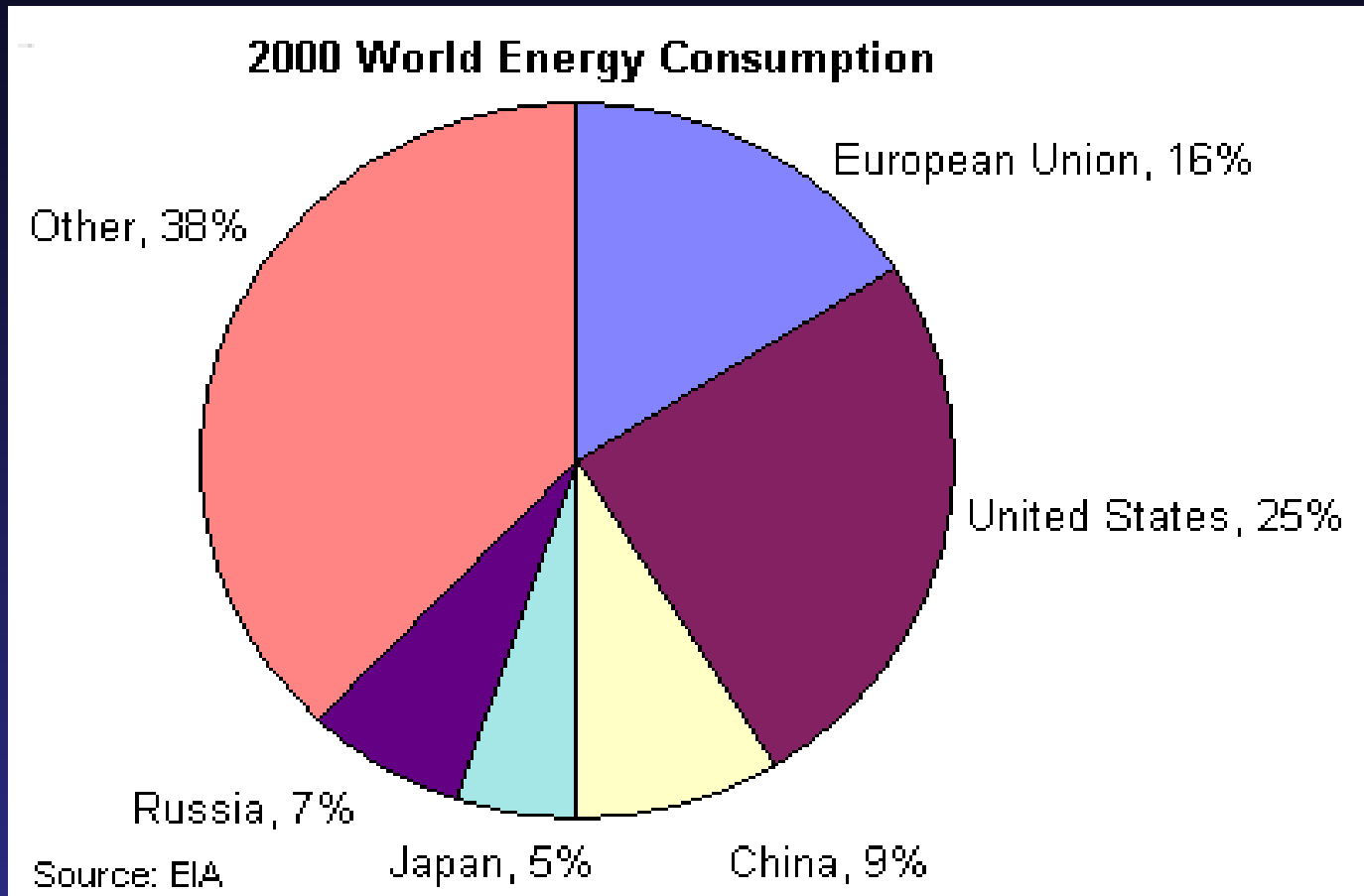
Sectores mas consumidores de energía

Consum total: 11.739 kTEP

Subsectors



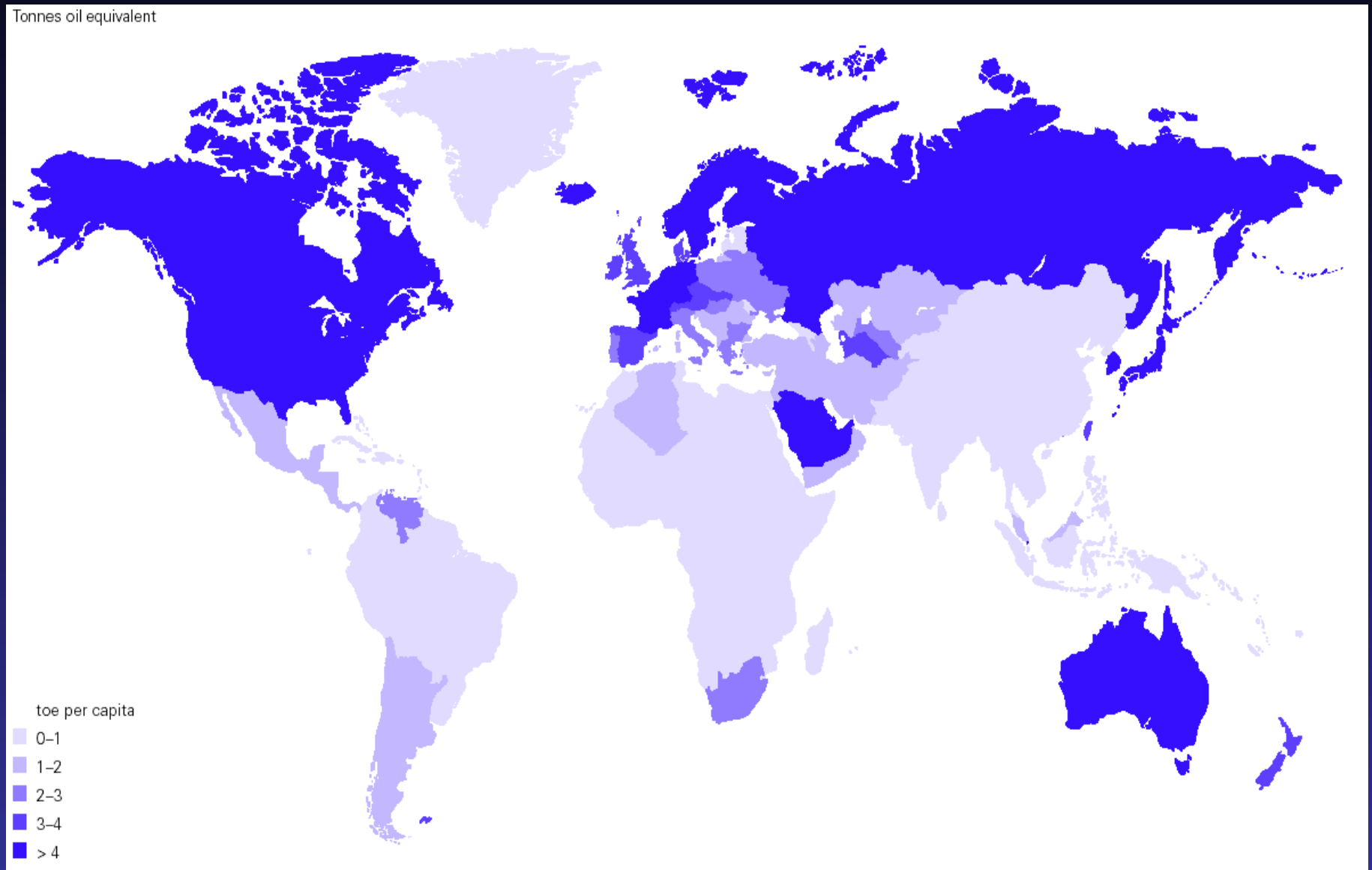
Consumo mundial de energía 2002



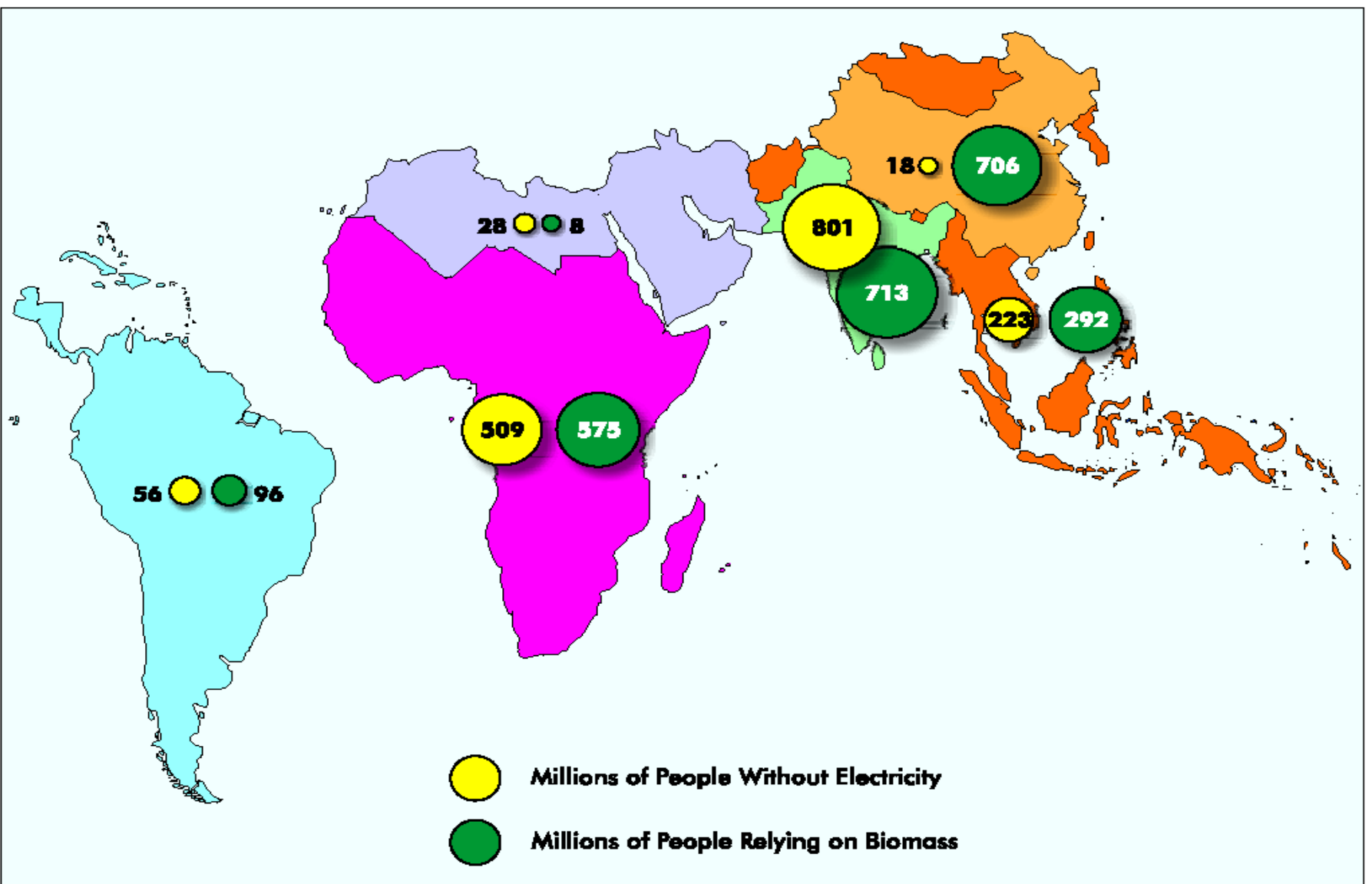
Desigualdades N-S consumo de energía per capita: (toneladas equivalentes de petróleo)



Desigualdades N-S consumo de energía per capita: (toneladas equivalentes de petróleo)

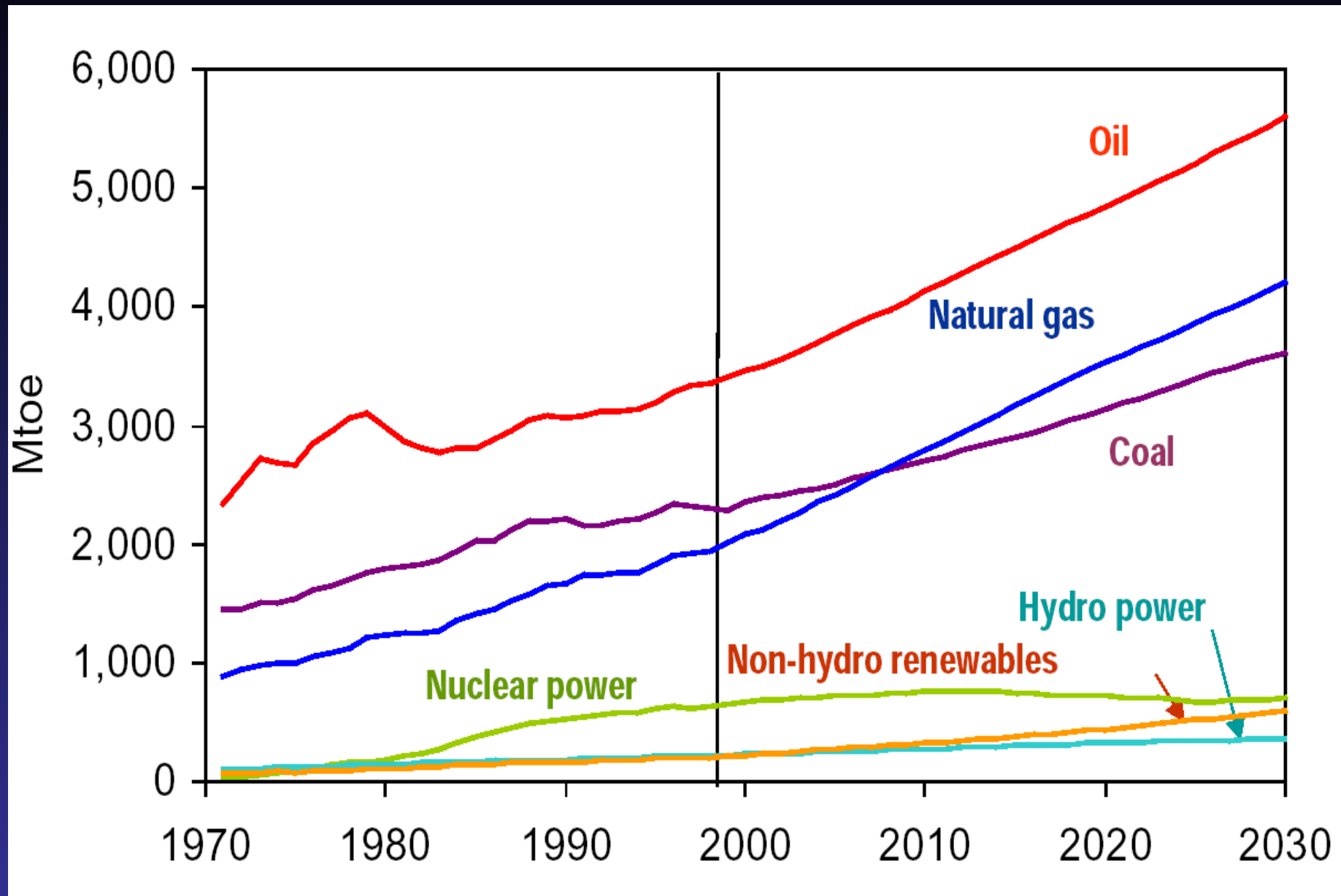


Pobreza energética global

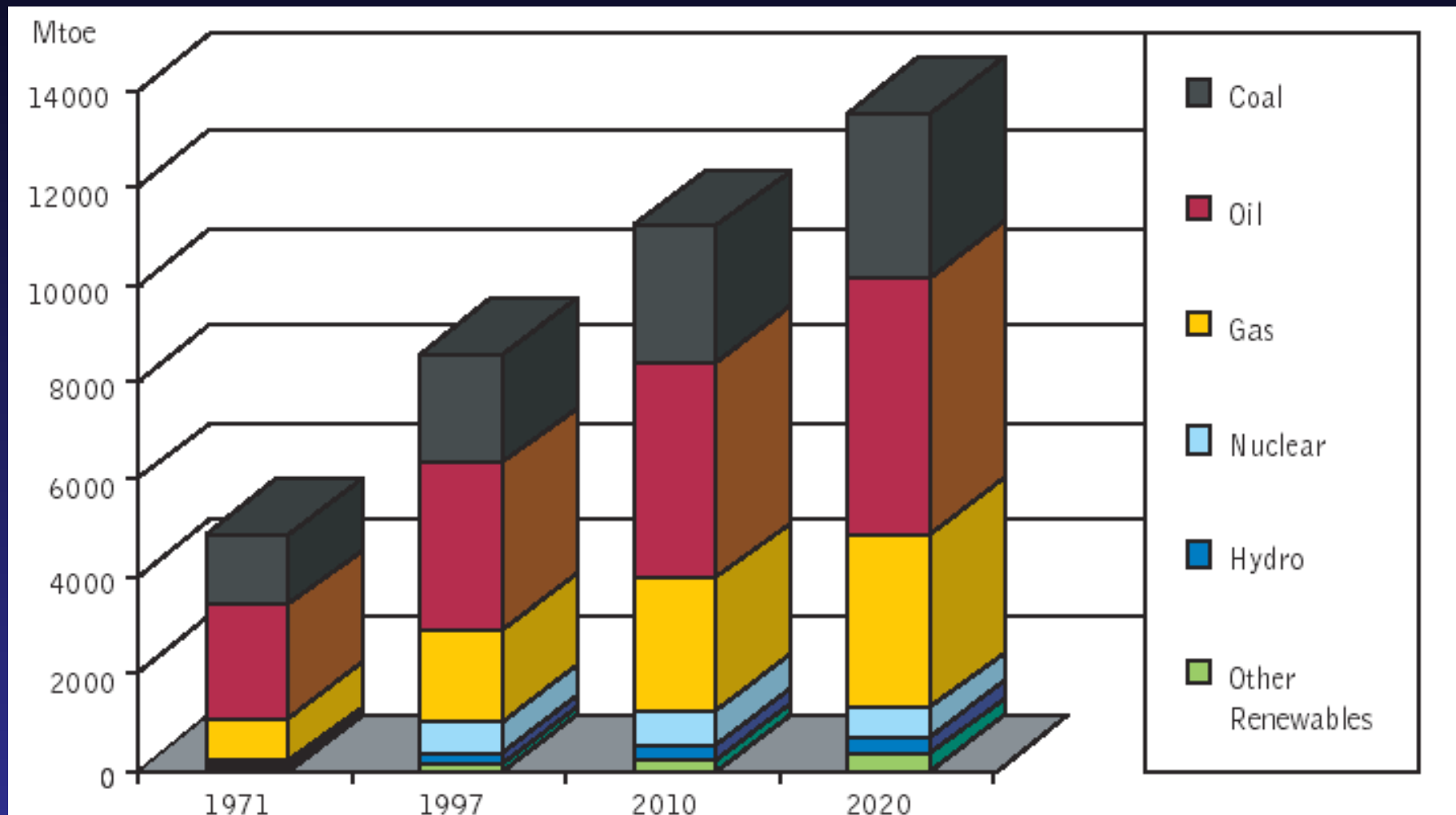


Es previsible
que el consumo de los combustibles fósiles
se acelere en el futuro,
incluso en el caso
de que se hagan efectivas
políticas muy agresivas
de conservación medioambiental
y de desarrollo de combustibles alternativos.

