

**LA INTEGRACIÓ DE LES  
ENERGIES RENOVABLES  
EN UN MODEL ENERGÈTIC  
SOSTENIBLE**



**Universitat Autònoma  
de Barcelona**

**Projecte final de Ciències Ambientals**

**Universitat Autònoma de Barcelona. Juny 2011**

**Autor: Jaume Coll Mir**

**Coordinador: Jesús Ramos Martín**

This project has been printed in environmental friendly paper from Black Label Zero (OCÉ)



Mixed Sources  
Product group from well-managed  
forests and other controlled sources

[www.fsc.org](http://www.fsc.org) Cert no. SCS-COC00856  
1996 Forest Stewardship Council

## **AGRAÏMENTS**

---

**En primer lloc, voldria agrair al coordinador d'aquest projecte el seu recolzament durant totes les etapes de la seva elaboració i també destacar la seva tasca d'orientació que ha resultat fonamental perquè aquesta investigació arribés a bon port.**

**D'altra banda també voldria agrair els consells que m'han brindat els tutors de la Unitat de Projectes sempre que he anat a les tutories a demana'ls-hi ajuda.**

**Finalment, agrair l'actitud de familiars i amics que m'han recolzat sempre amb una visió crítica i constructiva.**



## ÍNDEX

1. Introducció .....	9
2. Antecedents .....	11
2.1. El Paper de les Energies Renovables en la consecució d'un model sostenible .....	12
2.1.1. L'energia eòlica a nivell mundial .....	13
2.1.2. L'energia solar a Espanya .....	16
3. Objectius .....	19
4. Metodologia .....	21
5. Diagnosi del Sistema Energètic Català (1990-2007) .....	23
5.1. Sistema Energètic .....	23
5.1.1. Conceptes previs i apropament al marc energètic .....	23
5.1.2. Dependència Energètica i riscos .....	25
5.1.3. Evolució del Mix Energètic .....	30
5.1.4. Eficiència Energètica .....	31
5.1.5. Consum d'Energia per Sectors .....	33
5.2. Diagnosi del Sistema Elèctric Català (1990-2007) .....	34
5.2.1. Tecnologies i Combustibles per la Generació Elèctrica .....	35
5.2.2. La Generació Nuclear .....	38
5.2.3. Les Previsions del Pla de l'Energia de Catalunya .....	40
5.3. Impactes Ambientals .....	42
5.4. Resultats de la Diagnosi .....	45
6. Barreres d'entrada a les Energies Renovables .....	49
6.1. Antecedents: Liberalització del Sector Elèctric Espanyol .....	50
6.1.1. El nou Sistema Elèctric Espanyol .....	52
6.1.2. El Mercat Elèctric Espanyol .....	52
6.1.3. Tarifes .....	53
6.2. Barreres Retributives .....	56
6.2.1. Dèficit Tarifari .....	56
6.2.2. Risc Regulatori .....	60
6.2.3. Preu de Tarifa i Consum Eficient .....	61
6.3. Barreres Tècniques .....	63
6.3.1. Incorporació física de la generació renovable en condicions de seguretat .....	64
6.3.2. La integració de l'energia renovable amb la resta de generació .....	64
6.4. Barreres Administratives .....	67

7. Proposta de Millora .....	69
7.1. Integració a ni vell econòmic .....	70
7.2. Integració a nivell tècnic .....	74
7.3. Participació de la demanda.....	80
8. Conclusions .....	83
9. Índex de Taules .....	91
10. Referències .....	93

#### Apèndix

Annex de Taules

Cronologia de Legislació

Recull de Notícies







Avui dia, el Banc Mundial defineix els “països de renda alta” com els països amb una Renda Nacional Bruta (RNB) per càpita superior a 11.116 dòlars americans. Un país desenvolupat, però, és un país que gaudeix d’un estàndard de vida relativament alt per mitjà d’una economia forta i diversificada. Generalment, s’utilitza també l’Índex de Desenvolupament Humà (IDH) per a definir l’estatus de “desenvolupament”, ja que hi ha països exclosos d’aquesta denominació tot i tenir una renda per càpita elevada. En tot cas, el principal aspecte que diferencia als països rics dels països pobres és el desenvolupament econòmic, no entès únicament segons el PIB per càpita, sinó com el desenvolupament d’una economia diversificada. Aquests països, que constitueixen el món anomenat desenvolupat, s’organitzen entorn l’economia de lliure mercat i la societat del (hiper)consum. En aquest sistema, la societat consumeix béns que han estat produïts arreu del món per indústries que transformen les matèries primeres en productes amb un valor afegit pel consumidor. Actualment però, la sostenibilitat d’aquest model s’està posant en entredit, ja que es considera que si la demanda de recursos naturals no deixa d’augmentar, la quantitat que la natura és capaç de produir-ne pot esdevenir insuficient per sustentar les necessitats de l’espècie humana. A més, la producció i consum d’aquests béns comporta una certa degradació del medi ambient, de forma que es destrueix part de la seva capacitat per proveir-nos dels recursos que fan possible el desenvolupament<sup>1</sup>. És per aquesta raó que es parla de la necessitat de deslligar, dintre del possible, el desenvolupament del consum de recursos naturals. Afortunadament, amb el temps s’ha anat forjant una consciència col·lectiva entorn de les conseqüències d’impacte ambiental que el consum i la producció ocasionen sobre el planeta i de les condicions en que el llegarem a les generacions futures.

