

EL FUTUR DELS COMBUSTIBLES FÒSSILS A L'ESCENARI DE REFERÈNCIA DE L'AGÈNCIA INTERNACIONAL DE L'ENERGIA

Mariano Marzo

Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines,
Universitat de Barcelona

THE FUTURE OF FOSSIL FUELS AT THE REFERENCE SCENARIO OF THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. The projection of consumption of fossil fuels according to the International Energy Agency (IEA) suggests that the world demand will continue to expand inexorably, at 1.6% a year, from now until 2030. This trend is based on the prevision of an economic growth of the world Gross Internal Product of 3.2% a year, and a demographic increase of 8.000 millions of inhabitants in 20 years. It is foreseen that demand for oil will pass from 79 to 115 millions of barrels/day (two-thirds of this increase will be due to transportation); that consumption of natural gas will undergo an increase of 70%; and that annual increase of carbon demand will be of 1.4%. Hence, fossil fuels will continue being the main source of primary energy, covering more than 83% of the world demand; concentrated in China and India where demand will represent more than 45% of the total demand. According to the IEA, Earth's available resources may be sufficient to cover demand. Even though, regarding oil, these previsions are quite uncertain due to the hypothetical increase of strains and instability in exporter countries. Hence, these projections of demand increase make foresee that global emissions of CO₂ to the atmosphere will undergo an increase of 62% relative to current levels, that is, about 15 millions of tons more. Consequently, these data put in doubt the commitments recently adopted by many developing countries to reduce the emissions, if there is not a considerable technological revolution that set up rapidly a massive use of alternative energies.

Introducció

La renovació d'una societat resulta d'una misteriosa conjunció de somnis, inspiració, creativitat i grans dosis de realisme. O dit d'una altra manera, l'energia necessària per al canvi prové d'un beuratge que barreja en la proporció adequada idees i fets. Una d'aquestes idees, la que diu que la nostra societat ha de reemplaçar els combustibles fòssils (carbó, gas i petroli) per altres fonts energètiques més netes, gaudeix d'una gran reputació entre l'opinió pública. Tanmateix, avui en dia prop del 83% de l'energia primària comercial consumida en el món prové dels combustibles fòssils. Les energies renovables subministren el 5,5% del total i la nuclear l'11,5%. És obvi que durant un llarg període de temps no ens podem apanyar sense petroli, gas i carbó.

Són ja pocs els qui dubten del potencial de creixement de les energies renovables en els països industrialitzats. Tanmateix, s'estima que cap al 2030 els combustibles fòssils encara representaran més del 80% de l'energia primària que el món consumirà. Aquesta xifra podria baixar al 55% en el 2060, però aquest percentatge es refereix a un consum total d'energia que podria ser dues vegades l'actual. Si no es produeix una espectacular

revolució tecnològica que faciliti i acceleri la transició a una economia basada en l'hidrogen i/o la posada al punt de tecnologies de fusió, la conclusió és clara: encara que en el futur el percentatge de consum dels combustibles fòssils decreixi a favor de les energies renovables, la quantitat total de carbó, petroli i gas utilitzada s'incrementarà respecte als nivells actuals. I no només això, sinó que en les properes dècades la resurrecció i la irresistible ascensió de l'energia nuclear de fisió estan cantades.

En aquest context, aquest article es planteja com a objectiu atalair l'horitzó del 2030 per tractar de trobar, amb les lògiques reserves inherents a qualsevol predicció, respostes a una sèrie de preguntes de gran impacte i que resulten inexcusables quan es parla de sostenibilitat energètica: disposem de suficients reserves i recursos de petroli, gas i carbó per fer front a la demanda futura?, quina capacitat de producció s'ha de posar al punt per satisfer l'esmentada demanda?, quines implicacions tindrà això sobre el comerç mundial?, quin grau de dependència hauran de suportar els països industrialitzats?, i quin serà l'impacte ambiental sobre el planeta causat per l'ús continuat i creixent de combustibles fòssils?



Per intentar respondre a aquestes preguntes, existeixen diversos informes centrats en la previsió a llarg termini del creixement de la demanda i consum d'energia primària. Entre aquests destaquen el *World Energy Outlook* (WEO) de l'Agència Internacional de l'Energia (AIE)¹ i l'*International Energy Outlook* de l'*Energy Information Administration* del Departament d'Energia del Govern dels Estats Units. Per raons d'espai i simplicitat, aquest treball es troba al voltant de les conclusions de l'escenari de referència de l'AIE publicades al 2004 (International Energy Agency, 2004) i posteriorment actualitzades en el 2005 (International Energy Agency, 2004).

El futur de la demanda global d'hidrocarburs

Les projeccions de l'escenari de referència de l'AIE es basen en un conjunt d'hipòtesis sobre polítiques governamentals, condicions macroeconòmiques, creixement demogràfic, preus dels combustibles fòssils i desenvolupament tecnològic. Aquestes projeccions s'han de prendre com una aproximació que només resulta vàlida si els governs no prenen camins diferents al marcat pels compromisos internacionals adquirits en el moment de publicació dels informes esmentats en el paràgraf precedent.

El creixement econòmic és probablement el factor que més incideix en la demanda energètica. L'AIE assumeix que durant el període de temps considerat (2003-2030) el Producte Interior Brut mundial creixerà a una mitjana del 3,2% anual, el que constitueix una xifra relativament modesta en comparació amb el que ha esdevingut en les últimes dècades. Pel que fa al creixement demogràfic, l'AIE pronostica un augment de la població mundial que va dels prop de 6.200 milions d'habitants del 2003, a poc més de 8.000 milions en el 2030. Hipotèticament, el preu mitjà del barril de petroli importat (expressat en dòlars del 2004) se situaria al voltant dels 35 dòlars en el 2010, per després incrementar-se gradualment fins arribar als 39 dòlars en el 2030², mentre que el preu del gas natural també evolucionaria a l'alça, en paral·lel al del petroli.

Els canvis tecnològics i de política dels governs constitueixen junt amb les hipòtesis formulades sobre les condicions macroeconòmiques i els preus dels combustibles fòssils, els principals elements d'incertesa a l'escenari de referència de l'AIE. Els dos factors, el tecnològic i el polític, afectaran tant la demanda de serveis energètics com la taxa d'inversió en infraestructures de subministrament. Òbviament, aquestes incerteses s'accentuen a mesura que ens allunyem del present, i ens acostem a l'horitzó del 2030.

