

Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)

Bloc 7: Evolució dels preus de l'energia i prospectiva

Jesús Ramos Martín i Sílvia Cañellas Boltà

Novembre 2006

Estudi encarregat pel Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS). Generalitat de Catalunya.

Equip de recerca: Jesús Ramos Martín (coordinador) i Sílvia Cañellas Boltà

Institut d'Estudis Catalans (IEC)

Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)
Bloc 7: Evolució dels Preus de l'Energia i Prospectiva

Novembre 2006

Continguts

Continguts	iii
Resum Executiu	1
Introducció.....	1
Evolució dels preus de l'energia primària a nivell mundial	1
Anàlisi de prospectiva de preus	2
Evolució dels preus de l'energia final a Catalunya	3
Factors que afecten l'evolució dels preus	3
Impactes de l'increment de preus sobre l'economia.....	5
Risc geopolític i estratègia energètica.....	6
Conclusió	7
1. Introducció	9
2. Evolució dels preus de l'energia primària a nivell mundial	11
2.1 Petroli	11
2.2. Carbó	13
2.3. Gas Natural	13
2.4. Nuclear/Urani	15
2.5. Renovables	17
3. Anàlisi de prospectiva de preus	19
3.1. La versió dels organismes oficials.....	19
3.2. La discussió dels preus a nivell científic.....	24
3.3 Conclusió	27
4. Evolució dels preus de l'energia final a Catalunya	29
4.1. Preus dels derivats del petroli: benzina, diesel, GLP i fuel-oil	29
Preus de GLP.....	32
Fuel oil.....	33
4.2. Gas Natural (industrial, domèstic)	34
4.3. Electricitat.....	36
5. Factors que afecten l'evolució dels preus	41
5.1. Previsions d'augment de demanda energètica.....	41
5.2. Reserves de petroli, gas natural, carbó i urani	49
5.2.1. Reserves de petroli	49
5.2.2. Reserves de gas natural	53
5.2.3. Reserves de carbó	54
5.2.4. Reserves d'urani	54
5.3. Capacitat de refinament actual i previsió futura.....	56
5.4. Noves tecnologies	59
6. Impactes de l'increment de preus sobre l'economia	63
6.1. La Teoria	63
6.2. Preus en termes reals, tipus de canvi euro/dòlar, i competitivitat.....	66
6.3. Els estudis dels organismes internacionals	68
6.4. Limitacions d'aquests estudis.....	72
6.5. Particularitats de Catalunya.....	73
7. Risc geopolític i estratègia energètica	75
8. Conclusions	81

Referències	83
Llistat dels principals acrònims utilitzats.....	87
Índex de termes	88
Glossari	89
Factors de conversió i unitats rellevants	91

Índex de Figures

Figura 1: Preus del petroli des de 1861	9
Figura 2: Preus del petroli al comptat en dòlars per barril 1988-2006	11
Figura 3: Evolució de les cotitzacions mensuals de cru Brent entre setembre 2005 i el 15 setembre de 2006	12
Figura 4: Preus del carbó d'importació al comptat en dòlars per tona	13
Figura 5: Preus del gas natural entre 1984 i 2005	14
Figura 6: Comparació dels preus de barril de petroli Brent i del gas natural a Europa entre 1984 i 2005	15
Figura 7: Preus de l'urani en dòlars corrents i preus de 2005, 1967-2005	16
Figura 8: Evolució del preus de l'urani entre 1995 i 2006	16
Figura 9: Costos de generació d'electricitat a la UE per font renovable	17
Figura 10: Preu del petroli cru West Texas Intermediate (cas de referència i interval de confiança del 95%)	20
Figura 11: Tres escenaris de preu del petroli	21
Figura 12: Prospectiva de preus del petroli i del gas segons la UE	23
Figura 13: Inventaris de cru de l'OCDE i preu al comptat del WTI	25
Figura 14: Evolució del preu del cru sota diversos escenaris del model LOPEX	26
Figura 15: Evolució dels preus mitjans de venda al públic per a benzina i gasoil d'automoció a Catalunya (entre gener 2004 i juliol 2006).....	30
Figura 16: Comparativa de preus de la benzina sense plom a la UE	31
Figura 17: Preu sense impostos de benzina i gasoil, i preu mitjà mensual del cru Brent (gener 2005-juliol 2006)	32
Figura 18: Preu mitjà dels gasos líquids del petroli envasats (dades de gener de 2006) a Europa.....	33
Figura 19: Preu del fuel-oil a Espanya, UE-15 i UE-25 l'any 2006 (PSI)	34
Figura 20: Evolució del preu màxim del gas natural industrial.....	35
Figura 21: Preus del gas natural industrial a països de la UE	36
Figura 22: Variació del preu mitjà de la tarifa elèctrica a l'Estat espanyol	36
Figura 23: Evolució dels preus al mercat majorista de l'electricitat.....	38
Figura 24. Evolució dels preus del mercat majorista d'electricitat el 2005.....	38
Figura 25: Preu de l'electricitat d'ús domèstic en un habitatge estàndard	39
Figura 26: Preus per a un consumidor industrial estàndard	39
Figura 27: Previsió d'energia primària mundial per regió (mtep)	41
Figura 28: Distribució prevista d'energia primària mundial per regió	42
Figura 29: Intensitat de petroli de la producció a la OCDE i països en desenvolupament	42
Figura 30: Consum d'energia primària mundial per font d'energia (mtep).....	45

Figura 31: Distribució prevista d'energia primària mundial per font d'energia (mtep).....	45
Figura 32: Evolució dels vehicles en propietat a Xina (1978-2004).....	47
Figura 33: Consum d'electricitat i PIB per càpita 1980-2030.....	48
Figura 34: Evolució de les reserves mundials de petroli 1980-2006.....	50
Figura 35: Producció i descobriment de petroli.....	53
Figura 36: Reserves mundials de Gas Natural.....	54
Figura 37: Capacitat ociosa mundial a la producció de petroli i dies coberts de demanda futura pels estocs de petroli.....	57
Figura 38: Mina oberta de sorres enquitranades a Canadà.....	59
Figura 39: Corbes d'aprenentatge per a tecnologies de generació d'electricitat fins el 2030.....	60
Figura 40: Cost de l'electricitat: cicle combinat de gas, versus tecnologia de carbó supercrític.....	61
Figura 41: Preus del petroli en dòlars per barril 1960 – 2005.....	66
Figura 42: Tipus de canvi dòlar euro (2002-2006).....	68
Figura 43: Tipus d'interès de la Reserva Federal dels EUA, el Banc de Japó, el Banc Central Europeu, el Banc d'Anglaterra, i el Banc de Canadà.....	71
Figura 44: Fluxos comercials de petroli comercials a nivell mundial (en milions de tones).....	78
Figura 45: Fluxos de comerç mundial de gas natural (bilions de metres cúbics).....	79

Índex de Taules

Taula 1: Preus mitjans de la benzina i el gasoil a Catalunya i Espanya.....	30
Taula 2: PVP màxim gas natural domèstic/comercial (en c€/kWh).....	35
Taula 3: Reserves de petroli mundials a 1 de gener de 2006 (en milers de milions de barrils).....	52
Taula 4: Inversió Mundial en energia (1.000 milions de dòlars del 2000).....	58
Taula 5: Comerç de Catalunya amb l'estranger 2005, per països.....	65

Resum Executiu

Introducció

El creixement econòmic i el benestar material de la major part d'economies depèn de que hi hagi un proveïment ininterromput d'energia d'alta qualitat. Com reconeix l'OCDE (2005), és molt probable que, tot i que l'eficiència en la utilització de l'energia a nivell global és cada cop més gran, hi hagi un augment de la demanda de petroli i altres fonts d'energia causats pel fort creixement econòmic que els diferents organismes internacionals preveuen. Aquesta creixent demanda, juntament amb la relativament escassa inversió en augmentar la capacitat de producció i refinament de petroli, continuaran provocant que el preu del petroli pugi en el futur immediat. Això sense tenir en compte els efectes que el cim del petroli implicarà a mig termini amb un esgotament progressiu dels pous fora del Golf Pèrsic, que faran que a més a més de l'escassetat cada cop més gran d'aquest recurs haguem de tenir en compte també la concentració de l'oferta en només uns quants països d'Orient Mitjà.

En aquest context, el bloc presenta, després d'una breu introducció, quina ha estat l'evolució dels preus de les diferents fonts d'energia primària a nivell mundial i les tendències actuals (capítol 2). Posteriorment fa un repàs als principals estudis que fan prospectiva de preus futurs. El capítol 4 es centra ja en la situació a Catalunya i analitza els preus de l'energia que arriba als consumidors, tant domèstics i industrials. Posteriorment s'estudien els principals factors que tenen influència sobre els preus de l'energia, incidint tant en la demanda prevista com en el tema de les reserves i les innovacions tecnològiques. El sisè apartat fa referència a quins impactes pot tenir els augments de preus de l'energia sobre l'economia, tant a nivell mundial com pel cas específic català. Finalment, es discuteix sobre les qüestions geopolítiques que envolten la temàtica energètica i que són importants per entendre la situació energètica actual.

Evolució dels preus de l'energia primària a nivell mundial

Els preus del petroli a nivell mundial es caracteritzen per una gran variabilitat, en la que sovint hi tenen molt a veure factors relacionats amb l'estabilitat política. Tot i així, l'actual escalada de preus correspon més aviat a un augment continu de la demanda.

L'augment de preus del petroli ha estat constant i molt pronunciat des de l'any 2002 fins ara. Si l'any 2005 el preu mitjà del barril de petroli Brent va ser de 54,52 dòlars, els set primers mesos de 2006 la mitjana ja ha estat de 67,53 dòlars. Durant l'estiu l'increment de preus s'ha vist accelerat pels esdeveniments polítics i bèl·lics al Líban, arribant a superar els 78 dòlars el barril. Actualment (setembre 2006) el preu del petroli segueix una tendència a la baixa (el 14 de setembre el preu és de 62,24 \$/barril Brent).

Cal remarcar, però, que l'augment de preus no afecta només el petroli, sinó que també estan pujant els preus de la resta de combustibles fòssils i el de l'urani. Així doncs, tot i que generalment es parla de crisi de petroli, es tracta més aviat d'una crisi energètica.

El preu del carbó no està relacionat en principi amb el petroli, i les oscil·lacions en els seus preus són menors. No obstant, des del 2002 el preu del carbó també ha patit una pujada de preus considerable. En aquest cas l'increment sí que ha anat lligat al del petroli, indicant que ens trobem davant d'un increment de la demanda de totes les formes d'energia, que per alguns usos com la generació d'electricitat, són substituïdes.

De fet un resultat interessant és comprovar com el preu del petroli i el del gas natural estan correlacionats. Si comparem l'evolució dels preus del petroli i el del gas natural, veiem que ambdós combustibles segueixen les mateixes tendències, tot i que el que marca l'evolució és el petroli.

Aquesta situació no es dona només entre les fonts energètiques fòssils. L'urani també està veient un increment dels seus preus darrerament, fet que s'explica per un augment de la demanda que no va acompanyada del mateix ritme en l'extracció del mineral. Això es vincula a les noves centrals nuclears que s'estan construint o que estan previstes, i a la percepció d'una imminent escassetat.

Així doncs, l'èmfasi actual en els preus del petroli com a senyal de crisi no hauria de fer perdre la perspectiva del que passa a la resta de fonts energètiques. L'augment de preus del petroli no és un cas aïllat, sinó que les dades evidencien que l'encariment d'una font provoca tensions a la resta de mercats energètics en traslladar-se part del consum d'una font vers una altra.

Anàlisi de prospectiva de preus

En general hi ha pocs organismes oficials que facin anàlisis de prospectiva de preus de l'energia. La majoria utilitzen les previsions de les agències internacionals com la AIE o es fan supòsits de preus futurs per a la generació d'escenaris. El Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, utilitza aquest mecanisme, preveient un preu del petroli al voltant dels 60 dòlars per barril el 2015 (Generalitat de Catalunya, 2005).

Entre els principals anàlisis de prospectiva veiem que el rang de preus previstos és molt gran, i que cap dels estudis va preveure l'escalada de preus actual. Destaquem els resultats dels següents:

- El Departament d'Energia dels Estats Units (EIA 2006c) preveu que el preu del barril del petroli el 2030 estarà entre els 34 i 96 dòlars per barril (en dòlars constants de 2004).

- L'OCDE (2005) obté com a resultat uns valors molt més baixos, de 35 dòlars el barril l'any 2030. L'informe del 2006 (OCDE, 2006), ja parla de 70 dòlars el barril a mig termini, l'any 2012.
- Segons la Comissió Europea (Comissió Europea, 2003), el preu del barril de petroli el 2030 serà de 35 euros.

Al món acadèmic la majoria dels estudis no miren tant de predir quin serà el preu del cru en el futur sinó d'analitzar l'impacte que algunes variables poden tenir sobre aquest preu. Es poden trobar articles que van des de la incredulitat en un petroli més car de 30 dòlars a mig termini (Horn 2004), a qui preveu preus per sobre dels 100 dòlars el 2030 (Rehrl i Friedrich 2006).

Evolució dels preus de l'energia final a Catalunya

L'evolució dels preus de l'energia final és diferent a l'evolució de preus de l'energia primària, i per tant s'han d'incloure factors com ara la fiscalitat, els costos de distribució i els mercats regulats. En qualsevol cas, la majoria de fonts energètiques augmenten el seu preu darrerament.

Els preus de la benzina i el gasoil mostren una evolució oscil·lant i una tendència lleugerament a l'alça. Els preus finals a Catalunya es situen habitualment lleugerament per sobre de la mitjana de l'Estat espanyol, degut a que s'aplica una diferent fiscalitat. Amb els preus actuals, el 55-50% del preu final de venda al públic de la benzina està format pels impostos especials i l'IVA, una mica menys (40-45%) en el cas del gasoil.

En els gasos líquids del petroli, els preus mitjans de venda a Catalunya i l'Estat espanyol són els més baixos d'Europa. El mateix passa amb el fuel-oil.

Per al gas natural, però, veiem una tendència a l'alça tant del gas d'ús domèstic com industrial, amb contínues pujades dels preus màxims. La pujada ha estat molt més important per al gas natural destinat a la indústria, que en un any s'ha encarat prop d'un 50%.

Per contra, l'evolució del preu mitjà de l'electricitat en els últims vint anys mostra que la tarifa elèctrica a anat baixant en termes reals. Tot i així des de fa uns anys està pujant i això reflecteix en part la pujada dels preus de les matèries primeres energètiques (petroli, gas, carbó) al mercats internacionals, que han situat els preus al mercat majorista de l'electricitat el 2005 amb un preu horari final mitjà de 6,049 c€/kWh, el més alt dels darrers 5 anys.

Factors que afecten l'evolució dels preus

Existeixen una multitud de factors que influeixen en l'evolució dels preus de l'energia a mig i llarg termini. Aquests són de caràcter biofísic (com ara l'evolució de les reserves provades de les diferents fonts d'energia); econòmic

(com les previsions d'augment de la demanda d'energia primària), i tecnològic (com la capacitat de refinament dels productes energètics).

Tant l'Agència Internacional de l'Energia (2005) com el Departament d'Energia dels Estats Units (EIA, 2006c) preveuen un augment de la demanda d'energia a totes les regions, degut al creixement econòmic, que resultarà en un creixement anual del consum d'energia primària d'1,6% i un 2%, segons la font, fins el 2030. El 75% de l'increment de la demanda correspondrà als països no membres de la OCDE.

En particular, en el cas del petroli, la demanda prevista implica passar dels 84 milions de barrils per dia (mbd) el 2005 a uns 120 milions el 2030 (1,6% anual). Això implicarà que la dependència de l'economia mundial vers els combustibles fòssils podria fins i tot augmentar. De fet, la Comissió Europea (2003) preveu que el 2030 els combustibles fòssils siguin un 88% del total de la demanda d'energia, davant del 81% que representaven el 2000.

Aquest augment de demanda haurà de ser cobert per nova producció (avançant l'esgotament del recurs). L'Agència Internacional de l'Energia estima que la producció dels països que no són de la OPEP pot pujar lleugerament de 50 mbd el 2004 a 57 mbd el 2010 amb poques probabilitats de continuar augmentant. Això implica que els països de la OPEP haurien de pujar de 30-32 mbd fins als 70 mbd per a poder fer front a la nova demanda. Però això és suposar que aquests països veritablement augmentaran la seva producció, cosa que no està gens clara.

En general els humans hem explotat en primer lloc les grans reserves de petroli lleuger, perquè són més fàcils de trobar i d'explotar, i perquè són més valuoses ja que necessiten menys energia per a la seva extracció i refinament. Per explicar aquest fet és útil el concepte d'EROI, el retorn energètic de la inversió d'energia (EROI, Energy return on energy investment), desenvolupat per Cleveland et al. (1984). L'EROI dels descobriments de petroli dels anys 1930 als Estats Units era de 100, és a dir, s'obtenien 100 unitats d'energia per cada unitat d'energia invertida en recuperar petroli. Actualment aquesta xifra és de només 11 (Cleveland 2005). És a dir, la qualitat de les reserves està baixant i cada cop necessitem més energia per a poder extreure l'energia que necessitem.

En termes purament quantitativs, segons el Departament d'Energia dels EUA (EIA 2006c) les reserves de petroli a 1 de gener de 2006 eren de 1.293 miliards de barrils de petroli, un 1% superiors a les de 2005, amb els majors increments a Iran, Aràbia Saudita, Kuwait i Veneçuela, i amb reserves decreixents a Mèxic, Noruega, els Estats Units, i el Regne Unit. Del total de reserves, el 71% es troben a Orient Mitjà.

Hi ha altres estimacions, com British Petroleum (2006), que calcula que a finals de 2005 hi havia 1.200.000 milions de barrils de petroli (és a dir, 1,2 bilions), amb Orient Mitjà representant el 62%. Campbell (2002) ha estimat les reserves de petroli en uns 884.000 milions de barrils de petroli, és a dir, uns 300.000

milions menys que la majoria d'estimacions. Amb aquestes dades, preveu que s'arribarà al cim del petroli l'any 2010 amb una producció de 31.000 milions de barrils per any, el que equival a 85 mbd.

La major part de l'increment de la demanda de petroli (40 mbd extra el 2030) i de gas natural a curt i mig termini haurà de ser coberta principalment per producció dels països del Golf Pèrsic.

Actualment no hi ha la capacitat d'augmentar la producció d'una manera notable; de fet, la capacitat ociosa de producció de petroli dels països fora de la OPEP és gairebé nul·la, mentre que la de l'OPEP es situa en 1 milió de barrils diaris (mbd) quan el 1985 era de 8 mbd. Això vol dir que es necessiten noves inversions.

Segons l'Agència Internacional de l'Energia (2003) els requeriments d'inversions mundials per a mantenir i desenvolupar la infraestructura energètica per a fer front a la demanda d'energia fins el 2030 són de 16 bilions¹ de dòlars, o 550.000 milions per any (amb Xina representant un 14% del total).

Tot i que els recursos financers no sembla que siguin un obstacle a nivell mundial, ja que l'estalvi nacional de les diferents economies suposa un 23% del PIB a nivell mundial, no es pot garantir que aquest es canalitzarà cap a les inversions necessàries, en el moment en què siguin necessàries i pels països que les han de fer (els del Golf Pèrsic en el cas del petroli).

Impactes de l'increment de preus sobre l'economia

Degut al pes fonamental que juga el petroli en el funcionament de les economies modernes tant com a input de processos productius com en quant a producte de consum final, la majoria d'estudis actuals sobre l'energia es centren en l'impacte d'un augment sobtat de preus del petroli sobre el nivell d'activitat i sobre la inflació. En termes teòrics, un augment sobtat del preu del petroli, com el de qualsevol altre bé de consum o input del procés productiu, implica una pèrdua de competitivitat de l'economia importadora de petroli.

Aquest fenomen requereix un ajustament tant dels salaris com dels preus d'exportació per tal que els nivells d'activitat no baixin gaire. Ara bé, l'empobriment relatiu es produeix sempre. La caiguda de l'activitat econòmica per la pèrdua de competitivitat i del poder adquisitiu de la població seria encara més forta si els nostres socis comercials són la majoria importadors nets de petroli. Aquest és el cas de Catalunya, ja que el 2005 el 74% de les exportacions van anar cap a països de la Unió Europea.

La magnitud de l'efecte d'un augment de preus del petroli depèn de diversos factors, com ara la fracció de la factura del petroli en la renda nacional, el grau

¹ Com en la resta del bloc i del conjunt de l'estudi AMEEC, quan parlem de *bilions* utilitzem el sistema europeu, és a dir, un bilió equival a *un milió de milions* (10¹²). En el context anglosaxó un bilió equival a mil milions, quantitat que es coneix com a *miliard* a Catalunya.

de dependència del petroli importat, així com la capacitat dels consumidors finals de canviar de font energètica.

És veritat però, que tot i els augments de preus que hem vist l'estiu del 2006, encara estem lluny dels valors de la segona crisi del petroli de 1979, en termes reals. A més, com que el petroli es paga en dòlars, i el dòlar s'ha devaluat considerablement respecte l'euro, la factura en euros ha crescut menys que en dòlars.

Tot i això, segons dades del Banc Central Europeu (2006), l'abril de 2006 el dèficit comercial acumulat del petroli de la zona euro va ser un 33% superior a l'any anterior, reflectint l'enorme cost que l'encariment del petroli significa per la seva competitivitat. És per això que hi ha informes que mesuren l'impacte de l'increment de preus sobre les economies.

El Banc Central Europeu (2004) analitzà quin seria l'impacte d'un augment sobtat del preu del petroli del 50%. Segons els seus estudis això donaria lloc a un augment de la inflació del 0.3-0,6% el primer any, i entre un 0.1-0.4% el segon any. En quant al PIB, això comportaria una pèrdua de la taxa de creixement d'entre 0.1 i 0.8%. Un altre estudi de la mateixa institució (Jiménez-Rodríguez i Sánchez, 2004) preveu que davant d'un xoc del 100% en el preu del petroli, el PIB americà, per exemple, caigui un 3,2% respecte l'escenari de referència en un període de tres anys.

Paral·lelament, un treball de l'Agència Internacional de l'Energia (2004), conclou que passar de 25 dòlars (valor de referència per al 2003) a 35 dòlars per barril implicaria una pèrdua d'un 0,4% de PIB per als dos anys després del xoc respecte a l'escenari de referència per als països de l'OCDE. La taxa d'inflació seria un 0,5% més elevada que a l'escenari de referència per a un període de 5 anys després del xoc.

És interessant observar com les diferents anàlisis donen diferents resultats; mentre que el Banc Central Europeu diu que el major impacte el patirà els Estats Units, altres organismes com l'Agència Internacional de l'Energia, la OCDE o el Fons Monetari Internacional (FMI) diuen que serà la zona Euro la que patirà més. El grau de complexitat de la relació entre energia i creixement econòmic fa molt difícil la tasca de preveure el comportament del preu en el futur i de veure l'impacte sobre la resta de l'economia.

Risc geopolític i estratègia energètica

El fet que la major part de les reserves d'hidrocarburs es trobin a Orient Mitjà i les economies ex-soviètiques es tradueix en què les empreses són en la seva major part empreses estatals. Això vol dir que a vegades els contractes comercials pel petroli tenen molt més a veure amb la política bilateral d'aquests països amb els compradors que no pas amb raons de mercat.

Així hem d'entendre els préstecs de Xina a Rússia per a la privatització de Yukos (que facilitaven la compra de gas rus per part de Xina), o el tall al subministrament d'Ucraïna per part de Rússia el 2005, o l'actual protecció que fa Xina de l'Iran al Consell de Seguretat de les Nacions Unides. Les relacions bilaterals guanyen cada cop més importància en detriment d'un mercat globalitzat.

A Catalunya l'elevat grau de dependència de les importacions d'hidrocarburs és preocupant, encara més quan considerem l'origen dels recursos. Amb dades per a l'Estat espanyol (INE, 2006) i per al 2004, el 50% del petroli prové de sis països de la OPEP (Aràbia Saudita, Líbia, Nigèria, Iran, Iraq, i Algèria), que o bé no són democràtics o no tenen règims estables. Si afegim la resta d'importacions de Rússia (un 15%) i d'alguns altres països africans, més d'un 75% de les importacions de petroli provenen de països no democràtics o poc estables. La situació amb el gas natural és encara més preocupant, ja que el 51% prové d'un sol país, Algèria, el 17,4% de Nigèria i el 14% de Qatar.

El resultat d'aquesta situació és que tant l'Estat espanyol, com Catalunya pateixen un alt grau de risc polític per la seva dependència energètica. Per tant, el que succeeixi tant al Magreb com a Orient Mitjà és d'especial importància per a l'economia catalana. Aquesta elevada dependència energètica del Magreb i altres zones no molt estables aconsellen potenciar les alternatives energètiques que no tenen a veure amb els hidrocarburs, amb les dificultats que això implica.

Conclusió

Com a conclusió podem dir que estem davant d'una fase en què els preus de les diferents fonts d'energia primària estan pujant i esdevenint més inestables. Això no és només degut a la inestabilitat política internacional amb conflictes a molts països productors, sinó que hem de tenir en compte dos components nous. D'una banda, el fort creixement de la demanda d'energia convencional que prové de països en desenvolupament com la Xina i la Índia. De l'altra, finalment els diferents estaments del món de l'energia estan assumint que estem arribant o hem superat ja el cim del petroli, per la qual cosa aquest recurs esdevindrà cada cop més escàs en termes relatius, fet que s'ha de traduir necessàriament en el seu cost.

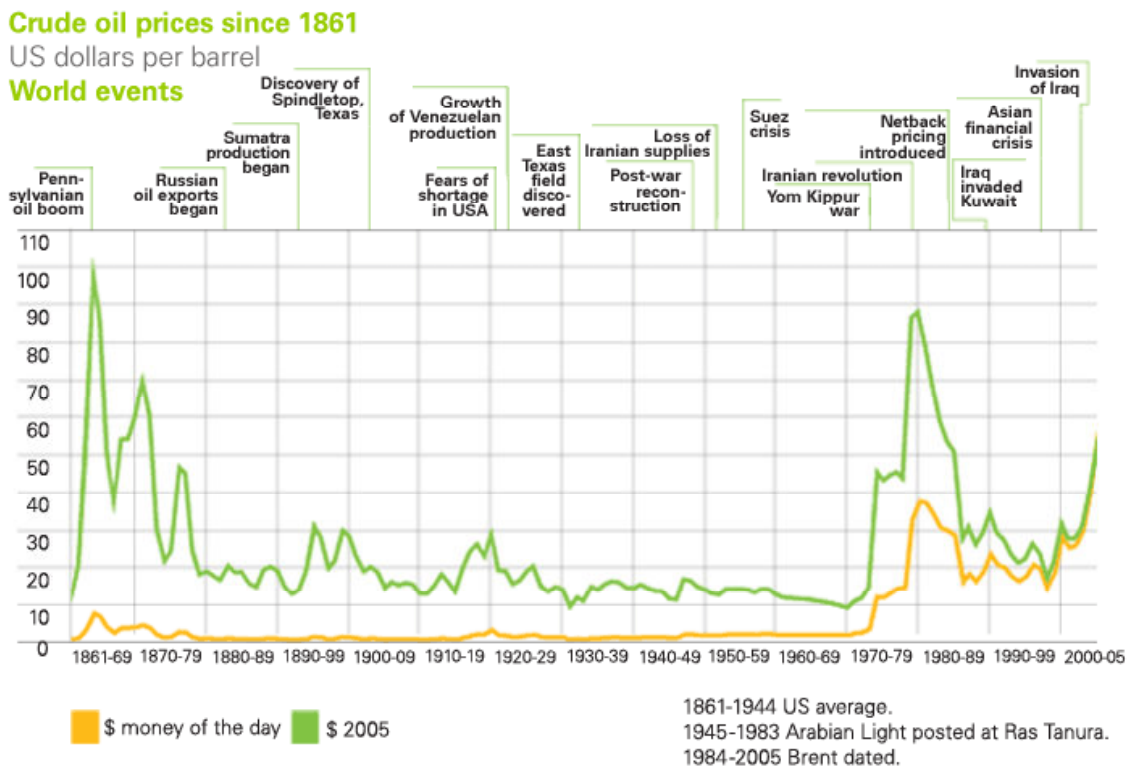
En aquest context, els estudis que presenta aquest Bloc, tant d'organismes oficials com del món acadèmic, que proven d'anticipar el preu del petroli en un futur més o menys immediat estan destinats a fracassar. El millor de cara a orientar les polítiques, des d'una estratègia basada en la precaució, és realitzar diversos escenaris de preus del petroli que ens indiquin com pot reaccionar la societat. Tot i així, sabem que els preus continuaran pujant, per la qual cosa hi haurà impactes negatius sobre l'economia. Per això des d'un punt de vista purament econòmic la millor estratègia ha de ser la que redueixi la dependència de l'economia vers els combustibles fòssils. Aquesta estratègia portarà beneficis ambientals en termes de menys impactes sobre els països d'extracció i menors emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, alhora que

ajudarà a reduir les tensions a les relacions internacionals en reduir la dependència envers un grup reduït de països.

1. Introducció

El creixement econòmic i el benestar material de la major part d'economies depèn de que hi hagi un proveïment ininterromput d'energia d'alta qualitat cap al sistema. Com reconeix la OCDE (2005), és molt probable que tot i que l'eficiència en la utilització de l'energia a nivell global és cada cop més gran, hi hagi un augment de la demanda de petroli i altres fonts d'energia causats pel fort creixement econòmic esperat. Aquesta demanda creixent, juntament amb la relativament escassa inversió en augmentar la capacitat de producció i refinament, continuaran provocant que el preu del petroli pugui en el futur immediat. Això sense tenir en compte els efectes que el cim del petroli implicarà a mig termini, amb un esgotament progressiu dels pous fora del Golf Pèrsic, que faran que a més a més de l'escassetat cada cop més gran d'aquest recurs haguem de tenir en compte també la concentració de l'oferta en només uns quants països d'Orient Mitjà.

Figura 1: Preus del petroli des de 1861



Font: BP Statistical Review of World Energy (BP, 2006: 16)

La Figura 1 mostra l'evolució dels preus de cru des de 1861, moment en què va començar la seva extracció comercial als Estats Units, fins a l'actualitat, relacionant-los amb els principals esdeveniments polítics i tècnics produïts. Els preus del petroli es van mantenir en un nivell més o menys estable, amb alguns moments de crisi, durant els primers tres quarts de segle XX. Aquesta relativa estabilitat es va trencar al començar els anys 70, amb una primera pujada brusca de preus el 1973 amb la primera crisi del petroli deguda a la guerra del

Yom Kippur² i una segona pujada el 1979 encara més forta³. Als anys 80 el preu va baixar i es va mantenir en un rang de 20 a 30 dòlars per barril (en preus de 2005). L'augment de preus del petroli que es va donar als anys 1970s va provocar que els agents econòmics adoptessin mesures estalviadores d'energia i busquessin alternatives al petroli. A l'Estat espanyol això es va endarrerir una mica ja que el govern de l'època va fer cas a les recomanacions del Fons Monetari Internacional de no repercutir l'encariment del petroli als consumidors finals, ja que es pensava que seria una crisi temporal.

Aquestes estratègies d'estalvi, i la crisi econòmica dels 1980s, van provocar un relaxament en la demanda de petroli que es va repercutir en els preus. Així, el preu del petroli va romandre baix fins a la invasió de Kuwait per part d'Iraq. En aquell moment van arribar a 36,1 dòlars (BCE 2004). Després d'això s'entrà en una nova fase de preus baixos que van arribar a la seva cota mínima amb la crisi econòmica del sud-est asiàtic, que portà els preus fins a 9,8 dòlars per barril (BCE, 2004). A partir d'aquí, però, hem viscut un creixement continu dels preus fins arribar als màxims d'agost de 2006, amb el barril de Brent a més de 76 dòlars⁴.

Partint d'aquest context, que evidencia la interrelació entre el preu de l'energia (especialment del petroli) i l'evolució històrica i econòmica mundial, en aquest bloc presentem quina és la situació actual a nivell mundial i a Catalunya dels preus de l'energia, i les principals perspectives de futur. El bloc s'estructura en set capítols i un capítol final de conclusions. Després d'aquesta introducció, el següent capítol presenta quina ha estat l'evolució dels preus de les diferents fonts d'energia primària a nivell mundial en els darrers anys i les tendències actuals, tant pels combustibles fòssils, en els quals es farà èmfasi especial, com en l'energia nuclear i les renovables. El capítol 3 fa un repàs als principals estudis que fan prospectiva de preus futurs, incloent els elaborats per organismes oficials i d'altres d'acadèmics. El quart apartat es centra ja en la situació a Catalunya i analitza els preus de l'energia que arriba als consumidors (derivats del petroli, gas natural, electricitat). Posteriorment en el capítol 5 s'estudien els principals factors que tenen influència sobre els preus de l'energia, incidint tant en la demanda prevista com en el tema de les reserves i les innovacions tecnològiques. El sisè apartat fa referència a quins impactes pot tenir els augments de preus de l'energia sobre l'economia a nivell mundial, i també en el cas específic català. Finalment, es discuteix sobre les qüestions geopolítiques que envolten la temàtica energètica i que són importants per entendre la situació energètica actual (capítol 7).

² El 13 de setembre de 1973 els països àrabs de l'OPEP tallen el subministrament de petroli als països occidentals que ajudaven Israel a la guerra del Yom Kippur contra Egipte i Síria.

³ Deguda a la Revolució de l'Iran que portà al naixement de la República Islàmica.