Previsiones demanda mundial energía primaria

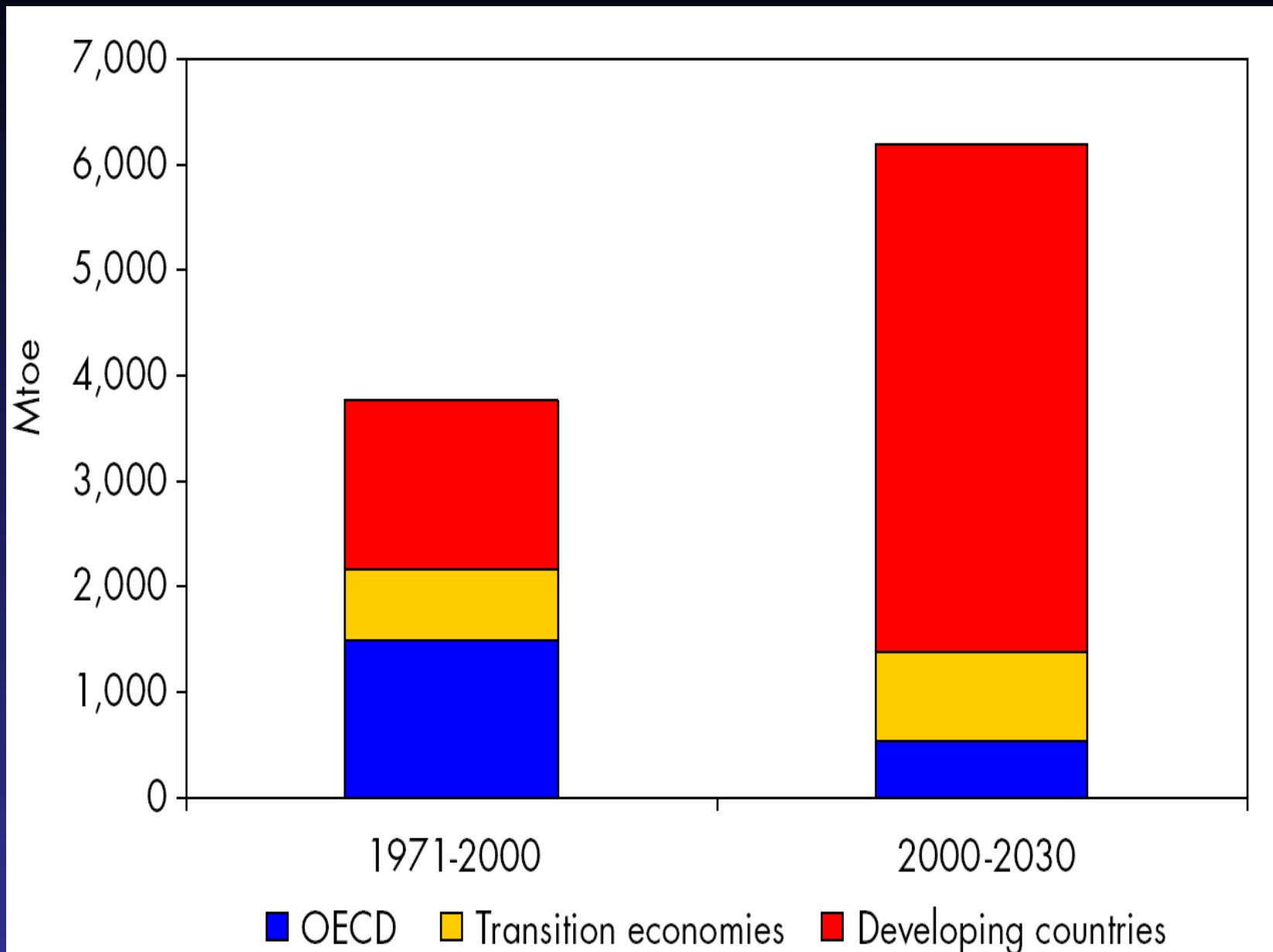


Previsiones demanda mundial energía primaria

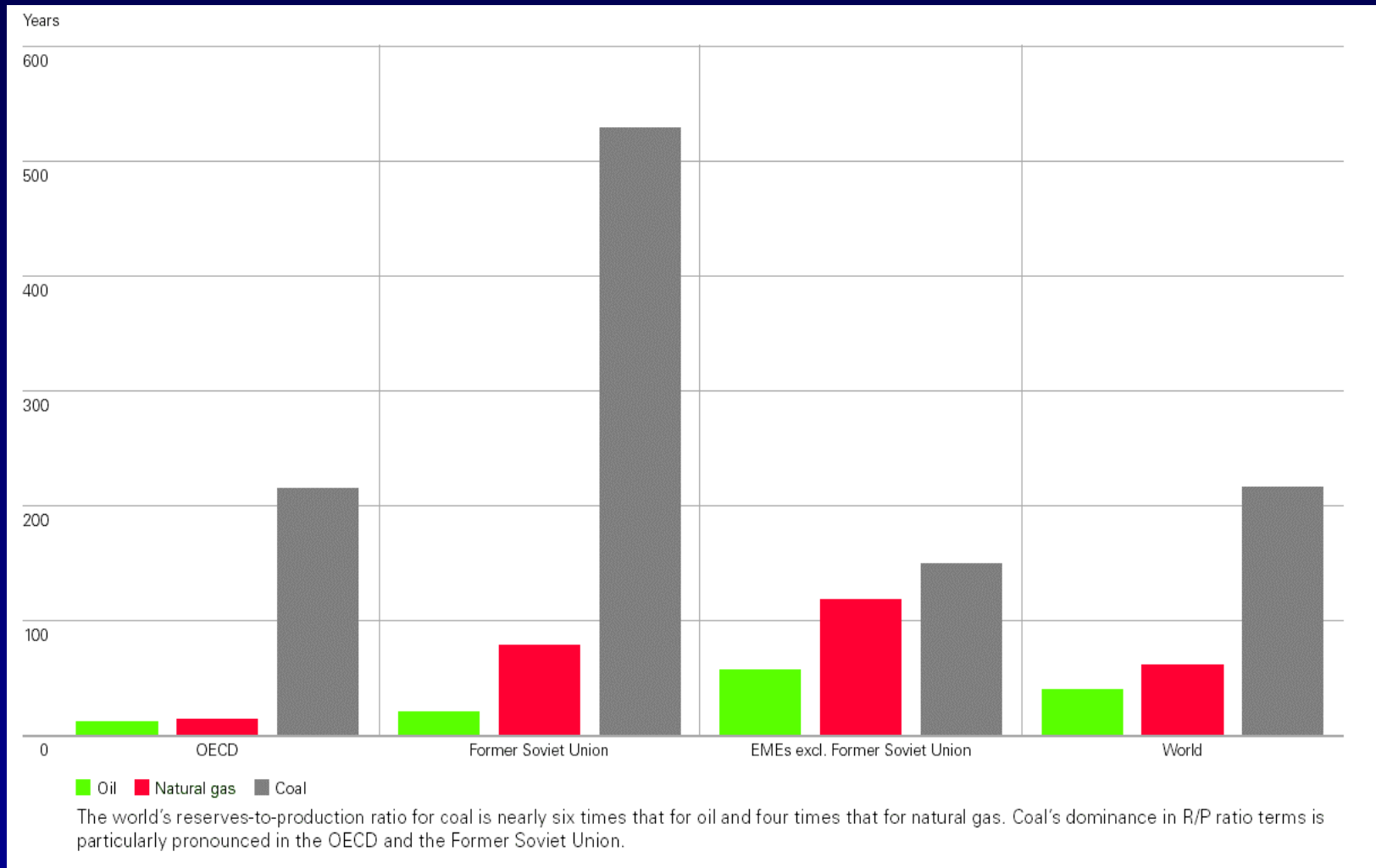


El centro del crecimiento económico
se desplaza
de los países industrializados
a los países en vía de desarrollo.

Incremento de la demanda de energía

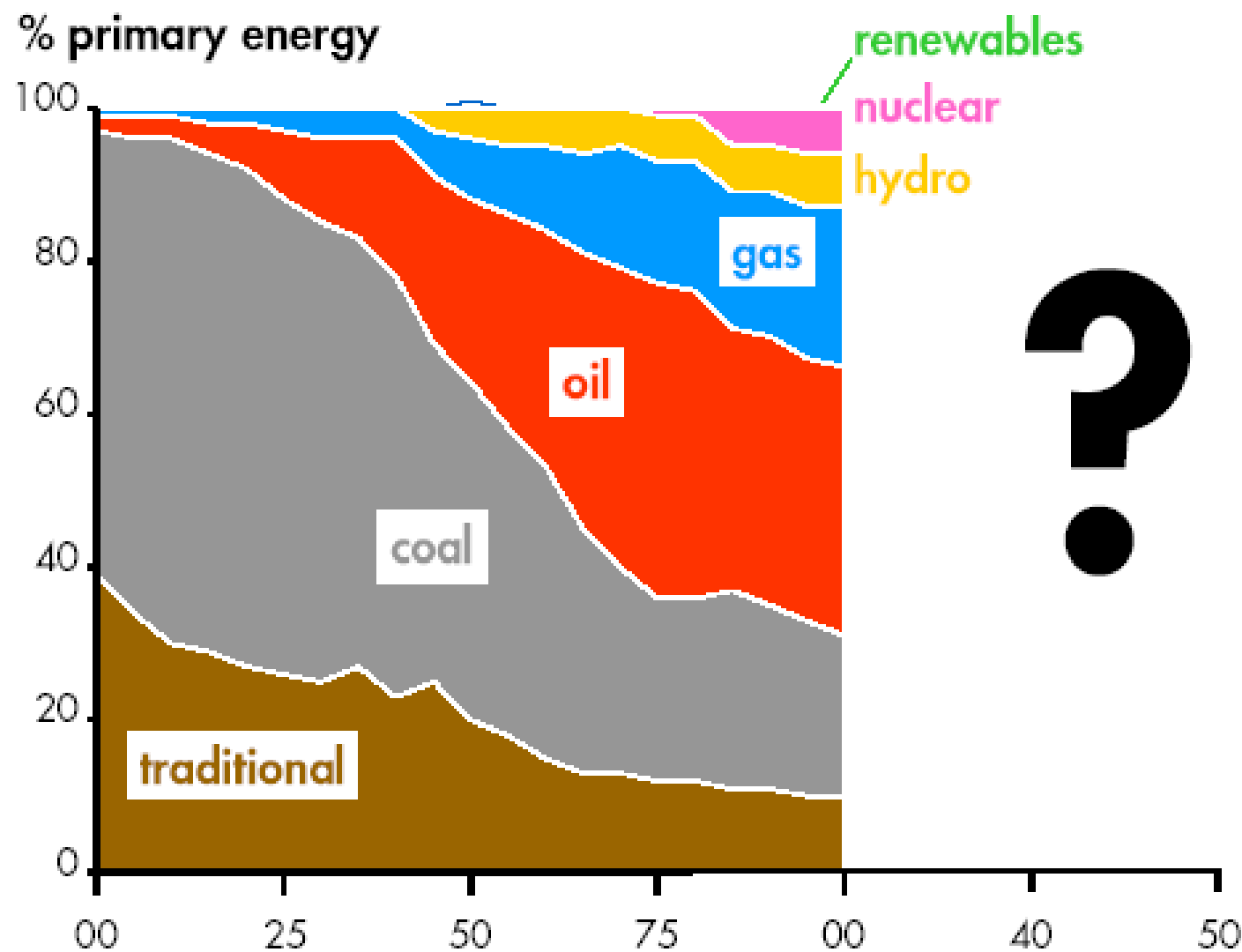


Satisfacer tal voracidad energética no será una tarea fácil



Hay que descubrir y producir mucho más petróleo y gas...

...y/o desarrollar urgentemente nuevas alternativas energéticas comercialmente viables a gran escala



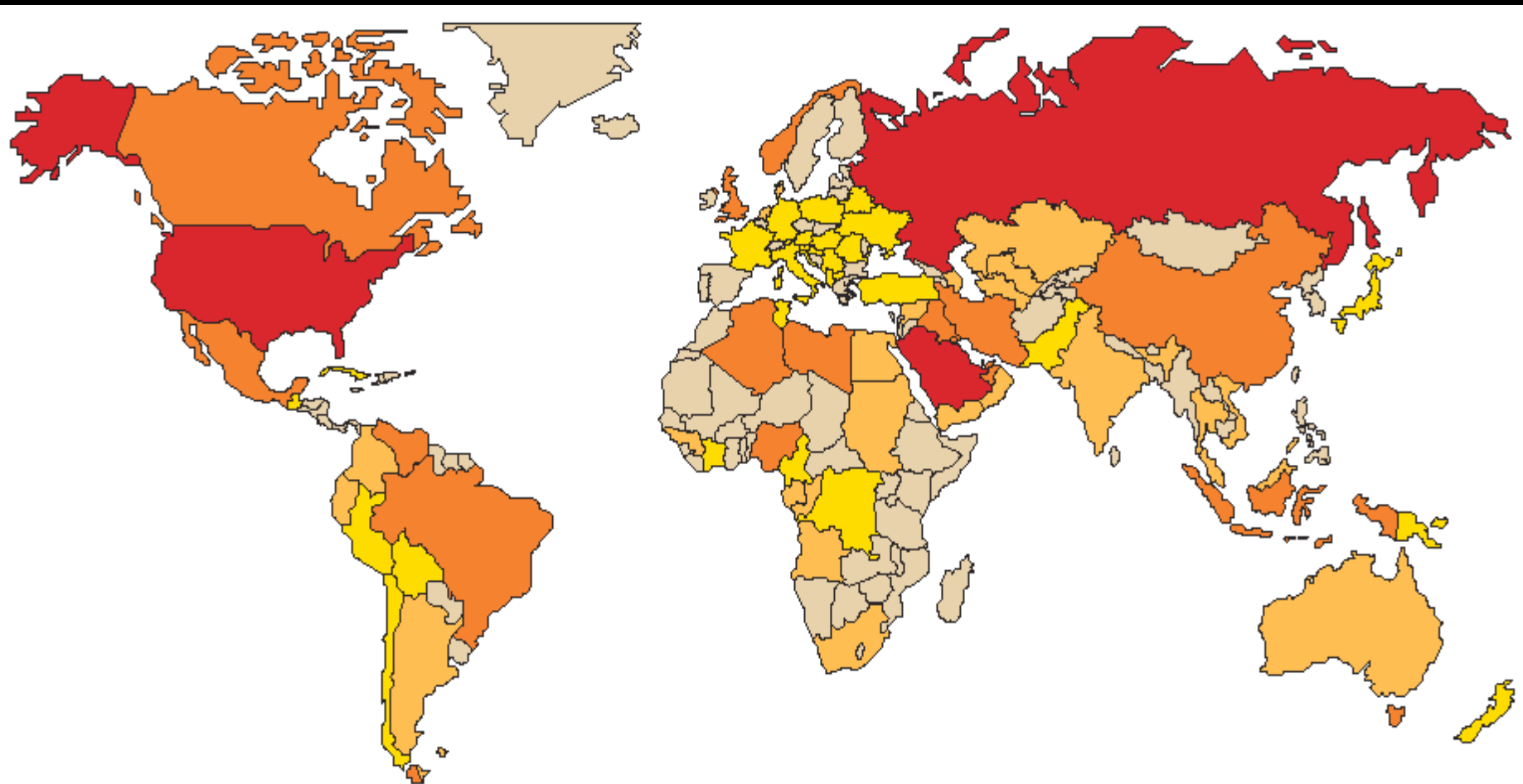
The technology imperative...
P. Watts, 2002

Transiciones energéticas desde 1900

El petróleo



Producción 2001 (miles de barriles por día)



■ Oltre 5.000

■ Da 1.001 a 5.000

■ Da 101 a 1.000

■ Da 11 a 100

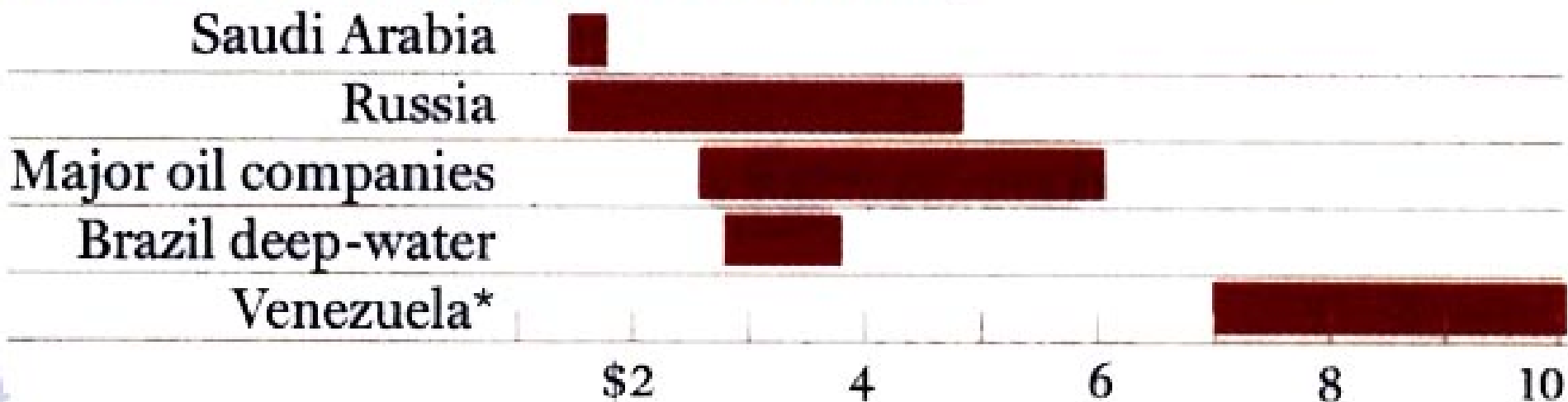
■ Trascurabile o n.d.

