

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

Bloc 2: Energia Primària a Catalunya

Jesús Ramos Martín, Sílvia Cañellas Boltà i Daniela Russi

Juny de 2007

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

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

Institut d'Estudis Catalans (IEC)

Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)
Bloc 2: Energia Primària a Catalunya

Juny 2007

Continguts

Resum Executiu	1
Consum d'energia per sectors econòmics.....	2
Generació d'energia de fonts renovables.....	4
Costos de la generació amb energies renovables.....	6
Origen de l'energia primària i consideracions de risc.....	6
El cas del biodièsel.....	9
Conclusions finals.....	10
1. Introducció	11
2. Evolució de la producció i consum d'energia primària a Catalunya	13
2.1. Algunes definicions.....	13
2.2. Consum d'energia primària a Catalunya en el període 1990-2005.....	14
2.3. Producció d'energia primària a Catalunya en el període 1990-2005.....	16
2.4. Saldo d'intercanvis internacionals d'energia primària a Catalunya 1990-2005.....	18
2.5. Comentari sobre les dades d'energia primària a Catalunya.....	20
3. Evolució del consum dels diferents vectors energètics per sectors	23
3.1. El sector de l'energia.....	23
3.2. Consum d'energia per sectors econòmics.....	25
3.2.1 Consum d'energia final de la indústria.....	27
3.2.2 Consum d'energia final del transport.....	27
3.2.3 Consum d'energia final del sector domèstic.....	28
3.2.4 Consum d'energia final dels serveis.....	29
3.2.5 Consum d'energia final del sector primari.....	30
3.3. Comentari sobre el consum d'energia per sectors econòmics.....	31
4. Generació amb fonts renovables	33
4.1. Evolució de la generació d'energia de fonts renovables (1990-2005).....	33
4.2. Previsions de creixement de les fonts renovables a Catalunya.....	37
4.3. Costos de la generació amb energies renovables.....	42
5. Origen de l'energia primària i consideracions de risc	47
5.1. Dependència general.....	47
5.2. Els combustibles fòssils.....	49
5.2.1 El petroli.....	49
5.2.2 El gas natural.....	50
5.2.3 El carbó.....	53
5.3. Energia nuclear.....	54
5.4. Dificultats i potencialitats de les energies renovables a Catalunya.....	57
5.4.1 Solar fotovoltaica.....	58
5.4.2 Solar tèrmica.....	62
5.4.3 Energia eòlica.....	64
6. El cas particular del biodièsel:	67
Anàlisi dels impactes dels objectius pel biodièsel a Catalunya	67
6.1. Introducció.....	67
6.2. Biocombustibles i biodièsel a Catalunya.....	68
El biodièsel a Catalunya i l'Estat espanyol.....	71
6.3. Avaluació dels impactes de l'aplicació dels objectius del biodièsel.....	72

6.3.1	Requeriments de terra de cultiu i d'importació d'aliments	72
6.3.2	L'impacte ambiental dels cultius energètics.....	78
6.3.3	Les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.....	80
6.3.4	Efectes sobre la qualitat de l'aire.....	82
6.3.5	El desenvolupament rural.....	85
6.3.6	Impactes en països del Sud	87
6.4	Conclusions.....	89
7.	Conclusions	93
	Referències	95
	Llistat dels principals acrònims utilitzats.....	101
	Índex de termes	102
	Glossari	103
	Annex. Taules Bloc 2.....	105

Índex de Figures

Figura 1:	Consum d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	14
Figura 2:	Consum d'energia primària a Catalunya els anys 1990 i 2005, i previsió pel 2015 (escenari IER del PEC)	15
Figura 3:	Producció d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (en milers de tep).....	17
Figura 4:	Producció d'energia primària a Catalunya el 1990 i 2005, i previsió pel 2015 (escenari IER del PEC)	18
Figura 5:	Saldo d'intercanvis internacionals d'energia primària entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	19
Figura 6:	Saldo d'intercanvis internacionals d'energia primària a Catalunya el 1990 i 2005, i previsió pel 2015 (escenari IER del PEC).....	20
Figura 7:	Evolució de la dependència de l'exterior, dels combustibles fòssils i de l'energia nuclear 1990-2005	21
Figura 8:	Consum d'energia primària del sector de l'energia per components 1990-2005	24
Figura 9:	Evolució de l'eficiència del sector de l'energia: energia primària usada pel sector de l'energia com a fracció del total.....	24
Figura 10:	Consum d'energia primària per sectors entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	25
Figura 11:	Consum d'energia primària per sectors 1990 i 2005, i previsió per a 2015 (escenari IER).....	26
Figura 12:	Consum energia final a la indústria en el període 1990-2005 (milers de tep).....	27
Figura 13:	Consum energia final en el transport 1990-2005 (milers de tep).....	28
Figura 14:	Consum energia final sector domèstic en el període 1990-2005 (milers de tep).....	29
Figura 15:	Consum energia final del sector serveis en el període 1990-2005 (milers de tep).....	30

Figura 16: Consum energia final del sector primari entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	31
Figura 17: Consum d'energia final per vectors energètics, entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	32
Figura 18: Evolució del consum d'energia renovable per font d'energia	35
Figura 19: Evolució de les energies renovables “emergents”	36
Figura 20: Contribució de cada font renovable respecte el total d'energia primària renovable l'any 2005 i previsió pel 2015 a Catalunya.....	40
Figura 21: Costos mitjans de generació d'electricitat segons la font	46
Figura 22: Origen de les importacions de gas natural a l'Estat el 2005.....	51
Figura 23: Evolució de l'eficiència de les cel·les fotovoltaïques.....	60
Figura 24: Evolució del cost del kWh fotovoltaïc.....	61
Figura 25: Empreses del sector eòlic a l'Estat espanyol (finals de 2005).....	64
Figura 26: La trans-esterificació	69
Figura 27: Canvi en les principals emissions del biodièsel B20.....	83
Figura 28: Factors d'emissió dels principals contaminants associats al transport dels principals combustibles en el mercat	84

Índex de Taules

Taula 1: Consum d'energia primària renovable els anys 1990, 1995, 2000 i 2005 (milers de tep i % sobre total energia renovable)	34
Taula 2: Contribució actual i prevista de les energies renovables en termes d'energia primària a Catalunya (milers de tep i %).....	38
Taula 3: Resum d'objectius de contribució de les Energies Renovables.....	39
Taula 4: Consum Energia primària per font (tep) a Catalunya.....	40
Taula 5: Resum dels costos de generació per fonts renovables (c€/kWh)*	43
Taula 6: Costos de la generació d'electricitat amb biomassa i biogàs.....	45
Taula 7: Reserves d'urani amb un cost d'extracció inferior a 80\$/kg.....	56
Taula 8: Mescles més usades de biodièsel	70
Taula 9: L'ús d'energia en el sector del transport (milers de tep)	70
Taula 10: Requeriment de llavors oleaginoses i de terra per assolir els objectius del PEC	73
Taula 11: Usos del sòl a Catalunya, 2004 (hectàrees), i superfície necessària per al cultiu d'oleaginoses per a biodièsel (total demanda prevista 2015).74	74
Taula 12: Alternatives considerades en l'anàlisi	75
Taula 13: Producció agrícola a Catalunya, 2003	76
Taula 14: Canvis en l'ús de la terra	76
Taula 15: Variació en la importació de cereals i farratge	77
Taula 16: Comerç exterior de productes alimentaris a Catalunya, 2003 (t).....	78
Taula 17: Augment en el consum d'aigua (milions de metres cúbics)	78
Taula 18: Ús de fertilitzants (kg/ha per any)	79
Taula 19: L'augment del potencial d'eutrofització (tones de PO ₄ ³⁻ eq).....	80
Taula 20: Emissions de CO ₂ relacionades amb els objectius de l'escenari IER (592.000 t), en tones	82
Taula 21: Cultius industrials, hectàrees	86
Taula 22: Matriu d'impactes de les alternatives estudiades.....	90

Índex de Taules de l'Annex

Taula A- 1: Producció d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)	105
Taula A- 2: Saldo comercial d'energia primària de Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	106
Taula A- 3: Consum d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)	107
Taula A- 4: Consum del sector energètic a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)	109
Taula A- 5: Consum d'energia final per sectors a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep).....	111

Resum Executiu

Aquest bloc de l'estudi AMEEC està dedicat a l'anàlisi de l'energia primària produïda i consumida a Catalunya. Les diferents seccions mostren l'evolució del consum d'energia primària entre 1990 i 2005 (amb les dades dels balanços energètics proporcionats per ICAEN), per a cadascun dels vectors energètics i també la distribució del consum entre els diferents sectors econòmics. Posteriorment es tracten més detalladament l'energia primària d'origen renovable i els riscos associats al conjunt de fonts. També es dedica un capítol específic a presentar el cas del biodièsel i s'analitzen les conseqüències d'un augment del seu ús a Catalunya.

L'energia primària es defineix com aquella energia que es troba incorporada als recursos naturals, que poden ser exhauribles (carbó, petroli, gas natural, etc) o renovables (hidràulica, biomassa o energia solar en les seves variants: tèrmica, eòlica, fotovoltaica, entre d'altres). El consum d'energia primària es calcula com la producció pròpia d'un país més el saldo d'intercanvis internacionals, i normalment s'expressa en termes de tones equivalents de petroli (tep).

A la secció 2 es presenten dades de consum d'energia primària desglossades per vectors energètics, així com de producció autòctona i el saldo dels intercanvis internacionals. Aquest tipus d'informació és important per a entendre la vessant biofísica de la realitat econòmica catalana, és a dir, com el país fa front al desenvolupament econòmic i com el materialitza.

L'evolució del consum d'energia primària a Catalunya en el període analitzat mostra un creixement d'un 3% anual, passant de 16.702 milers de tep el 1990 a 26.698 milers de tep el 2005. Com es discutirà en profunditat al Bloc 10, els resultats mostren que el desenvolupament econòmic de Catalunya va lligat a un augment del consum d'energia. Catalunya necessita cada cop més energia per al manteniment del seu metabolisme i per garantir el desenvolupament de l'economia, i això es deu a causes demogràfiques, a l'estructura productiva, el sector energètic i qüestions tècniques com ara l'eficiència energètica.

En tot el període s'observa un pes molt elevat del petroli i en segon lloc de l'energia nuclear, que deixa pas al gas natural els darrers anys. El petroli ha anat creixent en termes absoluts per mantenir-se en un 50% del total de l'energia primària a Catalunya, sent la principal font energètica, i la seva demanda ha crescut un 3% interanual els darrers anys, sobretot degut a l'augment de la demanda per al transport. El consum de gas natural ha tingut també una destacada evolució creixent, passant de representar l'11% de l'energia primària el 1990 a assolir el 26% el 2005, reflectint els canvis en el model de generació d'electricitat, que es caracteritza per un increment de les centrals de cicle combinat.

Per tant, la dependència dels combustibles fòssils ha anat creixent, mentre que el consum d'energia d'origen nuclear s'ha mantingut en termes absoluts, i s'ha reduït en termes relatius (l'any 2005 representava un 20%). Les diferents fonts

renovables tenen un pes molt petit en tot el període, i tot i el seu augment notable en els darrers anys, encara suposen només al voltant d'un 2,5% del consum d'energia primària.

Pel que fa a l'origen, cal dir que la major part de l'energia primària consumida a Catalunya s'ha d'importar, i només una petita part és produïda al país. A les estadístiques oficials generalment es considera que l'energia nuclear és de producció autòctona, tot i que l'urani que serveix de combustible de les centrals nuclears sigui importat. Si incloem la generació nuclear com a pròpia obtenim que el 29% de l'energia primària total és produïda a Catalunya, i el 71% restant prové d'altres països. La producció autòctona, incloent la nuclear, va disminuir en els 15 anys considerats (de 6.719 a 6.179 milers de tep). Es va reduir l'aportació del petroli i el carbó extret al país, i va augmentar lleugerament la generació a partir d'energies renovables.

Pel que fa a les importacions, el principal component correspon al petroli, i, en menor mesura, al gas natural. El nivell absolut de les importacions s'ha més que doblat en el període analitzat, passant de 9.982 milers de tep el 1990 a 20.519 milers de tep el 2005, amb una taxa de creixement anual del 4,6%, superior al consum total d'energia primària. A banda d'aquests, cal dir que la importació de carbó, electricitat i biocombustibles és molt petita.

Catalunya mostra una de les dependències de l'exterior més fortes de la Unió Europea. Si incloem l'energia nuclear (ja que el seu combustible és importat) arribem a taxes de dependència superiors al 90%, que fan que la nostra economia sigui molt fràgil davant de problemes en el subministrament des d'un punt de vista de risc geopolític, que es discuteixen més endavant.

Consum d'energia per sectors econòmics

La secció 3 mostra els consums dels diferents sectors econòmics per a les diferents fonts d'energia primària. En primer lloc s'analitza el sector energètic, l'encarregat de proveir energia a la resta del sistema, i posteriorment els altres: indústria, transport, sector domèstic, serveis i sector primari. Aquesta divisió en sectors econòmics és la que s'utilitza al Bloc 10 per a l'anàlisi integrada, on es combina amb la població activa, el temps de treball i el valor afegit.

Pel que fa al sector energètic, cal dir que els seus tres components de consum creixen entre 1990-2005, alhora que s'ha produït un increment en la generació d'electricitat a Catalunya. Les pèrdues en el transport i distribució s'han contingut, reflectint una millora en l'eficiència del sector. Els consums propis no destinats a la transformació d'energia han augmentat, degut a l'ampliació de les instal·lacions i també a un major "cost energètic" d'obtenir la matèria primera de mines i jaciments. Finalment, l'energia consumida en el procés de transformació ha passat de representar un 25% del total d'energia primària el 1990 a un 20% el 2005, dada que mostra una millora de l'eficiència del sector.

Aquesta millora es veu també en l'evolució durant el període analitzat del consum agregat del sector energètic respecte el consum total d'energia primària. Podem concloure que l'eficiència global del sector de l'energia està augmentant, de forma que el sector energètic català necessita cada cop menys energia per a proveir la resta de sectors de l'energia final que consumeixen. Aquest resultat, que encara es podria millorar, es deu fonamentalment al major pes que té el gas natural en la generació elèctrica, amb noves centrals de cicle combinat que es caracteritzen per uns rendiments energètics elevats. Tot i que el gas natural millori l'eficiència, cal tenir present que no és una alternativa de futur a llarg termini, ja que és un recurs exhaustible i que també està subjecte a la corba de Hubbert (igual que el petroli), tot i que el cim i l'exhauriment arribin més tard.

Tot i ser el sector amb major pes, el sector de l'energia és el que creix menys dels sis considerats a l'estudi (un 1,7% anual), reduint per tant el seu pes relatiu. El mateix es pot dir de la indústria, que creix a un 2,3% anual, i que està moderant el seu consum en els darrers anys. El sector primari també creix per sota de la mitjana (un 2,85% anual), mentre que la resta de sectors ho fan per sobre. El sector dels serveis, tot i que només representa una fracció petita del consum total, creix a una taxa del 5,75%, mentre que el sector domèstic creix al 4,4%. El consum del transport creix a un 3,8%, i, degut al seu gran volum, és clarament el sector que tira de la demanda.

El sector energètic és i serà el principal consumidor d'energia primària a Catalunya. El segon lloc correspon al transport, mentre que l'any 1990 corresponia a la indústria. Això indica que s'està produint un canvi en el metabolisme de Catalunya, que implica un canvi estructural de l'economia (menor pes de la indústria i major dels serveis), i un creixement continu del transport. Pel que fa a la demanda, l'augment del sector domèstic reflecteix un increment de la població però també un augment del nivell de vida material dels ciutadans.

Aquesta evolució dels diferents sectors es completa amb l'anàlisi de la contribució de cadascuna de les fonts en el mix energètic de cada sector.

En el sector industrial el carbó pràcticament s'ha deixat d'utilitzar, i tant els productes petrolífers com l'electricitat es mantenen més o menys estables, amb el gas natural com a responsable únic del creixement de la demanda energètica de la indústria.

El sector transport a Catalunya està totalment dominat pels productes petrolífers, amb només l'1% d'electricitat. Al final del període s'observa una mínima presència dels biocombustibles, que representen només un 0,6% del consum del transport. La dependència total del transport envers el petroli fa que calguin mesures radicals dirigides a canviar el model de mobilitat.

En el sector domèstic podem destacar que es produeix un creixement continuat del consum d'energia. Els productes petrolífers han anat disminuint la seva participació, mentre que tant el consum d'electricitat com sobretot de gas

natural s'està incrementant molt, sobretot els darrers anys. A més, s'observa com les energies renovables comencen a tenir un cert pes a partir de mitjans dels anys 1990. L'estructura de consum reflecteix molt bé les necessitats energètiques de les famílies, que es concentren en electricitat per als electrodomèstics, i derivats del petroli i gas per a calefacció i aigua calenta. És d'esperar que la tendència al creixement del gas en detriment dels productes petrolífers continuarà els propers anys. L'elevat pes de l'electricitat ha de permetre la introducció de mesures de millora de l'eficiència, i caldria incidir més en els aprofitaments solars a l'àmbit domèstic.

El sector dels serveis va consumir el 2005 menys energia que el domèstic. No obstant, el seu fort creixement (5,75% anual) sobretot a partir de 2002 fa pensar que en pocs anys esdevindrà el quart sector en importància a Catalunya per davant del domèstic. Aquest fet va lligat a la terciarització de l'economia, però també al creixement de la intensitat energètica dels serveis. S'observa un fort creixement tant de l'electricitat (que domina la provisió energètica del sector) com del gas natural. Aquest sector té potencials d'estalvi importants en l'ús de l'electricitat i de fonts fòssils per a la calefacció. A més a més, l'energia solar tèrmica té un gran potencial d'expansió en aplicacions tant d'aigua calenta com de calefacció en grans instal·lacions i equipaments.

El sector primari es veu dominat pel consum de productes petrolífers en més d'un 90%. Tot i ser un sector petit en termes de consum d'energia, presenta un potencial enorme de transformació del seu patró de consum, ja que la major part del consum es deu a transport, i perquè pot jugar un paper important en l'ús de biocombustibles. Aquestes oportunitats s'hauran d'aprofitar, ja que, tot i que el sector augmenta la demanda energètica per sota de la mitjana, té una marcada tendència al creixement que s'hauria d'intentar limitar.

En resum, en termes de consum d'energia final Catalunya té una dependència molt forta dels combustibles fòssils (productes petrolífers i gas natural; el carbó significa un percentatge molt petit i en clara disminució), que continua creixent degut a l'increment de les necessitats de transport que comporta el model actual de desenvolupament econòmic, i degut als majors nivells de confort que la societat demanda actualment. L'energia elèctrica, però, no creix tant, tot i que ho fa. Si bé els canvis en el sector de l'energia són necessaris per a reduir el consum de combustibles fòssils en la generació, o augmentar el seu rendiment, per trencar amb la forta dependència del petroli i el gas natural s'haurà d'actuar sobre els sectors que estan al darrera d'aquest consum, bàsicament el transport, però també els serveis i el sector domèstic.

Generació d'energia de fonts renovables

La secció 4 es centra en l'anàlisi de la fracció d'energia primària produïda a partir de fonts renovables, que com hem dit representa una part molt petita (entre un 2 i un 3%, segons l'any) de l'energia primària total. Tot i mantenir-se en un nivell molt baix, la producció d'energia primària d'origen renovable ha

tingut un augment considerable (72%), en els 15 anys del període considerat a l'estudi (1990-2005).

La generació amb renovables continua dominada per l'energia hidroelèctrica, tot i que s'ha reduït el seu pes (el 1990 significava un 70% de l'energia primària renovable, i el 2005, un 50%). La segona font en termes quantitativs és l'aprofitament energètic de la incineració de residus, que significa més del 18% de l'energia primària renovable, seguida de prop pels diferents usos de la biomassa llenyosa, un 15% segons les dades pel 2005.

A partir de l'any 2000 s'incorporen noves fonts d'energies renovables, entre les quals destaca la contribució del biogàs i dels biocarburants, que signifiquen actualment al voltant del 6% de l'energia primària renovable cadascun. Una de les fonts que ha generat més expectatives, l'eòlica, actualment només significa el 3,2% de les renovables, molt per sota de les previsions i dels nivells assolits en altres zones de l'Estat. Els aprofitaments solars són molt petits en termes d'energia primària, tot i la seva importància en quant a la provisió de serveis energètics.

El model energètic és encara totalment dependent de fonts d'energia exhauribles, per la qual cosa un veritable canvi de model que reduís la dependència i els impactes ambientals del sistema energètic hauria d'implicar canvis profunds i un increment molt espectacular de la generació a partir de fonts renovables. Això ha d'anar lligat a estratègies d'estalvi i eficiència energètica que permetin frenar i fins i tot revertir el creixement del consum total d'energia primària. Aquestes es presentaran a la secció 7 d'aquest Bloc.

Les previsions de futur indiquen que el pes de les energies renovables ha d'augmentar considerablement, per la qual cosa la planificació energètica a tots nivells (catalana, espanyola i també europea) plantegen un conjunt de mesures per tal d'incentivar-les. Segons les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (PEC) per a l'escenari IER, el consum d'energies renovables l'any 2015 serà de 2.949 milers de tep, que suposarà un 9,5% del consum d'energia primària total. El 2005 aquesta dada era de 641,2 milers de tep, un 2,4%.

Aquestes previsions encara estan per sota dels objectius plantejats a nivell europeu (12% de l'energia primària de fonts renovables l'any 2010), que sí que es preveu que s'assoleixin a l'Estat espanyol. A més a més la Comissió Europea va aprovar el gener del 2007 un conjunt de propostes que inclouen, entre d'altres, ampliar l'objectiu de contribució de les renovables a un 20% l'any 2020. També estan per sota els europeus els objectius del PEC en termes d'electricitat renovable, però per sobre pel que fa als biocombustibles.

Les dues fonts on es preveu un major augment en els propers anys és en els biocombustibles i l'energia eòlica. Segons el PEC, el 2015 cadascuna significarà prop d'un 25% de l'energia primària de font renovable, canviant sensiblement l'estructura actual. Tot i això, per assolir aquest objectiu l'energia eòlica hauria de créixer un 43% cada any, cosa que fa pensar que no es podrà arribar a nivells tan elevats. Els biocarburants haurien de tenir un creixement

interanual de més del 35%, principalment previst en l'ús de biodièsel. Tot i que el creixement actual és exponencial, com veurem més endavant la disponibilitat de matèria primera i els impactes ambientals associats poden ser factors limitants al creixement.

Per a la resta de fonts s'han previst increments menys importants. La hidroelèctrica quedarà per sota del 20%; la biomassa llenyosa i l'ús de residus per aprofitament energètic es mantindrà estable, de manera que la seva "quota" respecte el total de renovables disminuirà, sobretot en el cas de la incineració de residus. Sí que es preveu un augment important en l'ús de biogàs. D'altra banda, la contribució de les diferents formes d'aprofitament solar serà encara molt modesta. Segons les previsions del PEC l'energia solar fotovoltaica representarà només el 0,3% de les renovables el 2015. La solar tèrmica, amb una major contribució actualment, arribarà al 3% de l'energia primària renovable, tres cops més que el 2005, segons el PEC.

Costos de la generació amb energies renovables

Com a complement de les seccions anteriors es presenta una estimació dels costos actuals de generació d'electricitat amb fonts renovables, a partir de la informació continguda al Pla d'Energies Renovables a Espanya 2006-2015.

- El cost mitjà de generació d'electricitat en una central eòlica es troba actualment entre els 5,1 i els 6,5 c€ per kWh, amb un cost mitjà d'inversió per sota dels 1.000 euros per kW.
- El cost es situa entre els 4,5 i els 6 c€ per kWh a les centrals de menys de 10 MW, una mica menys a les centrals d'entre 10 i 50 MW.
- Els costos de l'energia solar tèrmica equivaldrien a entre 9 i 13 c€/kWh.
- L'energia solar fotovoltaica té costos molt superiors a la resta de fonts, al voltant de 40 c€/kWh en instal·lacions petites.
- El cost de generació elèctrica amb biomassa varia depenent del tipus de tecnologia i el combustible, i es situa entre els 2,8 i els 7 c€/kWh.
- En el cas del biogàs, com que no hi ha un cost afegit del combustible, el cost de generació es situa entorn dels 2,5 c€/kWh.

Origen de l'energia primària i consideracions de risc

El fet que, com hem vist, la major part de l'energia primària consumida a Catalunya s'hagi d'importar pot significar un seguit de riscos per al proveïment d'aquest recurs, a banda de les problemàtiques relacionades amb un augment o la volatilitat de preus internacionals. El bloc analitza els principals riscos lligats a l'origen de les fonts d'energia primària a Catalunya, mentre que el context internacional es presenta al Bloc 7. No s'inclou una anàlisi d'altres tipus de riscos o de l'impacte ambiental de cadascuna de les fonts.

El problema de la dependència exterior serà cada cop més important per les repercussions econòmiques sobre la resta de sectors d'activitat. Per exemple,

en un context on hi pot haver escassetat relativa de petroli, degut a problemes d'abastament o pels alts preus, és possible que es prioritzi l'ús de petroli en aquelles activitats on aporta un major valor afegit, i on és insubstituïble a hores d'ara, com són la indústria química i subsectors. Això farà que calgui buscar alternatives per a la resta d'usos.

En el camp del transport una de les solucions que es proposa és l'ús de biocombustibles. Part de la matèria primera necessària s'haurà d'importar d'altres països, de forma que es diversifica l'origen de l'energia primària, però això no resol el problema de dependència externa de les fonts d'energia (a banda d'altres impactes als països exportadors).

En aquest context la situació de Catalunya és particularment preocupant. Considerant el creixement de població que experimentarà el país en el futur i la relació positiva entre creixement econòmic i consum d'energia que encara presenta Catalunya (a diferència d'altres països europeus) hi haurà un augment de la demanda d'energia primària que s'haurà de cobrir amb majors importacions, per la qual cosa la dependència augmentarà.

Cal incidir novament en la importància de l'estalvi d'energia com a principal actuació de millora de la situació energètica de Catalunya de cara al futur. Alguns dels instruments que es podrien aplicar es presenten al final del bloc.

L'elevada dependència de les importacions energètiques pot suposar un problema en l'abastament energètic a mig i llarg termini en moments d'escassetat de cru de petroli, que pot provocar riscos inflacionistes i reduir la competitivitat de les empreses. Aquesta dependència és més preocupant si tenim en compte quin és l'origen dels recursos, ja que més d'un 75% de les importacions de petroli provenen de països no democràtics, o poc estables.

El gas natural està substituint al petroli en determinats usos i suposa gairebé tot l'increment de consum d'energia primària. L'any 2004 va superar l'energia nuclear i es va situar com a segon vector energètic en importància darrera del petroli i derivats. Ara bé, els problemes que porta associats són similars als del petroli, degut a que pràcticament tot s'ha d'importar, els preus tenen una tendència a l'alça i és un recurs exhaurible. El fort creixement del seu ús a Catalunya es deu als sectors industrial i sobretot al de generació elèctrica. La seguretat del subministrament elèctric ve condicionada per la disponibilitat de les infraestructures de gas per a subministrar combustible a les centrals de cycle combinat. Com a factors de risc vinculats al gas es ressalten l'origen de les importacions, la diversificació en les formes de gas importades (cada cop s'està important més gas natural líquid), i el manteniment d'una infraestructura adequada. Segons la Comissió Nacional de l'Energia (2005) actualment no hi ha prou capacitat d'emmagatzematge, que implica un estret marge de cobertura de la demanda, per la qual cosa recomana comptar amb una sobredimensió del sistema gasista.

El carbó s'utilitza molt poc a Catalunya actualment. El 2005 va representar només un 0,98% del consum d'energia primària, que es va destinar al sector de

generació d'electricitat o es va utilitzar com a combustible per a calefaccions i processos industrials de calor. La majoria del poc carbó que es consumeix és importat, i es preveu que el seu consum disminueixi en els propers anys. Caldrà estar atent a les prestacions de les noves tecnologies del carbó, més eficients i amb menors nivells d'emissions, tot i que encara no estan prou desenvolupades per plantejar un canvi en les polítiques del carbó a Catalunya.

Pel que fa als riscos d'abastament relacionats amb l'energia nuclear, cal remarcar que Catalunya té una forta dependència envers aquesta tecnologia (representa el 56% de la generació d'electricitat (IDEGAT, 2006)), i que el 100% de l'urani utilitzat és actualment importat de diferents països. Després d'un període preus baixos, el futur increment del parc de centrals nuclears al món ha portat a l'augment dels preus del combustible. L'urani és un recurs exhaurible, i les reserves de l'Estat espanyol són escasses i ja no s'utilitzen. Tot i que no s'observa un risc important d'abastament d'urani a mig termini, cal recordar que l'energia nuclear porta associats altres riscos, com el d'accidents i la gestió dels residus nuclears, que no s'han desenvolupat en aquest estudi però que són molt importants.

Les energies renovables tenen l'avantatge, pel que fa als riscos d'abastament, de que són fonts locals, que es troben distribuïdes pel territori català. Tot i això, la seva expansió i contribució a la política energètica depèn de la caiguda dels costos econòmics de generació relatius a la resta de fonts, i de les polítiques d'incentius que es duguin a terme. A més a més, s'ha de tenir en compte una possible dependència tecnològica, que podria tenir també efectes negatius.

L'energia solar fotovoltaica té un enorme potencial a Catalunya, tot i que s'està desenvolupant a un ritme força lent. Els principals factors limitadors són de caràcter normatiu (insuficiència del sistema retributiu espanyol), tècnic (escassetat relativa del silici amb grau fotovoltaic), de capacitat de producció i de formació del personal del sector, que es reflecteixen en termes d'uns costos de generació molt més elevats quan es compara amb fonts convencionals.

El potencial de l'energia solar tèrmica és encara més clar. El seu principal avantatge és que es tracta d'una tecnologia molt més madura i amb més presència a Catalunya, tot i que les empreses que s'hi dediquen són petites i no aprofiten economies d'escala. Són necessàries inversions per augmentar la capacitat de producció de col·lectors solars, millorar la productivitat i la competitivitat. La innovació s'ha de dirigir a reduir costos, però també al foment d'altres aplicacions com ara la refrigeració per absorció i la dessalinització. Les principals dificultats són econòmiques, l'eficiència en la conversió de l'energia i el cost de les instal·lacions.

L'energia eòlica és la tecnologia de generació renovable més madura que hi ha al mercat, fet que explica la seva recent evolució a l'Estat (que és la segona potència mundial darrere Alemanya). A Catalunya la situació actual està molt lluny dels objectius, i això es deu a múltiples causes, entre elles la manca de noves infraestructures d'evacuació de l'electricitat produïda, especialment a zones aïllades o properes a xarxes saturades. Un altre factor és la incertesa

sobre quina serà la situació de les primes un cop s'assoleixi el llindar establert pel Reial Decret 436/2004, i com quedarà el marc retributiu en l'actual revisió d'aquest decret.

El cas del biodièsel

La secció 6 fa una anàlisi dels impactes vinculats a l'ús del biodièsel, prenent com a punt de partida l'objectiu marcat al Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (PEC) per al biodièsel a Catalunya, i planteja els punts forts i febles de diverses alternatives. El PEC preveu augmentar l'ús de biodièsel des de 5.000 tep anuals el 2003 a 785.000 tep l'any 2015 (12% de l'energia per al transport), mentre que la Comissió Europea (2007) proposa que els biocombustibles siguin el 10% del combustible per a vehicles el 2020.

Una part del biodièsel s'obté del reciclatge d'olis vegetals usats, però la major part de l'augment previst haurà de provenir de nous conreus. Si tota la matèria primera es produís a Catalunya, per arribar a l'objectiu del PEC es necessitaria un 131% de la superfície agrícola catalana. Això fa que part del biodièsel hagi de ser produït amb matèria primera importada. En aquest informe plantegem tres escenaris possibles: 1) s'arriba a l'objectiu del PEC important tot l'oli de gira-sol necessari; 2) una quarta part de les llavors de gira-sol són conreades a Catalunya i tres quartes parts són importades; 3) la meitat del biodièsel es produeix amb oli importat i l'altra meitat amb gira-sols conreats aquí. Per aquests escenaris s'analitzen els impactes en termes de superfície necessària (i substitució de cultius), impacte ambiental (consum d'aigua i fertilitzants), rendiment energètic, qualitat del aire i desenvolupament rural.

Tot i que s'utilitzen supòsits favorables al biodièsel en tots els casos, els resultats no són massa positius, i recomanen no incentivar-ne l'ús a gran escala. Els principals resultats són que l'impacte ambiental relacionat amb la fase agrícola significa un augment del consum d'aigua (4-7%) i de l'ús de fertilitzants (1%). A més a més, el cultiu de plantes oleaginoses (gira-sols en aquest cas) hauria de substituir cultius alimentaris, probablement cereals i farratge, productes que s'haurien d'importar.

Pel que fa a les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, per fer els càlculs s'ha tingut en compte que al llarg de tot el procés de producció de biodièsel s'usa energia provinent dels combustibles fòssils (tant al camp com en la transformació i transport). Suposant una relació output-input de 2,5 s'obté un estalvi d'emissions de CO₂ de prop del 3% del total de Catalunya.

Quant a la contaminació urbana, diversos estudis (EPA, 2002) indiquen que la combustió del biodièsel emet menors quantitats de partícules en suspensió, hidrocarburs i monòxid de carboni, en comparació amb el gasoil, tot i que les emissions d'òxids de nitrogen són una mica superiors (es calcula un 2% d'augment als casos presentats aquí). Això cal tenir-ho en compte a l'hora de plantejar la promoció de l'ús del biodièsel a Catalunya, ja que els alts nivells de

NO_x deguts al transport són un greu problema de qualitat de l'aire a l'àrea metropolitana de Barcelona.

Finalment, el biodièsel podria ajudar el desenvolupament rural, a través d'una canalització dels subsidis atorgats per la Política Agrària Comú sense interferir en els mercats internacionals d'aliments. Tot i això, hi ha preocupació per l'impacte en la seguretat alimentària de països en desenvolupament que canviïn cultius alimentaris per energètics d'exportació.

Aquests desavantatges es refereixen només al cas que el biodièsel provingués de cultius específics, mentre que d'altres opcions com l'aprofitament d'olis usats s'haurien de promoure i estendre el màxim possible, ja que permeten reduir els problemes relacionats amb els olis usats (com la depuració d'aigües residuals), i permeten generar energia sense combustibles fòssils.

Concloent, els cultius energètics porten associats una sèrie de problemes que no recomanen incentivar-ne la producció a gran escala, ni tampoc la seva importació de països en desenvolupament. La forma de reduir la dependència dels combustibles fòssils és canviar els patrons de consum i de modalitats de transport, així com incentivar l'estalvi energètic.

Conclusions finals

La principal conclusió del Bloc 2 és que les dades confirmen que l'evolució del país i el desenvolupament econòmic van lligats a un major consum d'energia, que té un conjunt d'impactes segons quines fonts energètiques s'utilitzin per satisfer-lo. Catalunya gairebé ha doblat el consum d'energia primària en el període 1990-2005, amb un creixement interanual del 3%, superior al creixement del PIB.

L'estudi mostra que Catalunya està molt lluny dels objectius del Pla de l'Energia pel que fa a la contribució de les energies renovables, i per assolir-los caldrien taxes de creixement interanual d'ara fins el 2015 molt elevades. Això vol dir que la societat ha de fer un esforç considerable en els propers anys per assolir només una participació de les renovables del 9% respecte el total el 2015.

En definitiva, la dependència energètica respecte l'exterior que pateix el país augmentarà en el temps, i significarà riscos per a l'economia, que vénen donats per la concentració de les importacions en pocs països tant pel gas (Algèria) com pel petroli (països de l'OPEP), però també per l'estat de les infraestructures, com és el cas del gas natural.

1. Introducció

Un cop presentada al Bloc 1 la metodologia i la justificació teòrica de l'anàlisi integrada, que serà el resultat principal de l'estudi AMEEC, en aquest bloc es presenten les dades de consum d'energia primària a Catalunya, per a les diferents fonts i per a sis sectors econòmics, que serviran de base per a l'anàlisi posterior. El bloc també adreça de forma particular la generació amb fonts renovables, així com factors de risc associats a les diverses fonts energètiques, i acaba amb una anàlisi en profunditat de les conseqüències tant positives com negatives d'acomplir els objectius que marca el Pla de l'Energia de Catalunya en matèria de biodièsel.

Aprofitem per agrair a l'ICAEN, i en particular Joan Esteve i Albert Casanova, per haver-nos fet arribar els balanços d'energia de Catalunya per al període 1990-2005 (amb dades provisionals per al 2004 i 2005). Aquest és un fet que s'ha de destacar, ja que els balanços, que són bàsics per a entendre la realitat biofísica de l'economia catalana i per a poder fer planificació i promoció de polítiques econòmiques, ambientals i energètiques, no es publiquen des de començaments dels anys 1990.

Com es comenta més endavant, i com s'ha justificat al Bloc 1, entenem l'energia com a factor imprescindible per a la materialització de l'activitat econòmica, i per tant, també per al seu desenvolupament. Una major activitat normalment requereix una utilització major d'energia per a fer funcionar el sistema (tot i que es poden donar millores a l'eficiència). El sector de l'energia és l'encarregat de fer disponible l'energia final a la resta de sectors econòmics. És el que al Bloc anterior anomenàvem l'hipercicle. En aquest procés de fer disponible energia final a partir de l'energia primària, també el sector energètic mateix consumeix energia, com veurem més endavant.

L'energia primària es defineix com aquella que existeix de manera natural, i que es troba incorporada als recursos naturals com ara el carbó, el petroli, però també l'energia solar en les seves variants (tèrmica, eòlica, fotovoltaica), i que no ha sofert cap transformació per part de l'home. La producció d'energia primària es refereix a la quantitat d'energia que s'extreu o es produeix i normalment incorpora les despeses energètiques que s'han fet durant el procés d'extracció o producció. A les estadístiques internacionals normalment s'expressa en termes de tones equivalents de petroli (tep) o en Mega Joules (MJ).

Així, la producció d'energia primària més el saldo d'intercanvis internacionals ens dona com a resultat l'Energia Primària Disponible, o el Consum d'Energia Primària.

Aquest consum d'energia primària es divideix al seu torn en usos no energètics de l'energia (com ara la producció de productes químics com l'etilè), energia usada pel sector de transformació energètica (que inclou: (i) els consums

propis del sector, com ara els d'extracció a les mines o jaciments; (ii) les pèrdues de distribució i (iii) l'energia usada en la transformació energètica), i l'energia final que comprèn l'energia primària i derivada consumida pels sectors que són consumidors finals, com ara el sector domèstic, o el transport.

La resta del Bloc queda estructurada com mencionem a continuació:

La secció 2 presenta les dades de consum d'energia primària desglossades per vectors energètics. També es presenten les dades de producció autòctona i el saldo dels intercanvis internacionals.

La secció 3 mostra els consums dels diferents sectors econòmics, incloent-hi el sector de l'energia. La resta de sectors són la indústria, el transport, el sector domèstic, els serveis i el sector primari. Per a cadascun d'ells es presenten els consums en termes de fonts energètiques.

La secció 4 descriu el cas particular de la generació amb fonts renovables, mencionant aspectes econòmics i legislatius d'interès.

La secció 5 ens parla de l'origen de l'energia primària que hem presentat a la Secció 2 i es fan unes consideracions del risc associat al mateix. És de particular interès l'anàlisi que es fa del cas de l'urani com a combustible nuclear.

La secció 6 fa una anàlisi en profunditat de les repercussions de l'assoliment de l'objectiu marcat al PEC per al biodièsel a Catalunya, i planteja els punts forts i febles de diverses alternatives.

Finalment, a les conclusions es fa una valoració sobre el conjunt de les dades presentades amb anterioritat.

2. Evolució de la producció i consum d'energia primària a Catalunya

Seguint el raonament teòric explicat al Bloc 1 sobre el metabolisme de les societats en termes de materials i energia, aquesta secció presenta les dades de producció, intercanvi comercial i consum d'energia primària per a Catalunya en el període 1990-2005.

Les dades que presentem aquí són molt importants per tal d'entendre la vessant biofísica de la realitat econòmica catalana, és a dir, com el país fa front al desenvolupament econòmic i com el materialitza. Aquesta informació no només és útil per a saber quin és l'impacte de l'activitat produïda (en termes d'emissions de CO₂, per exemple), tant a Catalunya com a tercers països, sinó també per a entendre el grau de dependència que l'economia pateix respecte els combustibles fòssils i respecte l'energia nuclear, factors que ja ara estan condicionant no només el model energètic, sinó també el model propi de país, però que s'espera que en els propers anys condicionin encara més el nostre futur. A més a més, com posem de manifest tant a la secció 4 d'aquest Bloc com al Bloc 7, aquesta dependència es tradueix i traduirà en riscos geopolítics cada cop més importants per a Catalunya. Per tant, el coneixement de la realitat catalana és la manera de poder proposar canvis i mesures d'actuació, com es farà al Bloc 10 amb l'anàlisi integrada.

La resta de la secció presenta, en primer lloc, un conjunt de definicions que poden ser útils per a entendre el sector energètic. Després es presenten les dades de consum d'energia primària a Catalunya, i de producció, així com els intercanvis comercials.

2.1. Algunes definicions

L'energia primària és l'energia continguda en les diverses fonts que un sistema utilitza com a inputs. Moltes formes d'energia no poden ser consumides en la forma en què es troben a la natura, i han de passar per un procés de transformació, com ara el cru que deriva en gasolines, gasoil, i altres productes; o l'energia potencial d'un salt d'aigua que es converteix en electricitat. Altres formes d'energia no són concentrades i s'ha d'invertir energia en la seva concentració i transformació, com és el cas de l'energia solar. És per això que un sistema econòmic necessita un sector energètic que transformi l'energia primària en energia que pugui ser consumida per la resta de l'economia com a energia final.

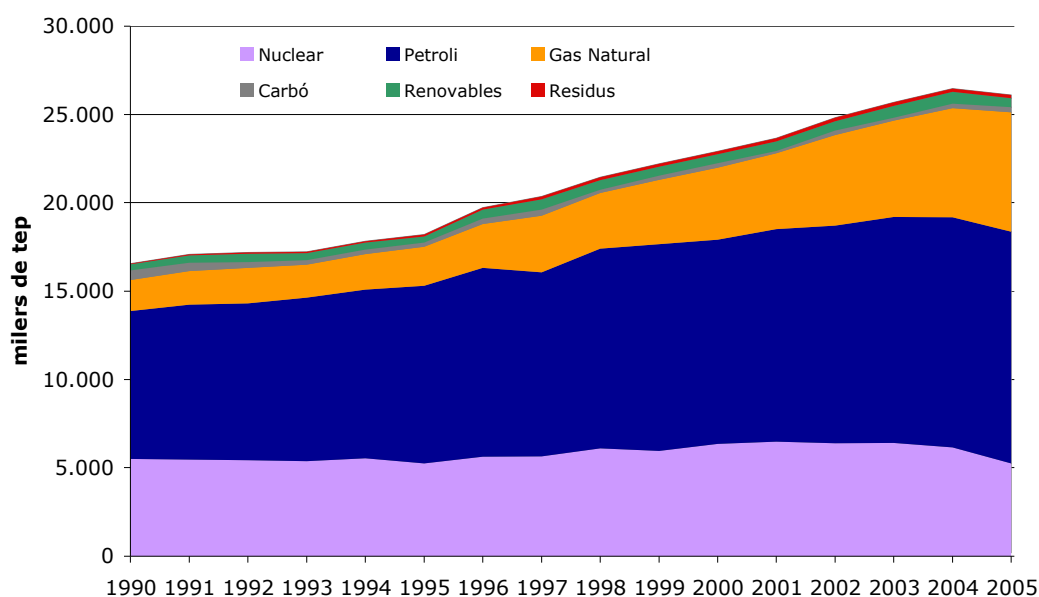
Aquest consum d'energia primària correspon a la suma de l'energia generada en el propi país i les importacions netes dels diferents vectors energètics. És a dir, el Consum d'Energia Primària és igual a la Producció d'Energia Primària més el saldo d'Intercanvis Comercials amb l'exterior.