En relació al desenvolupament tecnològic, l'AIE pensa que durant el període considerat es produiran progressos tecnològics, però que aquests seran incrementals més que revolucionaris. Durant les pròximes dècades algunes tecnologies que existeixen actualment es comercialitzaran a gran escala i s'assistirà a una evolució gradual cap a l'ocupació de tecnologies menys contaminants, particularment les que es basen en la utilització d'energies renovables per a la generació elèctrica. Podria ser que d'aquí al 2030 es produïssin progressos espectaculars en alguns camps, com en la comercialització de l'hidrogen, però predir el moment en què això passarà i la seva magnitud és impossible. Sens dubte, els governs poden jugar un paper clau en el desenvolupament d'aquestes tecnologies, propiciant i impulsant els programes d'investigació i desenvolupament en matèria energètica.

L'AIE pronostica que durant el període 2003-2030 la demanda global d'energia primària s'incrementarà en un 52%, i creixerà anualment a un ritme de l'1,6%, fins a aconseguir la xifra de 16.271 milions de tones equivalents de petroli (tep). Convé ressaltar que la taxa de creixement esmentada és inferior al 2% anual de les tres últimes dècades i que l'increment previst totalitzarà prop de 5.538 milions de tep, que aproximadament equivalen a la meitat de la demanda actual.

Més de dos terços de l'augment de la demanda mundial d'energia primària provindrà dels països en desenvolupament, on es concentrarà el creixement econòmic i demogràfic. Els països de l'Organització per a la Coopera-

¹ L'AIE, amb seu a París, és un organisme autònom, fundat al 1974, com a conseqüència del *shock* petrolier de 1973, dins del marc de l'Organització per a la Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE). El seu objectiu és dissenyar i portar a la pràctica un programa energètic internacional. L'AIE està integrada pels vint-i-sis països: Alemanya, Austràlia, Àustria, Bèlgica, Canadà, Corea del Sud, República Txeca, Dinamarca, Espanya, Estats Units d'Amèrica, Finlàndia, França, Grècia, Hongria, Irlanda, Itàlia, Japó, Luxemburg, Països Baixos, Nova Zelanda, Noruega, Portugal, Regne Unit, Suècia, Suïssa i Turquia. La Comissió Europea també participa en els treballs de l'AIE.

² En vista d'esdeveniments recents, que han portat el preu del barril a flirtar amb els 80 dòlars, es podria pensar que aquestes previsions resulten obsoletes. Tanmateix, l'AIE, en el seu *World Energy Outlook* del 2005, considera que l'actual alça dels preus és conjuntural i que en els pròxims anys assistirem al seu descens. De totes maneres, resulta significatiu constatar que un altre informe (*International Energy Outlook*, 2006), publicat aquest mateix any pel Departament d'Energia dels Estats Units, considera un escenari de referència que estima per al 2030 un preu mitjà del barril d'importació entorn als 57 dòlars (expressat en termes del 2004) el que suposa un increment del 46% respecte a la hipòtesi de l'AIE.



ció i Desenvolupament Econòmic (OCDE) totalitzarà gairebé el 25% i les economies en transició el 7%³. La porció de la demanda mundial corresponent a l'OCDE disminuirà des del 51% actual, al 42% en el 2030, mentre que la dels països en desenvolupament s'incrementarà del 39% al 49%. El percentatge corresponent a les economies en transició disminuirà lleugerament del 10% al 9%.

Els hidrocarburs (petroli, gas i carbó) totalitzaran prop del 83% de l'increment previst fins al 2030 en la demanda mundial d'energia primària i el seu percentatge sobre el total augmentarà lleugerament, d'un 80% en el 2003, a un 81% en el 2030.

El petroli seguirà sent l'hidrocarbur més utilitzat, encara que el seu percentatge sobre el total de la demanda baixarà lleugerament, del 35% en el 2003, al 34% en el 2030. Es preveu que la seva demanda creixi anualment un 1,4%, dels 79 milions de barrils diaris (Mbd) del 2003, a 92 Mbd en el 2010 i 115 Mbd en el 2030.

De l'increment de 36 Mbd previstos entre el 2003 i el 2030, les regions en desenvolupament comptabilitzaran una mica més del 70%. L'increment de la demanda de petroli dels països asiàtics totalitzarà 26 Mbd, amb la Xina que absorbirà ella sola gairebé un terç d'aquesta xifra. El consum de petroli a Amèrica del Nord també creixerà amb força, de 24,1 Mbd en el 2003, fins prop de 30,6 Mbd en el 2030. La demanda en altres països de l'OCDE s'incrementarà només modestament. Amèrica del Nord seguirà sent, de lluny, el mercat més gran per al petroli.

Dues terceres parts de l'increment de la demanda mundial de petroli provindrà del sector del transport ja que no es preveu que cap altre combustible alternatiu pugui, d'aquí al 2030, desafiar seriosament l'ús dels derivats del petroli. S'estima que al 2030, el transport absorbirà el 54% del consum total de petroli, davant del 47% actual i del 33% en el 1971. Aquesta font d'energia primària romandrà com un combustible marginal en la generació elèctrica ja que el declivi en la seva utilització en els països de l'OCDE serà superior al petit augment que experimentarà en els països en desenvolupament. Previsiblement,

³ L'OCDE, fundada en el 1960, està integrada pels vint-i-sis països que integren l'AIE (vegeu nota a peu de pàgina anterior) més Eslovàquia, Islàndia, Mèxic i Polònia. El terme economies en transició engloba una sèrie de països que en el passat integraven la URSS o se situaven sota la seva òrbita: Albània, Azerbaidjan, Bielorrússia, Bòsnia-Herzegovina, Bulgària, Croàcia, Eslovàquia, Eslovènia, Estònia, Geòrgia, Kazajstan, Kirguizistan, Letònia, Lituània, Macedònia, Moldàvia, Romania, Rússia, Tayikistan, Turkmenistan, Ucraïna, Uzbekistan i Iugoslàvia. Per raons estadístiques, també s'inclouen en aquest grup Armènia, Xipre, Gibraltar i Malta.

els sectors industrial, residencial i comercial tan sols incrementaran lleugerament el seu consum de petroli. La major part d'aquest tindrà lloc en els països en vies de desenvolupament, en els quals el gas natural encara no serà un seriós competidor en els processos industrials ni per a l'escalfament de l'aigua i de les llars.

La demanda de gas creixerà més ràpidament que la de qualsevol altre combustible, amb l'excepció de les fonts energètiques renovables no hidràuliques. Amb un creixement anual del 2,1%, en el 2030 el consum de gas superarà en més d'un 70% l'actual i cap al 2015 haurà substituït el carbó com a segona font d'energia primària mundial. El seu percentatge sobre el total de l'energia primària consumida en el món passarà d'un 21% en el 2003, a un 24% en el 2030.

Aquesta pujada en la demanda de gas tindrà lloc a totes les regions. En termes de volum, el creixement estarà encapçalat per Amèrica del Nord, seguida dels països europeus de l'OCDE. En termes de taxes de creixement, les més grans seran les de la Xina i Sud d'Àsia, on l'actual consum de gas és molt baix.

