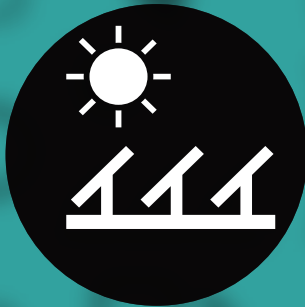




# Alternativa

## Crisi i alternatives a l'energia fòssil



# atives

**Carles Riba Romeva**

Director del Centre de Disseny d'Equips Industrials de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

*El text detalla les noves formes de compatibilitat energètica, l'evolució històrica dels consums i les reserves mundials de recursos energètics no renovables. També analitza la situació a Europa, Espanya i Catalunya i proposa les claus de la transformació del sistema energètic.*

## I. Les etapes de l'energia

L'energia no és una mercaderia qualsevol que pot ser substituïda per altres béns. Hi pot haver energies alternatives, però no una alternativa a l'energia. L'energia és una part essencial de tota la realitat material, tant la dels éssers vius com la dels inerts, i intervé en totes les seves manifestacions.

L'energia no es crea ni es destrueix, sinó que només es transforma, però, paradoxalment, parlem de *consumir* energia. El fet és que l'energia pren moltes formes, algunes d'aprofitables, o sigui que poden ser controlades i dirigides pels humans a fi d'obtenir-ne efectes beneficiosos.

Sovint es parla de *qualitat* de l'energia, un concepte que no pertany estrictament a les ciències físiques, sinó que està estretament imbricat en les realitats tecnològiques i socials: la gestió tècnica, econòmica i social de l'energia adquireix formes d'una gran diversitat i complexitat. Per tant, és bo disposar d'un esquema com a marc de referència.

En establir el balanç energètic de diferents àmbits geogràfics (estats, regions, el món), l'Agència Internacional de l'Energia (International Energy Agency, de l'Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic, OCDE [IEA-2012]) defineix les

etapes següents: TPES (*total primary energy supply*), subministrament total d'energia primària, i TFC (*total final consumption*), energia transformada que es consumeix entre els diferents sectors econòmics (industrial, transport, residencial, comercial i serveis, sectors primaris, així com també els usos no energètics).

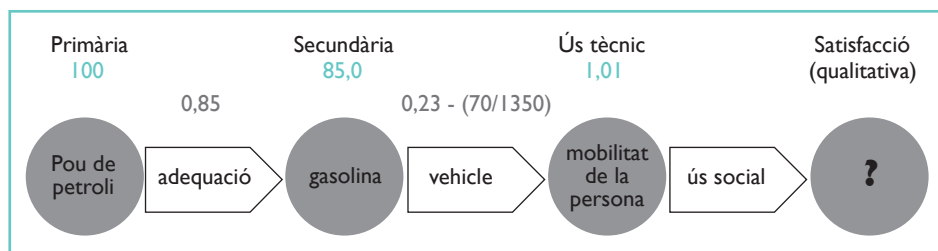
En diversos treballs del *Col·lectiu per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible* [CMES-2012] es defineixen uns *itineraris energètics* amb cinc etapes: *energia primària, energia secundària, energia tèrmica, energia motriu i energia elèctrica*. El model inclou l'avaluació dels rendiments i de les emissions, de manera que permet comparar itineraris alternatius. És interessant constatar que certes fonts renovables (hidràulica, eòlica, fotovoltaica) no passen per l'etapa tèrmica on se solen produir importants pèrdues de rendiment i els pitjors impactes ambientals.

Voldria reproduir l'esquema inclòs en l'obra *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles* [Rib-2012], que, a més de les etapes de l'*energia primària* i l'*energia secundària*, posa l'èmfasi en dues etapes més amb importants conseqüències tècniques, personals, socials i polítiques:

- *Ús tècnic de l'energia.* Efecte tècnic útil resultat de l'ús de l'energia secundària (calefacció, llum, transport, informació, obtenció de materials o fabricació de productes).

- *Satisfacció de l'ús de l'energia.* Avaluació personal o col·lectiva de la satisfacció que proporciona un determinat ús de l'energia. Sovint aquesta etapa no s'explicita, o es desconnecta de l'energia.

A continuació es mostra un exemple d'itinerari energètic estès per a una acció de transport d'un sol viatger en un automòbil convencional [Rib-2012]:



Sota cada etapa, les xifres indiquen el percentatge d'energia que hi arriba i, sobre cada transformació, hi ha els rendiments. En l'exemple: 85%, transformació d'energia primària a secundària (de petroli a gasolina); 23%, transformació d'energia secundària a energia en la roda del vehicle (rendiment del motor i la transmissió); 70 kg/1.350 kg (massa del viatger, pes mort del vehicle, 5,2%), conversió de l'energia a la roda en energia que transporta el viatger. El rendiment tècnic és de l'1,01%. Ja s'endevina que hi ha molt a fer, especialment concebant vehicles lleugers, usant pneumàtics de baix consum i promovent l'estalvi en la conducció i el trànsit.