L'energia primària és el total d'energia que necessita una economia per al seu funcionament, i alhora es divideix en: (i) Consum final d'energia (el que fan els consumidors finals, com ara la benzina que posem al cotxe o l'electricitat consumida per uns grans magatzems), (ii) consums propis del sector energètic (com ara el consum necessari per l'extracció a les mines i jaciments), (iii) usos no energètics (és a dir, vectors energètics que es destinen a la producció de béns no energètics, com per exemple l'ús de derivats del petroli per a la fabricació de plàstics), (iv) pèrdues en el transport i la distribució d'energia (electricitat i gas natural) i (v) energia utilitzada en la transformació d'energia (per exemple les centrals elèctriques i les refineries i plantes d'olefines).

2.2. Consum d'energia primària a Catalunya en el període 1990-2005

L'evolució del consum d'energia primària per vectors energètics es pot veure a la Figura 1¹ en milers de tones equivalents de petroli (milers de tep).

Figura 1: Consum d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005² (milers de tep)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

El primer que s'observa és l'elevat pes que tant el petroli com l'energia nuclear tenen en l'energia primària a Catalunya. L'evolució, però, d'ambdues variables és diferent. La generació elèctrica d'origen nuclear s'ha mantingut en termes absoluts (fins i tot reduint-se el 2005 per les aturades de recàrrega de combustible), però degut al creixement del consum total d'energia, que ha passat de 16.702 milers de tep el 1990 a 26.698³ milers de tep el 2005, ha fet

¹ Veure l'annex estadístic per a les taules completes de les diferents variables presentades en les Seccions 2 i 3.

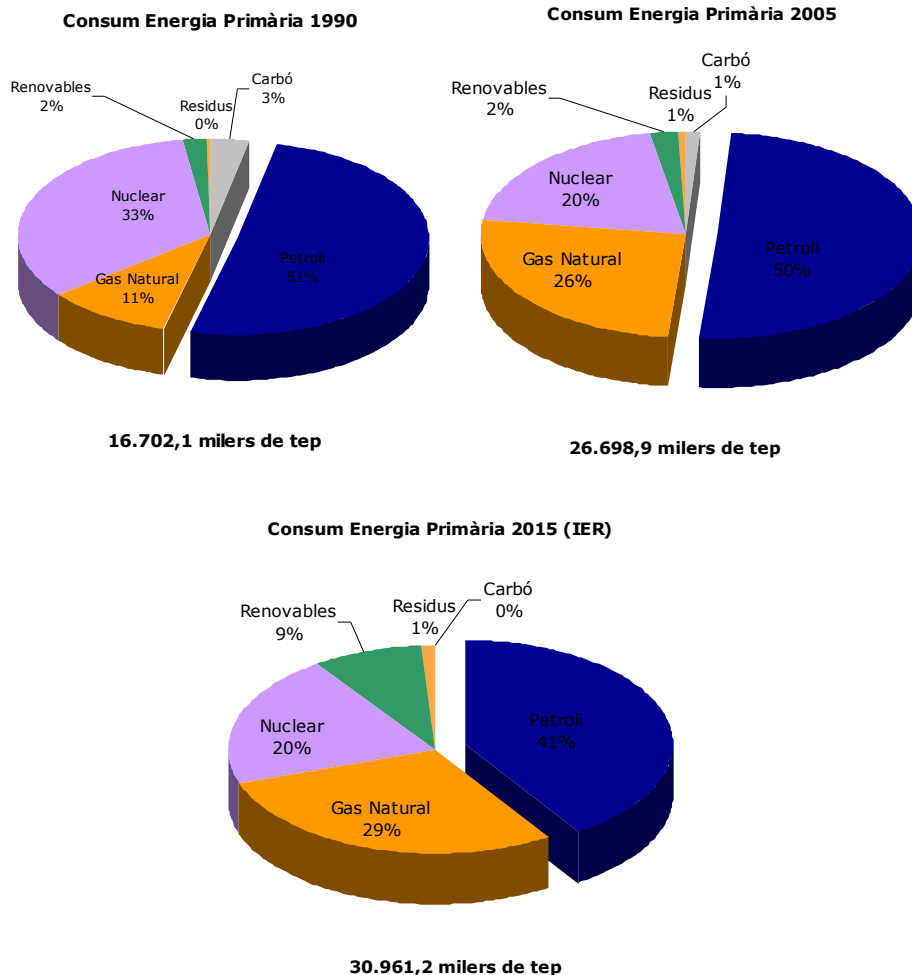
² Les dades per al 2004 i el 2005 són provisionals.

³ Recordem que les dades de 2004 i 2005 són provisionals, i per tant no es pot confirmar encara l'estancament en el consum d'energia primària que s'observa entre aquests dos anys.

que la seva contribució s'hagi reduït en el temps. Aquest no és el cas del petroli, que s'ha mantingut en un 50% del total de l'energia primària a Catalunya com a principal font energètica. Destaquem també l'evolució creixent del consum de gas natural, que ha passat de representar l'11% el 1990 al 26% el 2005 (Figura 2). Aquest és el resultat tant de l'extensió de la xarxa de gas natural per a consum privat com sobretot pel canvi en el model de generació elèctrica que ha patit Catalunya en els darrers anys i que veurem a la propera secció i en el Bloc 4. En el cas de les renovables, tot i l'augment notable dels darrers anys, encara suposen només un 2% del consum d'energia primària el 2005, de manera que queda encara molt camí per recórrer.

Cal destacar que el creixement del consum total ha estat del 3% anual, un creixement molt alt que respon a causes demogràfiques, econòmiques i d'eficiència, com s'analitzarà al Bloc 10.

Figura 2: Consum d'energia primària a Catalunya els anys 1990 i 2005, i previsió pel 2015 (escenari IER del PEC)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006) i PEC (Generalitat de Catalunya, 2006)

A la Figura 2 veiem que en el període 1990-2005 la dependència dels combustibles fòssils ha anat creixent, degut a que la potència instal·lada nuclear s'ha mantingut estable i s'espera que ho faci en un futur immediat. De fet, tot i la disminució de la dependència respecte el petroli que el PEC enuncia al seu escenari IER i que mostrem a la Figura 2, es poden fer dos comentaris importants: El primer és que aquesta reducció relativa és compensada en la seva totalitat per l'augment de la dependència del gas natural, que no és, doncs, una solució als problemes lligats als combustibles fòssils. El segon punt és que la pèrdua de rellevància relativa del petroli no implica una reducció del seu consum en absolut, sinó al contrari.

La particular evolució del gas natural està lligada, com hem dit, al sector de generació elèctrica, mentre que l'increment en el consum de petroli va lligat al cas del transport, com veurem a la propera secció i com s'analitza al Bloc 5.

Un cas particular a destacar de les dades anteriors és el de l'energia nuclear, que va significar un 20% del consum d'energia primària el 2005, per darrera del petroli i del gas natural. Com es discuteix al Bloc 4, el govern espanyol s'està plantejant el tancament de les centrals nuclears al final de la seva vida útil de 40 anys. Això implicarà que el primer tancament a Catalunya sigui el de la central d'Ascó I, l'any 2021. Aquest nou escenari, tot i quedar fora de l'àmbit temporal d'aquest estudi, planteja la necessitat de preveure com es satisfarà la demanda d'energia primària que les centrals nuclears deixaran de produir. Si la resposta no ve de les energies renovables, llavors el grau de dependència dels combustibles fòssils augmentarà encara més. Val a dir, però, que la forma de calcular l'energia primària, amb el contingut energètic físic, fa que l'electricitat d'origen nuclear tingui com a energia primària el calor produït al nucli, del qual només un terç es transforma en electricitat (IEA 2005: 137), dissipant-se la resta. Això vol dir que si es compara amb tecnologies més eficients, com ara els cicles combinats a gas natural, s'observa que la proporció entre energia primària i energia final generada és molt més elevada en el cas de l'èolica.

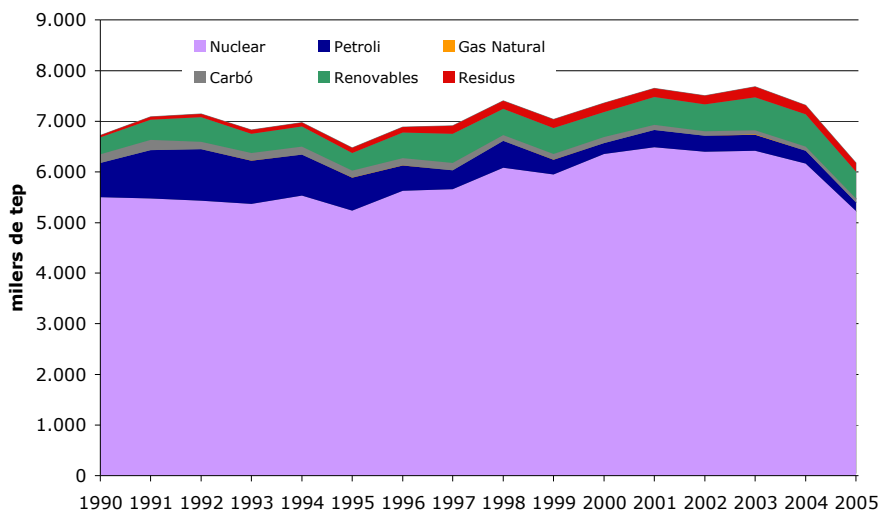
2.3. Producció d'energia primària a Catalunya en el període 1990-2005

Com hem dit abans, el consum d'energia primària parteix de la producció pròpia d'energia primària, és a dir, de l'extracció de carbó a les mines i dels jaciments de petroli, així com de la generació nuclear i de les energies renovables i alternatives, que s'extreuen i s'aprofiten en el propi territori. Com veiem a la Figura 3, la producció a Catalunya significa gairebé en la seva totalitat generació d'origen nuclear, amb una petita aportació del petroli, que es va reduint amb el temps, i del carbó, i un lleuger augment de les energies renovables sobretot en el darrer tram del període.

Tot i que la generació a les centrals nuclears s'ha inclòs com a producció autòctona, és molt important remarcar que en el cas de Catalunya i de l'Estat espanyol tot el combustible nuclear és importat, tal com es detallarà més endavant a la Secció 5.3, per la qual cosa existeix una relació de dependència envers els països exportadors. Tot i això, per raons tècniques a les

estadístiques oficials (catalanes, espanyoles, o internacionals) es situa l'energia nuclear com a producció autòctona⁴. En aquest estudi es manté la divisió oficial, tot i que volem remarcar que Catalunya té també dependència externa en quant a l'energia nuclear.

Figura 3: Producció d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (en milers de tep)



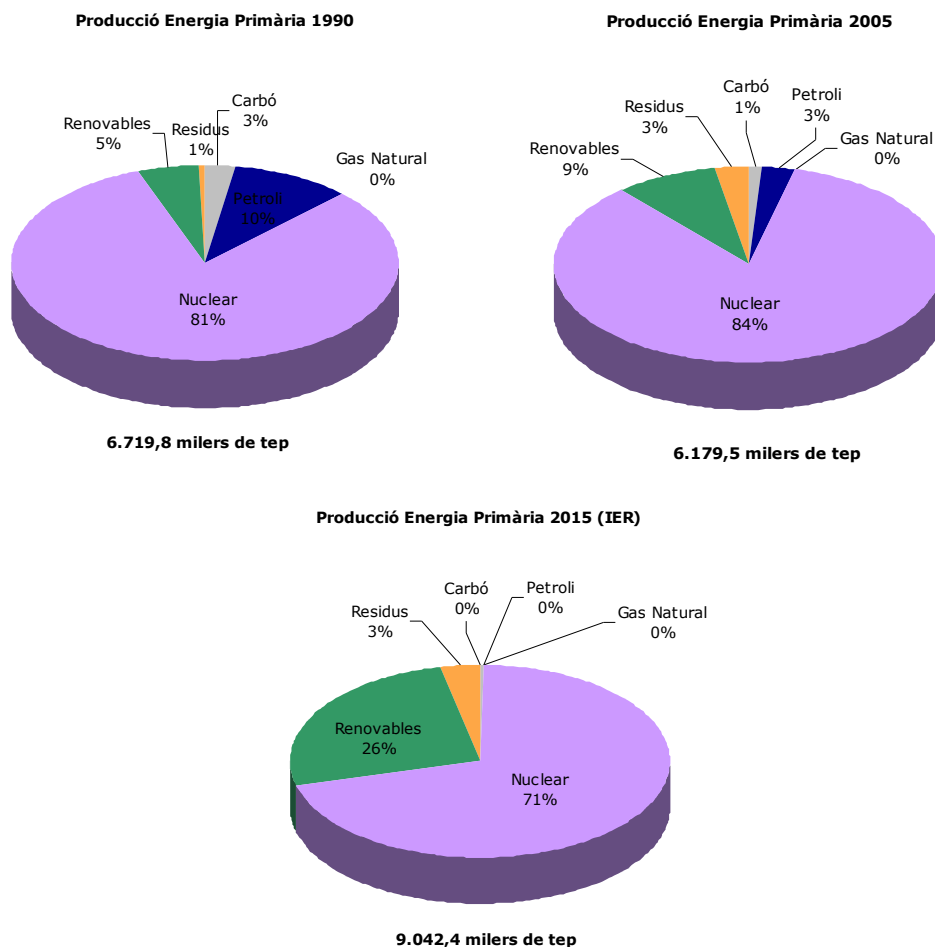
Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

El que observem en el període és una reducció dels 6.719 milers de tep que es van produir el 1990 als 6.179 milers de tep que es van produir el 2005. Aquesta caiguda, com hem dit, reflecteix la reducció en la producció de petroli i de carbó.

Segons la Figura 4 la fracció de l'energia nuclear sobre el total va pujar en el període analitzat, degut bàsicament a la reducció de la producció dels jaciments de petroli i de les mines de carbó, que segons l'escenari IER el 2015 no aportaran res. S'observa també que les renovables prenen el relleu dels combustibles fòssils en la generació autòctona d'energia primària, amb unes perspectives molt optimistes per al 2015, però que en termes absoluts són encara reduïdes, com hem vist a la secció 2.2.

⁴ Això és així perquè, com ja hem dit, es considera que l'energia primària d'origen nuclear és el calor produït al nucli (IEA 2005: 137), i per tant el procés d'obtenció d'aquesta energia primària es produeix a la pròpia central.

Figura 4: Producció d'energia primària a Catalunya el 1990 i 2005, i previsió pel 2015 (escenari IER del PEC)

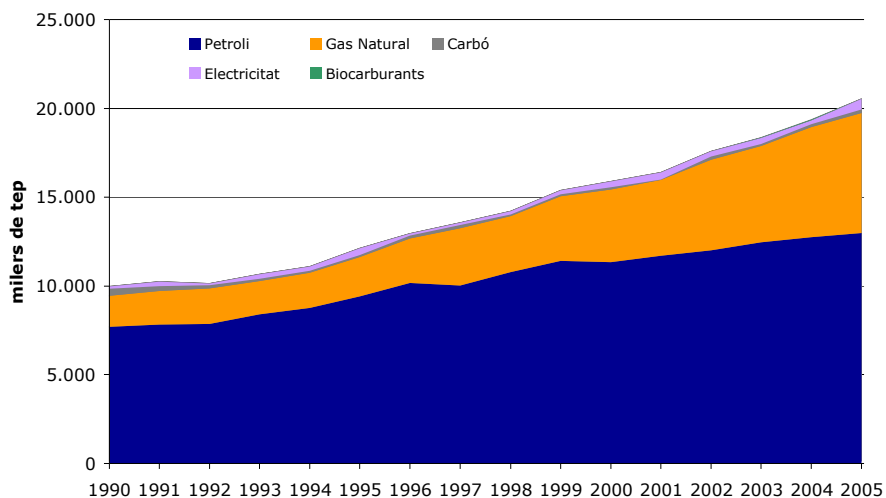


Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006) i PEC

2.4. Saldo d'intercanvis internacionals d'energia primària a Catalunya 1990-2005

La producció autòctona d'energia primària (incloent-hi la nuclear, que com hem dit depèn també de les importacions d'urani) va suposar només un 29% del total, per la qual cosa la major part del consum d'energia primària consumida a Catalunya s'ha d'importar i s'ha d'adquirir als mercats internacionals. És per això que aquesta dependència té implicacions també en termes de riscos geopolítics, ja que una eventualitat com ara una disrupció en el subministrament d'energia tindria implicacions molt fortes per a l'activitat econòmica, tant la producció com el consum, i paralyzarien l'activitat del país. La Figura 5 presenta el saldo d'intercanvis internacionals en termes d'energia primària durant el període analitzat.

Figura 5: Saldo d'intercanvis internacionals d'energia primària entre 1990 i 2005 (milers de tep)

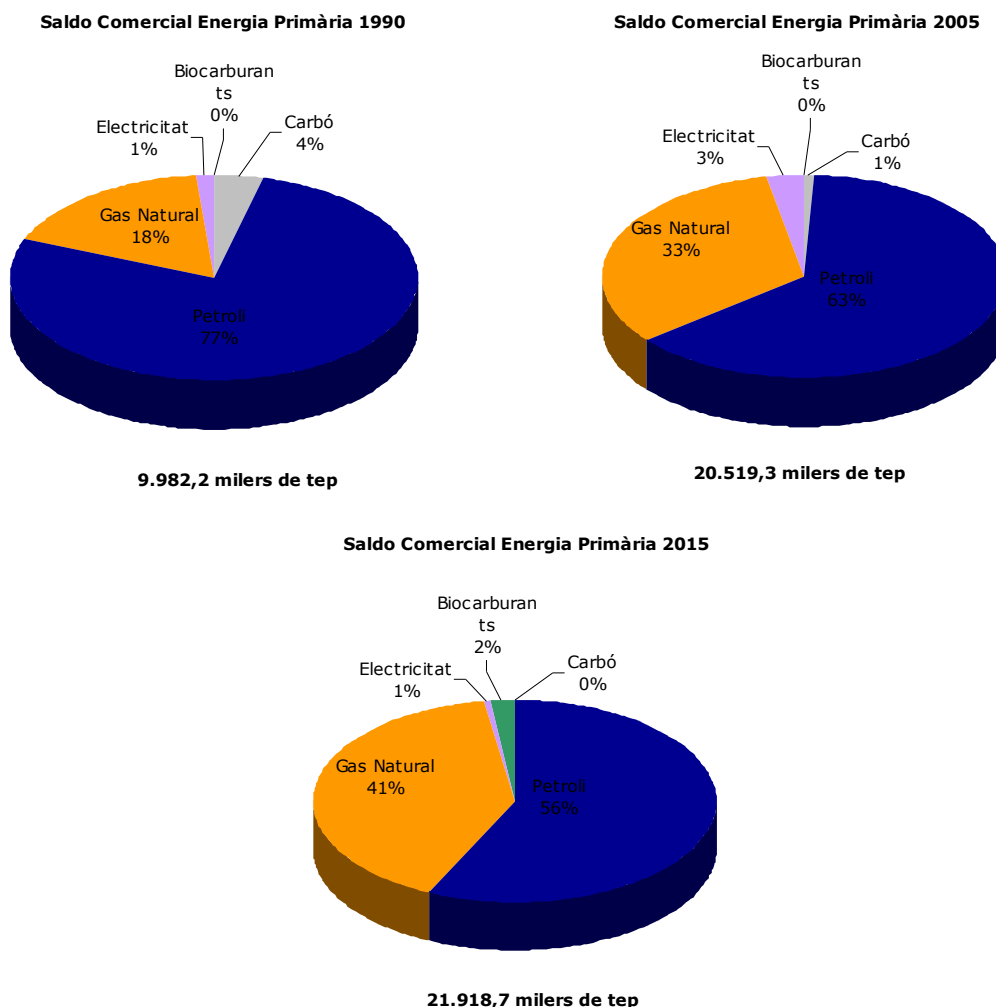


Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

Com hem vist a la secció anterior, la majoria de la producció autòctona és energia elèctrica d'origen nuclear, per la qual cosa, i com que com hem vist la principal font energètica de Catalunya és el petroli i el gas està guanyant importància, són aquestes dues fonts energètiques les que importa Catalunya. El nivell absolut de les importacions s'ha més que doblat en el període analitzat, passant de les 9.982 milers de tep el 1990 a les 20.519 milers de tep el 2005 (Figura 5), amb una taxa de creixement anual del 4,6%, superior al consum total d'energia primària que veiem a la secció 2.2. Això vol dir, com veurem a la propera secció, que el grau de dependència exterior ha augmentat en el temps.

Com s'observa a la Figura 5 el creixement de les importacions netes és continu en tot el període. Per vectors energètics destaca l'alentiment de les importacions de petroli, que es veuen compensades per l'acceleració de les importacions de gas natural, lligades al nou model energètic. Així, el petroli ha passat de representar el 77% de les importacions el 1990 al 63% el 2005, mentre que el gas natural ha passat del 18% al 33% en el mateix període. Aquestes tendències sembla que es mantindran en el futur si fem cas de l'escenari IER del PEC (Figura 6).

Figura 6: Saldo d'intercanvis internacionals d'energia primària a Catalunya el 1990 i 2005, i previsió pel 2015 (escenari IER del PEC)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006) i PEC

Un altre aspecte a destacar és que si bé les importacions d'electricitat des de França van suposar un 3% de l'energia primària importada a Catalunya, el PEC preveu que Catalunya exporti electricitat el 2015.

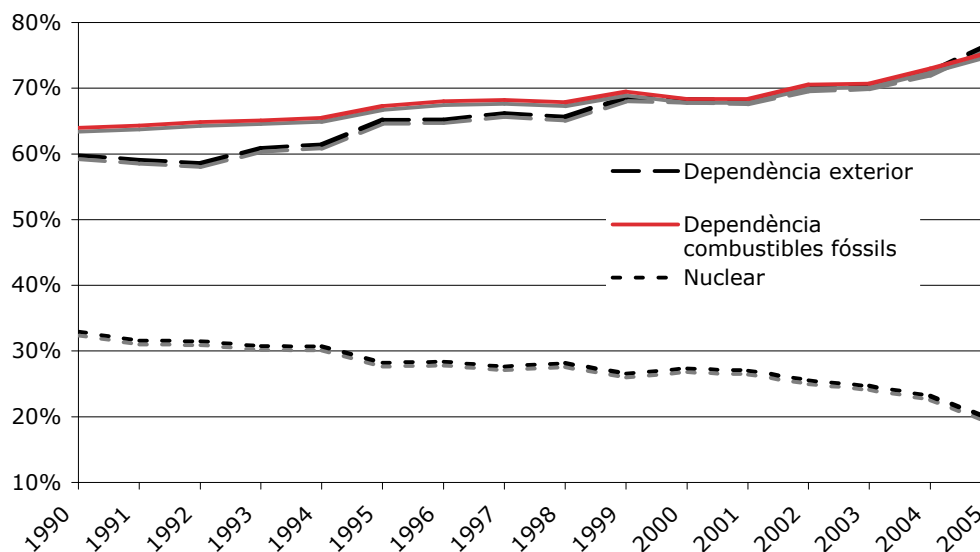
2.5. Comentari sobre les dades d'energia primària a Catalunya

Observant les dades de la Figura 1 veiem que el desenvolupament econòmic de Catalunya va lligat a un augment del consum d'energia. Catalunya necessita cada cop més energia per al manteniment del seu metabolisme i per garantir-ne el seu desenvolupament. Aquest aspecte, originat per variables com la demografia, l'estructura productiva, el sector de l'energia i qüestions tècniques com l'eficiència energètica, serà analitzat amb més detall al Bloc 10.

Aquest increment important del consum d'energia primària es produeix especialment en el cas del petroli i del gas natural, que pràcticament en la seva totalitat han de ser importats (Figura 4). En el cas del gas natural, les

importacions estan creixent, reflectint els canvis en el model de generació d'electricitat que està patint Catalunya i que s'expliquen en el bloc 4. En el cas del petroli, tot i la moderació en el seu creixement, Catalunya va utilitzar i importar més quantitat de petroli el 2005 que no pas el 1990. Com veurem a la secció 3, aquesta evolució està íntimament lligada a l'evolució del sector del transport, que s'analitza amb més detall al Bloc 5.

Figura 7: Evolució de la dependència de l'exterior, dels combustibles fòssils i de l'energia nuclear 1990-2005



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

El resultat de tot plegat és el que podem veure a la Figura 7, que ens mostra l'evolució del grau de dependència de l'economia catalana de l'energia de l'exterior, dels combustibles fòssils i de l'energia nuclear. Com podem veure, l'única variable que presenta una evolució positiva és la dependència de l'energia nuclear, que ha caigut des del 33% el 1990 al 20% el 2005. Ara bé, com hem indicat abans, aquesta reducció de la importància relativa es deu només a l'augment del consum total d'energia i no pas a una reducció de la generació elèctrica d'origen nuclear, per la qual cosa el problema de com substituir aquesta generació elèctrica el trobarem en un futur immediat.

Si mirem l'evolució de la dependència dels combustibles fòssils, aquesta augmenta del 64% el 1990 al 70% el 2005, amb una tendència creixent en els darrers anys degut a l'evolució del gas natural.

Finalment, pel que fa al grau de dependència respecte l'exterior, la situació és veritablement preocupant per a Catalunya, que mostra una de les dependències més fortes de la Unió Europea. Així, sense considerar l'energia nuclear la dependència es va situar en un 70% el 2005, però si tenim en compte l'energia nuclear (tenint en compte que el seu combustible també és importat) arribem a taxes de dependència superiors al 90%, que fan que la nostra economia sigui molt fràgil davant de problemes en el subministrament des d'un punt de vista de risc geopolític.

3. Evolució del consum dels diferents vectors energètics per sectors

Un cop vista l'estructura de la producció, intercanvi i consum d'energia primària a Catalunya per vectors energètics, en aquesta secció analitzem com els diferents sectors econòmics utilitzen aquesta energia.

Partint dels balanços d'energia d'ICAEN (2006), en primer lloc mostrarem el consum d'energia del propi sector energètic, que és l'encarregat de fer arribar energia final a la resta de sectors, i posteriorment presentem el consum d'energia final dels diferents sectors econòmics: primari, indústria, serveis, domèstic, i transport.

El fet de mostrar l'evolució de l'energia consumida pel sector energètic és rellevant no només perquè aquest sector representi l'hipercicle de l'economia, com dèiem al Bloc 1 (és a dir, el sector que fa disponible a la resta de l'economia el recurs escàs que estem analitzant, en aquest cas energia), sinó perquè podem analitzar si aquest sector mostra millores d'eficiència, ja sigui com a resultat del canvi en els combustibles utilitzats o gràcies a les noves tecnologies aplicades, sobretot en la generació d'electricitat.

En aquest capítol no entrarem a discutir sobre els usos no energètics, que són els consums de recursos energètics destinats a la producció de productes no energètics, com per exemple els derivats del petroli que van a la indústria química i subsectors, com ara etilè, propilè, fracció C4 i concentrat benzènic (Generalitat de Catalunya, 2006: 160), i que s'analitzen amb més profunditat al Bloc 5, dedicat exclusivament al cas del petroli. El que sí direm és que aquests van passar de 1.825 milers de tep el 1990 a 3.375 milers de tep el 2005 (o de l'11% del consum d'energia primària al 12,6%), reflectint aquest increment una ampliació de les instal·lacions situades al complex petroquímic de Tarragona.

És important destacar que la divisió del consum d'energia primària per sectors econòmics que es fa en aquest bloc és la que s'utilitzarà al Bloc 10 per a l'anàlisi integrada, on s'analitzarà conjuntament amb la població activa i el temps de treball per a cada sector econòmic, així com el seu valor afegit.

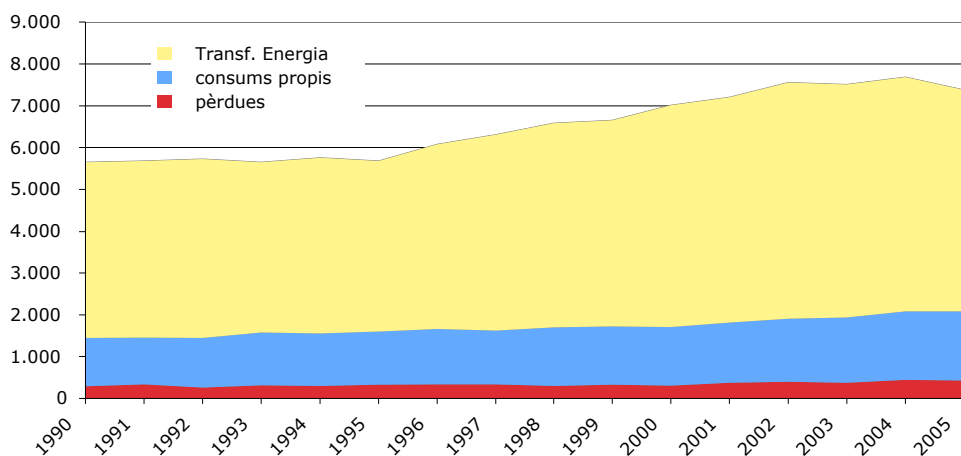
3.1. El sector de l'energia

Com ja hem introduït a la secció 2.1, l'energia primària té uns components de consum energètic que, un cop extret el consum per a usos no energètics, podem aplegar sota l'etiqueta de "sector de l'energia". Aquests són els consums propis d'energia no destinats a la transformació d'energia, les pèrdues en el transport i distribució d'energia, i l'energia consumida pròpiament en la transformació de l'energia.

Com podem observar a la Figura 8, tots tres components tenen una tendència creixent, reflectint un increment en la generació d'electricitat a Catalunya.

L'augment de les pèrdues és, però, molt relatiu, ja que passa de representar un 1,7% del total d'energia primària consumida el 1990 a un 1,8% el 2005. És a dir, tot i el fort augment de la generació elèctrica i del consum de gas, les pèrdues s'han contingut, reflectint una millora en l'eficiència. El mateix succeeix en el cas dels consums propis, que passen de 1.147 milers de tep el 1990 a 1.655 el 2005, amb un augment del consum degut a l'ampliació de les instal·lacions i també a un major "cost energètic" d'obtenir energia de les mines i els jaciments. El cas més important, però, és el del consum en transformació d'energia, que passa de representar un 25,2% del total d'energia primària el 1990 a un 19,8% el 2005, amb una clara millora de l'eficiència del sector.

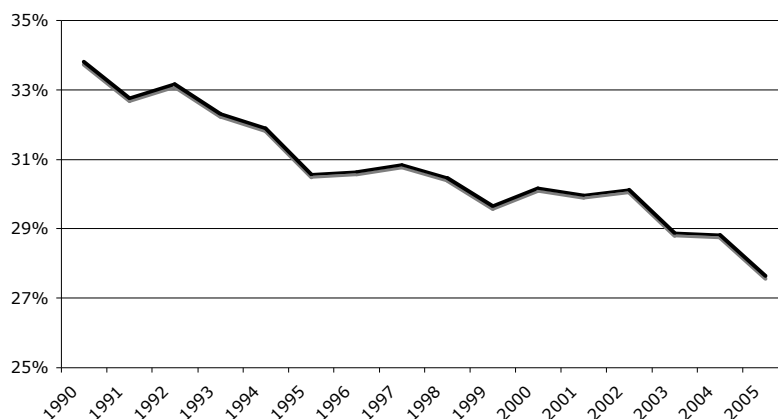
Figura 8: Consum d'energia primària del sector de l'energia per components 1990-2005



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

Aquesta dada es pot corroborar quan representem l'evolució en el temps del consum agregat del sector de l'energia respecte el consum total d'energia primària, com es fa a la Figura 9.

Figura 9: Evolució de l'eficiència del sector de l'energia: energia primària usada pel sector de l'energia com a fracció del total



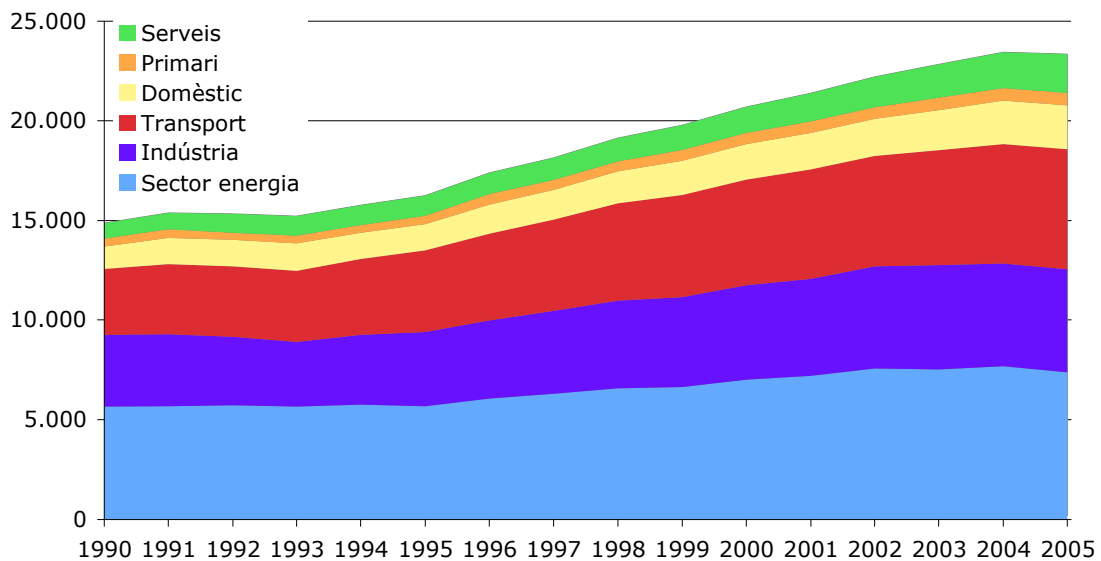
Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

Com es pot veure, l'eficiència global del sector de l'energia està augmentant. Això permet que el sector energètic de Catalunya necessiti cada cop menys energia primària per a proveir la resta de sectors de l'energia final que consumeixen. Aquest resultat, que encara es podria millorar, es deu fonamentalment al major pes que té actualment el gas natural en la generació elèctrica (com s'explica al Bloc 4), amb noves centrals que es caracteritzen per uns rendiments energètics elevats, que se sumen a la major qualitat intrínseca del gas sobre altres fonts energètiques com ara el carbó.

3.2. Consum d'energia per sectors econòmics

La Figura 10 presenta el consum d'energia dels diferents sectors econòmics. Els més importants són el sector de l'energia, la indústria i el transport; aquest últim guanya importància al llarg del temps i es situa en segona posició a la fi del període analitzat. Tots els sectors augmenten el seu consum d'energia, tot i que uns ho fan més ràpidament que d'altres.

Figura 10: Consum d'energia primària per sectors entre 1990 i 2005 (milers de tep)

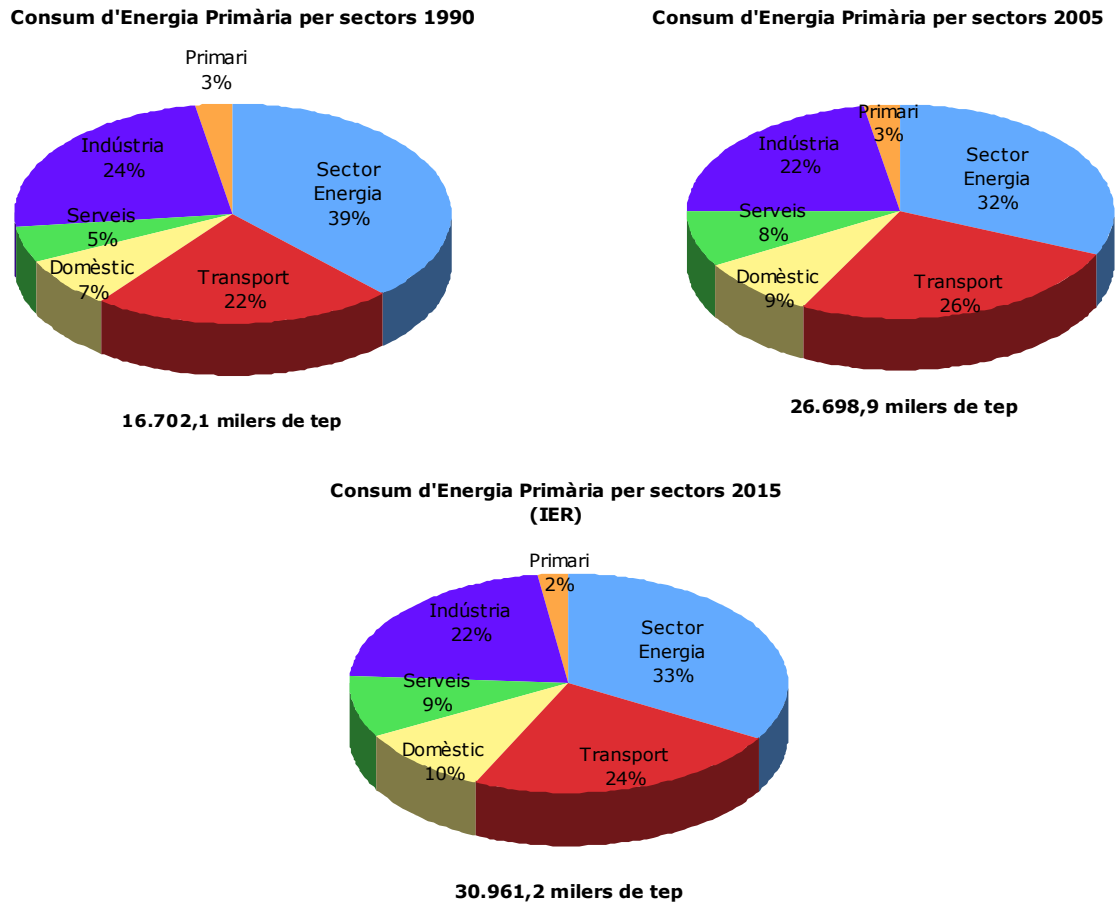


Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

A la secció 2.2 hem vist que en entre 1990 i 2005 el consum d'energia primària a Catalunya va créixer a una taxa interanual del 3%. Si calculem les taxes interanuals per als diferents sectors, veurem quins són els més responsables de l'augment del consum d'energia total. Així, tenim que tot i ser el principal consumidor, el sector de l'energia és el que creix menys (un 1,7% anual), reduint per tant el seu pes relatiu. El mateix es pot dir de la indústria, que creix a un 2,3% anual. Per tant, dos dels sectors més grans estan creixent per sota de la mitjana, amb la qual cosa haurem de buscar altres responsables que tirin de la demanda. El sector primari és l'últim sector que també creix per sota de la mitjana, a un 2,85% anual, mentre que la resta de sectors creix per sobre. Per

exemple, els serveis, tot i que només representen una fracció petita del consum total (Figura 11), creixen a una taxa del 5,75%. El mateix passa amb el sector domèstic, que creix al 4,4%, i amb el transport, que creix a un 3,8%, i que, amb el seu volum, és clarament el sector que tira de la demanda.

Figura 11: Consum d'energia primària per sectors 1990 i 2005, i previsió per a 2015 (escenari IER)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006) i PEC

Observant la Figura 11 veiem que el sector de l'energia és i serà el principal consumidor d'energia primària a Catalunya, però ara seguit del transport i no pas la indústria com passava el 1990. Altres sectors que creixen són el domèstic i els serveis, i que ho fan a taxes molt altes.

El que podem dir, per tant, és que s'està produint un canvi en el metabolisme de Catalunya, que implica tant un canvi estructural de l'economia (menor pes de la indústria i major dels serveis), com un creixement continu del transport. Pel costat de la demanda, l'augment del sector domèstic no reflecteix només un augment de la població sinó un augment del nivell de vida material dels ciutadans de Catalunya.

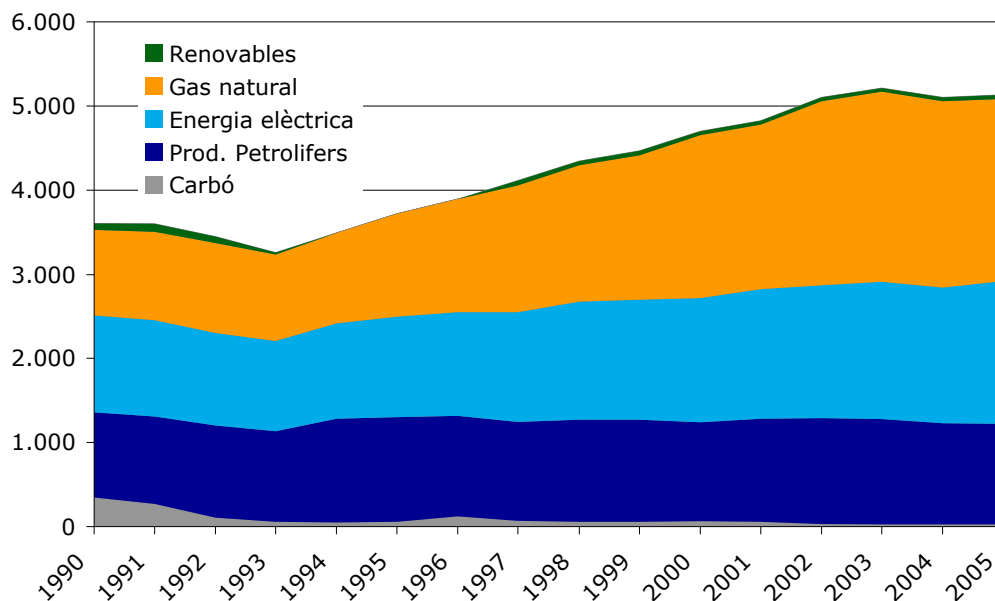
Aquesta evolució dels diferents sectors es completa amb l'anàlisi de l'evolució del mix energètic de cadascun d'aquests sectors, que permet obtenir una

imatge completa tant de l'impacte relatiu de cada sector, com de les possibilitats de canvi de vector energètic.