En les pròximes tres dècades, les noves plantes de generació d'electricitat especialment les de cycle combinat, representaran prop del 60% de l'increment en la demanda de gas. Aquesta forma de generació resulta més eficient i implica menys costos de capital que les basades en tecnologies nuclears o del carbó. A més a més, el gas presenta l'avantatge sobre el carbó i el petroli d'un impacte ambiental més benigne pel seu menor contingut en carboni. Un percentatge petit, però creixent de la demanda de gas provindrà de les plantes de transformació gas-líquids i de les cèl·lules de combustible per a l'extracció d'hidrogen.

La demanda de carbó augmentarà a un ritme d'un 1,4% anual, encara que el seu percentatge sobre el total de l'energia primària consumida en el món baixarà lleugerament, d'un 24% en el 2003 a un 23% en el 2030. L'esmentada demanda es veurà propiciada pel previsible descens del preu del carbó en relació al gas i, a més llarg termini, pel desenvolupament i desplegament gradual de tecnologies del carbó "netes" i la manufactura de combustibles sintètics (*coal to liquids*) com a substituïts dels derivats del petroli. Tanmateix, en els països industrialitzats, la probable aplicació de regulacions ambientals més dures i de noves mesures per combatre el canvi climàtic podrien desanimar les inversions per a la construcció de plantes energètiques alimentades per carbó.

La Xina i l'Índia, que disposen de grans recursos a baix preu, totalitzaran gairebé les tres quartes parts de l'alça de la demanda de



carbó en els països en desenvolupament i prop de dos terços de l'increment a escala mundial. Per al 2030, la Xina i l'Índia comptabilitzaran el 45% de la demanda global, davant del 35% del 2000. En aquests dos països, el consum de carbó seguirà ocupant el primer lloc entre totes les fonts d'energia primària, tot i que el seu percentatge relatiu disminuirà lleugerament.

A les economies en transició i en els països en desenvolupament, els sectors industrial, residencial i comercial cremaran més carbó, però la major part de l'augment de la demanda serà per a la generació elèctrica. De fet, a l'horitzó del 2030 i a escala global, el carbó seguirà sent la principal font de generació elèctrica. En els països en desenvolupament, la generació d'electricitat basada en el carbó s'haurà triplicat en el 2030, amb la major part d'aquest increment concentrat a la Xina i l'Índia. En canvi, en els països de l'OCDE, l'esmentada generació creixerà a un ritme molt més suau i la seva contribució al total de la producció d'electricitat baixarà des del 39% actual a un 31% en el 2030.

En els països en desenvolupament i en les economies en transició, el consum industrial de carbó (essencialment utilitzat en foses de ferro i acer) evolucionarà a l'alça, a una mitjana anual de l'1,2% i de l'1,3%, respectivament. Per contra, en els països de l'OCDE, la demanda de carbó per a ús industrial experimentarà un descens del 0,4% anual. En aquests mateixos països, el consum de carbó caurà molt més abruptament en el sector residencial i de serveis.

La disponibilitat de recursos i reserves d'hidrocarburs

En paràgrafs precedents hem comentat el comportament de la demanda de petroli, gas, carbó i energia nuclear prevista per l'AIE a l'horitzó del 2030. A la vista de les esmentades xifres, cal preguntar-se si el món disposa de suficients recursos per afrontar tal demanda.

Les estimacions sobre els recursos de petroli recuperables del subsòl del planeta difereixen considerablement entre si, segons si els càlculs inclouen, o no, els petrolis no convencionals (petrolis pesats o molt viscosos, arenas asfàltiques i pissarres bituminoses), el petroli que es troba en el subsòl d'àrees marines ultraprofundes o en zones àrtiques, els denominats condensats (hidrocarburs gasosos en el subsòl, però que a boca de pou poden recuperar-se en forma líquida), i que es maximitzi o minimitzi els efectes del previsible progrés tecnològic futur en les activitats d'exploració i d'extracció.

Simplificant la qüestió, es pot afirmar que les opinions dels experts varien entre dos pols

extremes: la dels "pessimistes" i la dels "optimistes" (Marzo, 2005). Els primers consideren que la possibilitat d'ampliar el volum de reserves conegudes mitjançant una millor i més intensa explotació dels camps ja descoberts és molt limitada i que els recursos globals per descobrir totalitzen una xifra inferior a una quarta part de les reserves mundials inventariades. Els segons prenen com a certs els càlculs del Servei Geològic dels Estats Units (USGS, 2007), els quals invoquen el progrés tecnològic i l'accés a noves àrees, fins ara inaccessibles, per incrementar notablement el volum de les reserves extraïbles de jaciments ja coneguts, així com per trobar i desenvolupar nous recursos.

L'AIE es decanta per la posició més optimista, i afirma que els recursos i reserves mundials de petroli, tot i que no es troben uniformement distribuïts, són suficients per cobrir la demanda prevista per al 2030 (per a un llistat detallat de la distribució de reserves de petroli per països i regions, vegeu British Petroleum, 2006: 6-7). Per a l'esmentat organisme, les incerteses radiquen més en els anomenats "recursos de superfície" que en els del subsòl, de forma que, como veurem més endavant, el principal escull per superar és evitar que les tensions geopolítiques, o altres factors econòmics o polítics, retardin les inversions de capital i el desplegament científicotècnic requereix perquè l'extracció mundial de cru no s'estanqui o entri en declivi amb anterioritat a la data esmentada. De la magnitud del desafiament plantejat ens dona una idea el fet que la suma global de les inversions ha estat xifrada en uns tres bilions de dòlars (del 2003) per a la totalitat del període 2003-2030, el que equival a una mitjana de 105.000 milions per any. En aquest context, no hi ha cap dubte que els països de l'Orient Mitjà i Nord d'Àfrica juguen un paper clau en el futur del mercat mundial del petroli. L'AIE, recolzant-se en estimacions de l'*Oil and Gas Journal* (Anònim, 2004), considera que el subsòl de la regió conté el 61% de les reserves provades de cru que queden en el planeta, totalitzant 764.000 milions de barrils, dels quals 262.000 milions corresponen a Aràbia Saudita. Aquesta xifra dobla a la d'Iran, país que ocupa el tercer lloc en el rànquing mundial, darrere Canadà, ajudat a passar al segon lloc a partir de la comptabilització dels seus recursos en petrolis no convencionals (arenas asfàltiques). Tant Irak como Kuwait, amb unes reserves superiors als 100.000 milions de barrils, ocupen els llocs quart i cinquè, de forma que quatre dels cinc primers llocs de l'esmentat rànquing estan ocupats per països de l'Orient Mitjà. A més del seu potencial en reserves provades, l'AIE estima que la regió d'Orient Mitjà i Nord d'Àfrica també conté el 35,5% dels recursos mundials de petroli con-



vencional encara per descobrir, estimats en 883.000 milions de barrils per l'USGS.