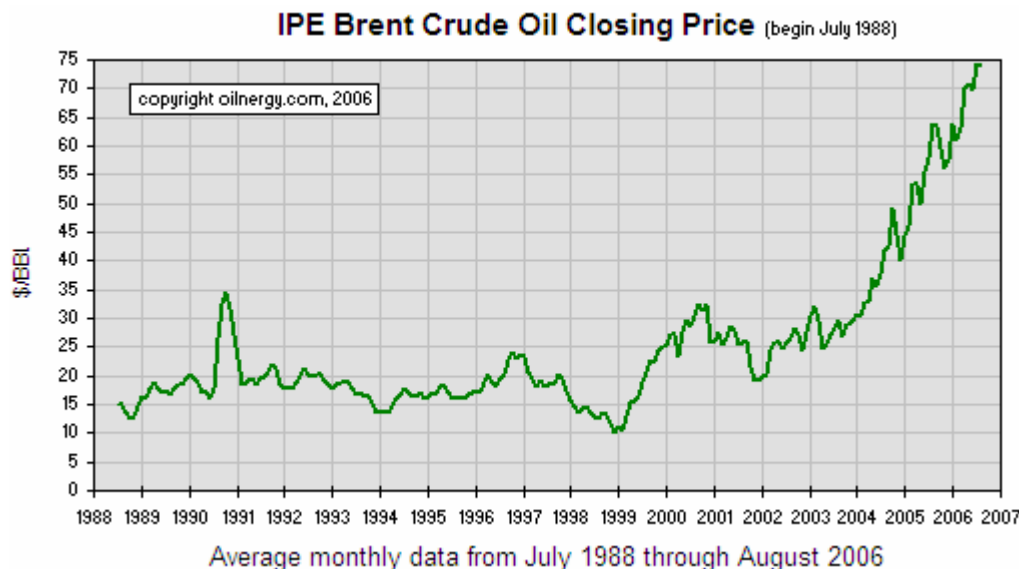
⁴ Segons el portal Bloomberg <http://www.bloomberg.com/energy/> visitat el 10 d'agost de 2006.

2. Evolució dels preus de l'energia primària a nivell mundial

2.1 Petroli

Els preus del petroli a nivell mundial es caracteritzen per una gran variabilitat; ja que les tendències associades a la llei d'oferta i demanda es veuen tot sovint afectades per factors relacionats amb l'estabilitat política. Com hem vist al capítol anterior, històricament s'han produït pujades brusques vinculades a fets històrics que afecten d'alguna manera l'estabilitat mundial o els països productors de petroli. Aquestes inestabilitats polítiques generen incertesa sobre el proveïment de petroli, a la qual el preu del cru en el mercat internacional és molt sensible. En aquest apartat analitzarem l'evolució del preu del petroli en els darrers anys.

Figura 2: Preus del petroli al comptat en dòlars per barril 1988-2006



La Figura 2 presenta una evolució dels preus del petroli Brent⁶ centrada en els darrers 18 anys. El gràfic mostra que el preu es va mantenir més o menys estable (a entre 15 i 20 dòlars el barril) durant la major part del període, amb un pic de 35 dòlars el 1990 degut a la invasió iraquiana de Kuwait i la primera guerra del golf, però el nivell de preus anteriors es va recuperar ràpidament. De fet, la caiguda a mínims durant el 1998 va fer que els membres de l'OPEP es reunissin diverses vegades durant aquell any per a decidir talls a la producció d'uns 3 milions de barrils diaris (mbd), especialment gràcies a la pressió de Noruega i de Mèxic. Poc després, quan els preus van tornar a pujar, l'OPEP va decidir augmentar la producció i fixar una banda d'oscil·lació dels preus entre

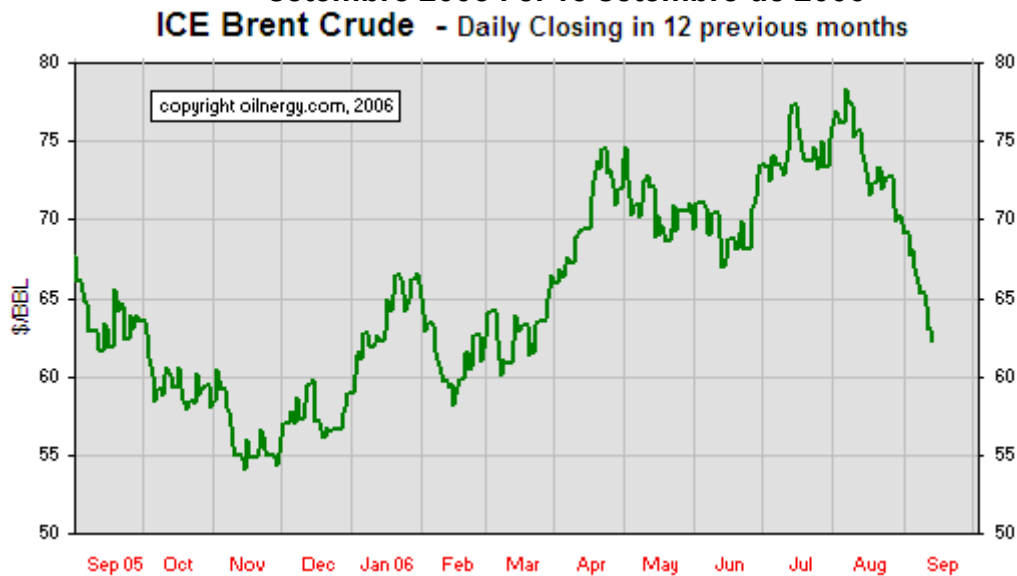
⁵ <http://www.oilnergy.com/1obrent.htm#since88>; visita 7 de setembre de 2006.

⁶ Ens referirem, sempre que no es digui el contrari, al barril de petroli Brent, que és el del Mar del Nord i el de preu de referència a Europa. A Estats Units la referència és el West Texas Intermediate, i en altres contextos és el Dubai.

els 22-28 dòlars per barril (FMI, 2000). Des d'aquell moment els preus ja no van tornar al nivell anterior sinó que s'han mantingut alts. A partir del 2002 va començar una escalada de preus constant i molt forta, que va fer passar dels 20 \$/barril a començament del 2002 a més de 60 dòlars el 2006, és a dir, el preu es va multiplicar per tres en només quatre anys.

El preu mitjà del barril de petroli Brent l'any 2005 va ser de 54,52 dòlars, mentre que l'any 2004 havia estat de 38,27 dòlars. És a dir, en un any la mitjana de preus es va incrementar un 40%. Les dades de 2006 indiquen una continuació d'aquesta tendència alcista. Entre gener i juliol de 2006 la mitjana ha estat de 67,53 dòlars, tot i les contínues variacions de preus diàries. L'estiu de 2006 la tendència a l'alça s'ha vist accelerada per la inestabilitat al Pròxim Orient causada per l'atac israelià al Líban, fet que va portar a un màxim històric el 7 d'agost de 2006, quan el petroli es va situar per sobre dels 78 dòlars el barril. L'agost del 2006 la mitjana va ser de 73,98 \$/barril, tot i que actualment (setembre 2006) el preu del petroli segueix una forta tendència a la baixa (el 14 de setembre el preu és de 62,24 \$/barril Brent).

Figura 3: Evolució de les cotitzacions mensuals de cru Brent entre setembre 2005 i el 15 setembre de 2006



Font: oilnergy⁷

La tendència general a l'alça es veu potenciada per tres aspectes de tipus semi-estructural: el decreixement de les reserves dels països més consumidors i dels països productors, la reducció de la diferència entre el ritme de producció actual i ritme màxim teòric d'extracció, i el ritme de creixement de la demanda. Aquests factors, accentuats per la manca d'inversions els darrers anys a les operacions d'extracció petrolera, i les expectatives de creixement en el consum a la zona asiàtica fan que probablement el preu esperat a mig termini es mantingui o continuï en creixement.

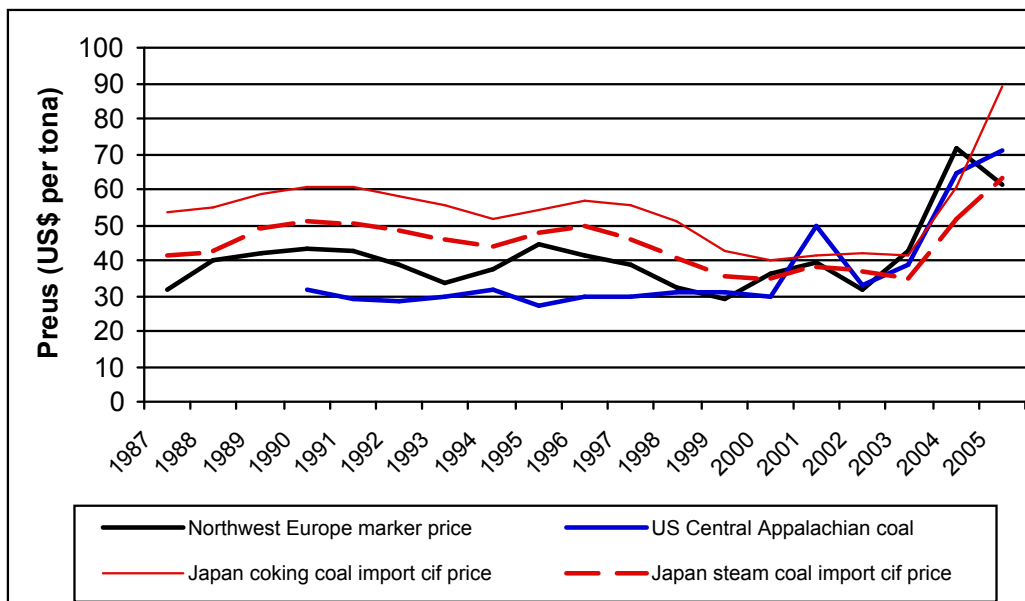
⁷ Visitat el 15 setembre 2006.

Finalment cal fer una comentari important. Tot i que es parla molt sobre la crisi del petroli per la pujada de preus, l'augment de preus no afecta només el petroli sinó que aquest està relacionat amb els preus de la resta de combustibles fòssils. Els propers apartats presenten l'evolució dels preus del carbó i del gas natural des de mitjans dels anys 1980s fins l'actualitat.

2.2. Carbó

Les oscil·lacions de preus en el cas del carbó (Figura 4) són més suaus que les del preu del petroli presentats a l'apartat anterior, però tot i així segueixen les tendències d'aquest. En els darrers tres anys el preu del carbó també ha patit una pujada de preus considerable, que afecta als 4 mercats de carbó presentats a la gràfica, els més importants dels països de la OCDE. Els preus es situen per sobre de qualsevol període anterior.

Figura 4: Preus del carbó d'importació al comptat en dòlars per tona

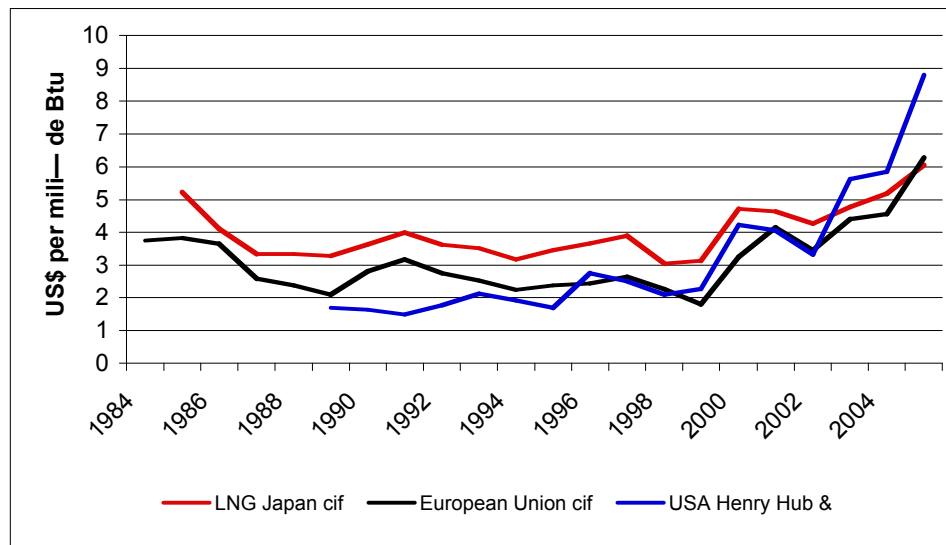


Font: Elaboració pròpia a partir de dades de BP (2006)

Tal i com es pot veure a la Figura 4 l'augment recent dels preus del carbó va començar també a partir de 2002, com en el cas del petroli, tot indicant que ens trobem davant d'un increment de la demanda de totes les formes d'energia, que per alguns usos com la generació d'electricitat són substituïdes.

2.3. Gas Natural

Pel que fa al gas natural, segueix la mateixa tendència d'augment de preu que el petroli i el carbó (Figura 5).

Figura 5: Preus del gas natural entre 1984 i 2005

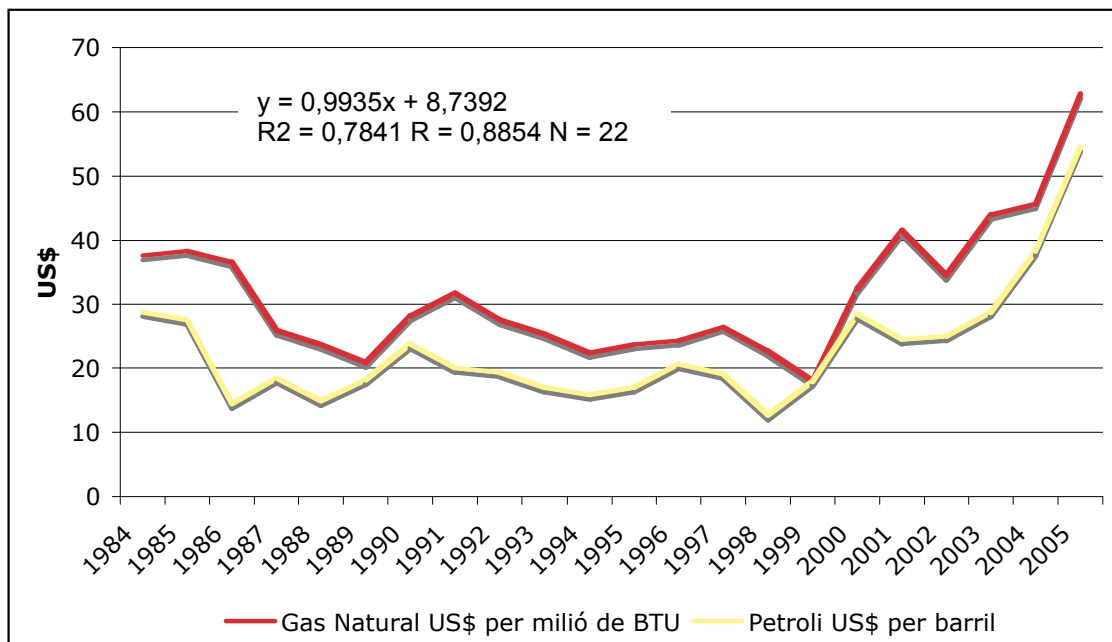
Nota: cif = cost+assegurança+nòlit (preus mitjans)

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de BP (2006)

Si comparem en una mateixa gràfica l'evolució dels preus del petroli i el del gas natural (Figura 6), veiem que ambdós combustibles segueixen les mateixes tendències, tot i que el que marca l'evolució és el petroli. De fet una anàlisi de regressió dels dos preus ens indica que amb un coeficient de correlació de Pearson $r = 0,88$ i un $r^2 = 0,78$ hi ha una relació entre tots dos que es pot descriure com $\text{Preu del Gas} = 0,9935 \cdot \text{Preu del Petroli} + 8,7392$.

Si tenim en compte a més a més l'evolució dels preus del carbó presentats abans, veiem que l'evolució del preu dels tres principals combustibles d'origen fòssil és més o menys paral·lela (sobretot pel que fa al petroli i gas natural), i que els tres es troben en una marcada tendència a l'alça. Podem concloure, per tant, que actualment ens trobem en un període d'encariment de les diferents fonts energètiques en el seu conjunt, no només del petroli. Així doncs, l'èmfasi actual en els preus del petroli com a senyal de crisi no hauria de fer perdre la perspectiva del que passa a la resta de fonts energètiques. No podem parlar només d'un augment de preus del petroli com a cas aïllat, ja que les dades evidencien que l'encariment d'una font provoca tensions a la resta de mercats energètics en traslladar-se part del consum d'una font vers una altra.

Figura 6: Comparació dels preus de barril de petroli Brent i del gas natural a Europa entre 1984 i 2005



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de BP (2006)

Els propers apartats presenten la situació dels preus del combustible utilitzat per la generació d'energia nuclear (l'urani) i d'algunes de les fonts renovables d'energia.

2.4. Nuclear/Urani

L'urani és el principal combustible utilitzat a les centrals nuclears, i s'obté a partir del processament del mineral d'urani (que es troba en forma d'òxid d'urani, U_3O_8). El preu del mineral d'urani és força variable, com es pot veure a la Figura 7, que mostra l'evolució dels preus entre 1967 i 2005. A finals dels anys 70 el mercat de l'urani tenia preus molt alts, per l'alta demanda tant per a centrals nuclears de producció d'electricitat com pel seu ús en armament militar. Amb l'aturada de la carrera d'armament nuclear, part de l'urani emmagatzemat per a usos militars es va redirigir a les centrals de generació elèctrica (The Economist, 2006). Això va fer que els preus de l'urani baixessin fins arribar a un mínim a principis dels anys 1990s, en què fins i tot els preus al comptat estaven per sota del cost de producció per la majoria de mines. El 1996 els preus es van recuperar fins al punt que la majoria de mines podien produir amb beneficis, tot i que els preus van tornar a baixar i només es van recuperar a finals del 2003 (UIC 2006a).

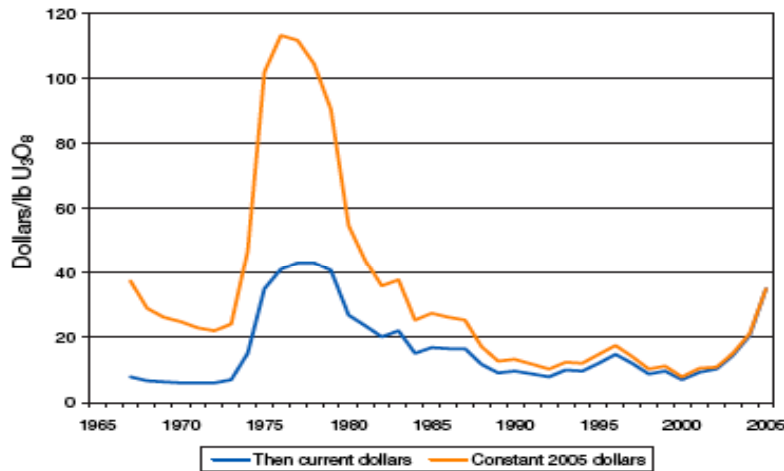
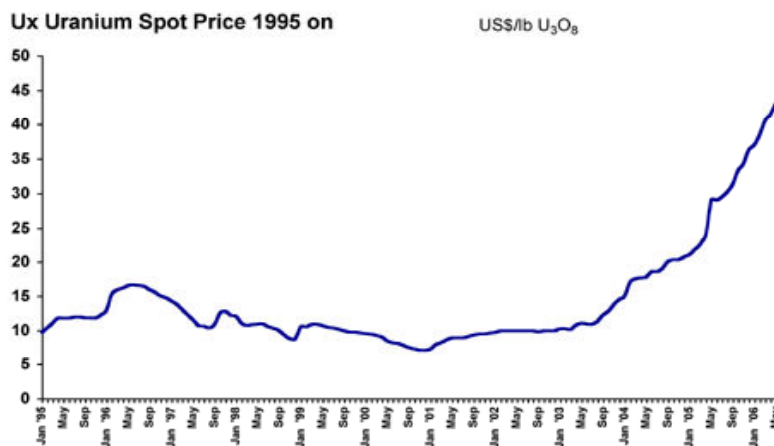
Figura 7: Preus de l'urani en dòlars corrents i preus de 2005, 1967-2005

FIG. 2. Uranium prices, 1967–2005.

Font: IAEA 2006, p.3

Actualment el preu de l'urani es troba en un cicle clarament ascendent, igual que la majoria de metalls i minerals (Figura 8). L'augment dels preus de l'urani no s'explica directament per la pujada de preus del petroli, sinó que es preveu un augment de la demanda que no va acompanyada del mateix ritme en l'extracció del mineral. Això es vincula a la demanda de les centrals nuclears que s'estan construint o previstes, i perquè ja s'ha utilitzat l'urani que alguns països tenien emmagatzemats per a ús militar i que han estat dirigint a les centrals nuclears (The Economist, 2006). La percepció d'una imminent escassetat ha portat a l'augment en els preus de les comandes d'urani. Així, l'urani ha vist multiplicar per sis el seu preu en els darrers cinc anys, des dels 7,25 \$ per lliura el 2001 als 47,25 \$ el 2006. Més endavant, a la secció 5 analitzarem algunes de les causes d'aquesta evolució dels preus de l'urani.

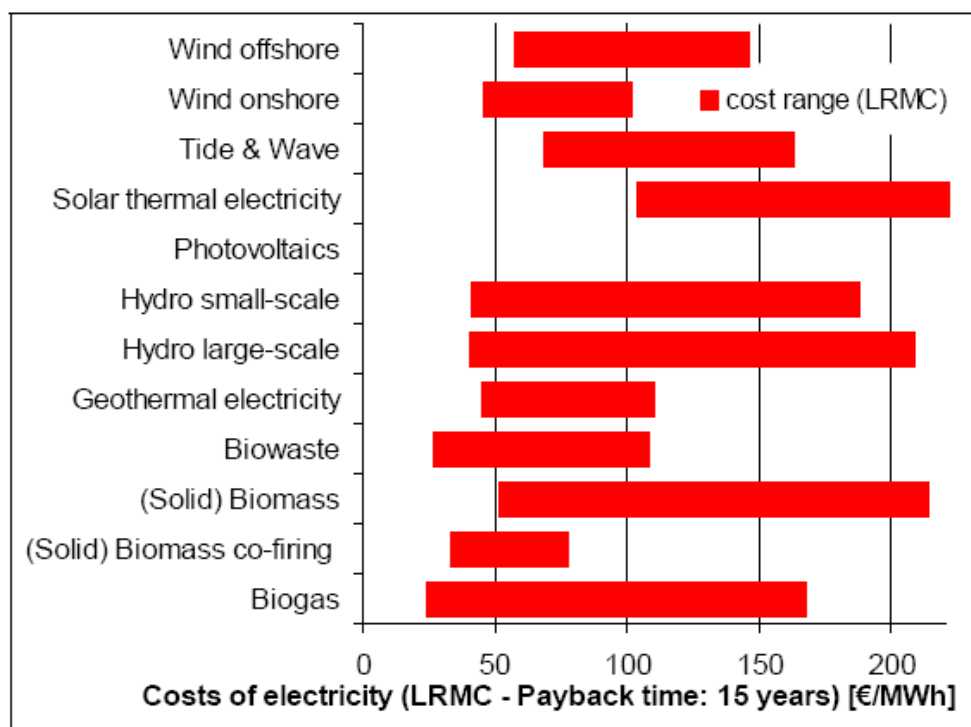
Figura 8: Evolució del preus de l'urani entre 1995 i 2006Font: UIC 2006a⁸⁸ <http://www.uic.com.au/nip36.htm>

2.5. Renovables

En aquest darrer apartat dedicat als preus d'energia primària farem un breu esment dels costos de generació d'electricitat a partir de fonts renovables. El pes de cadascuna d'elles a Catalunya és molt diferent, i va des de la pràcticament saturada capacitat d'aprofitament hidràulic a l'actual increment de la instal·lació de centres de generació eòlica o a l'incipient ús de l'energia geotèrmica. El Bloc 4 analitzarà quina és la situació de cadascuna d'aquestes fonts d'energia actualment a Catalunya.

Exceptuant el cas dels biocombustibles i l'energia solar tèrmica, la principal forma d'utilització d'aquestes fonts és la generació d'electricitat. Aquest és el cas de l'energia hidràulica, l'eòlica, la biomassa, el biogàs, la solar fotovoltaica, la provinent de la incineració de residus sòlids urbans (RSU) i finalment l'energia geotèrmica. Els preus de l'energia generada a través d'aquestes fonts no s'estableixen al mercat internacional, sinó que depenen principalment dels costos de generació i de les condicions establertes a nivell nacional.

Figura 9: Costos de generació d'electricitat a la UE per font renovable



Nota: considerant costos marginals a llarg termini (LRMC) per un període de retorn de 15 anys

Font: Comissió Europea (2005:24)

Tal com s'observa a la Figura 9, els costos de generació de l'electricitat a partir de les diferents fonts d'energia renovables són molt variables i depenen de factors diversos.

L'Agència Internacional de l'Energia (2005) amb una metodologia semblant a la de la UE arriba a conclusions similars. Així, amb els supòsits de vida útil de les plantes de generació de 40 anys, una capacitat utilitzada del 85% i taxes de descompte del 5% i del 10% es calculen els següents valors:

- Eòlica: amb una taxa de descompte del 5%, té uns costos entre 35-95 USD/MWh, tot i que la majoria de centrals estaria per sota de 60 dòlars. Amb un descompte del 10% els costos estarien entre els 45-140 dòlars.
- Mini-hidràulica: amb un descompte del 5% els costos serien entre 40-80 dòlars, i entre 65-100 dòlars amb un 10% de descompte.
- Solar: amb un descompte del 5% els costos estarien al voltant de 150 dòlar/MWh, amb uns 200 dòlars si el descompte fos del 10%.

Per a poder fer-se una idea hem de considerar que els costos de generació elèctrica d'una central de carbó tipus estan entre els 25-50 dòlars/MWh, i en el cas de la generació amb gas entre 37-60 dòlars.

3. Anàlisi de prospectiva de preus

Com hem vist a la secció anterior, l'evolució dels preus del petroli és més aviat erràtica i per tant molt difícil de preveure. Ara bé, es tracta d'una informació molt rellevant per a la política energètica i econòmica d'un país, raó per la qual tots els governs han de fer almenys supòsits sobre l'evolució d'aquests preus. En aquesta secció veurem per una banda les previsions d'alguns organismes oficials com ara l'OCDE, el Departament d'Energia dels Estats Units, la Unió Europea, o la Comissió de l'Energia de Califòrnia, per exemple. Per altra banda, farem un resum molt breu dels principals estudis acadèmics sobre l'estimació dels preus del petroli.

3.1. La versió dels organismes oficials

En general, la major part dels organismes oficials no acostumen a fer anàlisis de prospectiva de preus del petroli, sinó que agafen les previsions de les agències internacionals com l'Agència Internacional de l'Energia (AIE). D'altres vegades es fan directament supòsits de preus futurs, segons les tendències que s'observen, i s'utilitzen per a la generació d'escenaris que els permetin prendre decisions de política energètica o econòmica. Aquest és el cas per exemple, del Govern català, que en el Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 considera una prospectiva del preu del petroli al voltant dels 60 dòlars per barril el 2015 (Generalitat de Catalunya, 2005). Aquest supòsit implica uns preus més alts dels que es troben normalment en altres documents públics.

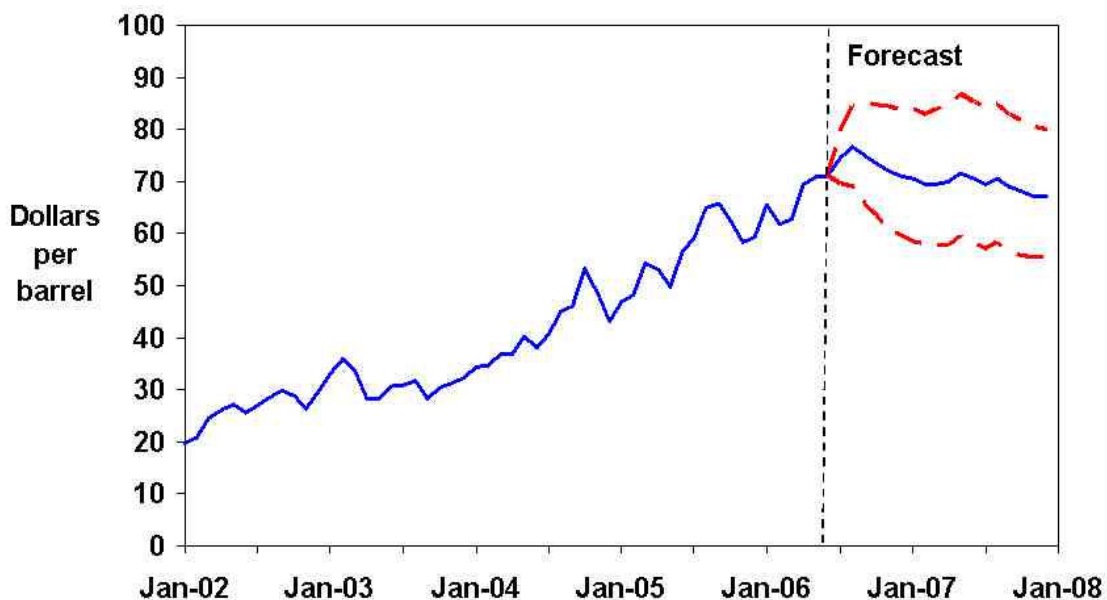
Entre les institucions que sí condueixen aquestes anàlisis de prospectiva es troba el Departament d'Energia dels Estats Units (a través de l'oficina d'informació energètica, o Energy Information Administration - EIA), que publica un informe cada mes sobre l'evolució dels mercats. A l'edició d'agost de 2006 (EIA 2006a) s'afirma que les previsions del preu del petroli WTI es mantindran al voltant dels 70 dòlars. Aquesta baixada respecte a mesos anteriors serà deguda a una menor demanda del que s'esperava per al 2006. Això podria fer augmentar la capacitat ociosa⁹ dels productors fins els 2 milions de barrils per dia (mbd), tots ells corresponents a Aràbia Saudita. Donat que el potencial per augmentar aquesta capacitat és molt limitat a la resta del món, els esdeveniments de Nigèria, Iran, Iraq i Veneçuela seran molt importants en determinar possibles xocs a curt termini en l'aprovisionament de petroli, i per tant en el seu preu.

En qualsevol cas, és molt interessant que fins i tot a curt termini les prediccions del preu del petroli són molt difícils i tenen uns marges d'error massa amples per a poder ser usades definitivament en la generació de polítiques. Per exemple, la Figura 10 ens mostra l'evolució del preu fins el 2008. Amb un marge d'error de només el 5% ens diu que el rang de preus està situat entre 60 i 90 dòlars per barril. Si un govern es troba en un moment crític de decisió, com

⁹ És a dir, la diferència entre el màxim de producció potencial i el realment produït.

ara la generació dels pressupostos, prendre un valor o un altre pot tenir conseqüències molt diferents per a l'economia. És important deixar llavors un marge de flexibilitat, i aplicar el principi de precaució i ser més aviat pessimista en l'evolució dels preus.

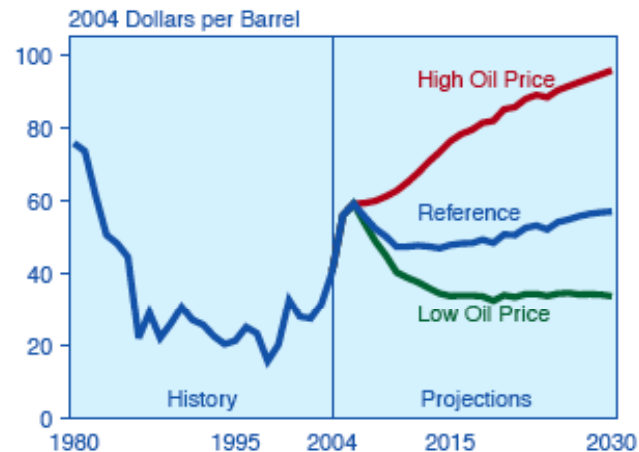
Figura 10: Preu del petroli cru West Texas Intermediate (cas de referència i interval de confiança del 95%)



**The confidence intervals show +/- 2 standard errors based on the properties of the model.*

Font: EIA 2006a

A més llarg termini, les mateixes fonts (EIA 2006c) consideren un rang de preus fins el 2030 que és molt ample, des dels 34 als 96 dòlars per barril (en dòlars constants de 2004) (Figura 11). Com veiem, és molt difícil utilitzar aquestes dades per a treballar amb escenaris de creixement econòmic. Potser és per això que la mateixa font escull un valor mitjà de 57 dòlars per al 2030 i argumenta que s'espera que després dels xocs del 2006, el preu caigui fins a 47 dòlars per barril el 2014 i pugi fins els 57 dòlars, sense donar massa explicacions del raonament que hi ha darrera aquest supòsit.

Figura 11: Tres escenaris de preu del petroli

Sources: History: Energy Information Administration (EIA), *Annual Energy Review 2004*, DOE/EIA-0384(2004) (Washington, DC, August 2005), web site www.eia.doe.gov/emeu/aer/. Projections: EIA, *Annual Energy Outlook 2006*, DOE/EIA-0383(2006) (Washington, DC, February 2006).

Font: EIA (2006c: 32)

Un altre organisme que fa estimacions del preu futur del petroli és la OCDE, utilitzant les dades de l'Agència Internacional de l'Energia (AIE). Segons l'OCDE (2005) l'increment de demanda de petroli esperat per l'AIE per a l'any 2030, que arriba als 120 mbd (AIE 2005), era consistent amb un augment dels preus reals del petroli de 8 dòlars, des del preu mitjà de 21 dòlars que consideraven a l'estudi. Aquest valor hipotètic de 29 dòlars en termes reals, com sabem de la secció anterior, ha estat ja més que traspassat, ja que el 2005 el petroli ja es trobava a més de 40 dòlars en termes reals.

En aquest mateix estudi de l'OCDE, i per tal de calcular els costos que tindrà sobre l'economia un augment sobtat del preu del petroli, es fa una primera aproximació del preu del petroli el 2030. Partint d'un preu de 27,4 \$ per barril el 2003, i assumint que l'estructura percentual de l'oferta de petroli (o quota de mercat) es manté amb l'OPEP proporcionant un 38% del petroli consumit¹⁰, els escenaris de creixement econòmic que vàrem veure al Bloc 1 d'un 3,7% anual per al món, i el fet que els productors traslladaran l'increment de costos de producció al preu final del petroli, s'arriba a un preu del barril per al 2030 de 35\$.