3.2.1 Consum d'energia final de la indústria

Pel que fa al consum d'energia final a la indústria, el primer que podem observar a la Figura 12 és l'efecte que va tenir la crisi econòmica de principis dels 1990 sobre el consum d'energia a la indústria, que es va reduir de forma notable i no va ser fins el 1994 que va començar a créixer de nou. També es pot observar que el carbó pràcticament desapareix en aquests darrers anys, i que tant els productes petrolífers com l'electricitat es mantenen més o menys estables, amb el gas natural com a responsable únic del creixement de la demanda energètica de la indústria.

Figura 12: Consum energia final a la indústria en el període 1990-2005 (milers de tep)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

Sembla que la transició energètica de la indústria està acabant-se més aviat que en altres sectors, i és probable que en el futur veiem encara majors aportacions del gas natural i de les renovables i electricitat, però difícilment es reduiran els consums de productes petrolífers. En qualsevol cas es tracta d'un sector que està moderant el seu consum en els darrers anys.

3.2.2 Consum d'energia final del transport

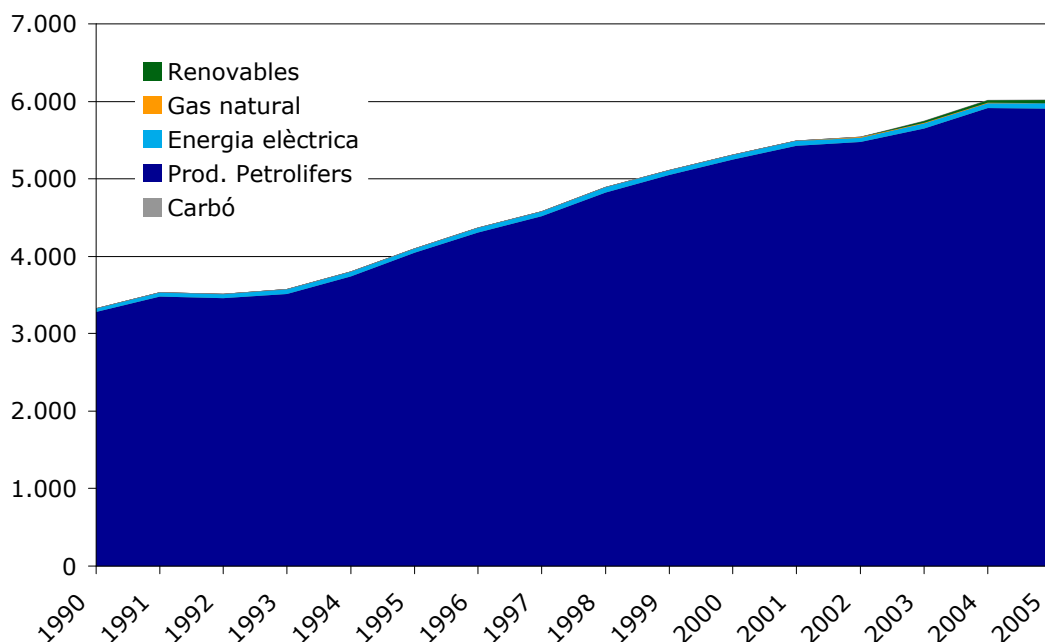
La Figura 13 posa de manifest que parlar de transport a Catalunya és parlar de productes petrolífers. S'observa al final del període una mínima presència dels biocombustibles, que representen només un 0,6% del consum del transport, però en la seva pràctica totalitat el sector transport es fonamenta en el consum

de derivats del petroli. El consum d'electricitat en el transport (per a trens, metros i tramvies), creix una mica els darrers anys, però és només d'un 1,2%.

S'observa, també, que la crisi econòmica abans esmentada només va provocar un alentiment en el ritme de creixement del consum energètic d'aquest sector, com sembla que va succeir el 2005.

Un aspecte important de cara a les polítiques energètiques relacionades amb el transport és que la dependència total del transport del petroli fa que les mesures a introduir hagin de ser radicals, per tal de canviar el model de mobilitat. El Bloc 5 aprofundeix en aquesta qüestió.

Figura 13: Consum energia final en el transport 1990-2005 (milers de tep)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

3.2.3 Consum d'energia final del sector domèstic

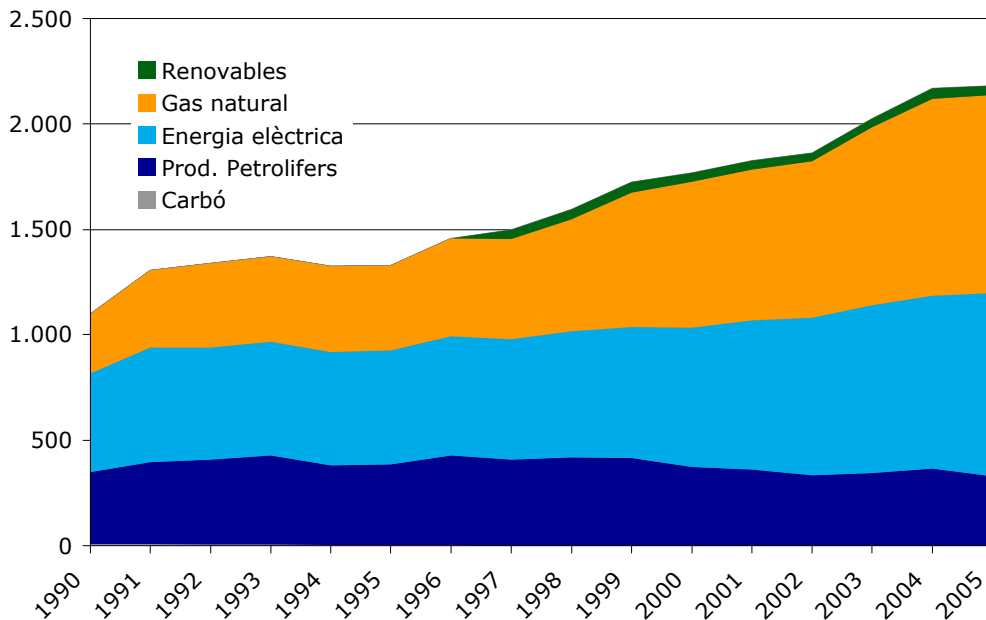
En el cas del sector domèstic (Figura 14), podem destacar que es produeix un creixement força continuat en el temps, amb només dos anys (1994 i 1995) de reducció en el consum d'energia. Destaquem que els productes petrolífers estan disminuint la seva participació amb el temps, mentre que tant l'electricitat com sobretot el gas natural estan pujant fortament, particularment en els darrers anys. A més, s'observa com les energies renovables comencen a tenir un cert pes a partir de mitjans dels anys 1990.

Aquesta estructura de consum reflecteix molt bé les necessitats energètiques de les famílies, que es concentren en electricitat (també de les renovables) per a fer servir els diferents electrodomèstics, i altres fonts energètiques orientades a la calefacció i l'aigua calenta (com ara els productes petrolífers i el gas

natural). És d'esperar que la tendència al creixement del gas en detriment dels productes petrolífers continuarà en un futur proper, ja que s'estan fent esforços per a la renovació de les calderes, tot instal·lant-ne unes de major rendiment. Aquest serà un factor que ha de permetre obtenir millores en l'eficiència de la utilització de l'energia. En el mateix sentit, l'elevat pes de l'electricitat ha de permetre també la introducció de mesures de millora de l'eficiència.

Per últim, s'ha d'aclarir que l'augment observat en el consum d'energia es pot deure tant a l'augment de la població, a l'augment en el nivell de vida material de la població, o molt probablement a una combinació dels dos aspectes. Aquest fenomen l'analzarem amb més detall al Bloc 10.

Figura 14: Consum energia final sector domèstic en el període 1990-2005 (milers de tep)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

3.2.4 Consum d'energia final dels serveis

El sector dels serveis (Figura 15) va consumir encara el 2005 menys energia que el sector domèstic. No obstant, el seu fort creixement (al 5,75% anual com hem vist a la secció 3.2) sobretot a partir de 2002 fa pensar que en pocs anys esdevindrà el quart sector en importància a Catalunya per davant del sector domèstic. Aquest fet va lligat a la terciarització de l'economia, però també a la creixent intensitat energètica del sector, factors que analitzarem al Bloc 10.

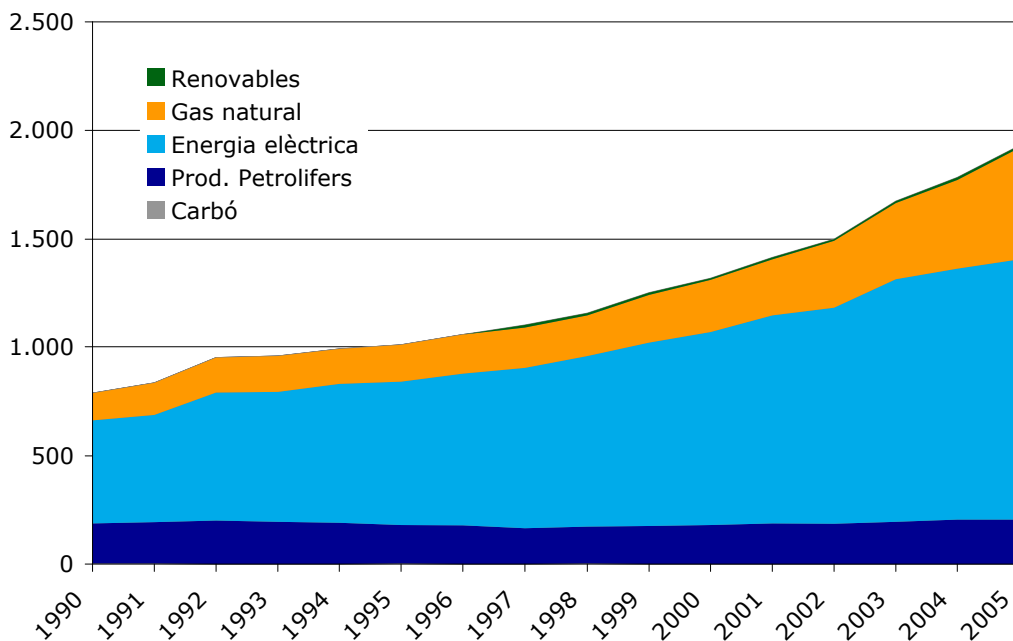
El paral·lisme amb el sector domèstic no ha d'amagar les diferències evidents que hi ha entre els dos sectors. En aquest cas els productes petrolífers no estan en retrocés, si bé és cert que la seva fracció és menor que en el cas del sector domèstic. A més, tot i que s'observa també una lleugera introducció de

les energies renovables a partir de mitjans dels 1990, aquesta és més reduïda que en el sector domèstic (on la solar tèrmica tenia una presència més important). Això s'explica per la poca introducció de l'energia solar tèrmica als serveis, tot i l'elevat potencial.

A banda d'això, s'observa un fort creixement tant de l'electricitat (que domina sens dubte la provisió energètica del sector) com del gas natural.

Aquest sector té potencials d'estalvi importants en l'ús de l'electricitat, i en l'ús de fonts fòssils per a calefacció, però té a més a més potencial per a introduir canvis en les fonts energètiques utilitzades en sí mateixes. Per exemple, la substitució del gas-oil i fuel-oil per a la calefacció per gas natural ha de portar millores d'eficiència energètica notables. A més, hi ha l'enorme possibilitat d'estendre l'energia solar tèrmica per a aplicacions tant d'aigua calenta com de calefacció (per exemple per terra radiant) que són adients sobretot per a les oficines, l'ensenyament, l'esport i el món comercial.

Figura 15: Consum energia final del sector serveis en el període 1990-2005 (milers de tep)



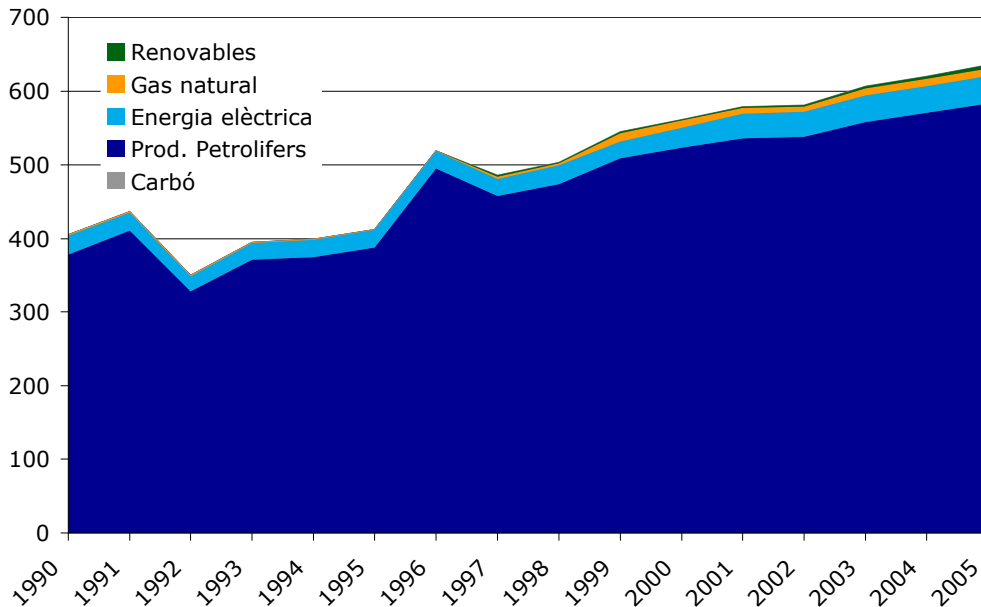
Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

3.2.5 Consum d'energia final del sector primari

El sector primari (Figura 16) es veu dominat pel consum de productes petrolífers en més d'un 90%. Tot i ser un sector petit en termes de consum d'energia, presenta un potencial enorme de transformació del seu patró de consum, ja que la major part del consum es deu a transport, i perquè és un sector que pot jugar un paper molt important en el cas dels biocombustibles, ja siguin líquids (com l'etanol o el biodièsel) o gasosos com el biogàs.

Aquestes oportunitats s'hauran d'aprofitar, perquè, tot i que el sector augmenta la demanda energètica per sota de la mitjana, ho fa just per sota, és a dir, que té una marcada tendència al creixement que s'hauria d'intentar limitar.

Figura 16: Consum energia final del sector primari entre 1990 i 2005 (milers de tep)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

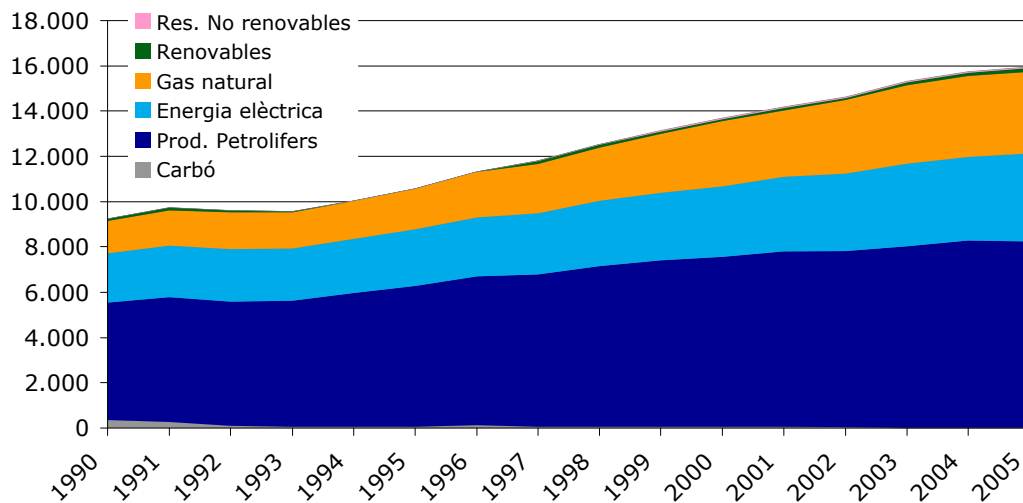
3.3. Comentari sobre el consum d'energia per sectors econòmics

Aquesta secció ha presentat el consum d'energia dels diferents sectors de l'economia, tant del sector energètic, que fa possible que la resta de sectors tinguin energia disponible, com de la resta de sectors econòmics, entre els quals destaquen la indústria i el transport. Hem vist que hi ha diferències notables en els vectors energètics que utilitzen els diferents sectors, com ara que els productes petrolífers dominen el consum d'energia final en el transport i en el sector primari, mentre que els sectors domèstic i de serveis utilitzen majoritàriament electricitat. Són aquestes particularitats les que hem de tenir en compte quan fem recomanacions de política al Bloc 12 i quan analitzem de manera integrada l'economia catalana al Bloc 10 i interpretem els resultats, ja que alguns d'aquests consums poden ser considerats com captius o de difícil canvi, mentre que d'altres són més susceptibles de canvi o de reducció.

En resum, i com es pot veure a la Figura 17, que no inclou el sector energètic, en termes de consum d'energia final Catalunya té una dependència molt forta dels combustibles fòssils (productes petrolífers i gas natural, ja que el carbó desapareix), que ha estat creixent de forma contínua durant tot el període 1990-2005, degut a l'increment de les necessitats de transport que el desenvolupament econòmic comporta, i degut als majors nivells de confort que la societat demanda actualment. L'energia elèctrica, però, no creix tant, tot i

que ho fa. D'aquests resultats és més evident encara que si bé els canvis en el sector de l'energia són necessaris per a reduir el consum de combustibles fòssils en la generació, o augmentar el seu rendiment, si volem trencar la forta dependència actual del petroli i el gas natural, s'haurà d'actuar sobre els sectors que estan al darrera d'aquest fort i creixent consum, bàsicament el transport, però també els serveis i el sector domèstic.

Figura 17: Consum d'energia final per vectors energètics, entre 1990 i 2005 (milers de tep)



Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN (2006)

4. Generació amb fonts renovables

Aquesta secció continua amb l'anàlisi del consum energètic en termes d'energia primària, centrant-se en l'evolució de l'aprofitament de les energies renovables a Catalunya en el període 1990-2005, i les previsions per als propers anys. Aquesta anàlisi complementa la informació sobre renovables continguda en altres blocs de l'estudi AMEEC, especialment el Bloc 4, dedicat al sistema de generació d'energia elèctrica a Catalunya, on es presenta amb detall la situació actual de les fonts renovables que s'utilitzen per a la generació d'electricitat. A més a més, la secció 6 d'aquest bloc es dedica específicament als biocombustibles, i més particularment al cas del biodièsel.

4.1. Evolució de la generació d'energia de fonts renovables (1990-2005)

La generació i consum d'energia primària de fonts renovables⁵ a Catalunya entre 1990 i 2005 va tenir un augment considerable (72%), tot i que com hem vist a les seccions anteriors també va augmentar en gran mesura el consum total d'energia (un 60% en termes d'energia primària). Així, la proporció d'energia de fonts renovables respecte el total d'energia primària consumida a Catalunya és encara ara molt petita, al voltant del 2,5% de l'energia primària consumida total el 2005.

La Taula 1 presenta l'evolució dels consums d'energia primària d'origen renovable a Catalunya entre 1990 i 2005, segons els balanços energètics proporcionats per l'Institut Català de l'Energia (ICAEN, 2006). S'observa que en aquests 15 anys s'han començat a utilitzar altres fonts d'energia renovable, passant d'una situació l'any 1990 en què només s'aprofitava la biomassa, l'energia hidràulica i els residus⁶, a un context on la contribució d'aquestes fonts creix considerablement, i a més se'n comencen a utilitzar d'altres de forma relativament important, com el biogàs, els biocombustibles i l'eòlica, principalment a partir de l'any 2000.

Tot i això, la generació d'energies renovables continua consistint principalment en l'energia hidroelèctrica, que l'any 2005, tot i ser un any força sec, va significar poc més del 50% de la producció total de renovables⁷. La segona font és l'aprofitament energètic de la incineració de residus, que significa més del 18% de l'energia primària renovable l'any 2005, seguida de prop dels diferents usos de la biomassa llenyosa, que significa gairebé un 15% de l'energia

⁵ S'han utilitzat els balanços energètics proporcionats per ICAEN (2006) a l'estudi AMEEC. Com a fonts renovables s'ha inclòs tota la producció hidràulica, independentment de la potència de les centrals.

⁶ El Pla de l'Energia de Catalunya anomena "residus renovables" a la font d'energia que consisteix en la incineració de residus. A l'estudi AMEEC s'anomenarà incineració de residus o simplement "residus". S'ha exclòs la categoria de "residus no renovables", que correspon a l'aprofitament de residus industrials, fonamentalment hidrogen i d'altres gasos de procés utilitzats en el sector químic (PEC, Generalitat de Catalunya, 2006: 158).

⁷ Recordem, però, que les dades disponibles per l'any 2005 són provisionals.

primària consumida d'origen renovable. Les altres fonts energètiques tenen actualment contribucions petites, en les que destaca el 6% del biogàs i els biocarburants, que sumen un altre 6%. L'energia eòlica és potser el cas on és més evident que el desenvolupament de les energies renovables està sent més lent del previst, ja que actualment a Catalunya només representa el 3,2% de les renovables. Més endavant, a les Figures 18 i 19, veurem més en detall l'evolució de cadascuna de les fonts.

Taula 1: Consum d'energia primària renovable els anys 1990, 1995, 2000 i 2005 (milers de tep i % sobre total energia renovable)

	1990		1995	2000	2005	
		%				%
Biomassa	75,3	20,2	4,8 ⁸	95,2	95,5	14,9
Solar tèrmica	0,0	0	0,0	1,7	6,2	1,0
Solar fotovoltaica	0,0	0	0,0	0,1	0,4	0,1
Solar termoelèctrica	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0
Eòlica	0,0	0	0,3	11,9	20,8	3,2
Hidràulica	255,6	68,7	338,2	386,7	323,5	50,5
Incineració de residus	41,3	11,1	103,8	122,7	117,2	18,3
Bioetanol	0,0	0	0,0	0,0	21,6	3,4
Biodièsel	0,0	0	0,0	0,0	18,0	2,8
Biogàs	0,0	0	0,4	1,6	38,0	5,9
Energia primària de fonts renovables	372,2		447,6	619,9	641,2	
Total consum energia primària	16.702,1		18.591,4	23.242,9	26.698,9	
% Energia renovable/total	2,2 %		2,4 %	2,7 %	2,4 %	

Font: Elaboració pròpia a partir de dades d'ICAEN

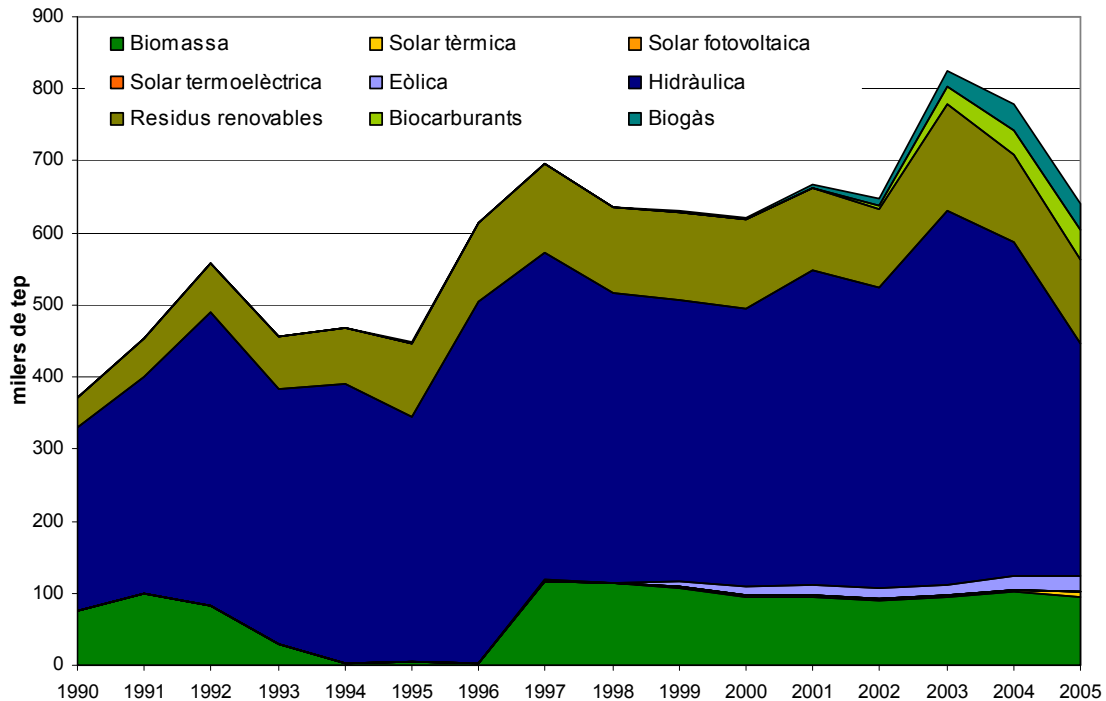
La darrera fila de la Taula 1 mostra que la proporció de renovables respecte el total d'energia primària consumida és variable d'any en any. Considerant totes les dades dels darrers 15 anys (que es poden consultar a la Taula 1 de l'Annex), la proporció es mou entre el 2,2 i el 3,4%. Això implica que el model energètic és encara totalment dependent de fonts d'energia exhauribles i provinents de l'exterior (combustibles fòssils i nuclear), per la qual cosa un veritable canvi de model que reduís la dependència i els impactes ambientals del sistema energètic hauria d'implicar canvis profunds i un increment molt espectacular de la generació a partir de fonts renovables. Això ha d'anar lligat a estratègies d'estalvi i eficiència energètica que permetin frenar i fins i tot revertir el creixement del consum total d'energia primària (se'n parlarà més al capítol 7 d'aquest mateix Bloc).

D'altra banda, les dades mostren que la contribució de fonts renovables a Catalunya depèn molt de les condicions anuals, com es pot veure a la Figura 18, que presenta l'evolució del consum d'energia primària segons la font. Evitar

⁸ Aquesta davallada important en l'ús de la biomassa, que s'observa també a la Figura 18, es deu probablement a una manca de dades estadístiques fiables per la biomassa entre 1993 i 1996.

aquestes fluctuacions és possible si s'augmenta considerablement la diversificació de les fonts d'energia primària, la qual cosa permetrà adaptar-se millor a les circumstàncies climàtiques de cada any.

Figura 18: Evolució del consum d'energia renovable per font d'energia



Font: Elaboració pròpia a partir de dades d'ICAEN

A la Figura 18 s'observa clarament la importància de l'energia hidroelèctrica, que durant tot el període significa la major part de l'energia renovable produïda, i les seves fluctuacions d'any en any. Els anys de baixa producció no són compensats amb altres fonts renovables, i això fa que la producció de renovables depengui de la disponibilitat d'aigua als embassaments. Com veurem a l'apartat següent, en el futur es preveu que aquestes fluctuacions no siguin tan acusades, ja que la producció hidroelèctrica perdrà pes relatiu dins del conjunt de les energies renovables.

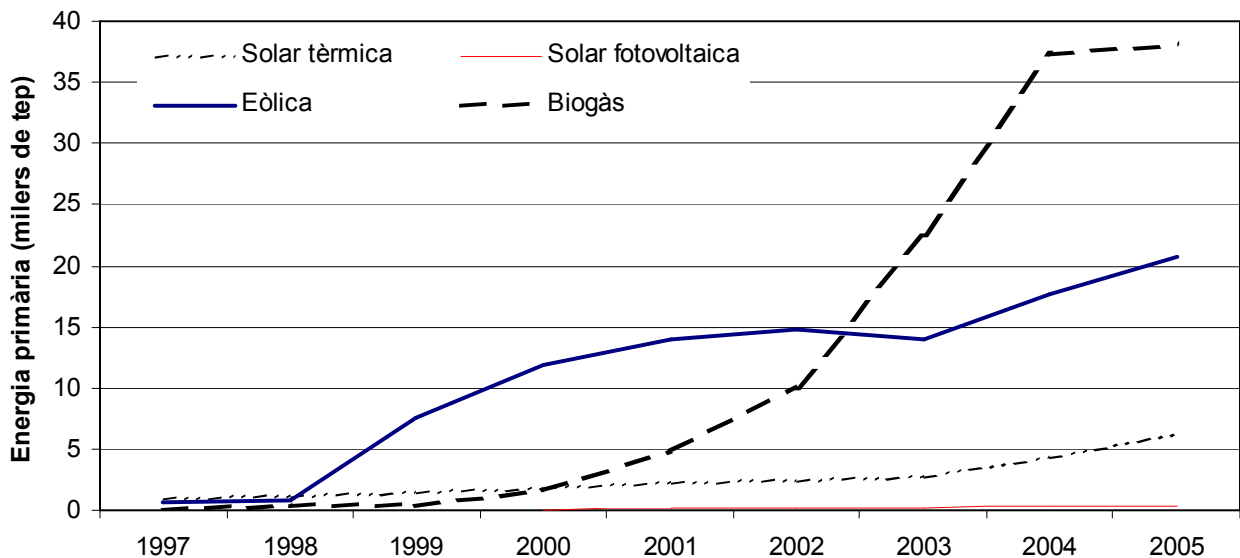
Com ja hem dit, a banda de la hidràulica, només hi ha dos sectors energètics que tinguin una contribució remarcable, que són la incineració de residus i l'aprofitament de la biomassa. El consum d'energia primària en forma d'incineració de residus sòlids urbans augmenta de manera constant al llarg dels 90, però després s'estanca fins a assolir un nivell estable al voltant de 120 milers de tep, un 18% de l'energia renovable el 2005. Aquest consum no es preveu que creixi gaire més, al contrari que la majoria de fonts energètiques restants, ja que no es preveu la construcció de noves instal·lacions, degut en part a canvis en les polítiques de tractament de residus.

Pel que fa a la biomassa forestal i agrícola, a banda de que no es disposa d'una sèrie temporal homogènia en els darrers 15 anys (la gran baixada que s'observa a la Figura 18 es deu a manca de dades fiables), sí que s'observa

una lleugera tendència a la baixa. Actualment representa un 15% del total d'energies renovables, amb un consum equivalent a menys de 100 milers de tep. Aquest tipus d'aprofitament pot ser molt útil a escala local per a la valorització de residus agrícoles i forestals, i pot també contribuir a fer econòmicament viable la gestió forestal, a banda dels avantatges energètics. Existeixen alguns exemples a Catalunya d'aprofitament de biomassa en sistemes centralitzats de calefacció (veure Bloc 4). Tot i això cal dir que les condicions de Catalunya no fan possible grans aprofitaments forestals, a diferència del nord d'Europa. L'aprofitament de biomassa s'hauria d'incentivar sempre que fos possible, no només com a part de la política energètica, sinó també com a incentiu a la gestió forestal, ja que contribueix a reduir la biomassa dels boscos i a evitar incendis forestals, i per la generació de valor afegit. Òbviament, aquesta utilització és aconsellable sempre i quan es porti a terme en instal·lacions petites, per tal que el caràcter renovable del recurs es conservi i el seu aprofitament no interfereixi amb altres funcions pròpies dels boscos.

La resta de tecnologies, que podríem anomenar “emergents”, es comencen a utilitzar de forma perceptible a finals dels 90, tot i que amb contribucions molt petites (veure Figura 19).

Figura 19: Evolució de les energies renovables “emergents”



Font: Elaboració pròpia a partir de dades d'ICAEN (2006)

L'eòlica és una de les fonts que està iniciant ara el seu creixement, que tot i les expectatives creades està sent més lent del previst, i actualment només significa el 3,2% del consum d'energies renovables, amb 20,8 milers de tep consumits el 2005. Aquesta dada és molt inferior a les previsions, i també a la situació en d'altres comunitats autònomes de l'Estat espanyol, com Galícia, Aragó, Castella-La Manxa i Castella-i-Lleó, on l'eòlica s'ha desenvolupat ràpidament i de forma molt notable. L'Estat espanyol és actualment la segona potència eòlica d'Europa i del món, després d'Alemanya. L'energia eòlica significa el 14% de l'energia primària renovable (dades de 2004 del Plan de

Energías Renovables), amb 1.295 milers de tep generats i 8.155 MW de potència instal·lada el 2004. Tal com es detalla al Bloc 4, a Catalunya en data de setembre 2006 hi ha instal·lats uns 225 MW de potència, tot i que estan ja autoritzats 51 parcs amb una potència de més de 1.500 MW, per la qual cosa s'espera que els propers anys la contribució de l'eòlica creixi considerablement (veure Bloc 4), sobretot si es resolen els riscos associats a la seva expansió que es discutiran a la secció 5.4.3.

L'aprofitament del biogàs ha tingut un augment molt important des de les primeres instal·lacions de l'any 2000, i actualment arriba al 6% del total de renovables. La major part d'aquesta energia primària s'utilitza per la generació d'electricitat, i correspon a les plantes situades en abocadors, plantes de metanització de la fracció orgànica de RSU, reducció dels fangs d'Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR's) i de purins.

L'energia solar té un pes encara molt petit en termes d'energia primària, però és important per altres raons, principalment perquè la seva distribució no és centralitzada com la majoria de fonts sinó que es basa en instal·lacions a petita escala, on el principal objectiu fins fa poc ha estat l'autoconsum, fet que ha canviat en els darrers anys amb la promoció pública de les instal·lacions connectades a la xarxa. Tot i això, l'energia solar a Catalunya no presenta valors menyspreables, i com veurem posteriorment està previst que augmentin. El consum d'energia primària provinent de la solar tèrmica el 2005 va ser de 6,2 milers de tep, un 1% de l'energia primària renovable. La solar fotovoltaica és encara molt minoritària, per sota de les potencialitats de Catalunya. A banda de les limitacions que es comentaran a la secció 5.4.1, encara no s'ha implantat amb força a Catalunya el concepte "d'hort solar", on es col·loquen grans superfícies de plaques fotovoltaïques de generació d'electricitat, que sí que està funcionant amb molta eficàcia en altres comunitats autònomes com a foment d'aquesta font energètica. La secció 5.4.2 es centrarà en l'energia solar tèrmica.

4.2. Previsions de creixement de les fonts renovables a Catalunya

A l'apartat anterior hem vist que les energies renovables tenen una tendència clarament ascendent, tot i que amb diferències importants entre elles. Les previsions de futur indiquen que el pes de les energies renovables ha d'augmentar considerablement, i la planificació energètica catalana, espanyola i també europea planteja un conjunt de mesures per tal d'incentivar-les. En aquest apartat presentarem quines són les previsions de creixement de les energies renovables pels propers anys. La Generalitat de Catalunya, a través del Pla de l'Energia 2006-2015, estableix unes previsions segons dos escenaris de futur: l'escenari base i l'escenari IER (Intensiu en Energies Renovables). Ens centrarem només en les previsions d'aquest últim, que implica l'aplicació d'un seguit de mesures de foment de les energies renovables, i deixarem de banda l'anomenat escenari base, que és l'escenari tendencial a partir de la situació de 2003.

Segons les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 per a l'escenari més intensiu en energies renovables (escenari IER), el consum total d'energies renovables l'any 2015 serà de 2.949 milers de tep, que suposarà un 9,5% del consum d'energia primària total (veure Taula 2). Les dades del 2005 senyalen que el consum d'energia primària d'origen renovable està en 641,2 milers de tep, que significa un percentatge d'un 2,4%.

Tot i que aquestes previsions indiquen un augment molt important de la contribució de les fonts renovables, més que doblant el percentatge entre el 2005 i el 2010, les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 queden encara per sota dels objectius plantejats a nivell europeu (12% de l'energia primària de fonts renovables l'any 2010⁹). A l'Estat espanyol, el Pla d'Energies Renovables 2005-2010 sí que preveu que s'assoleixi aquest objectiu, arribant al 12,1%. La Comissió Europea va presentar el gener de 2007 un conjunt de propostes relacionades amb l'energia, incloent objectius més ambiciosos per a les energies renovables per al 2020¹⁰.

Taula 2: Contribució actual i prevista de les energies renovables en termes d'energia primària a Catalunya (milers de tep i %)

	2005	Previst 2010	Previst 2015
Consum Total Energia primària	26.698,9	30.352,1	30.961,1
Consum energia primària de fonts Renovables	641,2	2.082,3	2.949,3
% renovables/total energia primària	2,4%	6,9%	9,5%
Consum final electricitat	3.873,5	4.633,1	5.189,9
% electricitat renovable/total	14,5%	21,8%	23,5%
Biocombustibles per transport (bioetanol+biodièsel)	39,6	377,7	844,1
% biocombustibles/total carburants		-	16,1%

Font: PEC 2006-2015 (previsions) i dades d'ICAEN, 2006 (per l'any 2005)

Pel que fa a la contribució de les energies renovables en el total d'electricitat, la Directiva de promoció de l'electricitat a partir de fonts renovables¹¹ estableix com a objectiu que a l'Estat espanyol el 29,4% de l'electricitat sigui d'origen renovable l'any 2010 (per sobre de la mitjana de la UE, que s'estableix en un 22%). Les previsions que fa el Pla d'energies renovables 2005-2010 de l'Estat (PER 2005-2010) per a l'escenari més probable (escenari PER) són assolir un 30,3% de la demanda d'electricitat amb fonts renovables. El Pla de l'Energia de Catalunya no arriba a aquesta xifra (preveu el 23,5% el 2015, quan el 2005 és un 14,5%). La Taula 3 mostra un resum dels objectius a cada nivell.

⁹ Llibre blanc sobre energies renovables (Comissió Europea, 1997). El nom oficial és *Energia per al futur: Fonts d'energia renovables. Llibre Blanc per a una Estratègia i un Pla d'Acció Comunitaris*. Comunicació de la Comissió COM/97/0599 final

¹⁰ Comunicació de la Comissió al Consell Europeu i al Parlament europeu. *Una política energètica per a Europa* (COM(2007) 1 final; Brussel·les, 10.1.2007). Es proposa que els objectius de renovables siguin vinculants, tot i que alguns Estats membres s'hi han mostrat en contra.

¹¹ Directiva 2001/77/CE, de 27 de setembre, de promoció de l'electricitat a partir de fonts renovables. DOCE L283, 27.10.2001.

Taula 3: Resum d'objectius de contribució de les Energies Renovables

	Objectiu PEC Catalunya		Objectiu UE		Previst PER Espanya
	2010	2015	2010	2020**	2010
% renovables/total energia primària	6,9	9,5	12	20	12,1
% electricitat renovables/ electricitat	21,8	23,5	29,4*		30,3
% biocombustibles sobre total carburants	-	16,1	5,75	10	5,83

*Objectiu de la UE per a l'Estat espanyol (Directiva 2001/77/EC)

** Objectius proposats per la Comissió Europea el gener de 2007 (COM(2007)1 final)

Font: Elaboració pròpia a partir de PEC 2006-2015; PER 205-2010

Un altre dels objectius en quant a ús de fonts renovables fa referència als biocombustibles (biodièsel i bioetanol). La Directiva de foment de l'ús de biocarburants¹², del 2003, assenyalava que el 2005 un mínim d'un 2% del gasoil i la benzina que es consumeix a la UE havia de ser substituïda per biocarburants, i que el 2010 s'havia d'arribar com a mínim al 5,75%. Aquest percentatge s'ha augmentat fins al 10% del combustible per a vehicles per l'any 2020, segons la proposta de la Comissió Europea de gener de 2007. El Pla d'Energies Renovables de l'Estat espanyol situa l'objectiu lleugerament per sobre, en 5,83% el 2010. A Catalunya aquests objectius són força més ambiciosos: es preveu que l'any 2015 un 16,1% del consum energètic de carburants per al transport vingui de biocombustibles. Pel bioetanol l'objectiu és que tota la benzina que es consumeixi a Catalunya tingui fins a un 5% d'ETBE (etil ter butil èter) i bioetanol d'origen renovable l'any 2015. En termes d'energia primària això representa 58,7 milers de tep. Pel biodièsel l'objectiu és substituir el 18% del gasoil consumit a Catalunya per biodièsel, que equival a 785 milers de tep d'energia primària i a 858.000 tones anuals de biodièsel. La secció 6 d'aquest bloc analitza el cas del biodièsel amb més profunditat.

Si ens fixem en els consum actual i les previsions a Catalunya per font d'energia, veiem que l'augment s'ha de produir de forma desigual en les diferents fonts. La taula següent (Taula 4) mostra els valors d'energia primària consumida l'any 2003, any base pel PEC, la darrera dada anual disponible (2005) i les previsions el 2010 i 2015 per a cadascuna de les fonts d'energia renovables que s'estan utilitzant actualment a Catalunya.

Tal com mostra la Taula 4 i la Figura 20, les dues fonts d'energia on es preveu un major augment són els biocombustibles i l'energia eòlica. La Figura 20 mostra els percentatges actuals (dades de 2005) i previstos pel 2015, que reflecteixen clarament que l'ús de fonts d'energies renovables a Catalunya es troba ja en un procés de canvi molt important. El PEC preveu que l'energia eòlica i els biocarburants contribueixin cadascuna d'elles amb més d'una quarta part de l'energia primària de font renovable total l'any 2015. Això canviaria

¹² Directiva 2003/30/CE, de 8 de maig, de foment de l'ús de biocarburants.

sensiblement la contribució actual, dominada per l'energia hidroelèctrica (més del 50%) i les diferents formes d'aprofitament de biomassa i residus, que suma gairebé l'altre 50%. Ara bé, com es pot deduir de les dades de creixement interanual necessàries per arribar als objectius per cadascuna de les fonts, sembla difícil que s'assoleixin les previsions.

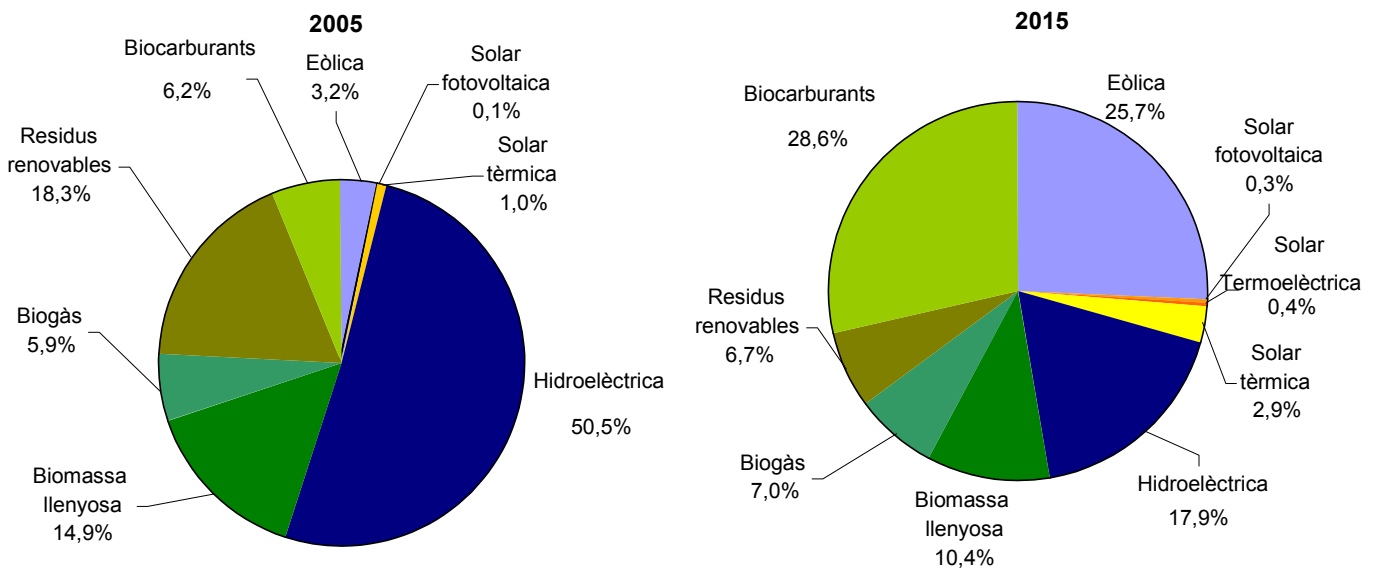
Taula 4: Consum Energia primària per font (tep) a Catalunya

	2003	2005	Previsió PEC - 2010	Previsió PEC - 2015	Increment 2015-2005	Creixement interanual 2005-2015
Eòlica	14.026	20.776	642.086	757.954	737.178	43,3 %
Solar fotovoltaica	168	395	5.094	10.213	9.818	38,4 %
Solar tèrmica	2.731	6.206	50.363	86.050	79.844	30,1 %
Solar termoelèctrica	0	0	12.040	12.040	12.040	
Hidroelèctrica	430.047*	323.477	484.791	528.041	204.564	5,0 %
Biomassa llenyosa	93.906	95.550	180.912	306.570	211.020	12,4 %
Biogàs	22.724	37.997	162.609	205.570	167.573	18,4%
Residus	147.712	117.249	166.700	198.781	81.532	5,4%
Biocarburants	25.287	39.565	377.663	844.095	804.530	35,8%
TOTAL RENOVABLES	736.601	641.216	2.082.259	2.949.313	2.308.097	16,5%

* La dada de 2003 està corregida amb una hidraulicitat mitjana per facilitar la comparació. Les dades de 2004 i 2005 (ICAEN) són encara provisionals.