Val la pena assenyalar que l'AIE no oculta que les xifres de reserves provades apuntades més amunt són les subministrades pels governs i que existeixen dubtes sobre la seva fiabilitat i exactitud, ja que mai han estat sotmeses a auditories o verificacions per part d'organismes externs independents. En concret, existeixen serioses sospites sobre la fiabilitat d'un brusc increment de reserves anunciat fa unes dècades pels països de l'Orient Mitjà. Aquestes reserves van passar de 400.000 milions de barrils a principis dels vuitanta a 700.000 milions al 1989, i van aconseguir els 764.000 milions a finals del 2004. Durant la segona meitat de la dècada dels vuitanta, tant Aràbia Saudita com Kuwait van incrementar les seves reserves en un 50% i quelcom similar van fer la Unió dels Emirats Àrabs i Irak. Com a resultat, les reserves totals de l'Orient Mitjà van passar de 398.000 milions de barrils al 1985 a 663.000 milions a la dècada dels noranta, de forma que les reserves provades mundials van experimentar un brusc augment de més del 40%. És possible que l'esmentada revisió a l'alça reflecteixi estratègies governamentals per aconseguir quotes més grans d'extracció en el si de l'OPEP i també, potser, el canvi de propietat de les reserves, que en passar a mans estatals s'alliberaren de l'estricta normativa que l'*US Securities and Exchange Commission* imposa a les petroleres internacionals a l'hora de comptabilitzar reserves. En qualsevol cas, l'opacitat que envolta la qüestió de les reserves en els països de l'Orient Mitjà és preocupant i resulta sorprenent constatar com durant la dècada dels noranta les reserves totals de molts països van romandre sense canvis. Per exemple, des de 1991 a 2002, les reserves oficials de Kuwait es mantingueren inalterades en 96.500 milions de barrils tot i que durant el període considerat s'havien extret 8.000 milions de barrils més i no s'havien realitzat descobriments importants. El cas d'Aràbia Saudita és encara més xocant: a pesar de la quantitat extreta i de l'absència de grans descobriments, en els últims 15 anys la xifra de reserves provades tan sols ha sofert una petita oscil·lació del 2%, entre 258.000 i 262.000 milions de barrils.

Quant al gas natural, l'AIE també considera que els recursos mundials són més que suficients per cobrir la demanda global prevista a l'horitzó del 2030, encara que perquè sigui possible s'haurà que desenvolupar un esforç inversor de 2,7 bilions de dòlars (del 2003) durant la totalitat del període 2003-2030, el que significa una mitjana de 100.000 milions per any.

Una qüestió de gran rellevància geopolítica és que la Federació Russa i l'Orient Mitjà aca-

paren les dues terceres parts de les reserves globals de gas natural i que prop del 40% es concentren en només dos països, Rússia i Iran (per a un llistat detallat de la distribució de reserves de gas natural per països i regions, vegeu *British Petroleum*, 2006: 22-23). A més a més, a les àrees geogràfiques esmentades, gran part de les reserves de gas es van trobar mentre es perforava a la recerca de petroli, pel que és probable que en el futur es realitzin importants descobriments.

Les reserves provades de gas s'han duplicat en els últims vint anys, i s'han equiparat a les de petroli, en gran part perquè les de gas s'han utilitzat a un ritme menor. Tanmateix, quasi un terç de les reserves mundials de gas natural es troben "encallades". És a dir, els seus costos d'extracció i transport als mercats són massa alts perquè resulti rendible la seva explotació. Aquest gas "encallat" es localitza en regions molt allunyades dels mercats, contingut en el subsòl de regions marines sota una considerable làmina d'aigua, en llocs inaccessibles com l'Àrtic, o en camps molt petits, econòmicament marginals. No hi ha cap dubte que els progressos tecnològics i la disminució de costos experimentat en els últims anys en el camp del gas natural liquat suposarà un important pas endavant per superar aquestes dificultats. Per altra part, en les pròximes tres dècades i molt especialment a Amèrica del Nord, el subministrament convencional de gas natural podria complementar-se amb el de gas no convencional. Aquest inclou: el metà associat a jaciments de carbó (*coal-bed methane* o CBM) i el gas extraïble de formacions argiloses (*gas shales*) o de gresos de baixa permeabilitat (*tight sands*).

Les reserves mundials de carbó són enormes i, comparades amb les de petroli i gas natural, presenten una distribució geogràfica variada (per a un llistat detallat de la distribució de reserves de carbó per països i regions, vegeu *British Petroleum*, 2006: 32-33). Les reserves econòmicament recuperables de carbó se situen entorn al bilió de tones, la qual cosa al ritme actual d'extracció asseguraria el subministrament durant poc més de 200 anys. Crida l'atenció el fet que quatre grans països com els Estats Units, Rússia, la Xina i l'Índia, ocupen els llocs de l'u al quatre, respectivament, en el rànquing mundial de reserves, i en totalitzen el 67,2%. A més a més, val la pena ressaltar que, a diferència del petroli i el gas, una mica menys de la meitat de les reserves globals estan localitzades a països de l'OCDE. En qualsevol cas, s'ha de remarcar que a la pràctica, com és el cas d'Espanya, la qualitat i les característiques geològiques dels dipòsits de carbó resulten més importants per a l'economia de producció que el volum de les reserves d'un país.



L'extracció i el comerç global d'hidrocarburs

L'AIE estima que l'extracció de petroli convencional augmentarà de poc més de 75 milions de barrils diaris (Mbd) en el 2002 a gairebé 111 Mbd en el 2030. Durant aquest període l'esmentada extracció seguirà concentrada en un petit número de països (per a trobar un llistat detallat de l'extracció i comerç internacional de cru per països i regions, vegeu British Petroleum, 2006: 8-21). Els membres de l'Organització de Països Exportadors de Petroli (OPEP), particularment els d'Orient Mitjà, veuran augmentar els seus percentatges d'extracció, a mesura que aquesta declinarà en regions ja madures.

Les previsions són que l'extracció en els països que no són membres de l'OPEP arribi al seu zenit en el 2010, després de situar-se una mica per sota dels 48 Mbd i que a partir d'aquest moment s'iniciarà un lent declivi. A mig termini, fora de l'OPEP, els únics països productors que experimentaran una expansió significativa en l'extracció de cru són Rússia, Kazajstan, Azerbaiyan, Brasil i Angola. En el cas de Rússia, les previsions d'extracció són de passar de 7 a 8,6 milions de barrils diaris (Mbd) en el període 2001-2010, i continuar en ascens fins al 2030. Tanmateix, això no serà possible sense enormes inversions en el desenvolupament dels camps i en la construcció d'oleoductes. Augmentar l'extracció de la regió del Caspi requerirà construir nous oleoductes per a l'exportació, la qual cosa demana acords de finançament i de trànsit que encara estan per concretar. Suposant que aquestes línies d'exportació es construeixin, l'extracció combinada de Kazajstan i Azerbaiyan podria passar d'1,1 Mbd en el 2001 a més de 3,5 Mbd en el 2010. Augmentar l'extracció de cru dels importants camps marins de Brasil i Angola implica el desplegament de tecnologies avançades per a l'extracció en aigües profundes i l'existència d'un règim estable de regulacions i impostos en tots dos països.