L’energia és un factor de producció essencial per a totes les activitats econòmiques, i la seva obtenció comporta l’explotació d’una gran quantitat de recursos. Hi ha diverses tecnologies dedicades a transformar l’energia primària continguda en els recursos naturals del medi en energia útil per a l’ús dels diversos sectors econòmics<sup>2</sup>. La indústria ha desenvolupat la tecnologia necessària per l’aprofitament dels diferents recursos energètics presents a la natura, sorgint així empreses especialitzades en l’explotació del carbó, el petroli, el gas, l’urani, l’energia solar, del vent, de la terra, etc. Tot i així, tant les activitats d’explotació de les fonts, com les de producció d’energia, comporten sovint externalitats significatives sobre la societat, l’economia i el medi ambient que comprometen la sostenibilitat del model energètic actual. En aquest sentit, la preocupació fonamental de les autoritats públiques que vetllen pel sector energètic en els països europeus, i que en gran mesura reflecteix els interessos de la majoria dels ciutadans, es resumeix en aconseguir un subministrament elèctric raonablement fiable i a bon preu, garantint a l’hora el subministrament a llarg termini i la qualitat del servei (interrupcions de subministrament curtes i infreqüents). Tanmateix, en aquest projecte s’adopta una dimensió més àmplia de la qüestió de la sostenibilitat del model energètic. Tot i

---

<sup>1</sup> Això és el que James O’Connor va anomenar la segona contradicció del capitalisme. Segons O’Connor el capitalisme necessàriament degrada les condicions de producció necessàries per mantenir l’acumulació de capital. Aquestes condicions de producció inclouen el sòl, l’aigua, l’energia i un llarg etcètera. O’Connor, J., *Natural Causes: Essays in Ecological Marxism*, 1998.

<sup>2</sup> En endavant, es consideren els següents sectors econòmics: primari, indústria, serveis, transport i domèstic.

que la fiabilitat i l'eficiència del sistema elèctric a curt termini és una preocupació legítima, una comprensió completa del problema energètic ha d'evitar una perspectiva de curt abast a nivell temporal i espacial. Així, un plantejament realista i profund ha de contemplar també la seguretat de subministrament de les generacions futures, les conseqüències d'impacte ambiental que el consum i la producció d'energia ocasionen en el planeta i el fet que un terç de la humanitat està mancada, avui dia, de subministrament elèctric.

Aquesta visió sobre el futur energètic de Catalunya, Espanya i la resta de països de l'entorn s'ha de traduir en una planificació que orienti aquest sector amb els criteris emanats d'una previsió i avaluació profunda dels possibles escenaris futurs. Un debat dirigit a trobar alternatives per l'actual model d'aprovisionament energètic ha de contemplar arguments ambientals, econòmics i socials, englobant les eines proporcionades per diversos camps de coneixements com la física, la química, la biologia, el dret, l'economia i la sociologia, entre d'altres. En aquest sentit, la premissa fonamental d'aquest projecte és la necessitat d'establir un enfocament multidisciplinari que permeti abordar les qüestions ambientals amb prou solidesa. La capacitat de gestionar i coordinar gran diversitat de dades, coneixements, arguments i punts de vista és una de les virtuts inherents a les Ciències Ambientals, aspecte bàsic per assolir l'objectiu d'aquesta investigació.

La motivació d'aquest projecte és, per tant, generar arguments a favor del canvi de model energètic mitjançant la implementació de les energies renovables (capítol 5), i comprendre aquells factors que en limiten la seva integració en el sistema (capítol 6). Aquesta lectura pretén conscienciar al lector de la necessitat urgent de prendre mesures per millorar la sostenibilitat del futur energètic de Catalunya i de l'Estat Espanyol. Al cap i a la fi, prendre mesures per la integració de les energies renovables en el mix de generació elèctric (capítol 7). La investigació s'ha centrat en el sistema energètic català, però moltes afirmacions s'argumenten a escala estatal donat que la regionalització de les dades és més aviat fictícia, en el sentit que el sistema funciona com un mercat únic peninsular.

Així doncs, aquest projecte s'ha elaborat amb el convenciment que transmeten les paraules de Jordi Valls i Riera, conseller de Treball i Indústria, en la presentació del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (1ª edició).

*“El model actual de desenvolupament que predomina a la nostra societat, de creixement continu i que es basa en el consum d'energia, no es pot mantenir indefinidament. L'esgotament progressiu dels combustibles fòssils, la manca d'alternatives a curt termini i l'impacte ambiental que provoquen, obliguen a fer un canvi de rumb vers un model nou basat en el desenvolupament sostenible.”*

L'any 2007, onze dels últims dotze anys es trobaven entre els dotze anys més calents registrats històricament. Evidències com aquesta han facilitat l'existència d'un ampli consens entre la comunitat científica envers la qüestió del Canvi Climàtic. En aquest sentit, la feina feta per l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) proporciona una avaluació exhaustiva, objectiva, oberta i transparent de la informació científica, tècnica i socioeconòmica en relació a l'escalfament global. Aquell mateix any, l'IPCC va emetre el "*Cuarto informe de Valoración*" anomenat "*Cambio Climático 2007: La Base de la Ciencia Física*" que avalua els canvis observats en el clima, la capacitat de la ciència per atribuir-los a diverses causes i les previsions de canvi climàtic pel futur. Aquest informe expressa molta més confiança que les valoracions passades en que la major part de l'escalfament observat en el mig segle passat ha sigut provocat per les activitats de l'home (més del 90% de certesa); i conclou, a partir d'observacions de l'increment de les temperatures mitjanes mundials de l'aire i els oceans, la fusió generalitzada de neu i gel, i l'augment dels nivells mitjans del mar en el món, que l'escalfament és inequívoc. D'altra banda, algunes de les repercussions del canvi climàtic previstes són les següents:

- la intensificació y la prolongació de les sequeres en àrees més extenses;
- extinció massiva d'espècies dintre de 60 o 70 anys, amb una escala de risc superior a la majoria dels cinc principals successos d'extinció que s'han produït en la història de la Terra;
- augment del nombre de persones en perill d'escassetat d'aigua de desenes de milions a milers de milions amb un impacte especialment fort en les zones més pobres del món, tot i que països com Austràlia i el sud d'Europa tenen també un alt risc;
- l'aparició de problemes agrícoles agreujarà la capacitat de producció d'aliments en les zones més pobres del món, i reduirà la producció de blat de moro, cereals i arròs a la Índia i la China;
- les sequeres provocaran desertitzacions que afectaran als ecosistemes naturals constrenyent la seva extensió i diversitat i l'escassetat d'aigua comportarà problemes de fam i deslocalitzacions humanes;
- la pèrdua de glaceres a Àsia, Latinoamèrica i Europa causarà seriosos problemes de subministrament d'aigua a gran part de la població mundial;
- un gran nombre de persones estarà en perill per l'augment del nivell del mar, la força de les tempestes i les inundacions dels rius en els grans deltes.