Font: Pla de l'Energia de Catalunya 2005-2015 i dades proporcionades per ICAEN (2006)

Figura 20: Contribució de cada font renovable respecte el total d'energia primària renovable l'any 2005 i previsió pel 2015 a Catalunya



Font: Dades ICAEN (per l'any 2005) i PEC (pel 2015)

La font d'energia que haurà de créixer més segons les previsions serà l'eòlica. La contribució de l'energia eòlica el 2005 va ser de només el 3,2% de l'energia de fonts renovables, amb 20 milers de tep, que haurien d'arribar a ser 758 milers de tep el 2015 segons les previsions. Això voldria dir un creixement del 43% cada any des del 2005. Aquest és un ritme de creixement altíssim i clarament difícil d'assolir, donades les tendències actuals (un 12% de mitjana entre 2000 i 2005).

D'altra banda, el gran augment dels biocarburants, que hauria de tenir un creixement interanual de més del 35%, es preveu assolir principalment amb un augment espectacular de l'ús de biodièsel. En aquest mateix Bloc, el capítol 6 es dedica un apartat específic a analitzar què significaria aquest augment de l'ús del biodièsel en relació a la contaminació atmosfèrica, necessitats de producció de llavors oleaginoses i terres agrícoles, etc. Tot i que el creixement actual és exponencial (passant de 0 a 39'6 milers de tep de biocombustibles en només 5 anys), com veurem al capítol 6 la disponibilitat de matèria primera pot ser un factor limitant al creixement, i alguns dels impactes relacionats poden fer poc recomanable un ús massiu de biocombustibles en el transport.

Per a la resta de fonts s'han previst increments menys importants. La hidroelèctrica, que actualment representa més del 50% de l'energia primària, quedarà per sota del 20%, degut a que s'augmentarà molt poc la potència instal·lada, que com es demostra al Bloc 4 ja està al llindar del seu màxim potencial a Catalunya.

Les altres dues fonts que tenen més pes a l'actualitat, la biomassa llenyosa i l'ús de residus per aprofitament energètic (principalment incineració de residus sòlids urbans) no es preveu que augmentin la seva contribució en energia primària en els propers anys, per la qual cosa la seva "quota" respecte el total de renovables disminuirà clarament, sobretot en el cas de la incineració de residus. Sí que es preveu un augment important en l'ús de biogàs, que segons l'escenari IER del PEC podria superar els 200 milers de tep a Catalunya el 2015 (Generalitat de Catalunya, 2006: 232). Això s'assoliria promovent noves instal·lacions de digestió anaeròbia de residus del sector ramader (especialment els purins) i agroalimentari, dels fangs de depuradora i en ecoparcs i abocadors.

D'altra banda, cal destacar la situació de les diferents formes d'aprofitament solar, per les quals, malgrat que tenen una contribució petita en termes absoluts, es preveuen creixements importants. En el cas de la solar fotovoltaica el PEC preveu arribar a 50 MW en panells solars instal·lats el 2010, i 100 MW el 2015. La contribució d'aquesta potència en termes d'energia elèctrica produïda serà encara molt modesta, representant només el 0,3% de les renovables, però el potencial total de Catalunya és, segons el que estableix el PEC, uns 450 MWp. En el cas de la solar tèrmica, amb una ja major contribució actualment, es preveu arribar als 1.250.000 m² de captadors solars instal·lats, que significarien quasi el 3% de l'energia primària renovable, tres cops més que actualment.

La importància de l'energia solar a Catalunya es deu sobretot a la seva utilització distribuïda. Cal remarcar el paper que han tingut en la promoció de les instal·lacions d'energia solar els darrers anys les anomenades ordenances solars, que han aprovat un gran nombre de municipis per tal que s'instal·lin sistemes d'aprofitament solar als edificis de nova construcció, particularment d'energia solar tèrmica per a aigua calenta sanitària (ACS). Igualment és important l'impuls que significarà l'aplicació de noves normes de construcció d'edificacions, com el Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis¹³, i el Codi Tècnic de l'Edificació d'àmbit espanyol¹⁴, aprovat el març de 2006.

Finalment, cal dir que la tecnologia solar termoelèctrica encara no s'ha implantat a Catalunya. El PEC preveu que hi pugui haver una instal·lació de demostració a Catalunya en els propers anys, que tindria uns 50 MW de potència, i que significaria la generació de 12 milers de tep, un 0,4% del total d'energia primària (Generalitat de Catalunya, 2006: 219).

4.3. Costos de la generació amb energies renovables

Com a complement de les seccions anteriors dedicades a l'evolució del consum d'energia primària de fonts renovables, aquesta secció presenta informació sobre els costos actuals de les energies renovables, concretament dels costos de generació d'electricitat a partir de les fonts energètiques renovables més establertes.

El cost de generació és un factor clau a l'hora de valorar el potencial creixement de les energies renovables. Actualment el cost de generació per kWh d'energia elèctrica a partir de la majoria de fonts renovables està sensiblement per sobre dels costos d'altres formes de generació, com veurem més endavant. Aquest cost és molt diferent segons la font energètica, i a més a més canvia molt segons les condicions del projecte, l'escala, localització, tecnologia utilitzada, etc. Per aquest motiu, entre d'altres (com la falta d'informació per part de les companyies energètiques) és difícil obtenir dades detallades quins són els costos per cada tecnologia. Al Bloc 7 d'aquest mateix estudi es presenten dades dels costos de les energies renovables a nivell europeu (Comissió Europea, 2005), on s'observen rangs molt amples. Aquí presentem les dades contingudes al Pla d'Energies Renovables a Espanya 2006-2015, elaborat per l'IDAE, i les dades contingudes a la Comunicació de la Comissió Europea de gener de 2007.

La Taula 5 presenta un resum dels costos mitjans de generació d'electricitat per a les diferents fonts renovables a l'Estat espanyol, i de la solar tèrmica, tant suposant que l'inici de l'activitat es fa a l'actualitat (dades de l'any 2005) com la previsió dels costos per activitats que s'iniciïn el 2010. A continuació s'exposa

¹³ DOGC núm. 4574 de 16/2/2006.

¹⁴ Reial Decret 314/2006, de 17 de març, disponible a la web del Ministeri de l'Habitatge http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=552&Itemid=226

amb més detall com es distribueixen els costos a les principals fonts. L'ús de la biomassa i el biogàs es presenta després (Taula 6).

Taula 5: Resum dels costos de generació per fonts renovables (c€/kWh)*

	Cost mitjà 2005	Previsió cost mitjà 2010
Eòlica	5,1-6,5	5,6-7,0
Hidroelèctrica <10 MW	4,5-6,1	
Hidroelèctrica 10-50 MW	4,1-5,6	
Solar tèrmica		
Sist. prefabricats	9,2-12,8	10,1-14,2
Sist. per elements	8,8-13,1	9,7-14,4
Solar fotovoltaica		
< 100 kWp	40,8-44,0	32,3-35
>100 kWp	21,5-28,2	17,4-22,6
Solar termoelèctrica	20,0-23,5	17,1-19,9

* Per a informació sobre els supòsits i la forma de calcular els costos mitjans per a cada tecnologia vegeu el PER 2005-2010.

Font: Pla d'Energies Renovables a Espanya 2005-2010

Eòlica

En el cas de l'eòlica, el cost mitjà de generació d'electricitat a l'Estat espanyol es troba actualment entre els 5,1 i els 6,5 c€ per kWh, i es preveu que augmenti lleugerament en els propers anys. El cost mitjà d'inversió actualment està situat per sota dels 1.000 euros per kW. Segons l'estudi *Renovalia 2005*, sobre l'estat de les energies renovables a Espanya, publicat per CENER i altres organitzacions (2005), l'any 2002 el cost per kW instal·lat era de 860 €, la qual cosa mostra una baixada molt important respecte els preus a finals dels 1990s (l'any 1998 el cost era d'uns 1.500 €). La disminució de costos ha estat possible sobretot perquè els preus dels aerogeneradors han baixat un 30% des de 1990. Tot i això, per als futurs parcs cada vegada es troben zones menys adequades, i els nous aerogeneradors "multimegavat" són més cars, per la qual cosa els costos d'inversió han pujat una mica (PER 2005-2010).

Minihidràulica

Els costos de l'energia hidroelèctrica són els més baixos de totes les fonts renovables, tot i que depenen molt de cada projecte (orografia del terreny, accessos, tipus d'instal·lació, etc). En termes de kWh generat, el cost es situa entre els 4,5 i els 6 c€ per kWh a les centrals de menys de 10 MW, una mica menys a les centrals entre 10 i 50 MW. La inversió per a les centrals minihidràuliques més petites és d'aproximadament 1.500 €/kW (dades del PER 2005-2010), i de 700 €/kW per a les d'entre 10 i 50 MW.

Solar

Els costos de la instal·lació de captadors d'energia **solar tèrmica** per a aigua calenta sanitària varien molt segons si es tracta d'un sol habitatge, o d'una comunitat amb producció solar centralitzada o una instal·lació amb una necessitat a major escala, com ara un hotel. El PER distingeix a nivell de costos entre el cas tipus I, corresponent a la situació d'un habitatge aïllat on s'instal·len equips prefabricats, o el tipus II, en què s'instal·len diferents

captadors solars units entre si (veure Taula 5), i fa una estimació de costos equivalents a entre 9 i 13 c€/kWh.

El rang de costos és força ampli, degut a les diferències entre cada instal·lació concreta, i es troba clarament per sobre (gairebé el doble) que els costos de generació d'electricitat amb energia eòlica. Cal dir, a més a més, que els costos es mantenen constants en els darrers anys i no es preveu que canviïn massa, exceptuant un possible disminució dels costos comercials si hi ha una gran expansió del sector (PER 2005-2010:108).

En el cas de l'energia **solar fotovoltaica**, els costos d'instal·lació depenen molt de les característiques del projecte. Els costos d'inversió en instal·lacions petites i mitjanes (entre 1-100 kWp) es troben entre 7,5 i 6,5 €/Wp (segons dades d'ASIF recollides per Mosquera i Merino, 2006). El preu dels panells significa un 50-55% del cost total de la inversió, i amb la resta d'equipament necessari arriben al 70-75%. Un 25% dels costos corresponen a enginyeria, administració i despeses generals.

Els costos per unitat d'energia generada són els més alts de les tecnologies presentades fins ara, i estan entre els 40 c€/kWh generat en instal·lacions petites, tot i que són molt menors en instal·lacions més grans, entre 21 i 28 c€/kWh quan hi ha més de 100 kWp instal·lats. En aquesta tecnologia sí que es preveu que els preus disminueixin degut a l'expansió del mercat (veure la discussió més detallada de la secció 5.4.1).

La **solar termoelectrica**, que encara no s'ha aplicat a Catalunya, té uns costos d'inversió massa elevats per ser rendibles en qualsevol de les tecnologies aplicades actualment a l'Estat espanyol (cilindro-parabòlica, instal·lacions de torre, heliostat amb torre central), tot i que els costos de generació per kWh estan per sota de l'energia fotovoltaica, al voltant dels 20 c€/kWh. Com veiem a la Taula 5, en el cas d'una planta cilindro-parabòlica els costos actuals multipliquen per 4 els de generació eòlica, tot i que es preveu que baixin lleugerament en el futur. Per tal de promoure la investigació i desenvolupament d'aquesta tecnologia, de gran potencial a l'àrea mediterrània per la gran quantitat d'hores de sol, els empresaris reclamen una millora en el règim de retribució.

Biomassa

El cost de la generació elèctrica amb biomassa varia depenent del tipus de tecnologia utilitzada, de la mida i costos d'inversió de la planta, i del cost de subministrament de la biomassa (CENER et al, 2005). La Taula 6 presenta els costos mitjans de combustible, operació i manteniment i d'inversió per als quatre grans tipus de fonts de combustible, i a més a més pel biogàs. La diferència es troba en el cost del combustible, que és força més elevat en el cas dels cultius energètics (dades del PER 2005-2010).

Taula 6: Costos de la generació d'electricitat amb biomassa i biogàs

Generació elèctrica amb:	Cost combustible c€/kWh	Cost operació i manteniment c€/kWh	Inversió €/kW
Cultius energètics	6,1753	0,9306	1.803
Residus forestals i agrícoles	4,4942	0,9306	1.803
Residus industrials agrícoles	4,4942	0,9306	1.803
Residus industrials forestals	1,8820	0,9306	1.803
Biogàs	-	2,5122	1.503

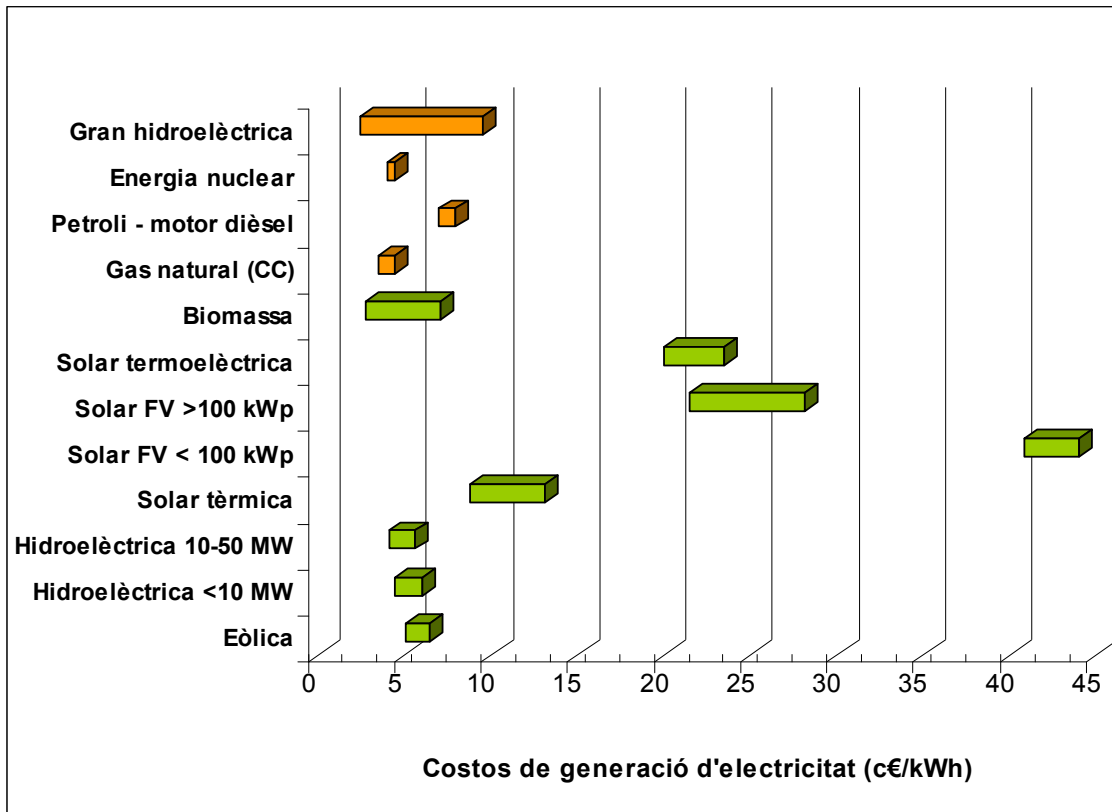
Font: PER 2006-2015

En el cas del biogàs, els costos d'operació i manteniment són més alts que els de les tecnologies anteriors, tot i que no hi ha un cost afegit del combustible, que generalment són residus sòlids urbans o fangs de depuradora, de forma que el cost final és menor, i també ho és la inversió inicial necessària. La generació elèctrica amb biogàs compleix per tant dos objectius, la generació d'electricitat i la disposició de residus.

Ara bé, si es volgués comparar els costos de les energies renovables presentats aquí amb els de les fonts d'energia convencionals, caldria tenir en compte que aquestes últimes porten associades un conjunt de costos que gairebé mai s'introdueixen en els càlculs, com ara les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (els costos dels impactes o de les unitats de permisos d'emissió necessaris), la producció i gestió de residus nuclears, i impactes negatius de la dependència i les importacions de cru o gas natural que no estan quantificats en termes econòmics, etc. A més a més, les fonts convencionals estan subvencionades amb els costos de transició a la competència. La Figura 21 presenta un resum dels costos mitjans de generació d'electricitat per a diferents fonts. Les marcades amb color verd són les fonts renovables que s'han presentat aquí, utilitzant les dades del PER. Les dades marcades amb color taronja provenen de la Comissió Europea (2007)¹⁵.

¹⁵ Comunicació de la Comissió al Consell Europeu i al Parlament europeu. *Una política energètica per a Europa* (COM(2007) 1 final; Brussel·les, 10.1.2007).

Figura 21: Costos mitjans de generació d'electricitat segons la font



Font: Elaboració pròpia a partir de dades del PER (MITYC, 2005) i Comissió Europea (2007)

5. Origen de l'energia primària i consideracions de risc

Aquesta secció analitza l'origen de les importacions d'energia primària, amb la intenció d'aprofundir en el debat sobre la seguretat en el subministrament de fonts energètiques en un context mundial de creixent competència entre els països consumidors. Al Bloc 7 es fa una anàlisi de l'impacte de les reserves mundials sobre l'evolució del preu de les diferents fonts energètiques. Aquí volem fer paleses les limitacions i dependències que poden implicar un cert grau de risc dependent del país d'origen de la font. No es tracta, per tant, el risc d'accidents o el risc ambiental associat a cada font.

5.1. Dependència general

Tal i com el propi Pla de l'Energia de Catalunya recull, és molt probable que la demanda mundial de combustibles fòssils continuï creixent a un ritme superior al de la producció, fet que donaria lloc a tensions de preus (Generalitat de Catalunya, 2006: 53-54). A més, el mateix Pla indica que és molt probable que les inversions en nova capacitat triguin més temps en materialitzar-se del que els països importadors desitjarien, com analitzem al Bloc 7. Així mateix es reconeix el fet que la meitat de les reserves de petroli es troben a països d'Orient Mitjà, i el 77% a països membres de l'OPEP, i que en el cas del gas, dos països, Rússia i Iran, controlen la meitat de les reserves (Generalitat de Catalunya, 2006: 54). Aquesta situació a nivell mundial fa que l'escenari de preus a l'alça i amb una creixent volatilitat sigui cada cop més probable. En aquesta situació, i com el mateix pla diu (p. 56) l'estratègia a seguir per tal de reduir la dependència s'ha de centrar, d'una banda, en mesures d'estalvi i d'eficiència energètica, i de l'altra, en la promoció de les energies renovables.

Un dels temes que genera més preocupació és l'alta dependència de combustibles líquids per el transport, al qual actualment es proposa fer front amb el foment dels biocombustibles per al sector del transport, tal com contempla el Pla de l'Energia i també diferents documents a nivell europeu. Com ja hem vist, l'estratègia energètica de la Comissió Europea presentada el gener de 2007 proposa que l'any 2020 el 10% del combustible per a vehicles siguin biocombustibles. Ara bé, la UE també reconeix que part de la matèria primera necessària per produir els biodièsel i bioetanol s'haurà d'importar d'altres països¹⁶, alguns dels quals estan començant ja a produir cultius energètics, com ara Indonèsia o Malàisia, on la producció de palma per exportar a Europa ha crescut molt en els darrers anys. La promoció de les importacions d'olis vegetals per a la producció de biodièsel diversifica l'origen

¹⁶ Es reconeix també al *Pla d'Acció sobre Biomassa* (COM/2005/628 final) com a *l'Estratègia Europea sobre Biocombustibles* (COM/2006/34 final). El mateix PEC diu (Generalitat de Catalunya 2006: 84) que la substitució del 7% del combustible europeu necessita del 20% del sòl agrícola actual. Aquest motiu que ha portat la Comissió a fixar un màxim de 2 milions d'hectàrees susceptibles de ser conreades amb biocarburants per a la UE-25. Es parlarà més específicament de biocombustibles al capítol 6.

de l'energia primària de la UE i amb això es disminueix el risc, però no es tracta d'una solució al problema de dependència externa de les fonts d'energia.

El problema de la dependència va en augment, i serà cada cop més important per les repercussions econòmiques sobre la resta de sectors d'activitat, com analitzem al Bloc 7. Com indica el Pla de l'Energia de Catalunya (Generalitat de Catalunya 2006: 88) és més probable que l'origen de la crisi energètica a nivell mundial i a curt termini sigui per un problema d'abastament dels mercats i de la demanda per part dels països extractors i no pas per un esgotament del recurs (que es produirà en el futur de totes maneres), això portarà a una fase de volatilitat dels preus i d'increment de preus, que podria induir a una reconfiguració del sistema energètic, i, seguint el plantejament de l'estudi AMEEC, també a una reconfiguració del sistema productiu. En particular és previsible que l'escassetat relativa de petroli (en termes de quantitat i preu) faci que es prioritzi la utilització de cada cop més quantitats de petroli per als usos no energètics, bàsicament de la indústria química i subsectors, que poden aportar un major valor afegit al recurs en comparació amb altres usos com el transport.

En aquest context global de crisi de preus energètics i d'inseguretat en l'abastament energètic de les economies, la situació de Catalunya és particularment preocupant, com s'ha posat de manifest a la secció 2 d'aquest bloc. Considerant el creixement de població que experimentarà el país en el futur immediat (i que veurem al Bloc 6), i la relació positiva entre creixement econòmic i consum d'energia que encara presenta Catalunya (a diferència d'altres països europeus) és evident que l'increment d'energia primària del futur s'haurà de cobrir amb importacions creixents, per la qual cosa la dependència augmentarà. Si fem cas de les dades històriques, aquest creixement ha estat bastant alt, amb taxes del 3% anual. Aquest creixement de la demanda s'ha produït sobretot per l'augment de la demanda elèctrica, del gas natural i per la demanda de petroli per al transport, ambdós factors molt lligats a l'augment de població i a l'augment del nivell de vida material. La única manera de reduir-ho és a través de l'estalvi i eficiència i promoció de les energies alternatives, com ja s'ha dit. Això és cert perquè la generació amb renovables, si no s'ataca la demanda i el seu creixement, només retardaria els efectes de la crisi energètica, però no l'evitarà.

L'elevada dependència de les importacions energètiques pot suposar un problema en l'abastament energètic a mig i llarg termini en moments d'escassetat de cru de petroli, que pot provocar riscos inflacionistes a les economies més dependents com ara la catalana i reduir la competitivitat de les empreses. És important una reducció de la dependència també perquè es tendeix a concentrar en els països d'Orient Mitjà (IDAE, 2005). Recordem, com hem vist a la secció 2, que la dependència de Catalunya dels combustibles fòssils és del 70%.

El Govern té capacitat d'actuació per a incidir sobre aquest augment futur de la demanda energètica a Catalunya. En concret hi pot incidir en matèria de foment de les energies renovables i en estalvi i eficiència (se'n parlarà a la

secció 7). Ara bé, hi ha problemes tècnics, però sobretot socials per a estimular algunes d'aquestes tecnologies, com ara els biocombustibles i l'eòlica, que s'han de solucionar a curt termini si es vol tenir un marge de maniobra d'actuació. De totes maneres, el potencial existeix, però és limitat. Catalunya és un país muntanyós i densament poblat, fet que com el mateix PEC admet pot suposar limitacions per a l'extensió dels biocombustibles (Generalitat de Catalunya 2006: 100), com s'analitza a la secció 6. El que es vol ressaltar és que tot i tenir un cert marge de maniobra que s'ha d'explotar al màxim, l'objectiu global de generació amb fonts renovables establert al PEC és de 2.949 milers de tep, o un 9,5% del consum d'energia primària, amb els biocombustibles suposant un 2,7%. Aquesta dada reflecteix que algunes fonts, com la hidràulica, estan al voltant del 90% del seu potencial, amb 2.320 MW i un 12% de l'electricitat (que és un 1,6% de l'energia primària), i que l'aportació d'altres, com l'eòlica (amb un objectiu de l'escenari IER de 3.500 MW) serà similar a la de l'energia hidràulica (Generalitat de Catalunya 2006: 89-90).

En qualsevol cas, si no es canvia la tendència d'augment de la demanda i l'actual mix energètic, no es podran acomplir els compromisos internacionals com el Protocol de Kyoto. De fet, l'Estat espanyol preveu que s'hauran de comprar drets d'emissió per valor de 100 milions de tones de CO₂ equivalent per a fer front al quinquenni de Kyoto 2008-2012 (MITiC, 2006). A un preu de 20 euros per tona, aquesta quantitat és l'equivalent al cost de 2.000 MW de potència eòlica instal·lada, més de la meitat de l'objectiu del PEC per a Catalunya en quant a eòlica.

Finalment, una de les maneres de diluir d'alguna manera el risc derivat de la dependència energètica és a través dels intercanvis internacionals d'electricitat, en el cas de Catalunya amb França. Aquests intercanvis podrien ajudar a fer front a problemes conjunturals d'abastament, per exemple de gas natural, substituint la generació local per la importació. Ara bé, mai no podrem diluir totalment els riscos, particularment davant d'un xoc que afecti a moltes economies importadores alhora, que inevitablement arribaria a Catalunya sigui per manca d'energia primària o per un augment de preus de l'electricitat servida. En qualsevol cas és aquest un dels principals motius de defensa de línia de molt alta tensió (MAT) d'interconnexió amb França. El saldo d'intercanvis internacionals per a Catalunya s'ha situat entre el 0,5% i un màxim del 2,25% (el 2005) de l'energia primària segons dades d'ICAEN, un 15,5% de l'electricitat consumida.

5.2. Els combustibles fòssils

5.2.1 El petroli

El petroli és encara la principal font d'energia primària a Catalunya. La seva participació en el total no s'ha reduït en el temps, passant del 50,1% de l'energia primària el 1990 al 49,2% el 2005, segons dades d'ICAEN. Això vol dir que el creixement de la demanda de petroli ha anat acompanyat del creixement

de la demanda total, amb una taxa de creixement interanual per al període 1990-2005 del 3%.

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

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

Segons el Ministeri d'Indústria (2006) l'any 2005 les importacions de petroli van tenir la següent estructura: Àfrica un 35,5% (majoritàriament Nigèria i Líbia); 24,4% Orient Mitjà amb Aràbia Saudita, Iran i Iraq com a principals proveïdors; 17% Amèrica, amb Mèxic i Veneçuela com a principals proveïdors, i 23% Europa (on la major part la té Rússia).

Amb aquesta situació es pot entendre que el principal risc per a l'abastament de petroli a Catalunya és compartit amb la resta de països de l'entorn i es deu al risc geopolític dels països d'origen. Per això, a curt termini s'ha de diversificar aquest origen, mentre que a mitjà i llarg termini, s'ha de reduir la dependència del petroli.

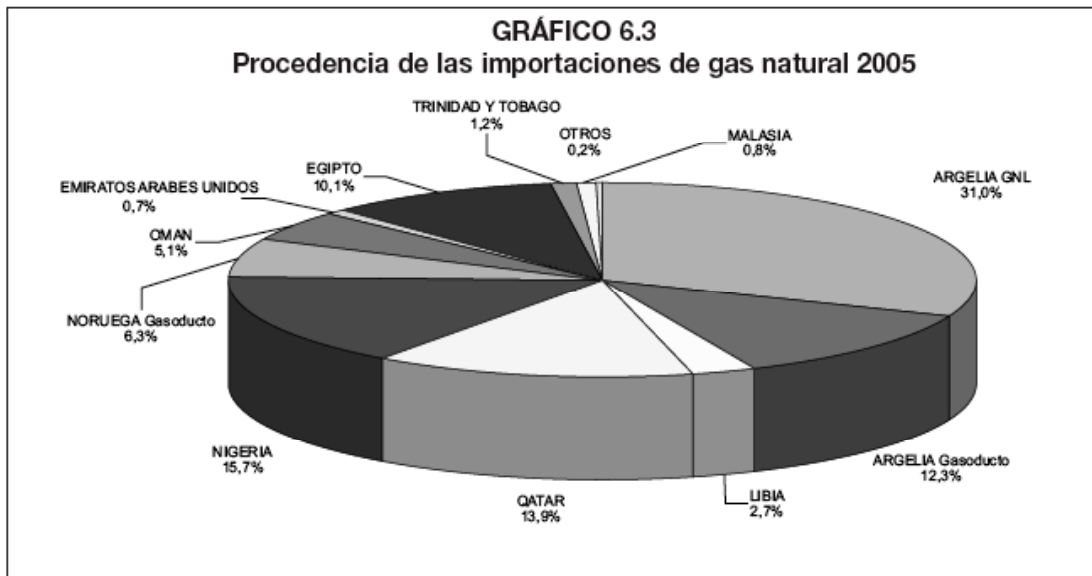
5.2.2 El gas natural

El gas natural en les seves diverses formes (gasós, líquat, comprimit) s'està convertint en l'alternativa energètica al petroli i suposa gairebé tot l'increment de consum d'energia primària. De fet la seva importància a Catalunya és creixent, passant de representar el 10% del consum d'energia primària el 1990 a un 25,3% el 2005 segons dades dels balanços energètics d'ICAEN. D'aquesta manera, l'any 2004 el gas natural va substituir l'energia nuclear com a segon vector energètic en importància darrera del petroli i derivats. El seu fort creixement es deu als sectors industrial i sobretot al de generació elèctrica, que ja suposa el 2005 el 32,7% de la demanda de gas a Catalunya. A més, el pes de Catalunya en la generació elèctrica amb gas natural s'observa en la dada que el 2003 va consumir el 25% del gas destinat a generació elèctrica a l'Estat espanyol (CNE, 2005). Aquesta dada reflecteix el que la Comissió Nacional de l'Energia apuntà el 2005 (CNE 2005): que cada cop hi ha una major integració entre els sistemes gasista i elèctric, de tal manera que és necessària una major coordinació dels dos des d'un punt de vista de seguretat del subministrament. En efecte, davant d'un problema d'abastament o de distribució de gas no quedaria afectat només el sector industrial, sinó que la generació d'electricitat

es veuria molt greument afectada, sense comptar amb alternatives a curt termini (ni tan sols la línia MAT podria resoldre un problema d'aquestes característiques). En conseqüència, la seguretat del subministrament elèctric ve condicionada per la disponibilitat de les infraestructures de gas per a subministrar combustible a les centrals de cycle combinat.

Per tant, com a factors de risc en el sector gasista podem ressaltar l'origen de les importacions de gas, la diversificació en les formes de gas importades, i el manteniment d'una infraestructura adequada incloent-hi emmagatzematges per a les reserves estratègiques.

Figura 22: Origen de les importacions de gas natural a l'Estat el 2005



Font: Ministeri d'Indústria (2006)

En quant a l'origen de les importacions de gas no hi ha diferències entre l'Estat espanyol i Catalunya. Com podem veure a la Figura 22 aquestes estan molt concentrades en pocs països com Algèria¹⁷ (43,3%), Nigèria (15,7%), Qatar (13,9%), i Egipte (10,1%), sumant aquests quatre països el 84% de les importacions de gas. El pes relatiu d'Algèria s'ha reduït (representava el 58,5% el 2002, segons el Ministeri d'Indústria, 2003), però Noruega ha deixat de ser la segona font de gas i això ha fet que la participació d'altres països com Nigèria augmentin la seva proporció, passant del 9,3% el 2001 al 15,7% de 2005. La tendència és doncs cap a una major diversificació de les fonts. No obstant, el fet que el lligam amb el nord d'Àfrica es faci a través de gasoducte fa que la dependència amb aquesta zona tingui un caràcter més estructural. S'ha de dir, però, que quasi la totalitat del gas natural prové de contractes a llarg termini que ajuden a donar una certa estabilitat al sistema. En qualsevol cas, una de

¹⁷ La major part a través del gasoducte MEG que passa per Marroc, al menys fins que no comenci a funcionar el gasoducte directe amb Algèria *Medgaz* el 2009. Medgaz (<http://www.medgaz.com>) està participada en un 20% per CEPSA, un 20% per Sonatrach (empresa algeriana), i un 12% per cadascuna de Total, BP, Gaz de France, Iberdrola i Endesa. De 200 Km, transportarà 8.000 milions de metres cúbics (*El País*, 20 de gener de 2006).

les mesures per a augmentar la seguretat de l'abastament és la importació de gas natural líquid (GNL).

Des de 2001 s'observa un increment en les importacions de GNL. El sistema d'aprovisionament espanyol es caracteritza per la situació geogràfica, per l'absència de producció pròpia, i per les escasses interconnexions amb Europa. Aquest fet condiona que l'origen del gas estigui molt localitzat. Com hem vist abans, el 2002 Algèria va subministrar un 58,5% del gas, quan el màxim que permet la Llei d'Hidrocarburs és un 60%. El 37% va arribar en forma de gas natural provinent dels gasoductes Magreb i Lacq-Calahorra, i la resta en forma de GNL sobretot des d'Algèria, Nigèria, Qatar, Líbia, Oman i Abu Dhabi.

Un altre dels factors de risc per a l'abastament és l'estat de la infraestructura de transport i de distribució del gas, que s'analitza amb més profunditat al Bloc 4. Com hem dit abans, aquesta està dominada majoritàriament pels gasoductes MEG (Marroc) i pel futur Medgaz (amb Algèria). El sistema compta amb dues connexions amb Portugal i una amb França que rep el gas de Noruega. A Catalunya l'aprovisionament es fa per mitjà de vaixells i gràcies a la planta de regasificació. Les entrades pels gasoductes internacionals són molt estables, fet que explica que l'augment de demanda es cobreixi amb GNL.

Segons dades de la CNE (2005) al conjunt de l'Estat hi ha 4 plantes de regasificació de GNL, 7.200 km de gasoductes de transport, més de 39.000 km de gasoductes de distribució, 2 magatzems subterranis, 9 estacions de compressió, tres jaciments, i 4 connexions internacionals (amb Marroc, França, i dues amb Portugal). La peculiaritat del sistema és l'elevada dependència de les importacions i l'elevat protagonisme de les plantes de regasificació per a l'aprovisionament. La planta de Barcelona va estrenar un nou amarrador el 2003, amb una capacitat de 140.000 m³ de GNL. Tot i així es diu que encara falta capacitat d'emmagatzematge a Barcelona per aprofitar totalment la planta. L'ampliació, però, ha permès poder comptar amb vaixells més grans que vénen de més lluny (de fora de la Mediterrània) i això millora la diversificació. Tot i això, el nivell d'autonomia de la planta de Barcelona era de 4,5 dies el 2003.

L'any 2003 el gas natural consumit a Catalunya va provenir gairebé en la seva totalitat de la planta de Barcelona, amb una petita participació de la de Cartagena. Les entrades per Barcelona varen representar el 25% del gas consumit a Espanya. Això implica que una situació d'avaria a una de les estacions pot tenir conseqüències greus, i és per això que es va contractar un vaixell que actua com a dipòsit flotant. La conclusió de la CNE (2005) és que no hi ha capacitat d'emmagatzematge suficient, i això implica un estret marge de cobertura de la demanda de l'Estat, i per tant també de la de Catalunya. Per això la CNE recomana comptar amb una sobredimensió del sistema gasista.

De fet, el Reial Decret 1716/2004, de 23 de juliol regula l'obligació del manteniment d'existències mínimes de seguretat, la diversificació de l'abastament de gas natural i crea la Corporació de Reserves Estratègiques de Productes Petrolífers. A l'exposició de motius del decret es reconeix que qualsevol dificultat en l'abastament, fins i tot momentània, pot derivar en greus

conseqüències per a l'activitat econòmica. S'estableixen els mecanismes per a l'aplicació de les existències mínimes de seguretat d'hidrocarburs, incloses les estratègiques, en casos de desabastament, indicant les activitats de restricció de la demanda energètica que el govern està autoritzat a establir en situacions d'emergència. Tot i això, el nivell mitjà d'emmagatzematge del sistema gasista no arriba als 35 dies que estipula el mateix Reial Decret (CNE 2005).

El resultat d'aquesta situació és que tant l'Estat espanyol com Catalunya pateixen un alt grau de risc polític per la seva dependència energètica. Per tant, el que passi tant al Magreb com a Orient Mitjà és d'especial importància per a l'economia catalana. En particular, l'atenció a Orient Mitjà creixerà a mesura que ho facin les importacions d'aquesta zona en un futur immediat (com serà el cas també de la resta de països desenvolupats i en desenvolupament).

L'impacte de la concentració de la oferta de gas en un sol país o en un grup reduït de països (com hem vist el 2005 el 84% de les importacions venia de només 4 països) pot tenir una major incidència en el futur ja que el gas natural continuarà augmentant la seva fracció de l'energia primària per a generació d'electricitat amb cicles combinats. Això implica que la seguretat en el subministrament de gas no solament influirà al sector gasista, sinó també al de generació elèctrica. A més, hem de tenir en compte que no hem fet referència aquí a un fenomen que sens dubte es produirà en un futur i que és l'augment de preus dels combustibles fòssils, que afectarà també al gas natural. Com s'explica al Bloc 7, l'evolució del preu del gas va lligada a l'evolució del preu del petroli, i en un context d'escassetat relativa creixent del recurs energètic, Catalunya haurà de competir en mercats cada cop més competitius marcats per un excés de demanda (sobretot per part de la Xina i de la Índia) que implicaran elevats esforços econòmics per a garantir el subministrament.

Davant d'aquesta situació i de l'elevada dependència energètica del Magreb i altres zones no massa estables, s'aconsella potenciar les alternatives energètiques que no tenen a veure amb els hidrocarburs, amb les dificultats que això implica. Les energies renovables estan creixent més que la mitjana en quant a energia primària però el 2005 només representaven un 2,4% de l'energia primària consumida a Catalunya.

5.2.3 El carbó

Amb dades provisionals d'ICAEN per al 2005, el carbó representà un 0,98% del consum d'energia primària a Catalunya, i només un 0,15% del consum d'energia final (ICAEN, 2006). Aquest recurs es va destinar en la seva totalitat a usos energètics, bé al sector de generació d'electricitat o com a combustible per a calefaccions i processos industrials de calor. De les 261,3 milers de tep que es van consumir, el 71,48% va ser importat. La seva importància com a font primària ha estat sempre relativa a Catalunya, passant del 3,38% de l'energia primària el 1990 a valors propers a l'1% des de 1998. Es preveu a més que la seva importància decreixerà encara més, ja que com indiquem al Bloc 4 el mateix Pla de l'Energia de Catalunya preveu que la única central tèrmica de carbó, la de Cercs, deixi d'estar operativa l'any 2010 i probablement

abans. Amb aquestes dades, i tot i l'elevat grau de dependència del poc carbó que s'utilitza a Catalunya, el carbó no presenta riscos de cara al futur.

Ara bé, actualment existeixen noves formes d'aprofitament del carbó que tenen eficiències en la generació d'electricitat molt més elevades, i menors emissions de gasos amb efecte d'hivernacle. Aquestes tecnologies, com ara els cicles combinats amb gasificació del carbó integrada o la combustió amb llit fluïditzat pressuritzat, que es descriuen al Bloc 4, podrien fer canviar les perspectives d'ús de carbó i potser no haurien de ser obviades en el ventall d'opcions a mig termini, tot i que no són una alternativa de futur pel seu caràcter fòssil. A més a més, en el cas de Catalunya s'hauria de tenir en compte que per tal d'obtenir millors rendiments s'hauria d'importar el carbó, ja que el local no és de prou bona qualitat. Al conjunt de l'Estat, segons el Ministeri d'Indústria (2006) es va importar el 54,6% del carbó consumit el 2004 i el 55,9% el 2005, amb una tendència creixent.

5.3. Energia nuclear

Catalunya depèn en gran mesura de l'energia nuclear. Concretament, un 20% de l'energia primària té un origen nuclear, com hem vist a la secció 2, mentre que és un 55,8% si parlem de la generació d'electricitat (IDESCAT, 2006).

L'urani és el principal combustible utilitzat a les centrals nuclears, i s'obté a partir del processament del mineral d'urani (que es troba en forma d'òxid d'urani, U_3O_8). Amb l'aturada de la carrera d'armament nuclear, part de l'urani emmagatzemat per a usos militars es va redirigir a les centrals de generació elèctrica (The Economist, 2006) de manera que s'ha disposat d'una major quantitat d'urani al mercat que ha mantingut els preus en certa manera continguts, tot i que recentment es veu una tendència a l'alça. De fet, la percepció d'una imminent escassetat deguda a l'increment del parc de centrals nuclears al món ha portat a l'augment de preus de les comandes d'urani. Així, l'urani ha vist multiplicar per sis el seu preu en els darrers cinc anys, des dels 7,25\$ per lliura el 2001 als 47,25\$ el 2006 (UIC 2006a), com es veurà al Bloc 7.

Actualment més de la meitat de l'urani que necessiten les centrals nuclears per al seu funcionament prové de les mines (un 60% segons OCDE, 2006), mentre que l'altra meitat correspon a estocs existents, antigues armes nuclears i el reprocessament de combustible. Aquestes fonts secundàries d'urani, però, també s'estan començant a esgotar, just en un moment on la demanda augmenta. De fet, el propi UIC¹⁸ (2006a) reconeix que la mineria de l'urani haurà de créixer a partir de 2005 per a poder proveir la demanda creixent. L'OCDE (2006) espera que les fonts secundàries d'urani comencin a disminuir sobretot a partir de 2015, amb la qual cosa hi haurà més pressió sobre la mineria. Això ja s'ha traduït en despeses d'exploració, que el 2004 van ser de

¹⁸ L'Uranium Information Centre és un organisme de recerca sobre l'urani de les companyies mineres d'urani australianes. Com sol passar amb la resta de minerals, les dades més acurades les solen tenir agrupacions o confederacions industrials.