Costes de producción

A Wide Range of Costs

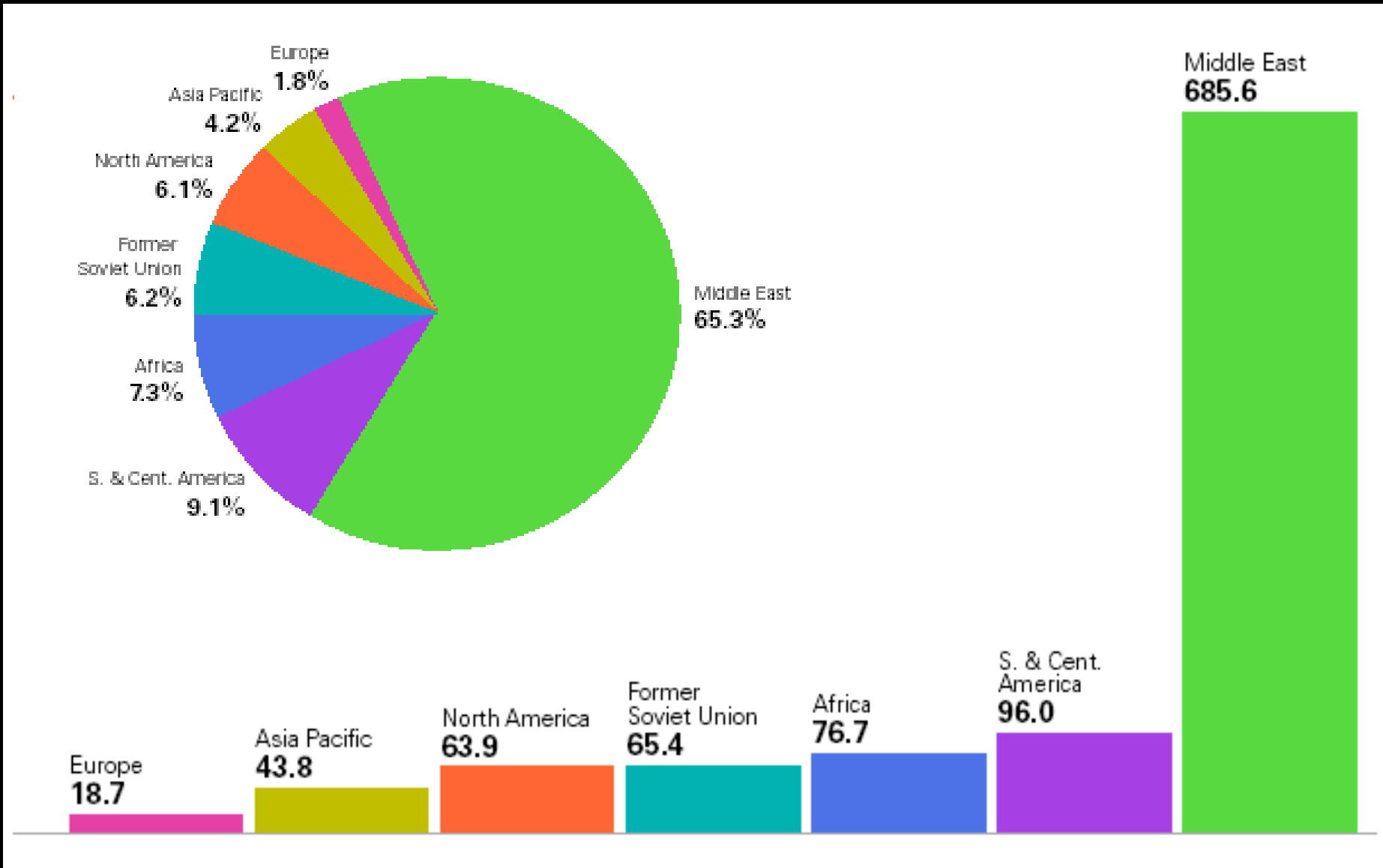
Oil that is remote or scarce costs more to produce. Saudi Arabia's light, low-sulfur oil is cheap to pump, while tarlike Venezuelan crude can cost five times more to produce. Local taxes also add to costs.

Production cost range per barrel of oil, IN U.S. DOLLARS



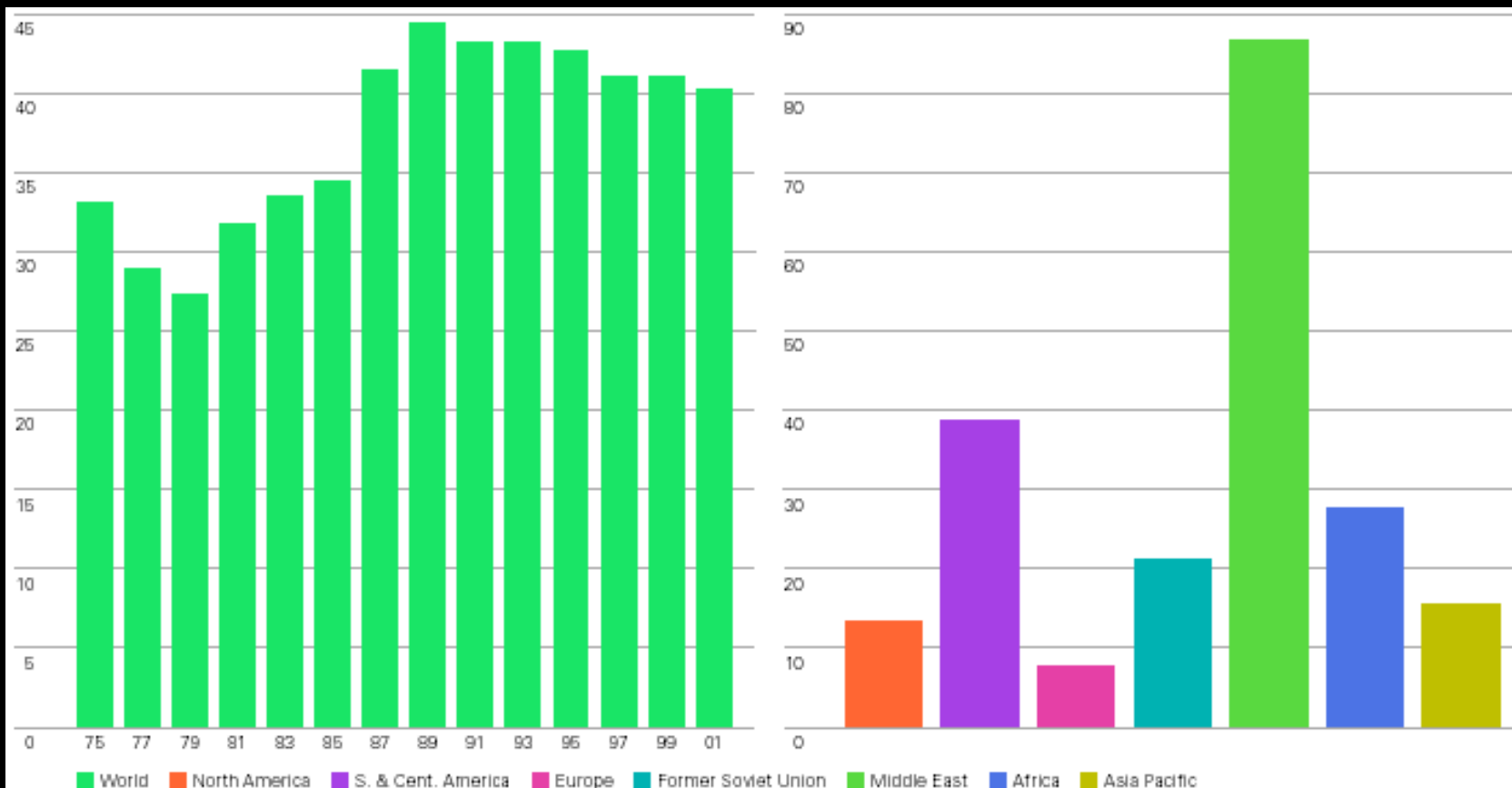
*LOW-QUALITY, HIGH-SULFUR OIL IS A MAJOR PART OF VENEZUELA'S RESERVES.

Distribución de reservas probadas de petróleo a finales de 2001 (miles de millones de barriles)



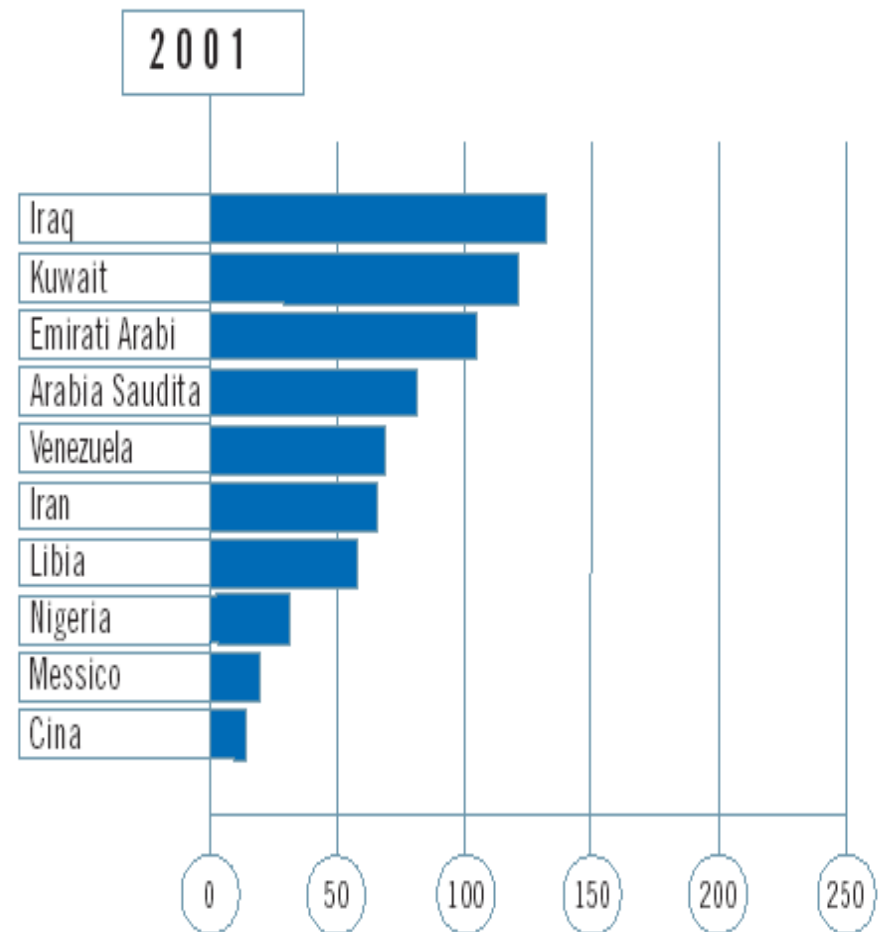
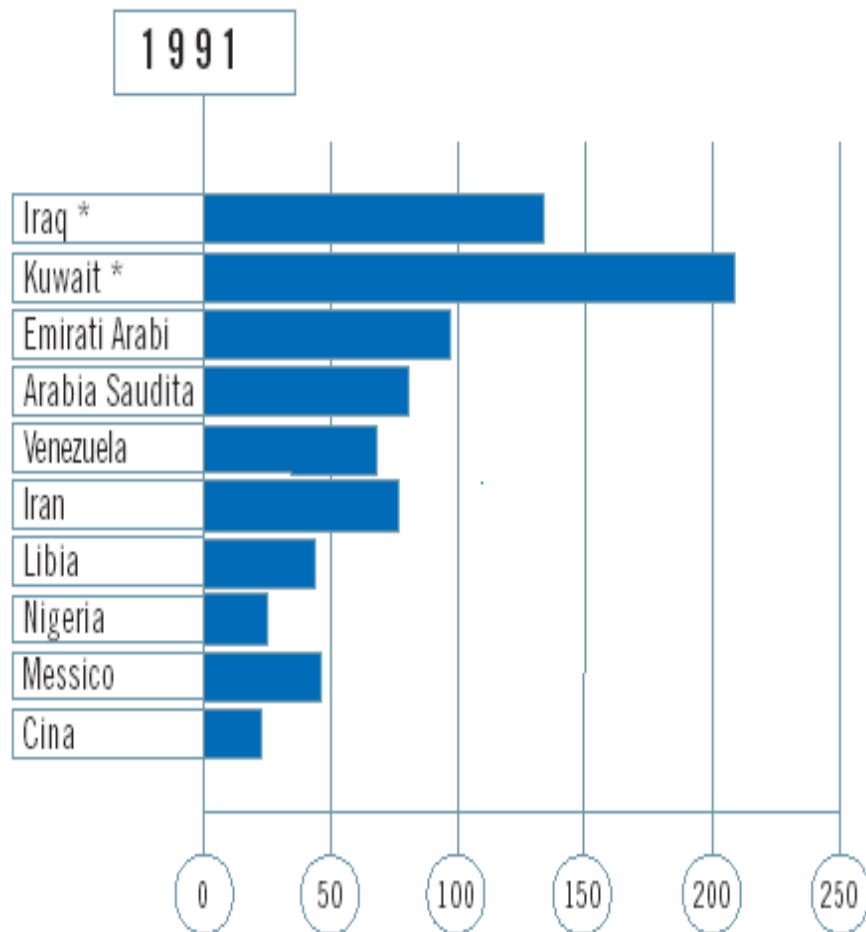
R/P desde 1975 a 2001 (izquierda)

R/P 2001 por áreas (derecha)



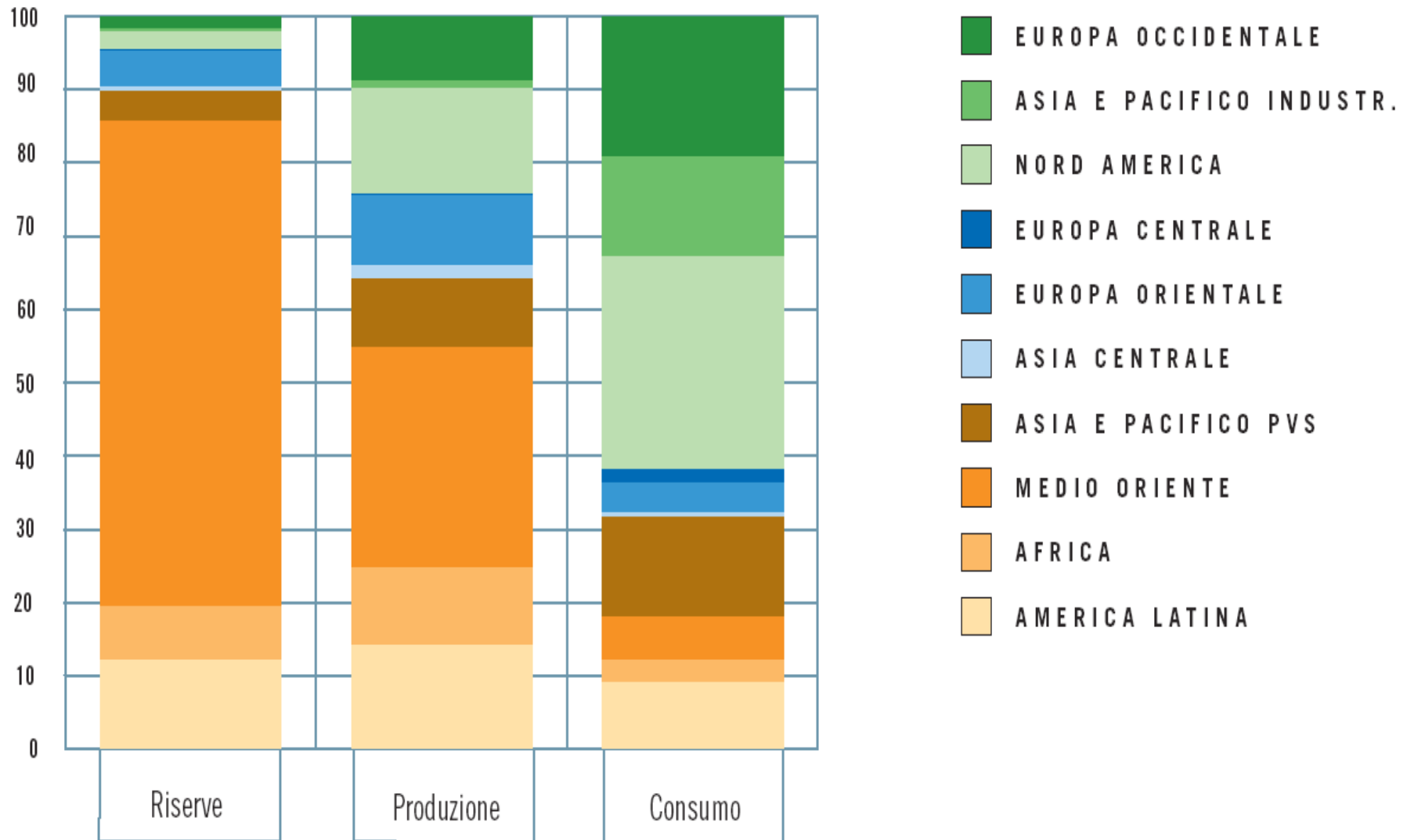
The world's oil R/P ratio increased in 2001 as global oil production fell slightly and reserves increased modestly. However, at 40.3, the R/P ratio was still somewhat down on the 43.2 years of a decade ago.