En qualsevol cas, el model preveu que canvis petits a les taxes de creixement econòmic (com ara un creixement d'un 0,5% més del previst) donarien lloc a un augment del preu del petroli de 4,5 dòlars. I si canviés l'elasticitat-renda de la demanda¹¹ de petroli en només un 0,2, això donaria lloc a un augment de 13

¹⁰ Supòsit del tot irreal ja que com veurem a la secció 4 la majoria de l'increment de la demanda futura haurà d'estar suportat per producció als països del Golf Pèrsic, membres de l'OPEP.

¹¹ L'elasticitat-renda de la demanda de petroli ens indica el canvi percentual que es produeix a la demanda de petroli davant d'un canvi percentual en el nivell de renda disponible. En aquest cas, 0,2 vol indicar que davant d'un augment de renda del 10% la demanda de petroli només

dòlars. Aquest fet l'hem de sumar a la incertesa que hi ha sobre la demanda futura dels països en desenvolupament, que normalment tenen una elasticitat-renda de la demanda de petroli superiors. De fet, l'OCDE estima que en el pitjor dels casos (amb una forta demanda per part d'aquests països amb més elasticitat-renda de la demanda) podria donar lloc a un preu del barril de petroli el 2030 de 55 dòlars, en termes reals.

De fet, l'últim Economic Outlook de la OCDE (2006) ja utilitza per al seu escenari econòmic de referència a mig termini fins el 2012 un preu del petroli de 70 dòlars per barril. No obstant, s'atribueix aquest alt preu no a una escassetat creixent del recurs, sinó a qüestions geopolítiques com la situació a Iraq, Iran, Nigèria o Veneçuela, i a la manca d'inversions en nova capacitat d'extracció i refinament, assumint erròniament que els costos d'extracció no tenen perquè pujar davant de recursos cada cop més escassos i difícils d'extreure.

Com veiem, les previsions de preus a futur són molt inestables perquè el preu del petroli depèn de massa variables, per la qual cosa sembla més adient fer escenaris on imposem el canvi en el preu del petroli i veiem les conseqüències sobre la resta de variables.

De fet, el propi Departament d'Energia dels EUA ja ho diu al seu International Energy Outlook (EIA 2006c: prefaci, èmfasi afegit), "les tendències mostrades a l'anàlisi són indicatives de tendències al món real i no pas representacions de resultats del món real. Molts esdeveniments que condicionen els mercats de l'energia són aleatoris i no poden ser anticipats, i el contingut i la periodicitat de les polítiques, així com els supòsits sobre les característiques de la tecnologia futura, la demografia, la disponibilitat de recursos, són *inherentment incerts*".

Tot i així, també la Unió Europea s'anima a fer aquest tipus de previsions. Segons la Comissió Europea (2003), el preu del barril de petroli el 2030 serà de 35 euros, mentre que el del gas serà de 28, 25, i 33 euros per barril equivalent als mercats europeu/africà, americà i asiàtic, amb tendència a que aquestes diferències de preus desapareguin, i el carbó romandrà estable a 10 euros per barril equivalent.

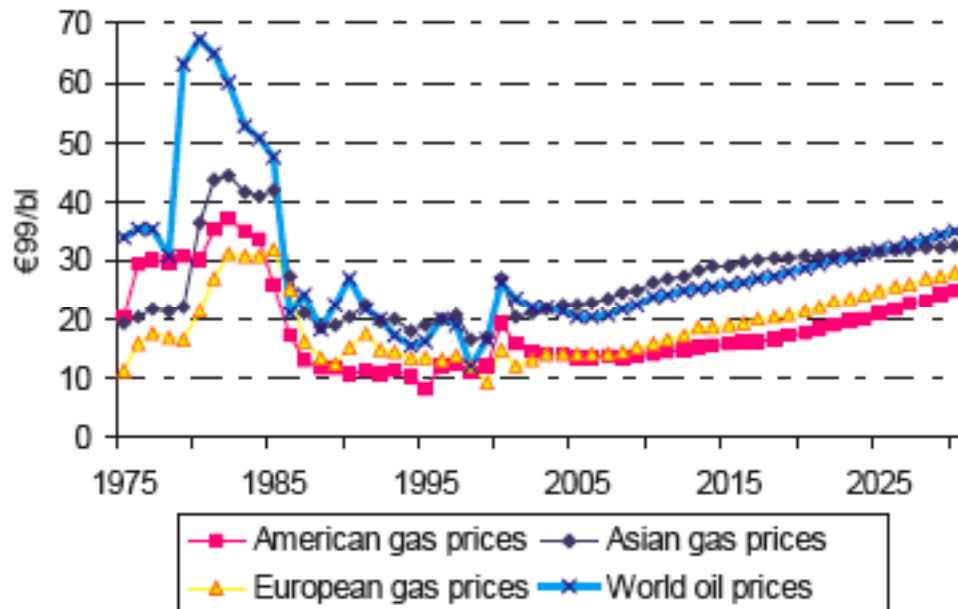
Les previsions de la UE es basen molt en l'evolució de les reserves d'hidrocarburs. Si les reserves de gas augmenten, llavors es podria donar una caiguda dels preus del gas i petroli i majors augments de la demanda. Per contra una disminució de les reserves provocaria un augment de preus del petroli i afavoriria el consum de carbó i la generació amb renovables.

El preu del petroli es calcula a nivell mundial. Es considera que a curt termini depèn fonamentalment de la taxa d'utilització de la capacitat de producció dels països del Golf i que a mig i llarg termini depèn de la relació reserves/producció.

pujaria un 2%. Com diu l'OCDE (2005) el comportament de l'elasticitat renda del petroli és asimètric, sent superior quan pugen els preus que quan aquests baixen.

El preu del gas es calcula per les tres regions mencionades i té dos components: el primer és un factor que segueix el preu del petroli, mentre que el segon depèn de l'evolució en el temps de la relació reserves/producció.

Figura 12: Prospectiva de preus del petroli i del gas segons la UE



Font: Comissió Europea, 2003: 21

Amb aquests supòsits i mètodes, la Comissió Europea (2003) va calcular, amb dades fins el 2003, l'evolució del preu del petroli. Es preveia que aquest caigués des dels nivells alts de 2000 i després pugés fins arribar a 24 euros¹² per barril el 2010, i 35 euros el 2030.

Segons la mateixa font, el preu del carbó és independent del petroli i s'espera que continuï així. En teoria per aquesta font no hi ha problemes de reserves¹³, i el seu preu depèn més dels costos d'extracció i processament.

Per últim, una altra autoritat que regularment fa anàlisi de previsió de preus del petroli és la Comissió d'Energia de l'Estat de Califòrnia (CEC), que va publicar el 2005 un informe sobre l'evolució dels preus del petroli i del gas a llarg termini (CEC 2005). El mateix estudi espera que els preus el 2050 siguin de 57 dòlars per barril a l'escenari de referència, amb un rang d'entre 34 i 87 dòlars depenent del grau de reserves que es consideri, i sense la introducció de mesures efectives de lluita contra el canvi climàtic. La introducció d'aquestes mesures podria reduir la demanda i portar cap a preus més baixos.

Com veiem, els resultats dels diversos estudis són molt diferents, i cap d'ells semblava avançar la pujada de preus que hem vist recentment, per la qual

¹² Euros de 1999 (equivalents a dòlars de 1995).

¹³ Com veurem més endavant sí que hi ha reserves molt limitades, tot i que més grans que les de petroli, però que no han augmentat en els darrers anys.

cosa tenim motius per dubtar de la seva utilitat, més enllà de fer evidents algunes relacions entre l'evolució dels preus i les seves causes.

3.2. La discussió dels preus a nivell científic

Com hem vist a la secció anterior, les previsions sobre el futur preu del cru són molt difícils de justificar i diferents institucions arriben a resultats molt diferents. En aquesta secció revisem què s'ha dit a la literatura científica en els darrers anys sobre els preus del petroli. És interessant fer notar, però, que a mesura que el preu del petroli ha anat augmentant s'han trobat menys articles que proven d'analitzar les causes i mirar cap al futur, fet que potser reflecteix la complexitat de la previsió dels preus. En qualsevol cas, els resultats que mostrarem permeten veure la gran heterogeneïtat que hi ha en el camp de la prospectiva de preus de l'energia i del cru en particular.

En general la majoria dels estudis no miren tant de predir quin serà el preu del cru en el futur sinó d'analitzar l'impacte que algunes variables poden tenir sobre aquest preu futur. Les variables més utilitzades per a descriure aquest comportament són: el creixement econòmic, l'elasticitat-renda de la demanda de petroli, els inventaris o estocs de petroli que mantenen els diferents països, les reserves de petroli que queden, el creixement de la població esperat, el grau d'urbanització de les societats i l'augment del nivell de vida de les mateixes, la quota de la OPEP al mercat mundial, així com la capacitat de producció i refinament utilitzades.

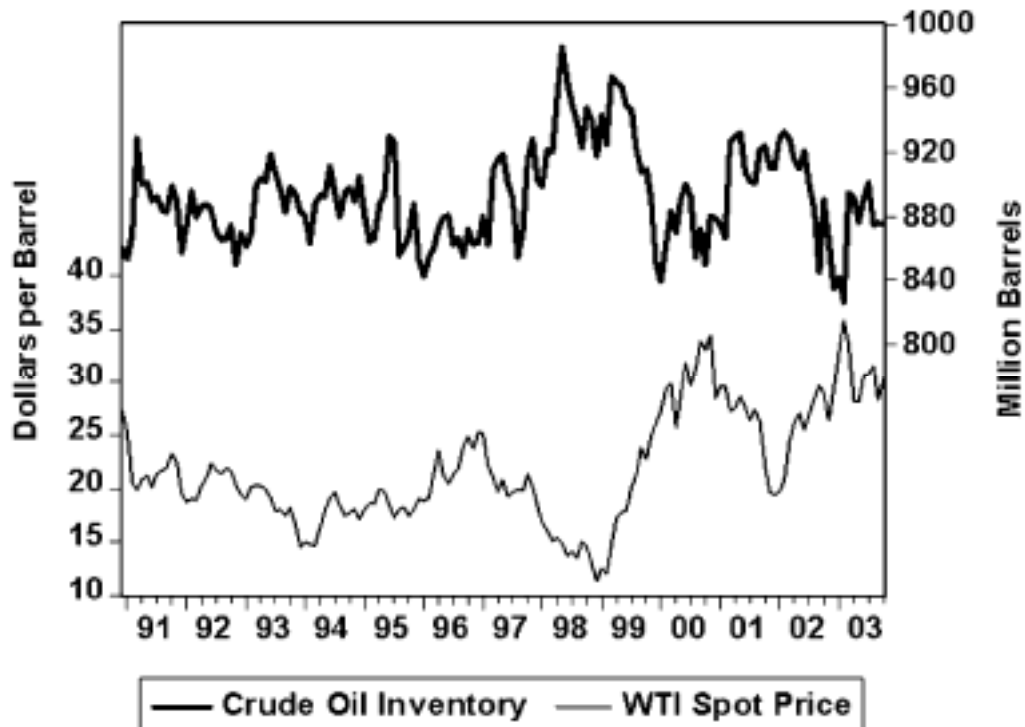
Deés i altres (en premsa) estimen la variació del preu del petroli que es correspon a canvis en diverses variables com ara la quota de mercat de l'OPEP al mercat mundial, la capacitat de producció utilitzada, i els inventaris o estocs de l'OCDE en número de dies, etcètera, però no formulen hipòtesis de futur. Aquesta és la tònica entre les anàlisis científiques, tot i que hi ha algunes excepcions.

Yousefi i Wirjanto (2004) expliquen la creixent volatilitat dels mercats pel fet que cada cop hi ha més producció que no prové de l'OPEP, i pel fet que els contractes s'hagin escurçat, augmentant els de curt termini, fet que fa que els preus *spot* o al comptat siguin més importants a l'hora de determinar la producció. En aquest context, però, no tots els països actuen igual. Alguns, com Aràbia Saudita, són en realitat els països que marquen els preus, mentre que altres productors més petits serien a la pràctica els que han d'acceptar els preus.

Un resultat interessant per a la determinació dels preus a nivell mundial és el trobat per Ye et al. (2006) que estableix una causalitat unidireccional entre el nivell de reserves estratègiques dels països de l'OCDE i el preu del cru WTI. És a dir, a més quantitat de reserves, més baix seria el preu del petroli (veure Figura 13). Tot i trobar aquesta relació de causalitat, es tracta d'una relació a molt curt termini, per la qual cosa només la poden fer servir per a fer previsions de preus del petroli a tres mesos vista, i amb un rang d'incertesa de 6,32

dòlars. Aquesta relació, però, no es donaria al nivell de país individual. En aquest cas el preu del petroli és el que determinaria el nivell de reserves estratègiques d'un país en qüestió.

Figura 13: Inventaris de cru de l'OCDE i preu al comptat del WTI



Font: Ye et al., 2006: 2737

Skeer i Wang (en premsa) analitzen l'impacte de l'increment de la demanda de petroli xinesa deguda al transport sobre el preu mundial del petroli. Aquests autors afirmen que només aquest increment ja seria el responsable d'una pujada del preu del petroli el 2020 d'un dòlar per barril més que si aquest increment no es donés, en cas que es fessin les inversions necessàries per a fer front a l'augment de la demanda (veure Secció 6.3. per a més detalls en les inversions necessàries), o d'uns 4,60 dòlars si no es fessin.

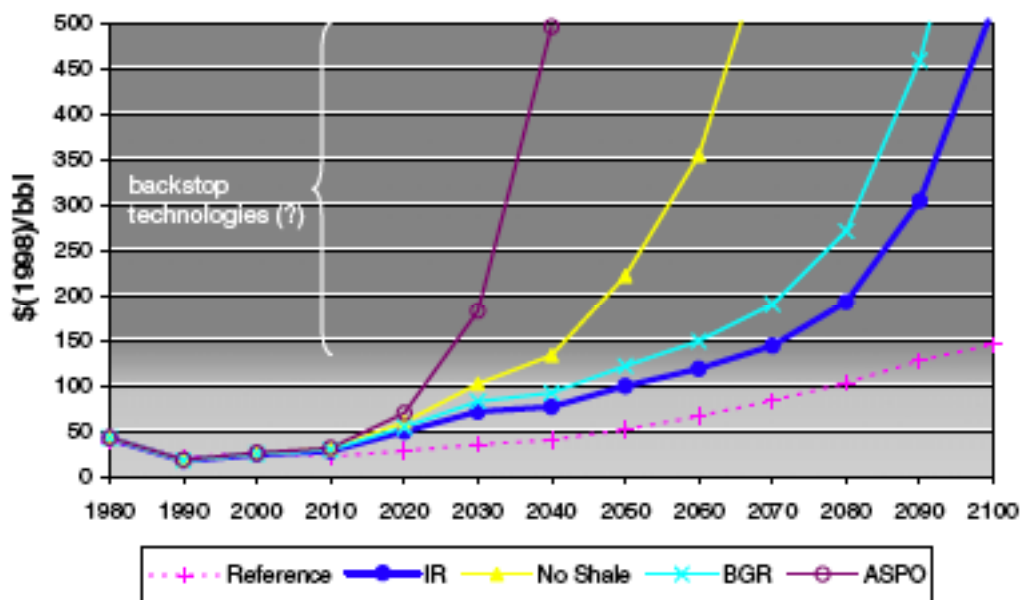
Un dels intents més interessants trobats en els darrers temps per a explorar l'evolució futura dels preus del petroli és el treball de Rehl i Friedrich (2006). Aquests autors usen el model LOPEX (Long-term Oil Price and EXtraction) que genera escenaris a llarg termini sobre la demanda i oferta futura de petroli i els preus corresponents fins l'any 2100. El model usat presumeix que l'OPEP funciona com un càrtel perfecte (fet que evidentment no és així en realitat) i que la resta de productors són preu-acceptants i no poden interferir gaire en el preu final del petroli. Aquest segon supòsit no és tan estrany, especialment si considerem que la majoria de les reserves es troben localitzades a Orient Mitjà.

Amb aquestes consideracions i usant els costos d'extracció/producció com a fonts generadores del preu del petroli, els resultats obtinguts són molt més alts que en altres casos. Això és el resultat del fet de considerar els recursos com a

finits, introduint el comportament de l'extracció segons corbes de Hubbert, a diferència d'altres models que consideren el recurs com a infinit.

La Figura 14 presenta diferents escenaris del preu del cru fins el 2100 en dòlars per barril de 1998. L'escenari de referència és el que hem explicat abans amb l'OPEP com a entitat que marca els preus, que serien basats en els costos de producció. L'escenari IR implica noves troballes de petroli degudes a millores tecnològiques, BGR és l'escenari plantejat per les autoritats alemanyes, i ASPO és l'escenari de l'Associació per a l'Estudi del Peak Oil, que es basa en Campbell (2002).

Figura 14: Evolució del preu del cru sota diversos escenaris del model LOPEX



Font: Rehl and Friedrich 2006: 2424

En realitat, però, uns preus tan alts com els indicats per l'estudi segurament donarien lloc a canvis estructurals a l'economia que farien que es trobés una solució abans d'esgotar el recurs, però a un preu molt elevat. En teoria, el preu del petroli a llarg termini igualaria el d'una tecnologia de substitució, la famosa backstop technology (Nordhaus 1979) que per definició: (a) pot substituir el petroli en tots els seus usos (b) a un cost marginal (c) sense límits en la seva base de recursos. Aquest enfocament, però, no és massa convincent, sobretot quan tenim en compte que es basa en trobar aquesta tecnologia que sigui un substitut perfecte del petroli, que ningú pot garantir que existeixi.

Els mateixos autors parlen de la possibilitat de que l'hidrogen produït a partir d'hidroelectricitat podria substituir una part substancial del petroli amb un preu del petroli de 100 dòlars per barril. Això, però, està assumint que la nova disponibilitat d'energia no es consumirà sinó que anirà a substituir consum de petroli, situació que encara no s'ha donat mai.

A més, aquests autors no estan considerant que els productors de petroli (les empreses petroleres) segurament voldran vendre tot el petroli abans que arribi aquesta tecnologia que el substitueixi, per la qual cosa podem esperar fluctuacions del preu del cru per acomodar-se a la demanda.

Contràriament al que preveuen altres entitats com ara l'AIE o el Departament d'Energia d'Estats Units, l'OPEP no tindria un incentiu econòmic per a augmentar la seva quota de mercat en el futur significativament per sobre del 50%, almenys mentre l'elasticitat-preu de la demanda de cru no augmentés significativament. Si no es donés aquest augment de producció i de quota de mercat, el preu del petroli pujaria encara més del previst.

Horn (2004) de l'Institut Alemany d'Investigacions Econòmiques argumentà que un preu per sobre dels 30 dòlars per barril no es mantindria per a un període llarg de temps, ja que estimularia la producció de combustibles líquids a partir de les sorres enquitranades i del carbó. Aquest resultat, però, es basa en què la producció dels països fora de l'OPEP creixerà i farà front a la demanda, fet que com veurem més endavant en aquest Bloc, no es dona en absolut, i que explica que el preu hagi superat les seves prediccions.

Altres autors no parlen només de l'evolució dels preus sinó del cim del petroli. Així, Guseo et al. (2006) estimen que el cim de producció de petroli es produirà el 2007, i que el 2019 el 90% del petroli s'haurà esgotat, i el 95% el 2023, un cop ajustat el seu model als canvis que es varen donar en resposta a les dues crisis del petroli.

Des d'un punt de vista de generació de polítiques els mateixos autors alerten que, tot i que no es pot dir que el petroli sigui impossible de substituir, el cas és que quan esgotem el petroli es produiran una sèrie de canvis a la societat que seran més aviat sobtats, discontinus, per la qual cosa es proposa que les societats mantinguin un elevat grau de flexibilitat que permeti reaccionar davant aquest canvis, i fins i tot avançar alguns d'aquests.

3.3 Conclusió

Després de revisar tant els preus utilitzats per diverses institucions com articles científics que proven de fer una prospectiva del preu del cru en el futur immediat i a llarg termini, la conclusió que podem treure és que es tracta d'una realitat massa complexa per a ser reduïda a previsió per mitjà de models. Podem veure les relacions entre variables com ara l'evolució de la demanda, les reserves, o l'elasticitat-preu de la demanda que ens reflecteix la capacitat d'adaptació de la societat, però sempre deixarem fora del model moltes variables que són rellevants per tal d'explicar el comportament dels preus i que són més aviat de caràcter polític, com ara les relacions bilaterals dels països productors i compradors, i altres factors d'inestabilitat política. Per tant, el més assenyat des d'un punt de vista de generació de polítiques és adoptar una postura de precaució, considerant preus alts del petroli que ens puguin induir a canvis de polítiques energètiques i altres per a reduir la dependència i per tant

la factura energètica. Això es complementaria amb una anàlisi de sensibilitat que inclogués diversos escenaris econòmics amb diferents preus del petroli, per tal de veure els impactes sota els diferents escenaris.

4. Evolució dels preus de l'energia final a Catalunya

Aquesta secció presenta els preus actuals de les principals fonts d'energia final que s'utilitzen a Catalunya i la tendència que aquests han tingut en els darrers anys. Les fonts d'on provenen les dades són principalment informes i butlletins periòdics d'organismes oficials, que recullen les estadístiques de preus. Cal recordar que el sector energètic es troba en procés de liberalització, per la qual cosa actualment conviuen algunes tarifes fixades i altres de liberalitzades. Per a la majoria de paràmetres que es presenten no hi ha estadístiques que es centrin en Catalunya, per la qual cosa es presenten les dades corresponents a l'Estat espanyol, que seran comparades en molts casos amb la situació a la resta de països de la UE.

Els preus d'energia final que s'inclouen corresponen en primer lloc als derivats del petroli, principalment carburants (benzina, dièsel), gasos líquids del petroli o GLP (butà i propà) i fuel-oil. En segon lloc es presenten els preus del gas natural, tant d'ús domèstic com industrial, comparant amb els preus de la UE. Finalment es mostren preus del sector elèctric.

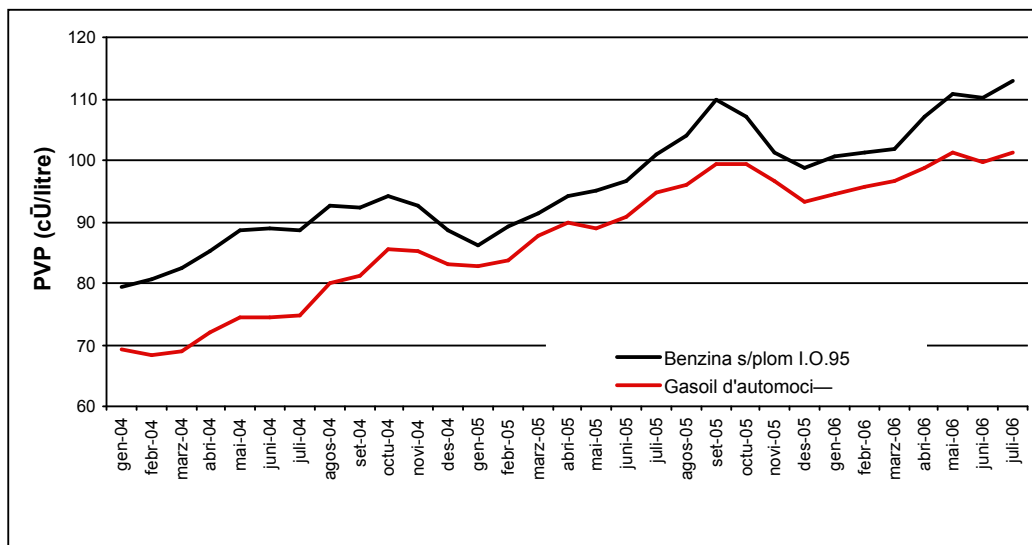
4.1. Preus dels derivats del petroli: benzina, diesel, GLP i fuel-oil

Els preus dels carburants (benzina i gasoil) estan actualment liberalitzats, per la qual cosa cada estació de servei que hi ha a Catalunya pot oferir preus diferents. La Figura 15 mostra els preus mitjans mensuals de venda al públic¹⁴ per als darrers dos anys i mig per a la benzina i el gasoil d'automoció.

Els preus mostren una evolució oscil·lant i una tendència lleugerament a l'alça, amb alguns pics importants que es situen al novembre del 2004 i sobretot al setembre del 2005. També s'observa a la gràfica l'efecte de l'aplicació a Catalunya de l'anomenat "cèntim sanitari", l'agost del 2004. Després dels pics els preus baixen però mai arriben als nivells anteriors, sinó que van consolidant la tendència a preus cada cop més alts. El preu del gasoil sempre es troba lleugerament per sota del preu de la benzina, tot i que la distància s'eixampla quan els preus de la benzina pugen. Cal dir que les dades de la Figura 15 són en preus nominals i incloent els impostos. La Figura 17, més endavant, ens mostrarà els preus abans d'impostos per a la benzina eurosúper sense plom de 95 octans, i el gasoil d'automoció.

¹⁴ Des de l'any 2000 es publiquen els preus dels carburants a les estacions de servei a tot l'Estat espanyol en una pàgina web, gestionada pel Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç (MITIC), que inclou els preus de 8.000 estacions de servei. A partir d'aquestes dades es realitzen els informes on es presenten dades mitjanes mensuals per comunitats autònomes. L'adreça web és: <http://www6.mityc.es/energia/hidrocarburos/carburantes/>

Figura 15: Evolució dels preus mitjans de venda al públic per a benzina i gasoil d'automoció a Catalunya (entre gener 2004 i juliol 2006)



Font: Elaboració pròpia a partir dels informes mensuals del (MITiC)¹⁵

Els preus finals dels carburants es formen en funció de tres factors: la cotització internacional del cru i productes derivats del petroli; els impostos vigents; i el marge de distribució i comercialització que estableixin les diferents empreses. Aquest marge pot variar en funció de la localització geogràfica (nucli urbà, carretera, etc), les relacions entre les companyies petroleres i les estacions de servei, l'existència de promocions i polítiques de marketing, etc.

Els preus mitjans de carburants a Catalunya es situen habitualment lleugerament per sobre de la mitjana de l'Estat espanyol, tot i que això no passa si mirem el preu abans d'impostos (PSI, preu sense impostos). Les dades també indiquen que durant l'últim any la benzina eurosúper s'ha encarat més que el gasoil.

Taula 1: Preus mitjans de la benzina i el gasoil a Catalunya i Espanya

		Juliol 2005		Juliol 2006		Variació interanual
		PSI (c€/l)	PVP (c€/l)	PSI (c€/l)	PVP (c€/l)	PVP
Benzina eurosúper s/plom I.O.95	Catalunya	45,1	101,0	55,5	113,0	12%
	Espanya	45,31	99,28	55,61	111,77	13%
Gasoil	Catalunya	50,0	94,9	55,4	101,1	7%
	Espanya	50,14	92,99	55,53	99,62	7%

Font: Elaboració pròpia a partir dels informes mensuals del MITiC

¹⁵ "Informe mensual de Precios de Carburantes y Combustibles". Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç - MITiC, 2006.

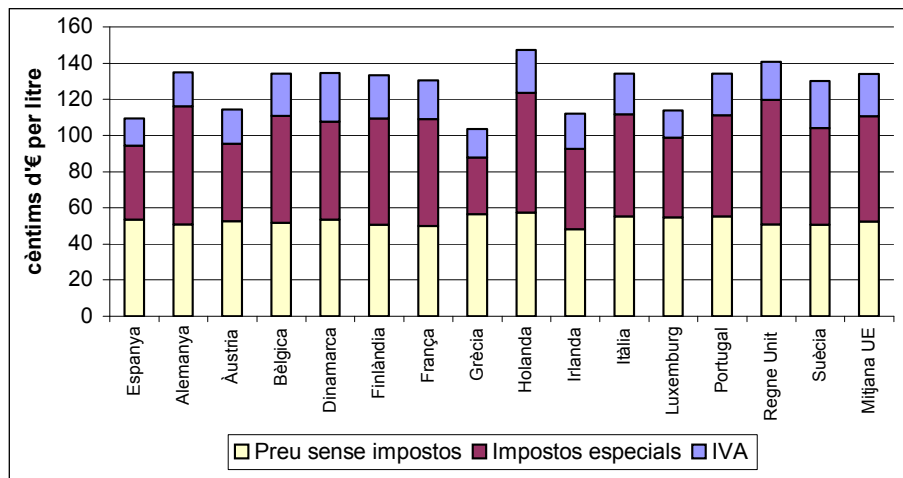
Pel que fa a la fiscalitat, a Catalunya els combustibles estan gravats per tres impostos: l'impost especial d'hidrocarburs, que és de 40 cèntims d'euro per litre en el cas de la benzina i de 29 c€ per litre en el gasoil; l'IVA, que és d'un 16%; i finalment, l'impost de vendes minoristes de determinats hidrocarburs (IVMDH). Aquest té un tram estatal, fix, i un altre que pot establir cada comunitat autònoma, l'anomenat 'cèntim sanitari', ja que es destina a la millora del finançament de la sanitat pública. A Catalunya es va començar a aplicar l'1 d'agost de 2004¹⁶, i és de 2,4 cèntims d'euro per litre de benzina, i de 0,6 cèntims el litre pel gasoil.

Així doncs, amb els preus actuals al voltant d'un 55 a 50% del preu final de venda al públic de la benzina està format pels impostos especials i l'IVA, una mica menys (al voltant del 40 a 45%) en el cas del gasoil.

Si ho comparem amb els preus dels combustibles als altres països de la UE (Figura 16), tant el preu mitjà de la benzina sense plom com el de gasoil d'automoció que es ven a Catalunya i Espanya es troben entre els més baixos d'Europa. Una de les raons es troba en la menor càrrega fiscal, que a Europa representa un 60% del preu del combustible, en el cas de la benzina, i al voltant del 54% en el cas del gasoil.

Figura 16: Comparativa de preus de la benzina sense plom a la UE

Font: CORES (2006:14)



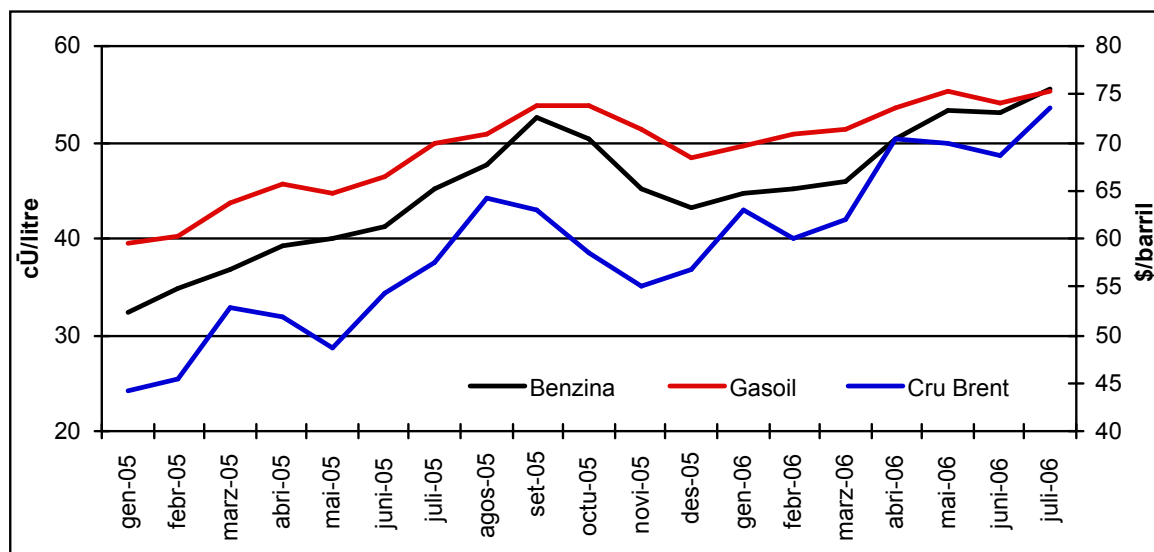
L'augment dels preus del carburant està relacionat amb l'augment del preu del petroli, tot i que la relació no és immediata. Si mirem les dades de la Figura 17, que mostra els preus mitjans mensuals sense impostos dels principals carburants i els del petroli, veiem que les oscil·lacions dels combustibles són més suaus (es resisteixen a baixar els preus) i que hi ha un cert marge de temps entre una i altra, que un estudi recent del Banc Central Europeu situa en una o dues setmanes a la zona euro¹⁷. Tot i això, cal tenir en compte que el

¹⁶ A part de Catalunya, fins el 2006 aquest impost s'ha desenvolupat també a Galícia, Astúries, Madrid, Castella-la Manxa i Comunitat Valenciana.

¹⁷ Citat a l'Informe mensual econòmic de La Caixa, número 284. Octubre 2005.

petroli es cotitza en dòlars i per tant és important el tipus de canvi amb l'euro alhora de valorar l'impacte que el preu del cru té en els carburants. Finalment, les pujades i baixades de preu en el combustible abans d'impostos estan modulades pel fet que els impostos especials sobre els hidrocarburs estan establerts en una quantitat fixa per litre, i per tant el percentatge d'augment per litre de carburant és inferior en el preu final al que tenia en el preu sense impostos.

Figura 17: Preu sense impostos de benzina i gasoil, i preu mitjà mensual del cru Brent (gener 2005-juliol 2006)



Font: Informes mensuals del MITIC

D'altra banda, s'observa que els marges entre el preu del cru i el preu dels carburants es va fent cada cop més petit, el que implicaria que els marges de benefici de les empreses petroleres per refinament s'han anat reduint. Això està compensat, i amb escreix, pel fet que l'augment del preu del cru ha estat molt gran, i molt superior a l'augment dels costos d'extracció de petroli. Això explica que els beneficis dels darrers anys d'empreses que tenen una part important del negoci en l'extracció, com Repsol-YPF, hagin estat espectaculars¹⁸. Això mateix passa en el cas de les empreses gasístiques.