133 milions de dòlars, amb un augment del 40% respecte el 2002, i que s'espera que hagin pujat el 2005 fins als 195 milions de dòlars.

A l'Estat espanyol, les centrals nuclears són proveïdes de combustible per l'empresa ENUSA Industrias Avanzadas, S.A., que abans es coneixia com Empresa Nacional del Uranio, S.A., creada el 1972. ENUSA està participada en un 60% per la SEPI (Societat Estatal de Participacions Industrials) i en un 40% pel CIEMAT (Centre d'Investigacions Energètiques Medioambientals i Tecnològiques). ENUSA s'ocupa del subministrament de les primeres matèries i del seu processament fins a obtenir el combustible. Un 50% de la seva producció la destina al mercat europeu.

Fins el 2001 va extreure urani del jaciment de Saelices el Chico, a Salamanca, tot i que els alts costos d'explotació, amb pèrdues de 1.500 milions de pessetes (9 milions d'euros) anuals (Espejo, 2002), va fer que es deixés de produir. De fet, segons la pròpia empresa ENUSA el cost mitjà del material era de 66,1 €/kg, mentre que el mercat internacional oferia un preu de 18 €/kg (Espejo, 2002). Actualment no hi ha plantes de conversió ni d'enriquiment a Espanya. El procés de conversió (d'òxid d'urani, U_3O_8 a gas, UF_6) es contracta a empreses d'Estats Units, França, Rússia, Regne Unit i Canadà. El procés d'enriquiment el fan EURODIF a França (de la qual ENUSA és propietària de l'11,11% d'accions), TENEX a Rússia, USEC als Estats Units, i URENCO a Regne Unit, Holanda i Alemanya. ENUSA és també copropietària (10%), de COMINAK, que explota jaciments miners a la República del Níger (Espejo 2002).

La capacitat de producció de combustible per part d'ENUSA és de 250 tones d'urani enriquit, i la demanda de concentrat d'urani per atendre les necessitats del parc nuclear a Espanya es situa en unes 1.600 tones anuals (UIC 2006b). D'aquest total la mina clausurada oferia només un 30% (Espejo, 2002).

Tot i aquestes dades, és interessant que lobbies com ara el Foro Nuclear (2004) insisteixin en que l'energia nuclear es produeix en un 100% de manera autòctona. És cert que el combustible utilitzat es fabrica a Espanya per ENUSA, però la primera matèria de la qual s'origina ja no s'extreu a Espanya. Per tant, serà important veure d'on s'importa l'urani (Taula 7).

El 2004 ENUSA va produir elements combustibles d'urani enriquit equivalents a 110 tones (ENUSA, 2005). El 2005 aquesta quantitat va pujar fins els 920 elements de combustible, equivalents a 271 tones d'urani, de les quals 107 van anar al mercat espanyol i 164 a d'altres països europeus (Foro Nuclear 2005). En total, ENUSA va subministrar a les centrals espanyoles 114 tones d'urani en diferents graus d'enriquiment, equivalents a 1.394 tones de concentrat d'urani.

Les reserves d'urani a Espanya són escasses. ENUSA va fer una campanya d'exploració de 1993 a 1996 on es trobaren uns recursos raonablement assegurats de 16.813 tones d'urani a un preu inferior als 130\$/kg. D'aquestes, només 4.650 tones corresponen al rang de preu inferior als 80\$/kg, i 12.163 tones al rang entre 80 i 130\$/kg (IGME 2002). Donada aquesta situació, la importació d'urani és necessària per abastir les centrals nuclears existents. Les

reserves mundials identificades d'urani a un cost de menys de 80\$/Kg eren el 2004 de 3.804.000 tones.

Taula 7: Reserves d'urani amb un cost d'extracció inferior a 80\$/kg

País	Reserves mineres d'urani (tones)
Austràlia	460.000
Canadà	426.000
Kazakhstan	254.000
Sud-àfrica	186.000
Brasil	112.000
Namíbia	110.000
Uzbekistan	109.000
Estats Units d'Amèrica	102.000
Níger	94.000
Rússia	75.000

Font: The European Nuclear Society, Euronuclear¹⁹

Aquests 10 països representen més del 96% de les reserves globals d'urani. Si hi afegim les reserves d'un cost superior a 80\$/kg però inferior a 130\$/kg, llavors la quantitat es dobla i la distribució canvia lleugerament.

La producció d'urani al món el 2004 va ser de 40.263 tones, mentre que el consum va ser de 67.320 tones. Això vol dir que l'urani provinent de les mines va ser ja el 60% de l'urani utilitzat, essent la resta el decomissionat de l'armament nuclear. Es preveu, però, que la demanda mundial creixi fins arribar el 2025 a les 100.760 tones d'acord amb l'increment de reactors nuclears (OCDE, 2006). Un creixement tant fort de la demanda ha d'anar acompanyat d'un augment de la capacitat extractiva, per la qual cosa es poden esperar tensions alcistes en els preus de l'urani.

Tot i que, segons la Base de Dades de Comerç Exterior de l'Agència Tributària i les cambres de Comerç²⁰, Espanya ha estat important urani de països com França, Japó, Alemanya, Estats Units d'Amèrica, Itàlia, Bèlgica, Regne Unit, imaginem que en realitat es tracta d'importacions indirectes d'altres països amb recursos d'urani. Així, segons el *Foro Nuclear* l'any 2004 les importacions de concentrat d'urani d'ENUSA van tenir el seu origen a Rússia (27,7%), Canadà (16,6%), Níger (13,6%), Austràlia (11,2%), Sud-àfrica (10,1%), Namíbia (6,4%), i altres (14,4%) (Foro Nuclear 2004). L'any 2005 les importacions de concentrat d'urani van originar-se a Rússia (31%), Níger (16%), Austràlia (13%), Sud-àfrica (11%), Namíbia (14%), i altres països (15%) (Foro Nuclear, 2005).

Amb les dades sobre l'origen de l'urani que es consumeix a Catalunya i la resta de l'Estat espanyol no es pot afirmar que s'estigui davant d'una situació de risc greu en termes de seguretat de proveïment. Si bé la major part de l'urani prové de països poc estables (Níger²¹, Sud-àfrica, o Namíbia) o que usen la política

¹⁹ <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/u/uranium-reserves.htm>

²⁰ <http://aduanas.camaras.org/>

²¹ Segons l'Informe de Desenvolupament Humà del Programa de Nacions Unides per al Desenvolupament, Níger és l'últim país del món al rànquing en termes de desenvolupament (UNDP, 2006). Segons el CIA World Factbook

energètica com a part de la política exterior (Rússia), entre els països amb més reserves del món es troben Austràlia i Canadà, que podrien substituir aquests països com a socis comercials. Tot i així, com s'argumenta al Bloc 7, s'ha de tenir en compte que cada cop més s'actua a mercats internacionals amb forta competència pels recursos, i que estem en un context d'expansió de l'energia nuclear sobretot als països en desenvolupament, per la qual cosa és previsible que els costos augmentin en un futur immediat.

A més a més, existeixen importants barreres a la construcció de noves centrals nuclears, com són els elevats costos de construcció (que en el nou context de liberalització elèctrica haurien de ser assumits per les pròpies empreses) i pels costos i riscos en la gestió dels residus (als quals es fa referència al Bloc 4). En aquest sentit, i a banda dels riscos d'accidents de les centrals, actualment veiem clarament la dificultat i els alts costos de gestió dels residus nuclears d'alta activitat, pels quals s'està intentant trobar la ubicació d'un magatzem temporal centralitzat²².

5.4. Dificultats i potencialitats de les energies renovables a Catalunya

Davant la situació presentada a les anteriors seccions d'elevada i creixent dependència i risc en l'abastament per motius diversos, les energies renovables tenen l'avantatge de trobar-se al propi territori català (sol directe per a fotovoltaica i solar tèrmica, i indirecte en el cas de la biomassa i de l'edificació). Aquest fet fa que siguin les fonts idònies per ajudar a resoldre el problema de la dependència de l'exterior. És evident, però, que la seva expansió i contribució a la política energètica depèn de la caiguda dels costos econòmics de generació relatius a la resta de fonts²³. A més, com que el recurs es troba al territori, s'han de tenir en compte consideracions sobre una possible dependència tecnològica que substituís la dependència sobre el recurs energètic, que podria tenir també efectes negatius en termes de risc d'abastament. Així, un aspecte molt important és la necessitat d'una major recerca sobre tecnologies d'energies renovables a Catalunya, i per tant també d'un suport institucional que faciliti el desenvolupament de la recerca en tecnologies renovables a Catalunya. Aquests són els factors que analitzem en aquesta secció per a l'energia solar

(<https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/geos/ng.html>) Níger, antiga colònia francesa fins 1960, és un estat democràtic des de 1999 (també ho va ser en un breu període de 1993 a 1996). És un dels països més pobres d'Àfrica i la principal activitat és l'agricultura de subsistència. Per la seva banda, Namíbia va ser colònia alemanya fins la primera guerra mundial, quan l'ocupà Sud-àfrica fins el 1990, que guanyà la independència i ha estat governada per la branca política de l'antiga guerrilla SWAPO, obtenint a les últimes eleccions de 2004 el 75% dels vots per a l'Assemblea Nacional.

²² <http://www.emplazamientoatc.es/>. Com a exemple dels alts costos, el gener de 2007 s'ha aprovat la construcció d'un magatzem temporal a l'aire lliure dels residus de la central nuclear de Zorita (Guadalajara), que costarà 4,5 milions d'Euros a l'empresa pública encarregada de la gestió dels residus radioactius, Enresa:

http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Gobierno/autoriza/primer/almacen/residuos/radioactivos/aire/libre/elpepusoc/20070131elpepisoc_2/Tes

²³ És a dir, tot i que els costos no baixin, si es produeix un encariment de les fonts convencionals com ara el petroli, o si s'inclouen els impactes ambientals a la valuació de la viabilitat social d'aquestes fonts, les renovables esdevindrien competitives econòmicament.

fotovoltaica, solar tèrmica, i per a l'energia eòlica. Deixem el cas dels biocombustibles per a l'anàlisi en profunditat de la secció 6.

5.4.1 Solar fotovoltaica

L'energia solar fotovoltaica té un enorme potencial en un país com Catalunya on els nivells d'irradiació són elevats i hi ha moltes hores de sol. Una de les millors zones per a l'aprofitament solar és la Plana de Lleida, on s'estan duent a terme alguns projectes. Tot i això, aquesta potencialitat s'està desenvolupant a un ritme menor del previst i més lentament que en altres comunitats autònomes de l'Estat. Segons l'IDAE (2005) a Catalunya l'any 2004 hi havia 4,5 MWp de potència instal·lats, el que suposa el 12,2% de la potència de l'Estat espanyol²⁴, lluny dels 7,6 MWp d'Andalusia (el 19,2% de l'Estat). En aquest sentit, el PEC (Generalitat de Catalunya, 2006: 209) és ambiciós ja que preveu 50 MW instal·lats el 2010 i 100 MW el 2015. Com ja hem vist, la contribució d'aquesta potència en termes d'energia elèctrica produïda serà encara molt modesta, representant només el 0,3% de la contribució de les renovables, o el 0,028% de l'energia primària consumida a Catalunya, però el potencial total de Catalunya és, segons el que estableix el PEC, uns 450 MWp (Generalitat de Catalunya, 2006: 213). Ara bé, aquest potencial no es tradueix en el nombre d'instal·lacions, tot i les polítiques de suport que es fan per mitjà del marc retributiu. Tenint en compte que a Catalunya hi ha disponibilitat del recurs, i que existeix ja la tecnologia per tal aprofitar-lo, assolir la potència instal·lada prevista al PEC demanarà solucionar les barreres que afronta el sector en l'actualitat. Els principals factors limitadors són de caràcter normatiu, tècnic, de capacitat de producció i de formació del personal del sector, que es reflecteixen en termes d'uns costos de generació molt més elevats quan es compara amb fonts convencionals.

En quant al marc normatiu, tot i que el Reial Decret 436/2004 va establir un sistema de primes que incentiva molt la generació amb solar fotovoltaica (obligant les companyies distribuïdores a comprar aquest tipus d'electricitat a un preu del 575% de la Tarifa Mitjana de Referència (TMR)), també limita aquestes primes als primers 135 MWp instal·lats al territori. Aquest líndar màxim s'hauria d'eliminar si el que es pretén és el foment d'aquest tipus de generació i assolir els objectius del Plan de Energías Renovables 2005-2010, PER (Ministeri d'Indústria 2005) d'assolir 400 MWp el 2010 per al conjunt de l'Estat. En aquest sentit, a desembre de 2006 es troba davant la Comissió Nacional de l'Energia un esborrany de Reial Decret per a modificar el 436/2004 amb l'objectiu de facilitar l'assoliment dels objectius del PER, on es milloren les condicions de retribució de l'energia solar fotovoltaica. Amb el nou decret sembla que es garantiran rendibilitats entorn al 7% si s'opta per la tarifa regulada per mitjà de primes variables en funció del preu de mercat. A més s'hauria de crear una normativa que reguli la connexió a xarxa en mitja tensió i millorar la connexió en baixa (Generalitat de Catalunya 2005: 216-217).

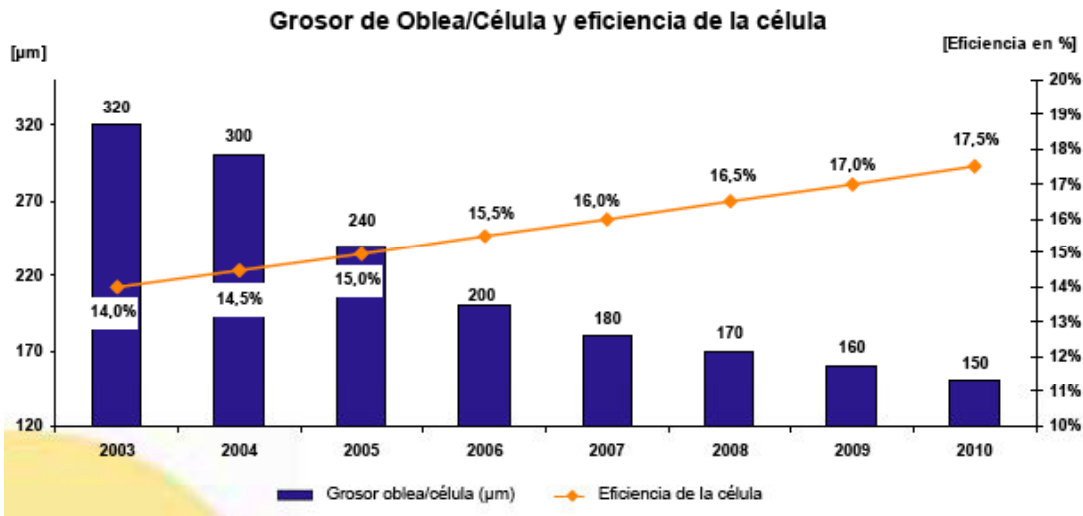
²⁴ Segons l'Associació de la Indústria Fotovoltaica (ASIF 2006) a desembre de 2005 només hi havia connectats a la xarxa a l'Estat espanyol 38 MWp de potència fotovoltaica. Aquesta dada reflecteix, però, un fort creixement respecte el 2004 quan només hi havien 21MWp.

En quant als factors de caràcter tècnic, cal destacar l'escassetat relativa del silici (ASIF 2005), primera matèria amb la qual es produeixen les cel·les fotovoltaïques de les plaques. Aquest problema ha provocat una escassetat de mòduls fotovoltaïcs respecte a la demanda. L'escassetat és conjuntural perquè el silici amb grau solar (amb una puresa del 99%) representa només el 2% del silici industrial, i el silici és un dels elements més abundants a la terra. El preu del silici solar ha passat de 25\$/kg el 2004 a 40\$/kg a finals de 2005 i s'espera que pugui arribar als 50\$/kg. No obstant, un increment del 100% en el preu del silici només afectaria en un 5% al preu final de la instal·lació, en el cas que no es donessin millores productives. La situació es deu a l'augment de la demanda de mòduls fotovoltaïcs a nivell mundial i per la manca de fàbriques de silici de grau solar que puguin atendre aquesta demanda creixent.

De fet, segons ASIF (2006) la producció de panells solars fotovoltaïcs al món el 2005 va ser de 1.815,7 MWp, dels quals l'Estat espanyol va produir només 70 MWp de cel·les fotovoltaïques gràcies a les plantes d'ISOFOTON i de BP Solar. Això va representar el 14% de la producció europea, però només el 3,8% mundial, molt lluny de potències com Japó (46%), Alemanya (19,1%) o els Estats Units (9%). La producció de 2005, que gairebé dobla la capacitat instal·lada al territori, va anar destinada majoritàriament al mercat d'exportació, reflectint el fort caràcter exterior d'aquest sector, que utilitza principalment tecnologia local. A Catalunya, cal destacar que l'empresa alemanya Aleo Solar acaba de posar en funcionament una planta de fabricació de mòduls fotovoltaïcs a Santa Maria de Palautordera, amb capacitat de producció de 10 MW anuals, i que es dedicarà al mercat espanyol²⁵.

Si persisteix l'actual situació de capacitat productiva de mòduls fotovoltaïcs a l'Estat, es podria donar la paradoxa que per tal d'assolir el compliment dels objectius del PER (que requereixen una taxa de creixement anual de les noves instal·lacions del 55%) l'Estat espanyol hagués d'importar mòduls fotovoltaïcs a partir de 2009. Per evitar-ho s'haurà d'augmentar la capacitat de producció, així com la de fabricació de silici. En aquest esforç per augmentar la capacitat de producció de mòduls s'han de mecanitzar més els processos de manera que les economies d'escala que una major producció implica es traslladin en caigudes del cost dels mòduls, trencant l'actual tendència. De fet, l'augment de preus del silici els darrers dos anys ha fet que el cost dels mòduls hagi pujat. El sector ha reaccionat disminuint les necessitats de silici per MWp, fent més fines les oblees de silici que es munten als mòduls, i sense perdre eficiència. De fet, aquesta eficiència era del 15% el 2005 i s'espera que arribi al 17,5% el 2010, tal com es veu a la Figura 23 (Macías, 2006).

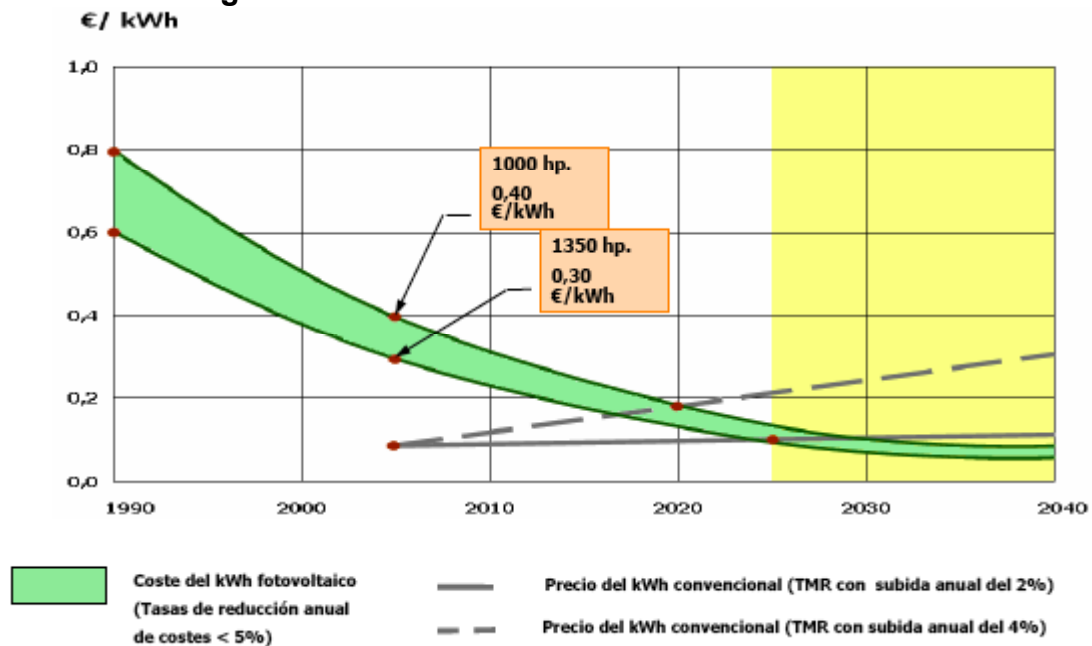
²⁵ Segons la revista *Energías Renovables*, la planta d'Aleo Solar a Santa Maria de Palautordera inicia l'activitat amb un contracte per subministrar 24.000 unitats a l'empresa espanyola Solartia (4 MW), per a un parc fotovoltaïc a Viana, Navarra, i ja té altres contractes amb empreses espanyoles. (<http://www.energies-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=10129>)

Figura 23: Evolució de l'eficiència de les cel·les fotovoltaïques

Font: Macías 2006

Segons ASIF (2006b) el retorn energètic d'una instal·lació fotovoltaica (fabricació i muntatge) és de només 4,5 anys amb les tecnologies de 2005. El 2005 el mercat mundial ha estat d'uns 1.400 MWp amb un preu de 3,6 euros per Wp, de manera que el cost d'un KWh solar està encara entre els 0,3 i els 0,4 euros (depenent de si el grau d'insolació és de 1.000 hores pic o 1.350 hores pic). La corba d'aprenentatge ens diu que els costos baixen un 18% cada cop que es dobla la producció i que això ha permès reduir els costos un 5% a l'any (Figura 24). Tot i que es preveu una baixada del preu, hi ha el perill que hi interfereixi el ràpid creixement també de la demanda de productes electrònics, ja que tots dos tenen processos de producció comuns i limitada capacitat d'adaptació a curt termini (PER 2005-2010: 167).

L'actual situació del mercat del silici en grau solar obre perspectives de negoci en aquest sector que haurien de ser aprofitades. La taxa de creixement anual de les instal·lacions a nivell mundial és del 40%, dada que indica el dinamisme d'aquest sector (ASIF, 2006b). El sector fotovoltaic preveu que el 2008 o 2009 la demanda de polisilici del sector serà superior per primer cop a la demanda de la indústria dels semiconductors i microelectrònica, tot i que aquesta continuarà pujant, per la qual cosa són necessàries inversions en aquest sector. Només per abastir la demanda europea el 2010 caldran 41.148 tones de polisilici, és a dir, un 36% més que la producció total el 2005 (Macías, 2006). L'any 2015 s'espera que la demanda mundial sigui de 150.000 tones (ASIF, 2005). En aquest context qui controli la tecnologia de la purificació i el creixement de silici tindrà el control sobre el desenvolupament fotovoltaic dels propers anys (ASIF, 2005).

Figura 24: Evolució del cost del kWh fotovoltaic

Font: Anta, 2006.

De fet a l'Estat només falta capacitat de purificació i creixement de silici per a cobrir totes les fases per a la instal·lació de sistemes fotovoltaics. Està previst que el 2007 hi hagi una planta de creixement (que passi del polisilici a les oblees que s'utilitzen per a fabricar les cel·les), i el 2008 hi hagi una planta per a la purificació del silici (ASIF 2006b). Isofotón i Endesa Solar van anunciar el juliol de 2006 una acció conjunta per a la creació de la primera planta de fabricació de polisilici a l'Estat espanyol a Los Barrios (Cadiz), que suposa una inversió de 250 milions d'euros. La planta estarà operativa a finals de 2008 i fabricarà 2.500 tones de polisilici en grau fotovoltaic, i crearà 340 llocs de treball.

L'escassetat de polisilici de grau solar té, per tant, una solució senzilla ja que existeix la tecnologia per a la purificació, només manca la voluntat política per a fomentar aquest tipus d'inversió. Aquesta inversió permetrà fer front als costos de generació elèctrica solar, i crearà ocupació en un sector amb bones perspectives de creixement de la demanda a nivell mundial a curt i mitjà termini, que a més compta amb una taxa molt alta d'exportacions, per la qual cosa ajudaria d'alguna manera a "revertir" la dependència energètica del país. Aquí Catalunya hauria de jugar un paper fonamental a la indústria del sector i una manera de fer-ho és recolzant les iniciatives en aquests sectors, és a dir, promovent la instal·lació de fàbriques tant de silici en grau solar com de plaques fotovoltaïques al nostre territori.

En quant a la formació del personal del sector, el creixement futur de les instal·lacions, amb tecnologia pròpia o importada i produïdes aquí o fora de Catalunya, requerirà d'una mà d'obra preparada i qualificada tant per a les indústries del sector com en el cas dels instal·ladors dels sistemes solars. La formació d'aquest personal, a més de millorar les possibilitats d'ocupació dels mateixos, ha de ser un incentiu per a la localització a Catalunya de les

indústries del sector, especialment important pel desavantatge comparatiu que implica tenir un sòl industrial dels més cars de l'Estat.

Finalment, la recerca tant pública com privada no es pot limitar a les perspectives de la tecnologia cristal·lina, sinó que s'ha d'obrir també a altres tecnologies bastant madures actualment com són les làmines fines (*thin film*), que tot i tenir eficiències més baixes tenen un cost menor i un alt grau de flexibilitat, que permet moltes altres aplicacions, i els concentradors d'energia, particularment interessants per a les granges o horts solars. Cal incidir també en la necessitat d'un major suport institucional a la recerca en nous materials i en millora tecnològica.

En resum, Catalunya disposa del recurs (sol), la tecnologia es troba a l'Estat però manca l'impuls polític i el suport suficient que permeti que la indústria fotovoltaica arrela a Catalunya i formi part clara de les opcions energètiques de futur, amb els efectes positius de la creació de llocs de treball, del foment de les exportacions, i de la seva contribució al canvi de model energètic que necessita el país.

5.4.2 Solar tèrmica

L'energia solar tèrmica té un potencial enorme d'utilització al nostre territori, més clar encara que en el cas de la solar fotovoltaica. Les possibles aplicacions van des de les instal·lacions de baixa temperatura per a l'escalfament de l'aigua calenta sanitària (ACS) o per a la calefacció amb terra radiant, a les aplicacions industrials basades en col·lectors de buit que poden servir tant per les necessitats de calor com per a la refrigeració solar per absorció. El principal avantatge respecte la solar fotovoltaica és que es tracta d'una tecnologia molt més madura i amb més presència a Catalunya, tot i que encara les empreses que s'hi dediquen són d'una dimensió molt reduïda que no aprofita economies d'escala per a fer més econòmics els components.

L'any 2004 hi havia a Catalunya 82.358 m², gairebé un 12% del total de l'Estat espanyol²⁶, que era de 700.433 m². Les previsions del PER per a Catalunya són de 571.881 m² instal·lats el 2010, que implica multiplicar gairebé per 7 la superfície del 2004, però l'objectiu del PEC és encara més ambiciós i arriba als 730.000 m² el 2010 i 1.250.000 m² el 2015 (Generalitat de Catalunya 2006: 209), tot i que es reconeix que el potencial està entorn els 2,5 milions de m² (p. 213). Això vol dir que Catalunya necessita que el sector creixi a una taxa anual del 38%. Com ja s'ha comentat anteriorment, l'aplicació del Decret català d'ecoeficiència als edificis i el nou Codi Tècnic de l'Edificació²⁷ donarà un impuls molt fort a les instal·lacions d'aquest tipus, tot i que el sector encara

²⁶ A finals de 2005 a l'Estat espanyol hi havia 795.500 m² de col·lectors solars instal·lats, un 16,23% del que el PER estableix com a objectiu pel 2010 (4.900.000 m²).

²⁷ Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis i Reial Decret 314/2006, de 17 de març, disponible a la web del Ministeri de l'Habitatge:
http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=552&Itemid=226.

posa en dubte si serà suficient²⁸. Segons l'Associació Solar de la Indústria Tèrmica, ASIT (2006) Europa és líder d'aquesta tecnologia, però només representa un 9% del mercat mundial. El mercat espanyol ha crescut entre 1998 i 2004 un 15% anual, però seran necessaris creixements molt més forts per assolir els objectius del PER.

Pel que fa a l'oferta, com en el cas fotovoltaic, són necessàries inversions per augmentar la capacitat de producció de col·lectors solars. Per exemple, el 2005 es van produir a Espanya 159.000 m² de col·lectors solars, i es van instal·lar uns 150.000 m², fet que posa de manifest la poca capacitat de resposta que té actualment el sector davant d'increments de la demanda que certament es produiran. Aquesta producció estava controlada per 12 empreses dedicades a la fabricació de col·lectors solars, cap d'elles amb seu a Catalunya. Segons l'IDAE (2005) aquesta producció està poc mecanitzada i es fa a factories petites, per la qual cosa hi ha un enorme marge d'actuació per a millorar la productivitat i la competitivitat. La innovació s'ha de dirigir, doncs, a assolir majors nivells d'automatització per a reduir costos, però també al foment d'altres aplicacions com ara la refrigeració per absorció i la dessalinització.

Les principals dificultats que afronta el sector són econòmiques, l'eficiència en la conversió de l'energia i el cost de les instal·lacions, que fan que aquest tipus d'energia depengui dels ajuts públics, ja que tenen un elevat cost inicial que no afavoreix que el gran públic residencial faci seva aquesta tecnologia que a mig termini és rentable també en instal·lacions familiars. El sector també identifica un problema de manca d'homogeneïtzació i garantia de qualitat de les instal·lacions (IDAE, 2005), per la qual cosa ASIT evidencia la necessitat de millorar la qualificació dels instal·ladors en previsió de l'augment de càrrega de treball. Una altra barrera, aquesta amb possibilitats de ser solucionada per l'acció pública, és la manca de coneixement per part del gran públic dels grans avantatges d'aquest tipus de tecnologia.

Finalment, s'ha de tenir en compte que amb el nou marc legislatiu i de retribució de les energies renovables s'espera que es potenciï l'energia solar termoelèctrica, que com ha passat amb l'energia eòlica, podria tenir en les empreses generadores i distribuïdores d'electricitat, la seva gran valedora a mig termini. De fet, la revisió del Reial Decret 436/2004 contempla establir un sistema de primes que garanteixi una rendibilitat mitjana del 8% si el productor opta per la tarifa regulada.

En conclusió, com en el cas anterior, Catalunya es troba en una situació favorable per esdevenir un centre tant de recerca, com de producció i d'aplicacions de l'energia solar tèrmica, si tant l'administració com el món privat fan l'esforç conjunt d'invertir en aquest sector amb una gran perspectiva de creixement. Si es deixa escapar aquesta oportunitat ens veurem, en el millor

²⁸ L'Associació Solar de la Indústria Tèrmica, ASIT (2006) estima que les ordenances solars que molts municipis apliquen i el nou Codi Tècnic d'Edificació poden ajudar a assolir el 56% dels objectius del PER, però encara resta per veure si la resta es podrà assolir només amb la iniciativa privada.

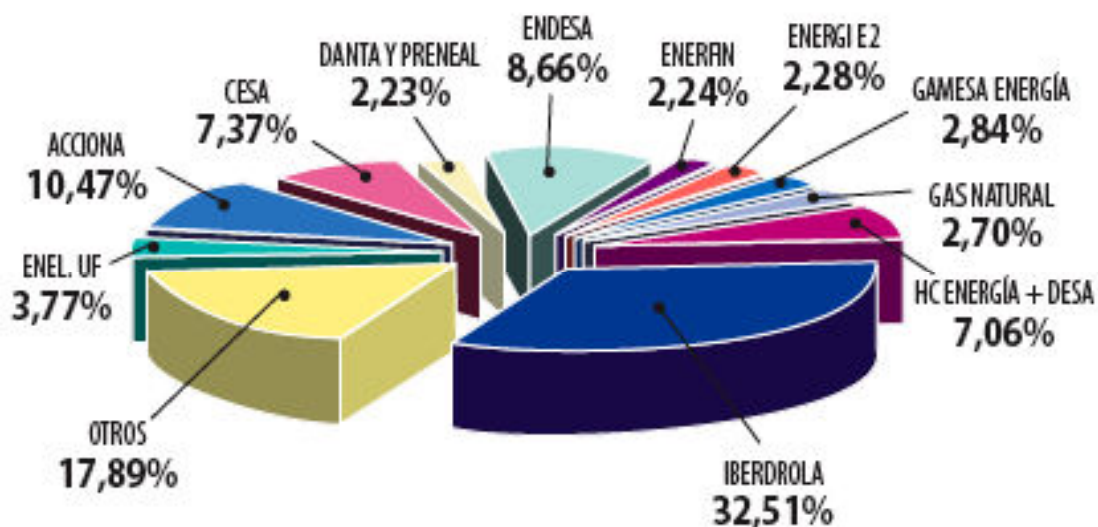
dels casos, comprant els equips a altres zones de l'Estat o a l'estranger per mirar de complir els compromisos del Pla de l'Energia de Catalunya.

5.4.3 Energia eòlica

L'energia eòlica és la tecnologia de generació renovable més madura que hi ha al mercat, fet que explica la seva recent evolució a l'Estat, que és la segona potència mundial darrere Alemanya. Com hem vist, la potència instal·lada a Espanya era de 10.028 MW a finals del 2005, i a Catalunya només de 143,87 MW o un 1,43% del total²⁹, dada que demostra que Catalunya s'està quedant una mica enrere en el creixement de l'eòlica al conjunt de l'Estat. Aquesta potència instal·lada a l'Estat espanyol representa un 12,86% del total del sistema elèctric, que ja és superior a l'energia nuclear, i la generació de 20.236 GWh el 2005 va superar la hidràulica (AEE, 2006). A més a més, les previsions del PER són arribar a una potència instal·lada de 20.155 MW el 2010, i una producció de 45.500 GWh. Això implicarà que entre la hidràulica i l'eòlica es subministraran un 30% de l'electricitat (Ministeri d'Indústria, 2005).

El mercat de generació eòlica a l'Estat està dominat per Iberdrola amb un 32,51% de la potència instal·lada, seguida d'Acciona (10,47%), i Endesa (8,66%), com es pot veure a la Figura 25.

Figura 25: Empreses del sector eòlic a l'Estat espanyol (finals de 2005)



Font: AEE 2006: 47.

Com hem vist, la situació actual està molt lluny dels objectius tant estatals com catalans, i això es deu a múltiples causes, entre les quals destaca, segons el PER (Ministeri d'Indústria, 2005), la manca de noves infraestructures d'evacuació de l'electricitat produïda especialment en zones aïllades o en àrees properes a xarxes saturades. En aquest sentit també es manifesta el PEC (Generalitat de Catalunya 2006: 244), que proposa com a alternativa a la

²⁹ Amb dades de l'Associació Empresarial Eòlica:
http://www.aeeolica.org/html/datos_potencia_2005.html

manca d'acció per part de Red Eléctrica millorar la connexió amb xarxes de transport amb la resta de l'Estat i amb França per a poder donar sortida a la producció excedentària en hores vall. El mateix IDAE (2005) va indicar la necessitat d'actualitzar l'obsoleta (sic!) normativa de connexió, accés a la xarxa i les condicions d'operació que estan en vigor des de 1985, i que el propi PER estableix com a objectiu.

Un altre factor que ha dificultat un major desenvolupament de l'energia eòlica és la incertesa sobre quina serà la situació de les primes un cop s'assoleixi el llinar que el Reial Decret 436/2004 establia per a la seva revisió. Com ja hem comentat, actualment s'està duent a terme la revisió del decret, que garanteix un sistema de primes flexibles en funció del preu de mercat de l'electricitat amb l'objectiu d'ajudar a assolir els objectius marcats al PER. Aquestes primes es revisaran el 2010. Per altra banda, és previsible que l'expansió de l'eòlica tindrà lloc al mar, així que s'ha de fer una regulació específica per a aquestes instal·lacions que seran en aigües de domini públic. Aquest subsector d'eòlica marina no evoluciona tan ràpid com s'esperava perquè l'administració demana al productor la predicció de producció, quan aquesta és més difícil que a terra ja que no es disposa de tants mesuraments, per la qual cosa manca més recerca en aquest àmbit.

Per últim, encara no s'ha transposat la legislació europea que estableix la obligatorietat per part dels distribuïdors d'especificar l'origen del mix energètic de l'electricitat que arriba al consumidor (Directiva 2003/54/EC), de tal forma que aquest pugui escollir lliurement quin tipus d'energia utilitza. Això permetria que el consumidor pogués impulsar el desenvolupament d'energies renovables si escull l'opció de subministrament que li ofereixi una major proporció de renovables al mix.

Tot i aquestes limitacions es tracta d'un mercat madur en quant a la generació i distribució d'electricitat d'origen eòlic, però també des del punt de vista tecnològic de fabricació dels aerogeneradors. El 2004 (IDAE 2005), el 100% de la potència que es va instal·lar va ser produïda a l'Estat espanyol, i el 70% era tecnologia domèstica, fet que demostra la capacitat que hi ha en aquest sector i que Catalunya hauria d'aprofitar per a fomentar que s'establís al nostre territori.

Així, en quant a la producció dels aerogeneradors, el sector és capaç de fabricar maquinària per a 2.500 MW l'any i dona feina a 31.500 persones. El 2005, Gamesa comptà amb una gran quota de mercat amb el 42,96% de la producció, seguida d'Ecotècnia (19,82%) i Vestas (14,82%). Respecte la potència total acumulada, Gamesa té un 62,10% del total, seguida de Vestas (12,91%) i d'Ecotècnia (8,45%). A nivell mundial, Vestas continua com a líder, amb Gamesa com a tercera empresa i Ecotècnia com a desena. La indústria compta amb més de 30 factories d'aerogeneradors, torres, pales, de muntatge, components, etc (AEE 2006), de les quals només n'hi ha una de components a Catalunya.

Pel que fa als costos, segons l'Associació Empresarial Eòlica (AEE, 2006) el 2005 el cost per MW instal·lat va ser de 1.150.000 euros, tot i que el Ministeri

d'Indústria al PER doni valors inferiors als 1000 euros per KW, com hem vist a la secció 4.3. Aquest cost tendirà a créixer per l'augment en el preu de les primeres matèries, especialment l'acer, però també per l'increment de preus de llicències d'ocupació del terreny i pels costos d'interconnexió, que cada cop més es fa amb xarxes de transport i no de distribució. El reforçament de les infraestructures a Catalunya es considera primordial per a garantir l'expansió de l'energia eòlica (AEE, 2006). La innovació empresarial s'està dirigint cap a la millora de la qualitat de l'energia vessada a la xarxa i per la fabricació d'aerogeneradors de més de 2 MW de potència nominal, i per la fabricació d'aerogeneradors capaços d'operar al mar.

6. El cas particular del biodièsel: Anàlisi dels impactes dels objectius pel biodièsel a Catalunya

Daniela Russi

6.1. Introducció

Els biocombustibles estan jugant un paper important a les polítiques energètiques tant a nivell europeu com a les polítiques nacionals i autonòmiques. L'any 2003 la Unió Europea va publicar una directiva³⁰ que establí que l'any 2005 un 2% de tota l'energia usada en el sector del transport, i el 5,75% l'any 2010, havia de provenir de biocombustibles. El 2005 no s'ha arribat a l'objectiu (ara estem aproximadament al 0,8%), però s'estan portant a terme mesures a tota Europa per a incentivar l'ús de biocombustibles. El Pla de l'Energia de Catalunya (PEC) preveu augmentar la producció de biocombustibles des de les 25.300 tep el 2003 a 844.100 tep el 2015, que significaria un 13% de l'energia destinada al transport.

No obstant això, els biocombustibles encara no són competitiu per si mateixos respecte els combustibles fòssils. Per això, necessiten ser recolzats per l'Estat. A Catalunya, els biocombustibles són incentivats de tres maneres: 1) subsidis agrícoles atorgats per la Unió Europea en el marc de la Política Agrària Comú (45 €/ha, més la possibilitat de conrear biocombustibles a les terres que estan en guaret, anomenades *set-aside*³¹); 2) desfiscalització total; 3) ús de biodièsel en projectes pilots per empreses de transport públic, com per exemple la CTSA Mataró Bus i la TMB de Barcelona.

Aquest estudi pretén mostrar quines són les conseqüències per a diverses variables de tres escenaris hipotètics de compliment dels objectius del PEC en matèria de biocombustibles, en particular en el cas del biodièsel. Per a això, es portarà a terme una anàlisi integrada tenint en compte els impactes més importants de la producció a gran escala de biodièsel, juntament amb els seus beneficis en termes de reducció de gasos amb efecte d'hivernacle, contaminació urbana i impuls al desenvolupament rural.

El treball s'estructura de la següent manera. La secció 6.2 defineix els biocombustibles, mostra els objectius del PEC i explica perquè ens centrarem només en el biodièsel i no en el bioetanol, i presenta l'estat de la producció de biodièsel en l'Estat Espanyol, i en particular a Catalunya. La resta del capítol (secció 6.3) mostra els diversos impactes que es produirien si s'arribés a l'objectiu establert pel PEC, en termes de requeriment de terra de cultiu i el possible augment de les importacions d'aliments per consum humà i animals a causa de la substitució de cultius (secció 6.3.1); impacte ambiental dels cultius energètics, en particular en termes d'ús d'aigua i de fertilitzants (secció 6.3.2);

³⁰ Directiva 2003/30/EC del Parlament Europeu i del Consell, de 8 de maig de 2003, *La promoció de l'ús de biocombustibles i altres combustibles renovables per al transport*.

³¹ Terres retirades de la producció per a no incórrer en sobreproducció d'aliments. Els propietaris són pagats per a no conrear-les.

estalvi de gasos amb efecte d'hivernacle (secció 6.3.3); contaminació urbana (secció 6.3.4); suport al desenvolupament rural (secció 6.3.5) i els impactes sobre tercers països dels quals s'importarien les llavors oleaginoses per a la producció de biodièsel (secció 6.3.6). Finalment, el darrer apartat presenta les principals conclusions.

6.2. Biocombustibles i biodièsel a Catalunya

El 79% de l'energia utilitzada a Europa prové de combustibles fòssils (segons dades d'Eurostat per l'any 2002). Aquests són el principal responsable del canvi climàtic, àmpliament reconegut com un dels problemes ambientals més preocupants a nivell global, i a més a més generen també greus problemes de contaminació a nivell local, que poden tenir efectes sobre la salut humana. D'altra banda, l'ús de combustibles fòssils fa que Europa sigui molt dependent de l'exterior, ja que la majoria són importats d'altres regions: el 48% de les necessitats energètiques primàries europees es cobreixen amb importacions. Europa és doncs molt vulnerable davant variacions de preu dels combustibles fòssils (com es pot veure al Bloc 7). Un altre problema relacionat amb l'ús de combustibles fòssils és la seva escassetat, ja que es tracta de recursos destinats a acabar-se en un futur no massa llunyà (tal com s'ha discutit ja anteriorment, particularment als blocs 1 i 5).