R/P: 10 primeros países (años)

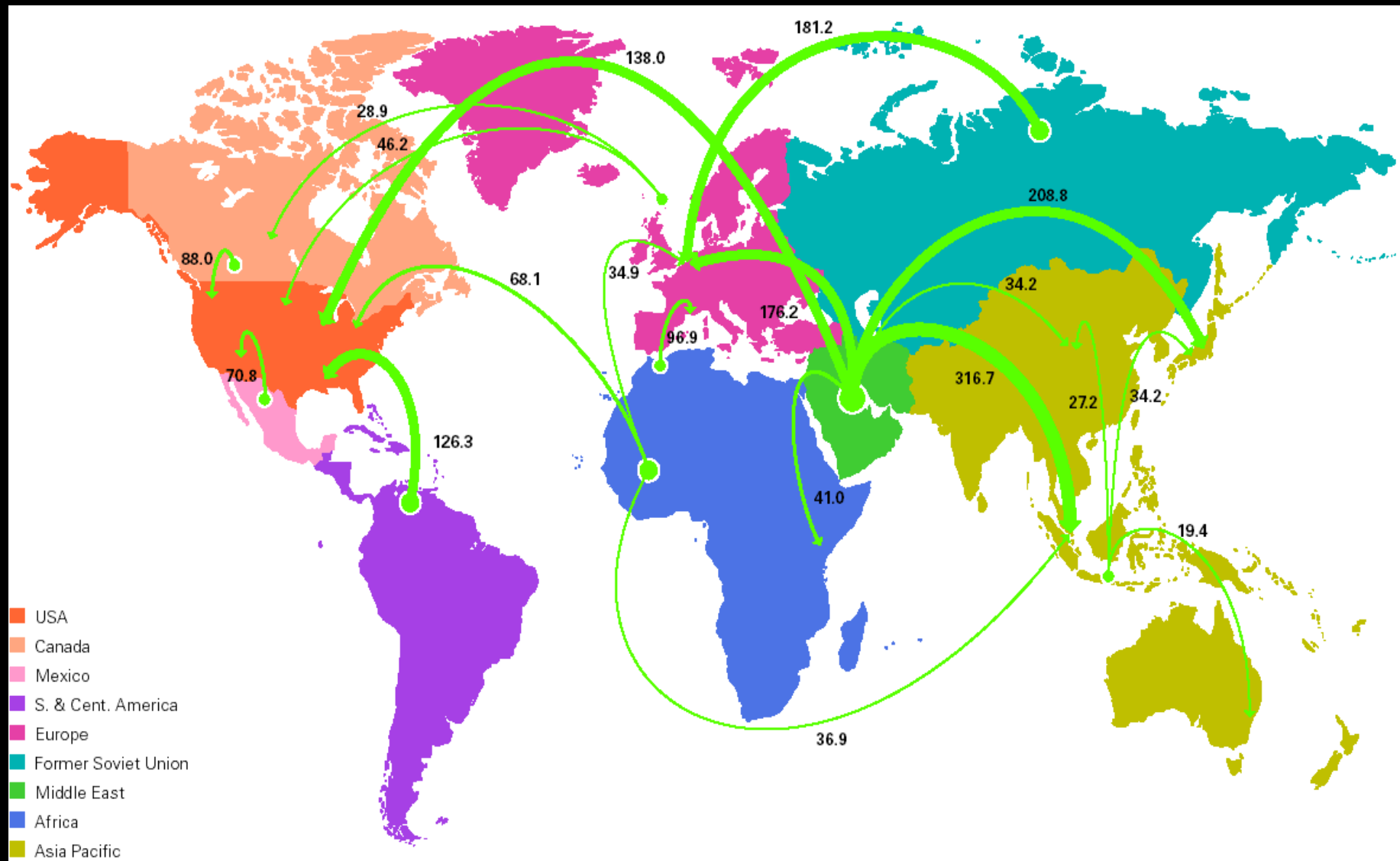


* Per Iraq e Kuwait sono riportati i dati del 1990.

El petróleo en el mundo (2001)

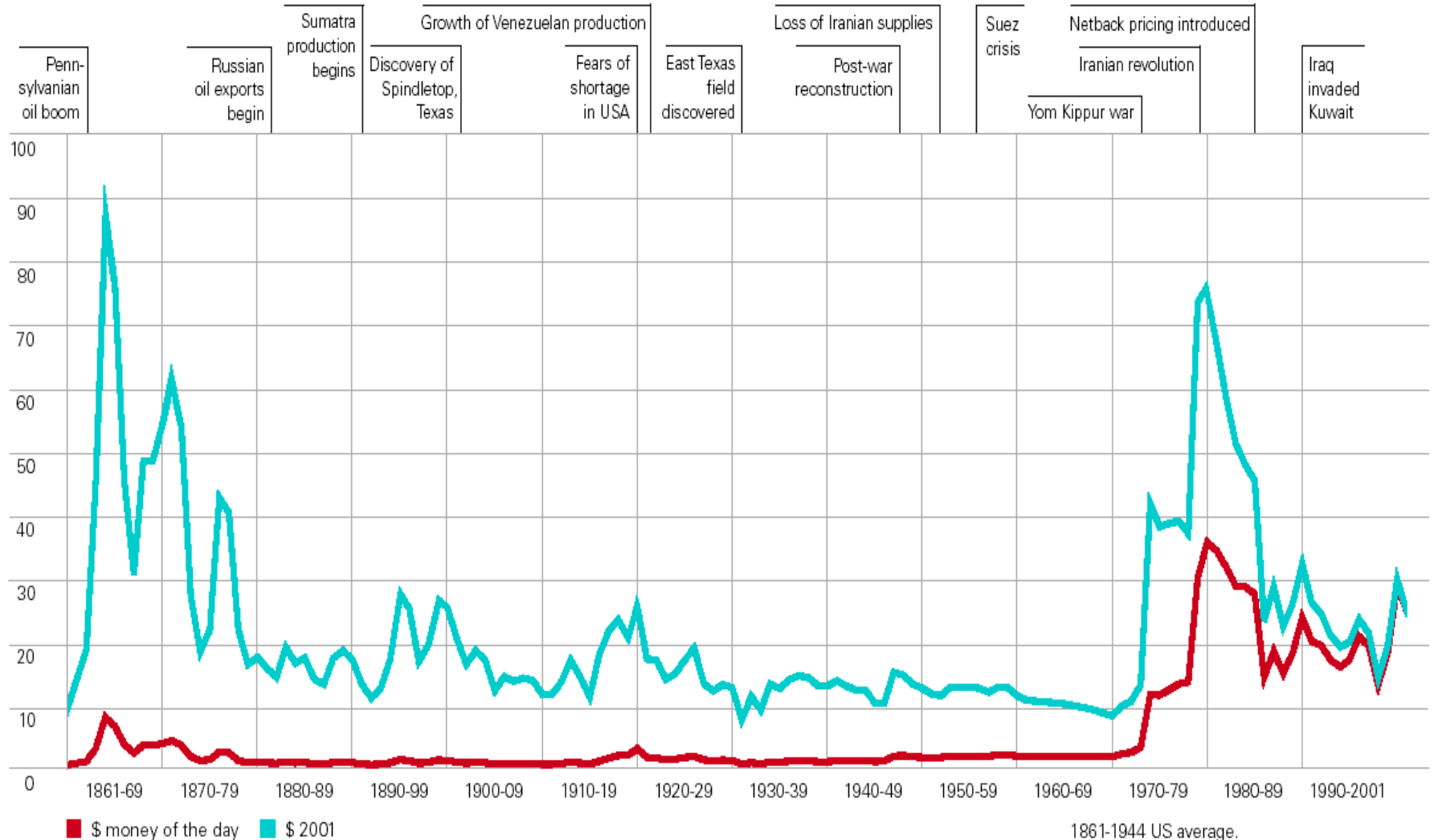


Principales movimientos comerciales (en millones de toneladas)



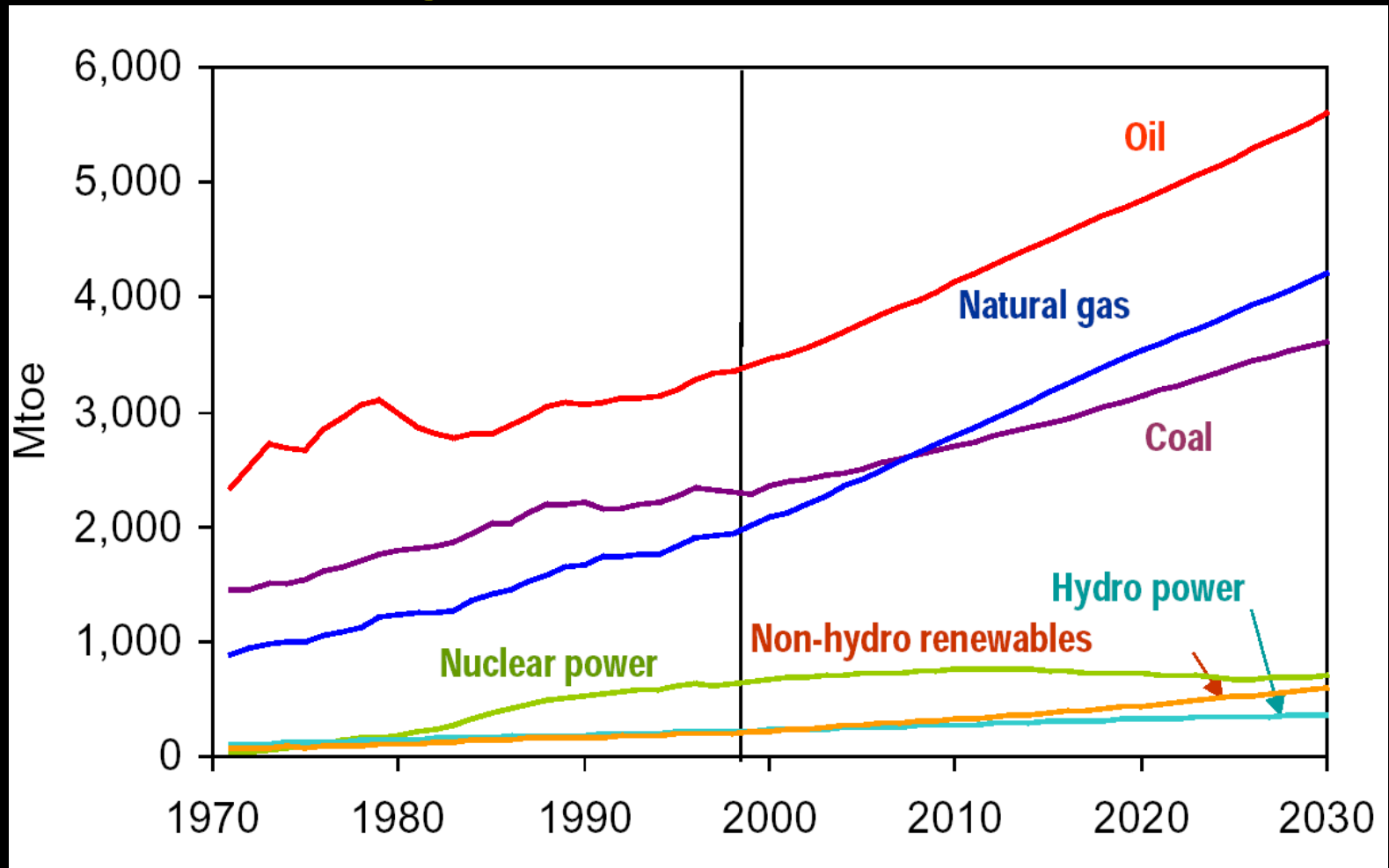
Precio del crudo desde 1861 (dólares por barril)

World events



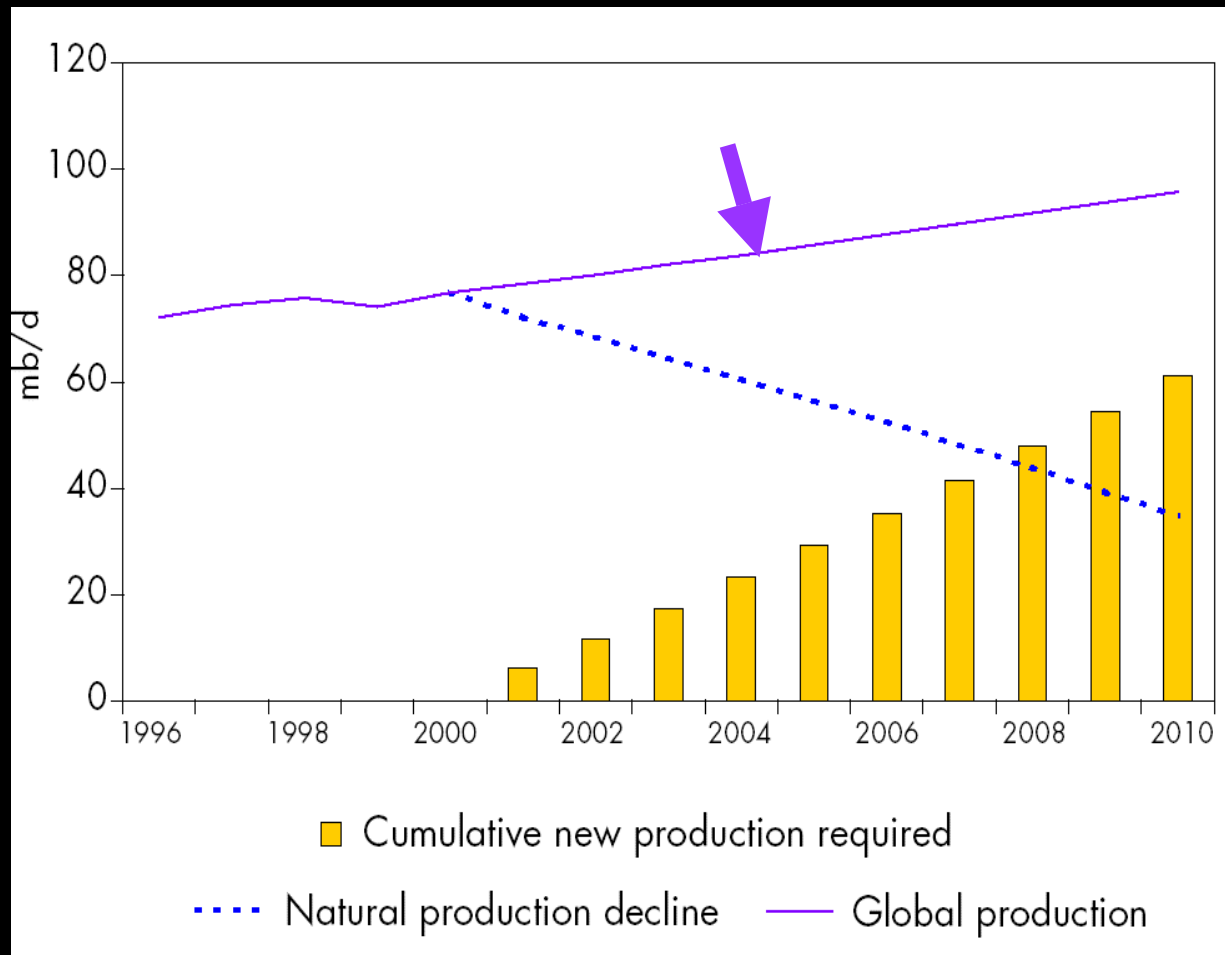
1861-1944 US average.
1945-1985 Arabian Light posted at Ras Tanura.
1986-2001 Brent spot.

Antes de exponer todo este montón de datos sobre el petróleo decíamos que satisfacer nuestra voracidad energética no será una tarea fácil.