Tot això podria succeir amb un augment previst de la temperatura de 1,1°C - 6,4°C, però un escalfament d'un grau més podria sotmetre al planeta a un augment del nivell del mar de metres durant alguns segles per la pèrdua total o parcial de les plataformes de gel de Groenlàndia i l'Àrtic Occidental provocant una gran alteració de les costes i una intensificació del fenomen d'escalfament per la pèrdua d'albedo de la superfície terrestre. Vist això, la voluntat política per resoldre aquest greu problema de sostenibilitat del model de desenvolupament ha de ser ferma i exemplar, liderant un canvi cap a una societat més respectuosa amb l'entorn i més integrada en els cicles naturals de la Terra.

En aquest sentit, el Protocol de Kyoto especifica objectius i programes d'obligat compliment legal per aconseguir una reducció dels gasos amb efecte d'hivernacle emesos pels països desenvolupats. Aquest protocol va ser adoptat l'11 de desembre de 1997 a Kyoto, però no va entrar en vigor fins al 16 de febrer de 2005, adquirint així la condició d'obligat compliment. Al novembre de 2009 l'havien ratificat 187 estats, però EEUU, el major emissor de gasos amb efecte d'hivernacle del món encara no l'ha ratificat. La reducció d'emissions es va fixar en el 5,2% en el període 2008-2012 en relació al nivell de 1990, si bé les quotes assignades a cada país depenien del seu desenvolupament econòmic. En el cas espanyol, per exemple, només es va establir una limitació del creixement de les emissions en un 15%. El Protocol també definia tres mecanismes orientats a facilitar a les Parts incloses en l'annex I el compliment dels seus objectius de reducció i 400 mesures a aplicar en diversos sectors, com són el de la energia, indústria, transport, comerç, residencial, agricultura, etc. Així doncs, es va crear el mercat global de carbó i el Sistema Europeu de Comerç d'Emissions (SECE), que ja està establert i funcionant. També es van establir els denominats mecanismes flexibles: el Mecanisme de Desenvolupament Net i la Implantació Conjunta que faciliten la implantació de mesures de reducció d'emissions de carboni. D'altra banda, van sorgir els anomenats Plans Nacionals d'Assignació (PNA), de manera que cada país pot definir uns límits per a cada una de les instal·lacions dels diversos sectors econòmics, i aquests han d'adquirir en el mercat de drets d'emissió qualsevol excés que cometin. Aquest límit estableix la quantitat de tones de CO<sub>2</sub> que cada instal·lació pot, o bé emetre de forma gratuïta, o bé vendre en el mercat si ho considera més rentable, produint així una senyal econòmica per les emissions de carboni. L'assignació de drets d'emissió a Espanya (publicada amb retràs en el *RD-Ley 5/2004*, posteriorment convertit en la *Llei 1/2005 "por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero"*) ha aixecat molta polèmica, la qual cosa demostra que el sistema encara s'ha de perfeccionar.

Un dels eixos d'actuació més important per la reducció d'emissions de carboni a l'atmosfera ha estat la innovació tecnològica en sistemes de producció energètica, que ha permès aprofitar fonts energètiques inexhauribles i netes. S'exposen a continuació els aspectes més rellevants d'aquestes noves tecnologies englobades generalment sota el títol d'Energies Renovables.

## **2.1 El paper de les Energies Renovables en la consecució d'un model més sostenible**

Les energies renovables comprenen totes aquelles fonts energètiques que permeten un aprofitament indefinit de les mateixes sense que s'alteri el seu ritme de renovació natural. Es poden incloure dins d'aquest grup: la solar, la biomassa, la hidràulica, la eòlica, l'energia de les onades i la geotèrmica, ja que s'obtenen de fonts inesgotables. A més, la seva utilització enlloc de les fonts convencionals comporta una sèrie d'avantatges ambientals, socials i econòmics que haurien d'afavorir la seva implantació progressiva a mitjà i llarg termini. A nivell ambiental, l'aprofitament de les energies renovables permet obtenir energia sense produir contaminació, especialment residus nuclears i emissions de carboni a l'atmosfera, contribuint així en els objectius de reducció d'emissions de la Unió Europea. A més, també ajuden a reduir la degradació del capital natural degut a l'explotació de recursos energètics, gràcies a

l'aprofitament de fonts inexhauribles. A nivell social, el possible impacte associat a les instal·lacions renovables és molt petit en comparació amb els perills associats als accidents nuclears o per vessaments de cru, i per tant és una tecnologia més segura i més respectuosa amb el medi ambient i les persones. D'altra banda, les fonts energètiques de les energies renovables són gratuïtes, inexhauribles i estan distribuïdes per tot el territori. Per aquesta raó ofereixen una major seguretat de subministrament a mitjà i llarg termini, i no estan subjectes a la volatilitat dels preus dels combustibles fòssils ni a la inseguretat associada a la importació de recursos energètics. Per tant, la contribució renovable al sistema energètic afavoreix el desenvolupament d'un model energètic i de desenvolupament més sostenible, més segur i més estable. A més, la seva implantació comporta impactes econòmics positius directes, ja que revaloren les zones rurals creant llocs de treball qualificat i reactivant l'economia local, eliminen la despesa provocada per la importació de combustibles o d'energia i retornen beneficis a l'estat per mitjà dels drets de llicència i altres taxes.