En aquest context, la recerca de fonts d'energia alternatives és molt important. Diversos autors indiquen els biocombustibles com a possible alternativa als combustibles fòssils per al sector del transport (que el 2005 va significar el 37,7% del consum final d'energia a Catalunya). Tant a nivell europeu com espanyol es promou l'ús de biocombustibles i s'ha previst un progressiu augment del seu ús en els propers anys. De fet, la Directiva 2003/30/CE estableix que l'any 2010 el 5,75% de l'energia utilitzada al sector del transport vingui dels biocombustibles. La nova estratègia energètica europea, presentada el mes de gener de 2007³², proposa que els biocarburants han de representar almenys el 10% del combustible per a vehicles l'any 2020. Són objectius molt ambiciosos, ja que com hem dit encara no s'ha assolit l'1% a nivell europeu, però a nivell català el Pla de l'Energia de Catalunya planteja objectius encara més alts (que el biodièsel sigui el 12% del combustible per a transport l'any 2015).

L'argument principal que justifica les polítiques a favor dels biocombustibles es basa en que aquests no augmenten la presència de CO₂ a l'atmosfera, ja que el CO₂ que desprenen en la fase de combustió és la que han absorbit en la fase de creixement de les plantes que s'usen per a produir-los. A més a més, l'ús de biocombustibles en lloc dels combustibles fòssils resoldria en part el problema d'escassetat de matèria primera i de dependència energètica. Finalment, un sector energètic basat en la biomassa crearia ocupació i afavoriria el desenvolupament rural. No obstant això, existeixen algunes veus crítiques davant el desenvolupament a gran escala dels biocombustibles, que

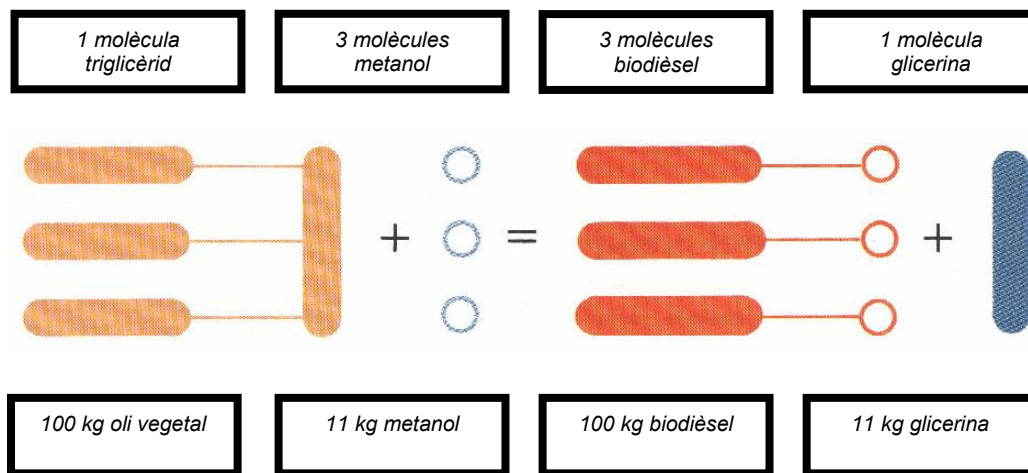
³² Comunicació de la Comissió al Consell Europeu i al Parlament europeu. *Una política energètica per a Europa* (COM(2007) 1 final; Brussel·les, 10.1.2007).

dubten que puguin resoldre les necessitats de combustibles actuals i futures per al transport (Giampietro et al., 1997; Ulgiati, 2001; Giampietro i Ulgiati, 2005). En aquest capítol analitzarem els efectes tant positius com negatius del compliment dels objectius del PEC en matèria de biocombustibles.

Els dos biocombustibles més usats són el bioetanol i el biodièsel. El primer s'obté a través d'un procés de fermentació i destil·lació a partir de plantes sucreres (canya de sucre, remolatxa) i plantes amb un alt contingut de midó (blat de moro, cereals). També s'està posant a punt una tecnologia per a obtenir bioetanol de biomassa ligno-cel·lulòsica (fusta), que s'espera que tingui rendiments més alts que el bioetanol tradicional, però que encara necessita més recerca (biocombustibles de segona generació).

El biodièsel deriva de llavors oleaginoses (majoritàriament colza, gira-sol i soja), que s'assequen, couen, molen i premsen per a obtenir oli vegetal. A l'oli vegetal s'afegeix un alcohol (en general metanol, que s'obté principalment del gas natural i és el més barat) en un procés anomenat trans-esterificació (Figura 26). Per cada 100 kg de biodièsel es necessiten 11 kg de metanol. El resultat són 100 kg de biodièsel i 11 kg de glicerina, que pot ser usada en diversos processos industrials (APPA & PricewaterhouseCoopers, 2005). En lloc d'oli vegetal es pot utilitzar també oli usat, amb el doble avantatge de reduir la contaminació produïda per la disposició de l'oli usat i reduir la necessitat de matèries primeres per a la producció de biodièsel.

Figura 26: La trans-esterificació



Font: Rocchetta, 1992

El bioetanol substitueix a la gasolina, mentre que el biodièsel té característiques tècniques molt semblants al gasoil. Cap d'ells pot ser usat de forma pura en motors dissenyats per a combustibles fòssils, però si es barregen en baixos percentatges no requereixen modificacions tècniques. De fet la Directiva Europea 2003/17/EC estableix que el combustible venut a les gasolineres pot contenir un màxim de 5% de bioetanol, 15% d'etil ter-butil eter (ETBE), una barreja de bioetanol i isobutilè, i 5% de biodièsel. Si el biocombustible es barreja en un percentatge superior, ha de tenir una etiqueta

pròpia. Als Estats Units i Brasil es comercialitza l85, una barreja de bioetanol al 85% i gasolina. Les mesclades de biodièsel més usades són les que apareixen a la Taula 8.

Taula 8: Mesclades més usades de biodièsel

Nom	Percentatge biodièsel	Percentatge gasoil
BIO 100	100	0
BIO 70	70	30
BIO 50	50	50
BIO 30	30	70
BIO 10	10	90

Font: <http://www.petromiralles.com/Biodièsel/MercatBio.htm>

Actualment a Catalunya es produeix més bioetanol que biodièsel, encara que el consum de gasoil és major que el de benzina. L'Estat espanyol produeix gairebé la meitat de tot el bioetanol europeu (His, 2004).

El PEC (Generalitat de Catalunya, 2006) preveu augmentar la producció de biodièsel en un percentatge que oscil·la entre el 45 i el 51% a l'any. D'altra banda, segons el mateix PEC la producció de bioetanol augmentarà en l'escenari més optimista un 9,4% anual (Escenari IER), mentre que en l'escenari més pessimista fins i tot disminuirà una mica. La Taula 9 mostra les previsions del PEC sobre el consum dels diferents combustibles per al transport.

Taula 9: L'ús d'energia en el sector del transport (milers de tep)³³

	2003	%	2015, Escenari IER	%	Taxa de variació interanual
Benzina	1.402,1	24	824,8	13	-4,3 %
Gasoil	3.506,7	61	3.579,6	56	0,2 %
Querosè³⁴	741,2	12,9	961,6	15	2,2 %
GLP³⁵	1,8	0,03	0,8	0,01	-6,3 %
Gas natural	3,4	0,1	19,2	0,3	15,6 %
Electricitat	63,6	1	135,1	2	6,5 %
Bioetanol	19,9	0,3	58,7	1	9,4 %
Biodièsel	5,4	0,1	785,4	12	51,4 %
Total	5.744,1	100	6.365,2	100	0,9 %

Font: Pla de l'Energia de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2006)

Segons aquestes previsions, el biodièsel passarà de ser el 0,1% del consum d'energia per al transport a cobrir des del 3%, si no es porten a terme polítiques

³³ Segons l'escenari IER del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (Generalitat de Catalunya, 2006). L'escenari IER és el resultat d'aplicar les mesures en estalvi energètic, eficiència i suport a les renovables previstes al Pla.

³⁴ El querosè és un destil·lat del petroli, amb densitat intermèdia entre el gasoil i el dièsel. Es pot utilitzar com a combustible en els motors a reacció i turbina de gas, o s'afegeix al dièsel.

³⁵ El gas líquid de petroli (GPL) és un combustible líquid que s'obté durant el procés de refinament del petroli, i s'usa com combustible per al transport.

de promoció, al 12% del total si es prenen les mesures del PEC (escenari IER), mentre que el bioetanol no arribarà a l'1% en cap dels dos escenaris.

Per tant, en aquest informe ens ocuparem només del biodièsel, encara que moltes de les conclusions que traurem es poden estendre també al bioetanol. A més a més, com es pot observar a la Taula 10, Catalunya consumeix dues vegades més gasoil (que pot ser barrejat amb biodièsel) que gasolina (que pot ser barrejada amb bioetanol). Una altra raó per privilegiar el biodièsel és que el gasoil és més abundant i conseqüentment més barat: el procés de refinament del petroli cru produeix una fracció d'aproximadament 21,5% de gasoil i només 13,5% de gasolina (USIS, 1980).

El biodièsel a Catalunya i l'Estat espanyol³⁶

A l'Estat espanyol es produeixen 426.000 tones (381.538 tep³⁷) de biodièsel l'any en set plantes. Actualment hi ha 11 plantes més en construcció, que produiran en total 586.000 tones anuals (524.839 tep), i n'hi ha planificades set més, amb una producció anual prevista de 746.000 tones (668.139 tep).

A Catalunya es produeix una cinquena part de tot el biodièsel espanyol en dues plantes. La primera és Estoc del Vallès (situada al municipi de Montmeló, Barcelona), que va ser la primera de l'Estat espanyol i és la segona planta d'Europa i tercera en el món en producció de biodièsel només amb olis usats. Produeix 31.000 tones de biodièsel anuals (27.765 tep). La segona és BioNet Europa, situada a Reus, que produeix 50.000 tones de biodièsel anuals (44.781 tep) fent servir tant oli usat de fregits com oli vegetal de primer ús, que processa l'empresa REAGRA. Una altra empresa, la Transportes Ceferino Martínez, construirà una altra planta a Girona i produirà 5.000 tones de biodièsel (4.478 tep)³⁸. Les matèries primeres que es fan servir a Catalunya per a produir biodièsel són sobretot olis usats, i en part olis vegetals obtinguts a partir de cultius energètics, gairebé tots importats³⁹.

Evidentment la producció actual no és suficient per a arribar a les 785.000 tep (al voltant de 877.000 tones) establertes com a objectiu pel PEC. Per això, si es vol assolir aquest objectiu serà necessari implementar unes polítiques que permetin obtenir el biodièsel necessari. A continuació s'analitza possibles alternatives d'actuació. El PEC ja preveu que no es podrà arribar a l'objectiu establert només amb olis vegetals produïts a Catalunya, i que part de la matèria primera necessària s'haurà d'importar⁴⁰.

³⁶ Les informacions d'aquesta secció es basen en les dades de l'Associació Catalana del Biodièsel (<http://www.acbiodiesel.net>).

³⁷ 1 tona de biodièsel equival a 0.9 tep.

³⁸ Segons l'informe de l'Associació Biocombustibles, disponible a:

http://www.biocombustibles.es/documentos/informe_biocombustibles_biogasolineras.pdf.

³⁹ <http://news.soliclima.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=99>

⁴⁰ Segons reconeix el Pla de l'Energia de Catalunya 20062-2015, (Generalitat de Catalunya, 2006), p.234: "En la mesura que sigui possible, aquestes plantes tindran com a matèria primera olis vegetals produïts a Catalunya mitjançant el desenvolupament de cultius energètics, però atès que el potencial realitzable a Catalunya no és suficient, caldrà iniciar la recerca de matèria

6.3. Avaluació dels impactes de l'aplicació dels objectius del biodièsel

6.3.1 Requeriments de terra de cultiu i d'importació d'aliments

Per tal d'avaluar la producció a gran escala de biodièsel veurem quines serien les conseqüències d'arribar als objectius establerts pel PEC (Escenari IER). En l'Escenari IER el biodièsel passaria de 5.000 tep (el 0,1% de l'ús d'energia per a transport) a 785.000 tep (12% de l'ús d'energia en el sector de transport). Això significa que es pretén substituir un 18% del gasoil per biodièsel. En aquest apartat analitzarem els recursos necessaris per a assolir aquests objectius a Catalunya, concretament analitzarem quins serien els requeriments en termes de superfície de sòl agrícola, aigua i fertilitzants.

Per a poder realitzar els càlculs és necessari establir uns supòsits de partida, que en general seran molt favorables al biodièsel. Amb això es vol posar de manifest que si fins i tot en aquesta situació favorable els desavantatges superen els avantatges, no s'hauria d'incentivar la producció a gran escala de cultius energètics per a biodièsel. Els supòsits que es consideren són els següents:

- 1) El biodièsel seria produït amb gira-sol, la llavor oleaginosa més usada a Catalunya i l'Estat espanyol⁴¹ amb diferència. De fet, la colza, que és la que s'utilitza més a nivell europeu per a la producció de biodièsel necessita climes més freds.
- 2) Els rendiments agrícoles de gira-sol serien 1,3 tones per hectàrea⁴².
- 3) El contingut d'oli a les llavors de gira-sol seria de 42%⁴³.
- 4) La producció de llavors oleaginoses per a biodièsel es faria amb mètodes d'agricultura intensiva, que implica l'ús de fertilitzants, pesticides i maquinària. Si no fos així el rendiment seria encara més baix i tant el cost com el requeriment de terra serien inacceptables.
- 5) El biodièsel es produiria a Catalunya, important tot l'oli vegetal necessari per a la seva producció o produint part del mateix a Catalunya.
- 6) La matèria primera del biodièsel que no es produeix a Catalunya s'importaria ja en forma d'oli vegetal i no de llavors oleaginoses (de fet així es necessitaria un menor ús d'energia per al transport).
- 7) L'oli vegetal vindria d'Andalusia, la comunitat autònoma major productora de gira-sol de l'Estat espanyol (47% de la producció total; els

primera en els mercats internacionals de comercialització d'olis o de llavors d'oleaginoses per tal d'assolir els objectius establerts”.

⁴¹ El gira-sol constitueix el 65% dels cultius industrials a Catalunya (Anuari Estadístic de Catalunya, 2004) i el 99% dels cultius industrials en l'Estat espanyol (Anuari d'Estadístiques Agroalimentària d'Espanya, 2004), mesurat en termes d'hectàrees. Els cultius industrials inclouen el cotó, el lli, el cànem, el cacauet, el gira-sol, el càrtam, la soja i la colza.

⁴² Aquesta dada s'obté fent una mitjana ponderada entre el rendiment del gira-sol de secà (que ocupa el 60% de tota la terra dedicada al gira-sol) i de regadiu (40% de la terra) a Catalunya. El rendiment en terra de secà a Catalunya és 0.8 t/ha i en regadiu és 2 t/ha (Anuario de Estadística Agroalimentaria, 2003). Es nota doncs un vincle entre rendiment i rec: si es vol augmentar el rendiment s'ha de regar les plantes de gira-sol. En un context d'escassetat on es vulgui o s'hagi d'estalviar l'aigua, els rendiments seran més baixos.

⁴³ Venturi i Venturi (2003) indiquen un contingut d'oli de 40-48% en el gira-sol. Bona et al. (1999) usa un valor de 40%. Aquí prenem un valor mig entre aquests.

altres grans productors són Castella-i-Lleó (22%) i Castella-la Manxa (19%))⁴⁴. Atès que és difícil preveure l'origen de les importacions de gira-sol, per tal d'escollir supòsits favorables al biodièsel s'ha escollit un lloc proper en lloc d'una importació d'altres països, de manera que el requeriment energètic per al transport de l'oli vegetal resulta més baix.

- 8) Els gira-sols a Andalusia no substituirien altres cultius, sinó que serien conreats en terres que ara estan abandonades o no conreades⁴⁵.
- 9) Les coques oleaginoses que s'obtenen com subproducte del procés de premsa de les llavors oleaginoses, s'utilitzaria per a substituir el farratge que d'aquesta manera no es produiria a Catalunya. Aquest supòsit és molt favorable al biodièsel ja que redueix el requeriment de terra. És un supòsit molt optimista, ja que és improbable que els ramaders acceptessin usar una quantitat tan gran de coques oleaginoses.

Com hem vist, una part del biodièsel es produeix a partir d'olis vegetals usats (oli de cuina). Com que estem fent els supòsits més favorables al biodièsel, assumim que l'oli usat serà suficient per a obtenir els 194.000 tep de biodièsel de l'Escenari Base l'any 2015 (com hem dit abans, actualment ja es produeixen 72.546 tep i es preveu produir-ne 5.000 tep més en una nova planta). No obstant això, per tal d'arribar als objectius de l'Escenari IER necessitaríem encara [785.000-194.000=592.000 tep], és a dir, 661.000 tones de biodièsel. La demanda de biodièsel que excedeix la producció actual provindria probablement de cultius específics d'oleaginoses. De fet, la recollida de l'oli usat és un procés amb costos alts i sembla improbable que pugui créixer massa. Tot i així, actualment la recollida d'olis de cuina usats arriba sobretot als establiments de restauració, però existeix un gran potencial d'ampliació de recollida dels olis domèstics. Cal tenir en compte que la recollida i reciclatge d'olis usats presenta grans avantatges també en relació a reducció de la contaminació de les aigües residuals i una menor dificultat (i cost) de depuració. Així, caldria incentivar encara més la generació de biodièsel partint d'aquests olis recuperats.

Com a conseqüència, i d'acord amb els supòsits anteriors, es necessitarien 1,6 milions de tones de llavors oleaginoses, que, considerant un rendiment de 1,3 tones de gira-sol per hectàrea, requeririen 1,2 milions d'hectàrees per al seu cultiu, com es mostra a la Taula 10.

Taula 10: Requeriment de llavors oleaginoses i de terra per assolir els objectius del PEC

	Objectiu biodièsel (tep)	Quantitat de biodièsel (tones)	Llavors oleaginoses (tones)	Requeriment de terra (hectàrees)
Escenari IER 2015	592.000	661.000	1.573.000	1.210.000

⁴⁴ Font: Anuario de Estadística Agroalimentaria, 2003.

⁴⁵ Aquest supòsit és molt optimista ja que és improbable que una quantitat d'entre 600.000 i 1.200.000 hectàrees a Andalusia serien dedicades a produir gira-sols per a produir oli vegetal per a exportar a Catalunya.

Taula 11: Usos del sòl a Catalunya, 2004 (hectàrees), i superfície necessària per al cultiu d'oleaginoses per a biodièsel (total demanda prevista 2015)

Superfície forestal			Sense Vegetació	Conreus		Urbà i altres	Total	Cultius biodièsel
Bosc	Bosquines	Altres		Secà	Regadiu			
937.784	472.514	490.208	175.775	660.149	261.768	209.844	3.208.042	1.210.000
29%	15%	15%	5%	21%	8%	7%	100%	38%

Font: Anuari Estadístic de Catalunya, 2005

Si comparem aquests resultats amb l'estructura d'usos del sòl actual a Catalunya, que es mostra a la Taula 11, és fàcil observar que per a satisfer el 12% de la demanda d'energia del transport, és a dir, al voltant del 4% del consum d'energia final⁴⁶, es necessitaria el 131% de la terra usada actualment per l'agricultura a Catalunya o el 38% de tot el territori català. És a dir, caldria augmentar la terra cultivable, i a més a més amb regadiu i agricultura intensiva (amb un major consum d'aigua, fertilitzants i pesticides).

Evidentment a Catalunya no hi ha tanta superfície de terra cultivable disponible. Per això, és molt probable que per tal d'assolir els objectius del PEC bona part de la matèria primera s'hagin d'importar, en forma de llavors o d'oli vegetal.

Si prenem com a hipòtesi que l'oli vegetal s'importa d'Andalusia, i no de països estrangers (tot i que, com s'ha explicat abans aquest és un supòsit molt optimista i a més a més, poc realista), això vol dir que es necessitarien a tot l'Estat espanyol al voltant d'1,2 milions d'hectàrees per arribar a l'objectiu establert pel PEC. Aquesta és una superfície molt elevada si pensem que l'any 2005 es van dedicar als cultius energètics només 0,2 milions d'hectàrees a tot l'Estat, i que s'està parlant de la possibilitat d'arribar a 1,5 milions d'hectàrees, a través d'un seguit de mesures a favor dels agricultors. Catalunya per si mateixa absorbiria gairebé tota de la matèria primera produïda a l'Estat espanyol⁴⁷. Si consideréssim que les llavors o l'oli vegetal s'importen de l'estranger (països d'Amèrica Llatina o d'Àsia), obtindríem resultats més negatius als que s'obtenen aquí, ja que s'hauria de tenir en compte llargs distàncies de transport.

En aquesta anàlisi farem tres hipòtesis: a la primera, que anomenarem IERimp, Catalunya importaria l'equivalent en oli de totes les llavors necessàries; a les altres, IERdom_0.25 i IERdom_0.5 es cultivarien a Catalunya respectivament una quarta part i la meitat de les llavors i s'importaria la resta (Taula 12). No és imaginable que la proporció de llavors conreades a Catalunya creixi molt més, a causa de limitacions d'espai, com es veurà a la secció següent.

⁴⁶ El consum d'energia total és 20.105 milers de tep en l'Escenari Base i 17.968 milers de tep en l'Escenari IER. Com hem dit abans, el 2005 el consum d'energia per a transport va constituir el 37,7% de l'energia final.

⁴⁷ El País, 15 01 07.

Taula 12: Alternatives considerades en l'anàlisi

Nom	Descripció	Augment producció biodièsel (10 ³ tep any)	Requeriment s terra a Catalunya (10 ³ ha)	% terra conreada	% territori català
IERimp	Es compleix escenari IER, amb oli de llavors importades	592	0	0	0
IERdom_0,25	Es compleix escenari IER, amb llavors conreades a Catalunya (25%) i oli vegetal importat (75%) ⁴⁸	592	302	33	9
IERdom_0,5	Es compleix escenari IER amb llavors conreades a Catalunya (50%) i oli vegetal importat (50%)	592	605	66	19

Font: Elaboració pròpia

Com es pot observar a la Taula 12, el cultiu de part dels gira-sols necessaris per arribar a l'objectiu del PEC implicaria un enorme ús de superfície de terra cultivada. Si es decidís conrear a Catalunya només una quarta part de les oleaginoses necessàries, s'hauria d'ocupar gairebé una tercera part del sòl agrícola català i un 9% de tot el territori. Conrear la meitat dels gira-sols necessaris implicaria utilitzar més de la meitat de la terra actualment dedicada a l'agricultura, és a dir, el 19% de Catalunya. La conseqüència seria un gran augment de les importacions d'aliments i de farratge, i impactes ambientals molt seriosos, com s'explicarà més endavant.

Si part dels gira-sols necessaris per a produir biodièsel es conreessin a Catalunya, haurien de substituir altres cultius existents. De fet, gairebé el 60% del sòl català està ocupat per boscos o altres tipus de formacions vegetals, gairebé el 30% per cultius, i el 10% que queda està en part urbanitzat (Taula 11). Però, quins cultius es substituirien? La Taula 13 mostra la distribució de cultius en el sòl agrícola català. La hipòtesi més probable és que els cultius substituïts fossin cereals (que ocupen ara el 25% del sòl agrícola català) i farratges (que representen el 8%). De fet els altres cultius, com les verdures, la fruita, les vinyes i les oliveres, ofereixen un valor afegit més alt i no seria una bona idea substituir-los amb gira-sol per al biodièsel.

Per tant, prendrem com a hipòtesi que dues terceres parts de les hectàrees dedicades als gira-sols substituirien cultius de cereals i la resta cultius de farratge⁴⁹. Suposem també que totes les coques oleaginoses que es produïrien en el procés de premsa de les llavors conreades a Catalunya, és a dir, 208.000 i 417.000 tones respectivament per les alternatives IERdom_0,25 i

⁴⁸ Òbviament els percentatges adoptats aquí són arbitraris, però serveixen per a donar una indicació. Canviant la proporció de llavors conreades a Catalunya, les conclusions d'aquesta anàlisi no canviarien.

⁴⁹ S'han escollit els percentatges de manera que, per a cap dels escenaris, el requeriment de terra dedicada a cereals i farratge anteriorment excedeixi a l'actual.

IERdom_0,5⁵⁰, serien usades com a farratge (hem suposat que s'importaria d'Andalusia oli vegetal i no llavors de gira-sol, així que les coques oleaginoses que s'obtindrien en el procés de premsa de les llavors importades no es tindran en compte). Per a fer-nos una idea de l'ordre de magnitud, es pot recordar que a l'Estat espanyol es produeixen cada any 603.200 tones de coques oleaginoses de gira-sol. Gairebé totes es destinen a l'alimentació animal (Anuari d'Estadística Agroalimentària, 2003). En total es produeixen 6,2 milions de tones de coques oleaginoses de tots els cultius industrials (sobretot colza, gira-sol, soja). D'aquests, el 67% s'usa per a alimentació animal i el 33% per a usos industrials (Anuari d'Estadística Agroalimentària, 2003).

Taula 13: Producció agrícola a Catalunya, 2003

	Tones	Hectàrees	%	t/ha
Cereals	1.346.628	355.392	24,6	3,8
Lleguminoses en gra	6.657	4.989	0,3	1,3
Farratges	3.437.284	112.601	7,8	30,5
Tubercles	75.850	3.633	0,3	20,9
Hortalisses	405.906	16.985	1,2	23,9
Cítrics	145.954	10.077	0,7	14,5
Fruita dolça	1.026.039	48.647	3,4	21,1
Fruita asseca	31.062	73.755	5,1	0,4
Vinya (raïm)	487.564	60.480	4,2	8,1
Olivera (olives)	142.098	108.187	7,5	1,3
Conreus industrials	13.809	12.276	0,8	1,1
Total		1.445.377	100	

Font: Anuari Estadístic de Catalunya, 2005

Fins i tot fent el supòsit optimista que part del farratge que es deixaria de produir fos substituït per les coques oleaginoses derivades del procés de premsa de les llavors de gira-sol, el resultat de conrear les llavors a Catalunya seria una gran reducció de la terra dedicada a cereals i farratge, com es mostra a la Taula 14.

Taula 14: Canvis en l'ús de la terra⁵¹

Alternatives	Cereals		Farratge (*)		Farratge			
	Substitució (10 ³ ha)	% respecte superfície actual	Substitució (10 ³ ha)	Substitució (10 ³ t)	Prod.coques oleaginoses (10 ³ t)	Subst. farratge (10 ³ t)	Substit. farratge (10 ³ ha)	% respecte superfície actual farratge
IERimp	0	0	0	0	0	0	0	0
IERdom_0,25	202	57%	101	3.078	208 (1.250)**	1.827	60	53%
IERdom_0,5	403	113%	202	6.155	417 (2.501)**	3.654	120	106%

(*) sense tenir en compte coques oleaginoses

(**) Les dades entre parèntesi es refereixen a l'equivalent fresc, calculat considerant que el farratge fresc té aproximadament un contingut d'aigua del 85% i el farratge sec en *pellets* al voltant del 10%⁵²

⁵⁰ Per cada kg de biodièsel, s'obté al voltant d'1,3 kg de coques oleaginoses (Bernesson et al., 2004).

⁵¹ Es considera un rendiment mig de cereals i farratges de respectivament 4 i 31 t/ha (Anuari Estadístic de Catalunya).

Com es pot observar a la Taula 14, si es volguessin conrear a Catalunya un quart de les llavors necessàries per tal d'arribar als objectius del PEC, s'hauria de substituir el 57% del terreny usat actualment per al cultiu de cereals i el 53% actualment dedicat al farratge. Conrear la meitat dels gira-sols necessaris implicaria utilitzar més de la superfície actualment destinada al conreu de cereals i farratge.

Aquest canvi en el tipus de cultiu, aplicat a gran escala, podria comportar canvis importants en el paisatge rural català. En aquest sentit, podríem dir que una producció a gran escala de biocombustibles a Catalunya contradiria els objectius establerts al Programa de Desenvolupament Rural (Generalitat de Catalunya, 2005), concretament el tercer objectiu del programa "Manteniment i millora del medi ambient i gestió sostenible dels boscos", que inclou la protecció del paisatge.

Les importacions d'aliments

La Taula 14 mostra clarament que, fins i tot amb els supòsits més favorables al biodièsel, una producció a gran escala de llavors oleaginoses tindria com a conseqüència que gairebé no es produirien més cereals ni farratge a Catalunya. El resultat seria un augment de les importacions d'aliments per a consum humà i animal, que provindrien tant de la resta de l'Estat espanyol, com de la resta del món (Taula 15).

Taula 15: Variació en la importació de cereals i farratge

Alternatives	Importació cereals (milers de t)	% importacions netes cereals 2003	Importació farratges (milers de t)	% importacions netes farratges i llavors 2003
IERimp	0	0	0	0
IERdom_0,25	764	24	1.827	105
IERdom_0,5	1.528	48	3.654	209

Font: Elaboració pròpia

L'augment de les importacions de productes alimentaris pot representar una de les conseqüències negatives d'una producció de biodièsel a gran escala. La perspectiva d'augmentar molt les importacions d'aliments és més preocupant si es pensa que Catalunya ja és importadora neta de gairebé tots els gèneres alimentaris, com es mostra a la Taula 16 (que a més a més no inclou el comerç amb la resta de l'Estat espanyol).

⁵² Lardy G., Vern Anderson V., 1999, *Alternative Feeds for Ruminants*: <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/livestoc/as1182-3.htm>

Taula 16: Comerç exterior de productes alimentaris a Catalunya, 2003 (t)

	Importacions	Exportacions	Importacions netes (imp-exp.)
Animals vius	58.028	42.485	15.543
Carn i despulles	65.712	434.932	-369.220
Peixos, crustacis i altres	132.529	41.153	91.375
Llet i lactis, ous i altres	254.492	167.552	86.940
Altres productes animals	25.303	85.447	-60.144
Plantis vius	32.537	20.929	11.608
Hortalisses, llegums	976.050	114.793	861.257
Fruita	370.327	433.210	-62.883
Cereals en gra	3.397.881	215.943	3.181.938
Llavors i farratges	2.072.871	327.164	1.745.708
Greixos i olis	566.587	430.841	135.746

Font: Anuari Estadístic de Catalunya. IDESCAT. 2005

6.3.2 L'impacte ambiental dels cultius energètics

En relació a l'impacte ambiental dels cultius energètics, analitzarem en primer lloc les necessitat d'aigua, i posteriorment l'ús de fertilitzants. Per tal de calcular com influiria arribar als objectius del PEC en el consum d'aigua del sector agrícola, s'ha considerat un requeriment d'aigua per al gira-sol en terres de regadiu de 3.129 m³ per hectàrea i any a Catalunya⁵³ (segons dades de FAO Cropwat Software⁵⁴). Com que hem suposat que part de l'oli vegetal s'importaria d'Andalusia, hem de considerar el requeriment més alt d'aigua d'aquesta regió, és a dir, 5.010 m³ d'aigua per al cultiu del gira-sol (FAO Cropwat Software). No obstant això, aquestes dades només es refereixen a la irrigació teòricament necessària, mentre que part de la producció de gira-sols s'obté en terra de secà. En particular, a Catalunya només el 40% de tota la terra dedicada al gira-sol es rega, mentre que a Andalusia aquest percentatge baixa fins a l'11%. Fent una mitjana ponderada i assumint que la quota de terra regada a Catalunya i Andalusia es mantingui igual, s'obté que per a produir 1,6 milions de tones de llavors de gira-sol, es necessitaria la quantitat extra d'aigua mostrada en la Taula 17.

Taula 17: Augment en el consum d'aigua (milions de metres cúbics)

	Augment del consum d'aigua a Catalunya	Augment del consum d'aigua total	% augment Estat
IERdom_0,25	129	1.002	6%
IERdom_0,5	300	1.255	7%
IERimp	0	667	4%
Consum d'aigua total Estat espanyol en el sector agrícola: 16.909			
Total Estat espanyol: 26.050			

⁵³ S'assumeix que els gira-sols es planten a l'abril, com és habitual.

⁵⁴ El FAO Cropwat Software és un programa desenvolupat per la FAO que es pot utilitzar per a determinar les necessitats d'irrigació d'un gran nombre de conreus tenint en compte les característiques del lloc i el moment de la sembra. Es pot a través de:
<http://www.fao.org/ag/AGL/aglw/cropwat.stm>

Les dades presentades a la primera columna s'han calculat restant a l'ús d'aigua per a gira-sols l'ús d'aigua per als cereals i el farratge que els gira-sols substituirien⁵⁵. La segona columna expressa l'augment total de consum d'aigua a l'Estat espanyol, i la tercera indica el percentatge que aquest augment implicaria sobre el total d'aigua del sector agrícola a l'Estat espanyol.

La Taula 17 mostra que substituint part dels cultius de cereals i farratges amb gira-sol, el consum d'aigua a Catalunya augmentaria 129 i 300 milions de m³, si respectivament un quart i la meitat dels gira-sols es produïssin a Catalunya. A nivell global, arribar als objectius del PEC i produir el 4% de la energia necessària a Catalunya requeriria un ús d'aigua igual a un percentatge entre el 4% i el 7% de tot l'ús en el sector agrícola de l'Estat espanyol.

Una altra conseqüència d'una producció a gran escala de cultius oleaginosos per a la producció de biodièsel seria un augment de l'ús de fertilitzants a l'agricultura. Els elements químics més importants continguts en els fertilitzants són el nitrogen (N), el fòsfor (P) i el potassi (K). Per convenció, els dos últims es mesuren en termes d'òxid fosfòric (P₂O₅) i òxid de potassi (K₂O). Considerant un ús de N, P₂O₅ i K₂O respectivament de 9.000, 5.000 i 5.000 kg/ha (segons la base de dades FAO per a l'Estat espanyol⁵⁶), s'obté que per tal d'arribar als objectius del PEC s'hauria d'utilitzar la quantitat de fertilitzants indicada a la Taula 18.

Taula 18: Ús de fertilitzants (kg/ha per any)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
Ús total	10.888	6.049	6.049	22.986
Ús a Catalunya IERdom_0,25	-20.415	-11.846	-7.511	-39.772
Ús a Catalunya IERdom_0,5	-40.830	-23.692	-15.021	-79.543
Total actual a l'Estat Espanyol	896.300	562.000	414.000	1.873.000.

Un dels efectes més preocupants de l'ús de fertilitzants en l'agricultura és l'eutrofització; es pot calcular l'impacte conjunt dels fertilitzants usant els factors de Potencial d'Eutrofització (PE), que s'utilitzen molt sovint a les anàlisis del cicle de vida (ACV)⁵⁷. Així, la contribució potencial dels diferents fertilitzants a l'eutrofització es calcula multiplicant el pes de cada tipus de fertilitzant per un factor que compara el seu impacte en termes d'eutrofització amb el de l'ortofosfat (PO₄³⁻). Els factors PE per a les substàncies mencionades abans són 0.42 kg/kg(PO₄³⁻) per a N, 1.34 kg/kg (PO₄³⁻) per a P₂O₅, i 0 kg/kg(PO₄³⁻)

⁵⁵ Per als cereals s'han pres els valors del blat d'hivern: 3.174 i 3.890 m³ per any i hectàrea respectivament a Catalunya i Andalusia (FAO Cropwat Software, assumint que el blat es planti al novembre). Es va assumir que el 17% de la terra dedicada a cereals es regaria (mitjana espanyola, segons l'Anuari d'Estadística Agroalimentària d'Espanya, 2004). Per al farratge s'ha fet una mitjana entre el requeriment d'aigua de l'herba típica de climes calents i del blat de moro usat per a farratge. El resultat és un requeriment d'aigua de 2.856 i 5.030 m³ per any i per hectàrea a Catalunya i Andalusia. La font és FAO Cropwat Software (assumint que es plantin al juny), i es va considerar que només el 27% es regaria (mitjana espanyola, segons l'Anuari d'Estadística Agroalimentària d'Espanya, 2004)

⁵⁶ <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fubc99.xls>, any 1996.

⁵⁷ Gorree et al., 1999.

per a K_2O . Utilitzant aquestes aproximacions, l'impacte en termes d'eutrofització d'arribar als objectius del PEC es mostren a la Taula 19.

Taula 19: L'augment del potencial d'eutrofització (tones de PO_4^{3-} eq)

	N	P_2O_5	Total
Ús total	4.573	8.106	12.679
Ús a Catalunya IERdom_0,25	-8.574	-15.873	-24.448
Ús a Catalunya IERdom_0,5	-17.149	-31.747	-48.895
Total Estat espanyol actualitat	376.446	753.080	1.129.526.

Aquí també es pot observar que si bé una substitució dels cultius de cereals i farratge amb gira-sol reduiria una mica l'ús de fertilitzants a Catalunya, a escala global, l'ús de fertilitzants augmentaria de 12.679 tones de PO_4^{3-} equivalents, que constitueix l'1% de l'ús de fertilitzants a tot l'Estat espanyol.

L'augment de l'impacte ambiental que es produiria per una producció a gran escala de biocombustibles es troba en contradicció amb els objectius ambientals establerts al Programa de Desenvolupament Rural de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2005), i en particular a l'apartat del tercer objectiu, (Manteniment i millora del medi ambient i gestió sostenible dels boscos), prioritat VII (millora i manteniment del medi ambient), on es menciona explícitament la intenció de reduir la contaminació deguda a l'ús excessiu de fertilitzants.

6.3.3 Les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle

Com a contrapartida dels impactes ambientals descrits anteriorment (un gran ús de terra i el consegüent augment en les importacions d'aliments, l'augment de l'ús d'aigua per a irrigació i fertilitzants), els avantatges d'una producció de biodièsel a gran escala no serien tan importants com se sol indicar.

L'avantatge més important del biodièsel, segons els seus promotors, és l'estalvi en les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, i en conseqüència, una contribució a assolir els objectius establerts pel Protocol de Kyoto. De fet, el CO_2 emès durant el procés de combustió és el mateix absorbit per la planta durant el procés fotosintètic en el mateix any, i per això no augmenta la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera.

Però no es pot oblidar que al llarg de tot el procés de producció de biodièsel s'usa energia provinent dels combustibles fòssils: en forma de fertilitzants, pesticides i maquinària en la producció de llavors oleaginoses; en la transesterificació en forma de metanol i electricitat; en forma de combustible per al transport de les llavors des del camp a la planta de transformació, i després el biodièsel fins a les gasolineres.

Per tal de calcular les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, primer cal avaluar la relació output/input, que expressa quantes unitats de biodièsel s'obtenen per una unitat d'energia invertida en el procés, mesurades en termes energètics. A la literatura científica es troben diverses relacions output/input

(Kallivroussis et al., 2002; Bernesson et al., 2004; Cardone et al. 2003; Venturi i Venturi, 2003; Janulis, 2004; Giampietro et al. 1997; Giampietro i Ulgiati, 2005). Els resultats varien molt segons els diferents supòsits, els límits del sistema analitzat i sobretot les regles d'assignació del consum energètic entre biodièsel i els seus sub-productes. Aquests sub-productes són, principalment, les coques oleaginoses (obtingudes de la premsa de les llavors oleaginoses, i que s'utilitza com a aliment per a animals) i glicerina (produïda en el procés de trans-esterificació, i que s'utilitza en molts processos industrials).

Moltes anàlisis del cicle de vida atribueixen part dels inputs energètics, i conseqüentment de les emissions, als sub-productes, calculant el grau d'assignació en termes de pes o contingut energètic. Òbviament, com més ús d'energia sigui atribuït als sub-productes, més eficient semblarà el procés de producció de biodièsel (i més alta serà la relació output/input). Però si podem acceptar aquest procediment a petita escala, no és correcte si ho estenem a una escala més gran (Giampietro et al., 1997) perquè després d'arribar a una certa quantitat seria difícil trobar un mercat que donés sortida als sub-productes, especialment si tota Europa augmentés molt la producció de biodièsel, com estableix la Directiva Europea 30/2003/CE sobre biocombustibles. Per tant, els sub-productes (en aquest cas les coques oleaginoses amb destinació per a l'alimentació animal) podrien deixar de ser un producte amb un valor, i convertir-se en un residu, amb els respectius costos econòmics i energètics del seu tractament i disposició.

Per aquesta raó, en aquest informe s'ha decidit no atribuir part del consum energètic de la producció de biodièsel a la glicerina que s'obté com sub-producte de la trans-esterificació. No obstant això, sí que s'ha restat al consum energètic del biodièsel el cost energètic evitat per a la producció del farratge substituït amb les coques oleaginoses⁵⁸.

Com que s'han pres les hipòtesis més favorables al biodièsel, s'ha pres la relació output/input més alta de les proposades per les referències citades anteriorment, que és de 2,5 (Bernesson et al. 2004). Inclou tant l'ús directe d'energia com l'energia incorporada en els fertilitzants. Aquesta relació és bastant més alta que les altres i per tant molt probablement està sobreestimant l'eficiència del biodièsel. Per al biodièsel produït amb oli vegetal importat s'ha considerat un cost energètic de 0,1 tep per tona per a la trans-esterificació (Bernesson et al. 2004, Cardone et al., 2003).

Amb aquests supòsits, i considerant un cost energètic per al transport de 40 g/tona de combustible per quilòmetre (Federici et al., 2003) i un trajecte de 1.100 km d'anada i tornada (aproximadament la distància des de Barcelona a Sevilla, que produeix el 26% de tot el gira-sol de l'Estat espanyol⁵⁹), s'obtenen els resultats mostrats a la Taula 20.

⁵⁸ S'ha considerat un ús d'energia evitat per a la producció de farratge de 0.04 tep per tona (Biondi et al., 1989).

⁵⁹ Font: Anuari d'Estadística Agroalimentària d'Espanya, 2004.

Taula 20: Emissions de CO₂ relacionades amb els objectius de l'escenari IER (592.000 t)⁶⁰, en tones

	IERimp	IERdom_0,25	IERdom_0,5
Emissions causades per la producció de biodièsel (fertilizants, pesticides, maquinària, trans-esterificació, etc.)	204.107	335.885	467.662
Emissions causades pel transport dels olis vegetals, dels cereals i del farratge (sec)	423.975	421.610	314.245
Estalvi d'emissions ⁶¹	1.199.961	1.222.491	1.350.021
Canvi en relació al consum d'energia en el 2003 ⁶²	2,9%	2,9%	3,3%
Canvi en relació al consum d'energia del 2015 segons l'escenari IER ⁶³	2,6%	2,9%	2,6%

Com es pot observar, arribar als objectius de l'escenari IER del PEC, que impliquen substituir el 18% del gasoil català per biodièsel, permetria reduir les emissions de CO₂ en un 3%. Recordem que aquest resultat s'ha obtingut amb totes les hipòtesis més favorables a la producció de biodièsel.

Òbviament, es poden obtenir resultats contraris en part si no es comptabilitzen les despeses energètiques que tenen lloc fora de Catalunya, com per exemple l'ús d'energia per als gira-sols, els cereals i el farratge que s'haurien d'importar a causa d'una producció a gran escala de biodièsel, però això no seria correcte, ja que Catalunya en seria responsable.

6.3.4 Efectes sobre la qualitat de l'aire

Pel que fa a la qualitat de l'aire, els indicadors més importants són les partícules en suspensió⁶⁴, els òxids de nitrogen (NO_x)⁶⁵ i els compostos orgànics volàtils (VOC)⁶⁶ (Manahan, 2000; Brimblecombe, 1996).