Encara hi ha la satisfacció, un aspecte qualitatiu més difícil d'avaluar. Probablement aquesta etapa permet obtenir els resultats més espectaculars en la gestió i l'estalvi d'energia quan ens preguntem: hem fet un desplaçament realment útil? Podríem haver-lo compartit? Hauríem pogut utilitzar altres mitjans (a peu, en bus, en tren)?

Per avançar en aquest terreny, cal lluitar contra un *imaginari col·lectiu* encara instal·lat en el paradigma de l'energia barata i

abundant. I això vol dir una actitud valenta i equilibrada que no amagui la gravetat de la situació, però que, alhora, obri vies d'esperança i de solucions col·lectives.

## 2. Noves formes de comptabilitat energètica

Com molt bé indica Fleay [Fle-2005], les qüestions de la qualitat de l'energia són fonamentals per respondre amb eficàcia a l'esdeveniment històric del pic petroler i al declivi de l'energia fòssil.

Per exemple, l'electricitat és molt eficient i versàtil, però també molt costosa: a escala mundial, més del 93% s'obté a través de processos tèrmics (centrals de carbó, de gas, nuclears, geotèrmiques, solars tèrmiques). El rendiment energètic mitjà del sistema elèctric a la sortida de les centrals és del 34,1% i, després de les pèrdues de distribució, del 31,2% [Rib-2012].

A més d'establir equivalències entre energies primàries i secundàries, hi ha altres eines de comptabilitat energètica que tindran cada vegada més importància, com la *taxa de retorn energètic* (TRE, o EROI, *energy return over investment*, en anglès), útil per avaluar la qualitat de les diferents fonts d'energia primària, o l'*energia grisa* (o *embodied energy*), que permet avaluar diferents alternatives de l'ús de l'energia en les aplicacions.

### Taxa de retorn energètic (TRE)

És el quocient entre l'energia útil que és capaç de produir un recurs energètic i l'energia que cal invertir prèviament per fer viable aquest recurs energètic. Si aquest valor és alt (per exemple, 10) l'explotació del recurs serà altament rendible, però si és baix (per

exemple, 2), la seva explotació es troba en el límit de la inviabilitat. Per descomptat, si el valor és inferior a 1, l'explotació del recurs no té cap sentit, ja que s'inverteix més energia de la que el sistema retorna.

Hi ha determinades excepcions a aquest principi relacionades amb la qualitat de l'energia obtinguda, com ara l'electricitat produïda a partir de combustibles fòssils amb una TRE d'1/3. Això s'explica perquè és una energia d'alta qualitat que permet aplicacions no possibles o menys eficients amb els recursos originaris (comunicacions, informàtica, il·luminació, moviments locals). Un altre exemple és l'obtenció de combustibles líquids a partir del carbó; la TRE també és inferior a 1 (aproximadament 0,4), però es justificaria per la seva gran qualitat (densitat energètica, transportabilitat) en les funcions motrius de la major part de sistemes de transport convencionals.

En canvi, la fabricació de certs biocombustibles amb valors de TRE al voltant d'1 (per sobre o per sota), que consumeixen fonamentalment combustibles líquids i electricitat (tots dos recursos energètics de qualitat elevada), no té cap sentit i només s'explica per l'incitament de les subvencions. En el futur, la TRE serà cada vegada més determinant per saber quines fonts d'energia cal potenciar i quines cal abandonar.

### Energia grisa

L'energia grisa (o *embodied energy*) és l'energia que s'ha invertit en la fabricació d'un determinat producte o en la prestació d'un determinat servei. Quan s'aplica amb rigor a una realitat concreta, incloses totes les etapes del cicle de vida significatives i els processos que s'hi entrellacen, esdevé una eina molt potent per avaluar l'ús de l'energia. Posem-ne alguns exemples:

En la fabricació d'un automòbil de 1.350 kg (valor mitjà dels que es venen a Europa) es consumeix una energia (grisa) d'uns 100.000 MJ (milions de joules), la major part en l'obtenció dels materials, i s'emeten a l'atmosfera unes 7,5 Mg (tones) de CO<sub>2</sub>, més de 5 vegades el seu propi pes. A

efectes energètics, equival a uns 3.000 litres de gasolina o a recórrer 50.000 km. Cal tenir presents aquestes dades en qualsevol canvi de vehicle per un altre de més eficient.

Una llauna de beguda conté uns 25 grams d'alumini. Tan sols l'energia (grisa) de l'obtenció de l'alumini és de 5,45 MJ, capaç de moure un autobús més de 300 metres. Si la llauna es recicla, l'energia grisa invertida es recupera pràcticament en un 90%. D'aquí es dedueix la importància del reciclatge com una activitat d'estalvi energètic.

