



dCIDOB 106.

## Crisi energètica, cap a un final d'era.

Reptes del futur energètic mundial. Transició cap a un nou model energètic.

Joan Esteve i Albert Casanova

# Reptes del futur energètic mundial

## Transició cap a un nou model energètic

**Joan Esteve** Cap de l'Àrea de Planificació Energètica, Institut Català d'Energia (ICAEN)

**Albert Casanova** Cap de Programa de Planificació i de Regulació Energètica, ICAEN

El futur de l'energia és una gran incògnita que no solament afecta Catalunya sinó el futur del conjunt de la humanitat. El motor del desenvolupament que vàrem conèixer el segle XX es corresponia amb un model econòmic basat en el petroli barat i abundant. Aquest model s'està eclipsant, mostrant-se clarament insostenible a hores d'ara, ja que no és extensible ni en l'espai (tota la humanitat) ni en el temps (al llarg del segle XXI).

Davant de l'espectacular creixement de la demanda d'energia per part dels països emergents, com ara la Xina o l'Índia, és fàcil constatar que existeix ja una tensió important en relació amb l'oferta i la demanda de cru. Aquest tensionament entre l'oferta i la demanda energètica es reflecteix en la gran volatilitat que experimenten els preus del petroli i de la seva elevada freqüència, fruit, a més d'altres aspectes, de l'escàs marge de capacitat de cobertura de la demanda.

Percebem també que el model del petroli barat i abundant es troba en una crisi irreversible. Tanmateix, som molt conscients que aquesta percepció és encara lluny de ser assumida pel conjunt de la nostra societat i, en concret, pels nostres dirigents polítics, socials i econòmics. De fet, existeix una opinió socialment generalitzada que les societats desenvolupades com la catalana comptem encara amb bastant marge de maniobra per absorbir més alces de preu sense que l'economia o el benestar social se'n ressentin de forma perillosa.

També es tracta d'una fe o d'una creença cega en la ciència i en la tecnologia o en les potencialitats de noves fonts d'energia, com ara el gas natural o les energies renovables, que vindran a rescatar-nos del desastre quan les coses es

posin molt difícils. Un tema clau que se'ns planteja és saber si les solucions no arribaran tard i malament, en cas que no ens anticipem.

### L'esgotament progressiu dels recursos energètics fòssils

Fins fa poc temps, la idea d'un zenit màxim de la producció de petroli era prou innovadora com per espantar, almenys, als no especialistes. Avui en dia, podem constatar que la majoria dels experts, independentment de la seva posició inicial sobre el tema, admeten el fet de l'esgotament progressiu del petroli. La principal qüestió que es debat actualment és quan arribarà el zenit, si bé moltes estimacions convergeixen en què es produirà durant el període 2010-2030.

Independentment de quan arribi aquest moment, ens trobem actualment amb el fet inevitable que el petroli, un recurs finit, no podrà extreure's econòmicament de la Terra de manera indefinida. El zenit del petroli que s'apropa és una crida a la reflexió que ens planteja reaccionar com més aviat millor. Què passarà –no quan el petroli s'acabi, que segurament mai no succeirà– quan arribi a ser molt costós? Quan hem de decidir com assignar aquesta matèria cada vegada més valuosa entre els seus molts usos, com ara el transport, l'edificació, la generació i consum d'energia, l'agricultura o els incomptables productes d'ús quotidià sobre els quals es construeix el món industrialitzat?

### Una altra gran amenaça: el canvi climàtic

Tanmateix, no solament està en crisi la producció de petroli i, en conseqüència, el sistema energètic actual. El seu consum també ho està, ja que afecta el clima, l'ús del sòl i les estructures socials humanes.

L'augment de les concentracions de diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) i d'altres gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) a l'atmosfera, en gran part com a resultat de la combustió d'energia fòssil, contribueix a l'augment de les temperatures mundials i al canvi climàtic. Per combatre l'escalfament global es persegueix la reducció de les emissions de CO<sub>2</sub>.

El planeta Terra penja d'un delicat equilibri climàtic que permet l'existència de vida tal com la coneixem. En les últimes dècades s'han succeït signes que l'equilibri s'està trencant. El canvi climàtic sembla accelerar-se amb un augment de la temperatura global del planeta i bona part de la causa d'aquest canvi climàtic la podem trobar en la combustió de les fonts d'energia fòssils al nostre abast (petroli, gas natural i carbó).