Preus de GLP

Els preus dels gasos liquats del petroli (GLP) estan en la seva major part liberalitzats des de 1998¹⁹. Això és així per al GLP a dojo per a usuaris finals, GLP per automoció i el subministrat a empreses envasadores d'envasos

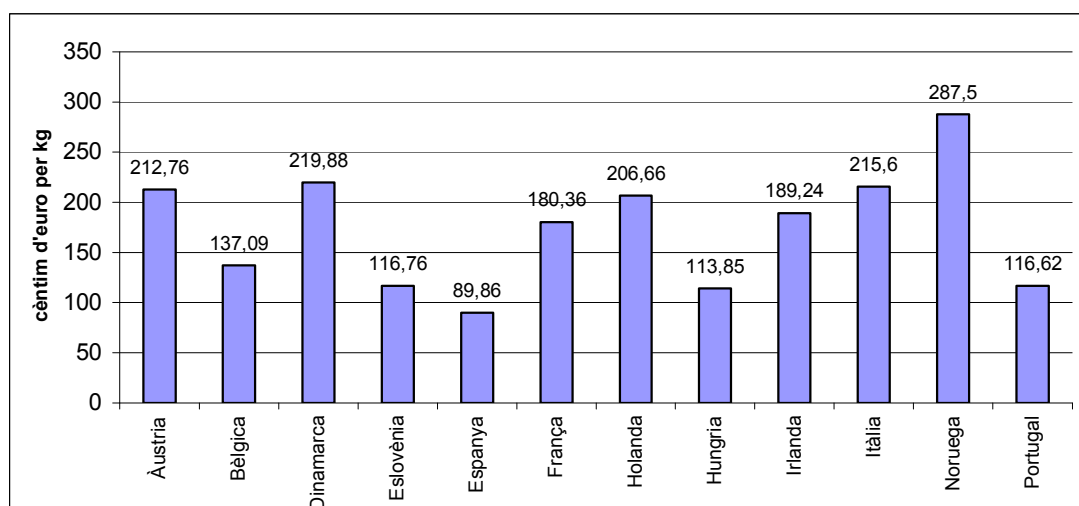
¹⁸ Per exemple, Repsol YPF va obtenir un benefici net de 1.782 milions d'euros el primer semestre de 2006, un 10% més que l'any passat, segons informació oficial de l'empresa.

¹⁹ Els preus dels GLP a granel (a dojo) estan liberalitzats segons l'ordre de 16 de juliol de 1998, per la que s'actualitzen els costos de comercialització del sistema de determinació automàtica de preus màxims de venda dels GLP i es liberalitzen determinats subministraments (BOE 18-07-1998).

populars. Per contra, tant els envasos de butà o propà com el propà que es canalitza per a usuaris finals tenen preus màxims fixats pel govern de l'Estat espanyol. Aquests preus s'estableixen per decret i són tarifes màximes de venda a l'usuari, úniques per a tot el territori de l'Estat, que s'actualitzen quan les condicions ho requereixen (a la pràctica aproximadament cada trimestre). Les darreres dades mostren un augment continuat de preus màxims. Així, si la bombona de butà de 12,5 kg tenia un preu màxim autoritzat de venda al públic de 9,28 euros l'abril del 2005, un any després es va situar en 12,35 euros (és a dir, una pujada del 33%).

En relació a la resta de països europeus, els preus mitjans de venda a l'Estat espanyol són els més baixos d'Europa, tot i que en el cas espanyol els preus inclouen el repartiment a domicili i a la majoria d'estats europeus aquest no està inclòs²⁰.

Figura 18: Preu mitjà dels gasos líquats del petroli envasats (dades de gener de 2006) a Europa



Font: Elaborat a partir de CORES (2006)

Fuel oil

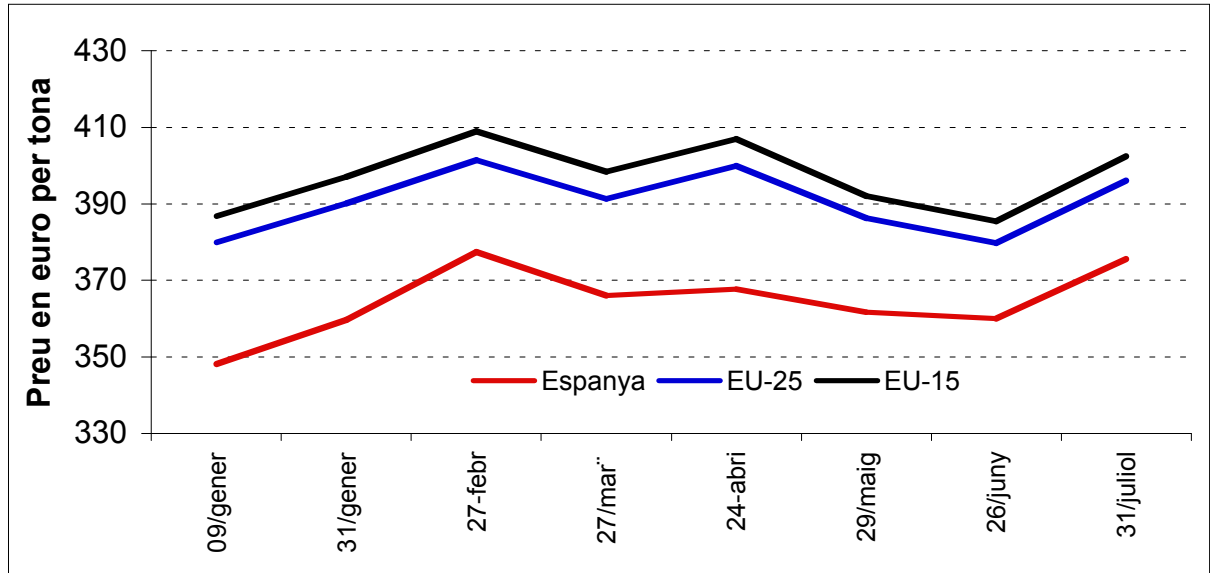
Finalment, pel que fa al fuel-oil, combustible per a calderes i forns d'ús industrial i per a motors de cogeneració, a l'Estat espanyol s'utilitza el BIA (baix índex de sofre), amb un contingut de sofre inferior a l'1%. El butlletí del petroli de la Comissió Europea publica els preus setmanals per aquest i d'altres combustibles a tots els països de la UE²¹. El següent gràfic mostra l'evolució dels preus els set primers mesos del 2006, que presenten oscil·lacions però on s'observa una tendència general a pujar. Els preus del fuel-oil abans d'impostos a l'Estat espanyol estan per sota tant de la mitjana de preus del conjunt de 25 països de la UE i com de l'antiga UE-15. Els tres indicadors segueixen les

²⁰ Segons el Boletín estadístico de hidrocarburos, CORES, maig 2006.

²¹ http://ec.europa.eu/energy/oil/bulletin/index_en.htm

mateixes fluctuacions però van convergint a poc a poc (es passa d'uns 30/37 euros de diferència el mes de gener a uns 20/25 el juliol).

Figura 19: Preu del fuel-oil a Espanya, UE-15 i UE-25 l'any 2006 (PSI)



Font: Elaborat a partir de "Oil Bulletin" de la Comissió Europea

4.2. Gas Natural (industrial, domèstic)

Pel que fa al gas natural destinat al consum, les tarifes màximes estan establertes pel Ministeri d'indústria, turisme i comerç²². Cal distingir entre el que es destina a usos domèstics i comercials (pressió inferior o igual als 4 bars) i el que va dirigit a usos industrials, que es serveix a una pressió de més de 4 bars. En tots dos casos els preus han seguit una tendència a l'alça, amb contínues pujades de preus (l'any 2005 el preu màxim per a gas natural es va pujar fins a 4 vegades), per tal d'incorporar la forta pujada del gas natural els darrers anys (veure apartat 2.3).

En el cas del gas natural per a ús domèstic, com mostra la Taula 2, la diferència de preu entre l'1 de gener de 2005 i l'1 de gener del 2006 és de gairebé un cèntim d'euro per kWh.

²² La web del departament de treball i indústria de la Generalitat conté un *Observatori de l'energia*, on es poden trobar els fulls informatius de preus de l'energia, que es van actualitzant. <http://www.gencat.net/treballiindustria/observatorigeneral/energia/index.html>

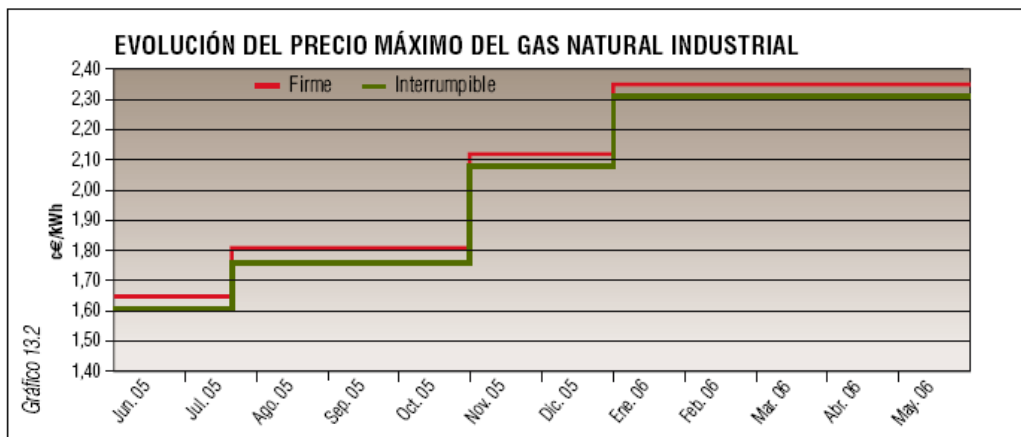
Taula 2: PVP màxim gas natural domèstic/comercial (en c€/kWh)

Data	Tarifa 3.1 (3.000 kWh/any)	Tarifa 3.2 (12.000 kWh/any)
20 jul. 2004 - 18 oct. 2004	5,7405	4,4835
19 oct. 2004 - 31 gen. 2005	5,8263	4,5692
1 feb. 2005 - 18 abr. 2005	5,8331	4,5761
19 abr. 2005 - 18 jul. 2005	5,894	4,637
19 jul. 2005 - 27 oct. 2005	6,0728	4,8159
28 oct. 2005 - 31 des. 2005	6,4348	5,1778
1 gen. 2006 - 31 mai. 2006	6,7099	5,3984

Font: CORES (2006:13)

Ara bé, allà on els preus del gas natural s'han pujat més és en el destinat a la indústria (Figura 20). En un any el preu ha augmentat prop d'un 50%, passant d'un preu màxim de 1,61 c€/kWh per a la tarifa sense-interrupcions vigent el mes de maig de 2005 fins a 2,31 c€/kWh establert el gener de 2006.

Figura 20: Evolució del preu màxim del gas natural industrial



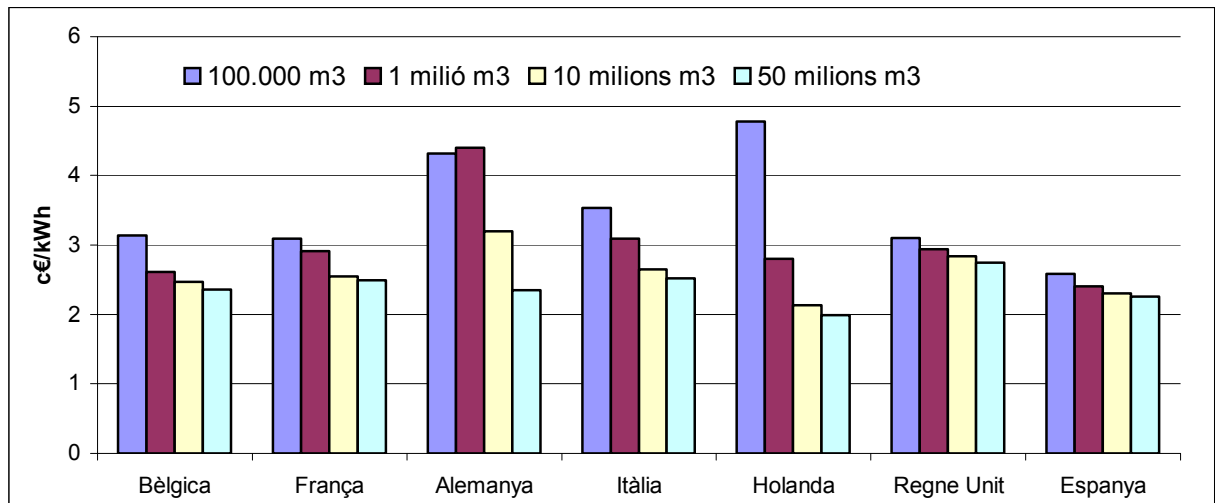
Font: CORES (2006)

Tot i això, en comparació amb altres països europeus el preu del gas natural d'ús industrial continua sent un dels més baixos, com mostra la Figura 21, que compara diversos països de la Unió Europea l'any 2006.

Finalment, cal dir que el sistema gasista espanyol està en procés de liberalització, que es preveu que es completi l'1 de gener de 2008. En aquesta data desapareixerà l'actual sistema de tarifes regulades, tot i que es crearà una tarifa especial anomenada "tarifa d'últim recurs", a la qual s'hi podran acollir els consumidors que ho sol·licitin per no poder fer front als preus del mercat lliure²³.

²³ Segons l'avantprojecte de llei sobre normes comunes per al mercat interior del gas, presentat al Congrés dels Diputats l'1 de setembre de 2006, que completa la transposició de la Directiva 2003/55/CE.

Figura 21: Preus del gas natural industrial a països de la UE

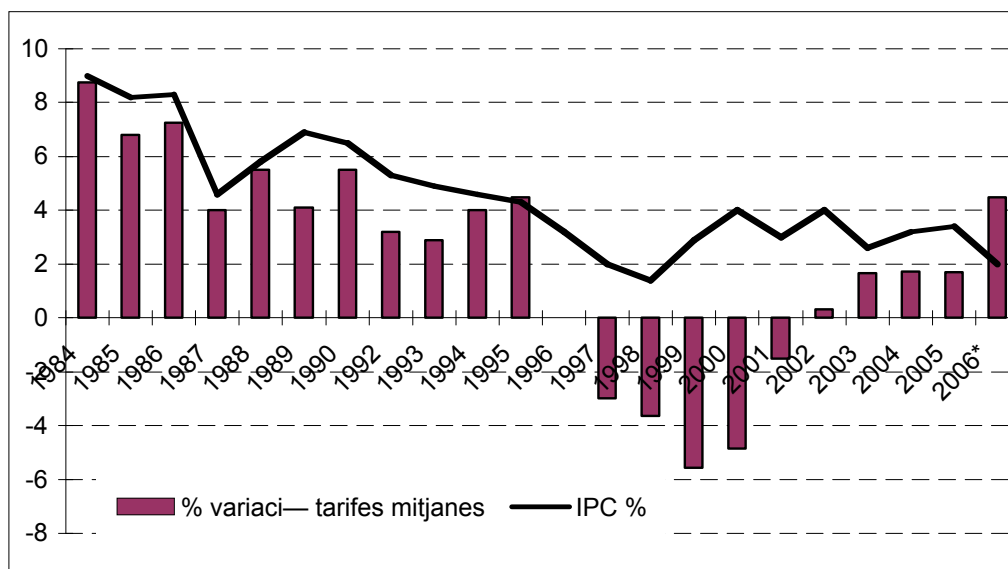


Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de CORES (2006)

4.3. Electricitat

L'evolució del preu mitjà de l'electricitat en els últims vint anys mostra que la tarifa elèctrica ha anat baixant en termes reals. La Figura 22 presenta les pujades de preu comparades amb la pujada de preus de l'IPC. Els increments aprovats cada any (excepte el 1991) són inferiors als increments de l'IPC registrat, per tant en termes reals la tarifa ha baixat. Fins i tot entre 1997 i 2001 hi ha un creixement negatiu.

Figura 22: Variació del preu mitjà de la tarifa elèctrica a l'Estat espanyol



* l'IPC previst el 2006 és d'un 2%

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de la web del MITiC²⁴

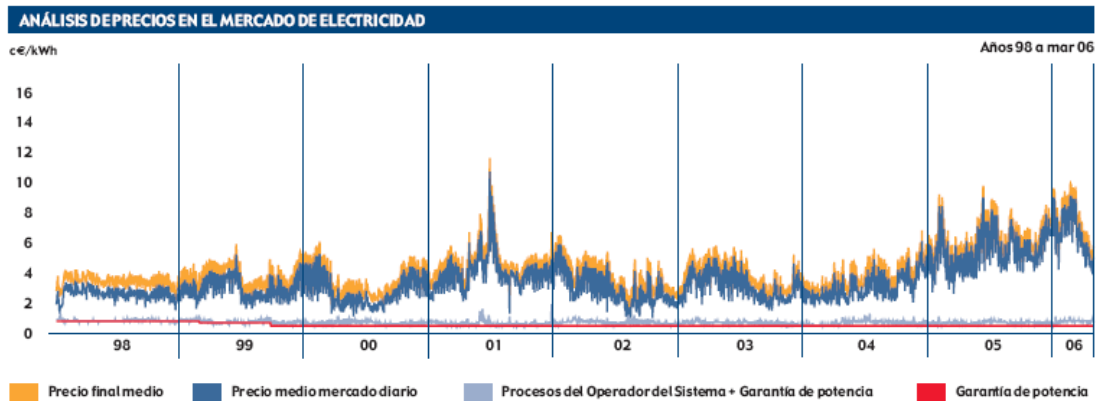
²⁴ <http://www.mityc.es/Electricidad/Seccion/Tarifas/Descripcion/Variacion/variacionPrecio.htm>

Igual que en el cas del gas, el sector elèctric espanyol està en vies de liberalització, a partir de l'aprovació de la llei del sector elèctric l'any 1997 (Llei 54/1997, de 27 de novembre), que transposa la Directiva 96/92/CE a l'ordenament jurídic espanyol. Es mantenen regulades les activitats de transport i distribució, mentre que es liberalitzen la generació i comercialització. El gener de 2003 es va completar la liberalització del mercat, la qual cosa significa que tots els consumidors (que actualment són més de 88.800, connectats a l'alta tensió i 23,3 milions de consumidors domèstics i comercials de baixa tensió) poden optar per acollir-se a alguna modalitat de contractació lliure mitjançant contractes amb empreses comercialitzadores, acudint directament al mercat organitzat o mitjançant contractes bilaterals amb productors. L'Estat espanyol es converteix així en un dels 9 països de la UE on s'ha arribat a la llibertat d'elecció de subministrador a la totalitat dels seus consumidors, que la Directiva 2003/54/CE preveia per a 2007. Tot i això, es manté encara l'existència d'una tarifa elèctrica regulada, que el govern actualitza anualment o quan les circumstàncies especials ho aconsellen, previs tràmits i informes oportuns. La tarifa regulada és actualment inferior a la que les empreses comercialitzadores poden oferir als usuaris que opten pel "mercat lliure", ja que els preus de l'electricitat al mercat majorista han pujat molt. Així, després d'un període d'expansió de les empreses comercialitzadores, actualment moltes estan deixant aquesta part del negoci ja que no poden fer front a les tarifes regulades²⁵.

A banda de les tarifes elèctriques dirigides als usuaris finals, podem parlar també del preu de l'electricitat en el mercat majorista, que gestiona actualment l'empresa OMEL (Operadora del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español S.A.). Els preus han anat pujant en els darrers anys, tal com mostra la Figura 23. Aquests reflecteixen en part la pujada dels preus de les matèries primeres energètiques (petroli, gas, carbó) al mercats internacionals, que han situat els preus al mercat majorista de l'electricitat el 2005 a nivells més elevats que el 2004 (OMEL, 2006). El preu horari final mitjà s'ha situat l'any 2005 en 6,049 c€/kWh, el més alt dels darrers 5 anys, amb l'evolució que mostra la Figura 24. Durant la primera part de l'any, el preu es va situar per sobre dels preus dels principals mercats organitzats europeus. Aquest fet es pot explicar per la baixa capacitat de generació d'energia hidràulica (deguda a la sequera), i la no disponibilitat temporal de dues de les centrals nuclears. En el segon semestre es va anar tendint progressivament cap a la banda mitjana dels preus centroeuropeus (OMEL, 2006).

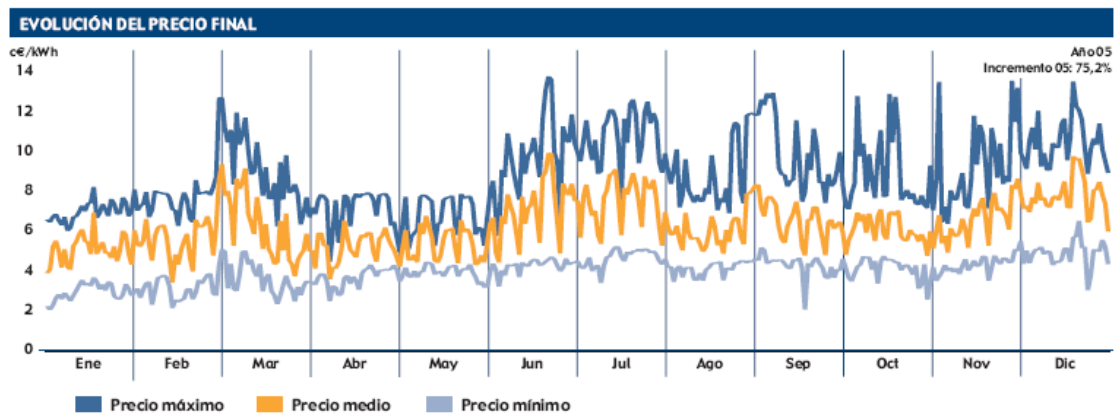
²⁵ Això és així tant per a empreses comercialitzadores "petites", com Electranorte, dedicada a la generació i comercialització d'energies renovables, com amb grans empreses com Gas Natural, que ha anunciat que deixarà de comercialitzar electricitat ja que no pot oferir preus competitiu.

Figura 23: Evolució dels preus al mercat majorista de l'electricitat



Font: OMEL (2006)

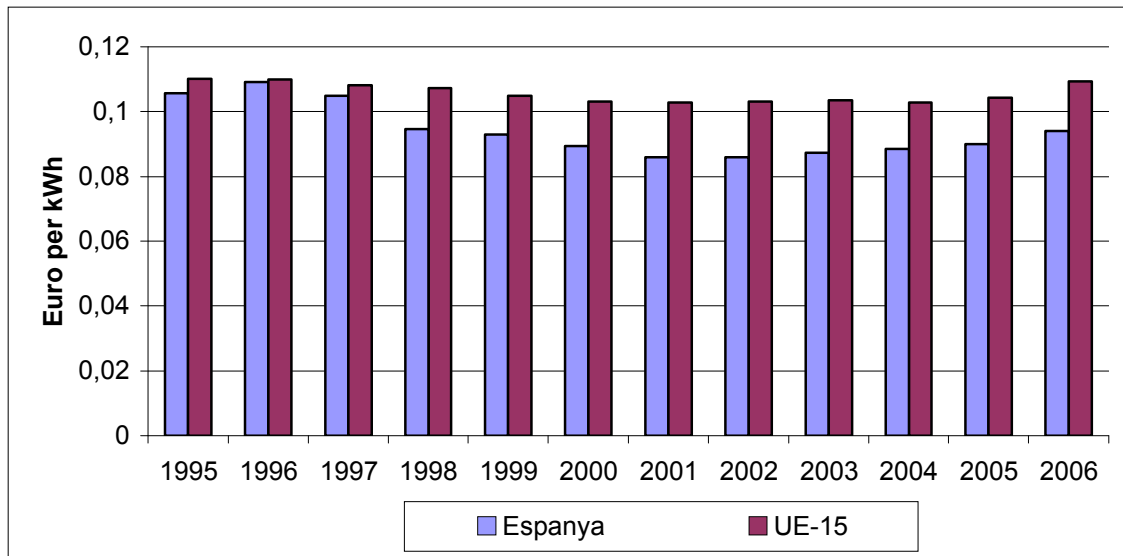
Figura 24. Evolució dels preus del mercat majorista d'electricitat el 2005



Font: OMEL (2006)

D'altra banda, si comparem les dades dels preus de l'electricitat per al consumidor final de l'Estat espanyol amb les d'altres països de la UE, veiem que les tarifes actuals es troben lleugerament per sota de la mitjana, sobretot pel que fa a l'ús domèstic. La Figura 25 presenta les dades estadístiques elaborades per Eurostat on es compara el preu de l'electricitat que ha de pagar un consumidor domèstic estàndard (definit com un consum anual de 3.500 kWh, dels quals 1.300 kWh són nocturns) a l'Estat espanyol i quina és la mitjana europea (considerant els 15 països que formaven la UE fins el 2004). Els preus (en euros per kWh) no inclouen els impostos, i corresponen als preus aplicables a l'1 de gener de cada any. Els preus en tots dos casos disminueixen lleugerament entre 1997 i 2001, i després tornen a pujar. Els preus a l'Estat Espanyol estaven molt propers a la mitjana europea el 1996, però baixen més que la mitjana, i després de 2002 han quedat sempre força per sota de la mitjana europea.

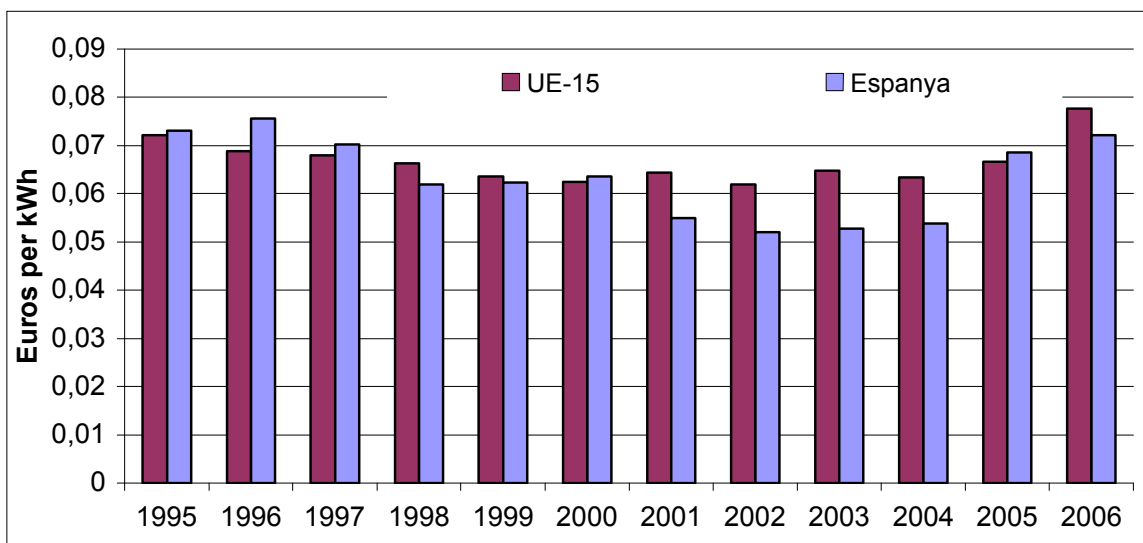
Figura 25: Preu de l'electricitat d'ús domèstic en un habitatge estàndard



Font: Elaboració a partir de dades d'Eurostat

En el sector industrial, la mateixa font estadística d'Eurostat aporta un indicador per a comparar els preus de l'electricitat per als consumidors industrials als diferents països (Figura 26). L'indicador es defineix com el preu final a pagar per un consumidor industrial amb un consum anual de 2.000 MWh, amb una demanda màxima de 500 kW i una càrrega anual de 4.000 hores. Igual que el cas anterior, es tracta de preus en euros per kWh sense tenir en compte els impostos, i utilitzant els preus aplicables el dia 1 de gener de cada any. L'indicador no ens mostra, però, una tendència clara. En aquest cas es partia d'uns anys noranta on els preus a l'Estat espanyol es situaven lleugerament per sobre de la mitjana; entre 2001 i 2004 queden per sota de la mitjana europea, tot i que el 2005 la tendència s'inverteix.

Figura 26: Preus per a un consumidor industrial estàndard



Font: Elaboració a partir de dades d'Eurostat

5. Factors que afecten l'evolució dels preus

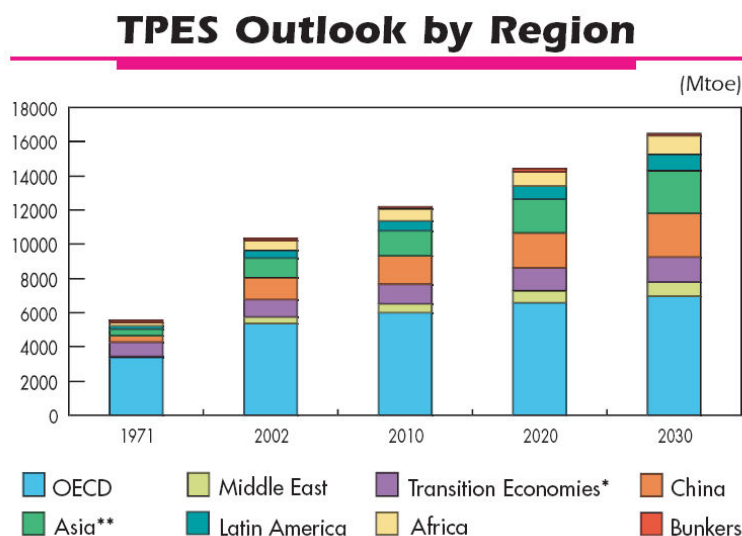
Existeixen una multitud de factors que influeixen en l'evolució dels preus de l'energia a mig i llarg termini. Aquests són de caràcter biofísic (com ara l'evolució de les reserves provades de les diferents fonts d'energia), econòmic (com les previsions d'augment de la demanda d'energia primària), i tecnològic (com la capacitat de refinament dels productes energètics), i que veurem en aquesta secció. Més endavant, a la Secció 7, tractarem breument el risc geopolític que afecta fonamentalment a la volatilitat dels preus del petroli.

5.1. Previsions d'augment de demanda energètica

Al Bloc 1 vàrem veure els consums d'energia a nivell mundial, i la seva distribució per regions i per fonts energètiques. Aquí presentem les previsions de demanda d'energia primària elaborades per tres organismes diferents: l'Agència Internacional de l'Energia (AIE) el 2005 al seu Key World Energy Statistics (AIE 2005); la Unió Europea, segons es publica al World Energy, Technology and Climate Policy Outlook (EC 2003), i pel Departament d'Energia dels Estats Units, a partir del International Energy Outlook 2006 (EIA 2006c).

Com podem veure a les figures 27 i 28, l'AIE preveu un horitzó de creixement en els consums d'energia primària a totes les regions, que globalment resulta en un creixement anual del 1,6% al consum d'energia primària. Aquesta estimació sembla molt conservadora, ja que pressuposa un augment de l'eficiència energètica (és a dir, el PIB produït per cada Joule, €/J), degut a que s'espera que el PIB creixi més que el consum d'energia primària, com veurem més endavant.

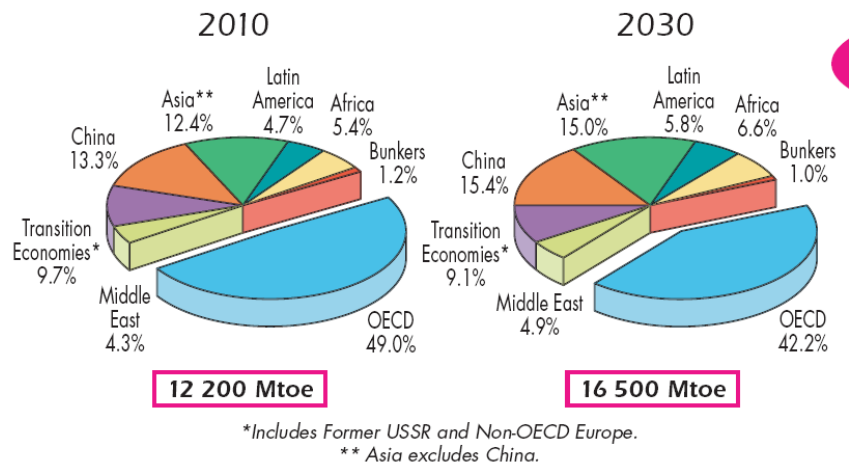
Figura 27: Previsió d'energia primària mundial per regió (mtep)



Font: IEA Key World Energy Statistics (AIE, 2005: 47).

Figura 28: Distribució prevista d'energia primària mundial per regió

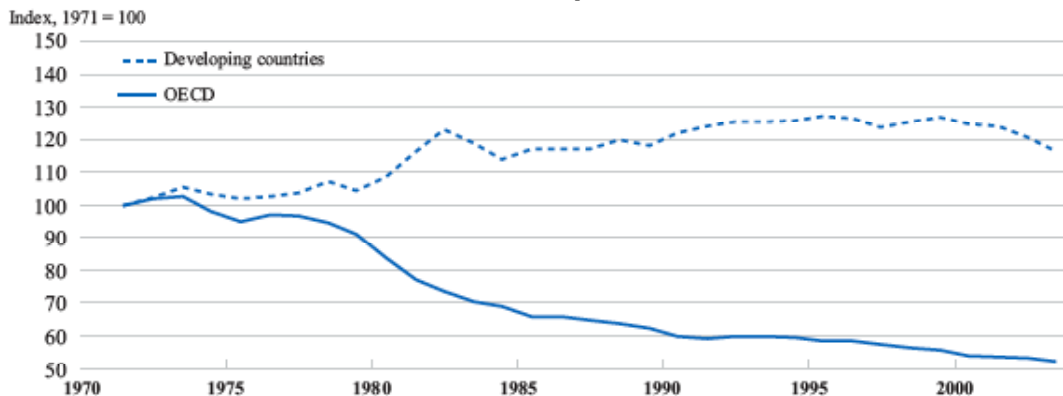
Regional Shares of TPES in 2010 and 2030



Font: IEA Key World Energy Statistics (AIE, 2005: 47)

De fet, com indica la Figura 29, la intensitat de petroli (és a dir, quant petroli es necessita per a produir una unitat de PIB) sí que és cert que ha baixat a l'OCDE, però es manté en el cas dels països en desenvolupament, que són precisament els que tindran taxes de creixement més elevades en el futur, i de creixement de la demanda.