### 3. Consum mundial d'energia. Reserves i exhauriments

Des que alguns països europeus van començar a utilitzar el carbó, la humanitat ha anat augmentant el consum d'energia de forma sostinguda. Tot i les diferències abismals entre països i entre sectors socials, el consum mitjà mundial d'avui dia se situa per damunt dels 2.600 watts tèrmics per persona (21,7 vegades el consum humà endogen, com a ésser viu). En un extrem hi trobem els Estats Units d'Amèrica (EUA), amb un consum per capita d'uns 12.000 watts tèrmics (100 vegades el consum endogen) i, en l'altre, diversos països de l'Àfrica subsahariana i del Sud-est asiàtic, amb un consum per capita entre 480 i 960 watts (de 4 a 8 vegades el consum humà endogen), majoritàriament en forma de biomassa tradicional (llenya i residus de cultius i animals).

Les dades dels consums d'energia en les darreres tres dècades són relativament fàcils d'obtenir, ja que algunes fonts d'informació públiques les proporcionen. Una d'aquestes fonts, l'Energy Information Administration (EIA, del Govern dels EUA), ofereix una sèrie molt completa de dades sobre l'energia, les emissions i la població per a tots els països del món des de l'any 1980 [EIA-2012]. Una altra font que cal destacar és l'Agència Internacional de l'Energia, que només ofereix en lliure accés les dades del darrer any, però no les dels anys anteriors.

### Evolució dels consums històrics

El coneixement de l'evolució del consum d'energia des de l'inici de l'explotació del primer combustible fòssil —el carbó— fins als nostres dies és més complex, tot i que té un gran interès. Se'n pot obtenir una aproximació a partir de les dades del CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center, EUA), el qual ha avaluat les emissions de CO<sub>2</sub> causades des de l'inici de la Revolució Industrial per la combustió del carbó, del petroli, del gas natural, dels cremadors de gas a les plantes de petroli i en l'obtenció de ciment [CDI-2012]. Amb un bon grau de fiabilitat, les dades d'emissions de CO<sub>2</sub> es poden convertir en consums dels combustibles corresponents.

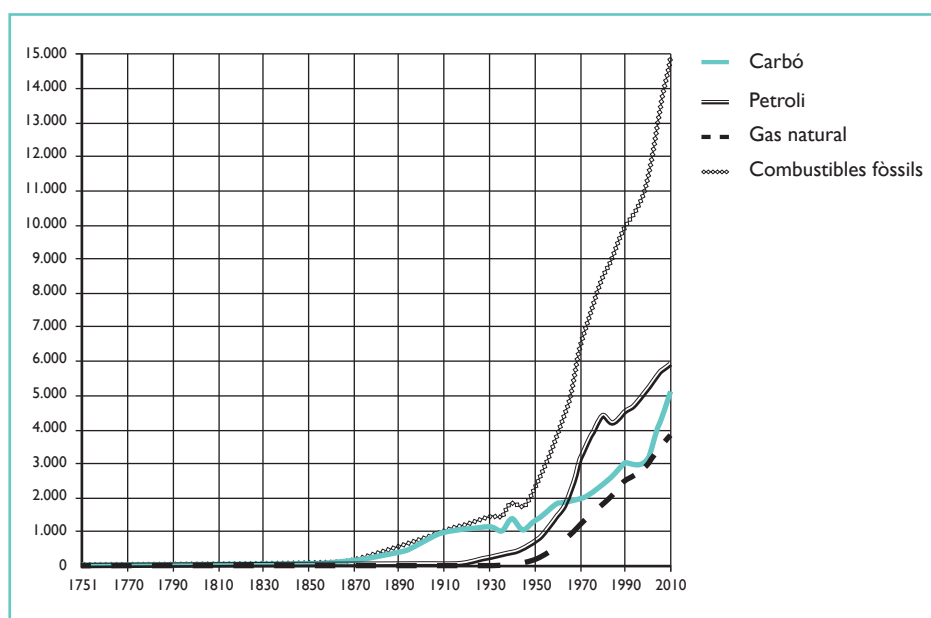
Els valors dels consums de combustibles fòssils derivats de les emissions del CDIAC i els proporcionats per l'EIA encaixen força bé el 1980. Així, doncs, la sèrie de dades es basa en les dades del CDIAC des del 1751 fins al 1980, i en les de l'EIA a partir d'aquesta data i fins al 2010.

La figura següent mostra l'evolució del consum mundial de cada combustible fòssil i del seu conjunt.

De la seva observació se'n destaquen diverses conclusions:

1. **Període 1751-1850.** El primer combustible fòssil que es va fer servir al començament de la Revolució Industrial va ser el carbó, però el seu ús pràcticament no es percep en l'escala general (uns 70 GWt el 1850).
2. **Període 1850-1910.** En els 60 anys següents, el consum de carbó creix prop de 15 vegades, fins a arribar als 1.000 GWt l'any 1910. El registre del petroli no apareix fins al 1860 i el consum abans de la indústria automobilística augmenta molt lentament fins a 70 GWt el 1910.
3. **Període 1910-1945.** En aquests anys, que inclouen les dues guerres mundials, el carbó continua sent el combustible més important, però el seu consum queda quasi estancat fins al 1945, amb 1.060 GWt. Entretant, el consum del petroli, lligat al desenvolupament de l'automòbil, creix fins a 490 GWt al final de la Segona Guerra Mundial. El consum de gas natural, que havia donat els primers registres el 1885, creix més lentament fins a situar-se en 135 GWt el 1945.