Un reduït número de països de l'OPEP que posseeixen vastes reserves i recursos hauran de cobrir el dèficit que existirà entre l'extracció des de fora de l'OPEP i la demanda global. La llista inclou Aràbia Saudita, Iran, Irak, Kuwait, la Unió d'Emirats Àrabs, Nigèria i Veneçuela. Aquests països hauran d'incrementar la seva extracció de 28 Mbd en el 2002 a 33 Mbd en el 2010, per arribar als 65 Mbd en el 2030.

En gran mesura, el desenvolupament per part dels països de l'OPEP de la nova capacitat d'extracció requerida per l'increment de la demanda dependrà que els esmentats països trobin el capital necessari. A priori, això no sembla una tasca difícil, sobretot si es comparen els actuals preus del barril de cru amb

el fet que el cost total de desenvolupar nous subministraments a l'Orient Mitjà és el més baix del món, el qual se situa entorn als quatre dòlars per barril. Tanmateix, a ningú se li escapa que les polítiques de preus i d'extracció de l'OPEP són qüestions molt incertes, que els riscos polítics per invertir a l'Orient Mitjà són alts i que, a més, no està clar que tots els països decideixin obrir-se a temps a la inversió financera i tecnològica procedent de l'exterior. D'aquestes incerteses ens ocuparem amb més detall en pàgines posteriors.

Per al 2030, s'espera que els petrolis no convencionals contribueixin amb prop del 8% al subministrament mundial de petroli. Això representa una extracció de 10,1 milions de barrils diaris (Mbd), el que significa un fort increment respecte als 1.6 Mbd del 2002.

La major part d'aquests recursos no convencionals provindrà de les arenes asfàltiques de Canadà i dels crus pesats de Veneçuela. S'estima que ambdues regions contenen 580.000 milions de barrils de reserves recuperables, és a dir, més de la totalitat de les reserves de cru convencional de l'Orient Mitjà. La proximitat de Canadà i Veneçuela al mercat dels EUA pot facilitar que aquestes fonts energètiques arribin a ser competitives respecte a altres de menor cost d'extracció però provinents de regions més allunyades geogràficament. Per tant, a mesura que l'extracció dels països de l'OCDE entri en declivi, l'exploració dels recursos no convencionals constitueix una oportunitat per reduir la dependència de l'Orient Mitjà, molt particularment en el cas dels EUA.

En el període 2002-2030, l'ampliació de la bretxa entre extracció indígena i demanda ocasionarà un considerable augment del comerç internacional del petroli. El comerç net interregional evolucionarà a l'alça, dels 32 milions de barrils per dia (Mbd) del 2002, als 65 Mbd del 2030. Tots els països i regions que avui en dia són importadors nets, seran més depenents al final del període considerat, tant en termes absoluts com percentuals.

En el cas d'Àsia, aquest increment serà particularment dramàtic, especialment a la Xina, un importador net des de 1993 i que en el 2030 necessitarà importar prop del 74% de la seva demanda, és a dir, uns 10 Mbd, el que equival a un volum similar a les actuals importacions dels EUA.

La dependència de les importacions dels països europeus de l'OCDE creixerà del 54% al 86%, mentre que la dels països del Pacífic emmarcats a l'OCDE, arribarà al 95%. L'augment de l'extracció a Mèxic i de petrolis no convencionals a Canadà ajudarà a moderar l'augment de les importacions a Amèrica del Nord, la qual cosa farà que la seva dependència de l'exterior passi d'un 36% a un 55%. En conjunt, en el 2030, els països de l'OCDE



importaran el 85% de les seves necessitats de petroli, aquest fet contrasta amb la xifra del 63% en el 2002.

L'Orient Mitjà serà la regió que experimentarà una expansió més gran en el volum de les exportacions, passant de 19 milions de barrils diaris (Mbd) en el 2000 a 46 Mbd en el 2030. La destinació final del gruix d'aquestes exportacions serà Àsia, amb la Xina, seguida de l'Índia, que emergirà amb grans mercats. Les exportacions provinents d'Àfrica, Amèrica Llatina i dels països amb economies en transició (Rússia en especial), també creixeran, però menys espectacularment.

Quant al gas natural (el lector interessat podrà trobar un llistat detallat de l'extracció i comerç internacional de gas natural per països i regions, en British Petroleum, 2006: 24-31), les previsions sobre les tendències regionals en l'extracció reflecteixen en gran mesura la major o menor proximitat de les reserves als mercats. En termes absoluts, l'extracció experimentarà un creixement més gran en les economies en transició i en l'Orient Mitjà, regions que destinaran la major part del seu increment extractiu a l'exportació cap a Europa i Amèrica del Nord. L'extracció també augmentarà ràpidament a Àfrica i Amèrica Llatina.

L'AIE xifra en 7,3 bilions de metres cúbics la nova capacitat d'extracció que serà necessari posar al punt per cobrir la demanda global prevista per al període 2002-2030. Sens dubte això no podrà materialitzar-se sense enormes esforços inversors en instal·lacions d'extracció i infraestructures de transport. A més, en termes generals, a mesura que les reserves localitzades prop dels mercats vagin disminuint i les cadenes d'aprovisionament hagin d'allargar-se, cal esperar un increment del percentatge corresponent al transport a l'import total dels costos de subministrament.

Per al 2030, el desajust geogràfic entre les regions que contenen els recursos i les que concentren la demanda condicionarà que els mercats del gas que hagin experimentat un creixement més gran siguin molt més dependents de les importacions. En termes absoluts, el seu increment més gran tindrà lloc en els països europeus de l'OCDE.

La dependència d'aquests països augmentarà d'un 36% en el 2002, a un 65% en el 2030. L'Orient Mitjà es convertirà en un nou gran subministrador de gas al vell continent, mentre que Amèrica Llatina (Trinitat i Tobago, junt amb Veneçuela) veuran incrementar notablement les seves exportacions. Rússia, altres estats de l'antiga URSS i els països del nord d'Àfrica, seguiran ocupant els primers llocs en el rànquing d'exportacions a Europa.

Els països de l'OCDE d'Amèrica del Nord (Estats Units, Canadà i Mèxic) que en l'actualitat són, en més o menor grau, autosuficients, veuran com en el 2010 necessitaran importar

prop d'un 4% de les seves necessitats, percentatge que s'incrementarà fins al 18% en el 2030. Totes aquestes importacions tindran lloc com a gas natural liquat (GNL) provinent d'Amèrica Llatina, Orient Mitjà i Àsia.