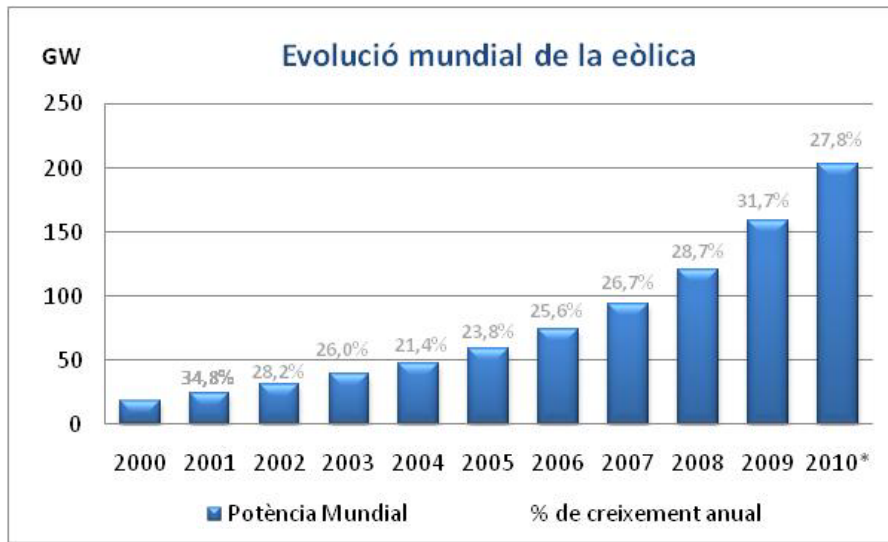
Afortunadament, tant Espanya com Catalunya són regions molt riques en recursos renovables com el sòl i el vent, i l'Estat Espanyol ha estat entre les principals potències mundials en la innovació tecnològica d'energies renovables, assolint una indústria reconeguda a nivell internacional. L'aprofitament de recursos autòctons incrementa la seguretat i la qualitat de subministrament per dues raons: redueix el risc d'interrupcions en el subministrament i minimitza els impactes econòmics de romandre subjecte a la volatilitat i el previsible increment del preus dels combustibles fòssils. A més, el desenvolupament d'energia autòctona dinamitza l'economia local i redueix la despesa energètica del país. Per aquesta raó, així com el segle XX va estar marcat per la globalització de l'economia energètica mundial amb la importació de combustibles fòssils i nuclears, sembla que el segle XXI es podria caracteritzar per una revaloració de la producció energètica local amb l'aprofitament de recursos renovables autòctons.

A continuació es mostren les dues cares de la moneda en el sector renovable, representades per la eòlica i la fotovoltaica. D'una banda, l'evolució de la tecnologia i la implantació mundial d'energia eòlica és la gran punta de llança de les energies renovables, és de fet, la font energètica de més ràpid creixement des de principis de segle. D'altra banda, la inestabilitat del sector fotovoltaic a Espanya ha mostrat l'altre cara de la moneda i ha demostrat que encara és una tecnologia immadura que requereix d'una bona gestió per integrar-se al sistema en competència.

### **2.1.1 L'energia eòlica a nivell mundial**

La capacitat mundial de generació elèctrica mitjançant l'aprofitament de la força del vent l'any 2000 era de 17.500 megawatts i la seva evolució ja mostrava tendències positives des de finals del segle XX, en que els costos d'inversió i de generació van començar a disminuir per tres raons fonamentals: els avenços tecnològics, les reduccions en els costos de finançament i l'aprofitament de les economies d'escala en la fabricació de les turbines i altres components. Aquest últim component és molt rellevant ja que entre el 75 i el 90% dels costos de generació de l'energia eòlica provenen de les fases de fabricació i construcció de les turbines i la seva connexió a xarxa. Un cop els molins estan instal·lats, només resten els costos d'operació i

manteniment, drets de llicència i algunes taxes segons la regió. Pel que fa als avenços tecnològics, les turbines modernes, de major altura i paletes més grans, poden arribar a generar fins a 200 vegades més energia amb un mateix règim de vents. Tant és així, que a Estats Units el preu del kWh va disminuir gairebé un 90% entre 1985 i 2000, en que es va assolir un cost de 4 cèntims per kilowatt-hora<sup>3</sup>, i posteriorment en alguns mercats el preu de l'electricitat d'origen eòlic ha arribat a ser més barata que la generada a partir de fonts convencionals. Les figures 1 i 2 mostren l'augment exponencial que ha experimentat la capacitat de generació eòlica durant la primera dècada del segle XXI a nivell mundial i l'evolució dels sis països pioners, respectivament<sup>4</sup>.



\*Previsió del 2009 pel 2010

Fig. 1: Evolució mundial de la capacitat eòlica en el període 2000-2010

Font: Elaboració pròpia a partir de les estadístiques de l'European Wind Energy Association (2009)

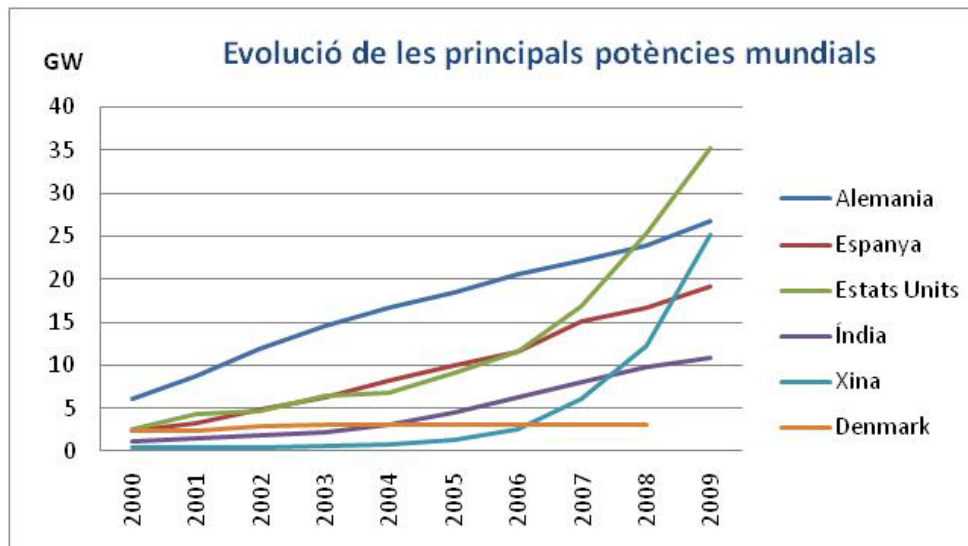


Fig. 2: Evolució de la capacitat eòlica de les principals potències mundials en energia eòlica (2000-2009)

Font: Elaboració pròpia a partir de les estadístiques de l'European Wind Energy Association (2009)

<sup>3</sup> Lester R. Brown. Wind Electric Generation Soaring. Earth Policy Institute, 2002.