L'ús de biodièsel per al transport tindria conseqüències en la qualitat de l'aire, ja que les emissions de la combustió de biodièsel són lleugerament diferents a les emissions del gasoil. En general, la substitució de gasoil per biodièsel té com a conseqüència un petit augment d'emissions d'òxids de nitrogen (NO_x) i una disminució de les partícules en suspensió, segons diferents estudis (Altin

⁶⁰ S'ha considerat una relació de 3,1 tones de CO₂ per tona de combustible fòssil, fent la hipòtesi simplificadora que tot el combustible fòssil usat fos gasoil.

⁶¹ L'estalvi d'emissions s'ha calculat restant les emissions de CO₂ per al transport de l'oli vegetal i la producció de biodièsel a les emissions associades a 592.000 tep, és a dir, 1.8 milions de tones de CO₂.

⁶² 41.457 milers de tones de CO₂.

⁶³ 46.442 milers de tones de CO₂.

⁶⁴ Les partícules en suspensió penetren en el sistema respiratori i irriteren les cavitats nasals, la faringe i els pulmons, amb la conseqüència d'afavorir l'asma i els problemes respiratoris. També contenen hidrocarburs poli-cíclics aromàtics (PAH), que són cancerígens, i també nitrogen, òxid de sofre i metalls pesats, absorbits de l'aire i concentrats en les partícules.

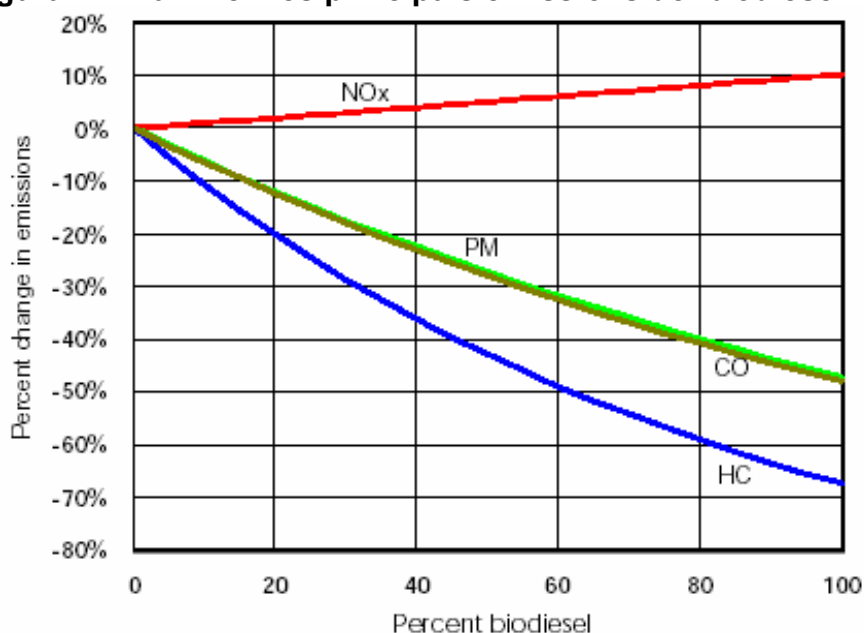
⁶⁵ El NO s'uneix a l'hemoglobina, substituint l'oxigen i reduint d'aquesta forma l'oxigenació de la sang; el NO₂ forma àcid nítric (HNO₃), que irrita els ulls, la pell i el sistema respiratori, malmet plantes i edificis, i contribueix a la pluja àcida.

⁶⁶ Els compostos orgànics volàtils produeixen irritació dels ulls, de la pell i del sistema respiratori, així com risc de càncer. També contribueixen al *fotosmog*.

et al., 2001; Cardone et al., 2003; Graboski and Mc Cormick, 1998; Kalligeros et al., 2003; Labeckas and Slavinskas, 2005; Mc Cormick and Alleman, 2005; Turrio-Baldassarri et al., 2004).

Un estudi portat a terme per l'Agència de Protecció Ambiental (EPA, per les sigles en anglès) dels Estats Units (2002) conclou que si es substitueix el gasoil amb una barreja de biodièsel al 20% (B20), els òxids de nitrogen augmenten un 2%, mentre que les partícules en suspensió, els hidrocarburs i el monòxid de carboni disminueixen respectivament del 10,1%, 21,1% i 11%, com es mostra a la Figura 27⁶⁷. En el cas que ens ocupa, on es proposa substituir un 18% del gasoil per biodièsel (pur), les emissions resultants serien equivalents a les de l'estudi de la EPA (2002).

Figura 27: Canvi en les principals emissions del biodièsel B20



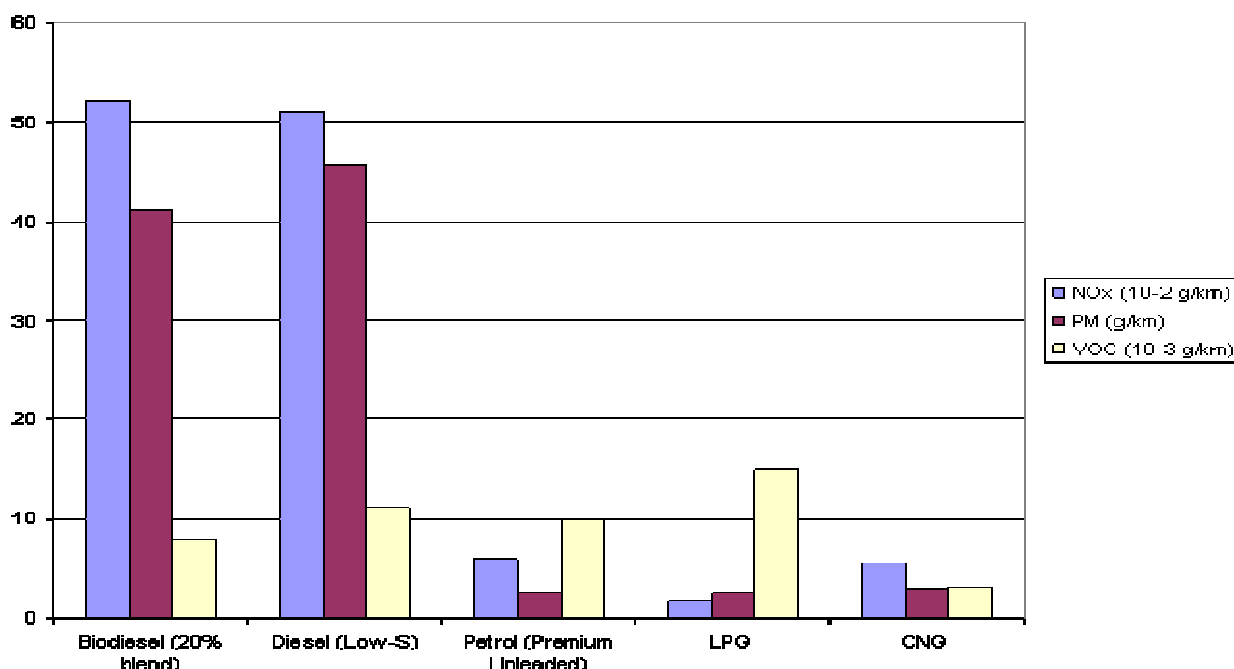
Font: EPA, 2002.

Encara que és cert que el biodièsel redueix la contaminació urbana en termes de partícules en suspensió i compostos orgànics volàtils, si aquest fos l'objectiu de la seva introducció seria millor privilegiar altres combustibles actualment disponibles en el mercat, com s'observa a la Figura 28. De fet, la gasolina, els GLP i el gas natural asseguren un estalvi en les emissions d'òxids de nitrogen comparat amb el gasoil de respectivament el 88%, el 96% i el 89%. Aquests tres combustibles permeten, a més a més, una reducció d'aproximadament el 95% de partícules en suspensió en relació al gasoil. Pel que fa als compostos orgànics volàtils, el B20 redueix les emissions en un 24% comparat amb el gasoil i en aquest sentit és millor que la gasolina, que permet una reducció de només el 9%. No obstant això, l'ús del gas natural i GLP redueixen

⁶⁷ Aquí s'han considerat els hidrocarburs (HC) en lloc dels Compostos Orgànics Volàtils. De totes maneres, el resultat no canvia, ja que els HC són el principal component dels VOC. A més dels components citats abans, l'anàlisi de l'EPA inclou també el monòxid de carboni (CO), que aquí no es té en compte perquè el seu efecte tòxic és limitat a les àrees de tràfic més intens, i en condicions normals pot ser metabolitzat pel cos humà.

respectivament el 73% i el 36% les emissions de partícules en suspensió (Raugei i Russi, 2006)⁶⁸. No obstant això, no es pretén donar a entendre que s'ha de potenciar l'ús d'aquests combustibles fòssils per motius de salut o de contaminació urbana, sinó posar de manifest que no és un argument adequat per a defensar els biocombustibles.

Figura 28: Factors d'emissió dels principals contaminants associats al transport dels principals combustibles en el mercat



Font: Raugei i Russi, 2006.

Aquestes dades són importants sobretot tenint en compte que el Pla d'Actuació sobre qualitat de l'aire⁶⁹ per a gran part de la Regió Metropolitana de Barcelona que està elaborant actualment el Departament de Medi Ambient i Habitatge centra la seva atenció en dos d'aquests indicadors: els òxids de nitrogen i les partícules en suspensió (concretament les partícules inferiors a les 10 micres, PM10). Aquests dos contaminants han assolit nivells bastant superiors als permesos en els darrers anys a les quatre comarques contemplades al Pla d'Actuació, i la font principal d'emissió és el transport terrestre (40% de les emissions de NOx el 2004, i un 52% de les emissions de partícules en suspensió PM10). És per això que el mateix Pla estableix una sèrie de mesures encaminades a reduir-les.

⁶⁸ Les dades s'han obtingut d'un document del CSIRO australià (un equivalent del Consell Superior d'Investigacions Científiques) (Beer et al., 2004), i d'un document publicat pel American National Renewable Energy Laboratory (Morris et al., 2003).

⁶⁹ Pla d'Actuació per restablir la qualitat de l'aire als 40 municipis de les comarques del Barcelonès, Vallès Occidental, Vallès Oriental i Baix Llobregat, definits pel Decret 226/2006, de 23 de maig, com a zona de protecció especial. Disponible a: http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/atmosfera

La promoció de l'ús del biodièsel podria generar problemes de contaminació atmosfèrica degut a l'augment de les emissions d'òxids de nitrogen causades pel biodièsel en relació al gasoil convencional, però encara més en relació a la benzina, tot i que disminueix les emissions de PM10 en relació al dièsel, però no a la benzina.

6.3.5 El desenvolupament rural

L'agricultura europea està experimentant cada vegada més dificultats per la liberalització del comerç internacional d'aliments. Els productes alimentaris europeus són cada vegada menys competitius comparats amb els productes venuts en els mercats internacionals. No obstant això, es reconeixen en l'agricultura europea molts més valors que la simple creació de renda (Gómez-Limón i Atance, 2004).

De fet, l'agricultura protegeix el paisatge, manté la biodiversitat agrícola, crea ocupació, evita l'abandó de les àrees rurals, etc. A més a més, les àrees rurals constitueixen el 90% del territori europeu, on viuen al voltant del 50% de la població europea (dades de la Direcció General d'Agricultura de la Comissió Europea). Per aquestes raons, la Unió Europea inverteix gairebé la meitat del seu pressupost (al voltant de 54.771 milions d'euros l'any 2006⁷⁰) en subsidis agrícoles a través de la Política Agrícola Comú (PAC). Sense els subsidis, l'agricultura europea no seria rendible i probablement s'abandonarien moltes zones rurals. No obstant això, els subsidis atorgats en el marc de la Política Agrària Comú de la Unió Europea són molt criticats per la seva distorsió dels mercats, donant lloc a una competència deslleial amb els agricultors dels països del Sud.

Els biocombustibles poden veure's com una part de la solució a aquest problema, permetent protegir el sector agrícola a través de subsidis directes (PAC) i indirectes (desfiscalització dels biocombustibles) i al mateix temps sense interferir en els mercats internacionals d'aliments. Els biocombustibles poden constituir una alternativa a la producció d'aliments, sobretot en vista a la possible reducció dels subsidis agrícoles a l'exportació d'aliments que podria derivar de les creixents pressions internacionals.

Com es pot observar a la Taula 21, la superfície dedicada a cultius industrials (gairebé tot gira-sols) a Catalunya ha disminuït en els últims deu anys gairebé en dues terceres parts. La raó és una reducció de les ajudes europees dirigides a llavors oleaginoses establerta en el programa de la Política Agrícola Comú Europea del període 2000-2004, juntament amb una creixent competència del blat de moro, que va gaudir d'incentius majors. De totes maneres, les ajudes van augmentar l'any 2005, produint un cert augment també de la producció.

⁷⁰ http://eur-lex.europa.eu/budget/data/D2006_VOL4/EN/nmc-titleN123A5/index.html.

Taula 21: Cultius industrials, hectàrees

1993	1995	1997	1999	2003
28 410	22 695	16 799	20 368	10 210

Font: Anuari Estadístic de Catalunya, 2006

Un fort augment de la demanda de llavors oleaginoses per a la producció de biodièsel podria canviar aquesta situació, fent augmentar els preus i potser les ajudes econòmiques al sector. Actualment la PAC estableix un incentiu per als cultius energètics de 45 €/ ha, que poden ser atorgats només als agricultors que demostrin tenir un contracte amb una planta de processament. A més, les matèries primeres per als biocombustibles poden conrear-se a la terra retirada de la producció (set-aside). Per aquesta raó, una part del sector agrícola acull de forma molt positiva el biodièsel, ja que es veu com una oportunitat d'augmentar la producció de llavors oleaginoses i d'incentivar el desenvolupament rural.

És difícil quantificar l'augment de la renda del sector agrícola gràcies a una producció a gran escala de biocombustibles perquè això dependria de diferents factors difícils de predir.

En general, atès que molts dels cultius energètics substituirien altres cultius, els avenços en desenvolupament rural dependrien de la diferència entre el valor afegit obtingut dels cultius que serien substituïts i el valor afegit obtingut de les llavors oleaginoses. Aquesta diferència dependria de factors com el preu dels productes alimentaris, la necessitat de treball, i el cost i l'ús de fertilitzants, pesticides, energia, maquinària per tona, etc., tots ells difícils d'estimar.

De totes maneres, es poden fer algunes consideracions. En primer lloc, si la demanda d'oleaginoses augmenta molt, algunes terres marginals i abandonades es podrien fer servir per als cultius energètics, augmentant d'aquesta forma la renda dels seus propietaris. A més a més, a la terra per la qual els propietaris cobren per a mantenir fora d'ús (terra set-aside) s'hi poden conrear matèries primeres per a biocombustibles. En segon lloc, si la demanda d'oleaginoses augmenta molt com a conseqüència de les polítiques a favor dels biocombustibles, el preu també podria augmentar, causant un increment del valor afegit. També podria passa que la Unió Europea augmentés la quantitat de subsidis agrícoles per a incentivar als agricultors a conrear oleaginoses en els seus camps.

Davant de les dificultats de fer una estimació quantitativa, en aquest informe preferirem donar simplement una mesura qualitativa. Utilitzant una escala qualitativa constituïda pels valors “cap”, “baix”, “mitjà” i “alt”, podem dir que el desenvolupament rural dels agricultors catalans impulsat per una producció a gran escala de biodièsel dependrà de la quantitat de gira-sols que es conreen a Catalunya. Llavors els valors que obtindrem per a les alternatives analitzades seran “cap” a l'escenari IERimp, “baix” a l'alternativa IERdom_0,25 (només un quart de les llavors oleaginoses es conreen a Catalunya) i “mitjà” a l'alternativa IERimp_0,5 (la meitat dels gira-sols es produeixen a Catalunya). A nivell global, llavors, el desenvolupament rural impulsat pel biodièsel seria “alt”.

En aquest sentit, potser la major contribució dels biocombustibles no seria la reducció de l'ús d'energia i de l'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle, sinó impulsar el desenvolupament del sector rural en un context on la producció d'aliments europea és cada vegada menys competitiva en els mercats internacionals. Així, una producció a gran escala de biocombustibles seria coherent amb els objectius del Programa de Desenvolupament Rural de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2005), que administra el pressupost de la PAC dedicat al desenvolupament rural (al voltant del 10% del total).

6.3.6 Impactes en països del Sud

Tot i que en aquest anàlisi hem considerat la hipòtesi que la matèria primera provingués d'importacions de dins de l'Estat espanyol, la situació actual a nivell mundial fa que ja s'estigui produint un fenomen molt clar d'importació de llavors oleaginoses o d'olis vegetals des de països en desenvolupament cap a països desenvolupats per a la fabricació de biodièsel (també passa amb la importació de matèria primera per la producció de bioetanol). Aquest fet té conseqüències en molts casos ja que les plantacions i cultius no es fan en condicions adequades a nivell social i ambiental, i per tant es produeixen impactes negatius com la desforestació o la substitució de cultius alimentaris o la sobreexplotació de la terra, tal com es presenta a continuació.

A l'Annex 11 del *Pla d'Acció sobre Biomassa* de la Unió Europea (COM/2005/628 final) es calcula que per tal d'arribar a l'objectiu de la Directiva Europea 2003/30/EC sobre biocombustibles (5,75% de la energia usada en el sector del transport), seria necessària la utilització de com a mínim una cinquena part del territori europeu. Per aquesta raó la Comissió estableix molt clarament tant al *Pla d'Acció sobre Biomassa* com a *l'Estratègia Europea sobre Biocombustibles* (COM/2006/34 final) que Europa haurà d'impulsar i incentivar els cultius energètics en els països del Sud, on la productivitat de la biomassa és més alta i els costos de producció més baixos. És fàcilment previsible que si la demanda de biocombustibles a Europa augmenta molt, els països del Sud podrien ser estimulats a substituir cultius alimentaris i boscos tropicals amb grans monocultius energètics, com està succeint amb Malàisia i Indonèsia, respectivament els productors del 48% i del 36% de l'oli de palma a nivell mundial, del que la UE ja és el segon consumidor mundial amb un 13% l'any 2002 (Friends of the Earth, 2004).

Els biocombustibles jugaran presumiblement un paper important en els processos de desforestació de països com Malàisia, Indonèsia i Filipines, afavorint la pèrdua de biodiversitat silvestre, una reducció de la fertilitat del sòl i de la disponibilitat i qualitat de l'aigua, així com, paradoxalment un possible empitjorament de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a causa de la desforestació, ja que els arbres són embornals de diòxid de carboni. Per exemple, el monocultiu de palma ha estat responsable del 87% de tota la desforestació de Malàisia des de 1985 (Mombiot, 2005). Ja ara, la *palma d'oli* (*Elaeis guineensis*) és la principal causa de desforestació a Indonèsia.

Els grans monocultius de llavors oleaginoses (sobretot soja i palma) són responsables de greus impactes ambientals a Brasil, Colòmbia i Argentina (veure el butlletí del World Rainforest Movement de novembre 2006⁷¹, totalment dedicat als impactes ambientals i socials dels biocombustibles). De fet provoquen desforestació, erosió del sòl, consumeixen molta aigua i redueixen la biodiversitat (Carrere, 2006).

Un altre motiu de preocupació és l'ús de grans monocultius d'organismes genèticament modificats (OGM), que poden produir contaminació genètica. La soja i la colza (*canola*), els cultius més usats per al biodièsel, es troben entre els OGM més usats. L'any 2005 aproximadament 54,4 milions d'hectàrees es van conrear amb soja genèticament modificada (el 60% del total) i 4,6 milions de hectàrees (el 18% del total) es van conrear amb colza GM (Clive, 2005). A més a més, quan els biocombustibles de segona generació, és a dir, els que utilitzen com a matèria primera la fusta, siguin tecnològicament madurs es podria produir un incentiu encara més fort per a l'expansió de monocultius d'arbres de creixement ràpid, en substitució de boscos primaris o secundaris d'alt valor ecològic.

Finalment, la substitució de cultius d'aliments per cultius energètics és un problema seriós en molts països en termes de seguretat alimentària⁷² i de sobirania alimentària⁷³, que es podria agreujar si creixen les importacions d'oleaginoses tal com preveu la Unió Europea. La pèrdua d'explotacions d'autoconsum o destinades als mercats locals a favor de grans cultius industrials destinats a l'exportació significa menys disponibilitat de terres adequades per al cultiu d'aliments⁷⁴. A més a més de les conseqüències relacionades amb la disponibilitat d'aliments i la volatilitat dels preus⁷⁵, aquest tipus d'explotacions impliquen canvis en l'estructura econòmica i social de les poblacions afectades, i una major dependència dels mercats internacionals i de decisions polítiques preses a l'exterior.

⁷¹ <http://www.wrm.org.uy>

⁷² Segons la FAO, hi ha seguretat alimentària quan totes les persones tenen en tot moment accés físic i econòmic a suficients aliments innocus i nutritius per a satisfer les seves necessitats alimentàries. http://www.fao.org/spfs/index_es.asp.

⁷³ El concepte de sobirania alimentària va més enllà de la seguretat alimentària i inclou el dret a decidir sobre les polítiques agrícoles pròpies. Es defineix com "el dret de tots els pobles, comunitats i països a definir les seves polítiques en matèria agrícola, laboral, de pesca, alimentació i terres, perquè s'adeqüin a les seves necessitats específiques des d'un punt de vista ecològic, social, econòmic i cultural. La sobirania alimentària inclou el dret real a l'alimentació i a produir aliments, que vol dir que totes les persones tenen dret a una alimentació segura, nutritiva i apropiada culturalment i també als recursos necessaris per produir aliments i a la capacitat per garantir la seva supervivència amb independència i de les seves societats." (Ziegler, 2004).

⁷⁴ A banda de problemàtiques socials i ecològiques sovint vinculades a aquestes explotacions.

⁷⁵ Per exemple, el president de Mèxic, Felipe Calderón, va reconèixer a principis de gener de 2007 que l'augment de la demanda de blat de moro a Estats Units per a la producció de bioetanol és la causa principal de l'augment de preu de la farina de blat de moro, que afecta greument a l'economia i la seguretat alimentària de Mèxic ja que aquest és un aliment bàsic en aquest país (veure article de El País, 12/01/06).

Per totes aquestes raons, si es vol importar oli vegetal o biodièsel, és molt important tenir en compte l'origen i com s'ha dut a terme el cultiu, per tal d'assegurar-se que no s'han afavorit processos de desforestació, ni que el conreu ha donat lloc a impactes ambientals en termes d'erosió del sòl, contaminació i ús excessiu d'aigua, i reducció de biodiversitat. La Unió Europea ha reconegut ja aquestes problemàtiques, i ha plantejat la necessitat d'establir un sistema de certificació que garanteixi l'adequació dels cultius, com proposa el Pla d'Acció de la Biomassa publicat el desembre de 2005.

6.4 Conclusions

La Taula 22 mostra els impactes de les alternatives analitzades en aquest estudi sota els diversos criteris escollits. Les columnes ombrejades indiquen els valors que són favorables pel biodièsel a gran escala, mentre que les columnes transparents inclouen els aspectes que són desfavorables.

La valoració global és que un ús a gran escala del biodièsel no és recomanable. Es vol subratllar que, com ja s'ha dit al text, en aquest anàlisi s'han utilitzat els supòsits més favorables al biodièsel. Amb supòsits més "realistes", com ara una relació output/input més baixa o un menor aprofitament de les coques oleaginoses per part dels ramaders, els desavantatges del biodièsel serien encara més grans.

En el que queda de secció compararem els diferents impactes, positius i negatius, del biodièsel. Subratllem que aquestes conclusions es refereixen únicament a la producció de biodièsel a gran escala i de cultius específicament dedicats a aquesta finalitat. La producció de biocombustibles a petita escala i en condicions particulars (per exemple en els casos on es poden aprofitar sinèrgies amb altres produccions o en el cas de productors agrícoles que utilitzen biodièsel pel seu autoconsum) és positiva en diversos sentits. A més a més, l'ús de residus agrícoles⁷⁶ i d'olis vegetals reciclats per a la producció de biocombustibles és sempre aconsellable i hauria de ser incentivada, ja que d'una banda redueix els costos i l'impacte ambiental de la disposició de residus, i per l'altra permeten produir energia, augmentant l'eficiència del sistema.

⁷⁶ Per exemple, la Generalitat Valenciana vol promoure l'ús de restes de taronges per a la producció de bioetanol (<http://www.energies-renovables.com/paginas/ContenidoSecciones.asp?Id=9725>).

Taula 22: Matriu d'impactes de les alternatives estudiades

Criteris	IERimp	IERdom_0,25	IERdom_0,5
Requeriment de terra total (milers d'hectàrees)	1.210	1.210	1.210
Requeriment de terra a Catalunya (milers d'hectàrees)	0	302	605
Variació de la importació cereals (milers de tones)	0	764	1.528
Variació de la importació farratge sec (milers de tones)	0	1.827	3.654
Estalvi de emissions de CO ₂ (milers de tones)	1.200	1.222	1.350
Variació de l'ús de fertilitzants a Catalunya (tones de PO ₄ ³⁻)	0	-24.448	-48.895
Variació de l'ús de fertilitzants total (tones de PO ₄ ³⁻)	12.679	12.679	12.679
Variació de l'ús d'aigua a Catalunya (10 ⁶ m ³)	0	129	300
Variació de l'ús d'aigua total (10 ⁶ m ³)	667	1.002	1.255
Variació de les emissions d'òxids de nitrogen (%)	2	2	2
Variació de les partícules en suspensió (%)	10,1	10,1	10,1
Incentiu al desenvolupament rural a Catalunya (qualitatiu)	Cap	Baix	Mitjà
Incentiu al desenvolupament rural en total (qualitatiu)	Alt	Alt	Alt

En primer lloc, cal destacar que a causa dels baixos rendiments de la producció de biodièsel (0,5 tep per hectàrea), la superfície de sòl agrícola necessària per arribar als objectius del PEC seria enorme. De fet, si es volgués conrear tot el gira-sol a Catalunya es necessitarien al voltant de 1,2 milions de hectàrees, més del territori utilitzat actualment per a cultius, i el 40% de la superfície de Catalunya. Com a conseqüència, bona part de la matèria primera necessària per a produir el biodièsel hauria de ser importada en forma de llavors oleaginoses o d'oli vegetal. Això és el que ja preveu el PEC (pàgina 150).

Utilitzar part del territori català per a produir gira-sols per al biodièsel causaria una substitució de cultius alimentaris, amb la conseqüència d'un gran augment de les importacions. Sota els nostres supòsits, les importacions de cereals augmentarien en 0,8 milions de tones si només produïssin a Catalunya una quarta part de les oleaginoses necessàries per tal d'arribar a l'objectiu de l'Escenari IER. Aquest valor pujaria a 1,5 milions de tones si es produís a Catalunya la meitat de les llavors. Quant a les importacions de farratge, l'augment seria de 1,8 milions de tones en el primer cas i de 3,6 milions de tones en el segon.

A més a més, molt lluny de ser “verd” com s'afirma sovint, el biodièsel té un gran impacte ambiental associat a la fase agrícola, a causa d'una producció amb agricultura intensiva per tal d'obtenir els rendiments més alts possibles (si

no fos així el biodièsel no seria rendible). En particular, a nivell global el consum de fertilitzants augmentaria en 22.986 tones (equivalents a 12.679 tones de PO_4^{3-} , és a dir al voltant de l'1% del consum total de fertilitzants de l'Estat espanyol). A més a més, el consum d'aigua de l'Estat espanyol augmentaria entre el 4 i el 7%.

Quins serien els avantatges de produir uns impactes tan seriosos? Utilitzant les hipòtesis més favorables, arribar als objectius de l'Escenari IER implicaria reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle d'un 3% en relació a les emissions previstes para Catalunya en l'Escenari IER (i del 8-9% pel que fa a les emissions previstes en el sector del transport).

En el cas de la contaminació urbana els resultats són ambivalents. D'una banda un ús a gran escala de biodièsel reduiria la contaminació urbana en termes de PM10, tot i que l'augmentaria en relació als òxids de nitrogen. De fet, si el biodièsel constituís el 20% de tot el combustible usat a Catalunya, les partícules en suspensió es reduirien un 10,1% (encara que les emissions de NOx augmentarien un 2%). No obstant això, si l'objectiu de les polítiques sobre biodièsel fos la reducció de la contaminació urbana, seria més efectiva una política que afavorís l'ús de combustibles amb menors emissions de NOx i PM10 ja presents en el mercat (gasolina, metà, GLP). És, per tant, un argument feble per a defensar els biocombustibles.

Finalment, el biodièsel podria impulsar el desenvolupament rural, és a dir, podria augmentar la renda dels agricultors catalans (òbviament només si part de les llavors fossin conreades en territori català, amb la contrapartida d'un major impacte ambiental a Catalunya). La magnitud dels avantatges per al desenvolupament rural dependrà de factors difícilment previsibles com el preu relatiu de les oleaginoses, l'evolució dels mercats internacionals de productes alimentaris, etc.

Una altra consideració que sorgeix d'aquesta discussió sobre l'oportunitat política del biodièsel és que com que el requeriment de terra és tan alt, la conseqüència probable d'un augment de l'ús de biodièsel a Catalunya seria un augment de les importacions d'olis vegetals de països del Sud, amb el risc d'incentivar processos de desforestació i de substitució de cultius alimentaris, provocant l'erosió del sòl i la pèrdua de biodiversitat agrícola i forestal. En altres paraules, promovent els biocombustibles a gran escala, Catalunya podria reduir de manera modesta el seu impacte ambiental, tant en termes de contaminació urbana i d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle, a costa d'un gran impacte ambiental fora de les seves fronteres.

Per això, si es decideix produir biodièsel a Catalunya amb olis vegetals importats, s'hauria de vigilar atentament l'origen de la matèria primera per tal d'assegurar-se que no hagi substituït boscos humits a Brasil, Colòmbia o el Sud-est Asiàtic, i que no hagi produït un gran impacte ambiental. Sota aquest punt de vista, importar oli vegetal d'Andalusia (com s'assumeix en aquesta anàlisi) o d'altres parts de la Unió Europea podria oferir millors garanties en aquest sentit, a banda de reduir la despesa energètica per al transport.

En conclusió, encara que produir biocombustibles amb oli usat és sempre aconsellable i s'hauria d'incentivar el més possible, no seria recomanable incentivar la producció de biodièsel a gran escala a partir de cultius específics, degut al gran impacte que això comporta en comparació amb els petits avantatges en relació a l'estalvi energètic i la reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.

La idea que el biodièsel podria contribuir a solucionar els problemes d'alta dependència de la nostra societat respecte els combustibles fòssils no és només falsa, sinó també perillosa. De fet podria facilitar una espècie d'optimisme tecnològic i de confiança en una solució tècnica al problema energètic, quan la única solució és modificar els patrons de consum, incentivant l'estalvi i l'eficiència energètica.

7. Conclusions

Aquest extens bloc ha presentat les dades i anàlisi sobre la producció i consum d'energia primària a Catalunya en les seves diverses formes.

La principal conclusió és tornar a posar de manifest que l'evolució del país i el desenvolupament econòmic van lligats a un major consum d'energia. Aquest major consum té una sèrie d'impactes segons quines fonts energètiques s'utilitzin per satisfer-lo. Catalunya no és un bon exemple, ja que té una gran dependència respecte combustibles fòssils i d'importació.

Catalunya ha gairebé doblat el consum d'energia primària en el període 1990-2005, amb un creixement interanual del 3%, superior al creixement del PIB.

La dependència respecte els combustibles fòssils s'ha accentuat tant en termes absoluts com relatius, degut a l'estancament de la generació d'origen nuclear, i l'any 2005 era del 70%. Tenint en compte que la dependència respecte la nuclear (la qual depèn també d'urani importat) és del 20%, Catalunya es situa en una dependència exterior del 90% per l'energia primària consumida.

En quant a la utilització de l'energia pels diferents sectors, el sector de l'energia, tot i utilitzar més energia en termes absoluts (perquè transforma més energia que serà usada per la resta de l'economia), ho fa amb més eficiència. És a dir, necessita menys energia per a fer disponible la mateixa quantitat d'energia a la resta de sectors consumidors finals. Això és degut al canvi de combustible cap al gas natural (que assoleix eficiències més altes) i a les millores tècniques.

Després del sector de l'energia els sectors més importants són el transport (que està creixent força en els darrers anys), i la indústria (que retrocedeix en termes relatius). Més petits, però amb creixements forts de consum tenim el sector domèstic i els serveis.

És important assenyalar com el transport i el sector primari estan dominats pels productes petrolífers, que creixen amb força, mentre que a la resta de sectors els vectors energètics que més creixen són el gas natural (indústria i domèstic) i l'electricitat (domèstic i serveis).

La generació amb renovables només suposava el 2005 un 2,5% del consum total d'energia a Catalunya. A més, hem de tenir en compte que gran part d'aquesta generació és hidràulica (incloent-hi la gran hidràulica), incineració de residus, i biomassa.

La solar fotovoltaica és pràcticament inexistent, la solar tèrmica té poca presència i un creixement baix, i només l'eòlica i el biogàs sembla que creixen a ritmes més alts, tot i que encara estan a nivells molt baixos.

D'aquesta manera Catalunya està molt lluny dels objectius del Pla de l'Energia, i es requereixen taxes de creixement interanual entre el 2005 i el 2015 molt elevades per a poder assolir aquests objectius, com ara del 43% per l'eòlica, o del 38% per la fotovoltaica i del 35% pels biocarburants. Això vol dir que la societat ha de fer un esforç considerable en els propers anys, i això per arribar només a una participació de les renovables del 9% respecte el total el 2015.

En definitiva, la dependència energètica respecte l'exterior que pateix el país augmentarà en el temps, i tindrà una sèrie de riscos per a l'economia. Aquest elevat risc associat a la dependència ve donat per la concentració de les importacions d'uns determinats països tant pel gas (Algèria) com pel petroli (països de l'OPEP), però també per l'estat de les infraestructures, com és el cas del gas natural, que no permeten diversificar les fonts d'origen degut a que les plantes gasificadores i la resta d'equipament estan ja a la seva màxima utilització.

Davant d'aquesta situació Catalunya té encara l'oportunitat de posicionar-se com a país rellevant en el foment de les energies renovables i és per això que s'han detallat les barreres que frenen la seva expansió al país.

L'anàlisi exhaustiva de l'acompliment dels objectius previstos al Pla de l'Energia de Catalunya per al biodièsel mostra que l'assoliment dels objectius amb producció autòctona és impossible, ja que es requeriria un 131% de la terra cultivable, i per tant s'haurà d'importar les llavors oleaginoses o bé directament l'oli vegetal, externalitzant a d'altres territoris els impactes ambientals associats.

Referències

AEE, Asociación Empresarial Eólica (2006) *Eólica 2006*. Madrid. Disponible a <http://www.aeeolica.org>

Altin R., Çetinkaya S., Yucesu H. Y., (2001) The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines, *Energy Conversion and Management* **42**:529-538.

Anta, J. (2006) Energía solar fotovoltaica. Presentació del president d'ASIF a la Jornada d'energia solar fotovoltaica "Una oportunitat para todos", organitzada per la revista Energias Renovables a Madrid el 22 de Novembre de 2006. Disponible a: http://www.energias-renovables.com/paginas/jornadas_ponencias_fv.asp

APPA & PricewaterhouseCoopers (2005) *Una Estrategia de Biocarburantes para España (2005-2010) Adaptación a los objetivos de la Directiva 2003/30/CE*, http://www.appa.es/descargas/Estrategia_Biocarbur_APPA.pdf

ASIF (2005) Hacia una electricidad respetuosa con el medio ambiente. Informe ASIF. Octubre 2005. Disponible a: http://www.asif.org/files/INFORME_ASIF_OCTUBRE_05_Revisado_Final.pdf

ASIF (2006) Situación de la Energía Solar Fotovoltaica (Resumen) 2006. Disponible a: http://www.asif.org/files/ASIF_Situac_FV_Spain_Resumen_2005_Rev_sep2006.pdf

ASIF (2006b) Hacia una generación eléctrica competitiva. Informe ASIF. Octubre 2006. Disponible a: http://www.asif.org/files/INFORME%20ASIF%202006_E3.pdf

ASIT (2006) Promoción y despliegue industrial de la energía solar térmica: Desarrollo industrial y comercial de la energía solar térmica en España. Presentació al Seminari sobre Energia solar de la Universitat Politècnica de Madrid, el 22 de Febrer de 2006. Disponible a <http://www.asit-solar.com/presentaciones/Presentaci%F3n%20ASIT-UPM,%2021-2-06.pdf>

Ayres, R.U. (1998) "Eco-thermodynamics: economics and the second law", *Ecological Economics*, 26: 189-209.

Ayres, R.U. and Simonis, U., (eds.) (1994) *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. Tokyo: United Nations University Press.

Beer T., Grant T., Watson H., Olaru D., (2004) Life-Cycle Emissions Analysis of Fuels for Light Vehicles. Report HA93A-C837/1/F5.2E to the Australian Greenhouse Office.

Bernesson S. Nilsson D., Hansson P.A., (2004) A limited LCA comparing large- and small- scale production of rape methyl ester (RME) under Swedish conditions, *Biomass and Bioenergy* **26**:545-559.

Bona, S., Mosca, G. and Camerali, T. (1999) Oil crops for biodiesel production in Italy, *Renewable Energy* 16:1053-1056.

Brimblecombe, P. (1996) Air composition and chemistry, 2nd ed. Cambridge Environmental Chemistry Series.

Cardone, M., Mazzoncini, M., Menini, S., Rocco, V., Senatore A., Seggiani M. and Vitolo, S. (2003). Brassica carinata as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: agronomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization, *Biomass and Bioenergy* **25(6)**:623-636.

Carrere, R. (coord.) (2006), Oil Palm. From Cosmetics to Biodiesel, Colonization lives on, World Rainforest Movement, www.wrm.org.uy

Clive J., (2005), Global status of commercialized biotech/gm crops: 2005, ISAAA BRIEFS NO. 34-2005, <http://www.isaaa.org>.

Comissió Europea (2000) Eficiència Energètica: Pla d'Acció. COM (2000) 247.

Comissió Europea (2000) Green Paper: Towards a European strategy for the security of energy supply. COM(2000) 769 final. 29.11.2000.

Comissió Europea (2005) Pla d'Acció per la Biomassa. Comunicació de la Comissió COM/2005/628 final.

Comissió Europea (2006) Una estratègia de la UE sobre biocombustibles. Comunicació de la Comissió COM/2006/34 final.

Comissió Europea (2007) Comunicació de la Comissió al Consell Europeu i al Parlament europeu. Una política energètica per a Europa (COM(2007) 1 final; Brussel·les, 10.1.2007).

Comissió Nacional de l'Energia (2006) Informe sobre producció d'energia règim especial el 2005.

ENUSA (2005) *ENUSA Informa*, No. 36, mayo de 2005. Madrid.

ENUSA (2006) *Informe Anual 2005*. Madrid.

Environmental Protection Agency (EPA) (2002) A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions, Draft Technical Report EPA420-P-02-001.

Espejo Marín, C. (2002) “La producción de electricidad de origen nuclear en España”, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, No 33: 65-77.

Federici M., Ulgiati S., Verdesca D. i Basosi R., (2003) Efficiency and sustainability indicators for passenger and commodities transportation systems: The case of Siena, Italy, *Ecological Indicators* **3(3)**:155-169.

Folch, R., Capdevila, I., Oliva, A., Moresco, A. (2005) L’energia en l’horitzó del 2030. Generalitat de Catalunya. Departament de Treball i indústria. Setembre de 2005.

Foro Nuclear (2004) Energía Nuclear y Garantía de Suministro. Madrid. Disponible a <http://www.foronuclear.org/publicaciones.jsp>

Foro Nuclear (2004b) Resultados y Perspectivas Nucleares 2004. Madrid. Disponible a <http://www.foronuclear.org/publicaciones.jsp>

Foro Nuclear (2005) Resultados y Perspectivas Nucleares 2005. Madrid. Disponible a <http://www.foronuclear.org/publicaciones.jsp>

Friends of the Earth (2004) Greasy Palms: European Buyers of Indonesian Palm Oil. www.foe.co.uk/resource/reports/greasy_palms_buyers.pdf

Generalitat de Catalunya, Departament de Treball i indústria (2006) Pla de l’Energia de Catalunya 2006-2015. Pla Estratègic. 1a edició, juny 2006.

Generalitat de Catalunya. Departament d’Agricultura, Ramaderia i Pesca (2005) Programa de desarrollo rural de Cataluña, periodo 2000-2006. Notificación 25/07/2005, <http://www.gencat.net/darp/c/serveis/pdr/doc/pdr0006.pdf>.

Giampietro M., Ulgiati S., (2005) Integrated assessment of large- scale biofuels, *Critical Reviews in Plant Sciences* **24**:1-20.

Giampietro M., Ulgiati S., Pimentel D., (1997) Feasibility of Large- Scale Biofuel Production: does an enlargement of scale change the picture? *BioScience* **47(9)**:587-600.

Gómez-Limón and Atance I., (2004) Identification of public objectives related agricultural sector support, *Journal of Policy Modeling*, **26**: 1045–1071.

Gorree M., L. van Oers, J. Guinée, (1999) Impact categories and baseline characterisation factors proposed in the Guide (Thinktank DT.031), CML, Leiden, Netherlands.

Graboski M.S. and Robert L. McCormick R.L., (1998) Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines, *Progress in Energy and Combustion Science* **24(2)**:125-164.

Hennicke, P. (1993) "Planificación energética alternativa: experiencias y resultados", dins AEDENAT: Energía para el mañana. Conferencia sobre "Energía y equidad para un mundo sostenible", Ed. Los libros de la Catarata, Madrid.

His, S., (2004) Panorama 2005. A look at Biofuels Worldwide, Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison France, http://www.ifp.fr/IFP/en/files/cinfo/IFP-Panorama05_07-BiocarburantVA.pdf.

ICAEN (2006) Balanços d'Energia Primària 1990-2005. ICAEN, mimeo.

IDAE, (2006) Manuales de Energías Renovables. N.7 Biocarburantes en el Transporte, Madrid

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

International Energy Agency (IEA) (2005) *Energy Statistics Manual*. Paris. Disponible a http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2005/statistics_manual.pdf

Instituto Geológico y Minero de España (IGME) *Panorama Minero: Uranio* <http://www.igme.es/internet/RecursosMinerales/panoramaminero/minerales/uranio03.htm>

Iraegui, J., i Ramos, J. (2004) Gestió Local de l'Energia. Diputació de Barcelona i Fundació Pi i Sunyer.

Janulis, P. (2004) Reduction of energy consumption in biodiesel fuel life cycle, *Renewable Energy* **29(6)**: 861-871.

Jones, A. (2001) "Working: energy services for the new millennium", presentat a la CHPA National Conference: Sustainable Energy Communities. Londres, 20 novembre de 2001.

Kalligeros S., Zannikos F., Stournas S., Lois E., Anastopoulos G., Teas Ch. and Sakellaropoulos F., (2003) An investigation of using biodiesel/marine diesel blends on the performance of a stationary diesel engine, *Biomass and Bioenergy* **24(2)**:141-149.

Labeckas G., Slavinskas S., (2005) The effect of rapeseed oil methyl ester on direct injection. Diesel engine performance and exhaust emissions, *Energy Conversion and Management* **47(13-14)**:1954-1967.