### La necessitat d'una transició cap a un model energètic sostenible

El que sí que resulta inobjectable és que un segle després que comencés seriosament l'era del petroli, la humanitat s'enfronta a una prova històrica d'enorme magnitud. La transició cap a un model energètic diferent ha començat, i el que hem d'aconseguir és que aquesta transició sigui el més plàcida i curta possible i que ens porti cap a un futur energètic sostenible. Hem de poder preparar el nostre futur a temps, però, desafortunadament, encara no sabem si arribem a temps per afrontar en condicions els greus desafiaments que se'ns presenten.

### La visió de l'Agència Internacional de l'Energia

L'Agència Internacional de l'Energia (AIE) publica anualment el *World Energy Outlook* (WEO) que pot ser molt il·lustratiu de quina és la visió del futur mundial de l'energia per part dels països industrialitzats i de com enfoquen aquests països industrialitzats els reptes energètics de futur.

La darrera edició del WEO mostra un panorama molt preocupant de cara al futur. Així, d'acord amb la prospectiva energètica del WEO 2007, les conseqüències d'un creixement desenfrenat de la demanda mundial d'energia per a tot el món són alarmants (AIE, 2007). Si els governs del món sencer no renuncien a les seves polítiques actuals –hipòtesi de base de l'anomenat “escenari de referència”– les necessitats energètiques del planeta sobrepassaran l'any 2030 el seu nivell actual en molt més del 50%. En aquest escenari, la Xina i l'Índia en conjunt representen el 45% del creixement de la demanda i els combustibles fòssils romanen predominants en el subministrament energètic mundial.

Aquestes tendències impliquen un augment ininterromput de les emissions de CO<sub>2</sub> vinculades a l'energia i una major dependència dels països consumidors respecte a les importacions de petroli i gas natural, la major part provinents d'Orient Mitjà i Rússia. Aquesta evolució augmentarà les actuals preocupacions relatives al canvi climàtic i a la seguretat de subministrament.

En aquest context, endegar polítiques de transició cap a un sistema energètic més segur i menys emissor de CO<sub>2</sub>, sense obstaculitzar el desenvolupament econòmic i social, constitueix un gran desafiament mundial. Cal una actuació urgent de tots els governs que sigui vigorosa, immediata i col·lectiva per moure el món cap a un camí energètic que sigui més sostenible, basada en actuacions reals, ja que, fins ara, en la majoria dels països hi ha hagut més paraules que fets.

En cap altre lloc del món, aquesta tasca serà més difícil i important que a la Xina i l'Índia. L'evolució de la situació energètica en aquests dos països està transformant el sistema energètic global, a causa de l'efecte que causen a escala mundial per les seves grans dimensions i del pes creixent d'aquests països en el comerç internacional de combustibles fòssils. Paral·lelament, tant un país com l'altre, es troben exposats cada vegada més a les fluctuacions dels mercats energètics mundials. Els elevats ritmes que han experimentat els creixements econòmics de la Xina i l'Índia en aquests darrers anys, que han superat el de tots els altres grans països, han portat a un increment abrupte de les seves necessitats energètiques, de les quals un percentatge cada vegada més gran ha de ser importat.

D'altra banda, si a escala mundial s'apliquessin totes les polítiques que els governs del món preveuen avui en dia –com es pressuposa en l'anomenat “escenari de polítiques alternatives”– la demanda mundial d'energia i les emissions de GEH disminuirien de manera substancial. D'entre les mesures previstes, destaquen les destinades a millorar l'eficiència energètica, que es distingeixen de les altres pel fet que constitueixen la manera menys costosa i més ràpida de frenar el creixement de la demanda i les emissions de CO<sub>2</sub> a curt termini.

No obstant això, fins i tot en aquest escenari, l'any 2030 les emissions de CO<sub>2</sub> superarien en un 25% el seu nivell actual. Per tal que la reducció de les emissions sigui sensiblement més important, cal una acció política immediata i una transformació tecnològica en una escala sense precedents fins ara.