<sup>4</sup> Per informació més detallada consultar els annexes, taula 1.

L'any 2001 es va assolir un augment del 34,8% de la potència mundial instal·lada, i a partir d'aquest moment la capacitat de generació no ha parat d'augmentar a tot el món amb una important aportació europea. A més, l'energia eòlica ha pres especial importància també en alguns països emergents com l'Índia i la Xina, que se situen dins el grup de les principals potències mundials d'aquest sector. No hi ha dubte de que la eòlica ha arrancat definitivament des del nou mil·lenni de la mà d'alguns països europeus, Estats Units i la Xina.

Durant aquesta primera dècada del segle XXI, el creixement mitjà anual de la eòlica a nivell mundial ha estat del 28%, erigint-se així en la font energètica de més ràpid creixement ja des de finals del segle passat. Fins al 2005, els líders mundials eren Alemanya, Espanya, Dinamarca i Estats Units. Dinamarca va mostrar un creixement molt limitat a partir dels 3.000MW, probablement perquè ja no podia absorbir més potència eòlica en el seu sistema elèctric o per la dificultat de trobar nous emplaçaments adequats. Cal recordar que Dinamarca és un país de mida semblant a Catalunya i una mica menys de població, i que per al territori català s'han planificat també uns 3.000MW en l'escenari IER del Pla de l'Energia de Catalunya (ICAEN, 2009). Alemanya va ser el primer líder mundial del sector, però a partir de 2004 Estats Units va marcar els majors creixements mundials, fins que la Xina va aconseguir arrancar el sector gràcies a la Llei d'Energies Renovables que va entrar en vigor l'any 2006. Com a conseqüència, l'any 2008, Estats Units supera Alemanya al cap davant del rànking mundial, però la Xina continua amb el seu rol de mercat més dinàmic duplicant per tercer any consecutiu la seva capacitat instal·lada, i amb 12.000MW supera de llarg el seu objectiu fixat per 2010 de 5.000MW. Així doncs, es proposa el nou repte d'obtenir el 15% de l'electricitat que consumeix amb renovable al 2020. Tot i això, Europa és de lluny la regió que lidera el sector en termes de capacitat eòlica mundial. A més, la EWEA (European Wind Energy Association) ha establert com a pròxim objectiu europeu cobrir el 23% de la demanda elèctrica mitjançant energia eòlica, tot i que la Unió Europea ha assignat oficialment uns objectius individuals a cada país membre. En el cas d'Espanya és del 30%.

Tot i aquest marc aparentment favorable, els mercats de l'energia arreu del món funcionen sota una intensa regulació a causa del fort component estratègic d'aquest sector. Alguns analistes preveuen que la potència mundial instal·lada podria arribar als 300.000MW al 2013 amb polítiques de promoció de les renovables als Estats Units, Xina i Europa. Per aquesta raó, en l'*American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 es va demanar una extensió del PTC<sup>5</sup> fins al 2020 amb la finalitat de millorar la confiança i estabilitat del sector i afavorir les inversions a llarg termini. Un altre estratègia política que afavoriria un creixement ràpid i constant de les renovables, convertint el sector en un negoci atractiu i promovent la fabricació a gran escala, seria l'aprovació d'un pla nacional robust (*Renewable Portfolio Standard*) que establís de forma vinculant objectius ambiciosos de contribució de les renovables al mix elèctric amb dates fixades. Si és manté el creixement anual d'aquesta dècada, la capacitat total al 2020 pot situar-se entorn als 2 milions de megawatts i amb forts incentius econòmics es podrien assolir els 3 milions de megawatts, trenta vegades més de la potència instal·lada al

---

<sup>5</sup> Production Tax Credit (PTC): és un instrument financer mitjançant el qual les reinversions dels beneficis generats per aquest sector no paguen impostos. Ha estat el principal instrument que ha facilitat el desenvolupament del sector renovable als Estats Units i de moment serà vigent fins al 2012.



2008. Els països que liderin el desenvolupament de les tecnologies renovables obtindran importants beneficis i estaran afavorint la sostenibilitat a nivell global.

### 2.1.2 L'Energia Solar a Espanya

Segons dades de la CNE (Comisión Nacional de la Energía), només s'han instal·lat 100MW de fotovoltaica a Espanya en els últims dos anys. ASIF (Asociación de la Indústria Fotovoltaica) denuncia que el mercat espanyol es troba en una situació molt crítica i que s'està abandonant