### Consum històric de combustibles fòssils (GWt)



4. **Període 1945-2010.** En aquesta darre-  
ra etapa hi ha l'explosió del consum dels  
combustibles fòssils, ara presidida pel pe-  
trolli. En conjunt passen de 1.685 GWt  
a 14.820 GWt, prop de 9 vegades més  
en 65 anys. El comportament de cada  
combustible fòssil és diferent, i també cal  
distingir diversos subperíodes.
5. **Subperíode 1945-1973.** El consum del  
petrolli creix molt ràpid, sobrepassa el  
del carbó l'any 1964 amb 1.916 GWt i se  
situa en 3.226 GWt el 1973. Entretant,  
el consum de gas natural també fa un  
gran salt, però a distància, fins a arribar  
a 1.346 GWt, mentre que el creixement  
del carbó és més moderat, però manté la  
segona posició amb 2.017 GWt.
6. **Subperíode 1973-2000.** Entre 1973 i  
1979 hi ha les dues crisis del petrolli (guer-  
ra del Yom Kippur i guerra d'Iran-Iraq).  
Malgrat un petit retrocés el 1973, la pro-  
ducció de petrolli creix fins a 4.510 GWt  
l'any 1979. Després entra en una llarga  
recessió de la qual no es recupera fins  
una dècada més tard. El carbó i el gas  
natural continuen creixent (més el segon  
que el primer) i pràcticament igualen els  
seus consums l'any 2000, amb 3.090 i  
3.040 GWt, respectivament.
7. **Subperíode 2000-2010.** En els dar-  
rers anys es produeixen canvis de ten-  
dències importants. La producció de  
petrolli sembla arribar al seu pic amb va-  
lors de prop de 5.900 GWt, mentre que  
el carbó augmenta molt ràpidament, fins  
a 5.070 GWt el 2010, i tot fa pensar que  
en pocs anys sobrepassarà novament el  
consum de petrolli. En tot cas, el pic pe-  
trollier convencional vers l'any 2007 asse-  
nyala un punt de no-retorn en el procés  
de declivi dels combustibles fòssils.

### Consums, reserves i exhauriments

La taula següent resumeix els consums  
mundials de les diferents fonts energètiques  
primàries (1980 i 2010) i les reserves mun-  
dials dels recursos energètics no renovables  
(2007):

El ritme de creixement mundial del consum  
d'energia és molt elevat (79,8% en 30 anys),  
sense grans diferències entre les energies  
renovables i no renovables.

### Producció segons fonts primàries i reserves en energies no renovables

	Producció (GWt)				Reserves (GWta)	
	1980	Percentatge	2010	Percentatge	2007	Percentatge
Petrolli	4.383	42,2%	5.856	31,4%	258.600	23,0%
Gas natural	1.802	17,4%	3.892	20,8%	215.400	19,1%
Carbó	2.338	23,5%	5.070	27,2%	577.000	51,2%
Energia nuclear	253	2,%	916	4,9%	75.200	6,7%
<b>Energies no renovables</b>	<b>8.777</b>	<b>84,6%</b>	<b>15.733</b>	<b>84,3%</b>	<b>1.126.200</b>	<b>100,0%</b>
Energia hidroelèctrica	599	5,8%	1.090	5,8%		
Noves fonts elèctriques renovables	16	0,15%	238	1,3%		
Combustibles renovables i residus	988	9,5%	1.600	8,6%		
<b>Energies renovables</b>	<b>1.602</b>	<b>15,4%</b>	<b>2.928</b>	<b>15,7%</b>		
<b>Total</b>	<b>10.379</b>	<b>100,0%</b>	<b>18.661</b>	<b>100,0%</b>		

Les tendències més destacables són l'es-  
tancament del petrolli (de 5.692 GWt l'any  
2005 a 5.856 GWt l'any 2010) i l'expansió  
del carbó (de 3.087 GWt l'any 2000 a  
5.070 GWt l'any 2010). D'altra banda, les  
noves fonts d'energies elèctriques renova-  
bles (eòlica, fotovoltaica, geotèrmica) pas-  
sen de 89 GWt l'any 2000 a 238 GWt l'any  
2010, amb un increment relatiu certament  
elevat (164,7%), però amb un increment  
absolut encara insignificant, 149 GWt.

Al ritme de creixement energètic fins al  
2008, les reserves d'energies fòssils s'ex-  
hauririen el 2060 [Rib-2012]. Tanmateix,  
atès que la naturalesa imposa limitacions  
a una extracció creixent, el període d'ex-  
hauriment dels recursos no renovables serà  
més llarg, però no evitarà l'estrangulament  
d'una economia que només es manté si  
creix. És la crisi que alguns països ja estem  
vivint.