### La seguretat dels subministraments energètics

D'acord amb aquesta visió prospectiva, l'augment de la demanda mundial d'energia constitueix una amenaça real i cada vegada més greu per a la seguretat energètica del planeta. La demanda de petroli i gas natural, així com la dependència dels països consumidors respecte a les importacions de petroli i de gas natural, augmenten a tots els escenaris presentats en la darrera edició del WEO. A l'“escenari de referència”, les

importacions de petroli dels països consumidors es disparen i sembla extremadament difícil garantir subministraments fiables a preus assequibles. Els intercanvis interregionals de petroli i gas natural augmenten ràpidament durant el període de previsió, i s'incrementa, per tant, el dèficit entre la producció interior i la demanda en totes les regions consumidores.

En aquest escenari, l'Orient Mitjà, les economies en transició, Àfrica i Amèrica Llatina exporten cada vegada més petroli, mentre que totes les altres regions n'han d'importar cada vegada més. Igualment, a mesura que s'incrementen les capacitats de refinatge per a l'exportació, anirà augmentant la participació en el comerç mundial del petroli en forma de productes refinats, sobretot procedent de refineries establertes a l'Orient Mitjà i a l'Índia.

## La transició cap a un model energètic diferent ha començat, i el que hem d'aconseguir és que aquesta transició sigui el més plàcida i curta possible i que ens porti cap a un futur energètic sostenible

Existeix un risc creixent de la seguretat a curt termini per a tots els països consumidors, a mesura que la diversitat geogràfica dels subministraments es redueixi i creixi la dependència de rutes de subministrament vulnerables.

L'impacte potencial sobre els preus internacionals del petroli d'una interrupció del subministrament també es preveu que augmenti en el futur: la demanda del petroli s'està fent menys sensible a les variacions del seu preu a mesura que el pes de la demanda de petroli per al transport creix a nivell mundial.

Els riscos per a la seguretat de subministrament a llarg termini també es preveu que creixin. Amb una demanda energètica mundial més gran, totes les regions hauran d'afrontar preus energètics elevats a mig-llarg termini en absència d'incrementos equivalents en les inversions pel costat de l'oferta o d'accions polítiques més intenses per contenir la demanda energètica arreu del món.

La concentració creixent de les reserves romanents de petroli mundials en un reduït nombre de països –bàsicament els països de l'Orient Mitjà membres de l'Organització de Països Exportadors de Petroli (OPEP) i Rússia– incrementarà el seu domini dels mercats i pot posar en risc els ritmes necessaris d'inversió en capacitat de producció. Com més grans siguin les necessitats de petroli i gas natural provinents d'aquests països, més possibilitats hi ha que vulguin treure rendes més grans de les seves exportacions i imposar preus

alts a llarg termini, endarrerint inversions i limitant la producció. Els preus elevats poden ser especialment incòmodes per als països en desenvolupament que encara estan protegint els seus consumidors de les variacions dels preus internacionals via subsidis.

A més a més, cal tenir present que moltes polítiques adreçades a millorar la seguretat dels subministraments també contribueixen a minimitzar l'impacte ambiental de la producció i l'ús de l'energia. La diversificació del mix energètic, de les fonts de subministrament de petroli i gas natural i de les rutes de subministrament, conjuntament amb millors plans d'emergència, sobretot mitjançant l'establiment de reserves de seguretat i mecanismes de resposta coordinats, seran necessaris per salvaguardar la seguretat energètica.

### Evolució prevista de les emissions de CO<sub>2</sub>

El consum creixent de combustibles fòssils continuarà fent augmentar les emissions mundials de CO<sub>2</sub> vinculades a l'energia durant el període 2005-2030. En l'"escenari de referència", les emissions progressen de manera molt significativa, i suposen un increment d'un 57% entre el 2005 i el 2030. Els Estats Units, la Xina, Rússia, i l'Índia contribueixen en dos terços a aquest augment.

L'any 2030, la Xina serà, de bon tros, el país que més contribueixi a augmentar les emissions, i des del 2007 ha avançat els Estats Units en el primer lloc dels països emissors de GEH. L'Índia, per la seva part, es convertirà en el tercer país emissor de GEH cap al 2015. En aquest sentit, les previsions mostren que és urgent actuar com més aviat millor si es vol que les concentracions de GEH s'estabilitzin en un nivell que permeti evitar una interferència perillosa en el sistema climàtic. L'"escenari de polítiques alternatives" posa de manifest que les mesures que actualment s'estan considerant per part dels diferents governs del món podrien assolir una estabilització de les emissions mundials de GEH a mitjan anys 2020, i reduir-les en un 19% per al 2030, amb relació a l'"escenari de referència". Amb tot, les emissions mundials continuaran sent superiors en un 27% a les del 2005.