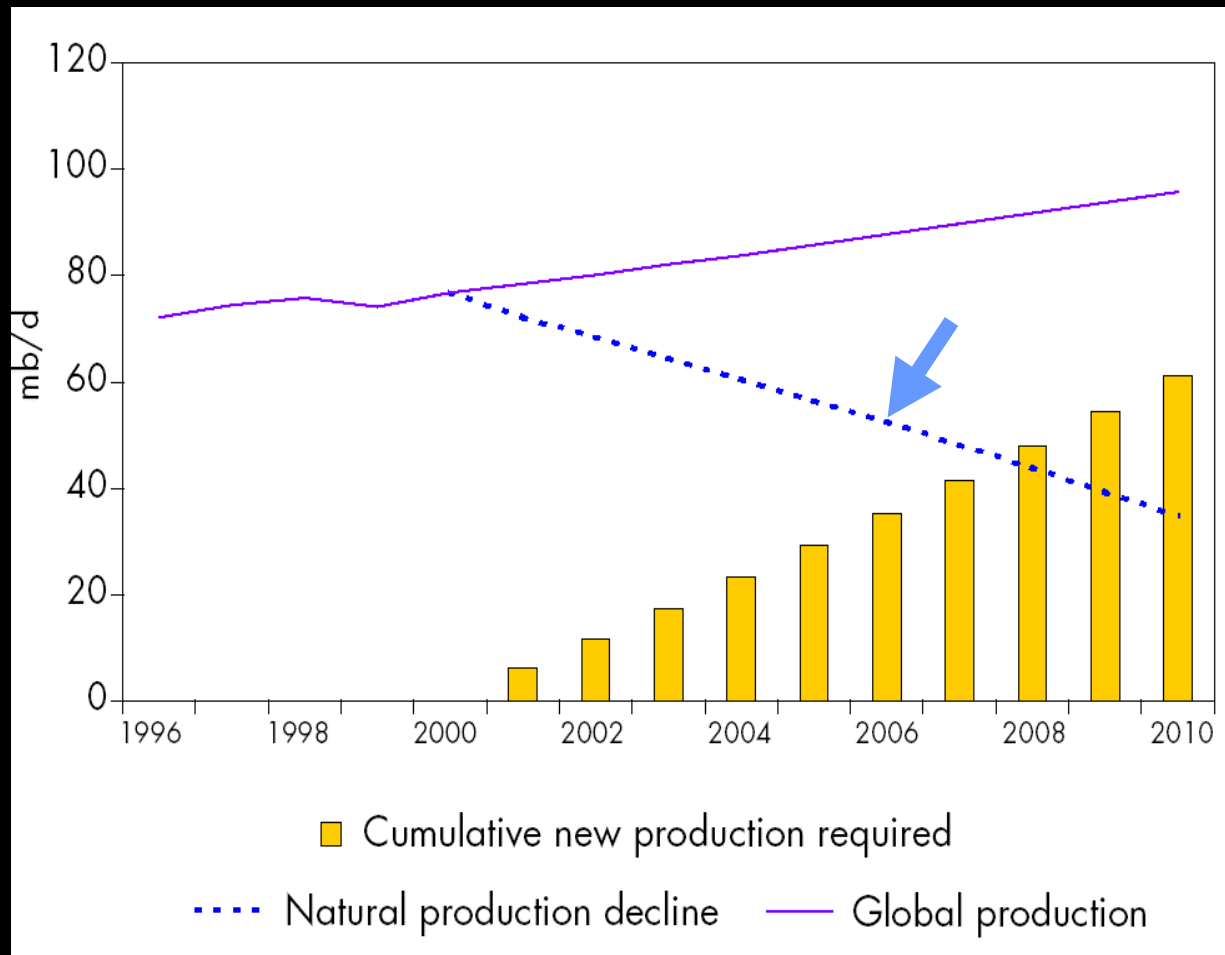


Retomemos este punto

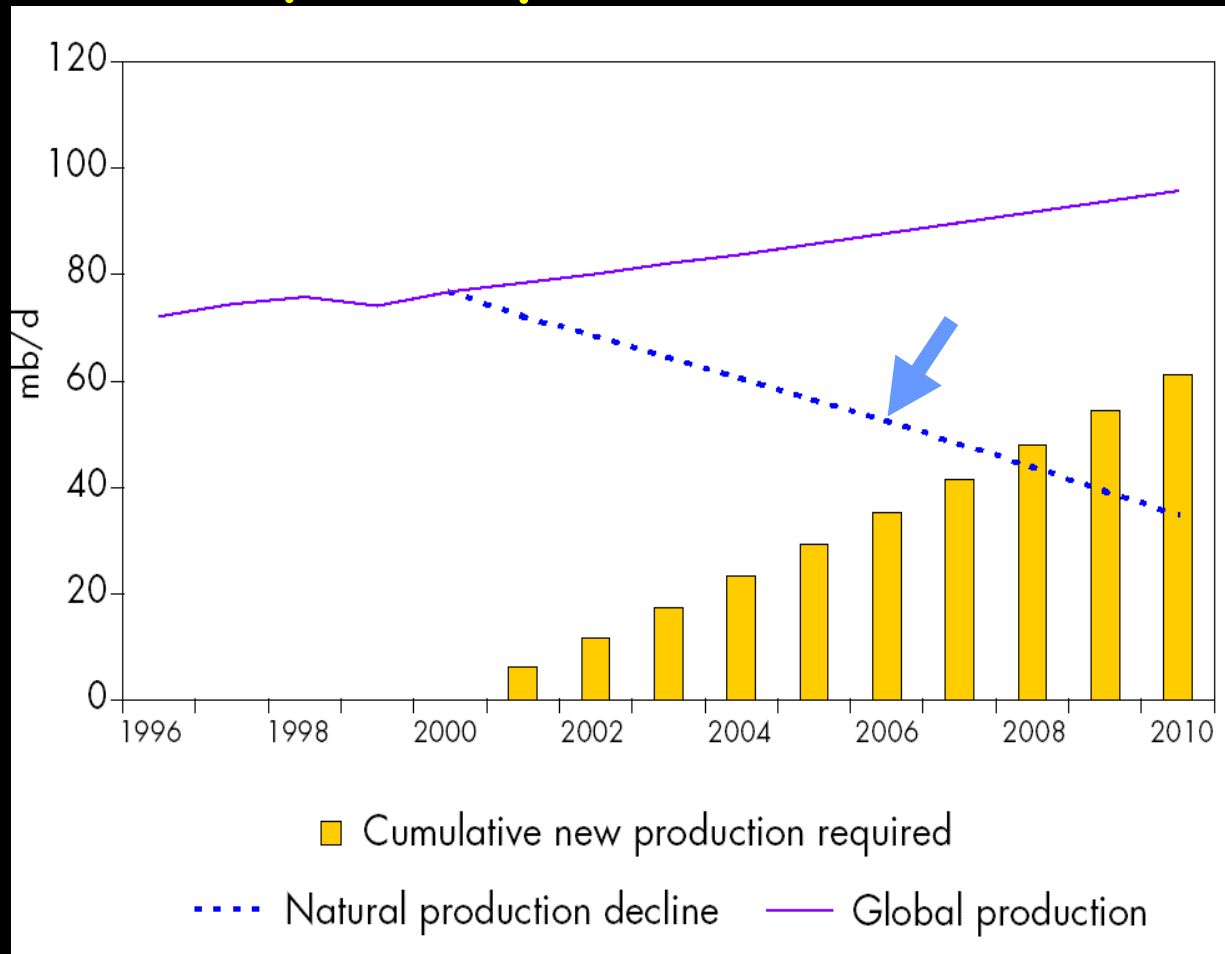
Departamento de Energía de los EE.UU.: crecimiento de la demanda de petróleo 2000-2010: 20 millones de barriles diarios.



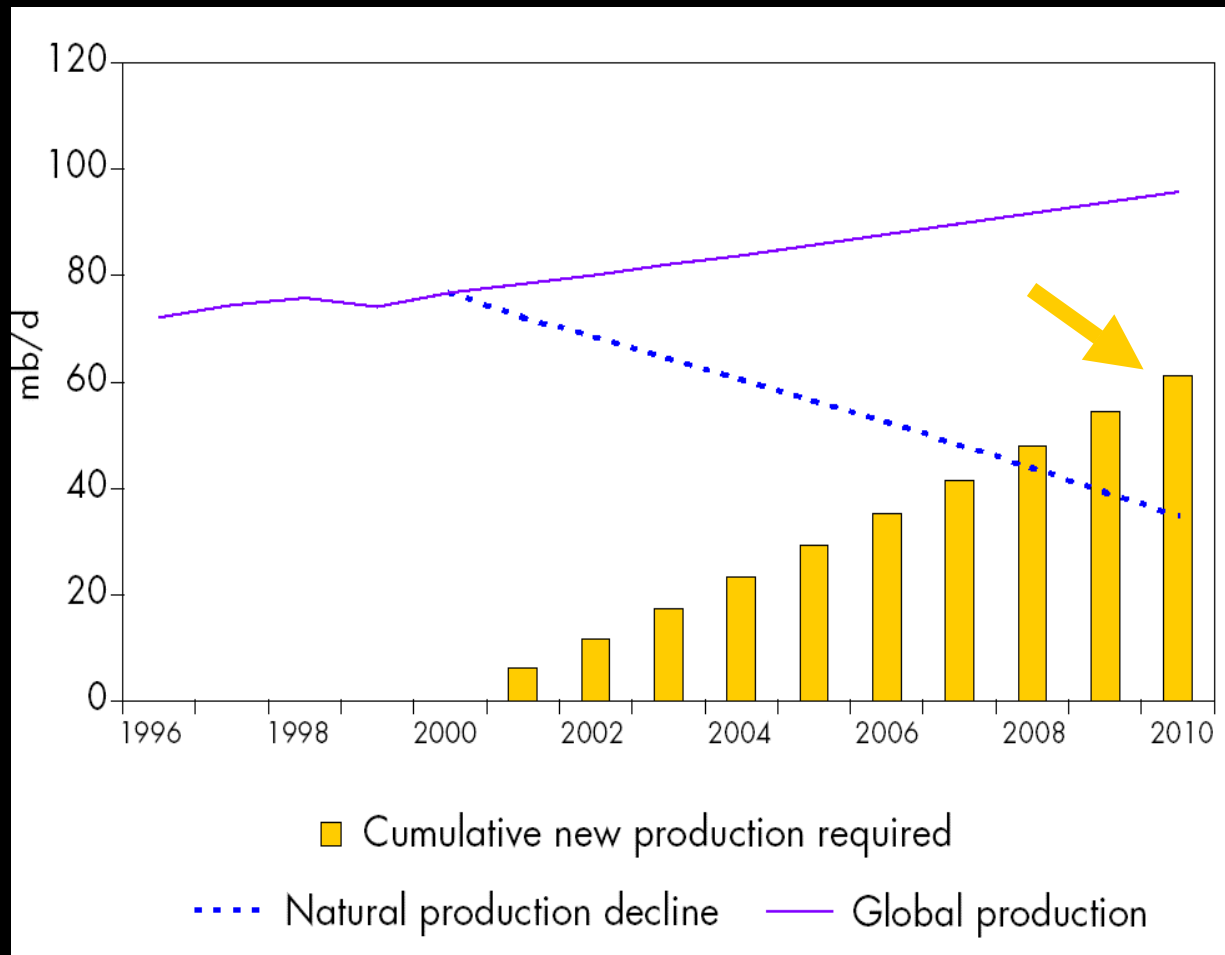
No solo tendremos que cubrir la nueva demanda sino que además deberemos reemplazar la pérdida de capacidad de producción.



Una caída de la capacidad de producción del 5% anual (algunas grandes compañías hablan del 10%) significa tener que reemplazar una producción de 40 Mbd en 10 años: el doble de lo requerido para cubrir el + de la demanda.



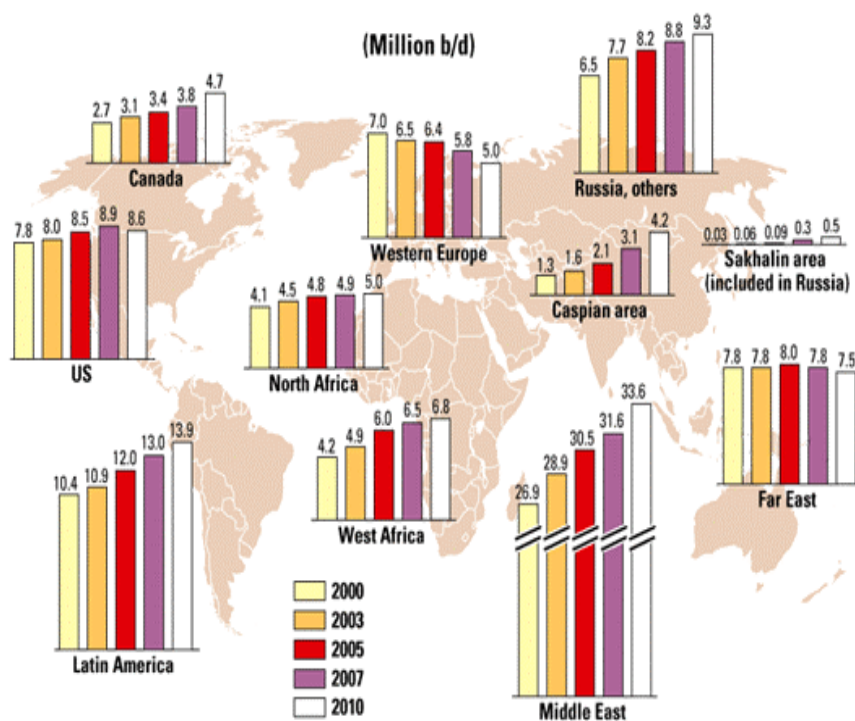
Si sumamos las dos cantidades resulta que en 10 años hay que poner a punto una capacidad de producción de 60 Mbd. Casi 8 veces la producción actual de Arabia Saudita, el primer productor mundial



¿De donde sacaremos tanto petróleo?

SHIFTS IN WORLD OIL PRODUCTION CAPACITY

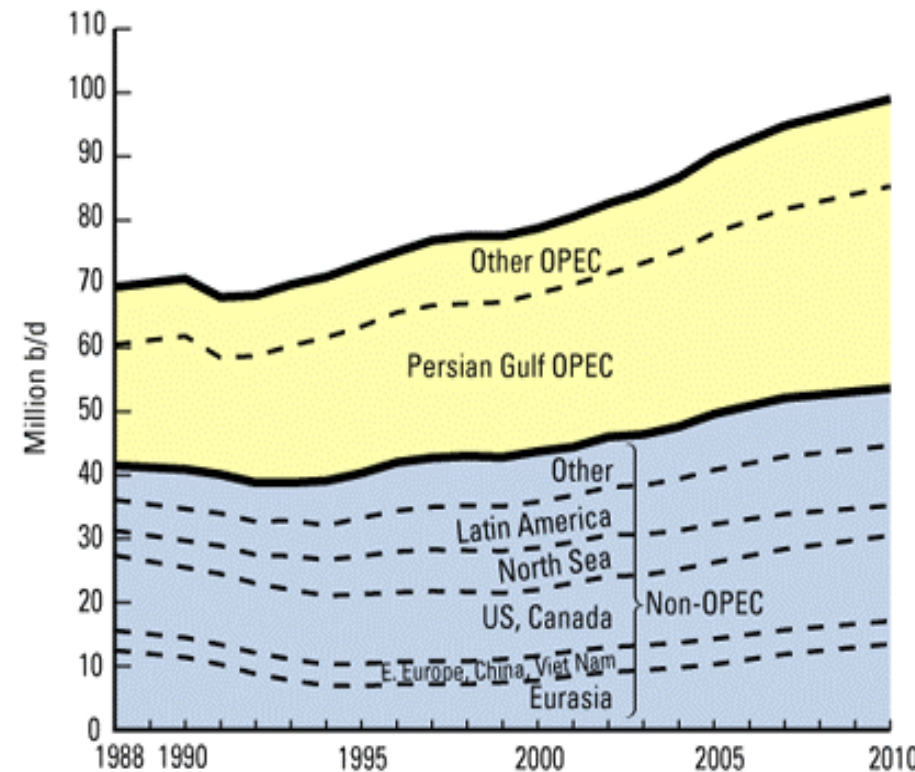
Fig. 1



Source: Cambridge Energy Research Associates, April 2002

WORLD OIL PRODUCTION CAPACITY GROWTH

Fig. 2

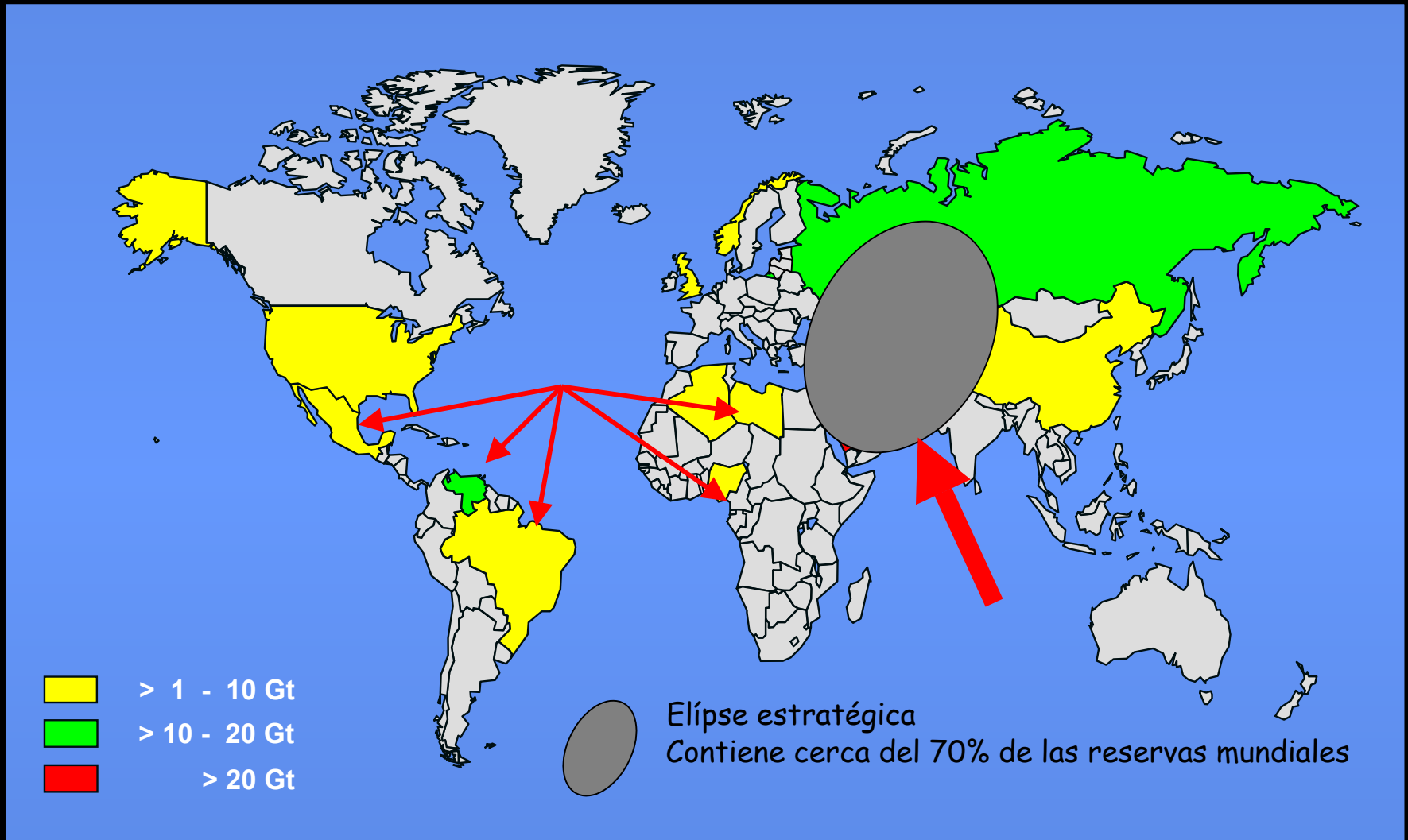


Source: Cambridge Energy Research Associates, April 2002

Oriente Medio, Latinoamerica, Rusia, Africa del Oeste, Norte de Africa, Caspio, Canada. El resto en declive.