### 4. Catalunya i l'Europa del Sud

Des de l'esclat de la crisi financera del 2008  
s'ha posat de manifest la debilitat de la base  
energètica d'Europa i, en especial, de l'Eu-  
ropa del Sud, on la crisi econòmica colpeja  
de forma especialment dura, i de la qual  
formen part Catalunya i Espanya.

Certament, els dirigents i els ciutadans  
d'aquests països tenen una part important  
de responsabilitat en la seva situació. Ara

bé, l'anàlisi de la seva situació energètica  
posa de manifest una dimensió de la qüestió  
que transcendeix les anteriors. En efecte, els  
països d'Europa en general (i els de l'Europa  
del Sud encara més) disposen de molt pocs  
recursos fòssils propis (quasi nuls a l'Europa  
del Sud), alhora que gaudeixen d'una de les  
situacions econòmiques i de benestar més  
elevades del món que, precisament, es basa  
en l'abundància de combustibles fòssils bar-  
rats.

És possible mantenir aquesta situació?

Estem immersos en diversos fenòmens que  
situen Europa en una posició cada cop més  
insostenible: en primer lloc, el pic petrolier  
mundial (o *peak oil*), la primera manifesta-  
ció seriosa dels límits dels combustibles  
fòssils (actualment el 79% del consum mun-  
dial d'energia); en segon lloc, el despertar  
econòmic de grans potències emergents  
simbolitzades per la Xina i l'Índia (més de  
2.500 mili-ons d'habitants entre les dues)  
que entra en competència amb els recursos  
materials i energètics dels països desenvolupats  
(fonamentalment els de l'OCDE, amb  
uns 1.200 milions de persones); i, finalment,  
Europa és la regió del món amb les reser-  
ves de combustibles fòssils més desfavo-  
rables respecte a la seva població (de fet,  
ha consumit el 78% de les seves reserves,  
mentre que el conjunt del món tan sols ho  
ha fet en un 32% [Rib-2012]).



## Les subregions d'Europa

A continuació es proporciona una taula comparativa entre el conjunt del món, l'Europa del Nord i l'Europa del Sud (la taula no inclou l'Europa de l'Est). L'apartat següent mostra una taula anàloga amb la comparació entre Europa, Espanya i Catalunya.

En la primera part de les dues taules hi ha les produccions, els consums i el balanç d'energies fòssils en els anys 2008 (abans dels efectes de la crisi) i 2012. També hi ha el consum energètic global (amb l'energia nuclear i les energies renovables). Després, multiplicant cada un dels components del balanç energètic fòssil (petroli, gas natural i carbó) pels corresponents preus internacionals, s'obté la factura energètica externa, valor que, en condicions ideals de mercat, hauria de pagar cada país importador o cobrar cada país exportador. Tant Europa com Espanya i Catalunya tenen balanços importadors (valors negatius) i factures energètiques externes deutores (valors negatius).

Des del 1998, els preus internacionals han tingut un creixement enorme, amb una caiguda sobtada entre el 30% i el 40% el 2009 (primera reacció a la crisi) que, posteriorment, s'ha superat amb escreix. En el període 1998-2012, el preu del petroli (en euros) s'ha multiplicat per 7,35, el del gas natural per 3,85 i el del carbó per 3,5. Aquest fet ha anat tenallant les economies dels països amb menys recursos fòssils propis a través d'unes factures energètiques deutores cada cop més elevades.

A fi de percebre les darreres tendències, s'han estimat valors fins a l'any 2012. Les produccions i els consums dels combustibles fòssils s'han obtingut de les dades més recents de l'EIA [EIA-2012] projectades fins avui, mentre que els preus internacionals s'han obtingut d'Index Mundi [IM-2012] fins a mitjan any 2012. En els darrers anys, les fluctuacions dels preus han incidit molt més en la factura energètica que les variacions de produccions i consums. El balanç energètic a escala mundial s'ha considerat nul, tot i les petites variacions en els estocs i altres ajustos.

Taula comparativa entre el món, l'Europa del Nord i l'Europa del Sud

Conceptes	Unitats	Món		Europa del Nord <sup>1</sup>		Europa del Sud <sup>2</sup>	
		2008	2012	2008	2012	2008	2012
Producció i consums d'energia (PE i CE)							
PE petroli	GWt	5.672	5.790	300	210	12	12
PE gas natural	GWt	3.721	4.035	334	325	14	11
PE carbó	GWt	4.726	5.416	87	76	42	29
<b>PE fòssils</b>	GWt	<b>14.119</b>	<b>15.241</b>	<b>720</b>	<b>612</b>	<b>68</b>	<b>52</b>
CE petroli	GWt	5.765	5.860	540	504	461	398
CE gas natural	GWt	3.788	4.036	348	378	273	266
CE carbó	GWt	4.644	5.365	200	168	115	95
<b>CE fòssils</b>	GWt	<b>14.197</b>	<b>15.260</b>	<b>1.088</b>	<b>1.050</b>	<b>849</b>	<b>759</b>
PCE nuclear	GWt	909	918	119	114	163	160
PCE renovables	GWt	2.756	3.050	244	263	129	173
<b>CE total</b>	GWt	<b>17.862</b>	<b>19.229</b>	<b>1.451</b>	<b>1.427</b>	<b>1.141</b>	<b>1.092</b>
<b>BE fòssils</b>	GWt			<b>-368</b>	<b>-438</b>	<b>-781</b>	<b>-707</b>
<b>FEE fòssils</b>	G€			<b>-99,8</b>	<b>-151,8</b>	<b>-222,9</b>	<b>-234,5</b>
Dades de referència i relacions							
Població	Mhab.	6.701	7.005	217	219	265	272
PIB	G€	41.597	55.345	7.059	7.740	5.527	5.788
PIBpc	€/(hab.:a)	6.207	7.901	32.530	35.342	20.857	21.279
CEpc-fòssils	Wt/hab.	2.119	2.178	6.689	6.517	4.299	4.014
FEEpc-fòssils	€/(hab.:a)			-460	-693	-840	-862
FEE fòssils/PIB	%			1,41	1,96	4,03	4,05