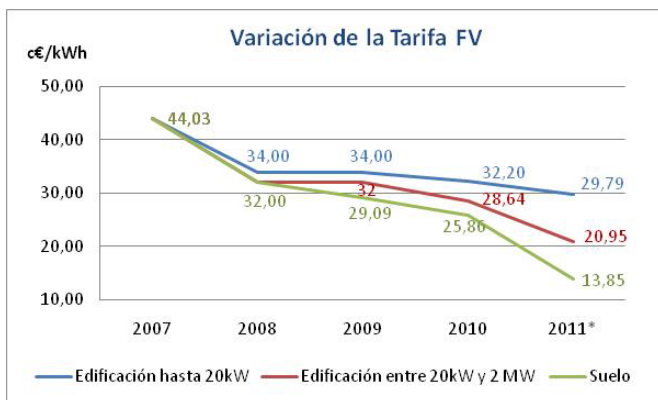


Fig. 3: Variació de la tarifa fotovoltaica des de 2007  
Font: Elaboració pròpia a partir de l'ASIF (2009)

una font d'energia amb una reducció de tarifes superior al 40% en tres anys. L'any 2009, el valor del mercat nacional va caure un vertiginós 98,5% i l'activitat ha sigut pràcticament nul·la l'any 2010. A més, mentre la regulació i la inseguretats jurídica paralitzen el mercat espanyol, la resta de països de l'entorn potencien els seus mercats interiors perquè saben que la fotovoltaica és una aposta segura que madura ràpidament i està reduint costos. La

indústria fotovoltaica espanyola, en canvi, va operar a un 25% de la seva capacitat i va exportar més del 75% de la seva minsa producció al 2009. La resta del sector està desapareixent o relocalitzant-se a l'estranger per desenvolupar una activitat que li resulta impossible a Espanya. Moltes fàbriques s'han vist obligades a tancar, i en termes d'ocupació s'han perdut ja uns 30.000 llocs de treball des de 2008. D'aquesta manera, Espanya ha passat de ser un dels líders i referents internacionals a ocupar els últims llocs del "ranking" mundial en el sector fotovoltaic. La comparativa amb els estats del seu entorn mostrada a la figura 4 posa de manifest aquest fenomen.

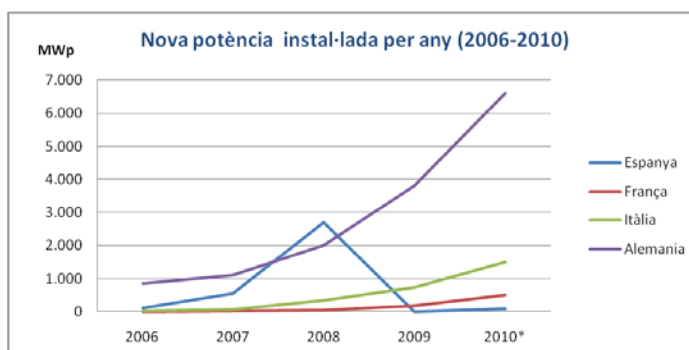


Fig. 4: Variació de la tarifa fotovoltaica en el període 2006-2010  
Font: Elaboració pròpia a partir de l'ASIF (2009)

Les causes d'aquesta situació es remunten al "boom" que va viure el mercat fotovoltaic amb l'entrada en vigor del Reial Decret 661/2007, que establia una tarifa regulada per promoure el desenvolupament i implantació de la fotovoltaica: "el derecho a la percepción de la tarifa regulada, o en su caso, prima, estará supeditado a la inscripción definitiva de la instalación en el Registro de instalaciones de producción en régimen especial, (...) con anterioridad a la fecha límite establecida en el artículo 22". Aquest article dictava el següent: "una vez se alcance el 85% del objetivo de potencia (...), se establecerá mediante resolución del



*Secretario General de Energía, el plazo máximo durante el cual aquellas instalaciones que sean inscritas en el Registro administrativo de instalaciones de producción en régimen especial con anterioridad a la fecha de finalización de dicho plazo tendrán derecho a prima o, en su caso, tarifa regulada establecida en el presente real decreto (...), que no podrá ser inferior a doce meses*". L'objectiu marcat per instal·lacions que utilitzessin únicament la radiació solar com energia primària mitjançant la tecnologia fotovoltaica era de només 371MW. A data de 31 d'Agost de 2007, el percentatge de solar fotovoltaica respecte l'objectiu de potència instal·lada per aquesta tecnologia era del 91%, i s'estimava que arribaria al 100% en el més d'Octubre. Per aquesta raó, el 27 de Setembre de 2007 s'aprova la resolució de la *Secretaria General de Energía*, per la que s'estableix el termini de manteniment de la tarifa regulada per la tecnologia fotovoltaica en dotze mesos a partir de la seva publicació. Així doncs, es va saber la data exacte en que els ajuts deixarien d'estar en vigor: "*todas las instalaciones conectadas e inyectando a red antes de fecha 29-09-2008 se acogerán al RD611*". Un cop arribat aquest moment, el govern es va trobar que s'havien instal·lat uns 4000MW de potència, vuit vegades més que els 500MW esperats. Fins i tot va haver-hi casos de falsificació de finals d'obra per acollir-se al Real Decret quan encara no s'havia instal·lat ni un sol panell solar. Això va crear series dificultats al govern que havia de pagar els ajuts a molts més promotors dels que havia planificat, i per tant havia d'assumir uns costos amb els que no comptava. Per aquesta raó, l'Estat va anunciar la intenció de revisar el marc regulatiu de la fotovoltaica per rebaixar-ne les primes i els rumors d'una mesura retroactiva es van estendre ràpidament. Com a conseqüència, la banca va perdre la confiança en el sector i va deixar de donar crèdits per aquest tipus de projectes. La inseguretat jurídica creada per aquests fets i la posterior inestabilitat regulatòria, juntament amb la opinió pública generalitzada referent als costos de les renovables, van paraitzar el mercat i les inversions.



### 3. OBJECTIUS

---

Aquesta investigació s'ha plantejat tres grans objectius que es poden identificar clarament en l'estructura que adopta el present document. En primer lloc es pretén analitzar la sostenibilitat del sistema energètic de Catalunya mitjançant una diagnosi del sector (capítol 5), deixant en evidència que la generació renovable afavoreix una notable millora en aquest aspecte. En segon lloc, s'investiga sobre les barreres que troben les alternatives energètiques per integrar-se en el sistema de producció, essencialment en el subsector elèctric (capítol 6). Finalment, s'elaboren unes propostes de millora en relació a les barreres del sistema que s'han identificat, amb l'objectiu d'afavorir la implantació de generació renovable en el sistema elèctric (capítol 7).