La Xina i l'Índia es convertiran, a curt termini, en països importadors de gas natural. Aquest provindrà principalment de l'Orient Mitjà i altres països asiàtics, encara que, a més llarg termini, Rússia també exportarà gas a la Xina i Corea.

Durant el període de temps considerat (2002-2030), els gaseoductes seguiran constituint les principals vies de transport de gas a Amèrica del Nord, Europa i Amèrica Llatina. En l'actualitat existeixen poques connexions físiques dels principals mercats d'Amèrica del Nord, Europa i les regions asiàtiques del Pacífic con Amèrica Llatina. Tanmateix, s'espera que aquestes connexions s'incrementin notablement, mitjançant una ràpida expansió del comerç de GNL i la construcció de nous gaseoductes submarins i de llarga distància. Les projeccions són que en el 2030, més del 50% del comerç interregional de gas natural es realitzi mitjançant el transport marítim de GNL, el que significa un augment del 30% respecte als volums actuals.

Com s'ha indicat amb anterioritat, a diferència del petroli i el gas natural, les grans reserves mundials de carbó presenten una distribució geogràfica variada amb la particularitat que quasi la meitat de les reserves globals estan localitzades en països de l'OCDE.

En el futur, és probable que la mineria del carbó s'expandeixi de forma notable a la Xina, els Estats Units, l'Índia, Austràlia, Àfrica del Sud, Indonèsia, Canadà, Colòmbia i Veneçuela, i que aquesta experiència un descens als països europeus de l'OCDE (Per a un llistat detallat de la producció de carbó per països i regions, vegeu British Petroleum, 2006: 34). Probablement, Austràlia, Indonèsia i la Xina s'ocuparan del proveïment dels mercats de la zona asiàtica del Pacífic, mentre que Àfrica del Sud, els Estats Units, Colòmbia i Veneçuela facin el mateix amb els mercats europeus i atlàntics. La localització geogràfica d'Àfrica del Sud li permetrà proveir Europa, Àsia i ambdues Amèriques.

Les previsions apuntades impliquen la necessitat de mantenir una inversió constant en matèria d'infraestructures, tant de producció com de transport. Això resulta especialment cert per al cas de la Xina i l'Índia, on el carbó està cridat a ser la locomotora del seu futur desenvolupament econòmic. Aquestes inversions es veuran acompanyades per millores significatives en la productivitat laboral, en la mesura que la mida de les mines continuï augmentant i s'adoptin tecnologies avançades d'extracció, preparació i transport. S'espera que aquests factors compensin l'impac-



te negatiu dels creixents costos de producció i transport.

Alguns països continuen subsidiaris de la seva indústria del carbó, encara que aquestes pràctiques han disminuït durant l'última dècada. En el 2000, només el 7% del carbó de l'OCDE rebia encara subsidis i aquests també s'han vist recentment retallats a la Xina. En el seu escenari de referència, l'AIE assumeix que en el transcurs de les tres pròximes dècades els subsidis hauran deixat pràcticament d'existir.

Els riscos d'interrupció temporal del subministrament

Molt probablement, l'expansió del comerç global del petroli i gas comentat en els apartats precedents augmentarà el risc d'interrupcions temporals de subministrament, no només per la crònica inestabilitat política d'alguns dels principals països exportadors, sinó perquè, per aconseguir els mercats, tant el cru com el gas natural liquat (GNL) han de travessar alguns estrets especialment vulnerables a esdeveniments (accidents, pirateria, atacs terroristes o conflictes bèl·lics) que poden suposar el seu tancament o bloqueig temporal.

La història de les últimes dècades és significativa referent a això. Des de 1970, el món ha experimentat disset interrupcions d'una magnitud igual o superior als 0,5 milions de barrils diaris (Mbd). Totes elles, llevat de tres, van estar relacionades amb esdeveniments en països de l'Orient Mitjà i Nord d'Àfrica. Cinc de les principals crisis (la guerra àrab-israeliana de 1973, la revolució iraniana de 1978-1979, la guerra entre Iran i Irak de 1980-1988, la guerra del Golf de 1990-1991 i la guerra d'Irak en 1993) van provocar talls de subministrament d'entre 2,5 i 5,6 Mbd. Fora de la regió esmentada, les dues interrupcions més grans des de la dècada dels 90 van ser les originades per la vaga a la companyia estatal de Veneçuela (2,6 Mbd des de finals del 2002 a principis del 2003) i la causada pels huracans en el golf de Mèxic (1,5 Mbd en 2005).

Els punts estratègics d'Orient Mitjà i Nord d'Àfrica a través dels quals circula bona part de les exportacions d'hidrocarburs són els estrets d'Ormuz i de Bab el-Mandeb, així com el canal de Suez. En el 2004, els dos estrets van canalitzar 17,4 Mbd i 3,5 Mbd, respectivament, la qual cosa va significar el 21% i 4% del subministrament global de cru. Pel que fa al canal de Suez, va fer el mateix amb 3,9 Mbd que van representar el 5% del subministrament mundial. Per al 2030, les previsions de l'escenari de referència de l'AIE són que les xifres esmentades es van incrementar a 32,5 Mbd a l'estret d'Ormuz, a 5,2 Mbd a Bab el-Mandeb i a 5,6 Mbd en el canal de Suez. Aquestes dades, junt al fet que al voltant del 80% de les exporta-

cions totals de petroli d'Orient Mitjà van ser embarcades a través d'almenys una d'aquestes tres rutes marítimes, ens dóna una idea de la seva importància en el comerç global de cru. Quant al GNL, en el 2004 les exportacions per vaixells metaners a través de les tres rutes esmentades van totalitzar 32.000 milions de metres cúbics (Mmc) diaris en el 2004. Per al 2030 les previsions són que l'esmentat volum es multipliqui per set, fins arribar als 235.000 Mmc, la qual cosa equivaldrà al 4% del subministrament mundial.

Altres punts d'importància estratègica per al comerç internacional de petroli i GNL són els estrets de Malacca i de Bòsfor. En el 2003, tots dos passos van canalitzar un flux d'11 i 3 Mbd de cru, respectivament. La xifra apuntada per als estrets de Malacca, un pas clau per al subministrament des d'Orient Mitjà a Àsia, va representar el 14% de la demanda mundial de cru. Tanmateix, s'espera que aquest percentatge augmenti fins al 20% en el 2030. El Bòsfor constitueix la porta d'accés a una part important dels recursos del mar Caspi.