Figura 29: Intensitat de petroli de la producció a la OCDE i països en desenvolupament



Note: Oil intensity is defined as total primary oil use per unit of output (GDP).
Source: OECD Economic Outlook 76 database and International Energy Agency.

Font: OCDE 2005: 121

Per la seva banda, el Departament d'Energia dels EUA (EIA 2006c) preveu que el creixement de la demanda energètica al món sigui d'un 2% anual entre el 2003 i el 2030, tot i el fort augment de preus del petroli i degut bàsicament al creixement econòmic robust, amb els països no membres de la OCDE representant el 75% de l'increment de la demanda. Per la seva banda la Unió Europea (Comissió Europea 2003) preveu un creixement de la demanda d'energia del 1,8% entre l'any 2000 i el 2030 (amb només un 0,4% de creixement per a la Unió Europea).

No obstant la millora en eficiència energètica que hem vist a la Figura 29, el creixement econòmic superior implicarà un augment continuat de la demanda energètica. El Departament d'Energia dels EUA (EIA 2006c) preveu que el creixement econòmic al món entre el 2003 i el 2030 serà del 3,8% l'any, amb un 5% per a les economies en desenvolupament i un 6% en el cas de la Xina. La Comissió Europea (2003) preveu un creixement econòmic del 3,1% anual en el període 2000-2030. Aquest creixement de la demanda prevista es donarà sobretot a les economies d'Àsia i Xina, que passaran a representar més del 30% del total mundial l'any 2030, però també als EUA, que contribuiran a que la OCDE quedi en un 42,2%. A més, el creixement de la població, esperat en un 1% anual en el període 2000-2030 (Comissió Europea, 2003), passant a 8.200 milions de persones²⁶, faran augmentar la demanda d'energia.

En quant a la situació segons les fonts d'energia, l'AIE preveu un fort augment del consum de gas natural, seguit del petroli i del carbó, amb un manteniment o creixement molt suau de la nuclear. De fet, quan mirem la distribució percentual ens adonem que el gas natural puja fins un 25% del total, el petroli cau molt poc, i el carbó també cau, junt amb la nuclear, mentre que tot l'increment considerable de les renovables en termes absoluts no fa variar la seva aportació al total en termes relatius.

En particular, en el cas del petroli, la demanda prevista implica passar dels 84 milions de barrils per dia (mbd) el 2005 a uns 120 milions el 2030, o un 1,6% anual (118 milions segons el Departament d'Energia dels EUA, amb un creixement anual del 1,4%). Aquests 40 mbd extra representen un desafiament molt important per a la indústria del petroli, no només per a incrementar la capacitat de refinament del petroli, i el seu transport, sinó també pel descobriment de noves reserves. El petroli, d'aquesta manera continuaria representant el 34% del consum d'energia el 2030 (Comissió Europea, 2003).

L'Agència Internacional de l'Energia estima que la producció dels països que no són de la OPEP pot pujar lleugerament de 50 mbd el 2004 a 57 mbd el 2010 amb poques probabilitats de continuar augmentant. Això implica que els països de la OPEP haurien de pujar de 30-32 mbd fins als 70 mbd per a poder fer front a la demanda creixent. No obstant, el vice-president senior d'operacions de gas de Saudi Aramco, l'empresa estatal d'Aràbia Saudita que explota el petroli, va declarar el juliol de 2005²⁷ que el seu país podria augmentar la producció actual en uns 10 mbd només fins els 15 mbd el 2020 amb poques esperances d'ulteriors augments de capacitat. Llavors, d'on vindrà la resta de petroli? Segons el Departament d'Energia dels EUA (EIA 2006c) l'increment de preus del petroli incentivarà altres països a augmentar la seva producció, en particular els antics membres de la Unió Soviètica i els d'Àfrica occidental.

²⁶ Amb la població de la Unió Europea decreixent en termes absoluts a partir de 2010.

²⁷ Vegeu "OPEC Can't Meet West's Oil Demand, say Saudis", *Financial Times* 07/07/2005, i US Department of Energy "Saudi Arabia Country Analysis Brief" <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/saudi.html>

Part d'aquesta evolució de la demanda de petroli es deu al comportament especulatiu dels *brokers* als mercats de futurs de cru, segons el Departament d'Energia dels EUA (EIA 2006b). Hi ha evidència de que, a diferència d'altres moments, els moviments especulatius als mercats de petroli no estan afectant el preu del petroli, sinó més aviat es donen precisament per la incertesa que hi ha en la seva evolució a mig i llarg termini.

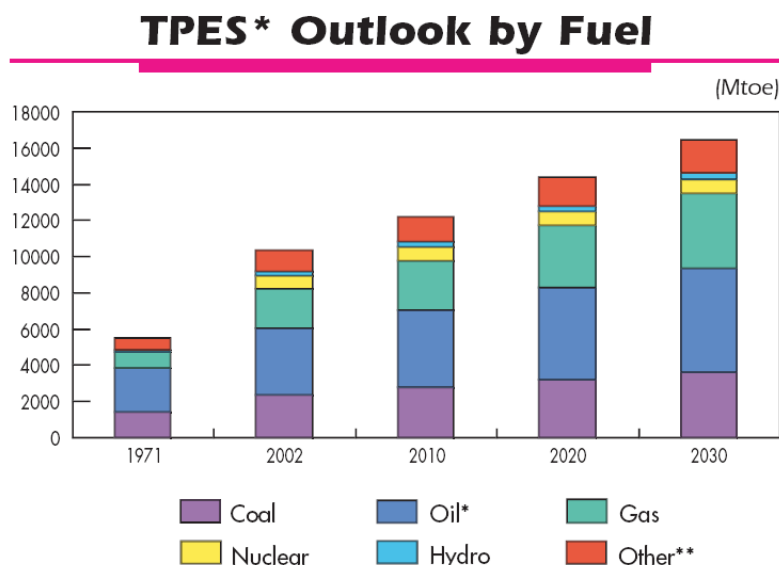
En el cas del gas natural, es preveu que aquest creixi en un 3% anual fins el 2015 (WEC 2006: 20). El Departament d'Energia dels EUA preveu, però, un creixement del 2,4% l'any fins el 2030, gràcies sobretot als sectors industrials i de generació elèctrica²⁸. El 75% d'aquest creixement de la demanda mundial de gas es donarà a països que no són membres de l'OCDE, és a dir, en desenvolupament. Dintre del gas natural, la fracció de gas natural líquat serà la que creixerà més, un 10% anual. Aquest creixement, que és particularment notori en el cas de l'Estat espanyol²⁹ es deu fonamentalment a l'interès que mostren diversos països per la diversificació de les fonts energètiques, ja que els gasos líquats no depenen de gasoductes per al seu transport i d'alguna manera són més fungibles.

En quant al carbó, el Departament d'Energia dels EUA (2006c) preveu que la seva demanda creixi en un 2,5% l'any fins el 2030, és a dir, més ràpidament que el petroli o el gas natural, degut sobretot a l'encariment del petroli. Així s'espera que el carbó augmenti la seva contribució al total d'energia consumida fins arribar al 27% el 2030. Aquesta figura puja fins el 28% en les previsions de la Comissió Europea (2003).

²⁸ Amb un creixement a Europa del 3,9% anual fins el 2030 per a generació elèctrica (EIA 2006c).

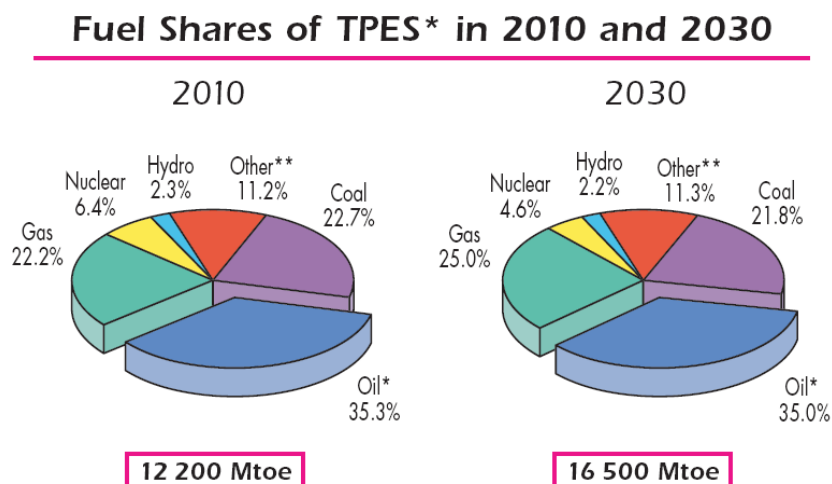
²⁹ Segons el Ministeri d'Indústria el 2004 el 64% de les importacions de gas natural van ser en la forma de gas natural líquat. www.mityc.es/NR/rdonlyres/47EF5E73-8A29-41BE-BFA6-87F128D60D82/14181/NPAumentodemandaGasNatural280806.pdf

Figura 30: Consum d'energia primària mundial per font d'energia (mtep)



Font: IEA Key World Energy Statistics (AIE 2005: 46)

Figura 31: Distribució prevista d'energia primària mundial per font d'energia (mtep)



* Includes bunkers.

** Other includes combustible renewables & waste, geothermal, solar, wind, tide, etc.

Font: IEA Key World Energy Statistics (AIE, 2005: 46).

La conclusió que podem treure és que es preveu que la demanda continuï creixent, i que es mantingui l'actual estructura fortament dependent dels combustibles fòssils i del petroli en particular, fet que és encara més greu per al cas de Catalunya i el conjunt de l'Estat espanyol. De fet, la Comissió Europea (2003) preveu que el 2030 els combustibles fòssils siguin un 88% del total de la demanda d'energia, davant del 81% que representaven el 2000.

D'altra banda, la situació de les renovables no és molt esperançadora, ja que tot i les inversions i els augments de capacitat, s'espera que es mantinguin en només un 8% del consum energètic total.

Estem, llavors, davant una situació en què la demanda fins tot s'accelera per al cas del petroli i del gas natural, i això és degut, com hem vist, a la força del creixement econòmic de Xina en particular i d'Àsia en general. Aquest fort creixement econòmic està portant a d'altres països, segons el World Energy Council (WEC 2006: 3), a pensar a introduir l'energia nuclear. Entre aquests destaquen Polònia, Turquia, Indonèsia i Vietnam.

Un argument molt utilitzat per tal d'explicar el recent repunt dels preus del petroli ha estat que la forta demanda de la Xina no s'esperava (OCDE 2005: 128). És cert que els models macroeconòmics utilitzats no han previst que el fort creixement xinès anés acompanyat d'un canvi estructural tant fort. Aquest canvi estructural s'ha traduït en un trasllat d'activitat de sectors menys intensius en energia cap a sectors més intensius, la qual cosa ha augmentat l'elasticitat-renda de la demanda de petroli³⁰.

No obstant, altres estudis recents que han analitzat l'evolució de la Xina en el període 1980 – 1999 amb la metodologia MSIASM donaven resultats molt diferents. Ramos-Martin (2005) mostra com, tot i l'augment espectacular del consum d'energia a Xina en el període, que va passar de 24.767 PJ³¹ d'energia primària el 1980 a 45.493 PJ el 1999, gran part d'aquesta energia va anar destinada a activitats de consum de valor afegit. És a dir, l'energia consumida per unitat de temps que no s'està treballant (EMR_{HH}) es va triplicar, tot i que continua a nivells molt baixos si la comparem amb Catalunya. Per la seva banda, la quantitat d'energia utilitzada per hora de treball *es va reduir!*

Això té una implicació molt important des d'un punt de vista econòmic, ja que ens indica que la forta pujada del consum d'energia s'ha destinat a augmentar el nivell de vida material de les persones i a "capitalitzar" en termes de maquinària i infraestructures una població ocupada creixent, però no a augmentar el nivell de capitalització per treballador. Degut a que l'augment de consum d'energia per treballador és el que deriva en augments de productivitat en el futur, aquest resultat per a Xina el 1999 ens feia pensar que el consum d'energia havia de créixer encara més i d'una manera accelerada si Xina volia fer un salt tecnològic, que sens dubte ha fet des de 1999. Per tant, l'augment fort del consum d'energia de Xina sí que era previsible, i es preveu que continuï.

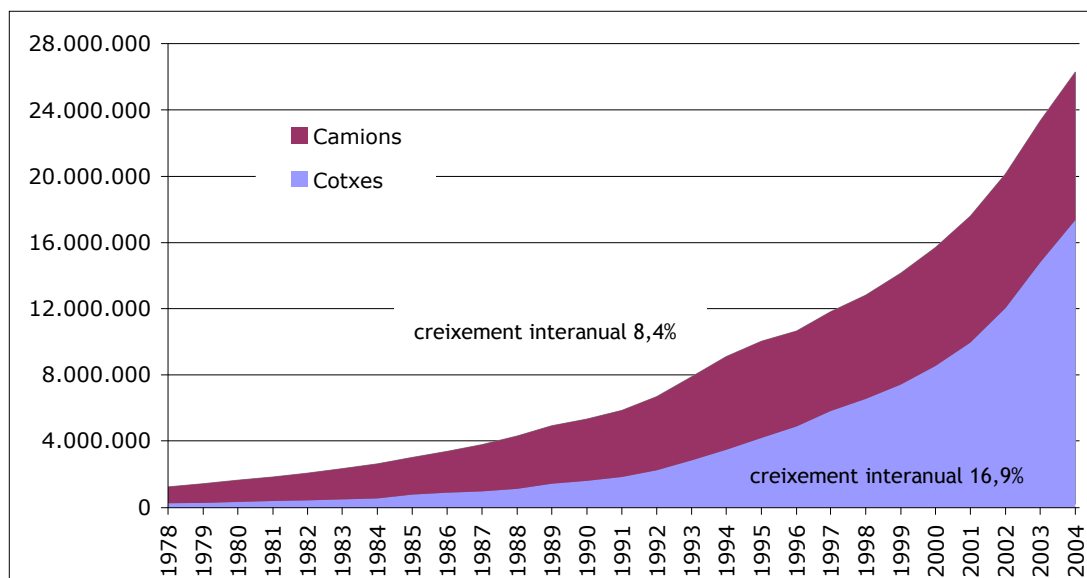
Les taxes de creixement de consum d'energia a la Índia i la Xina reflecteixen el canvi dramàtic a l'estructura industrial d'aquests països que han esdevingut la

³⁰ És a dir, amb més activitat en sectors més intensius en energia també ha augmentat l'elasticitat-renda de la demanda de petroli, que ens indica el canvi percentual a la demanda donat un canvi percentual al nivell de renda. Per tant, amb la nova estructura industrial, un augment d'activitat d'un 1% implica un augment a la demanda de petroli superior al que hi havia abans.

³¹ 1 PetaJoule (PJ) són 10^{15} Joules.

“factoria” global. És a dir, al propi procés intern de desenvolupament de l’agricultura cap a la indústria més intensiva en energia, hem d’afegir els efectes de la globalització que han fet que nombrosos processos productius s’hagin deslocalitzat cap a aquests països. Així, segons el Departament d’Energia dels EUA (EIA 2006c) si els usos industrials de l’energia creixeran de mitjana un 2,4% anual al món durant el període 2003-2030, en el cas dels països en desenvolupament ho farà en un 3,2%. A més, hem d’afegir el creixent nivell de vida material d’aquests grans consumidors que es reflecteix, per exemple, en l’evolució de la propietat de vehicles. Com podem veure a la Figura 32, els vehicles a Xina, tot i ser encara només 27 milions el 2004³², estan creixent, des de 1978, a un 11,7% anual, amb més força en el cas del cotxes, que creixen gairebé en un 17%. Considerant que el 2005 només hi havia 20 cotxes per cada 1000 habitants, i que els EUA tenen una ràtio de 800 (WEC 2006: 13), podem entendre que el gradient és enorme, i que podem esperar creixements continuats tant en el nombre de vehicles, com en la demanda energètica associada. De fet, s’espera que la demanda energètica lligada al transport creixi un 2,3% anual als països més pobres (amb un 4,1% en el cas de Xina) i un 0,8% als membres de la OCDE (EIA 2006c). El mateix succeeix amb la demanda residencial no lligada al transport, que fins el 2030 s’espera que creixi un 2,7% anual als països en desenvolupament vers un 1,4% als membres de la OCDE (EIA 2006c), precisament degut a l’enorme diferencial en els nivells de vida.

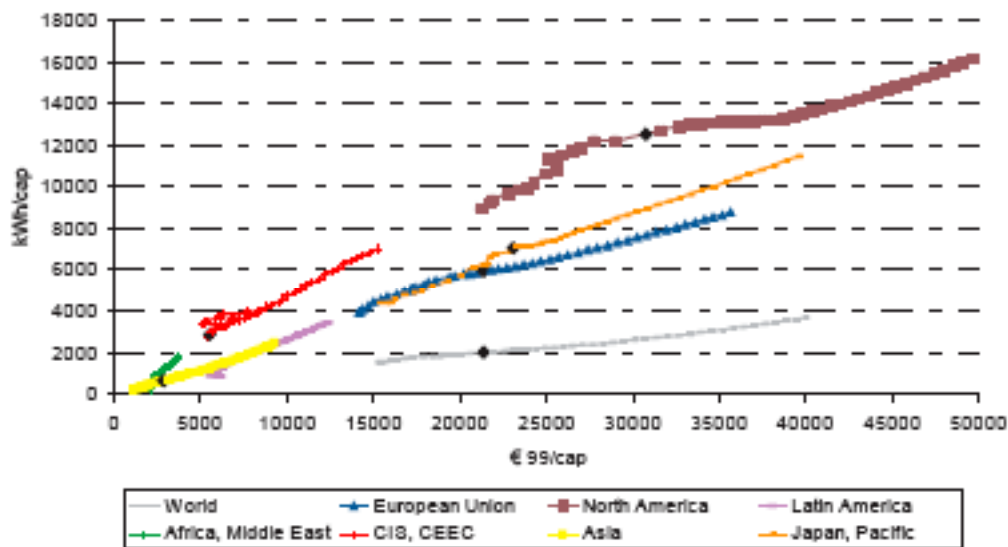
Figura 32: Evolució dels vehicles en propietat a Xina (1978-2004)



Font: Elaboració pròpia a partir de National Bureau of Statistics of China (2006)

Però el creixement de la demanda energètica no està relacionat només amb el creixement econòmic o el creixement de la població, sinó també amb l’augment del nivell de vida de la població. És a dir, poblacions més riques tendeixen a consumir més energia.

³² A l'Estat espanyol el mateix 2004 el nombre de vehicles era de 26.432.600 unitats (INE 2006: 581).

Figura 33: Consum d'electricitat i PIB per càpita 1980-2030

Font: Comissió Europea 2003: 31

Aquesta gràfica de la UE ens ofereix la relació entre el consum d'electricitat i el nivell de renda per càpita. La tendència és clara: més renda per càpita implica més consum d'electricitat. Això és així per totes les regions del món, pel que podem veure que no només és important l'augment de la població sinó que el nivell de vida material que aquesta població assoleixi és un element encara més rellevant per preveure el consum d'energia futur. En paraules més tècniques, augmenta l'elasticitat-renda de la demanda d'energia.

Com a conclusió, la Unió Europea (Comissió Europea, 2003) preveu que entre els anys 2000 i 2030 el consum de petroli pugi un 65%, i tant el de gas natural com el de carbó es doblin. Aquests espectaculars augments (en un període de només 30 anys!) són realment remarcables.

Si pensem que aquestes necessitats energètiques creixents es donen en un context de limitació dels recursos energètics, ens adonem que la situació crítica que es planteja en quant a poder fer front a aquestes necessitats és encara més preocupant, i ho serà en el futur, del que ho ha estat en el passat. Fins ara l'augment de preus del petroli ha respost al joc de l'oferta i la demanda. Això continuarà passant, però hi haurem d'afegir el fet que els recursos s'esgotaran en un futur més aviat de mig termini, per la qual cosa l'escalada de preus podria ser forta.

5.2. Reserves de petroli, gas natural, carbó i urani

5.2.1. Reserves de petroli

Quan parlem d'un recurs finit, exhaurible, com el petroli, o en general els combustibles fòssils, la teoria econòmica ens diu que en vendre quelcom que no és produït, sinó extret, part dels ingressos per la seva venda ho seran pròpiament, però part dels ingressos hauran de ser considerats com una renda (que no és produïda sinó apropiada). En aquest context, s'hauria d'aplicar la regla de "Gray-Hotelling" (Gray 1913, 1914; Hotelling 1931). Aquesta estableix el camí òptim d'extracció del recurs que permet una maximització de l'ingrés obtingut. En essència, l'elecció òptima depèn de la comparació entre el benefici final net (preu de mercat menys cost marginal d'extracció) produït per la venda del recurs natural i invertir els guanys al tipus d'interès de mercat, i el benefici obtingut per mantenir el recurs a terra i vendre'l en un futur a un preu més alt. En poques paraules, aquesta regla ens diu que, donat que el recurs és exhaurible, el seu preu tendirà a créixer a una taxa similar al preu del diner, el tipus d'interès. Aquesta pujada de preu continuaria fins que s'arribés a un preu tant alt que el mercat faria rentables altres fonts energètiques alternatives. Històricament, però, no hem vist que això succeeixi amb el preu del petroli. Fins i tot els països productors han augmentat la producció per a controlar els augments del preu del petroli, en unes decisions contra el sentit comú, però que expliciten el fet que hi ha altres factors que influeixen sobre el preu del petroli més enllà de la disponibilitat del mateix. No obstant, això no vol dir que les reserves siguin molt determinants en el preu del petroli.

Fa uns anys, quan el cim del petroli es veia lluny, el preu del petroli es determinava de manera política a Viena (la seu de la OPEP) entre compradors i venedors, però les reserves no hi entraven, i com hi havia prou capacitat ociosa de producció i refinament només hi havia pujades puntuals com a resposta a xocs d'oferta. En l'actualitat estem en una situació on no hi ha aquesta capacitat ociosa i el mercat està molt estret per la forta demanda, amb la qual cosa posar en dubte la disponibilitat futura de petroli juga un paper en el seu preu. A més, la situació ha canviat en un altre aspecte. En analitzar la utilització del petroli per part de les societats ens hem d'adonar que junt amb la quantitat d'aquest recurs hem de tenir en compte la seva qualitat.

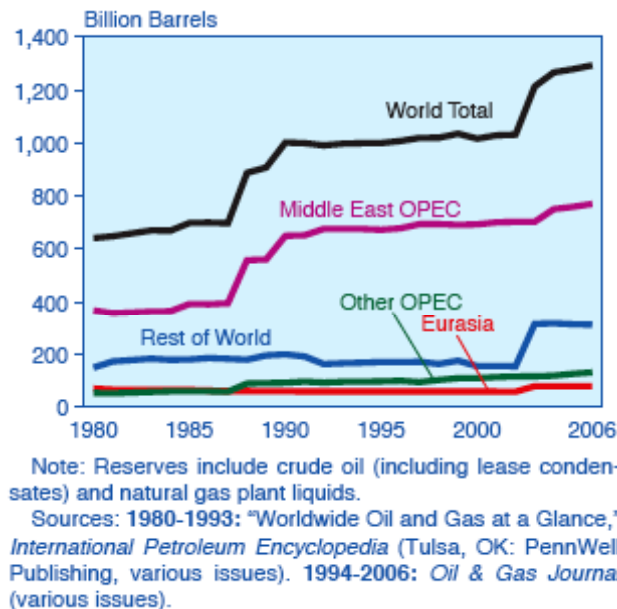
En general els humans hem explotat en primer lloc les grans reserves de petroli lleuger, per què són més fàcils de trobar i d'explotar, i per què són més valuoses ja que necessiten menys energia per a la seva extracció i refinament. Progressivament, a mesura que l'esgotament implica que hem d'usar mitjans artificials per a la seva extracció (i no la pròpia pressió dels pous o el gas natural que s'hi troba) hem d'utilitzar quantitats creixents d'energia i de maquinària per al seu processament, que es tradueixen en termes monetaris en unes necessitats d'inversió que veurem a la propera secció.

Cleveland et al. (1984) van introduir un concepte que ha estat molt utilitzat en anàlisi energètica de les societats: el retorn energètic de la inversió d'energia (EROI, Energy return on energy investment). Aquest ens indica quanta energia

útil obtenim de l'extracció o transformació d'una font primària energètica per unitat d'energia que s'utilitza. Aquests autors van mostrar que l'EROI dels descobriments de petroli dels anys 1930 als Estats Units era de 100, és a dir, s'obtenien 100 unitats d'energia per cada unitat d'energia invertida en recuperar petroli. Actualment aquesta xifra és de només 11 (Cleveland 2005).

Aquest decreixement d'EROI té implicacions no només econòmiques (costa més produir un barril de petroli) sinó també biofísiques. Si la quantitat d'energia en termes físics que podem consumir es manté més o menys constant³³, un decreixement d'EROI implica que necessitem més energia per a produir una unitat d'energia i fer-la disponible a la resta de l'economia. Llavors estarem traient energia d'altres activitats per a "pagar" el cost energètic de disposar de petroli. L'impacte potencial d'aquest fet sobre les societats humanes inclou més càrrega de treball (per a pagar aquest sobrecost), o una reducció del nivell de vida (Tainter et al. 2003).

Figura 34: Evolució de les reserves mundials de petroli 1980-2006



Font: EIA 2006c: 27

Analitzant la Figura 34 ens adonem que els augments recents de les reserves de petroli corresponen a Àfrica el 2002 (inclòs dintre de la categoria *Rest of the World*) i sobretot als països d'Orient Mitjà membres de la OPEP a mitjans dels anys 1980s. En aquests països l'extracció de petroli està dominada per grans empreses estatals que no han de sotmetre les seves reserves a cap auditoria externa, per la qual cosa sorgeixen molts dubtes sobre les quantitats reals de recurs disponible.

Per exemple, Campbell³⁴ i Laherrère (1998) van publicar un article que ha esdevingut un clàssic per als analistes de la crisi energètica, on, amb la seva

³³ Perquè, tot i el creixement econòmic, aquesta energia costa més.

³⁴ President de l'Associació per a l'Estudi del Cim del Petroli (ASPO en anglès)

experiència com a ex-geòleg de la Shell, va fer una dura crítica a com es feien les estimacions de les reserves de cru al món. En particular van comentar que aquestes tendien a sobreestimar-se per motius purament financers. A més, van posar de manifest que les reserves declarades de cru d'Orient Mitjà van créixer durant 1986-1990 sense que hi haguessin noves descobertes.

En qualsevol cas, dos terços de les reserves restants de petroli es troben als països d'Orient Mitjà (que a més tenen un EROI molt elevat), i tres quartes parts de les reserves de gas natural es troben a països tant d'Orient Mitjà com de l'antiga Unió Soviètica (WEC 2006: 14). Aquesta concentració tant important de les reserves ha de ser preocupant per als països dependents. La Unió Europea, segons l'informe de la Comissió Europea (2003) estima que aquesta dependència d'Orient Mitjà per a les reserves arribarà al 95% el 2030.

Com Hall et al. (2003) argumenten, fins i tot des d'un punt de vista només quantitatiu existeix una divisió d'opinions sobre la quantitat total de petroli recuperable, que va des dels 2,3 bilions³⁵ de barrils (dels que ja hem extret gairebé 1 bilió) fins als 4 bilions³⁶ que és l'estimació més optimista feta pel US Geological Survey (2000). La Unió Europea (Comissió Europea 2003) estima que en el període 2000-2030 necessitarem un altre bilió de barrils de petroli. No obstant, estimen que degut a l'increment del preu del petroli s'assoliran augments de les reserves recuperables fins arribar als 4,5 bilions de barrils. Degut a l'augment de la producció esperat, això donaria lloc a que la relació reserves/producció caigui fins només 18 anys de disponibilitat del recurs.

Segons el Departament d'Energia dels EUA (EIA 2006c) les reserves de petroli a 1 de gener de 2006 eren de 1,293 bilions de barrils de petroli (Taula 3), un 1% superiors a les de 2005, amb els majors increments a Iran, Aràbia Saudita, Kuwait i Veneçuela, i amb reserves decreixents a Mèxic, Noruega³⁷, els Estats Units, i el Regne Unit. Del total de reserves, el 71% es troben a Orient Mitjà i Canadà³⁸. Per la seva banda, British Petroleum (BP 2006) calcula que a finals de 2005 hi havia 1,2 bilions de barrils de petroli, amb Orient Mitjà representant el 62% de les mateixes.

³⁵ Bilions europeus (10¹²).

³⁶ De les quals, més de dos terços representen un creixement a les reserves (per aplicacions de noves tecnologies que permeten extreure més petroli dels pous existents) o no descobertes.

³⁷ Que segons la mateixa font (EIA 2006c: 31) arribarà al seu cim de producció el 2006.

³⁸ Canadà considera les sorres enquitranades (tar sands) com a petroli convencional, cosa que la resta d'experts no acostuma a fer.

Taula 3: Reserves de petroli mundials a 1 de gener de 2006 (en milers de milions de barrils)

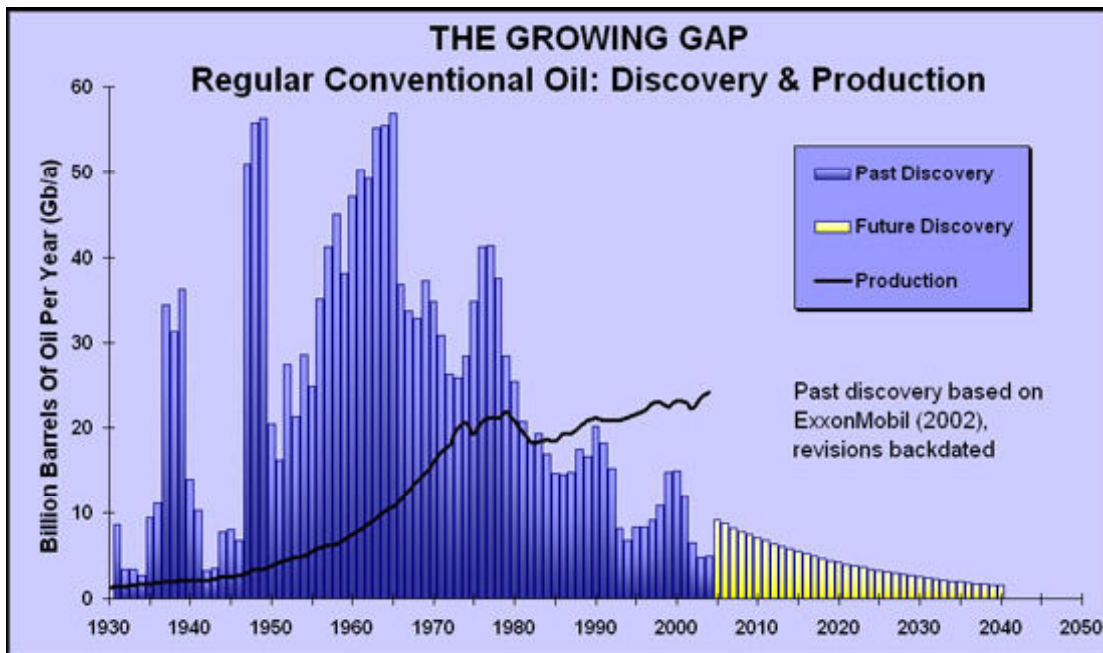
Country	Oil Reserves
Saudi Arabia	264.3
Canada	178.8
Iran	132.5
Iraq	115.0
Kuwait	101.5
UAE	97.8
Venezuela	79.7
Russia	60.0
Libya	39.1
Nigeria	35.9
United States	21.4
China	18.3
Qatar	15.2
Mexico	12.9
Algeria	11.4
Brazil	11.2
Kazakhstan	9.0
Norway	7.7
Azerbaijan	7.0
India	5.8
Rest of World	68.1
World Total	1,292.5

Source: "Worldwide Look at Reserves and Production," *Oil & Gas Journal*, Vol. 103, No. 47 (December 19, 2005), pp. 24-25.

Font: EIA 2006c: 28

Campbell (2002) ha estimat les reserves de petroli en uns 0,884 bilions de barrils de petroli, és a dir, uns 300 mil milions menys que la majoria d'estimacions. Amb aquestes dades, Campbell preveu que s'arriba al cim del petroli l'any 2010 a una producció de 31 mil milions de barrils per any, o el que és el mateix, 85 milions de barrils diaris (mbd). Per la seva banda, el Pla de l'Energia de Catalunya admet la possibilitat d'arribar al cim del petroli abans de 2030 (Generalitat de Catalunya 2005: 52), i la Comissió d'Energia de l'Estat de Califòrnia, usant les dades de reserves del US Geological Service (2000) que com hem vist són molt optimistes, fa una estimació segons la qual el petroli convencional arribarà al seu cim el 2020.

És evident que si no es donen nous descobriments de reserves de petroli, l'actual escenari de forta i creixent demanda imposarà pressions sobre una oferta minvant de petroli. Això és el que vàrem mostrar a la Figura 10 del Bloc 1 que reproduïm a continuació.

Figura 35: Producció i descobriment de petroli

Font: Association for the Study of Peak Oil & Gas, Ireland³⁹

Tot i que agències com ara el US Geological Service (2000) o la pròpia OCDE (2005) són optimistes en quant a possibles addicions de reserves de petroli a les actuals⁴⁰ (bàsicament gràcies a que l'augment de preus fa rentables més jaciments), es reconeix que aquestes, si es donen, són normalment a pous petits, i normalment al mar (offshore) fet que fa la seva explotació més costosa.

5.2.2. Reserves de gas natural

Històricament les reserves de gas natural han tendit a créixer, com podem veure a la Figura 36.

Les reserves provades a 1 de gener de 2006 eren de 173 bilions de metres cúbics (els 6.112 trilions americans de peus cúbics de la Figura 36), amb Rússia, Iran, i Qatar representant el 58% de les mateixes (EIA 2006c). Aquesta concentració de les reserves augmentarà, arribant a un 72% l'any 2030 per als països del Golf Pèrsic i de l'antiga Unió Soviètica. BP (2006) dona altres xifres; així, a finals de 2005 estimava les reserves en 180 bilions de metres cúbics, que es tradueix en una ràtio reserves/producció de 65 anys.