Macías, E. (2006) Situación actual de los fabricantes de módulos fotovoltaicos. Presentació del representant d'ISOFOTON a la Jornada d'energia solar fotovoltaica "Una oportunitat para todos", organitzada per la revista Energías Renovables a Madrid el 22 de Novembre de 2006. Disponible a http://www.energias-renovables.com/paginas/jornadas_ponencias_fv.asp

- Manahan S.E., (2005) *Environmental Chemistry* - 8th edition , CRC Press.
- Mc Cormick and T.L. Aleman, (2005) Effect of biodiesel fuel on pollutant emissions from diesel engines, in Knothe G., Van Gerpen J., Krahl J. (editors), *Biodiesel Handbook*, AOC.
- Mills, D. (2001) Least-cost planning and electricity industry reform in Australia. *Australian Journal of Public Administration* 60 (1): 70-79.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2006) *La Energía en España 2005*. Madrid. Disponible a <http://www.idae.es>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio / IDAE (2005) *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*. Madrid. Disponible a <http://www.idae.es>
- Morris R.E., Pollack A.K., Mansell G.E., Lindhjem C., Jia Y., Wilson G., (2003) *Impact of Biodiesel Fuels on Air Quality and Human Health*. Report NREL/SR-540-33793 to National Renewable Energy Laboratory, USA.
- OCDE (2006) *Uranium 2005: Resources, Production and Demand*. Organisation for Economic Cooperation and Development. Paris.
- Raugei M., Russi D. (in press) Biodiesel: A Solution for Urban Pollution?. Article preparat per la 9a Conferència Bienal de la Societat Internacional d'Economia Ecològica. Nova Delhi, 15-18 Desembre 2006
- Rocchetta C., (1992) Le esperienze sul biodiesel in Italia ed in Europa, *Notiziario dell'Enea e di Renagri* Gennaio- Marzo, 1992, *Agricoltura e innovazione*. Nuove Tecnologie, Energia, Biotecnologia, 67-71.
- The Economist (2006) *Uranium. Glowing*. pàgines 49-50. 19-25 agost 2006.
- Turrio-Baldassarri L., Battistelli C.L., Conti L., Crebelli R., De Berardis B., Iamiceli A.L., Gambino M., Iannaccone S., (2004) Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and 'biodiesel' blend, *Science of the Total Environment* 355(1-3): 64-77.
- UIC (2006a) *Nuclear Issues Briefing Paper 36*, May 2006. Uranium Information Centre, Melbourne, Australia. Disponible online a: <http://www.uic.com.au/nip36.htm>
- UIC, Uranium Information Centre (2006b) *Nuclear Power in Spain*, Briefing Paper #85, May 2006. Disponible a <http://www.uic.com.au/nip85.htm>
- Ulgianti S. (2001) A comprehensive Energy and Economic Assessment of Biofuels: When "Green" is not enough, *Critical Reviews in Plant Sciences* **20(1)**:71-106.

UNDP (2006) *Human Development Report 2006: Beyond Scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. New York. Disponible online a <http://hdr.undp.org/hdr2006/>

USES (1980) *Enciclopedia della Scienza*, vol. VII, 436. USES, Ed. Scientifiche, Firenze.

Venturi P. and Venturi G., (2003) Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems, *Biomass and Bioenergy* 25(3):235-255.

Wilson, D. i Swisher, J. (1993) "Exploring the Gap. Top-down versus Bottom-up analyses of the Cost of Mitigating Global Warming". *Energy Policy*, 21 (3): 249-263.

Ziegler, Jean (2004) *El dret a l'alimentació al món. Informe del relator especial de les Nacions Unides pel Pret a l'Alimentació. Àgora Nord-Sud*.

Llistat dels principals acrònims utilitzats

ACS - Aigua Calenta Sanitària
ASIF - Associació de la Indústria Fotovoltaica
ASIT - Associació Solar de la Indústria Tèrmica
CENER - Centro Nacional de Energías Renovables
CIEMAT - Centre d'Investigacions Energètiques Medioambientals i Tecnològiques
CNE - Comissió Nacional de l'Energia
CO₂ - Diòxid de Carboni
EDAR - Estació Depuradora d'Aigües Residuals
ENUSA - Empresa Nacional del Uranio, S.A.
GLP - Gas Liquefiet del Petrolí
GNL - Gas Natural Liquefiet
ICAEN - Institut Català de l'Energia
IDAE - Institut per a la Diversificació i l'Estalvi d'Energia
IDESCAT - Institut d'Estadística de Catalunya
IER - Escenari Intensiu en Energies Renovables (del PEC)
INE - Institut Nacional d'Estadística
MAT - Línia de Molt Alta Tensió
MJ - Mega Joule (10⁶ Joules)
OCDE - Organització per la Cooperació i el Desenvolupament d'Europa
OGM - Organismes Genèticament Modificats
OPEP - Organització de Països Exportadors de Petrolí
PAC - Política Agrícola Comú
PEC - Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015
PER- Pla d'Energies renovables 2005-2010
RSU - Residus Sòlids Urbans
SEPI - Sociedad Estatal de Participaciones Industriales
TEP - Tona Equivalent de Petrolí
TMR - Tarifa Mitjana de Referència
UE - Unió Europea
UIC - Uranium Information Center

Índex de termes

- Àfrica..... 53, 54, 60
 Alemanya..... 9, 58, 59, 62, 67
 Algèria..... 11, 53, 54, 55, 106
 Aràbia Saudita 53
 biocombustibles 3, 4, 5, 7, 10, 30, 33, 36,
 41, 42, 44, 50, 52, 61, 71, 72, 73, 75, 81,
 84, 85, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 108,
 115
 biodièsel.. 1, 6, 9, 10, 14, 15, 36, 41, 42, 44,
 50, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80,
 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93,
 94, 95, 96, 106, 115
 bioetanol 41, 42, 71, 73, 74, 75, 93, 115
 biogàs .. 5, 6, 33, 36, 40, 44, 46, 47, 48, 105
 biomassa. 1, 5, 6, 36, 38, 43, 44, 46, 47, 48,
 60, 73, 92, 105, 115
 carbó ... 1, 2, 3, 8, 14, 20, 21, 28, 30, 34, 56,
 57
 Catalunya 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15,
 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27,
 28, 29, 30, 32, 34, 36, 37, 40, 41, 42, 43,
 44, 45, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71,
 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83,
 84, 86, 90, 91, 94, 95, 96, 105, 106, 109,
 110, 113
 dependència exterior 7, 22, 105
 eficiència 1, 2, 4, 5, 8, 14, 18, 23, 26, 27,
 28, 32, 33, 37, 50, 51, 52, 62, 63, 66, 74,
 86, 95, 105
 eficiència energètica ... 1, 11, 15, 96, 97, 98,
 99, 101, 102
 Egipte..... 54
 electricitat.. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 16, 17, 19, 23,
 24, 26, 27, 30, 31, 33, 36, 40, 41, 42, 45,
 47, 48, 52, 53, 56, 57, 61, 66, 67, 68, 69,
 85, 105, 116
 energia final .. 3, 4, 9, 14, 15, 16, 26, 28, 30,
 31, 32, 33, 34, 35, 56, 78
 energia primària 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15,
 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28,
 29, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50,
 51, 52, 53, 56, 57, 61, 105, 115, 116
 energia renovable 37, 38
 energies renovables 2, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 19,
 20, 31, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46,
 48, 50, 51, 56, 60, 66, 69, 106
 eòlica... 1, 5, 6, 8, 14, 36, 39, 42, 44, 46, 47,
 52, 60, 66, 67, 68, 69, 105, 106
 estalvi.... 1, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 15, 33, 37, 50,
 51, 72, 74, 76, 84, 86, 88, 96, 97, 98, 99,
 101, 102, 103
 Estat espanyol 5, 39, 41, 42, 45, 47, 52, 53,
 54, 56, 58, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 74,
 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 95
 Estats Units 58, 59, 62, 74, 87, 93
 Europa 39, 53, 55, 66, 71, 72, 75, 85, 92,
 93, 111, 113
 França 23, 52, 55, 58, 59, 68
 gas natural.. 1, 2, 3, 4, 7, 11, 17, 18, 19, 22,
 23, 24, 30, 31, 32, 33, 34, 48, 51, 52, 53,
 54, 55, 56, 73, 88, 105, 106
 generació elèctrica 3, 6, 7, 17, 19, 24, 27,
 28, 47, 48, 53, 56, 57, 60, 64
 hidràulica 1, 36, 38, 52, 67, 105
 hidroelèctrica 5, 6, 36, 38, 43, 44, 46
 Holanda 58
 indústria 2, 3, 15, 26, 28, 29, 30, 34, 51, 63,
 64, 65, 69, 105, 109
 Iran 50, 53
 Iraq 53
 Líbia..... 53, 55
 Marroc 54, 55
 Mèxic 53, 93
 Namíbia 59, 60
 Nigèria 53, 54, 55
 Noruega..... 54, 55
 nuclear 1, 2, 7, 8, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22,
 24, 37, 53, 57, 58, 59, 60, 67, 105, 109
 oleaginoses 9, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80,
 81, 85, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 115
 Oman..... 55
 Orient Mitjà 53, 56
 petroli.... 1, 2, 3, 4, 7, 11, 14, 17, 19, 20, 21,
 22, 23, 31, 35, 50, 51, 52, 53, 56, 60, 74,
 75, 106, 116
 productes petrolífers 3, 4, 30, 31, 32, 33, 34,
 105
 Qatar..... 54, 55
 Regne Unit 58, 59
 reserves..... 8, 50, 53, 54, 58, 59, 60
 residus . 5, 6, 36, 37, 38, 43, 44, 48, 95, 105
 risc 2, 6, 7, 14, 15, 25, 50, 51, 52, 53, 54,
 55, 56, 59, 60, 87, 96, 106
 Rússia 50, 53, 58, 59, 60
 sector domèstic .. 2, 3, 4, 15, 29, 31, 32, 35,
 105
 sector energètic... 3, 14, 16, 17, 28, 73, 116
 sector primari..... 2, 3, 4, 15, 29, 33, 34, 105
 sectors econòmics.... 1, 2, 14, 15, 26, 28, 34
 serveis .. 2, 3, 4, 15, 26, 29, 32, 33, 35, 105,
 109
 silici..... 8, 62, 63, 64
 solar fotovoltaica 6, 8, 40, 44, 47, 61, 65,
 105, 107, 111
 solar tèrmica . 4, 6, 8, 33, 40, 44, 45, 46, 60,
 67, 105
 Sud-àfrica 59, 60
 transport 2, 3, 4, 7, 9, 15, 17, 19, 24, 26, 28,
 29, 31, 33, 34, 41, 42, 50, 51, 55, 68, 69,

71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 85, 86, 89, 92, 95, 96, 105, 115	urani.....57 Veneçuela53
---	-----------------------------------

Glossari

Biocombustible

Combustible obtingut de biomassa vegetal. Hi ha principalment dos tipus de biocombustible: bioetanol (que substitueix o pot ser barrejat amb benzina), i biodièsel (que substitueix o pot ser mesclat amb gasoil) (veure més endavant).

Bioetanol

Biocombustible que s'obté a través d'un procés de fermentació i destil·lació de plantes sucreres (canya de sucre, remolatxa) o amb un alt contingut en midó (cereals, blat de moro). També s'està treballant en una tecnologia per a obtenir bioetanol a partir de la fusta (biocombustibles de segona generació). Pot ser barrejat amb benzina.

Biodièsel

Biocombustible que s'obté de llavors oleaginoses i pot ser barrejat amb gasoil en petits percentatges en qualsevol motor dièsel, o ser utilitzat pur en motors construïts específicament per això. S'olis vegetals (sobretot obtinguts de la colza, girasol i soja), fent-los reaccionar amb un alcohol en un procés anomenat trans-esterificació.

Consums auxiliars

Consum propi de les centrals de producció d'energia elèctrica.

Consum d'energia primària

Agregació de la producció local amb el saldo d'importació/exportació d'energia, tenint en compte les variacions d'estocs i els búnquers.

Consum final d'energia

Quantitat d'energia consumida pels usuaris. No inclou el consum per a transformació no energètica.

Contaminació urbana

Contaminació a escala local que es produeix a les ciutats degut principalment al sector del transport i de calefacció. Els indicadors més utilitzats per a mesurar-la són les partícules en suspensió, els òxids de nitrogen (NO_x) i els compostos orgànics volàtils (VOC).

Eutrofització

Augment de les aportacions de nutrients a un ecosistema aquàtic que pertorba l'equilibri natural entre les espècies, afavorint un abundant creixement de productors primaris (com ara algues). En morir, aquestes s'acumulen al fons, i

el procés de descomposició consumeix gran quantitat d'oxigen, reduint l'oxigen disponible per altres espècies. Una de les principals causes de l'eutrofització és la contaminació de l'aigua amb fertilitzants.

Hores treballades

Nombre total d'hores normals i extraordinàries efectivament treballades durant l'any pel conjunt del personal ocupat. No s'hi inclouen vacances, dies festius, vagues, malalties, la durada del trajecte a la feina i les interrupcions per menjar.

Potència instal·lada

Potència per a força motriu, és a dir, capacitat de tots els motors i màquines que transformen qualsevol forma d'energia en energia mecànica utilitzada en el procés industrial.

Producció d'electricitat. Producció bruta

Producció d'energia elèctrica mesurada en borns de generador. Inclou els consums auxiliars.

Producció d'electricitat. Producció neta

Producció bruta menys els consums auxiliars.

Producció disponible

Producció neta menys el consum de bombament.

Producció d'energia primària

Producció local de les diverses formes d'energia.

Saldo d'importació/exportació d'energia

Diferència entre el consum brut d'energia de fonts primàries o equivalents més la variació d'estocs i búnquers, i la producció local d'energia primària.

Tona equivalent de petroli (tep)

Unitat d'energia equivalent a 107 quilocalories. Aquesta unitat és emprada normalment en els balanços energètics per expressar els continguts energètics reals de les diferents fonts d'energia en relació amb una unitat estàndard de petroli brut, que té un poder calorífic inferior (PCI) de 107 quilocalories per tona.

Transformació d'energia

Quantitat d'energia consumida en els processos de transformació del sector energètic.

TPES (Total Primary Energy Supply)

O bé disponibilitat Total d'Energia Primària. Es calcula com la producció local més les importacions, restant les exportacions, els búnquers marins internacionals, i sumant o restant el canvi als estocs.

Annex. Taules Bloc 2

Taula A- 1: Producció d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004(*)	2005(*)
Carbó	170,4	198,6	142,8	147,0	159,0	135,3	137,8	142,4	115,6	116,1	111,8	101,8	86,7	75,3	82,6	74,5
Petrolí	674,0	962,6	1 012,1	848,9	802,3	647,9	503,3	371,5	529,1	292,4	217,6	336,4	314,5	319,3	252,8	163,0
Gas Natural	2,3	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	2,8	1,7	2,2	2,0	2,1	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0
Energia Nuclear	5.501,0	5.469,8	5.430,8	5.371,0	5.537,5	5.241,1	5.628,1	5.658,6	6.081,0	5.948,5	6.353,8	6.491,1	6.400,6	6.419,8	6.164,9	5.231,0
Energia Hidroelèctrica	255,6	299,5	408,7	355,1	387,4	338,2	501,6	455,2	401,2	389,9	386,7	435,9	415,6	519,4	465,0	323,5
Energia Eòlica	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,6	0,7	7,6	11,9	14,0	14,8	14,0	17,7	20,8
Biomassa	75,3	100,4	81,7	28,6	3,4	4,8	2,8	116,3	113,0	107,6	95,2	95,5	90,1	93,9	100,8	95,5
Energia Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,2	1,5	1,8	2,4	2,6	2,9	4,5	6,6
Residus Renovables	41,3	54,6	68,2	72,6	76,3	103,8	107,9	123,3	119,4	122,6	122,7	115,5	110,6	147,7	120,8	117,2
Residus no renovables	-	-	-	-	-	-	2,0	39,7	41,4	50,4	50,1	51,2	53,3	56,1	55,3	57,0
Bioetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biodièsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	5,4	9,9	50,4
Biogàs	-	-	-	0,3	0,2	0,4	0,4	0,0	0,3	0,3	1,6	4,7	10,1	22,7	37,2	38,0
TOTAL	6.719,8	7.087,8	7.146,6	6.826,0	6.968,4	6.473,9	6.887,4	6.910,4	7.405,2	7.039,0	7.355,2	7.650,3	7.502,6	7.678,4	7.313,6	6.179,5

* Dades provisionals

Font: Elaboració pròpia a partir de dades aportades per ICAEN (2006)

Taula A-2: Saldo comercial d'energia primària de Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004(*)	2005(*)
Carbó	394,7	282,2	173,1	103,0	107,1	101,8	159,7	194,0	81,1	109,4	137,8	19,0	181,8	93,3	172,3	186,8
Petroli	7.695,8	7.815,4	7.854,4	8.402,7	8.760,7	9.413,0	10.174,2	10.022,0	10.779,7	11.412,0	11.334,7	11.690,9	12.004,5	12.466,1	12.757,3	12.982,7
Gas Natural	1.747,0	1.889,6	2.011,9	1.886,0	1.989,0	2.213,7	2.503,7	3.221,6	3.162,4	3.644,8	4.094,5	4.286,8	5.106,6	5.430,3	6.192,7	6.761,1
Energia nuclear	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Electricitat	144,8	254,6	85,5	263,6	235,9	388,9	105,6	110,5	179,6	223,2	320,7	383,8	287,7	336,5	210,4	599,6
Energia hidroelèctrica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energia eòlica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energia solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Residus renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Residus no renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	19,9	23,1	21,6
Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-32,4
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	9.982,2	10.241,8	10.124,9	10.655,4	11.092,8	12.117,5	12.943,2	13.548,0	14.202,8	15.389,4	15.887,7	16.380,5	17.582,3	18.346,1	19.355,8	20.519,3

* Dades provisionals

Font: Elaboració pròpia a partir de dades aportades per ICAEN (2006)

Taula A- 3: Consum d'energia primària a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004(*)	2005(*)
CARBÓ	565,1	480,8	315,9	250,0	266,1	237,1	297,5	336,4	196,7	225,5	249,6	120,8	268,4	168,6	254,9	261,3
sector energètic	209,0	202,3	199,1	186,1	208,0	178,2	170,7	262,1	137,4	166,4	185,8	60,9	233,8	142,2	230,2	237,2
usos no energètics	0,5	0,7	1,7	1,5	1,6	1,5	1,5	1,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
consum final	355,6	277,8	115,1	62,4	56,5	57,4	125,3	72,6	57,9	59,1	63,8	59,9	34,6	26,4	24,7	24,2
indústria	346,9	268,7	109,7	56,3	52,1	53,5	122,0	70,8	55,8	57,1	62,1	58,3	33,1	24,9	23,3	22,9
domèstic	6,8	7,8	4,4	5,0	3,6	2,4	2,2	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
primari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
serveis	1,9	1,3	1,0	1,1	0,8	1,5	1,1	0,7	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
transport	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PETROLI	8.369,8	8.778,0	8.866,5	9.251,6	9.563,0	10.060,9	10.677,4	10.393,5	11.308,8	11.704,4	11.552,2	12.027,2	12.319,0	12.785,3	13.010,1	13.145,8
sector energètic	1.352,5	1.323,5	1.445,9	1.398,1	1.365,1	1.490,1	1.628,7	1.350,6	1.721,8	1.708,2	1.531,7	1.653,2	1.646,0	1.595,4	1.518,9	1.562,1
usos no energètics	1.821,9	1.940,3	1.941,1	2.270,5	2.285,7	2.330,7	2.449,5	2.323,0	2.480,7	2.632,5	2.525,0	2.644,0	2.893,4	3.194,6	3.239,4	3.364,7
consum final	5.195,4	5.514,2	5.479,5	5.583,1	5.912,2	6.240,1	6.599,2	6.719,9	7.106,4	7.363,7	7.495,5	7.730,0	7.779,5	7.995,3	8.251,8	8.219,0
indústria	1.007,8	1.040,2	1.090,0	1.076,1	1.226,6	1.246,1	1.193,5	1.170,6	1.216,3	1.213,5	1.174,1	1.223,7	1.251,8	1.249,4	1.200,6	1.199,0
domèstic	340,9	387,6	402,9	421,6	376,9	381,7	424,7	406,6	417,4	414,2	372,3	360,7	334,1	341,7	366,2	327,3
primari	378,9	411,3	328,1	371,6	375,1	387,6	494,9	457,7	474,1	509,2	523,6	536,1	537,9	558,3	570,9	583,7
serveis	185,9	192,2	199,7	195,2	188,3	179,3	177,2	165,1	172,1	174,2	180,2	185,8	183,9	194,0	203,6	204,6
transport	3.281,9	3.482,9	3.458,8	3.518,7	3.745,3	4.045,3	4.308,9	4.520,0	4.826,5	5.052,5	5.245,3	5.423,7	5.471,8	5.651,8	5.910,6	5.904,3
GAS NATURAL	1.749,3	1.891,9	2.014,1	1.888,3	1.991,2	2.215,8	2.506,5	3.223,3	3.164,6	3.646,9	4.096,6	4.288,6	5.108,4	5.432,2	6.194,7	6.763,1
sector energètic	241,2	273,2	348,3	218,3	299,7	344,8	437,4	992,5	791,7	1.001,4	1.262,6	1.294,7	1.766,4	1.920,5	2.558,2	3.077,0
pèrdues transport i distribució	68,4	36,4	27,1	60,1	29,2	68,3	67,8	44,7	15,5	45,0	-55,9	48,4	85,8	41,1	61,8	43,1
Usos no energètics	2,7	2,7	2,9	4,8	6,0	6,3	5,6	5,6	7,0	9,8	10,0	8,3	8,0	10,6	10,8	11,0

Bloc 2 – Annex - Taules

consum final	1.437,0	1.579,6	1.635,8	1.605,1	1.656,3	1.796,4	1.995,7	2.180,5	2.350,3	2.590,6	2.879,9	2.937,2	3.248,2	3.460,0	3.563,9	3.632,0
indústria	1.025,0	1.059,9	1.074,4	1.032,8	1.085,6	1.221,7	1.349,6	1.513,6	1.622,7	1.717,8	1.935,4	1.956,6	2.188,1	2.256,1	2.207,3	2.161,1
domèstic	285,5	368,4	399,4	403,6	410,4	404,3	464,8	476,1	533,9	638,9	695,1	714,1	741,4	842,2	933,0	940,5
primari	1,3	1,4	1,4	1,3	0,9	0,8	1,2	2,9	2,9	11,4	9,7	7,9	7,4	9,8	10,0	10,1
serveis	125,2	149,9	160,6	167,4	159,4	169,6	180,1	187,9	190,7	222,3	238,8	256,8	308,9	348,5	409,3	515,1
transport	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	1,7	2,5	3,4	4,3	5,3
Energia Nuclear	5.501,0	5.469,8	5.430,8	5.371,0	5.537,5	5.241,1	5.628,1	5.658,6	6.081,0	5.948,5	6.353,8	6.491,1	6.400,6	6.419,8	6.164,9	5.231,0
Energia Hidroelèctrica	255,6	299,5	408,7	355,1	387,4	338,2	501,6	455,2	401,2	389,9	386,7	435,9	415,6	519,4	465,0	323,5
Energia Eòlica	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,6	0,7	7,6	11,9	14,0	14,8	14,0	17,7	20,8
Biomassa	75,3	100,4	81,7	28,6	3,4	4,8	2,8	116,3	113,0	107,6	95,2	95,5	90,1	93,9	100,8	95,5
Energia Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,2	1,5	1,8	2,4	2,6	2,9	4,5	6,6
Saldo intercanvis elèctrics	144,8	254,6	85,5	263,6	235,9	388,9	105,6	110,5	179,6	223,2	320,7	383,8	287,7	336,5	210,4	599,6
Residus Renovables	41,3	54,6	68,2	72,6	76,3	103,8	107,9	123,3	119,4	122,6	122,7	115,5	110,6	147,7	120,8	117,2
Residus no renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	39,7	41,4	50,4	50,1	51,2	53,3	56,1	55,3	57,0
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	19,9	23,1	21,6
Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	5,4	9,9	18,0
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,4	0,0	0,3	0,3	1,6	4,7	10,1	22,7	37,2	38,0
TOTAL (TPES)	16.702,1	17.329,7	17.271,5	17.481,4	18.061,2	18.591,4	19.830,6	20.458,5	21.608,0	22.428,5	23.242,9	24.030,8	25.084,9	26.024,5	26.669,4	26.698,9

* Dades provisionals

Font: Elaboració pròpia a partir de dades aportades per ICAEN (2006)

Taula A-4: Consum del sector energètic a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004(*)	2005(*)
Cru i intermedis	8.634,5	8.599,7	9.049,7	8.771,9	8.391,2	8.897,8	8.820,6	8.711,4	9.728,4	8.717,0	8.830,1	8.788,4	8.765,5	8.742,6	8.788,4	9.194,9
Lignit	125,1	109,4	98,0	78,5	87,0	69,3	72,1	112,2	71,2	77,7	77,5	21,5	69,8	35,8	60,6	16,9
Altres carbons	83,9	92,9	101,1	107,6	121,0	108,9	98,6	149,9	66,2	88,6	108,3	39,4	164,0	106,4	169,6	220,2
Coc de petroli	0,4	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas de refinaria	10,1	4,6	11,2	8,7	5,7	4,0	5,4	-4,4	-3,2	10,3	-3,0	-9,0	-41,3	-119,4	19,8	9,5
GLP	-235,0	-196,4	-258,1	-161,7	-235,0	-197,7	-162,6	-143,4	-201,0	-129,0	-122,6	-122,6	-60,5	-39,9	-38,8	-44,2
Naftes	739,6	489,5	475,6	634,1	635,8	609,0	588,9	398,4	108,0	345,0	315,8	355,0	136,0	-45,0	-134,7	-139,5
Gasolines	-1.223,0	-969,0	-1.092,9	-1.400,5	-1.242,1	-1.550,5	-1.438,4	-1.401,3	-1.413,0	-1.332,0	-1.299,2	-1.310,0	-1.298,1	-1.286,2	-1.348,7	-1.398,4
Querোসens	-281,2	-314,1	-401,9	-435,8	-540,3	-621,2	-591,1	-558,4	-577,5	-580,0	-590,4	-615,0	-730,0	-740,0	-757,3	-785,2
Gasoil	-2.427,5	-2.467,6	-2.484,1	-2.179,6	-2.122,7	-2.382,2	-2.618,8	-2.629,9	-2.948,0	-2.614,8	-2.623,4	-2.769,2	-2.993,7	-3.025,5	-3.114,1	-3.249,4
Fueloil	-3.191,6	-3.091,4	-3.151,1	-2.943,5	-2.667,4	-2.558,6	-2.314,8	-2.270,0	-2.269,0	-1.998,6	-2.233,7	-1.919,4	-1.383,8	-1.140,1	-1.144,8	-1.160,8
Asfalt	-656,6	-716,1	-684,6	-874,4	-841,8	-690,8	-642,5	-731,7	-683,0	-693,6	-725,8	-725,8	-725,8	-725,8	-725,8	-838,7
Sofre i CO2	-17,2	-16,1	-18,3	-21,4	-18,3	-19,7	-17,9	-20,0	-19,9	-16,1	-16,1	-19,2	-22,3	-25,2	-25,2	-26,1
Gas manufacturat	0,4	0,1	1,0	-0,9	0,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	309,2	309,5	374,4	279,3	328,5	412,7	504,9	1.037,2	807,2	1.046,4	1.206,7	1.343,1	1.852,2	1.961,6	2.620,1	3.120,1
Electricitat	-2.020,5	-1.993,1	-2.210,8	-2.017,3	-2.146,4	-2.085,1	-2.468,8	-2.581,3	-2.688,6	-2.750,5	-2.797,9	-2.924,6	-3.136,1	-3.319,2	-3.494,7	-3.274,0
Biomassa	0,0	11,3	10,6	3,8	2,3	3,3	1,5	1,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Solar tèrmica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solar fotovoltaica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
Solar termoelectrica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eòlica	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,6	0,7	7,6	11,9	14,0	14,8	14,0	17,7	20,8
Nuclear	5.501,0	5.469,8	5.430,8	5.371,0	5.537,5	5.241,1	5.628,1	5.658,6	6.081,0	5.948,5	6.353,8	6.491,1	6.400,6	6.419,8	6.164,9	5.231,0
Hidràulica	255,6	299,5	408,7	355,1	387,4	338,2	501,6	455,2	401,2	389,9	386,7	435,9	415,6	519,4	465,0	323,5
Residus renovables	41,3	54,6	68,2	72,6	76,3	103,8	107,9	123,3	119,4	122,6	122,7	115,5	110,6	147,7	120,8	117,2

Bloc 2 – Annex - Taules

Residus no renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,2	2,2	10,5	9,4	9,8	11,2	13,2	11,7	12,6
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,3	0,3	1,6	4,7	7,9	17,3	30,3	29,1
SALDO	5.648,4	5.728,0	5.648,2	5.759,5	6.078,0	6.309,0	6.583,0	6.650,2	7.012,7	7.204,2	7.557,3	7.512,1	7.685,4	7.380,2	
consums propis	1.147,3	1.184,7	1.261,3	1.259,8	1.321,1	1.287,7	1.401,2	1.402,9	1.392,0	1.439,9	1.439,9	1.513,0	1.565,6	1.639,8	1.655,1
pèrdues	291,3	256,6	314,0	292,6	330,9	334,1	292,5	321,4	307,1	369,6	396,2	371,6	442,6	427,7	
Transf. Energia	4.209,8	4.286,8	4.072,9	4.207,1	4.426,0	4.687,3	4.889,3	4.925,9	5.313,6	5.394,7	5.648,1	5.574,9	5.603,0	5.297,4	

* Dades provisionals

Font: Elaboració pròpia a partir de dades aportades per ICAEN (2006)

Taula A- 5: Consum d'energia final per sectors a Catalunya entre 1990 i 2005 (milers de tep)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004(*)	2005(*)
INDÚSTRIA																
Carbó	346,9	268,7	109,7	56,3	52,1	53,5	122,0	70,8	55,8	57,1	62,1	58,3	33,1	24,9	23,3	22,9
Coc de petroli	246,4	297,8	362,7	415,6	530,1	593,1	551,9	585,3	648,4	661,9	682,1	704,5	745,5	748,1	767,7	782,7
Fuel-oil	665,4	630,6	616,2	537,4	578,7	531,2	495,6	449,3	428,7	406,8	323,1	307,9	294,6	282,2	208,0	185,1
Gasolines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas-oil	73,1	88,3	83,4	91,5	85,2	90,0	112,8	99,8	102,3	107,4	132,3	175,9	176,9	184,9	191,8	197,8
Querosè	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas Manufacturat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	1.025,0	1.059,9	1.074,4	1.032,8	1.085,6	1.221,7	1.349,6	1.513,6	1.622,7	1.717,8	1.935,4	1.956,6	2.188,1	2.256,1	2.207,3	2.161,1
Gasos líquids del petroli	22,9	23,5	27,7	31,6	32,6	31,8	33,2	36,2	36,9	37,3	36,6	35,4	34,8	34,3	33,0	33,5
Residus no renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,5	39,2	39,9	40,6	41,3	42,1	42,8	43,6	44,4
Energia elèctrica	1.150,9	1.139,2	1.101,1	1.070,3	1.130,9	1.197,4	1.229,7	1.302,2	1.402,2	1.429,5	1.485,9	1.543,8	1.583,4	1.637,8	1.624,8	1.698,4
Biomassa	75,3	89,1	71,1	24,8	1,1	1,5	1,3	58,0	53,0	48,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	46,7
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	4,0	5,6
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Residus renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	3.605,9	3.597,1	3.446,3	3.260,3	3.496,3	3.720,2	3.896,1	4.153,7	4.389,2	4.505,9	4.741,1	4.866,8	5.143,5	5.258,2	5.146,7	5.178,2
Combustibles	2.455,0	2.457,9	2.345,2	2.190,0	2.365,4	2.522,8	2.666,4	2.851,4	2.987,1	3.076,4	3.255,2	3.323,0	3.560,1	3.620,4	3.521,9	3.479,8
SECTOR DOMÈSTIC																
Carbó	6,8	7,8	4,4	5,0	3,6	2,4	2,2	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
Coc de petroli	1,2	1,0	6,1	6,6	5,1	4,9	4,4	5,3	5,6	5,3	5,0	4,7	4,3	4,0	3,7	3,4
Fuel-oil	1,9	1,5	1,1	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasolines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Bloc 2 – Annex - Taules

Gas-oil	79,6	111,9	125,5	142,7	133,0	144,9	180,7	179,0	187,3	184,9	161,2	161,1	144,3	156,2	178,5	150,8
Querosè	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Gas Manufacturat	33,6	16,7	12,8	12,9	6,4	5,7	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	251,9	351,7	386,6	390,7	404,0	398,6	461,4	476,1	533,9	638,9	695,1	714,1	741,4	842,2	933,0	940,5
Gasos líquids del petroli	257,6	272,6	269,5	270,8	238,0	231,4	239,2	221,9	224,1	223,7	205,9	194,6	185,3	181,3	183,8	172,9
Energia elèctrica	466,7	542,8	532,3	540,5	535,7	540,3	564,8	570,5	595,8	620,9	659,0	707,3	748,2	798,1	819,7	869,3
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,3	47,5	47,2	41,1	41,2	36,8	39,9	45,7	38,3
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	3,4	5,0
Total	1.099,9	1.306,6	1.339,0	1.370,6	1.326,6	1.328,7	1.456,5	1.500,4	1.596,6	1.723,3	1.769,7	1.825,7	1.862,9	2.024,6	2.168,5	2.180,7
Combustibles	633,2	763,8	806,7	830,2	790,9	788,4	891,7	929,9	1.000,7	1.102,4	1.110,7	1.118,4	1.114,7	1.226,5	1.348,8	1.311,4

SECTOR PRIMARI

Carbó	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coc de petroli	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2	0,2	0,3	0,7	1,2	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,6
Fuel-oil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasolines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas-oil	366,5	397,1	312,3	354,9	359,9	370,0	477,6	439,6	454,9	489,7	503,6	516,1	517,9	538,0	550,4	562,4
Querosè	4,0	3,9	3,8	3,8	3,0	3,5	3,5	3,1	3,7	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4
Gas Manufacturat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	1,3	1,4	1,4	1,3	0,9	0,8	1,2	2,9	2,9	11,4	9,7	7,9	7,4	9,8	10,0	10,1
Gasos líquids del petroli	8,4	10,3	12,0	12,8	11,8	13,9	13,6	14,7	14,8	14,8	14,9	15,0	15,0	15,1	14,9	15,4
Energia elèctrica	25,1	23,8	21,2	22,3	23,4	24,0	23,4	23,6	25,0	22,6	26,8	33,3	34,0	35,8	35,7	37,1
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Bloc 2 – Annex - Taules

Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,9	2,9
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	405,3	436,5	350,7	395,1	399,4	412,5	519,5	486,0	503,8	545,0	561,8	579,2	581,0	606,5	620,3	635,6
Combustibles	380,2	412,7	329,5	372,9	376,0	388,4	496,1	462,4	478,8	522,4	535,0	545,9	547,1	570,8	584,6	598,5
SECTOR SERVEIS																
Carbó	1,9	1,3	1,0	1,1	0,8	1,5	1,1	0,7	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
Coc de petroli	0,9	1,1	1,1	0,9	0,6	0,1	0,2	1,5	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Fuel-oil	27,7	27,5	26,3	22,2	24,4	23,4	20,2	16,5	16,7	13,5	13,5	12,8	11,3	9,2	7,4	6,0
Gasolines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas-oil	78,2	79,9	89,5	88,9	90,2	84,7	83,3	78,5	85,7	91,0	96,9	103,1	102,6	114,6	127,2	127,7
Querósè	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas Manufacturat	11,1	4,4	3,9	4,6	2,3	2,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	114,1	145,5	156,7	162,8	157,1	167,4	178,6	187,9	190,7	222,3	238,8	256,8	308,9	348,5	409,3	515,1
Gasos líquuats del petroli	79,1	83,7	82,8	83,2	73,1	71,1	73,5	68,6	68,7	68,9	69,0	69,2	69,3	69,5	68,3	70,3
Energia elèctrica	475,4	492,1	589,6	595,7	640,9	659,1	698,3	739,3	784,9	844,1	890,9	962,0	997,2	1.120,5	1.158,4	1.199,5
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,5	10,4	9,1	9,1	8,1	8,8	10,1	8,5
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodiesel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biogas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	0,5
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5	0,7	1,1
Total	788,4	835,5	950,9	959,4	989,4	1.009,5	1.056,6	1.103,0	1.159,5	1.252,4	1.320,3	1.415,2	1.499,8	1.673,8	1.784,0	1.930,0
Combustibles	313,0	343,4	361,3	363,7	348,5	350,4	358,4	363,7	374,6	408,3	429,3	453,2	502,6	553,4	625,6	730,6
TRANSPORT																
Carbó	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coc de petroli	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fuel-oil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasolines	1.582,8	1.681,0	1.682,5	1.702,4	1.732,4	1.777,4	1.724,2	1.709,1	1.692,1	1.661,0	1.598,1	1.550,2	1.487,4	1.402,1	1.364,9	1.275,3
Gas-oil	1.419,0	1.512,9	1.468,1	1.505,9	1.673,2	1.890,2	2.099,8	2.275,2	2.551,0	2.776,7	2.973,5	3.169,7	3.295,6	3.506,7	3.708,1	3.744,6

Bloc 2 – Annex - Taules

Querosè	270,0	279,7	300,1	304,0	332,2	369,8	477,2	528,5	577,2	611,0	671,1	701,7	687,0	741,2	836,0	882,9
Gas Manufacturat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	1,7	2,5	3,4	4,3	5,3
Gasos líquids del petroli	10,1	9,3	8,1	6,4	7,5	7,9	7,7	7,2	6,1	3,9	2,6	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5
Energia elèctrica	47,2	49,8	52,2	52,2	51,5	53,2	58,4	56,1	60,3	56,6	56,0	62,0	61,0	63,6	66,5	69,3
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	19,9	23,1	21,6
Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	5,4	9,9	18,0
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	3.329,1	3.532,7	3.511,0	3.570,9	3.796,8	4.098,5	4.367,3	4.576,1	4.886,9	5.109,3	5.302,2	5.487,4	5.539,0	5.744,1	6.014,4	6.018,4
Combustibles	3.281,9	3.482,9	3.458,8	3.518,7	3.745,3	4.045,3	4.308,9	4.520,0	4.826,6	5.052,7	5.246,2	5.425,4	5.477,9	5.680,5	5.947,8	5.949,1

TOTAL

Carbó	355,6	277,8	115,1	62,4	56,5	57,4	125,3	72,6	57,9	59,1	63,8	59,9	34,6	26,4	24,7	24,2
Coc de petroli	248,5	299,9	369,9	423,2	536,2	598,3	556,7	592,4	655,6	669,3	689,6	711,9	752,6	755,2	775,0	790,3
Fuel-oil	695,0	659,6	643,6	560,2	603,4	554,6	515,8	465,8	445,5	420,3	336,6	320,7	305,9	291,5	215,5	191,1
Gasolines	1.582,8	1.681,0	1.682,5	1.702,4	1.732,4	1.777,4	1.724,2	1.709,1	1.692,1	1.661,0	1.598,1	1.550,2	1.487,4	1.402,1	1.364,9	1.275,3
Gas-oil	2.016,4	2.190,1	2.078,8	2.183,9	2.341,5	2.579,8	2.954,2	3.072,1	3.381,2	3.649,7	3.867,4	4.126,0	4.237,3	4.500,5	4.756,0	4.783,3
Querosè	274,6	284,2	304,6	308,6	335,7	373,8	481,1	532,0	581,3	614,8	674,6	705,0	690,1	744,2	838,8	885,5
Gas Manufacturat	44,7	21,1	16,7	17,5	8,7	7,9	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas natural	1.392,3	1.558,5	1.619,1	1.587,6	1.647,6	1.788,5	1.990,8	2.180,5	2.350,3	2.590,6	2.879,9	2.937,2	3.248,2	3.460,0	3.563,9	3.632,0
Gasos líquids del petroli	378,1	399,4	400,1	404,8	363,0	356,1	367,2	348,6	350,7	348,6	329,1	316,2	306,3	301,9	301,7	293,5
Residus no renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energia elèctrica	2.165,3	2.247,7	2.296,3	2.281,0	2.382,4	2.474,0	2.574,5	2.691,7	2.868,3	2.973,8	3.118,6	3.308,4	3.423,8	3.655,7	3.705,1	3.873,5
Biomassa	75,3	89,1	71,1	24,8	1,1	1,5	1,3	115,1	112,7	107,4	94,9	95,1	89,7	93,5	100,5	95,2
Bioetanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	19,9	23,1	21,6

Bloc 2 – Annex - Taules

Biodièsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	5,4	9,9	18,0
Biogàs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	5,4	6,9	8,9
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,7	4,3	6,2
Residus renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	9.228,6	9.708,4	9.597,8	9.556,4	10.008,4	10.569,4	11.296,0	11.819,2	12.536,0	13.135,9	13.695,1	14.174,3	14.626,2	15.307,2	15.733,8	15.943,0	
Combustibles	7.063,3	7.460,7	7.301,5	7.275,4	7.626,0	8.095,4	8.721,5	9.127,5	9.667,7	10.162,1	10.576,5	10.865,8	11.202,4	11.651,5	12.028,7	12.069,5	

RESUM

Carbó	355,6	277,8	115,1	62,4	56,5	57,4	125,3	72,6	57,9	59,1	63,8	59,9	34,6	26,4	24,7	24,2	
Prod. Petrolífers	5.195,4	5.514,2	5.479,5	5.583,1	5.912,2	6.240,1	6.599,2	6.719,9	7.106,4	7.363,7	7.495,5	7.730,0	7.779,5	7.995,3	8.251,8	8.219,0	
Gas	1.437,0	1.579,6	1.635,8	1.605,1	1.656,3	1.796,4	1.995,7	2.180,5	2.350,3	2.590,6	2.879,9	2.937,2	3.248,2	3.460,0	3.563,9	3.632,0	
Res. No renovables	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,5	39,2	39,9	40,6	41,3	42,1	42,8	43,6	44,4	
Electricitat	2.165,3	2.247,7	2.296,3	2.281,0	2.382,4	2.474,0	2.574,5	2.691,7	2.868,3	2.973,8	3.118,6	3.308,4	3.423,8	3.655,7	3.705,1	3.873,5	
Renovables	75,3	89,1	71,1	24,8	1,1	1,5	1,3	116,0	113,9	108,9	96,7	97,4	97,9	127,0	144,7	150,0	
Total	9.228,6	9.708,4	9.597,8	9.556,4	10.008,4	10.569,4	11.296,0	11.819,2	12.536,0	13.135,9	13.695,1	14.174,3	14.626,2	15.307,2	15.733,8	15.943,0	

* Dades provisionals

Font: Elaboració pròpia a partir de dades aportades per ICAEN (2006)