<sup>1</sup> Europa del Nord: Alemanya, Àustria, Bèlgica, Dinamarca, illes Fèroe, Finlàndia, Irlanda, Islàndia, Luxemburg, Noruega, Països Baixos, Regne Unit, Suècia i Suïssa.

<sup>2</sup> Europa del Sud: Espanya, França, Gibraltar, Grècia, Itàlia, Malta, Portugal, Turquia i Xipre.

PE: producció d'energia.  
CE: consum d'energia.  
PCE: producció i consum d'energia.  
BE: balanç d'energia.  
FEE: factura energètica externa.

Fonts: les mateixes que les de la taula anterior. Elaboració: Carles Riba Romeva.

L'anàlisi de la taula anterior condueix a fer els comentaris següents:

1. El consum per capita de combustibles fòssils al món és d'uns 2.100 Wt/hab. i, a causa del carbó i del gas natural, tendeix a créixer. El consum de l'Europa del Nord és més de tres vegades superior i el de l'Europa del Sud és prop de dues vegades superior. En ambdós àmbits el consum decreix en els darrers anys.
2. Els països de l'Europa del Nord produeixen més de la meitat dels combustibles fòssils que consumeixen, una proporció que disminueix del 66% el 2008 al 58% el 2012. Aquesta subregió pràcticament s'autoabasteix de gas natural, però és deficitària en carbó i, sobretot, en petroli.

3. La situació de l'Europa del Sud és pitjor: produeix una part molt petita dels combustibles fòssils que consumeix (baixa del 8% al 6,9%), i els més deficitaris són els més estratègics: el gas natural (poc més del 4%) i el petroli (escassament el 3%).
4. Els països de l'Europa del Nord consumeixen un 62% més d'energia fòssil per capita que els de l'Europa del Sud. Tot i que part d'aquesta diferència es pot explicar per les condicions climàtiques, també s'explica per la disponibilitat més elevada de recursos energètics fòssils.
5. El creixement sostingut dels preus internacionals (malgrat la caiguda de més d'un 30% el 2009) fa que, malgrat la disminució del consum de combustibles fòssils a Europa des del 2008 (a l'Europa del Sud

en un 14%), les factures energètiques externes s'incrementin.

- La factura energètica externa per capita (quantitat que cal pagar per cada habitant, per la compra dels combustibles fòssils) és de -693 €/hab.:a als països de l'Europa del Nord, i de -862 €/hab.:a als de l'Europa del Sud. En ambdós casos tendeix a créixer amb l'augment dels preus dels combustibles fòssils.
- El pes de la factura energètica externa sobre el PIB és del -1,96% als països de l'Europa del Nord, i del -4,05% als de l'Europa del Sud, també amb tendència a créixer. L'increment progressiu d'aquest percentatge, junt amb el retorn del deute, és una de les causes principals de l'escanyament de l'economia dels països d'Europa, especialment dels del sud.

### Europa, Espanya i Catalunya

La taula compara les dades d'Europa amb les d'Espanya i de Catalunya. L'estructura i les fonts d'informació són les mateixes que les de la taula anterior, excepte en el cas de les dades de Catalunya per al 2008, que s'han obtingut de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat, [IDE-2012]), i que s'han extrapolat al 2012 sobre la base de l'evolució de les dades d'Espanya.

Anàlogament a la taula anterior, es poden fer els comentaris següents:

- Els consums per capita de combustibles fòssils a Europa, Espanya i Catalunya són del mateix ordre el 2008 (3.791 Wt/hab., 3.923 Wt/hab. i 3.891 Wt/hab., respectivament) i en tots tres àmbits disminueix el 2012 (a Espanya la caiguda és més significativa).
- El 2008, Europa produïa el 42,6% dels combustibles fòssils que consumia, proporció que baixa al 38,9% el 2012. Per combustibles, el petroli és el més deficitari, ja que cobreix només el 29,2% del consum el 2008, i el 23,3% el 2012. La cobertura del gas natural baixa del 52,8% al 49,9% el 2012 i la del carbó quasi es manté (del 58,9% al 58,8%).
- El balanç d'Espanya és molt pitjor: el 2008 produïa el 3,88% dels combustibles