Si la reducció de les emissions continua després del 2030, les projeccions de l'"escenari de polítiques alternatives" són consistents amb una estabilització de la concentració de GEH a l'atmosfera entorn de les 550 parts per milió (ppm), expressat en CO<sub>2</sub> equivalent. Segons les millors estimacions del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) en el seu Quart Informe d'Avaluació, aquesta concentració correspondria a un augment de la temperatura mitjana propera a 3°C respecte del nivell que teníem en l'era preindustrial (IPCC, 2007). Per limitar com a màxim a 2,4°C l'augment mitjà de les temperatures mundials (l'increment menor



## La col·laboració internacional és un element clau: tots els països del món poden, potencialment, guanyar molt d'una cooperació reforçada quant a política energètica

de tots els escenaris de l'IPCC), s'hauria d'aconseguir que la concentració de GEH a l'atmosfera s'estabilitzés entorn dels 450 ppm. Per aconseguir-ho, les emissions de CO<sub>2</sub> haurien d'assolir el seu sostre màxim l'any 2015 i reduir-se posteriorment entre el 50% i el 85% per sota dels nivells del 2000 cap a l'any 2050. El WEO 2007 considera que, per assolir-ho, caldria reduir les emissions de CO<sub>2</sub> vinculades a l'energia entorn de les 23 gigatonnes (Gt) l'any 2030 (19 Gt menys que en l'"escenari de referència" i 11 Gt menys que en l'"escenari de polítiques alternatives").

Donats els resultats d'aquest Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC i de les conclusions del WEO 2007, el G-8 va encarregar a l'AIE que analitzés més a fons les possibilitats de limitar l'augment mitjà de les temperatures mundials als 2,4°C. L'encàrrec demanava a l'AIE que oferís pautes sobre com actuar per acostar posicions amb relació als reptes actuals i sobre el que cal fer per assolir un futur energètic net, intel·ligent i competitiu. La recent publicació de l'AIE *Energy Technology Perspectives 2008* respon a aquesta sol·licitud del G-8 a l'AIE (AIE, 2008). La publicació complementa el WEO 2007, prenent el mateix escenari base fins a l'any 2030 i ampliant-lo fins a l'any 2050. Es presenten dos grups d'escenaris tecnològics diferenciats. Un primer grup d'escenaris anomenats "ACT" mostra com es podrien reduir les emissions de CO<sub>2</sub> als nivells actuals l'any 2050. Aquests escenaris "ACT" són comparables amb l'"escenari de polítiques alternatives" del WEO 2007, però inclouen incentius econòmics per a la reducció dels nivells de CO<sub>2</sub> i el desenvolupament de tecnologies específiques en aquest àmbit, com ara la captura i segrest de CO<sub>2</sub>. Finalment, un segon conjunt d'escenaris "BLUE" té com a objectiu una reducció del 50% de les emissions de CO<sub>2</sub> l'any 2050 i suposa un veritable "escenari d'estabilització a 450 ppm".

En aquest hipotètic "escenari d'estabilització a 450 ppm", que descriu la trajectòria teòrica necessària per assolir aquest resultat, les emissions mundials haurien d'assolir el seu sostre màxim l'any 2012, amb un valor proper a 30 Gt. Les emissions que s'evitarien serien imputables a una utilització més racional dels combustibles fòssils a la indústria, als edificis i als transports, a l'augment de la participació relati-



va de l'energia nuclear i de les energies renovables, com també a la generalització de l'ús de les tecnologies de captació i emmagatzematge de CO<sub>2</sub> a la generació elèctrica i a la indústria. Per tal que aquest escenari es converteixi en realitat caldrà una actuació excepcionalment ràpida i vigorosa dels governs a tots els països i l'assoliment d'avenços tecnològics sense precedents, el cost dels quals serà molt important.