Les conseqüències d'un retard de les inversions a l'Orient Mitjà

Les previsions de l'escenari de referència de l'AIE assenyalen que per satisfer la creixent demanda global, els països de l'Orient Mitjà i Nord d'Àfrica (OMNA) haurien de ser capaços d'incrementar l'extracció de cru de 29 milions de barrils diaris (Mbd) al 2004, a 50,5 Mbd al 2030, mentre que la de gas hauria de passar de 0,385 a 1,211 bilions de metres cúbics en el període 2003-2004. L'AIE estima que aconseguir aquests volums requerirà una inversió acumulada de 614.000 milions de dòlars (a un ritme mitjà de 23.000 milions per any) per al petroli i de 436.000 milions (16.000 milions per any) per al gas.

Tanmateix, aquestes previsions podrien no complir-se per diversos motius. Al marge d'una hipotètica escalada de la conflictivitat i inestabilitat en els països de la regió, que faria totalment inviable aconseguir els objectius apuntats més amunt (sobre això és significatiu l'actual cas de l'Irak), els governs poden deliberadament optar per expandir la capacitat extractiva a un ritme més lent que el projectat a l'escenari de referència de l'AIE i també podria ocórrer que, independentment de la seva voluntat, no poguessin disposar del capital necessari per emprendre els projectes previstos.

La situació d'un alentiment deliberat de la capacitat extractiva podria produir-se si els països de l'OMNA, especialment els integrats en l'OPEP, apostessin per mantenir una relació entre oferta i demanda suficientment ajustada per aconseguir preus alts en el mercat, i incrementar d'aquesta manera els beneficis nets derivats de les seves exportacions. Els



riscos associats a aquesta opció són que altres països actuessin en sentit contrari, augmentant ràpidament la seva capacitat d'extracció, i, sobretot, que els preus alts, a més de fer més competitives les energies renovables, podrien suposar una caiguda de la demanda global que reduiria les exportacions i els seus beneficis derivats.

Així mateix, los governs podrien decidir alentir l'extracció per assegurar a les generacions futures els beneficis generats per la venda dels hidrocarburs. Tanmateix, aquesta opció només sembla plausible per a pocs països de l'OMNA (com per exemple la Unió d'Emirats Àrabs) amb un Producte Interior Brut per càpita elevat i amb poca pressió per incrementar, en un context de creixement demogràfic moderat, els beneficis necessaris per finançar programes socials i d'infraestructures. A més, una decisió d'aquest tipus podria augmentar els preus internacionals del cru amb els efectes negatius apuntats en el paràgraf precedent.

La possibilitat que els països de l'OMNA no aconseguissin reunir a temps el capital necessari per fer front a les inversions previstes podria donar-se per dues raons. En primer lloc, perquè en els països on la indústria del petroli està en mans de companyies estatals, el finançament de nous projectes pot resultar problemàtica en el cas que s'hagi de recórrer a préstecs externs i el deute extern sigui alt. En segon lloc, perquè la major o menor obertura del sector petroler a la inversió estrangera, així com els règims fiscals i els termes legals i comercials ofertats, podrien bloquejar o retreure aquesta inversió.

A molts països de l'OMNA, les despeses en educació, sanitat, defensa i altres sectors de l'economia –que inclouen els serveis públics d'electricitat i aigua poden demandar un creixent percentatge dels beneficis governamentals i, per tant, limitar el flux de capital cap al sector del petroli i el gas. Referent a això no es pot oblidar que les previsions de l'escenari de referència de l'AIE per al període 2003-2030 preveuen un ràpid augment de la població en tots els països de la regió, amb una taxa de creixement anual mitjana de l'1,7%. Això significa que fins i tot en els països oberts al capital forani, les necessitats derivades de l'expansió demogràfica poden forçar els governs a augmentar les taxes i royaltys sobre l'extracció d'hidrocarburs, la qual cosa tindria un clar impacte sobre els marges de benefici i les inversions.

L'AIE ho considera un escenari d'inversions ajornades (*deferred investment scenario*) en el qual s'exploren les conseqüències que podrien derivar-se de la concreció futura d'algunes de les incerteses ja apuntades. L'esmentat escenari analitza com evolucionarien els mercats si les inversions en exploració

i extracció en cada país de l'OMNA romanessin sense canvis durant el període 2004-2030, i se situessin al nivell mitjà de la dècada 1995-2004 en termes de percentatge del Producte Interior Brut, la qual cosa significaria un descens del 23% respecte a les inversions totals previstes en l'escenari de referència per al cas del petroli i del 19% en el cas del gas.

Sobre la base d'aquesta hipòtesi de partida, l'anàlisi de l'AIE conclou alguns punts que resulten d'especial rellevància a l'hora d'avaluar la incidència que els esdeveniments que es desenvolupen a l'OMNA tenen sobre el futur energètic mundial. D'entre aquests punts destaquen els següents.

Una reducció de les inversions de la quantia comentada amb anterioritat, ocasionaria unes caigudes properes al 30% i 38,5% en l'extracció i exportació de cru, respectivament. Així, en el 2030, l'extracció en el conjunt de l'OMNA arribaria als 35 milions de barrils diaris (Mbd) en comparació amb els 50 Mbd considerats a l'escenari de referència, mentre que les exportacions disminuirien de 39 a 24 Mbd. Amb el gas natural passaria alguna cosa semblant, amb una caiguda del 20% (238.000 milions de metres cúbics) en l'extracció i del 46,4% (206.000 milions de metres cúbics) en les exportacions. En conjunt, per als països de l'OMNA això significaria unes pèrdues de beneficis de l'ordre d'1 bilió de dòlars (del 2004) per a la totalitat del període 2004-2030.

Les caigudes abans esmentades, difícilment compensables des de fora de l'OMNA, tindrien un seriós impacte sobre els preus internacionals del petroli importat i altres hidrocarburs (gas natural i carbó). En l'escenari d'inversions ajornades, els preus del cru serien significativament més alts (un 20% de mitjana) que en l'escenari de referència, aconseguint en el 2030 una diferència màxima de 13 dòlars (del 2004) per barril, la qual cosa implica un augment del 32%. Aquest encariment del preu dels hidrocarburs ocasionaria un descens progressiu del Producte Interior Brut global, de forma que la taxa mitjana de creixement anual seria inferior en 0,23 punts percentuals a la considerada a l'escenari de referència, el que equival a prop de 3 bilions de dòlars (del 2004) per any.

Totes aquestes circumstàncies alterarien de forma notable el balanç energètic mundial previst a l'horitzó del 2030. Quant a les previsions de l'escenari de referència, el món hauria de reduir el seu consum energètic total en un 6%, i posar especial èmfasi a retallar la seva demanda de petroli en un 9% i la de gas en un 8%.