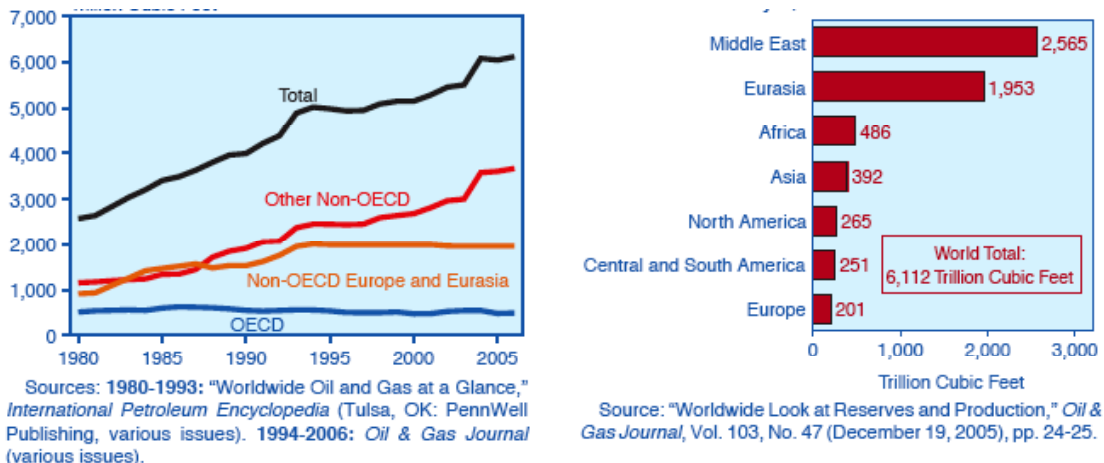
La Unió Europea (EC 2003) espera no només que les reserves augmentin un 9% entre el 2000 i el 2030, però també que la taxa de recuperació de les mateixes (per millores tecnològiques o perquè esdevinguin rentables) passi del

³⁹ <http://www.peakoil.ie/peakoil>, visitada el 22 d'agost de 2006

⁴⁰ US Geological Survey (2000) afirma que a més de les reserves provades de 1.293 mil milions de barrils de petroli, hi ha un potencial de creixement de les reserves (per millores tecnològiques) de 730 mil milions, i unes reserves encara per descobrir de 939 mil milions de barrils de petroli.

80 al 94%. Tot i això, la demanda acumulada en el període 2000-2030 s'espera que sigui de 100 bilions de metres cúbics, gairebé un 66% de les reserves provades de l'any 2000.

Figura 36: Reserves mundials de Gas Natural⁴¹



Font: EIA 2006c: 38

5.2.3. Reserves de carbó

El total de reserves recuperables de carbó s'estimaven el 2003 en 908 mil milions de tones (EIA 2006c)⁴², el que suposa 180 anys segons les taxes de consum actuals. D'aquestes, el 67% estan localitzades a quatre països: Estats Units (27%), Rússia (17%), Xina (13%), i la Índia (10%). Tot i això no es veu una concentració tan gran com en els casos del petroli o del gas natural. Segons BP (2006) aquestes reserves eren, a finals de 2005, de 909 mil milions de tones, amb la qual cosa la ràtio reserves/producció havia caigut fins a 155 anys degut a l'increment de la demanda. És clar, doncs, que el carbó no és un recurs tant limitat com el petroli, però hem de recordar que les seves aplicacions són encara molt diferents de les del petroli, i per tant no és un substitut perfecte.

5.2.4. Reserves d'urani

L'energia nuclear també es veu afectada per una disponibilitat limitada d'un recurs natural, en aquest cas l'urani, que és el combustible usat per a fer funcionar les centrals tèrmiques nuclears.

A finals de 2004 hi havia al món 440 reactors comercials amb una capacitat de generació de 369 GWe⁴³, que van consumir 67.320 tones d'urani⁴⁴. Això implica unes 180 tones d'urani per cada GWe de potència instal·lat. El nombre

⁴¹ Les unitats són bilions de peus cúbics, que equivalen a 28.317 milions de metres cúbics.

⁴² EIA 2006c informa de 1,001 bilions de tones curtes. 1 tona curta és 0,907 tones mètriques.

⁴³ GWe, o Giga Watt elèctric, s'afegeix la "e" per a remarcar que només es parla de la potència de generació de l'electricitat i no es té en compte el calor generat.

⁴⁴ Vegeu un llistat de reactors operatius i en planificació per país a <http://www.uic.com.au/reactors.htm>

de reactors va pujar a 443 en un any. Aquests reactors van suposar el 16% de la generació elèctrica mundial (IAEA, 2006).

S'espera que l'any 2025 aquesta capacitat de generació pugi a 449-533 GWe (amb uns 30 nous reactors), el que implicaria una demanda d'urani entre 82.275 tones i 100.760 tones, amb el major creixement als països d'Àsia i amb una lleugera disminució de capacitat a Europa occidental (OCDE 2006). De fet, alguns països amb programes nuclears a l'actualitat (Bulgària, Canadà, França, Rússia, Xina, Índia, Pakistan, Japó, Corea del Sud i Sud-Àfrica) tenen plans de construir nous reactors nuclears. A més, als Estats Units més de 44 reactors han obtingut permís per a estendre la vida útil dels reactors de 40 a 60 anys, fet que es repeteix al Japó (IAEA 2006)

Avui dia, més de la meitat de l'urani que necessiten les centrals nuclears per al seu funcionament prové de les mines (un 55% segons UIC, 2006). Estocs existents, antigues armes nuclears i combustible reprocessament proveeixen l'altra meitat. Però aquestes fonts secundàries d'urani, alternatives a les mines també s'estan començant a esgotar, just en un moment on la demanda augmenta. De fet, el propi UIC⁴⁵ (2006) reconeix que la mineria de l'urani haurà de créixer a partir de 2005 per a poder proveir la demanda creixent. L'OCDE (2006b) espera que les fonts secundàries d'urani comencin a disminuir sobretot a partir de 2015, amb la qual cosa hi haurà més pressió sobre la mineria. Això ja s'ha traduït en despeses d'exploració, que el 2004 van ser de 133 milions de dòlars, amb un augment del 40% respecte el 2002, i que s'espera que hagin pujat el 2005 fins als 195 milions de dòlars.

La producció d'urani del 2004 va ser de 40.233 tones, un augment del 12% respecte el 2002. Espanya va deixar d'extreure urani el 2002 i ara només s'extreu de 19 països (amb Canadà produint el 28%, Austràlia el 23%, Kazakhstan el 10,5% i Rússia el 8,2%), que implica una forta concentració de les fonts d'urani. El 2005 la producció s'espera que hagi arribat a les 41.250 tones, amb un increment del 10% a Kazakhstan i Uzbekistan.

Els recursos totals d'urani van pujar entre 2003 i 2005, indicant que l'increment del preu de l'urani ha implicat una revalorització dels recursos existents. Així, la quantitat d'urani que pot ser extret a menys de 130 dòlars per kilo és de 4,7 milions de tones. Basant-se en la demanda d'energia elèctrica d'origen nuclear del 2004 això implica tenir combustible nuclear per als propers 85 anys.

Degut al temps que es triga en portar l'urani al mercat (des que es troben noves fonts fins que es produeix, uns 10 anys), és possible que afrontem situacions d'escassetat relativa d'urani a mig termini a mesura que es redueixin les fonts secundàries, que forçaran encara més els preus de l'urani.

Com hem vist en aquesta secció, les reserves de les diferents fonts energètiques en què es basa l'activitat econòmica actual són molt limitades fins

⁴⁵ L'Uranium Information Centre és un organisme de recerca sobre l'urani de les companyies mineres d'urani australianes. Com sol passar amb la resta de minerals, les dades més acurades les solen tenir agrupacions o confederacions industrials.

i tot sense un augment de la demanda d'energia en el futur immediat. Aquest augment, però, està previst que sigui al menys d'un 1,6%, per la qual cosa sembla que els preus d'aquestes fonts d'energia han de continuar pujant en un futur immediat.

5.3. Capacitat de refinament actual i previsió futura

Com hem vist a seccions anteriors, la major part de l'increment de la demanda de petroli (40 mbd extra el 2030) i de gas natural a curt i mig termini haurà de ser coberta principalment per producció dels països del Golf Pèrsic. Saber si aquests països seran capaços d'atendre aquesta demanda no és gens fàcil. En primer lloc perquè fins i tot les companyies internacionals i els organismes multilaterals tenen dubtes sobre les reserves que declaren els països com Aràbia Saudita. En segon lloc perquè la producció en aquests països està controlada per empreses estatals que no necessàriament tenen els mateixos objectius que les empreses privades. Aquestes últimes es mouen només per la generació de beneficis per als seus accionistes, mentre que les empreses estatals poden tenir altres objectius de política a nivell nacional que no sempre coincideixin amb l'obtenció de beneficis. És a dir, no hi ha una garantia que les empreses del Golf Pèrsic invertiran les quantitats necessàries per tal d'augmentar la producció en aquests 40 mbd extra, sinó que potser estan còmodes en una situació amb preus alts que permet una valorització major de la seva producció i una rentabilització major de les inversions per als estats, que han d'atendre elevats deutes públics⁴⁶, per altra banda, i que tenen part de la societat que demanda inversions en serveis bàsics que desviaran recursos d'una possible inversió en augmentar la capacitat d'extracció i refinament de petroli.

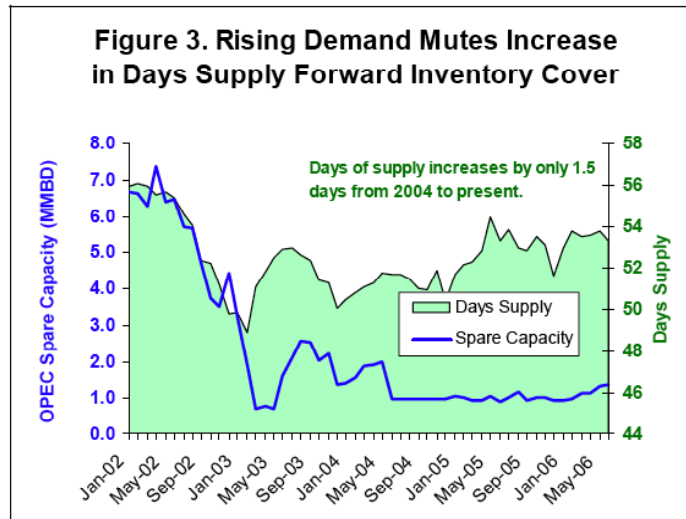
En concret, la capacitat ociosa de producció de petroli dels països fora de la OPEP és gairebé nul·la, mentre que la de l'OPEP es situa en 1 milió de barrils diaris (mbd) quan el 1985 era de 8 mbd. A més, gairebé la totalitat d'aquesta es situa només a Aràbia Saudita. Això vol dir que ara els mercats saben que, fins i tot l'OPEP, té una capacitat d'absorció de xocs inesperats molt limitada, fet que facilita que quan tinguem una situació de risc fora de l'habitual (per una guerra com la de l'Iraq, per atacs de la insurgència a Nigèria, per vagues a la indústria del petroli com a Noruega o Veneçuela, o per motius polítics com a Rússia) augmenti de forma dramàtica la volatilitat dels preus als mercats. El mateix va succeir amb l'huracà Katrina al Golf de Mèxic, que va afectar greument la producció dels Estats Units. Això és degut a que qualsevol d'aquests països en situació de risc té una producció superior a la capacitat ociosa d'Aràbia Saudita. Aquesta és una gran diferència amb crisis del petroli anteriors, ja que sempre es comptava amb el suport d'aquest país per a controlar els mercats.

A aquesta situació hem d'afegir que molts governs no estan usant les reserves per a atenuar l'escassetat relativa del petroli i el seu encariment, i de fet s'estan

⁴⁶ Aràbia Saudita, per exemple, tenia el 2005 un deute públic del 44,2% del PIB i Qatar un 35,6% tot i els enormes ingressos derivats del petroli (CIA World Factbook, <https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html>)

augmentant els estocs d'acord amb l'augment de la demanda, per tal de que el nombre de dies que poden cobrir aquestes reserves es mantinguin constants. Això trasllada encara més pressió sobre un mercat ja prou tens.

Figura 37: Capacitat ociosa mundial a la producció de petroli i dies coberts de demanda futura pels estocs de petroli



Source: Short Term Energy Outlook. August 2006

Font: AIE 2006b

Aquestes limitacions a la capacitat ociosa de la producció de petroli també es donen en el refinament de petroli. Per exemple, els Estats Units tenen en l'actualitat una capacitat de refinament utilitzada del 93% en comparació al 85% del 2002 (EIA 2006b), per la qual cosa interrupcions al refinament, com ara un accident com el de la refinaria de BP a Texas el 23 de març de 2005⁴⁷, poden donar lloc a augments del preu de l'energia final superiors als increments dels preus del cru. El mateix succeeix a l'Estat espanyol, on Riberalles (2006) anuncia una capacitat utilitzada el 2005 del 92%. No obstant, segons BP (2006) la capacitat utilitzada a nivell mundial era del 86,3% amb la qual cosa hi ha un petit marge de maniobra.

Si el mercat internacional de petroli ja està molt just en l'actualitat perquè l'increment tant fort de la demanda no ha vingut acompanyat d'inversions en ampliacions de la capacitat extractiva i de refinament, què és el que es necessita per a la demanda prevista fins el 2030? Segons l'AIE (2003) els requeriments d'inversions mundials per a mantenir i desenvolupar la infraestructura energètica per a fer front a la demanda d'energia fins el 2030 són de 16 bilions de dòlars, o 550.000 milions per any (amb Xina representant un 14% del total). Aquestes estimacions es basen en l'escenari de creixement de la demanda energètica al voltant de l'1,7% anual, i representa un 1% del PIB global. Aquestes dades són molt ambicioses si les comparem amb els nivells de capital assolits al sector l'any 2000, de 413.000 milions de dòlars (AIE 2003: 42) i especialment si, com es veu a la Taula 4, les inversions anuals a la

⁴⁷ <http://edition.cnn.com/2005/US/03/24/plant.blast/index.html>. L'accident a la refinaria de BP de Texas va matar 15 persones i en va ferir 170.

dècada de 2021-2030 pujaran a 632.000 milions de dòlars. El 60% de les inversions previstes, uns 10 bilions de dòlars, aniran al sector de generació, transport i distribució d'electricitat. El petroli i el gas necessitaran 3 bilions cadascun. D'aquests, l'AIE preveu que un 51% del total d'inversions es canalitzi només a substituir i mantenir la capacitat existent i futura, i l'altre 49% a fer front a la creixent demanda.

Taula 4: Inversió Mundial en energia (1.000 milions de dòlars del 2000)

	2000	2001-2010	2011-2020	2021-2030	Total 2001-2030	% total 2001-2030
Petroli	87	916	1045	1136	3096	19
Gas	80	948	1041	1157	3145	19
Carbó	11	125	129	144	398	2
Electricitat	235	2562	3396	3883	9841	60
Total	413	4551	5610	6320	16481	100
Mitjana anual	413	455	561	632	549	100

Font: AIE 2003: 42

Tot i que els recursos financers no sembla que siguin un obstacle a nivell mundial, ja que l'estalvi nacional de les diferents economies suposa un 23% del PIB a nivell mundial, no es pot garantir que aquest es canalitzarà cap a les inversions necessàries, en el moment en què siguin necessàries i pels països que les han de fer (els del Golf Pèrsic en el cas del petroli).

Segons l'AIE (2003) el 72% dels 3 bilions necessaris al sector del petroli haurien d'anar destinats a noves exploracions i al desenvolupament del petroli convencional. El 8% o 260.000 milions haurà d'anar a la construcció d'oleoductes i vaixells petrolers, mentre que la inversió en refinament haurà de pujar a 410.000 milions de dòlars (o el 13% del petroli). El 33% haurà de ser invertit per països de la OCDE, però de la resta, el 45% finançarà producció de petroli que es dirigirà als països de l'OCDE. Només una quarta part d'aquesta inversió serà orientada a demanda futura, mentre que la resta compensarà pel declivi anual que es veu als pous actuals, que és d'un 4% a Orient Mitjà i del 11% al Mar del Nord.

El mateix passa en el cas del gas, on un 50% anirà destinat a noves exploracions. També són importants les inversions previstes en plantes de líquüefacció del gas natural, que impliquen 700 milions de tones de nova capacitat en regassificació i en multiplicar per tres la flota de vaixells transportadors d'aquesta energia (WEC 2006: 20).

Si aquestes inversions que l'Agència Internacional de l'Energia considera del tot necessàries no es donen, particularment als països del Golf Pèrsic, llavors s'hauran d'invertir quantitats molt superiors a les previstes per l'AIE a altres parts del món que tenen costos d'explotació superiors. Com veurem a la secció 6, hi ha arguments (una població jove que necessita infraestructures i serveis, un elevat deute públic) que fan pensar que aquests països poden no fer aquestes inversions de tal manera que el mercat del petroli vagi molt just en els propers

anys i això es reflecteixi en preus encara més alts. Aquesta elevada i creixent dependència dels països del Golf Pèrsic serà analitzada a la Secció 7.

5.4. Noves tecnologies

La millora de tecnologies existents o el descobriment de noves tecnologies poden afectar el preu dels combustibles fòssils i de les diferents fonts d'energia.

Les millores tecnològiques en l'extracció i el processament tant del petroli com del gas natural o del carbó poden de fet augmentar la quantitat de reserves recuperables, així com allargar la vida d'aquestes tot i l'augment de la demanda d'energia. Un augment que si és inferior al que es donaria sense la introducció d'aquestes mesures podria donar lloc a preus encara més alts. Hem de tenir en compte, però, que els jaciments de petroli més accessibles ja s'estan acabant i els nous descobriments es donen en zones de difícil accés, que són intensius en capital (maquinària i inversions monetàries) i energia.

Per exemple, les sorres pesades del Canadà. La Comissió de l'Energia d'Alberta al Canadà estima que hi ha sorres pesades que contenen petroli en un equivalent de 174.000 milions de barrils de petroli que es poden explotar (el que es coneix com a sorres enquitranades) (EIA 2006c). Avui dia els costos són molt elevats i les quantitats produïdes són encara petites, però si el preu del petroli continua alt no se sap quines poden ser les repercussions. S'ha de dir, però, que l'explotació d'aquests jaciments té fortíssims impactes ambientals associats (veure Figura 38).

Figura 38: Mina oberta de sorres enquitranades a Canadà

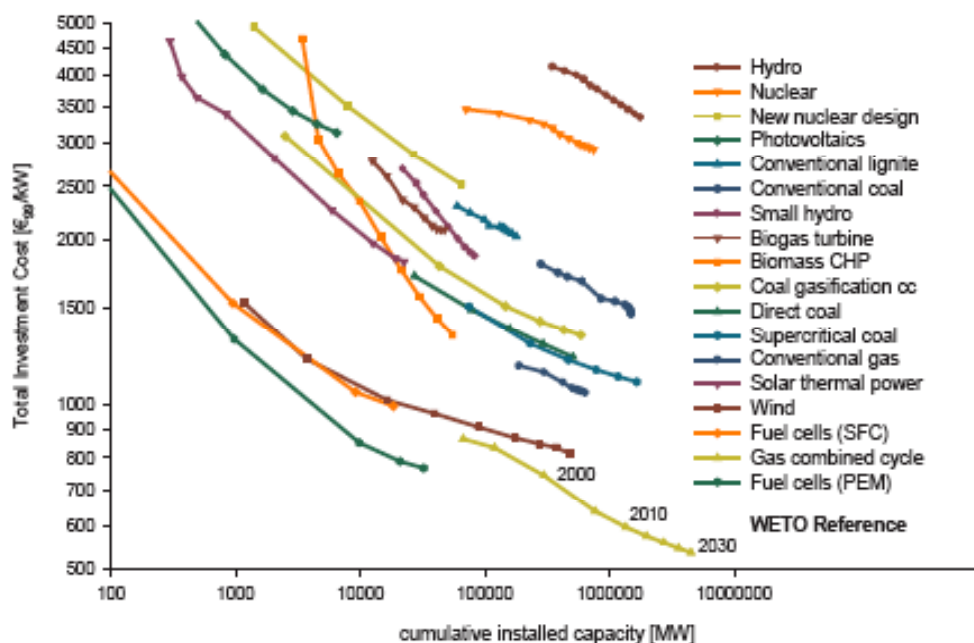


Font: Empresa minera Suncor, <http://www.suncor.com/>

Com que una gran part dels combustibles fòssils es destina a la generació d'electricitat, un camp on les innovacions tecnològiques són molt importants és el de la generació. En aquest sentit, qualsevol augment de l'eficiència en la transformació en electricitat de l'energia primària implica haver de necessitar menys energia per a produir una quantitat determinada d'electricitat.

Les corbes d'aprenentatge representades a la Figura 39 són les utilitzades per la Unió Europea (Comissió Europea 2003) per a les seves previsions de demanda energètica i de la resposta de l'oferta i es basen en estimacions de gent del sector. Són, però, molt ambicioses, ja que preveuen uns increments importants en l'eficiència en la conversió de les diverses fonts d'energia i per tant una reducció dels costos de capital per KW instal·lat.

Figura 39: Corbes d'aprenentatge⁴⁸ per a tecnologies de generació d'electricitat fins el 2030



Font: Comissió Europea 2003: 71

Així, en el cas del gas s'espera un increment d'eficiència a les centrals de cicle combinat del 53% el 2000 al 63% el 2030. En les centrals de cogeneració s'espera un increment de l'eficiència d'un 2%. Aquestes mesures soles augmentarien la vida de les reserves de gas en un 50% tot i l'augment de demanda esperat.

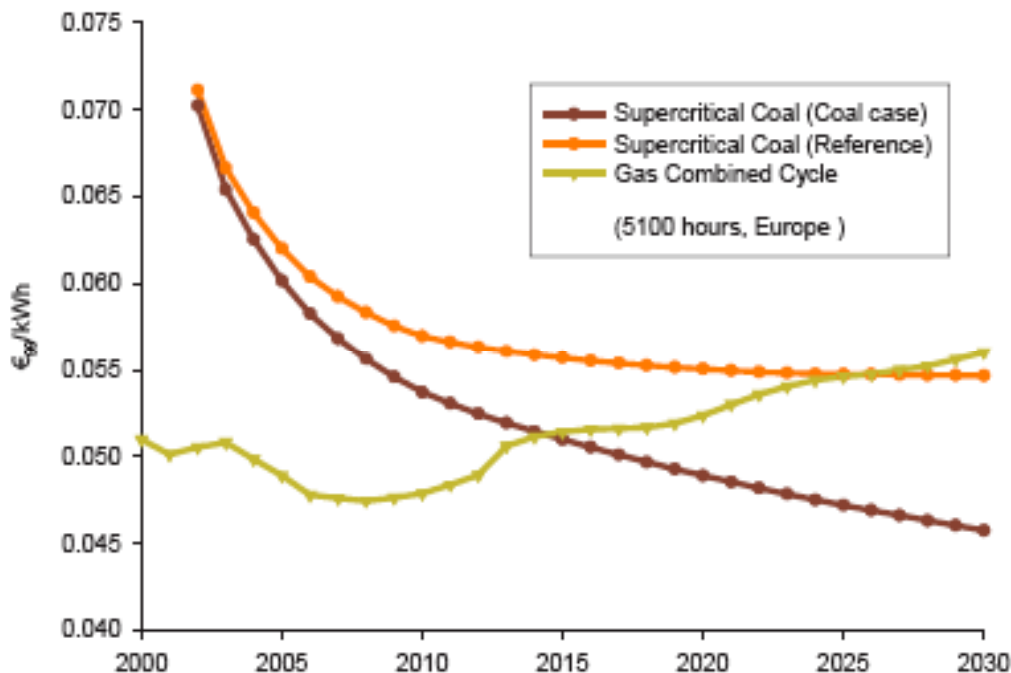
En el cas del carbó, un escenari plantejat és el del creixement de les centrals supercrítiques (que impliquen majors pressions i temperatures dels fluxos de vapor) que assolirien eficiències del 55% el 2030, i serien un 30% del parc de centrals de carbó al món. Una altra opció seria la de plantes integrades de

⁴⁸ Les corbes d'aprenentatge mostren el desenvolupament històric dels costos d'inversió en tecnologies energètiques sobre el total acumulat de capacitat instal·lada i les projeccions que es fan fins el 2030, seguint l'escenari de referència de l'estudi WETO de la UE (EC 2003).

gasificació del carbó i de cycle combinat, arribant a eficiències del 54%. Una tercera opció seria la utilització de cycles combinats però alimentats amb carbó, que el 2030 s'espera que arribin a eficiències tèrmiques del 54%.

Amb aquest escenari es podria donar la paradoxa que el carbó substituís el gas natural a les centrals de cycle combinat, raó per la qual la Unió Europea preveia un creixement més elevat del consum de carbó al món.

Figura 40: Cost de l'electricitat: cycle combinat de gas, versus tecnologia de carbó supercrític



Font: Comissió Europea (2003: 74)

Altres mesures que l'estudi de la Unió Europea considerava són:

- Gasificació de biomassa per a generar electricitat: s'espera una reducció de costos de capital sobre el 30% i una eficiència per sobre del 40%.
- Energia solar fotovoltaica: s'espera una reducció de costos de capital de 15.000 €/kW el 1990 a 1.600 €/kW el 2030, que portarien el cost del kWh a 17 cèntims d'euros.
- Elèctrica solar tèrmica: Una reducció dràstica dels costos de capital fins 1.450 €/kW i un factor de capacitat, o rendiment en la conversió respecte al potencial, del 38%.
- Petita hidroelèctrica: saturació el 2030, però increment de producció del 50% durant el període.
- Eòlica: els costos de capital es redueixen fins els 650 €/kW i els factors de capacitat s'incrementen en un 25%, fet que la fa totalment competitiva i s'estén arreu del món.

A més de les millores en tecnologies de generació elèctrica, degut a que les reserves de carbó són les més grans entre els combustibles fòssils hi ha molta investigació en el camp de la líquefacció del carbó. Xina començarà la producció de líquids sintètics basats en el carbó a mitjans de 2007, amb la finalització de la primera planta de conversió de carbó a la Regió Autònoma de Mongòlia Interior, que tindrà una capacitat de producció aproximada de 60.000 barrils equivalents de petroli al dia (EIA 2006c).

Aquest tipus de tecnologia, que converteix una font d'energia (carbó) en una altra (líquid sintètic) que es cremarà per a fer funcionar un vehicle implica dues conversions d'energia, amb les consegüents pèrdues d'energia que implica cada conversió (perquè aquestes són intensives en energia). És a dir, un es pregunta si no seria millor cremar directament el carbó per a produir electricitat que podria ser usada en l'automoció.

Seguint en el sector de l'automòbil, les normes europees Euro4, i Euro3 per al control de les emissions derivades dels vehicles estan aconseguint unes eficiències creixents en la conversió energètica dels automòbils. Un s'ha de qüestionar, però, si aquestes mesures de millora de l'eficiència, són suficients en un context de creixement tan fort de la demanda com el que hem presentat. No estarem davant d'una nova representació de la paradoxa de Jevons?⁴⁹

La millora de les tecnologies existents sembla no ser suficient per a fer front a consums cada cop majors d'energia, per tant la solució sembla ser la reducció dels nivells de consum, trobar noves fonts energètiques o tecnologies de transformació, o una combinació de les dues.

En quant a noves fonts d'energia sembla difícil trobar-ne. L'hidrogen no ho és, és només un transportador d'energia, però s'ha d'obtenir a través dels combustibles fòssils o de l'energia solar. S'espera que les inversions en energies renovables facin créixer els costos d'instal·lació i s'estenguin més ràpidament del previst. Pensem que es preveu que el 2030 només signifiquin un 8% de l'energia consumida al món. Així, i donat que la possibilitat de l'energia nuclear de fusió és encara llunyana⁵⁰, sembla que l'opció de controlar i reduir consums és la més idònia.

⁴⁹ La Paradoxa de Jevons, que ja va ser introduïda al Bloc 1 ens diu que millores en l'eficiència d'utilització d'un recurs poden donar lloc a un augment en el seu ús i no a una disminució, donat que el recurs esdevé més econòmic.

⁵⁰ Les obres de l'ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) de Cadarache, França, van ser inaugurades el desembre de 2005. Hi participen Xina, la Unió Europea, Japó, Corea, Rússia i els EUA.

6. Impactes de l'increment de preus sobre l'economia

Degut al pes fonamental que juga el petroli en el funcionament de les economies modernes tant com a input de processos productius com en quant a producte de consum final, la majoria d'estudis existents actualment es centren en l'impacte d'un augment sobtat de preus del petroli sobre el nivell d'activitat i sobre la inflació. Seguint els estudis més importants en aquest camp, aquesta secció fa primer un breu comentari de tipus teòric, i després analitza documents d'organismes com ara el Banc Central Europeu (BCE), el Fons Monetari Internacional (FMI), l'Organització per la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE), i l'Agència Internacional de l'Energia (AIE). Aquests estudis fan diferents anàlisis dels impactes en termes quantitius, utilitzant models macroeconòmics i econòmics convencionals. Posteriorment s'introdueixen les limitacions d'aquest tipus d'enfocament i es comenta breument alguna particularitat per al cas català.

6.1. La Teoria

En termes teòrics, un augment sobtat del preu del petroli, com el de qualsevol altre bé de consum o input del procés productiu, implica una pèrdua de competitivitat de l'economia importadora de petroli. Degut a la rigidesa dels preus i salaris nominals cap a la baixa, això té com a resultat una caiguda dels nivells d'activitat econòmica, i de la renda. Implica, per tant, un procés d'empobriment relatiu. Aquest fenomen requereix un ajustament tant dels salaris com dels preus d'exportació per tal que els nivells d'activitat no baixin gaire. Ara bé, l'empobriment relatiu es produeix sempre. En efecte, el millor que una economia importadora neta de petroli com Catalunya pot fer per a fer front a aquest problema és assumir aquesta pèrdua i explotar els incentius a la innovació i a l'estalvi energètic que els nous preus relatius de l'energia impliquen. Només amb una reducció del consum del bé que ha augmentat el seu preu es pot minvar l'efecte negatiu del mateix. Provar de compensar els augments de preus només porta a endarrerir la decisió i traslladar-la al futur, fent que el problema sigui encara pitjor.

En concret, els dos efectes típics que es donen afecten d'una banda els preus i de l'altra l'activitat econòmica real:

- (i) Pel que fa als preus: es produeixen efectes directes sobre els consumidors, ja que els productes energètics formen part de la cistella de consum. A més, es produeixen efectes indirectes derivats de l'encariment dels béns i serveis finals que fan les empreses per a fer front a l'encariment dels inputs, el que dona com a resultat una caiguda de la demanda de productes no energètics.
- (ii) D'altra banda, pel que fa a l'activitat econòmica real: un augment de preus del petroli implica un augment dels costos de producció, ja que la capacitat de substitució del petroli, a curt termini, és molt limitada. Això implica una pèrdua de competitivitat de l'economia, que es tradueix en una reducció del nivell d'activitat, i això pot donar lloc a

una reducció de la demanda d'altres factors de producció com ara el treball. El nivell de producció també es veu afectat per la pèrdua de poder de compra (empobriment relatiu) dels consumidors, que redueix la demanda per consum. Aquest efecte es pot veure amplifcat si els productors traslladen l'augment de costos dels productes no energètics als consumidors, apujant els preus de la resta de béns. La pèrdua de renda implica també una reducció de l'altre component de la demanda interna: la inversió. A més, la caiguda d'activitat econòmica té implicacions per a les finances públiques, ja que provoca una reducció en la recaptació d'impostos, que repercuteix de forma negativa en el dèficit fiscal, fet que induirà un augment dels tipus d'interès per a finançar el dèficit, i que agreujarà el problema de la demanda interna tant en consum de les famílies com en inversió de les empreses en fer més car el finançament, i en haver més competència per una quantitat més reduïda d'estalvi.

Adicionalment a aquests efectes directes d'un augment de preus del petroli, n'existeixen d'altres que els economistes anomenen secundaris. Si el mercat de treball està regulat per convenis col·lectius, com és el nostre cas, els agents socials (com ara els sindicats) provaran d'augmentar els salaris nominals dels treballadors en els processos de revisió de convenis. Això tindrà efectes sobre els costos de les empreses i tirarà cap amunt la taxa d'inflació, repercutint a l'economia com hem vist abans, per la degradació del poder adquisitiu i la seva afectació a la demanda. És cert, però, que si l'economia es troba davant un període de crisi econòmica, el mercat de treball està poc regulat, o hi ha una taxa d'atur elevada, és menys probable que es donin aquests efectes inflacionaris.

Si analitzem amb més detall el que passa amb la demanda, un augment de preus del petroli implica un empitjorament de la relació d'intercanvi a economies que són importadores netes de petroli com Catalunya. És a dir, les exportacions de productes catalans esdevenen més cares per la qual cosa el dèficit per compte corrent tendeix a augmentar. Com a conseqüència, es produeix una redistribució de la renda cap als països exportadors de petroli. Aquesta reducció de l'ingrés als països importadors de petroli no és compensada per una major despesa dels països exportadors en béns catalans, per exemple, per la qual cosa l'impacte global és negatiu. Aquest efecte negatiu pot veure's reforçat si la majoria de socis comercials són també importadors nets de petroli, ja que ells també es veuran més empobrits i llavors la reducció de la demanda interna es veurà acompanyada d'una reducció de les exportacions. Aquest és el cas de Catalunya, ja que l'any 2005 el 73,8% de les exportacions de Catalunya van tenir com a destinació països de la Unió Europea, i el 3% Amèrica del Nord, regions que són importadores netes de petroli, com es pot veure a la Taula 5.