**Taula comparativa entre Europa, Espanya i Catalunya**

Conceptes	Unitats	Europa		Espanya		Catalunya <sup>1</sup>	
		2008	2012	2008	2012	2008	2012
Producció i consums d'energia (PE i CE), i factura energètica externa (FEE) dels combustibles fòssils							
PE petroli	GWt	325	235	0,19	0,12	0,16	0,12
PE gas natural	GWt	372	360	0,02	0,16	0,00	0,00
PE carbó	GWt	274	235	6,79	4,24	0,06	0,06
<b>PE fòssils</b>	GWt	<b>972</b>	<b>829</b>	<b>7,00</b>	<b>4,53</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>
CE petroli	GWt	1.113	1.008	108,9	95,2	19,68	17,50
CE gas natural	GWt	704	722	51,5	45,5	8,66	7,41
CE carbó	GWt	466	400	19,7	8,2	0,30	0,12
<b>CE fòssils</b>	GWt	<b>2.282</b>	<b>2.131</b>	<b>180,1</b>	<b>148,8</b>	<b>28,64</b>	<b>25,03</b>
PCE nuclear	GWt	315	308	18,8	21,0	7,30	7,50
PCE renovables	GWt	447	540	27,8	44,1	2,24	3,61
<b>CE total</b>	GWt	<b>3.044</b>	<b>2.979</b>	<b>226,8</b>	<b>213,9</b>	<b>38,41</b>	<b>36,14</b>
<b>BE fòssils</b>	GWt	<b>-1.310</b>	<b>-1.302</b>	<b>-173,1</b>	<b>-144,3</b>	<b>-28,42</b>	<b>-24,85</b>
<b>FEE fòssils</b>	G€	<b>-370,8</b>	<b>-441,4</b>	<b>-51,1</b>	<b>-52,9</b>	<b>-8,86</b>	<b>-9,42</b>
Dades de referència i relacions							
Població	Mhab.	602	610	45,9	46,9	7,36	7,57
PIB	G€	13.672	14.688	1.089	1.076	212,9	210,1
PIBpc	€/hab.:a	22.711	24.079	23.725	22.942	28.927	27.754
CEpc-fòssils	Wt/hab.	<b>3.791</b>	<b>3.493</b>	<b>3.923</b>	<b>3.173</b>	<b>3.891</b>	<b>3.306</b>
FEEpc-fòssils	€/hab.:a	<b>-616</b>	<b>-724</b>	<b>-1.113</b>	<b>-1.126</b>	<b>-1.203</b>	<b>-1.244</b>
FEE fòssils/PIB	%	-2,71	-3,01	<b>-4,70</b>	<b>-4,92</b>	<b>-4,16</b>	<b>-4,48</b>

<sup>1</sup> Les dades de Catalunya s'han obtingut fonamentalment de l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat, <http://www.idescat.cat/mapa.html>).

PE: producció d'energia.  
CE: consum d'energia.  
PCE: producció i consum d'energia.  
BE: balanç d'energia.  
FEE: factura energètica externa.

Fonts: les mateixes que les de la taula anterior. Elaboració: Carles Riba Romeva.

Símbols: els mateixos que els de la taula anterior.

- fòssils que consumia, percentatge que baixa al 3,04% el 2012. Les produccions de petroli (0,13% el 2012) i de gas natural (0,35% el 2012) són insignificants. Només el carbó (gairebé residual a Espanya) cobreix una part significativa del seu consum (51,7% el 2012).
- La situació a Catalunya encara és més extrema, sense producció ni consum de carbó: el 2008 produïa el 0,77% dels combustibles fòssils que consumia, percentatge que passa al 0,72% el 2012. La producció de petroli baixa del 0,81% al 0,69% del consum entre el 2008 i el 2012, i no produeix gas natural.
- Entre el 2008 i el 2012, el valor de la factura energètica externa europea per capita passa de -616 €/hab.:a a

-724 €/hab.:a; a Espanya, malgrat la important disminució del consum, augmenta de -1.113 €/hab.:a a -1.126 €/hab.:a i, a Catalunya, creix de -1.203 €/hab.:a a -1.244 €/hab.:a, la més elevada de totes. Aproximadament 5.000 €/any per a una família de 4 persones.

- Finalment, el pes de la factura energètica externa sobre el PIB, també amb tendència a créixer, passa del -2,71% al -3,01% a Europa, del -4,70% al -4,92% a Espanya i del -4,16% al -4,48% a Catalunya. Això representa una hipoteca creixent que impedeix trobar una sortida a la crisi en el marc del desenvolupament actual basat en el creixement i els combustibles fòssils.

#### 4. Alternativa: retorn a les renovables

És la crisi que fa disminuir el consum, o la falta de recursos la que escanya l'economia?

Hi ha nombrosos indicis que apunten a la segona explicació, com ara l'estancament de la producció mundial de petroli des de l'any 2004, pel que fa a l'oferta, o els canvis recents en la fabricació de vehicles de motor, pel que fa a la demanda.