Países con reservas > 1 Gt

(1Gt = 10^9 toneladas)



¿De donde saldrá el \$ y la tecnología necesaria?

Losing Ground			
Even as the supermajors have grown, companies run by oil-rich governments have knocked them from the top ranks of big producers.			
1972		2000	
COMPANY	SHARE OF GLOBAL PRODUCTION.	COMPANY	SHARE OF GLOBAL PRODUCTION.
Exxon	10.8%	Aramco (Saudi Arabia)	11.7%
BP	10.1	NIOC (Iran)	5.0
Shell	9.1	PEMEX (Mexico)	4.6
Texaco	8.2	PDUSA (Venezuela)	3.9
Chevron	7.0	INOC (Iraq)	3.4
Gulf	7.0	ExxonMobil	3.4
Mobil	5.0	Shell	3.0

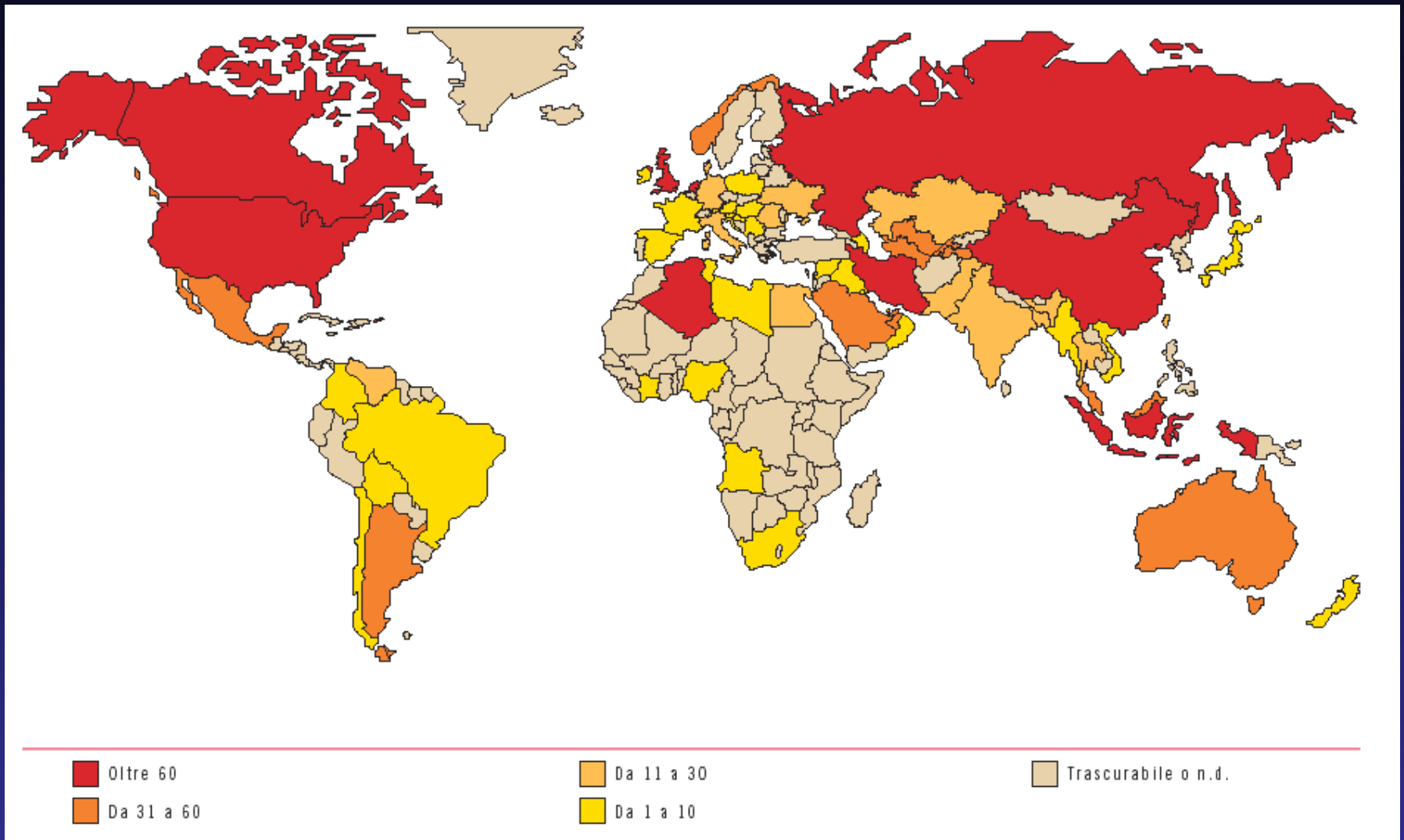
Cias privadas tienen el \$ y la tecnología pero no tienen las reservas ni la producción. La mejor "solución" para el mundo occidental/modelo ultraliberal: privatizar las NOC.

¿Papel del FMI?

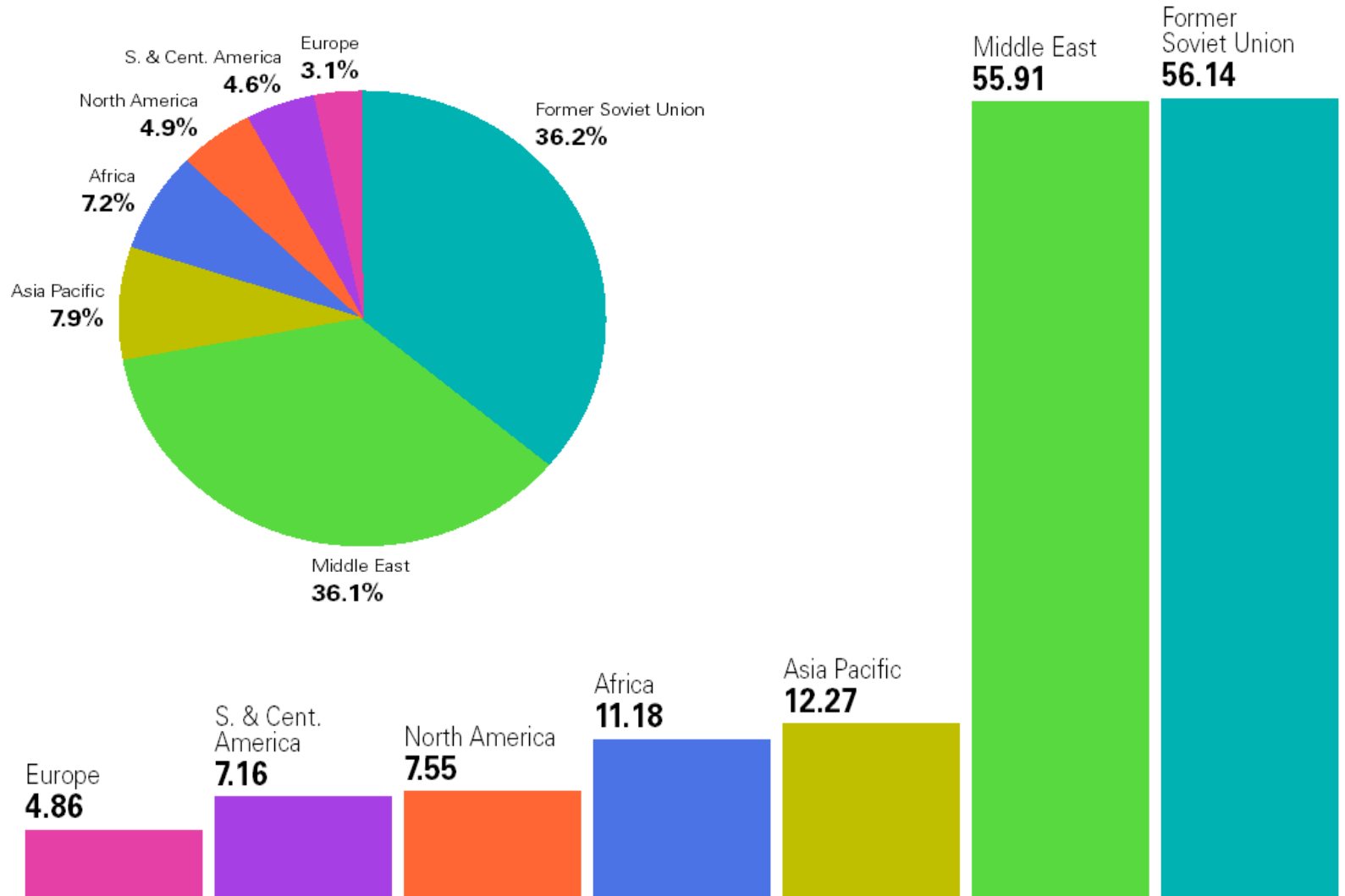
El gas natural



Países productores de gas natural (miles de millones de metros cúbicos)

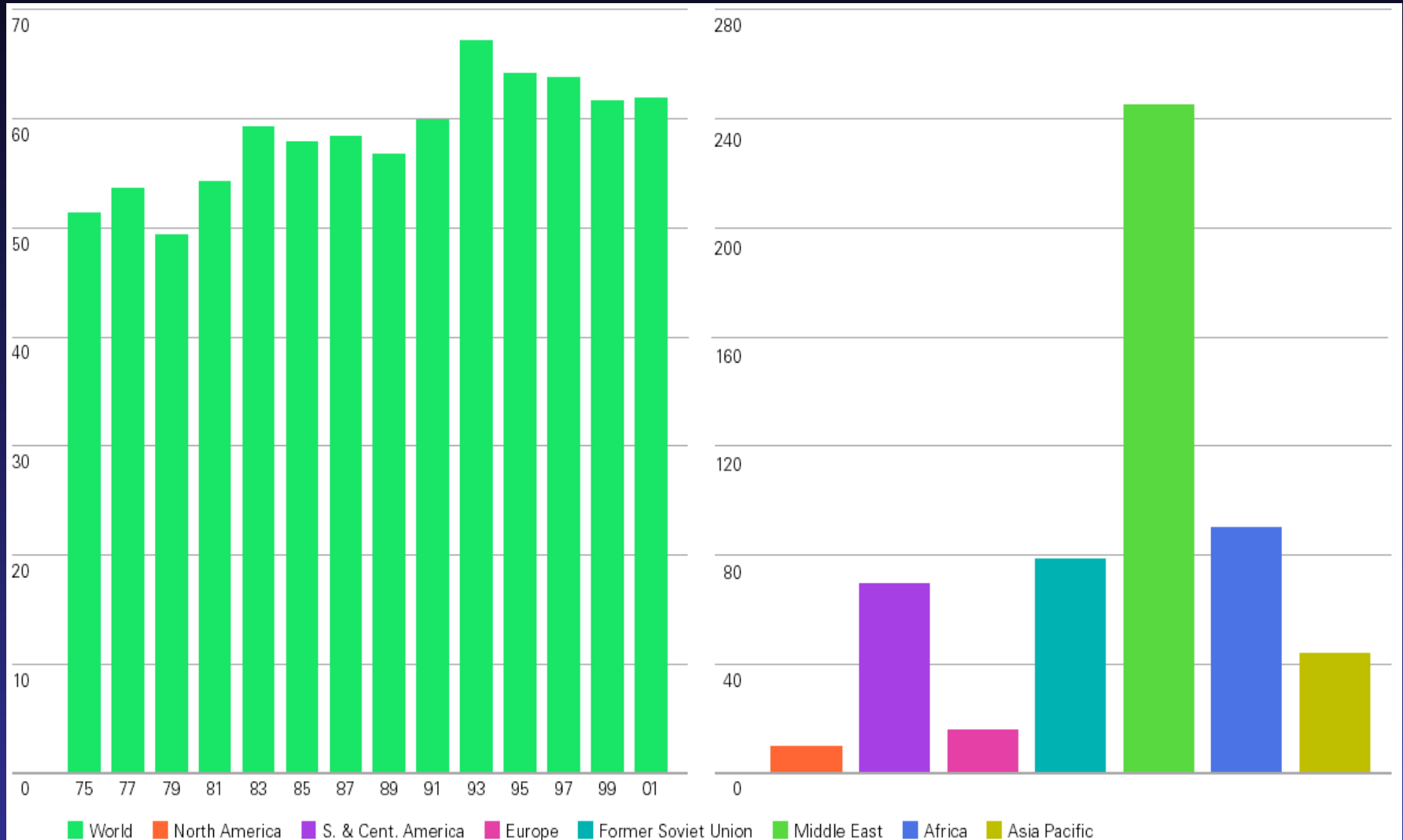


Distribución de reservas probadas de gas natural ("trillones" de metros cúbicos)

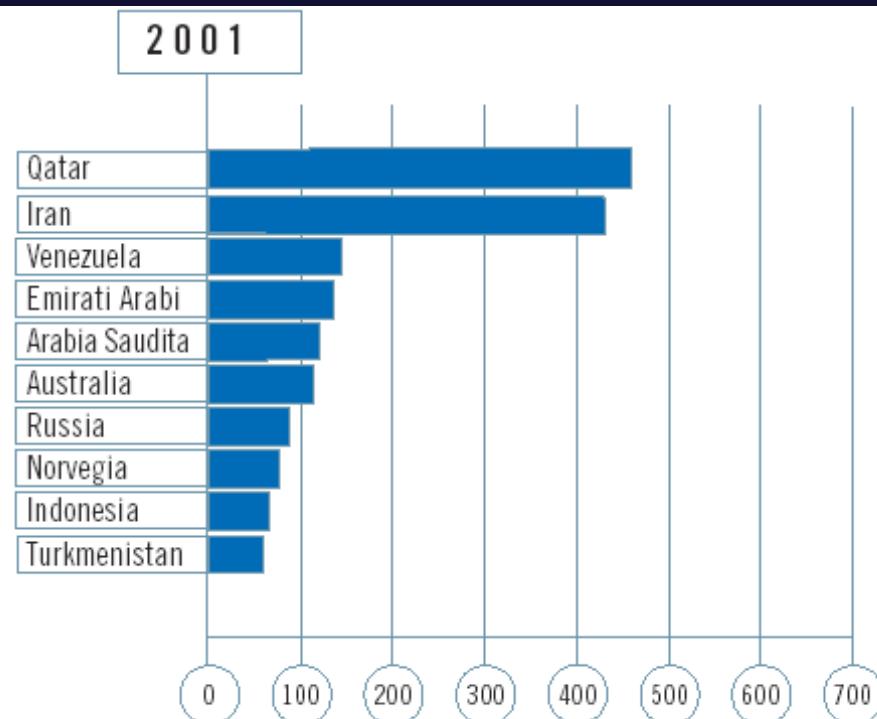
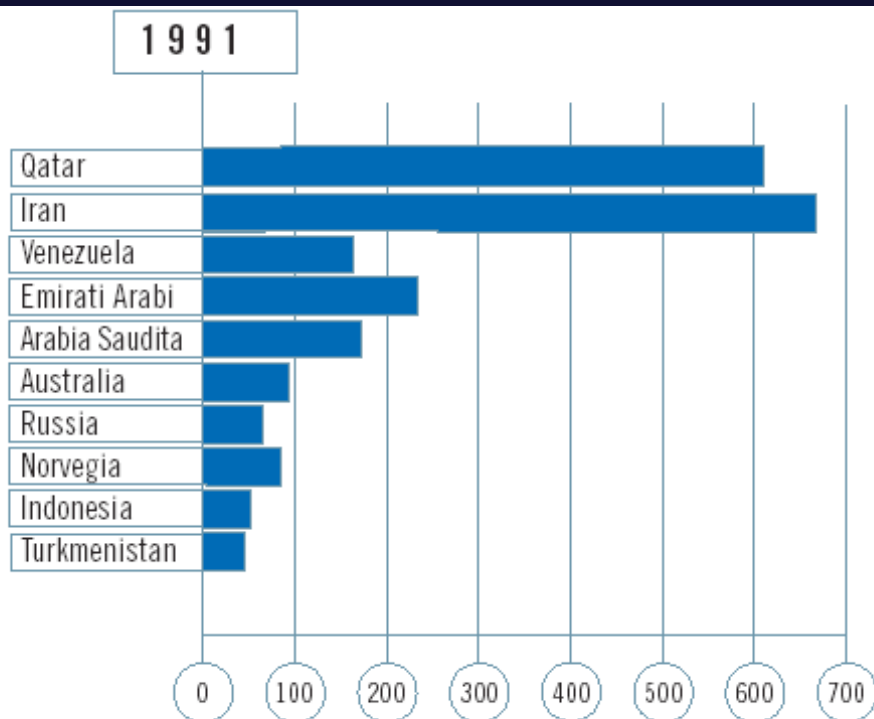


R/P desde 1975 a 2001 (izquierda)

R/P 2001 por áreas (derecha)