Taula 5: Comerç de Catalunya amb l'estranger 2005, per països

Milions d'euros

	Exportacions	Importacions	Saldo	Taxa de cobertura
Europa	34 280,97	47 475,37	- 13 194,41	72,2
Unió Europea (25)	31 056,50	43 223,70	- 12 167,20	71,9
Alemanya	4 962,60	11 393,40	- 6 430,80	43,6
França	8 598,60	7 178,37	1 420,23	119,8
Itàlia	4 090,50	6 898,95	- 2 808,45	59,3
Portugal	3 653,30	1 124,92	2 528,38	324,8
Regne Unit	3 010,20	2 869,73	140,47	104,9
resta d'Europa	3 224,47	4 251,67	- 1 027,21	75,8
Àfrica	1 533,14	3 370,81	- 1 837,67	45,5
Amèrica	3 350,31	4 197,66	- 847,35	79,8
Amèrica del Nord	1 280,30	2 024,40	- 744,10	63,2
Amèrica Central i del Sud	2 070,00	2 173,70	- 103,70	95,2
Àsia	2 409,49	12 539,51	- 10 130,02	19,2
Austràlia, Oceania i altres	513,12	164,92	348,20	311,1
Total 2005	42 087,03	67 748,27	- 25 661,24	62,1
Total 2004	39 303,31	60 241,63	- 20 938,32	65,2
Total 2003	37 648,50	54 344,70	- 16 696,20	69,3
Total 2002	37 275,90	51 891,80	- 14 615,90	71,8
Total 2001	36 694,50	50 497,90	- 13 803,40	72,7

Font: Institut d'Estadística de Catalunya, a partir de dades de l'Agència Estatal d'Administració Tributària.

(1) Dades provisionals.

Font: IDESCAT (2006: 224)

La magnitud de l'efecte d'un augment de preus del petroli depèn de diversos factors, com ara la fracció de la factura del petroli en la renda nacional, el grau de dependència del petroli importat, així com la capacitat dels consumidors finals de canviar de font energètica. També depèn de com evolucionen els preus d'altres formes d'energia, com ara el gas natural. En aquest sentit, el grau d'autoabastament de l'economia espanyola és pràcticament inexistent per al petroli i el gas natural, amb un 0,4% i un 1,3% del total d'energia primària el 2004 (INE, 2006). La situació de Catalunya és encara pitjor que la mitjana de l'Estat espanyol, ja que només s'arriba a un 0,4% en el cas del petroli, i un 0,2% en el cas del gas natural (IDESCAT, 2006: 392), per la qual cosa la vulnerabilitat de l'economia catalana és molt elevada.

Tant els efectes directes com els indirectes d'una pujada de preus del petroli tenen un efecte permanent sobre l'índex de preus al consum, tot i que la taxa queda afectada només temporalment. És a dir, el nivell de preus general s'alça de forma inevitable.

Un xoc persistent d'augment de preus del petroli pot donar lloc a reassignació de la producció entre diversos sectors econòmics, traslladant activitat cap a sectors menys dependents del petroli, amb una certa implicació en termes de llocs de treball. Però pot donar lloc també a un procés de deslocalització de l'activitat més intensiva en energia a d'altres zones del món on els majors costos de l'energia puguin ser compensats per menors costos laborals, o per una legislació ambiental més laxa, la qual cosa derivaria en una reducció dels

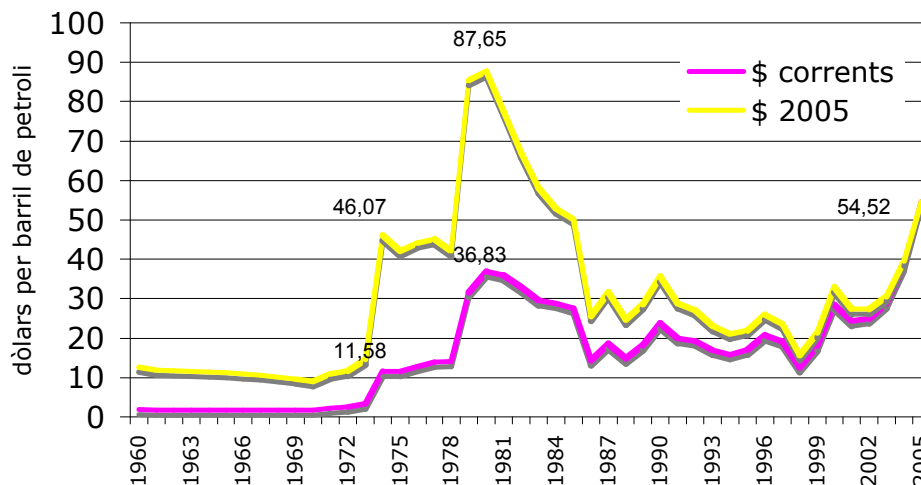
llocs de treball a Catalunya, i en una transferència dels passius ambientals cap a països en desenvolupament⁵¹.

Un altre element a tenir en compte són les expectatives a mitjà i llarg termini que tinguin els agents econòmics, i com aquestes es generen i canvien amb el temps. Si preveuen que l'augment de preus del petroli serà permanent (és a dir, que no tornarà a baixar), això pot determinar el caràcter d'algunes inversions en béns durables (com ara automòbils), maquinària, i fins i tot l'habitatge, orientant-los cap a un consum menor d'energia, o fins i tot posposant-los fins a que hi hagi més informació (Hamilton, 2003). És a dir, pot haver-hi un procés de desplaçament de la inversió d'uns actius a uns altres (que repercutiria menys en l'activitat econòmica) o un procés de retard en aquesta inversió que reduiria el nivell d'activitat econòmica.

6.2. Preus en termes reals, tipus de canvi euro/dòlar, i competitivitat

Els lligams que hem vist abans entre un augment de preus del petroli i diverses macromagnituds no es poden relacionar amb l'evolució del preu en termes nominals. Per a l'economia el que importen són els preus reals del petroli, és a dir, els preus del petroli relatius a la resta de preus, descomptant l'efecte de la inflació. Així, quan considerem preus reals, l'impacte dels actuals preus resulta inferior al que semblaria mirant els preus nominals.

Figura 41: Preus del petroli⁵² en dòlars per barril 1960 – 2005



Font: Elaboració pròpia a partir de BP (2006)

⁵¹ Els passius ambientals són els danys produïts en el medi ambient per una activitat productiva. Sovint empreses transnacionals que actuen a països en desenvolupament no es fan càrrec dels danys ambientals provocats. D'aquesta manera el passiu ambiental passa a ser part del Deute Ecològic. Veure l'Observatori del Deute en la Globalització, apartat de Deute Ecològic, <http://www.debtwatch.org/cat/observatoris/deco/index.php?id=0>

⁵² Fins 1983 el preu és d'Arabian Light; des de 1984 Brent

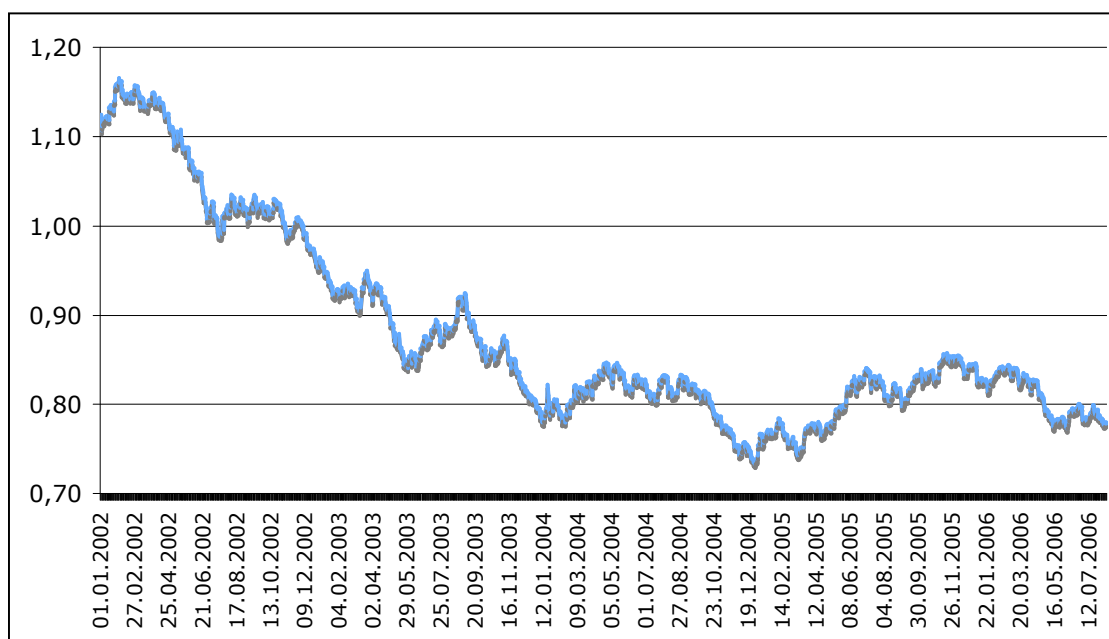
Per exemple, a la Figura 41 tenim el preu del petroli en dòlars corrents i en dòlars de 2005 per al període 1960 a 2005. Con veiem, el preu de 2005 de 54,52 dòlars, tot i ser superior als 46 dòlars de la primera crisi del petroli, està encara lluny dels 87,65 dòlars de la segona crisi del petroli. Això no vol dir pas que la situació no sigui preocupant, especialment si tenim en compte la tendència creixent des de 2002 i els preus nominals actuals de més de 75 dòlars.

Un punt que hem de tenir en compte en la interpretació dels preus reals del petroli és que si bé les anteriors crisis del 1973, 1979, 1990 i 1999 han estat bàsicament d'interrupcions a la oferta de petroli, l'actual crisi és més aviat donada per un conjunt de factors on hi juga la oferta (guerra d'Iraq, huracà Katrina als EUA), però on el principal factor és un creixement continu i persistent de la demanda, particularment dels EUA i de la Xina. Això ha provocat que es donin en el moment actual unes condicions amb poca capacitat de maniobra per a fer front a eventuals xocs al mercat de cru, fet que dona més volatilitat al mercat mundial del petroli.

En qualsevol cas, és evident que els preus s'han més que doblat des de 1999, fins i tot en termes reals, per la qual cosa podem argumentar que l'economia catalana porta ja uns anys patint les conseqüències de la seva extremada dependència.

Un altre factor que ha suavitzat una mica fins ara l'impacte sobre la nostra economia ha estat la revalorització de l'euro als mercats de divises. Donat que el petroli es paga en dòlars, això ha comportat que la factura en euros hagi crescut menys que en dòlars. De fet com ens indica la Figura 42, el dòlar ha passat dels 1,12 euros el gener de 2002 a 0,78 euros el 10 d'agost. Com que el petroli està denominat dòlars, en els darrers 5 anys la UE ha gaudit d'un petit subsidi en la forma de l'apreciació de l'euro.

Aquest fet ha comportat que l'afectació a la balança de pagaments de les economies de la zona euro hagi estat menor del que s'esperava. En efecte, la pujada de preus del petroli ha estat menys forta per a les economies de l'euro, per la qual cosa han perdut menys competitivitat del que es podria esperar. De fet, el dòlar ha continuat devaluant-se respecte l'euro, tot i la major demanda mundial de dòlars tant per part dels països importadors de petroli (per a pagar aquestes importacions), com per part dels països exportadors (que compren deute públic americà amb els dòlars extra que guanyen amb el petroli). Això contradiu el que alguns organismes avançaven: la revalorització del dòlar (AIE, 2004). Aquest fenomen és el que ha mantingut el dòlar relativament estable des de 2004, ja que l'elevat dèficit comercial dels EUA i el creixent deute públic haurien provocat depreciacions del dòlar molt abans. Aquesta situació s'ha d'entendre, però, com a transitòria.

Figura 42: Tipus de canvi dòlar euro (2002-2006)

Font: elaboració pròpia a partir de *Oanda.com The currency site*
<http://www.oanda.com/convert/fxhistory>

Tot i això, segons dades del Banc Central Europeu (BCE 2006) l'abril de 2006 el dèficit comercial acumulat del petroli de la zona euro va ser de 163.5 bilions d'euros, és a dir, 45,5 bilions superior a l'any anterior (o un 33%), reflectint l'enorme cost que l'encariment del petroli significa per la factura energètica de la zona euro, i per tant per a la seva competitivitat. Així, la OCDE (2006: 8) estima que des de 2002 fins abril de 2006, el fet que els preus del petroli s'hagin multiplicat per 2,5 ha fet que la pèrdua en la relació d'intercanvi dels països de la OCDE hagi estat del 1,25% del PIB, que es pot comparar amb el 2% durant la primera crisi del petroli (1973-75) i el 3% de la segona crisi (1979-80). Aquesta pèrdua de PIB per a la OCDE ha implicat guanys per a les economies exportadores de petroli, anant un 25% dels mateixos a Rússia i la major part de la resta a Orient Mitjà.

6.3. Els estudis dels organismes internacionals

Com vàrem veure al Bloc 1, alguns països com els Estats Units han encarregat estudis que analitzen, entre altres coses, l'impacte sobre l'economia d'un augment sobtat del preu del petroli. Així, l'Informe Hirsch (Hirsch et al., 2005) diu que cada cop que es dobli el preu del petroli es produirà una pèrdua d'un 1% del PIB per a la economia dels EUA.

Per la seva banda, el Banc Central Europeu (BCE 2004), com a gestor de la política monetària de la Unió Europea, posa sempre èmfasi en els aspectes purament monetaris per tal d'analitzar possibles xocs en l'economia de la UE deguts a augments del preu del petroli. Aplicant models macroeconòmics convencionals, el BCE va analitzar els efectes sobre l'economia de la zona

euro. Cal tenir en compte, però, que els resultats tenen associada una gran incertesa, deguda a que els models no poden tenir en compte totes les relacions entre les diferents variables econòmiques. El BCE analitzà quin seria l'impacte d'un augment sobtat del preu del petroli del 50%. Segons els seus estudis (BCE 2004) això donaria lloc a un augment de la inflació entre el 0.3% i el 0.6% el primer any, i entre un 0.1% i un 0.4% el segon any. En quant al PIB, comportaria una pèrdua de la taxa de creixement d'entre 0.1% i 0.8%. De fet, el BCE (2004: 54) menciona que una regla usada habitualment entre els economistes energètics diu que un augment del 10% en el preu del petroli en euros es traslladaria a un augment de la inflació entre 0,1 – 0,2 %. Aquestes previsions són molt inferiors a les de l'Agència Internacional de l'Energia que veurem més avall.

Un altre estudi del Banc Central Europeu (Jiménez-Rodríguez i Sánchez, 2004) conclou que un augment dels preus del petroli tindria efectes negatius per a totes les economies importadores de petroli menys per al Japó. L'efecte negatiu més important, segons aquest estudi del BCE, serà per a l'economia dels Estats Units. De fet, davant d'un xoc del 100% en el preu del petroli, s'espera que el PIB americà caigui un 3,2% respecte l'escenari de referència en un període de tres anys. Per a la resta d'economies de la OCDE, i en particular per a la zona euro, el resultat seria la meitat que als Estats Units. S'ha de dir, però, que els mateixos autors, utilitzant diferents especificacions del seu model, troben que el rang de valors per als EUA és d'entre el 3% i 6%, i per a la zona euro d'entre un 1% i un 4%. Els autors també calculen que l'augment de preus del petroli induirà, en tots els països, a una caiguda dels salaris reals. Es reconeix, però, que hi ha un grau molt elevat d'incertesa en aquest tipus d'estudis per a estimar els costos d'un augment del preu del petroli.

Paral·lelament, un treball de l'Agència Internacional de l'Energia (2004), en col·laboració amb el Departament d'Economia de l'OCDE i del Departament de Recerca del Fons Monetari Internacional, va usar models econòmics de les tres institucions⁵³ per a descriure l'impacte d'un increment de 10 dòlars en el preu real del petroli sobre l'OCDE. Així, passar de 25 dòlars (valor de referència per al 2003) a 35 dòlars implicaria una pèrdua d'un 0,4% de PIB per als dos anys després del xoc respecte a l'escenari de referència. La taxa d'inflació, per la seva banda, seria un 0,5% més elevada que a l'escenari de referència per a un període de 5 anys després del xoc. Segons aquest estudi, la zona Euro patiria més aquest xoc que no els Estats Units, ja que aquest país encara produeix un 40% del petroli que consumeix. En qualsevol cas, el dèficit fiscal s'agreuaria a totes les zones.

Recentment, l'OCDE (OCDE 2006) ha utilitzat un preu del petroli de 70 dòlars per barril per a establir el seu escenari de referència a mig termini, que preveu creixements econòmics elevats per a totes les regions, amb un 2% anual per a la zona euro fins el 2012 i un 2,5% per a l'Estat espanyol. Semblaria doncs que els efectes sobre l'activitat econòmica de l'augment de preus que els models de

⁵³ El model Interlink de la OCDE, utilitzat a les projeccions del OECD Economic Outlook, el model Multimod del FMI usat al World Economic Outlook, i el World Energy Model de la AIE que s'utilitza al World Energy Outlook.

fa només 2 ó 3 anys preveien no s'han produït, o no són tant forts com es pronosticaven.

És interessant observar com les diferents anàlisis donen diferents resultats; mentre que el Banc Central Europeu diu que el major impacte el patirà els Estats Units, altres organismes com l'Agència Internacional de l'Energia, l'OCDE o el Fons Monetari Internacional diuen que serà la zona Euro la que patirà més. Com veiem, el grau de complexitat de la relació entre energia i creixement econòmic fa molt difícil la tasca de preveure el comportament del preu en el futur i de veure l'impacte sobre la resta de l'economia.

Els resultats mostrats fins ara poden ser encara pitjors si es té en compte la propensió marginal a estalviar els ingressos extra per part dels països exportadors de petroli. A més estalvi i menys consum (dels ingressos extra degut a l'encariment del petroli), major serà la repercussió sobre el PIB global. S'ha de dir que tant les simulacions del Fons Monetari Internacional (FMI) com de l'OCDE assumeixen que els països exportadors consumiran al voltant d'un 75% dels ingressos addicionals derivats de l'augment de preus en béns i serveis importats (AIE 2004). Aquest és un supòsit massa ambiciós, ja que la majoria d'aquests països, sobretot els del Golf Pèrsic, es troben en una situació en què poden restituir les seves reserves de divises i reduir el seu dèficit fiscal i per tant el deute públic d'una manera relativament fàcil, per la qual cosa és més probable que destinin els recursos a millorar els fonaments de les seves economies, així com en inversió en actius denominats en dòlars, bàsicament deute públic però també participació en empreses.

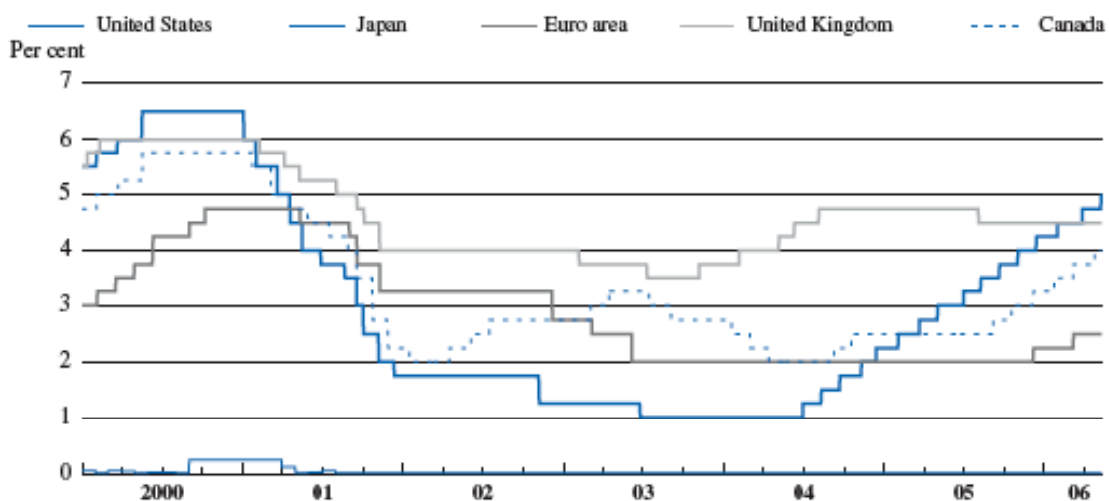
Això és precisament el que sembla que aquests països estan fent. Segons el Departament del Tresor dels EUA (Department of Treasury, 2006) el mes de juny de 2005 el valor total de valors financers americans en mans d'estrangers era de 6,9 bilions de dòlars ($6,9 \cdot 10^{12}$ dòlars, és a dir, bilions europeus), dels quals 4,1 bilions eren deute privat i públic, i 2,1 bilions eren inversions en accions d'empreses americanes. El deute del Tresor americà en mans d'estrangers representava ja el 51,7% del total. Això contrasta amb la posició dels Estats Units amb la resta del món, ja que 2,6 bilions de dòlars d'accions d'empreses de la resta del món són en mans d'americans, però només 1 bilió de deute de la resta del món, és a dir 4 vegades menys del que els estrangers tenen als EUA. Aquesta situació, a la qual els cinc principals creditors dels EUA són Japó, Regne Unit, Xina, Luxemburg, i les Illes Cayman⁵⁴, junt amb l'augment de la demanda de dòlars per part dels importadors de petroli degut a l'augment de preus, estaria provocant una sobrevaloració del dòlar (Department of Treasury, 2006), que el manté al voltant dels 80 cèntims d'euro des de 2004, tal com mostra la figura 42.

⁵⁴ Aquest rànking s'ha d'interpretar de la manera següent: Japó i Xina tenen un superàvit comercial molt elevat amb els EUA, per la qual cosa, i per a mantenir els seus nivells d'exportacions (i per tant, d'activitat econòmica), compren dòlars o actius denominats en dòlars per evitar una revalorització de les seves monedes que erosioni la seva competitivitat. Tant el Regne Unit, com el semi-paradís fiscal Luxemburg, i el paradís fiscal Illes Cayman canalitzen a través dels seus sistemes financers gran part de les inversions dels països exportadors de petroli per mitjà de fons d'inversió.

Aquesta situació no és cap sorpresa, i ja el 2004 l'AIE (2004) va donar la veu d'alerta sobre la possibilitat que els actius dels països importadors de petroli es devaluessin, fet que ha succeït als EUA i en altres economies desenvolupades. Aquest fet, junt amb l'enorme dèficit de balança de compte corrent d'aquests països, donaria lloc a pressions sobre els tipus d'interès, que s'apujarien, tot agreujant l'impacte de l'augment de preus del petroli sobre l'economia.

En efecte, si mirem la Figura 43, veiem com precisament des de 2004 la Reserva Federal ha augmentat el preu del diner de manera continuada per mirar de refredar l'economia i reduir d'aquesta manera el dèficit per compte corrent. Això ha provocat un augment successiu de la demanda de dòlars per a comprar el deute de què parlàvem abans. El risc, però, d'una crisi als Estats Units ha portat el banc central americà a no continuar pujant els tipus d'interès, per la qual cosa podem preveure que el dòlar deixarà la banda de fluctuació dels 80 cèntims d'euro que porta des de 2004 i començarà una nova depreciació respecte l'euro.

Figura 43: Tipus d'interès de la Reserva Federal dels EUA, el Banc de Japó, el Banc Central Europeu, el Banc d'Anglaterra, i el Banc de Canadà



Source: US Federal Reserve Board, Bank of Japan, European Central Bank, Bank of England, Bank of Canada.

Font: OCDE 2006: 26

D'una manera similar, el Banc Central Europeu va pujar el tipus d'interès fins el 3% la segona setmana d'agost de 2006 (BCE, 2006) degut principalment als riscos inflacionaris que l'augment del preu del petroli està provocant, i degut a que el baix cost del diner està disparant el crèdit privat, i per tant l'oferta monetària. Per això el mateix banc avança que la pujada de tipus podria continuar, per tal de controlar la inflació. Aquesta nova tendència de pujar el tipus d'interès podria tenir uns efectes molt més depressius en economies com l'espanyola si anés seguit d'una crisi de la bombolla immobiliària que vivim actualment degut a l'encariment de les hipoteques.

Segons aquest tipus d'anàlisi, quina és la capacitat d'actuació de les economies? Organismes com ara l'Agència internacional de l'energia (2004)

veuen la qüestió del preu del petroli només com un problema de mercat, i no tenen en compte les limitacions físiques d'aquest factor. Així, recomanen que s'augmenti l'extracció i refinament de petroli; que s'augmenti la inversió en els mercats de petroli (per a reduir costos d'extracció i transport); que la demanda respongui als senyals marcats pels alts preus, és a dir, que es fomentin (també des dels governs) les mesures d'eficiència energètica.

6.4. Limitacions d'aquests estudis

Tant la teoria econòmica com els estudis empírics que hem presentat analitzen només l'impacte d'un xoc de preus del petroli en un moment donat, sense tenir en compte el context. És a dir, es pressuposa que tard o d'hora s'eliminarà el factor que està provocant aquest xoc, i s'assolirà un nou equilibri amb uns preus determinats, però més baixos que els que el xoc ha portat. D'alguna manera no s'està tenint en compte la disponibilitat física del recurs que s'analitza. Si tenim en compte que cada cop és més evident que ens estem apropant al cim de la producció de petroli, i que l'increment de preus que vivim en l'actualitat es deu fonamentalment a un creixement de la demanda a Àsia com hem vist a la secció 5.1, podem entendre que no estem davant d'un xoc temporal, sinó més aviat davant d'un xoc permanent i un canvi de tendència. És a dir, el preu del petroli potser s'estabilitzarà, però ho farà a preus molt superiors dels que vivim actualment. Per tant, els models emprats fins ara no tenen en compte l'esgotament dels combustibles fòssils, però els hauran d'incorporar en el futur. Potser és per això que les pròpies prediccions que feien aquests models fa només dos o tres anys en termes de reducció de l'activitat econòmica o d'augment de la inflació no s'han materialitzat quan s'han donat efectivament els augments de preus que ells només consideraven com hipòtesis de treball.

De fet, hem vist com fins i tot els autors d'aquests estudis ens alertaven sobre el caràcter de demanda de l'actual encariment del petroli, i com diferents models donaven resultats totalment diferents. Sembla llavors, que no hem de pretendre conèixer quin serà l'impacte en termes percentuals en quant a reducció de l'activitat econòmica. Sabem que l'impacte serà negatiu i és per això que necessitem reduir els factors que determinen aquest impacte, és a dir, la dependència del petroli de les nostres economies, i la dependència exterior en termes d'energia primària.

És per això que amb MSIASM (veure bloc 1 per una descripció detallada de la metodologia) no fem previsió de preus del petroli ni d'afectació del mateix sobre el nivell d'activitat, però donem idees de com diferents nivells d'activitat a diferents sectors condicionen quin tipus de demanda energètica tindrem, o podem dir cap a quins sectors s'hauria de dirigir l'economia donada una dotació de recursos determinada.

6.5. Particularitats de Catalunya

Hem vist que, tot i que la teoria i els models presentats tenen algunes limitacions, són clars en mencionar quines són les relacions segons les quals un augment de preus del petroli afecta les diferents macromagnituds. No podem preveure quin serà l'impacte en termes quantitius, però sabem que serà negatiu, i sabem que segurament serà més fort que a les economies del nostre entorn (incloent-hi Espanya) perquè Catalunya depèn més del petroli que altres economies, i per què la major part dels seus socis comercials són també importadors de petroli. Això vol dir que donat el cas d'una desacceleració de l'activitat econòmica per un xoc de preus, no només la demanda interna es veuria afectada, sinó també les exportacions, per la qual cosa a la pèrdua de competitivitat associada a majors costos de producció s'afegiria la caiguda de l'activitat econòmica que podria tenir efectes molt negatius en quant a ocupació.

A més a més, la capacitat d'actuació en termes de política monetària és inexistent, ja que està controlada pel Banc Central Europeu que posa el control de la inflació per davant de l'estimulació de l'economia en una crisi. En quant a la política fiscal, les poques opcions que queden a l'economia catalana seran analitzades al subapartat de mesures fiscals del Bloc 12.

7. Risc geopolític i estratègia energètica

L'actual situació al mercat internacional de petroli i altres hidrocarburs com el gas natural, on hi ha una demanda creixent i una oferta amb poca capacitat ociosa, fan que hi hagi una elevada volatilitat al preu del petroli que reflexa immediatament qualsevol problema de proveïment. En aquest context, l'OPEP pot estar canviant la tàctica en la fixació dels preus del petroli, de tenir una banda de fluctuació per als preus entre 22-28 dòlars com hem vist, a considerar un mínim per sota del qual no es vol arribar. Segons la comissió de l'energia de Califòrnia (CEC 2005) aquest valor es situaria en els 30 dòlars per barril. Aquest canvi està donat també per la caiguda continuada del dòlar, que fa que els països exportadors perdin poder de compra.

Aquest és el món on es mouen els nous actors energètics a nivell internacional, com ara Xina i Índia, que es veuen forçats (per la seva pròpia demanda, tant interna com per a l'exportació) a garantir fluxos d'energia creixents i a preus creixents, per la qual cosa estan prenent posicions i garantint-se reserves per al futur. Aquest elevat valor del petroli, en comparació amb altres períodes, fa que els països productors el puguin utilitzar com a part de la seva política internacional. Això vol dir que els països que són importadors nets han de conèixer molt bé la realitat geopolítica al voltant del petroli i han de mantenir bones relacions amb els països proveïdors.

El fet que la major part de les reserves estiguin a Orient Mitjà i les economies ex-soviètiques es tradueix en què les empreses són en la seva major part empreses estatals. Això vol dir, que a vegades els contractes comercials pel petroli tenen molt a veure amb la política bilateral d'aquests països amb els compradors i no pas amb raons de mercat. Per exemple, Xina va donar un préstec al govern de Rússia per a la nacionalització de l'empresa petrolera Yukos (CEC 2005). Un altre cas de Rússia amb una empresa estatal el tenim al recent conflicte entre Rússia i Ucraïna pel gas natural, que implicà el tall del subministraments de gas a Ucraïna de l'1 al 4 de gener part de Gazprom, l'empresa estatal Russa⁵⁵. El conflicte esclatà quan Gazprom va anunciar que la tarifa per al 2006 per Ucraïna seria la mateixa que la del mercat internacional, uns 230\$ per 1000 metres cúbics de gas, quan fins aquell moment estava pagant 50\$. Finalment, els dos països arribaren a l'acord de fixar un preu de 95\$ per al gas proveïment de Rússia⁵⁶. Més enllà de l'anècdota del moment, és interessant observar com l'energia s'utilitza per assolir objectius polítics. Poc després d'aquest acord, Ucraïna va celebrar eleccions generals, i el partit de Viktor Yanukovich, que havia perdut les eleccions el 2004 i que és considerat pro-rus, va guanyar, arribant a ser Primer Ministre el 4 d'agost de 2006. Conspiracions apart, és evident que el tall rus al gas cap a Ucraïna va fer

⁵⁵ El 66% de les importacions de gas d'Europa provenen de Rússia, i el Gasoducte de l'Amistat transporta un 80% del mateix a través d'Ucraïna. Ucraïna, per la seva banda, depèn de Rússia per a més d'un terç del seu consum de gas. El mateix succeeix en el cas d'Alemanya, que també depèn en un 30% del gas rus.

⁵⁶ Vegeu la notícia a BBC News: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/4579648.stm> i <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/4572712.stm>

un dany terrible al President Yushchenko i el seu partit de la *revolució taronja*. Una cosa similar és el que està fent Iran amb la Xina en el recent conflicte sobre l'enriquiment d'urani. Els recents contractes de gas amb Xina, i el fet que Iran sigui el segon país en reserves de petroli, garanteixen Iran que Xina vetarà qualsevol intent de resolució del Consell de Seguretat de l'ONU que impliqui una acció armada o un bloqueig comercial contra la república islàmica.

En aquest sentit, quina és la situació de Catalunya? En poques paraules Catalunya es troba en una situació molt preocupant. La vulnerabilitat davant de xocs a causa dels preus del petroli és major que la dels països del nostre entorn. Segons dades d'IDESCAT (2006), el creixement del consum d'energia primària a Catalunya al període 1999-2003 ha estat d'un 3% anual (quan la mitjana mundial és del 1,8%), desglossat en un 1,3% d'increment anual per al consum de petroli (que suposà el 2003 el 48% del total d'energia primària) i del 9,3% en el cas del gas natural (que suposà el 21,9% del total d'energia primària). En conjunt, gas natural i petroli representen el 70% de l'energia primària consumida a Catalunya, per sobre de la mitjana de l'OCDE o de la UE del 64% i per sobre dels EUA amb un 65%. A més a més, com hem mencionat a la Secció 6, Catalunya importa gairebé el total del que consumeix, en concret el 96% del petroli i el 98% del gas que utilitza.

L'elevat grau de dependència de les importacions d'hidrocarburs és preocupant, però ho és encara més quan considerem l'origen d'aquests recursos. Amb dades per a l'estat espanyol (INE, 2006) i per al 2004, el 50% del petroli prové de sis països de la OPEP (Aràbia Saudita, Líbia, Nigèria, Iran, Iraq, i Algèria), que o bé no són democràtics o no tenen règims estables. Si afegim la resta d'importacions de Rússia (un 15%) i d'alguns altres països africans, ens adonem que més d'un 75% de les importacions de petroli provenen de països no democràtics, o poc estables. La situació amb el gas natural és encara més preocupant, ja que el 51% prové d'un sol país, Algèria⁵⁷, el 17,4% de Nigèria i el 14% de Qatar.