En definitiva, l'objectiu del projecte és comprendre, davant l'evidència que les energies renovables permeten assolir un desenvolupament més sostenible i minimitzar l'impacte ambiental de les activitats humanes; què és allò que impedeix que es desenvolupin segons el seu potencial i perquè.



## 4. METODOLOGIA

---

Tal i com es desprèn de l'estructura del projecte, la metodologia és divideix en tres parts, cadascuna associada a la consecució d'un dels objectius del treball.

En primer lloc, per conèixer la sostenibilitat del sistema energètic en la regió catalana, s'ha elaborat una diagnosi del sector amb l'objectiu de conèixer i comprendre l'evolució del mix energètic, així com d'analitzar els aspectes, positius i negatius, de les diverses tecnologies de producció. L'estudi es divideix en dues parts: en primer lloc es realitza la diagnosi del sistema energètic en la seva globalitat, i en segon lloc es fa al mateix amb el subsector elèctric. Durant la primera part, es presenten paràmetres com la dependència energètica, la seguretat de subministrament, l'eficiència del sector i els seus impactes ambientals que suggereixen la necessitat de canvis en el model energètic sota criteris de diversa índole: econòmics, ambientals, i fins i tot ètics. La recollida de dades energètiques de Catalunya no ha estat difícil, ja que s'han obtingut dels balanços energètics que facilita l'Institut Català de l'Energia (ICAEN) a la seva pàgina web. La tasca pròpia de la diagnosi ha estat processar aquestes dades mitjançant gràfiques i taules comparatives que permeten comprendre l'evolució d'aquests paràmetres durant el període estudiat, així com explicar els seus efectes sobre la sostenibilitat del sistema. En la segona part, s'aborda el sector elèctric pel fet de ser l'àmbit de major potencial per les energies renovables, i es fa una anàlisi de la planificació futura elaborada en el Pla de l'Energia de Catalunya (PEC). En aquest cas, les dades s'han obtingut de l'ICAEN i del PEC, i la tasca pròpia de l'estudi és comprendre la conjuntura del mix elèctric de generació i analitzar les raons que no han permès al PEC assolir una planificació efectiva per un futur energètic sostenible. Finalment, en l'últim apartat de la diagnosi, es presenta l'evolució de les emissions de CO<sub>2</sub> durant el període estudiat com a valoració de l'impacte ambiental més greu del sistema energètic.

En segon lloc, la investigació dels factors que dificulten la integració de l'energia renovable en el sistema de generació elèctrica, tant a nivell estatal com autonòmic, s'ha basat en gran mesura en la recerca d'informació de caire econòmic i sobretot legislatiu. La gran complexitat normativa del sector suposa un repte per tot aquell que es proposi conèixer les barreres que impedeixen un major creixement de la contribució renovable. Per aquesta raó, aquest capítol comença amb un apartat d'antecedents que pretén contextualitzar al lector en la conjuntura econòmica i legislativa del sector: abordant qüestions com la liberalització, el sistema de tarifes i el sistema de primes i el dèficit tarifari, entre d'altres. Finalment, un cop entesa, en la mesura del possible, la complexitat normativa del sector, s'exposen els tres tipus de barreres existents: les retributives, les tècniques i les administratives.

En ambdós capítols, la lectura contínua d'informació recent en els medis de comunicació ha estat un punt clau de la metodologia, ja que m'ha permès orientar el projecte, comprendre les conseqüències del dia a dia d'allò que anava estudiant i m'ha facilitat afinar les fonts de la

meva recerca. Per aquesta raó s'inclou un petit recull de les notícies més interessants en els annexes del treball.

En tercer lloc, l'elaboració de les propostes de millora s'ha basat en un divers ventall de fonts d'informació a base de la lectura contínua sobre aquesta temàtica. Es podrien destacar les associacions de productors i de les indústries, operadors del sistema (REE) i del mercat (OMEL), la Comissió Nacional de l'Energia (CNE), declaracions d'autoritats i personatges rellevants, articles d'opinió, revistes del sector, i fins i tot el propi enginy. El capítol anterior sobre les barreres permet comprendre quines són les dificultats a superar per part del sector renovable, i la tasca pròpia d'aquest capítol és idear formes d'aconseguir-ho. L'objectiu no és, òbviament, donar amb una hipotètica solució capaç d'arreglar-ho tot, ja que hi ha molts experts treballant en això i no és gens fàcil. Però sí que es pretén si proporcionar certes alternatives encara que sigui amb un caràcter purament divulgatiu per demostrar al lector que hi ha moltes línies obertes d'estudi i d'actuació.

Aquest capítol consisteix en una diagnosi completa del sistema energètic català en el període 1990-2007. El capítol està dividit en dos grans blocs, la diagnosi del sistema energètic de forma global, i la diagnosi del sistema elèctric com a subsector energètic.

Primer de tot es defineixen una sèrie de conceptes bàsics que cal conèixer per comprendre la realitat energètica d'un país, com per exemple: la demanda energètica, la dependència de l'exterior i els seus riscos associats, la seguretat de subministrament, el mix energètic i l'eficiència de generació. En definitiva, l'objectiu és avaluar la sostenibilitat d'aquest sistema que influeix tant en la resta de sectors econòmics.

### 5.1 Sistema Energètic (1990-2007)

---

L'estudi comença amb un anàlisi sobre el grau de dependència energètica i els seus inconvenients bàsicament econòmics (5.1.2). Tot seguit s'analitza el mix energètic per conèixer les fonts i tecnologies emprades (5.1.3), i la qüestió de l'eficiència energètica (5.1.4). A continuació, s'aborda el consum energètic per sectors i les seves tendències (5.1.5), la qual cosa ens permet comprendre l'evolució de la demanda. En l'últim apartat (5.1.6), s'avaluen els impactes ambientals amb l'evolució de les emissions de CO<sub>2</sub> en període estudiat.