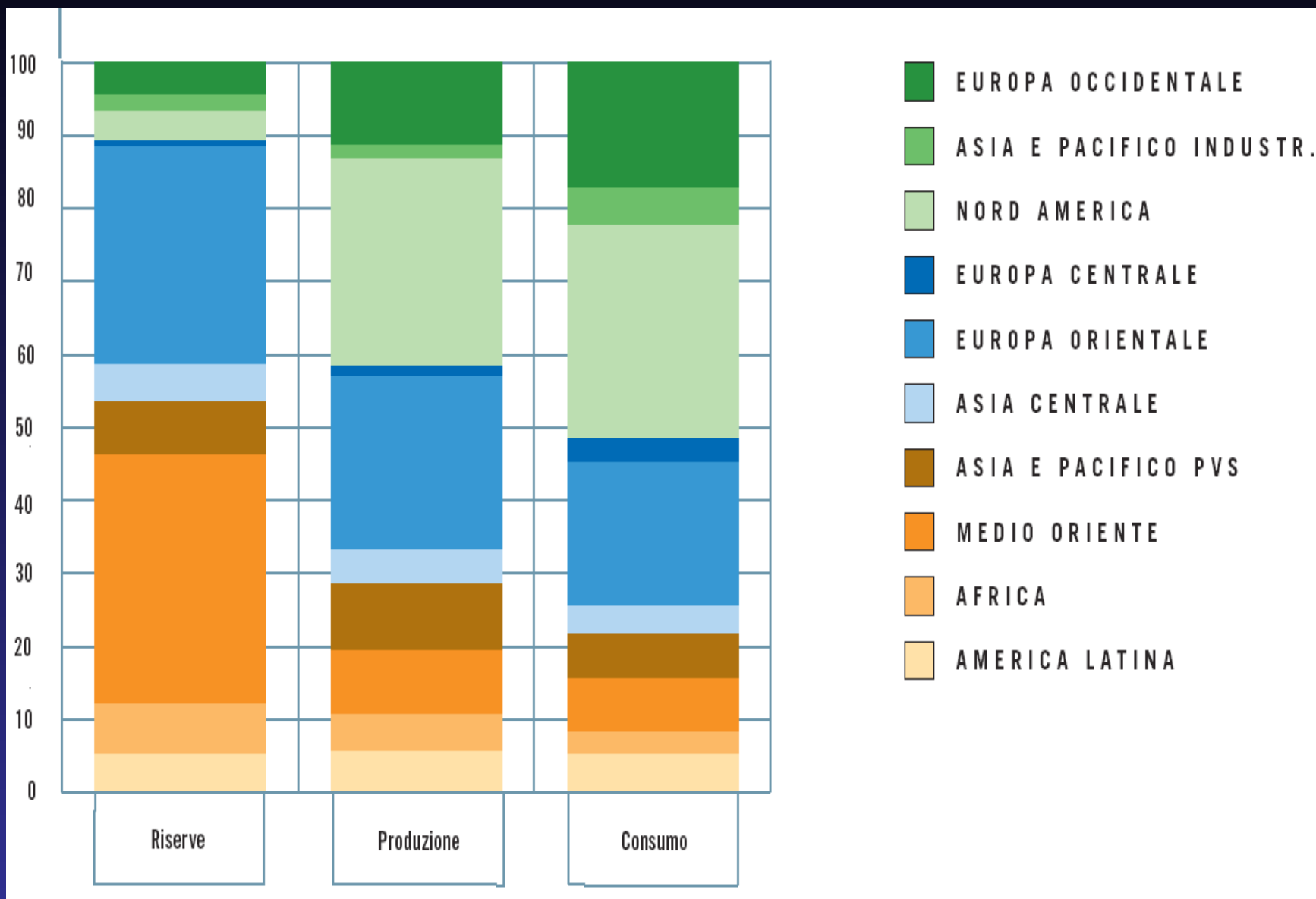


R/P gas natural: 10 primeros países

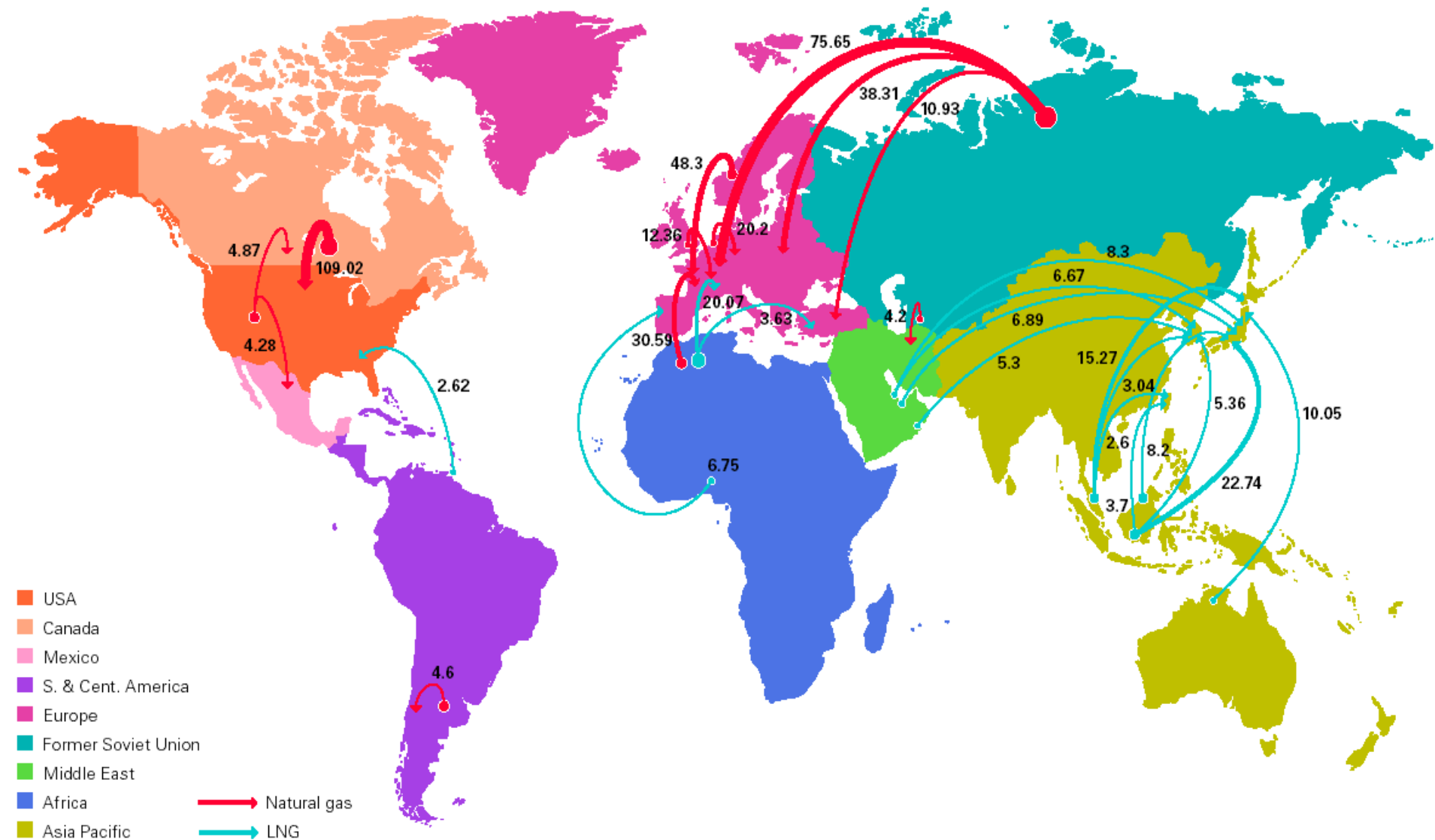


WOG, ENI 2002

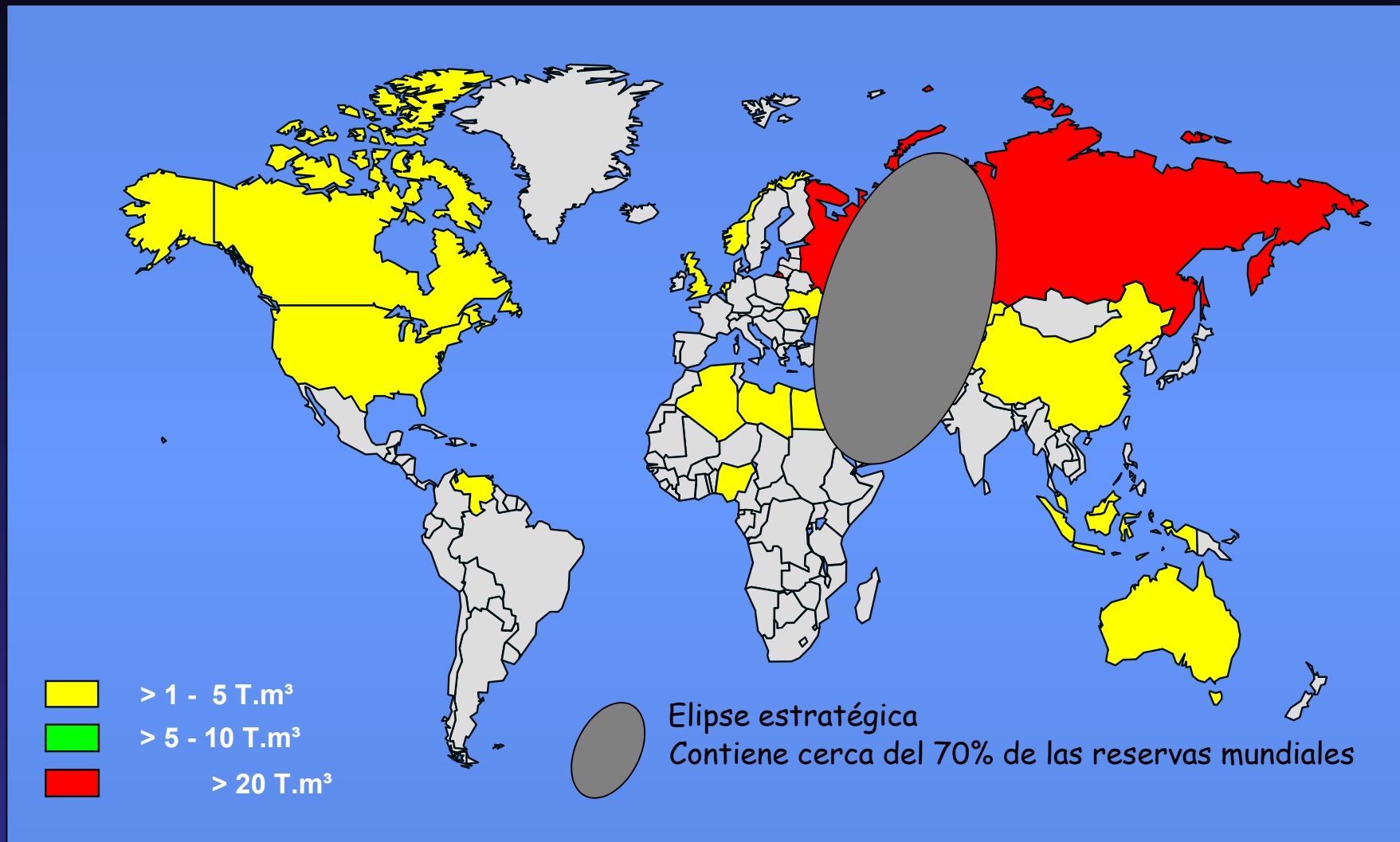
El gas natural en el mundo

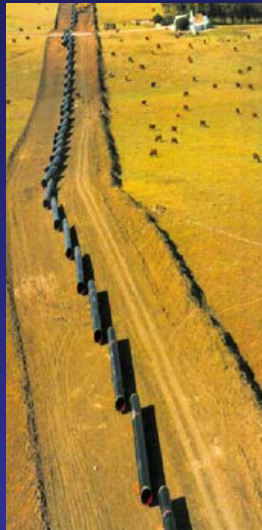
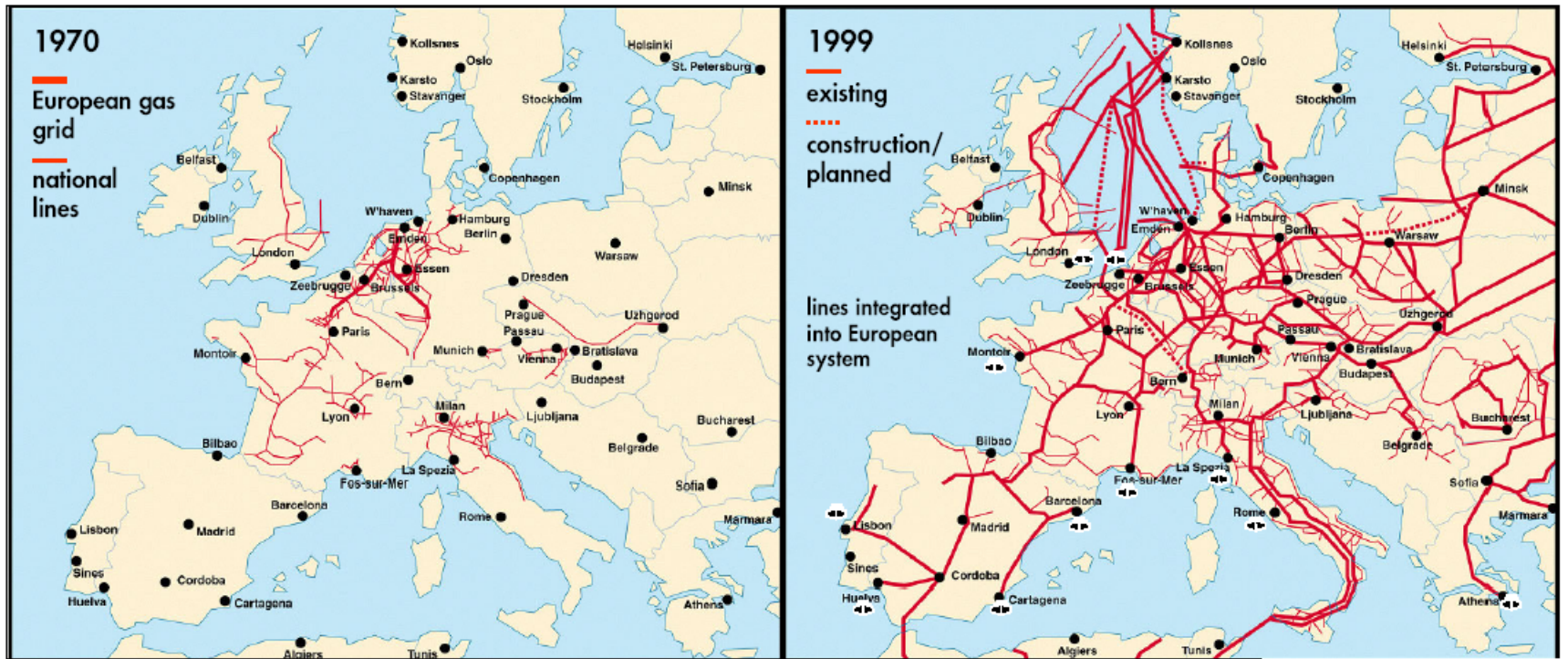


Principales movimientos comerciales (en "billones" de metros cúbicos)