Les emissions de diòxid de carboni

Les projeccions d'augment de la demanda mundial d'hidrocarburs plantejades en l'Esce-



nari de Referència de l'Agència Internacional de l'Energia implicarien un augment de l'1,7% anual de les emissions globals de diòxid de carboni a l'atmosfera. Aquestes arribarien als 38.000 milions de tones en el 2030. És a dir, 15.000 milions més respecte als nivells del 2002, el que significa un augment del 62%.

Durant el període 2002-2030, l'estructura geogràfica de les noves emissions canviaria dràsticament. Històricament, els països de l'OCDE han estat els principals emissors de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera, de forma que en el 2002 van totalitzar un 54% del total de les emissions mundials. En aquesta data, els països en desenvolupament van contribuir amb un 36% i les economies en transició amb el 10% restant. Per contra, en el 2030, els països en desenvolupament totalitzaran el 49% del total de les emissions globals, la qual cosa equival a més de dos terços de l'increment previst, mentre que els països de l'OCDE i les economies en transició aportaran el 42% i el 9%, respectivament. Entre el 2002 i el 2030, només les emissions de la Xina augmentaran en 3.837 milions de tones, el que significa més d'un quart de l'increment global.

Entre el 2002 i el 2030, la generació energètica aportarà quasi la meitat de les emissions globals de CO₂ (7.300 milions de tones). El transport, amb 3.800 milions, contribuirà amb prop d'una quarta part i la resta s'ho repartiran els sectors residencial, comercial i industrial.

L'abrupte increment de les emissions de diòxid de carboni té especial rellevància sobre els compromisos adoptats per molts països desenvolupats en el marc del Protocol de Kyoto. En particular, val la pena destacar que en el 2010, l'increment de les emissions de CO₂ previst per als països europeus de l'OCDE serà un 9% superior als objectius fixats en l'esmentat protocol. Si es comptabilitzen tots els països de l'OCDE compromesos amb l'acord, aquest percentatge creix fins al 30%, el que significa excedir els objectius en 12.500 milions de tones. Aquest excés haurà de ser objecte d'intercanvi comercial amb altres països les emissions dels quals no arribin a les xifres acordades en el Protocol. Per exemple, amb les economies en transició que se situen en un 25% per sota dels seus objectius.

Conclusions

Les projeccions de l'escenari de referència de l'AIE per al període 2003-2030 deixen entreveure unes tendències de futur que podríem resumir en els següents punts bàsics:

1) La demanda mundial d'energia primària augmentarà de forma inexorable d'aquí al 2030, a un ritme mitjà de l'1,6% anual. L'increment resultant serà aproximadament igual a la meitat de la demanda actual i se centrarà,

preferentment, en els països en vies de desenvolupament, con Àsia i més particularment la Xina al capdavant.

2) Els combustibles fòssils seguiran sent la principal font d'energia primària, de manera que cobriran més del 83% de l'increment de la demanda global.

3) L'augment de la demanda mundial de petroli passarà de 79 milions de barrils per dia en el 2003 a 115 milions en el 2030. Dues tercers parts d'aquest augment seran absorbides pel sector del transport.

4) Entre tots els combustibles fòssils, la demanda mundial de gas natural serà la que experimentarà un creixement més alt, de forma que en el 2030 superarà en més d'un 70% el consum del 2003. Les noves plantes de generació elèctrica, especialment les de cycle combinat, seran les responsables de prop del 60% de l'esmentat augment.

5) El consum global de carbó també creixerà, encara que més lentament que el de petroli i gas. La Xina i l'Índia, comptabilitzaran prop dels dos terços de l'augment de la demanda. La major part d'aquest increment es destinarà a la generació elèctrica, sector en el qual el carbó seguirà sent el combustible més utilitzat.

6) Els recursos mundials de petroli, gas, carbó i urani, semblen suficients per cobrir l'increment previst de la demanda. Tanmateix, en el cas del petroli existeixen serioses incerteses i una gran opacitat sobre la comptabilitat de les reserves. Tant en el cas d'aquest hidrocarbur, com en el del gas natural, es necessitarà un esforç inversor sense precedents per desenvolupar noves reserves i s'assistirà a un important canvi en la procedència dels subministraments, que hauran de ser majoritàriament coberts des de l'Orient Mitjà i l'antiga Unió Soviètica. La major part de l'increment de la demanda de petroli haurà d'estar garantit pels països de l'OPEP i, en menor mesura, per la posada al punt de noves tecnologies que permetin l'explotació dels petroli no convencionals de Canadà i Veneçuela.

7) El comerç internacional d'energia primària, especialment dels combustibles fòssils, està cridat a experimentar una gran expansió. Tots els països que en l'actualitat són importadors nets de petroli, molt particularment els d'Àsia i els pertanyents a l'OCDE i a la Unió Europea, veuran incrementar la seva dependència de l'Orient Mitjà. De la mateixa manera, els mercats del gas que experimentin un creixement més gran, com per exemple Europa, també seran més dependents de les importacions. Els gaseoductes transnacionals es multiplicaran i el comerç de gas natural liquid experimentarà una impressionant arrencada.

8) L'expansió prevista en el comerç global del petroli i gas augmentarà el risc d'interrup-



cions temporals de subministrament, tant per la inestabilitat política dels principals països exportadors, com perquè els hidrocarburs han de travessar alguns punts perillosos, com els estrets d'Ormuz, Bab el-Mandeb i Malacca. En el cas del subministrament de gas natural a la UE, resulta vital accelerar els plans ja previstos per diversificar les fonts de subministrament i assegurar el procedent de Rússia.

9) L'actual situació geopolítica a l'Orient Mitjà resulta preocupant. Si no es poguessin concretar a temps les inversions necessàries o aquestes es mantinguessin constants durant el període 2004-2030, situant-se al nivell mitjà de la dècada 1995-2004, l'extracció i l'exportació de petroli i gas experimentarien caigudes significatives, la qual cosa podria modificar de forma notable el balanç energètic global.

10) Com a conseqüència d'un ús més gran dels combustibles fòssils, les emissions de gasos d'efecte hivernacle i de CO₂ a l'atmosfera experimentaran un augment del 62% respecte als nivells actuals. Dos terços d'aquest

creixement tindrà lloc als països en desenvolupament i els països industrialitzats que hagin signat el Protocol de Kyoto afrontaran serioses dificultats per complir els seus compromisos.

Bibliografia

- ANÒNIM. (2004). Worldwide look at reserves and production. *Oil and Gas Journal*, 102(47): 22-23.
- BRITISH PETROLEUM. (2006). *Quantifying energy. Statistical Review of World Energy June 2006*, London. (<http://www.bp.com>).
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2004). *World Energy Outlook 2004*. OECD/IEA, París.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2005). *World Energy Outlook 2005, Middle East and North Africa Insights*. OECD/IEA, París.
- MARZO, M. (2005). El ocaso de la era del petróleo. *Revista de Occidente*, 286: 86-103.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. (2000). *World Petroleum Assessment 2000*, Washington.