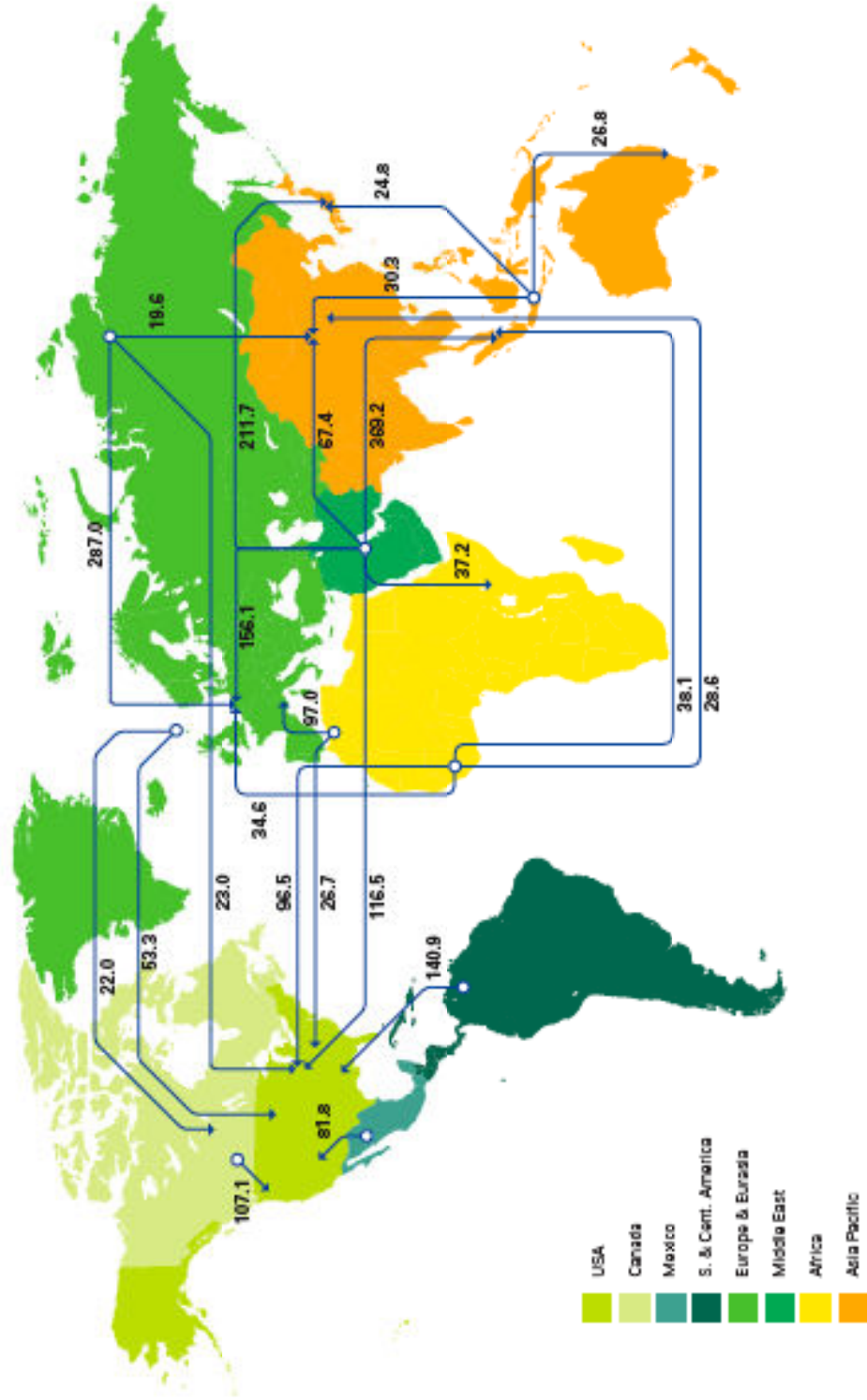
El resultat d'aquesta situació és que tant l'Estat espanyol com Catalunya pateixen un alt grau de risc polític per la seva dependència energètica. Per tant, el que succeeixi tant al Magreb com a Orient Mitjà és d'especial importància per a l'economia catalana. En particular, l'atenció a Orient Mitjà creixerà a mesura que ho facin les importacions d'aquesta zona en un futur immediat (com serà el cas també de la resta de països desenvolupats i en desenvolupament). Aquesta creixent atenció serà la mateixa que mostraran economies com Xina, que si bé el 2003 només va importar 900.000 barrils de petroli al dia dels països de la OPEP del Golf Pèrsic, s'estima que el 2030 aquestes importacions pugin a 5,8 milions de barrils per dia (EIA 2006c). Les Figures 44 i 45 resumeixen els fluxos de comerç de petroli i de gas natural a nivell mundial el

⁵⁷ La major part a través del gasoducte MEG que passa per Marroc, al menys fins que no comenci a funcionar el gasoducte directe amb Algèria *Medgaz* el 2009. Medgaz (<http://www.medgaz.com>) està participada en un 20% per CEPSA, un 20% per Sonatrach (empresa algeriana), i un 12% per cadascuna de Total, BP, Gaz de France, Iberdrola i Endesa. De 200 Km, transportarà 8.000 milions de metres cúbics (*El País*, 20 de gener de 2006).

2005, on es poden veure els elevats graus de dependència dels països importadors.

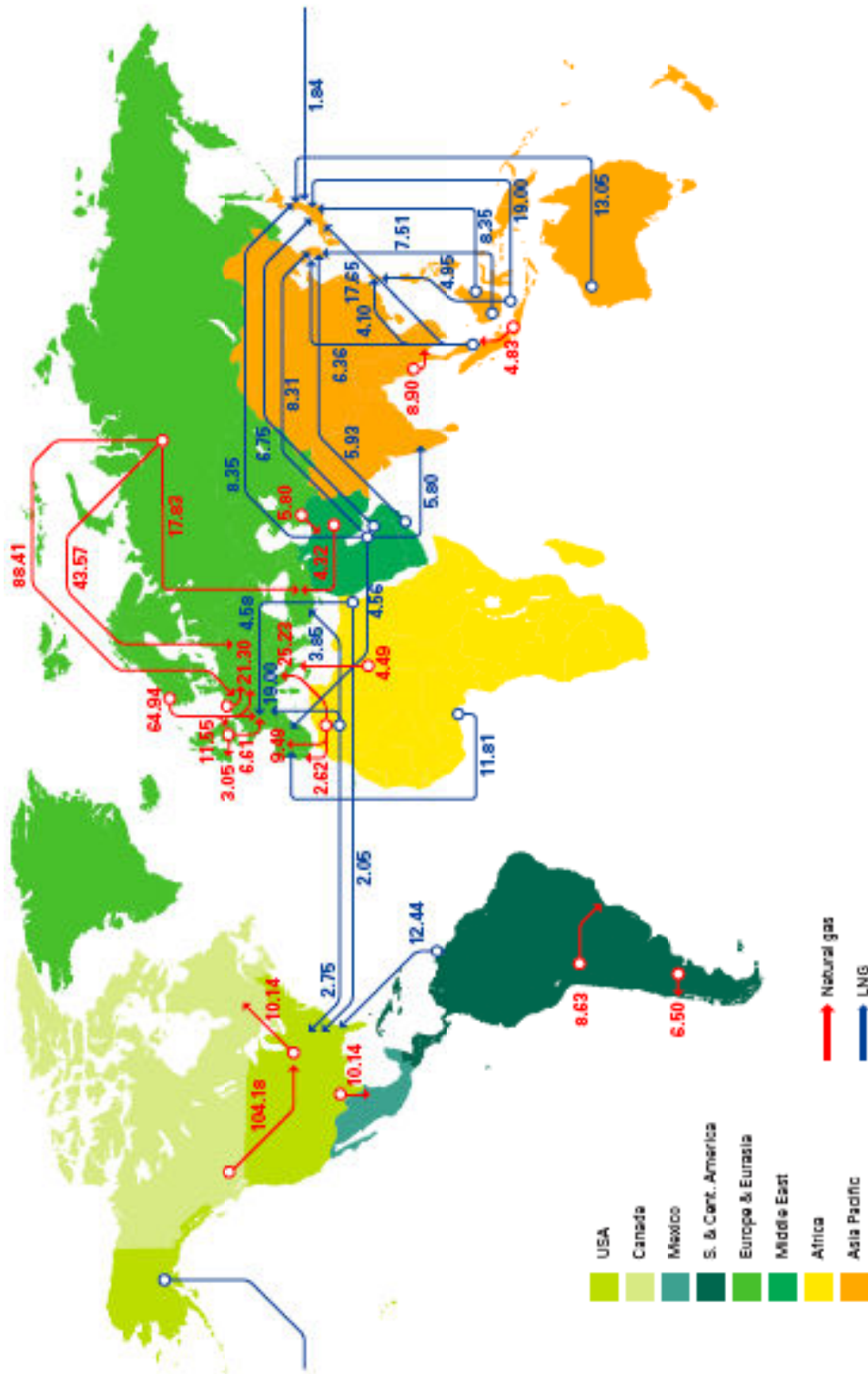
Aquesta elevada dependència energètica del Magreb i altres zones no molt estables aconsellen potenciar les alternatives energètiques que no tenen a veure amb els hidrocarburs, amb les dificultats que això implica. És veritat que les energies renovables estan creixent més que la mitjana en quant a energia primària però el 2003 només representaven un 3,2% de l'energia primària consumida a Catalunya, un llarg camí a recórrer.

Figura 44: Fluxos comercials de petroli comercials a nivell mundial (en milions de tones)



Font: BP 2006: 21

Figura 45: Fluxos de comerç mundial de gas natural (bilions de metres cúbics)



Font: BP2006: 3

8. Conclusions

Com a conclusió d'aquest bloc podem dir que estem davant d'una fase en què els preus de les diferents fonts d'energia primària estan pujant i esdevenint més inestables. Això no és només degut a la inestabilitat política internacional amb conflictes a molts països productors. A això li hem d'afegir dos components que fins ara no es tenien en compte perquè no es produïen. D'una banda, el fort creixement de la demanda d'energia convencional per part de països en desenvolupament com Xina i la Índia. De l'altre, finalment els diferents estaments del món de l'energia estan assumint que estem arribant o hem superat ja el cim del petroli, per la qual cosa aquest recurs esdevindrà cada cop més escàs en termes relatius, fet que s'ha de traduir necessàriament en el seu cost.

De fet, segons el World Energy Council (2006) l'increment de preus del petroli continuarà, donant lloc a més inversions en infraestructura, però no es preveuen solucions miraculoses a curt termini. El preu del petroli es situarà al voltant dels 80 dòlars durant els pròxims tres anys.

Aquesta situació continuarà perquè la demanda continuarà creixent a països com Xina o Índia, no només perquè estan esdevenint la factoria del món, sinó sobretot perquè la seva població voldrà augmentar el seu nivell de vida material tot emulant occident. Però la demanda també continuarà creixent al món industrialitzat, perquè sabem que el creixement econòmic implica major consum d'energia.

Aquesta demanda s'haurà de cobrir bàsicament amb producció que prové del Golf Pèrsic, que requerirà que es donin dos factors. En primer lloc, que hi hagi un finançament de l'increment de la capacitat de producció, i en segon lloc, que aquests països tinguin la voluntat política d'augmentar la producció, fet que està encara per demostrar.

Un problema afegit és que a mesura que s'esgoten els pous actuals entren en funcionament altres que són més costosos en termes tant de diners com d'energia necessària per a fer disponible l'energia final. Aquests majors costos d'explotació es traslladaran sens dubte al preu del petroli.

D'aquesta manera l'augment de preus del petroli induirà també augments en el preu de l'energia final, fet que com hem vist tindrà repercussions econòmiques importants com hem vist, ja que cada increment de preus implica un empobriment relatiu de les economies importadores, una caiguda de la demanda, tant interna com externa, i una caiguda de l'activitat econòmica que es tradueix en menys ocupació.

En aquest context, els esforços que hem mostrat en aquest Bloc tant d'organismes oficials com del món acadèmic per provar d'anticipar el preu del petroli en un futur més o menys immediat estan destinats a fracassar. El millor de cara a orientar les polítiques, des d'una estratègia basada en la precaució,

és analitzar amb variables biofísiques l'activitat econòmica. Volem saber quines són les activitats on podem treure més valor afegit de l'energia utilitzada, és a dir, volem fer una prioritació de les diferents fonts d'energia a diferents activitats. Des del punt de vista monetari, en lloc de provar de predir el preu és millor realitzar diversos escenaris de preus del petroli que ens indiquin com pot reaccionar la societat. Tot i així, sabem que els preus continuaran pujant, per la qual cosa hi haurà impactes negatius sobre l'economia. Per això, des d'un punt de vista purament econòmic la millor estratègia ha de ser la que redueixi la dependència de les nostres economies vers els combustibles fòssils, per exemple amb una reducció efectiva de la demanda o amb fonts alternatives. Aquesta estratègia portarà beneficis ambientals en termes de menys impactes sobre els països d'extracció i menors emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, i alhora ajudarà a reduir les tensions de les relacions internacionals, en deixar de dependre en gran mesura d'un grup reduït de països.

Referències

Agència Internacional de l'Energia (AIE) (2003): *World Energy Investment Outlook. 2003 Insights*. International Energy Agency, Paris.

Agència Internacional de l'Energia (AIE) (2004): Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy. International Energy Agency, Paris. http://www.iea.org/textbase/papers/2004/high_oil_prices.pdf

Agència Internacional de l'Energia (AIE) (2005): Projected Costs of Generating Electricity – 2005 Update. Paris.

Agència Internacional de l'Energia (AIE) (2006) Key world energy statistics 2005. International Energy Agency. Paris.

Banc Central Europeu (BCE) (2004): "Oil prices and the euro area economy", Monthly Bulletin November, European Central Bank 11/2004.

Banc Central Europeu (BCE) (2006): *Monthly Bulletin* August 08/2006, European Central Bank, Frankfurt.

BP (2006): Quantifying energy. BP Statistical Review of World Energy, June 2006. British Petroleum. London. Disponible via web a: <http://www.bp.com/statisticalreview>

Campbell, C.J., Laherrère, J.H. (1998): "The end of cheap oil", *Scientific American*, March:78–83.

Campbell, C.J. (2002): "Forecasting Global Oil Supply, 2000 – 2050", *Hubbert Center Newsletter* 2002/3. July 2002, M.K. Hubbert Center for Petroleum Supply Studies, Colorado School of Mines, Golden, Colorado.

CEC (2005): Long Term Crude Oil Supply and Prices. California Energy Commission. Consultant Report No CEC-600-2005-031. September 2005. Disponible a <http://www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-600-2005-031/CEC-600-2005-031.PDF>

Cleveland, C.J., Costanza, R., Hall, C.A.S., and Kaufmann, R. (1984) "Energy and the U.S. economy: a biophysical perspective", *Science*, 225: 890-897.

Cleveland, C. (2005): "Net energy from the extraction of oil and gas in the United States", *Energy*, 30: 769-782.

Comissió Europea. Butlletí petrolier. (Butlletins setmanals sobre preus dels hidrocarburs). European Commission. http://ec.europa.eu/energy/oil/bulletin/index_en.htm

Comissió Europea (2003): *World Energy, Technology and Climate Policy Outlook. WETO 2030*. European Commission. Directorate-General for Research. Brussels.

Comissió Europea (2005). *The support of electricity from renewable energy sources*. Comunicació COM(2005) 627 final. European Commission. Brussels, 7.12.2005. Consultable a: <http://www.mityc.es/Petroleo/Seccion/Precios/Informes/>

CORES (2006) Boletín Estadístico de Hidrocarburos. Mayo 2006. Número 102. Corporación de Reservas Estratégicas de Recursos Petrolíferos (CORES), i Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç. www.cores.es

Dées, S., Karadeloglou, P., Kaufmann, R.K., Sánchez, M. (properament): "Modelling the world oil market: Assessment of a quarterly econometric model", *Energy Policy*. En premsa Foundation Press, New Haven.

Department of Treasury (2006): Report on Foreign Portfolio Holdings of U.S. Securities, as of June 30, 2005. Federal Reserve Bank of New York. June 2006. Disponible a <http://www.treas.gov/tic/shl2005r.pdf>

EIA (2006a): Short-Term Energy Outlook, August 8th, 2006. Energy Information Administration, US Department of Energy. Washington. Disponible a <http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/contents.html>

EIA (2006b): Why are oil prices so high?, Short-Term Energy Outlook Supplement, August 8th, 2006. Energy Information Administration, US Department of Energy. Washington. Disponible a <http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/special/high-oil-price.html>

EIA (2006c): International Energy Outlook 2006. Energy Information Administration, US Department of Energy. Washington.

Eurostat. Estadístiques energètiques de la Unió Europea.
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

Fons Monetari Internacional (2000): The Impact of Higher Oil Prices on the Global Economy. IMF Research Department, International Monetary Fund December 8, 2000. Disponible a <http://www.imf.org/external/pubs/ft/oil/2000/>

Generalitat de Catalunya (2005). *Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015. Pla estratègic*. Octubre 2005.

Gray, L.C. (1913) "The economic possibilities of conservation", *Quarterly Journal of Economics*, 27: 497-519.

Gray, L.C. (1914) "Rent under the presumption of exhaustibility", *Quarterly Journal of Economics*, 28: 466-489.

Guseo, R., Dalla Valle, A., Guidolin, M. (properament): “World oil depletion models: price effects compared with strategic or technological interventions”, *Technological Forecasting & Social Change*, En premsa.

Hall, C., Tharakan, P., Hallock, J., Cleveland, C., Jefferson, M. (2003): “Hydrocarbons and the evolution of human culture”, *Nature*, Vol. 426 (20): 318-322.

Hamilton, J.D. (2003): “What is an oil shock?”, *Journal of Econometrics*, 113: 363-398.

Horn, M. (2004): “OPEC’s optimal crude oil price”, *Energy Policy* 32: 269-280.

Hotelling, H.C. (1931) “The economics of exhaustible resources”, *The Journal of Political Economy*, 39: 137-175.

IAEA (2006): Annual report 2005. International Atomic Energy Agency, Viena

IDESCAT (2006): Anuari Estadístic de Catalunya 2006. Generalitat de Catalunya. Institut d’Estadística de Catalunya. Barcelona.

Institut Català d’Energia - ICAEN: <http://www.icaen.net>

Jiménez-Rodríguez, R., and Sánchez, M. (2004): *Oil price shocks and real GDP growth. Empirical evidence for some OECD countries*. European Central Bank Working paper series No. 362, May 2004.

La Caixa (2005) Informe mensual econòmic de La Caixa, número 284. Octubre 2005.

Ministeri d’Indústria, Turisme i Comerç - MITiC (2006). Informes mensuales sobre precios de carburantes y combustibles. Juliol 2006 i anteriors.

National Bureau of Statistics of China (2006): *China Statistical Yearbook 2005*. China Statistics Press, Beijing.

Nordhaus, W.D., 1979. *The Efficient Use of Energy Resources*. Cowles Rehl, T., Friedrich, R: (2006): “Modelling long-term oil price and extraction with a Hubbert approach: The LOPEX model”, *Energy Policy* 34: 2413-2428.

Observatori de l’Energia. ICAEN. Departament de Treball i Indústria. Generalitat de Catalunya

OCDE (2005): *OECD Economic Outlook No. 76, 2004/2 December*. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

OCDE (2006): *OECD Economic Outlook No. 79, 2006/1 June*. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

OCDE (2006b): *Uranium 2005: Resources, Production and Demand*. Organisation for Economic Cooperation and Development. Paris.

Oilnergy <http://www.oilnergy.com/1obrent.htm>

OMEL (2006) Memoria Mercado de la electricidad 2005.

Riberelles, D. (2006): "Balance energético 2005 y perspectivas 2006: El sector del petróleo", presentació de l'informe de la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, disponible a www.aop.es/informes/DdR-CEE2006%20balanceEnergetico2005persp2006.pdf

The Economist, 2006. *Uranium. Glowing*. pàgines 49-50. 19-25 agost 2006.

Tainter, J.A., Allen, T.F.H., Little, A., Hoekstra, T.W. (2003): "Resource transitions and energy gain: Contexts of organization", *Conservation Ecology*, 7(3): 4.

UIC (2006a): Nuclear Issues Briefing Paper 36, May 2006. Uranium Information Centre, Melbourne, Australia. Disponible online a <http://www.uic.com.au/nip36.htm>

UIC (2006b): Nuclear Issues Briefing Paper 19, August 2006. Uranium Information Centre, Melbourne, Australia. Disponible online a <http://www.uic.com.au/nip19.htm>

US GEOLOGICAL SURVEY (2000): *World Petroleum Assessment, 2000*, Digital Data Series 60.

WEC (2006): *World Energy in 2006*. World Energy Council, London.

WNA (2003): 2003 WNA Market Report. World Nuclear Association. London.

Ye, M., Zyren, J., Shore, J. (2006): "Forecasting short-run crude oil price using high- and low-inventory variables", *Energy Policy* 34: 2736-2743.

Yousefi, A., Wirjanto, T.S. (2004): "The empirical role of the exchange rate on the crude-oil price formation", *Energy Economics* 26: 783-799.

Llistat dels principals acrònims utilitzats

AIE – Agència Internacional de l'Energia
 ASPO – Associació per a l'estudi del peak oil
 BCE – Banc Central Europeu
 BP – British Petroleum
 CE – Comissió Europea
 CEC – Comissió de l'Energia de l'Estat de Califòrnia (EUA)
 CORES – Corporación de Reservas Estratégicas de Recursos Petrolíferos
 EIA – Departament d'Energia dels Estats Units
 EROI – Energy Return on Energy Investment (Retorn en energia per la inversió en energia)
 EUA – Estats Units d'Amèrica
 FMI – Fons Monetari Internacional
 GLP – Gasos Liquats del Petrolí
 IAEA – Agència Internacional de l'Energia Atòmica
 IDESCAT – Institut d'Estadística de Catalunya
 INE – Institut Nacional d'Estadística
 IPC – Index de Preus al Consum
 IVA – Impost sobre el valor afegit
 IVMDH – Impost de vendes minoristes de determinats hidrocarburs
 LOPEX – Long-Term Oil Price and Extraction
 LRMC – Long Range Marginal Costs – Costos Marginals a Llarg Termini
 Mbd – Milions de barrils diaris
 MITiC – Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç
 Mtep – milions de tones equivalents de petroli
 OCDE – Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
 OMEL – Operadora del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español S.A.
 OPEP – Organització de Països Exportadors de Petroli
 PSI – Preu sense impostos
 PVP – Preu de venda al públic
 RSU – Residus Sòlids Urbans
 TPES – Total Primary Energy Supply (equival al consum total d'energia primària)
 Tep – tona equivalent de petroli
 UE-15 – Unió Europea dels 15 països membres. Inclou: Alemanya, Àustria, Bèlgica, Espanya, Dinamarca, Finlàndia, França, Grècia, Holanda, Irlanda, Itàlia, Luxemburg, Portugal, Regne Unit, Suècia.
 UE-25 – Unió Europea dels 25 països. Els anteriors més: Estònia, Eslovàquia, Eslovènia, Hongria, Letònia, Lituània, Malta, Polònia, República Txeca, Xipre
 UIC – Uranium Information Centre
 WAN – World Nuclear Association
 WEC – World Energy Council
 WTI – West Texas Intermediate

Índex de termes

- Agència Internacional de l'Energia 4, 5, 6, 18, 41, 69, 70, 83, 87
- Aràbia Saudita ... 4, 7, 19, 24, 43, 51, 56, 76
- balança de pagaments 67
- benzina 3, 29, 30, 31, 32, 57
- biocombustibles 17
- biomassa 17, 61
- capacitat ociosa 5, 19, 49, 56, 57, 75
- carbó 2, 3, 13, 14, 18, 22, 23, 27, 37, 43, 44, 48, 49, 54, 59, 60, 61, 62
- carburants 29, 30, 31, 32
- Catalunya 1, 2, 3, 5, 7, 10, 17, 19, 29, 30, 31, 45, 46, 52, 63, 64, 65, 66, 73, 76, 77, 84, 85, 87
- centrals de cycle combinat 60, 61
- cim del petroli 1, 4, 9, 52
- cogeneració 33, 60
- costos de producció 21, 26, 63, 73
- creixement econòmic 1, 4, 6, 9, 20, 21, 24, 42, 43, 46, 47, 50, 70, 81
- dèficit comercial 6, 67, 68
- dèficit fiscal 64, 69, 70
- elasticitat-preu 27
- elasticitat-renda 21, 24, 46, 48
- electricitat 2, 3, 13, 15, 17, 36, 37, 38, 39, 48, 58, 60, 61, 62
- energia nuclear 15, 46, 54, 62
- energia primària 1, 3, 4, 7, 10, 11, 17, 41, 42, 45, 46, 60, 65, 72, 76, 77, 81, 87
- eòlica 17
- EROI 4, 49, 50, 51, 87
- Estat espanyol 3, 7, 10, 29, 30, 33, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 47, 57, 65, 69, 73, 76
- fonts energètiques 2, 3, 14, 41, 44, 49, 55, 62
- fonts renovables 15, 17
- fuel-oil 3, 29, 33, 34
- gas natural 2, 3, 5, 7, 13, 14, 15, 29, 34, 35, 36, 43, 44, 46, 48, 49, 51, 53, 54, 56, 58, 59, 61, 65, 75, 76, 79
- gasoil 3, 29, 30, 31, 32
- gasos líquats del petroli 29, 32
- GLP *Vegeu* Gasos Líquats del Petroli
- Golf Pèrsic 1, 5, 9, 21, 53, 56, 58, 70, 76, 81
- hidroelèctrica 61
- impactes ambientals 59
- inflació 5, 6, 63, 64, 66, 69, 71, 72, 73
- infraestructura energètica 5, 57
- Orient Mitjà 1, 4, 6, 7, 9, 25, 50, 51, 58, 68, 75, 76
- petroli 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 78, 81, 89
- PIB 5, 6, 41, 48, 57, 58, 68, 69, 70
- preu del petroli 1, 5, 6, 9, 10, 12, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 51, 59, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 75, 81, 82
- preus del petroli 2, 5, 7, 14, 19, 22
- refinament 1, 3, 4, 9, 22, 24, 32, 41, 43, 49, 56, 57, 58, 72
- reserves de petroli 4, 24, 51, 76
- Rússia ... 6, 7, 53, 54, 55, 56, 62, 68, 75, 76
- sector elèctric 29, 37
- solar fotovoltaica 17, 61
- solar tèrmica 17, 61
- sorres enquitranades 27, 51, 59
- tipus de canvi 32, 66
- urani 2, 15, 16, 49, 54, 55, 76
- volatilitat 24, 41, 56, 67, 75
- Xina 5, 6, 7, 43, 46, 47, 54, 55, 57, 62, 67, 70, 75, 76, 81

Glossari

Actius financers

Bé o dret de propietat sobre un recurs econòmic del qual s'esperen beneficis futurs, com ara accions o bons.

Capacitat ociosa

Diferència entre la producció potencial màxima de petroli i la quantitat que realment s'ha extret.

Corbes d'aprenentatge

Corbes que mostren el desenvolupament històric dels costos d'inversió en tecnologies energètiques sobre el total acumulat de capacitat instal·lada.

Cost marginal

Cost addicional resultant d'un petit augment d'una activitat.

Dèficit fiscal

Diferència entre els ingressos i despeses d'una administració pública.

Deute Públic

Diners, o crèdit, que deu qualsevol nivell de l'administració pública. Es pot traduir en crèdits o en emissions de bons de diversos tipus (que són obligacions a retornar el principal més uns interessos).

Deute Extern

Deute públic i privat que es paga a l'estranger i en moneda estrangera.

Elasticitat-preu

Mesura de la sensibilitat de la quantitat oferta o demandada a les variacions de preu.

Elasticitat-renda de la demanda de petroli

Mesura la sensibilitat de la quantitat de petroli demandada a les variacions de la renda disponible.

EROI

Són les sigles en anglès de *Energy return on energy investment* (és a dir, retorn en energia per la inversió en energia). Ens indica quanta energia útil obtenim de l'extracció o transformació d'una font primària energètica per unitat d'energia que s'utilitza. Va ser desenvolupat per Cleveland et al en un article l'any 1984, on mostraven que l'EROI dels descobriments de petroli dels anys 1930 als Estats Units era de 100, és a dir, s'obtenien 100 unitats d'energia per cada unitat d'energia invertida en recuperar petroli. Actualment aquesta xifra és de només 11 (Cleveland 2005).

Inflació

Augment del nivell de preus. Generalment es parla de la "taxa d'inflació" que mesura el percentatge d'increment en els preus dels bens i serveis en un període determinat, generalment un any.

Paradoxa de Jevons

Milliores en l'eficiència a la utilització d'un recurs poden donar lloc a un augment en el seu ús i no a una disminució, donat que el recurs esdevé més econòmic.

Petroli pesat

Tot tipus de petroli cru que no flueix de manera fàcil. Es caracteritza per la seva elevada viscositat que fa que l'extracció sigui més costosa (en termes monetaris i d'energia) i que per tant s'exploti després del petroli lleuger. Veneçuela, al riu Orinoco, és el país amb més reserves d'aquest tipus de petroli.

Preus reals

És el preu d'un bé o servei un cop descomptat l'efecte de la inflació.

Regla de Gray-Hotelling

La regla de "Gray-Hotelling" (Gray 1913, 1914; Hotelling 1931) estableix el camí òptim d'extracció del recurs que permet una maximització de l'ingrés obtingut. En essència, l'elecció òptima depèn de la comparació entre el benefici final net (preu de mercat menys cost marginal d'extracció) produït per la venda del recurs natural i invertir els guanys al tipus d'interès de mercat, i el benefici obtingut per mantenir el recurs a terra i vendre'l en un futur a un preu més alt. És a dir, com que el recurs és exhaurible, el seu preu tendirà a créixer a una taxa similar al preu del diner: el tipus d'interès.

Reserves de divises

Dipòsits de moneda estrangera i altres formes de pagament (com l'or) dipositats als bancs centrals per les autoritats monetàries, que s'utilitzen per a cobrir compromisos de pagaments en moneda estrangera com ara les importacions o el deute extern.

Salari real

És el nivell salarial un cop descomptat l'efecte de la inflació. Mesura la capacitat de compra.

Sorres enquitranades

Es tracta de sorres pesades que es troben en la seva major part a la província d'Alberta a Canadà, però també es troba a Veneçuela. En anglès se les coneix com Tar Sands (sorres enquitranades), però també Oil Sands (de petroli), o Bituminous Sands (bituminoses). Es tracta d'un semi-sòlid que no es pot considerar ni quitrà ni petroli i que s'ha d'extreure i processar per a obtenir petroli cru sintètic o directament els derivats del petroli. Es tracta d'un recurs molt costós en termes d'energia i de diners, que en l'actualitat se sol explotar ja que es troba a prop de jaciments de gas inutilitzats.

Factors de conversió i unitats rellevants

Múltiples i submúltiples decimals i per a números naturals:

10^1	da	deca		10^{-1}	d	Deci
10^2	H	hecto		10^{-2}	c	Centi
10^3	K	kilo		10^{-3}	m	Mili
10^6	M	mega		10^{-6}	μ	Micro
10^9	G	giga		10^{-9}	n	Nano
10^{12}	T	tera		10^{-12}	p	Pico
10^{15}	P	peta		10^{-15}	f	Femto
10^{18}	E	exa		10^{-18}	a	Atto
10^{21}	Z	zeta		10^{-21}	z	Zepto
10^{24}	Y	yotta		10^{-24}	y	Docto

	Europa	Sistema Anglosaxó
Milió	10^6	10^6
Miliard	10^9	--
Bilió	10^{12}	10^9
Trilió	10^{18}	10^{12}

Relacions entre unitats d'energia, treball o quantitat de calor:

	Kj	kWh	kcal	tep	tec	BTU	Quad
1 kJ⁵⁸	1	$0,278 \cdot 10^{-3}$	0,239	$0,024 \cdot 10^{-6}$	$0,034 \cdot 10^{-6}$	0,947	$0,947 \cdot 10^{-15}$
1 kWh	$3,6 \cdot 10^3$	1	$0,86 \cdot 10^{-3}$	$0,086 \cdot 10^{-3}$	$0,123 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^3$	$3,40 \cdot 10^{-12}$
1 kcal⁵⁹	4,186	$1,16 \cdot 10^{-3}$	1	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,143 \cdot 10^{-6}$	3,964	$3,964 \cdot 10^{-15}$
1 tep	$41,86 \cdot 10^6$	$11,6 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^6$	1	1,43	$44,16 \cdot 10^6$	$44,16 \cdot 10^{-9}$
1 tec	$29,3 \cdot 10^6$	$8,14 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^6$	0,7	1	$27,747 \cdot 10^6$	$27,747 \cdot 10^{-9}$
1 tèrmia	4184	1,16	10^3	$10 \cdot 10^3$	$1,43 \cdot 10^3$	$3,964 \cdot 10^3$	$3,964 \cdot 10^{-12}$
1 BTU⁶⁰	1,055	$0,293 \cdot 10^{-3}$	0,252	$2,26 \cdot 10^{-8}$	$3,23 \cdot 10^{-8}$	1	10^{-15}
1 Quad	$1,055 \cdot 10^{15}$	$2,93 \cdot 10^{-13}$	$2,52 \cdot 10^{14}$	$2,264 \cdot 10^{-8}$	$32,38 \cdot 10^6$	10^{15}	1

Altres unitats i equivalències rellevants:

Unitats de longitud: El metre (m) és la unitat de longitud = 100 cm.

Un peu (ft, ') = 12 polzades

Una polzada (in, ") = 2,52 cm

Unitats de massa: El quilogram (kg)

Una lliura (lb) = 453,49 g

Una tona (t) = 10^3 kg

Una tona curta (usada als Estats Units) = 907,18474 kg

Una tona llarga (usada al Regne Unit) = 1016,05 kg

Unitats de volum: m^3

Un litre (L) = $1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

Un peu cúbic (ft³) = 0,02831 m³.

Un barril de petroli (bbl) = 42 galons = aproximadament 159 litres (158,98 L)

Un galó = 3,785411784 litres,

Unitats de potència: Un Watt (W) és la potència que dona lloc a una producció d'energia igual a un Joule per segon.

Un Horse Power mecànic (hp) = 745,7 watts. La potència necessària per a elevar verticalment a la velocitat d'un peu per minut una massa de 33.000 lliures.

Un cavall de vapor (cv) = 735, 498 W. És la potència necessària per a elevar verticalment un pes de 75 kg a la velocitat d' 1m/s. 1 CV = 0,9863 HP.

⁵⁸ Un joule (J) és el treball produït per una força d'un Newton, el punt d'aplicació del qual es desplaça 1 metre en la direcció de la força

⁵⁹ 1 caloría és la quantitat de calor necessària per a pujar la temperatura d'un gram d'aigua un grau Centígrad (C)

⁶⁰ 1 BTU és la quantitat de calor necessària perquè una lliura d'aigua augmenti un Grau Fahrenheit (F).