L'emergència de la Xina i de l'Índia com a principals protagonistes dels mercats energètics mundials fa encara més important que tots els països prenguin iniciatives decisives i urgents per contenir la demanda creixent d'energia. El que més escasseja respecte a la situació que està patint el planeta és el temps, i no els recursos naturals ni el capital. Els problemes energètics de la Xina i l'Índia són també els del món sencer i requereixen solucions col·lectives. Cap país gran consumidor d'energia no podrà confiar plenament en la seguretat del seu propi subministrament si els subministraments dels altres països estan exposats a riscos. I no pot existir tampoc cap solució eficient a llarg termini davant de l'amenaça del canvi climàtic sense la participació de tots els grans països consumidors d'energia. No ens podem permetre el luxe d'excloure cap de les solucions possibles que siguin capaces de portar el sistema energètic mundial en una trajectòria més sostenible.

L'enfocament més eficient ha de tenir en compte els instruments del mercat, incloent-hi els que assignen un valor financer explícit a les emissions de CO<sub>2</sub>. També caldrà desenvolupar mesures reglamentàries, com normes i estàndards, com també ajuts públics a les activitats de R+D, desenvolupament i demostració de noves tecnologies a llarg termini.

La col·laboració internacional és un altre element clau. Tots els països del món poden, potencialment, guanyar molt d'una cooperació reforçada quant a política energètica, que amplii i intensifiqui l'actual ventall d'activitats dutes a terme de manera conjunta entre països desenvolupats, països emergents i països en desenvolupament, en el marc d'acords multilaterals i bilaterals.

Cal tenir present que algunes de les tecnologies necessàries per als escenaris "BLUE" encara no es troben disponibles i que moltes altres requereixen encara de millores tecnològiques i de reduccions importants dels seus costos econòmics. Per tant, per complir amb l'objectiu d'estabilitzar les emissions de GEH a 450 ppm, caldrà un esforç enorme de recerca, desenvolupament i demostració. Caldrà, doncs, una acceleració molt important dels actuals esforços en R+D i innovació tecnològica per tal que apareguin les noves tecnologies necessàries i per abaratir el cost de les ja disponibles. Calen avenços importants i solucions de menor cost per a tecnologies com ara la solar fotovoltaica, les plantes avançades de producció d'electricitat a partir del carbó, la segona i tercera generació de biocombustibles, la captura del CO<sub>2</sub>, les bateries elèctriques o les piles de combustible, per posar només uns exemples significatius.

## La prospectiva energètica catalana. Consideració d'escenaris crítics

Pel que fa a l'àmbit de Catalunya, actualment l'Institut Català d'Energia, dins del marc de la revisió del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (Generalitat de Catalunya, 2006), està duent a terme una tasca d'actualització de la prospectiva energètica catalana. En el marc d'aquest treball prospectiu-estratègic, l'anàlisi estructural per a la determinació dels factors clau del sistema energètic català i el seu corresponent joc d'actors són la base necessària per a l'elaboració del ventall d'escenaris energètics possibles i realitzables per a Catalunya. Aquests escenaris s'elaboren en funció dels factors que intervenen en el sistema energètic de Catalunya i en l'horitzó de l'any 2030. Posteriorment, l'elecció de l'escenari aposta serà la fita final del treball prospectiu en curs de desenvolupament.

En aquesta anàlisi prospectiva cal destacar la tria de sis escenaris de contrast caracteritzats per nivells de preus del combustibles fòssils elevats (com els actuals o superiors) o per l'aplicació (en determinats escenaris) de polítiques energètiques preactives davant els reptes energètics actuals. En qualsevol cas, cal destacar que dins dels escenaris desenvolupats hi ha dos escenaris que inclouen el zenit del petroli entorn de l'any 2015. Aquesta consideració d'escenaris que incorporen el zenit del petroli es pot considerar pionera en exercicis d'aquesta mena desenvolupats per organismes públics similars, però resulten cada vegada més necessaris davant l'evolució actual de la situació energètica mundial. ●

### Referències bibliogràfiques

- AIE.** *Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios & Strategies to 2050*. París: OCDE/AIE, 2008.
- AIE.** *World Energy Outlook 2007*. París: OCDE/AIE, 2007.
- GENERALITAT DE CATALUNYA.** *Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015*. Barcelona, 2006.
- IPCC.** *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge i Nova York: Cambridge University Press, 2007