Segons l'OICA (Organització Internacional de Fabricants d'Automòbils [OIC-2012]), l'any 2007 es fabricaven 73,3 milions de vehicles de motor al món; encapçalaven la llista el Japó i els EUA, amb 11,6 i 10,8 milions respectivament, seguits de la Xina, ja amb 8,9 milions (l'any 2000 només n'havia produït 2,1). Amb la crisi, la producció mundial cau fins a 61,0 milions el 2009, però es recupera amb escreix el 2011, amb 80,1 milions. Ara bé, actualment la Xina és el primer productor, amb 18,4 milions d'unitats, i el segueixen els EUA i el Japó, amb 8,7 i 8,4 milions, respectivament.

Aquest canvi de lideratge accelera el creixement del parc mundial de vehicles, ja que els països com la Xina i l'Índia majoritàriament creen un nou parc de vehicles, mentre que països com els EUA, els països europeus o el Japó majoritàriament el renoven. Això afegeix tensió a la distribució mundial d'un petroli cada cop més escàs.

#### Què cal fer a Europa, a Espanya i a Catalunya?

Doncs abordar urgentment una transformació de tot el nostre sistema energètic i de desenvolupament econòmic que passi pels tres principis següents:

1. *Disminuir el consum d'energia.* La intensitat energètica i els baixos costos dels combustibles fòssils ens han fet oblidar que aquests són finits i que no és possible continuar en una economia en expansió. El decreixement energètic no és una opció (ve sol), però, en canvi, sí que hi ha opcions en les alternatives. En la perspectiva de l'estalvi energètic, tots

els processos de la nostra civilització industrial, així com les actituds individuals i col·lectives davant del consum, proporcionen uns amplíssims marges per a l'estalvi energètic.

2. *Crear un sistema d'energies renovables descentralitzat.* Malgrat que les energies renovables no són tan còmodes de gestionar com els combustibles fòssils, seran les que tindrem en el futur (el Sol envia a la Terra 10.000 vegades l'energia que consumim). El nou sistema energètic requerirà superfícies i inversions importants, però és perfectament viable si s'impulsa des del conjunt de la societat. A més, en països com Catalunya pot allunyar-nos d'una factura energètica creixent no assumible. L'associació CMES [CMES-2012] està treballant per formular aquestes alternatives.
3. *Nous valors i nova ètica social.* Durant aquests anys d'abundància energètica han predominat els conceptes d'acaparament i de creixement, molt més enllà de qualsevol desenvolupament humà. Fins i tot els països i sectors socials menys afavorits han participat d'aquestes tendències i miratges. Quan les disponibilitats de combustibles fòssils arriben al seu pic, l'economia també s'atura i el creixement d'uns esdevé l'empobriment dels altres. En aquest context calen nous valors i una nova ètica social com a elements fonamentals de l'economia del futur: substituir la competència per la cooperació i l'acaparament de recursos per la compartició dels usos. ●

#### Referències

- CDIAC [CDE-2012]. *Global Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions*. <[http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre\\_glob\\_2009.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob_2009.html)>.
- CMES [CMES-2012]. *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepitibles. 1. Xifres; 2. Fal·làcies; 3. Itineraris energètics; 4. Solucions*, CMES (Col·lectiu per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible), 2012. <<http://cmescollective.org/CA/docuteca/lilibres/>>.
- IDESCAT [IDE-2012]. *Producció d'energia primària. Per tipus (1993-2009)*: <<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=499>>; *Consum d'energia primària. Per tipus (1993-2009)*: <<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=501>>.
- INDEX MUNDI [IM-2012]. *Preus internacionals. Crude Oil (petroleum): Dated Brent, Dubai Fateh, West Texas Intermediate; Natural Gas: Indonesian Liquefied Natural Gas, Henry Hub Natural Gas Futures, Russian Natural Gas. Coal: Australian thermal coal; South African export price*. <<http://www.indexmundi.com/commodities/>>.
- EIA [EIA-2012]. *Energy Information Administration (Departament d'Energia del Govern dels EUA)*, 2012. <<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>>.
- FLEAY, B. J. [Fle-2005]. *Energy Quality and Economic Effectiveness*, ASPO Austràlia, novembre del 2005 (actualització de la versió de febrer del 2003). <<http://www.aspo-australia.org.au/References/Fleay%20Energy%20quality%20%20Nov%2005.pdf>>.
- IEA [IEA-2012]. *Balances*, International Energy Agency, Statistics/Balances, 2012. <<http://www.iea.org/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Balances>>.
- RIBA ROMEVA, C. [Rib-2012]. *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepitibles*, Editorial Octaedro, Barcelona, febrer del 2012 (ISBN: 978-84-9921-266-1). Primera edició: Iniciativa Digital Politècnica (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC), Barcelona, juliol del 2011. També es pot trobar en versió digital a: <<http://c-mes.blogspot.com.es/pl descarregues.html>> i <<http://www.cdei.upc.edu>>.