Países con reservas > 10^{12} metros cúbicos

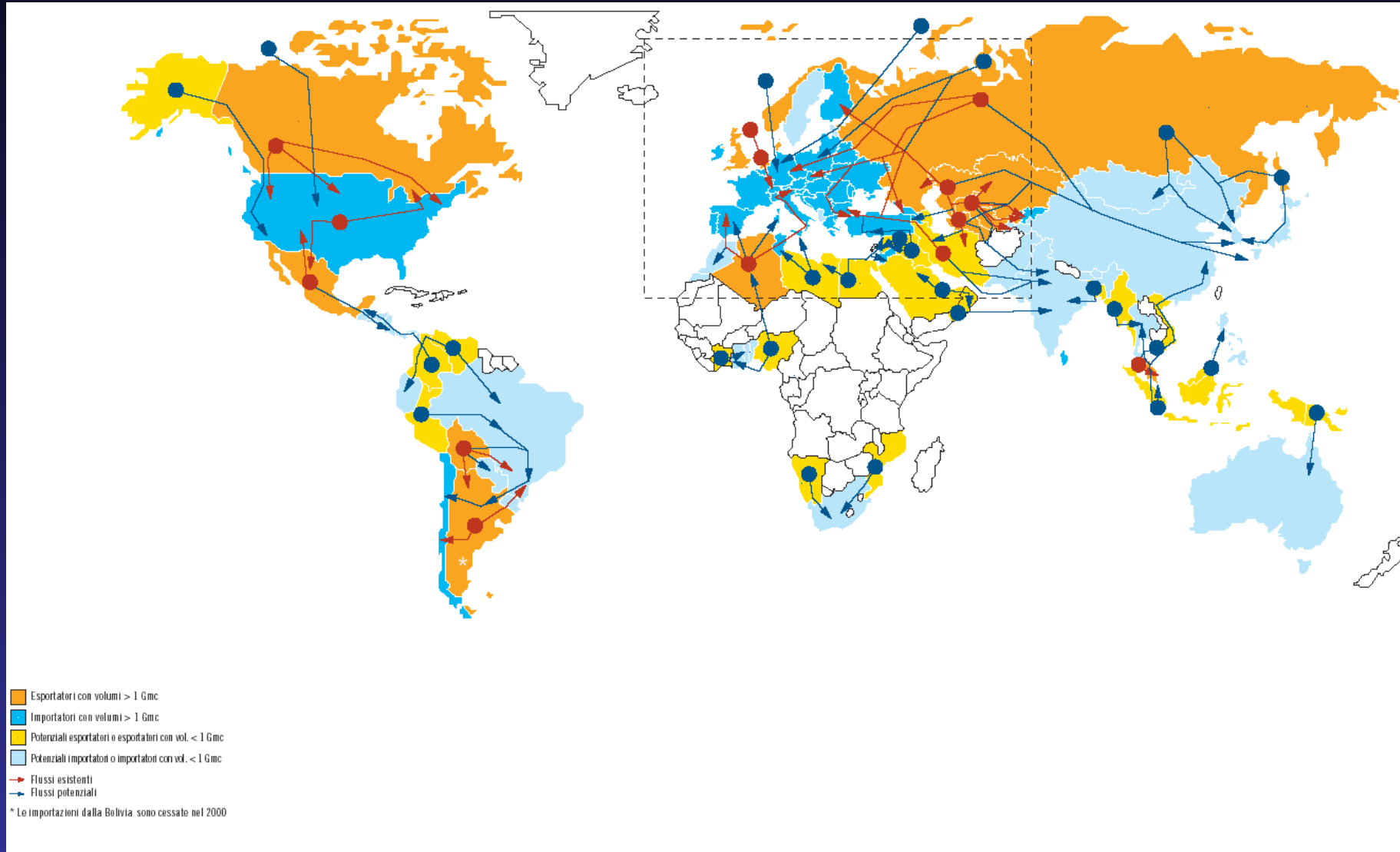




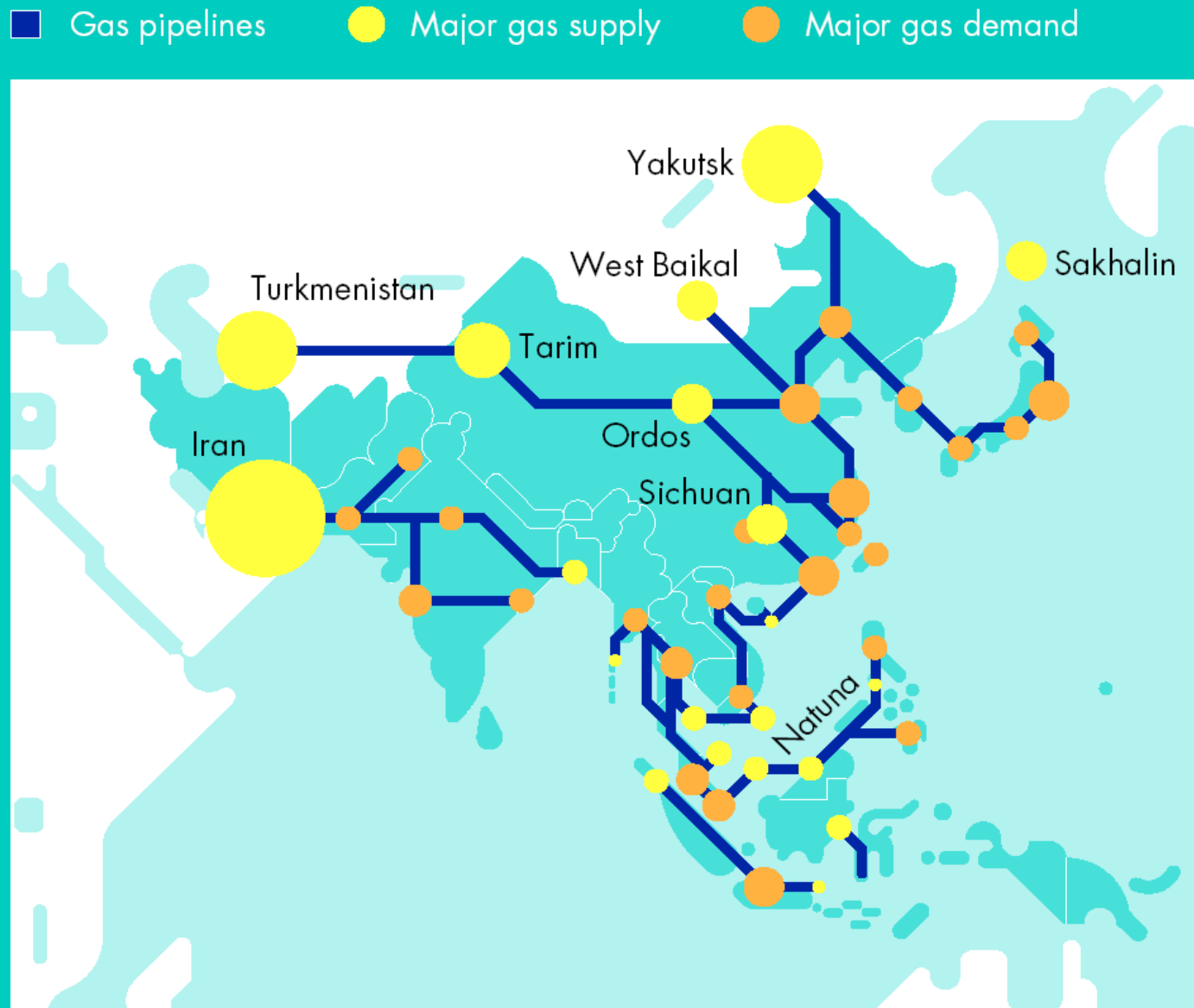
**Desarrollo red de gas
= ferrocarril-comercio
siglo pasado**

Gas naturale: commercio internazionale via gaseoducto.

Centros producción-Centros de consumo= 4000 km



"La Gran Muralla del Gas"



¿Aceptar el gas como alternativa energética implica aceptar un modelo geopolítico?



El cordón umbilical del gas en España

Energies, TotalFinacElf, 2000



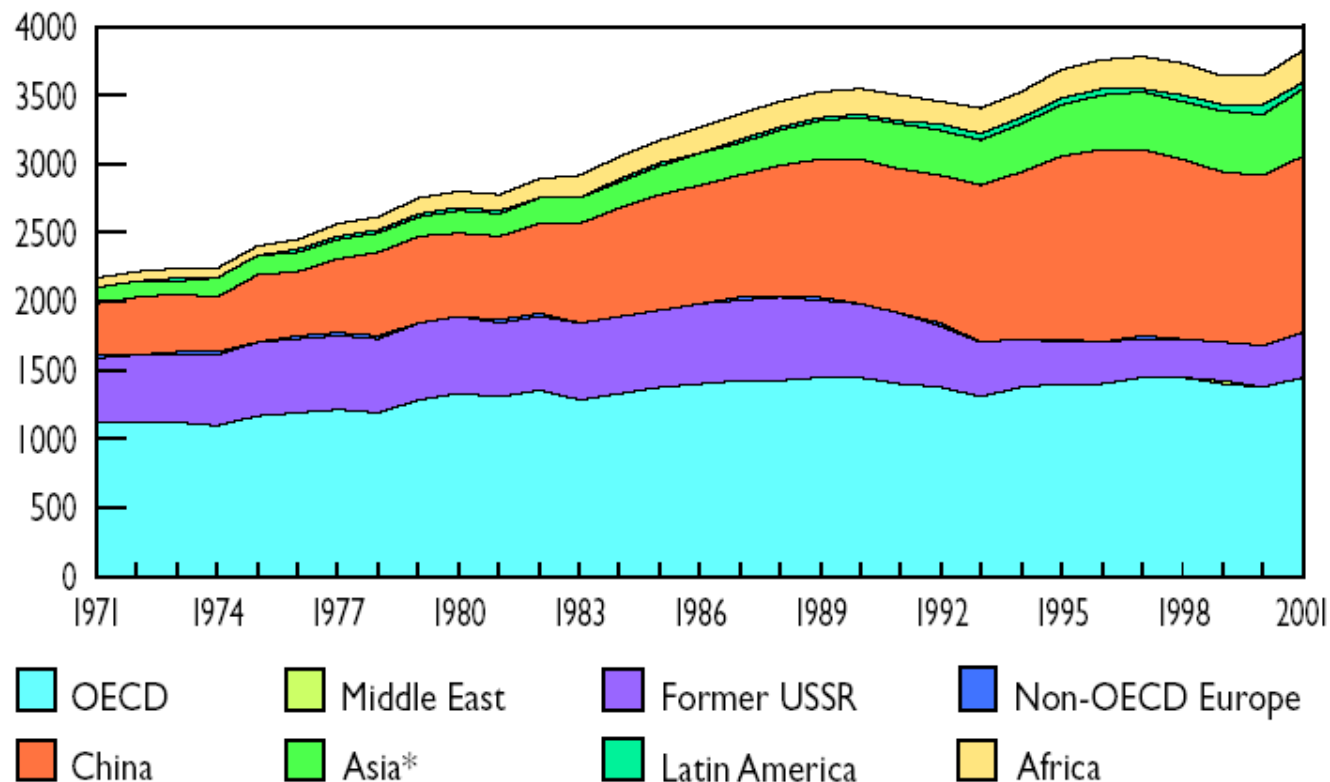
El carbón



¿Está más acabado que Antonio Machin? ¡ Naranjas de la China !

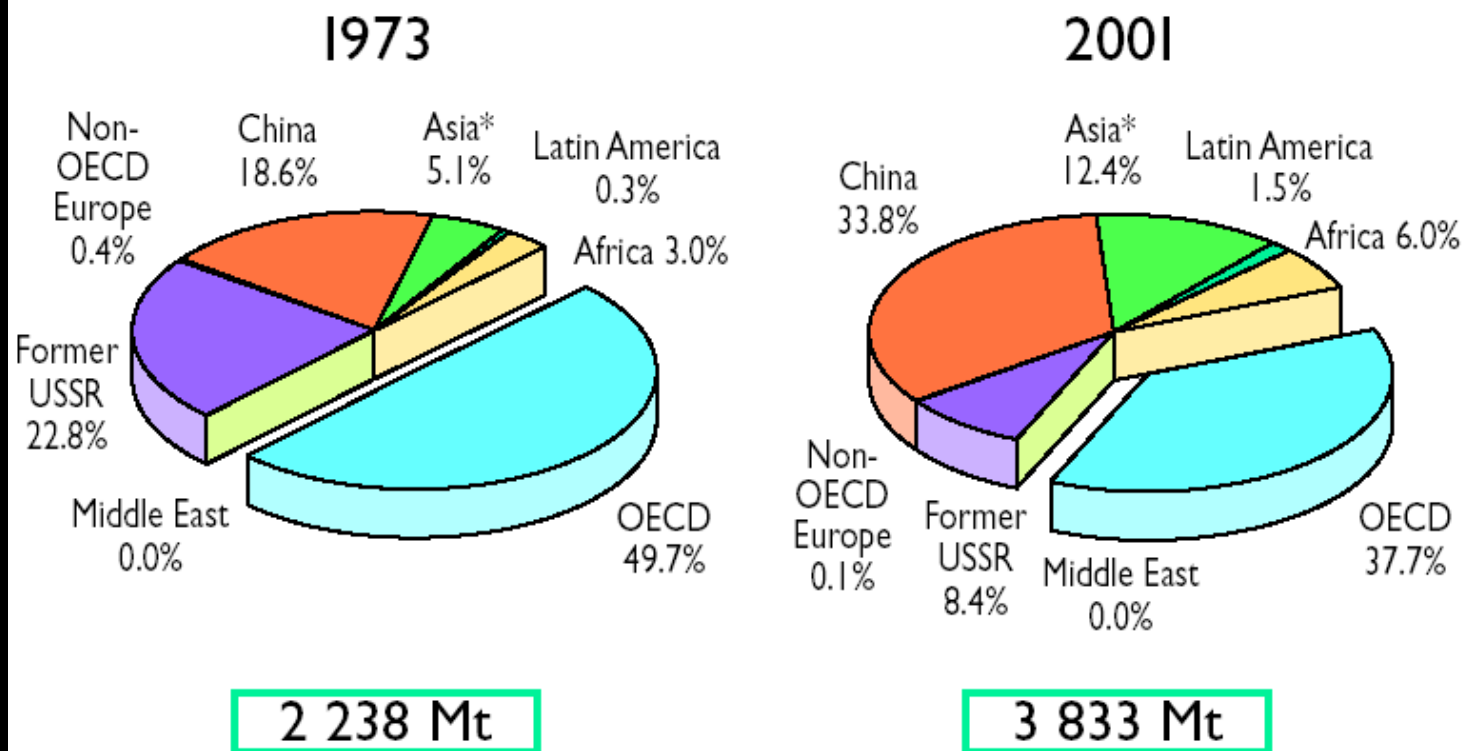
Hard Coal Production

Evolution from 1971 to 2001 of Hard Coal Production by Region
(Mt)



Su producción ha descendido en la OECD y la ex URSS. Se ha disparado en China, resto de Asia, America Latina y Africa

1973 and 2001 Regional Shares of Hard Coal Production



**Asia excludes China.*

¿ Un as en la manga?

30 BP 2002

coal

proved reserves at end of 2001

Million tonnes	Anthracite and bituminous	Sub-bituminous and Lignite	Total	Share of total	R/P ratio
USA	115891	134103	249994	25.4%	246
Canada	3471	3107	6578	0.7%	93
Mexico	860	351	1211	0.1%	101
Total North America	120222	137561	257783	26.2%	234
Brazil	—	11929	11929	1.2%	*
Colombia	6267	381	6648	0.7%	157
Venezuela	479	—	479	•	59
Other S. & Cent. America	992	1704	2696	0.3%	*
Total S. & Cent. America	7738	14014	21752	2.2%	381
Bulgaria	13	2698	2711	0.3%	96
Czech Republic	2114	3564	5678	0.6%	86
France	22	14	36	•	15
Germany	23000	43000	66000	6.7%	326
Greece	—	2874	2874	0.3%	43
Hungary	—	1097	1097	0.1%	80
Poland	20300	1860	22160	2.3%	136
Romania	1	1456	1457	0.1%	44
Spain	200	460	660	0.1%	29
Turkey	278	3411	3689	0.4%	54
United Kingdom	1000	500	1500	0.2%	47
Other Europe	584	16949	17533	1.8%	337
Total Europe	47512	77883	125395	12.7%	167
Kazakhstan	31000	3000	34000	3.5%	121
Russian Federation	49088	107922	157010	15.9%	*
Ukraine	16274	17879	34153	3.5%	187
Other Former Soviet Union	1000	3812	4812	0.5%	*
Total Former Soviet Union	97362	132613	229975	23.4%	*
South Africa	49520	—	49520	5.0%	220
Zimbabwe	502	—	502	0.1%	101
Other Africa	5149	196	5345	0.5%	*
Middle East	1710	—	1710	0.2%	*
Total Africa & Middle East	56881	196	57077	5.8%	235
Australia	42550	39540	82090	8.3%	261
China	62200	52300	114500	11.6%	105
India	82396	2000	84396	8.6%	246
Indonesia	790	4580	5370	0.5%	58
Japan	773	—	773	0.1%	242
New Zealand	33	539	572	0.1%	141
North Korea	300	300	600	0.1%	6
Pakistan	—	2265	2265	0.2%	*
South Korea	78	—	78	•	20
Other Asia Pacific	227	1600	1827	0.2%	47
Total Asia Pacific	189347	103124	292471	29.7%	147
TOTAL WORLD	519062	465391	984453	100.0%	216
of which: OECD	211084	234686	445770	45.3%	215
Former Soviet Union	97362	132613	229975	23.4%	*
Other EMEs	210616	98092	308708	31.4%	150

*More than 500 years.

*Less than 0.05%.

Notes:

Proved reserves of coal – Generally taken to be those quantities that geological and engineering information indicates with reasonable certainty can be recovered in the future from known deposits under existing economic and operating conditions.

Reserves/Production (R/P) ratio – If the reserves remaining at the end of the year are divided by the production in that year, the result is the length of time that those remaining reserves would last if production were to continue at that level.

Source of reserves data – World Energy Council.

¿Un as en la manga?

30 BP 2002

coal

proved reserves at end of 2001

Million tonnes	Anthracite and bituminous	Sub-bituminous and lignite	Total	Share of total	R/P ratio
USA	115891	29103	249994	25.4%	246
Canada	3471	3107	6578	0.7%	93
Mexico	860	35	1211	0.1%	101
Total North America	120222	13751	257783	26.2%	234
Brazil	—	11929	11929	1.2%	*
Colombia	616	531	6648	0.7%	157
Venezuela	479	—	479	•	59
Other S. & Cent. America	992	1704	2696	0.3%	*
Total S. & Cent. America	7738	14014	21752	2.2%	381
Bulgaria	12	2698	2711	0.3%	96
Czech Republic	2111	3564	5678	0.6%	86
France	—	14	36	•	15
Germany	3400	43000	66000	6.7%	326
Greece	—	2874	2874	0.3%	43
Hungary	—	1097	1097	0.1%	80
Poland	20300	1860	22160	2.3%	136
Romania	1	1456	1457	0.1%	44
Spain	200	460	660	0.1%	29
Turkey	278	3411	3689	0.4%	54
United Kingdom	1000	500	1500	0.2%	47
Other Europe	584	16949	17533	1.8%	337
Total Europe	47612	77883	125395	12.7%	167
Kazakhstan	31000	3000	34000	3.5%	121
Russian Federation	49088	107922	157010	15.9%	*
Ukraine	16274	17879	34153	3.5%	187
Other Former Soviet Union	1000	3812	4812	0.5%	*
Total Former Soviet Union	97362	132613	229975	23.4%	*
South Africa	49520	—	49520	5.0%	220
Zimbabwe	502	—	502	0.1%	101
Other Africa	5149	196	5345	0.5%	*
Middle East	1710	—	1710	0.2%	*
Total Africa & Middle East	56881	196	57077	5.8%	245
Australia	42550	39540	82090	8.3%	261
China	62200	52300	114500	11.6%	105
India	82396	2000	84396	8.6%	246
Indonesia	790	4580	5370	0.5%	58
Japan	773	—	773	0.1%	242
New Zealand	33	539	572	0.1%	141
North Korea	300	300	600	0.1%	6
Pakistan	—	2265	2265	0.2%	*
South Korea	78	—	78	•	20
Other Asia Pacific	227	1600	1827	0.2%	47
Total Asia Pacific	189347	103124	292471	29.7%	147
TOTAL WORLD	519062	465391	984453	100.0%	216
of which: OECD	211084	234686	445770	45.3%	215
Former Soviet Union	97362	132613	229975	23.4%	*
Other EMEs	210616	98092	308708	31.4%	150

*More than 500 years.

*Less than 0.05%.

Notes:

Proved reserves of coal – Generally taken to be those quantities that geological and engineering information indicates with reasonable certainty can be recovered in the future from known deposits under existing economic and operating conditions.

Reserves/Production (R/P) ratio – If the reserves remaining at the end of the year are divided by the production in that year, the result is the length of time that those remaining reserves would last if production were to continue at that level.

Source of reserves data – World Energy Council.

A la vista de estas cifras... ¿adivinan quien no firmará Kioto? ¿o quien lo hará pero no lo cumplirá?

"La trama geológica del desarrollo humano"

Trobada de Professorat de Ciències de la Terra i Medi
Ambient del Batxillerat

Facultat de Geologia (UB), ICE (UB), CRECIT-Andorra

Barcelona, 31-1-03

Mariano Marzo
mariano@geo.ub.es