#### 5.1.1 Conceptes previs i apropament al marc energètic

El sistema energètic és el sector econòmic gràcies al qual s'abasteix d'energia a la resta de sectors econòmics per què aquests puguin desenvolupar les seves funcions. Existeixen tres grans fases indispensables per cobrir la demanda d'energia: la producció (extracció, transformació i en alguns casos concentració d'energia), la distribució (transport des de les centrals de producció fins als punts de consum) i el consum realitzat per les diverses activitats humanes. En aquest procés, l'energia adopta diferents denominacions segons la fase en que es troba. Aquesta diferenciació és pertinent perquè cada una d'aquestes fases comporta un cert consum d'energia, i per tant, l'energia produïda en la primera fase no és igual a l'energia consumida en l'última fase. Per aquesta raó es parla de "*l'energia requerida per disposar d'energia*" (EROI)<sup>6</sup>, que fa referència a la quantitat d'energia necessària per subministrar energia pel consum final dels sectors econòmics. A continuació es defineixen una sèrie de conceptes relacionats amb la denominació de l'energia en cada fase. *L'energia primària* és l'energia present de forma natural en el medi, o dit d'una altra manera, els recursos naturals: petroli, carbó, urani, el sol, el vent, etc. La *producció d'energia primària* és la quantitat d'energia primària que s'extreu del medi, que generalment no coincideix amb la demanda ja que entra en joc el comerç internacional. *L'energia primària disponible* és el "comput" total de la producció d'energia primària i el saldo d'intercanvis internacional, i és igual a la demanda

---

<sup>6</sup> EROI: Energy Return On energy Investment. És la quantitat d'energia que s'obté de l'extracció o transformació d'una font primària d'energia per unitat d'energia invertida. Cleveland et. al. Energy and the U.S. Economy: A Biophysical Perspective. Revista Science 1984.

energètica. Finalment, el *consum d'energia primària* és la quantitat total d'*energia primària* que necessita una economia pel seu funcionament, i és igual a la suma de: els usos no energètics (indústria petroquímica), el consum propi del sector energètic, l'energia utilitzada per la transformació d'energia (refineries), pèrdues en el transport i la distribució d'energia i el consum dels sectors econòmics (*consum final d'energia*). La figura que es presenta a continuació resumeix tots aquests conceptes i la relació que tenen entre sí amb les dades de l'any 2007.

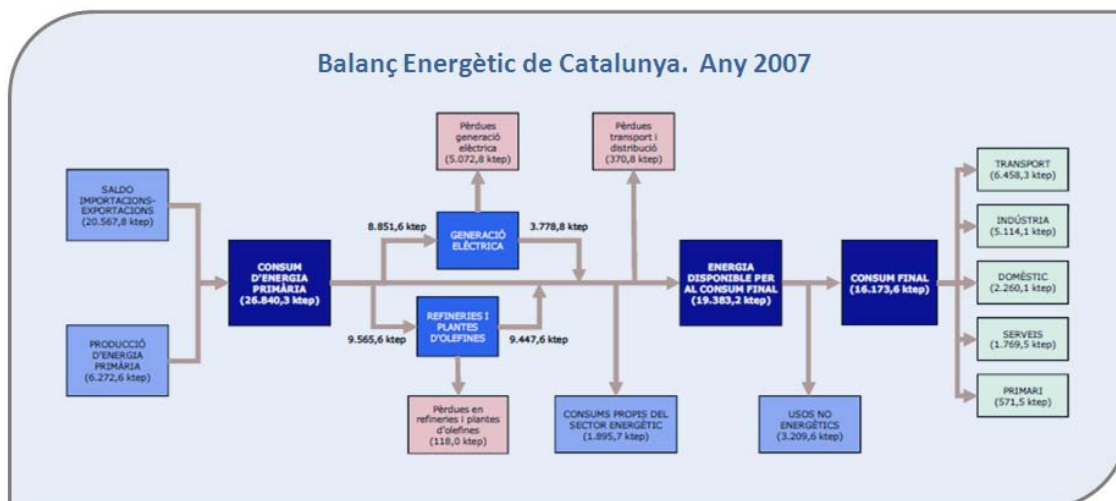
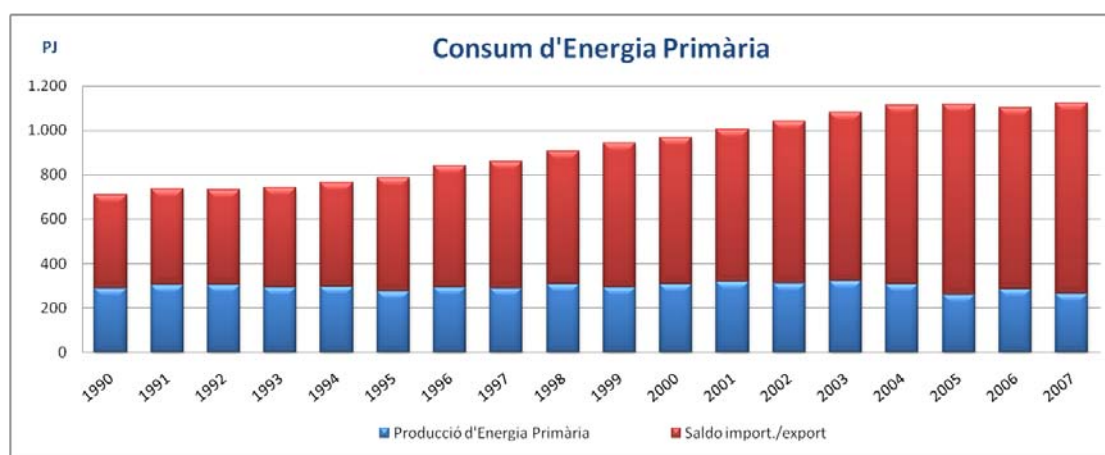


Fig. 5: Balanç Energètic de Catalunya, any 2007.

Font: Institut Català de l'Energia. Generalitat de Catalunya.

Els conceptes introduïts anteriorment es poden comprendre de forma més gràfica gràcies a la figura 6, elaborada a partir del balanç energètic de Catalunya l'any 2007, realitzat per l'Institut Català de l'Energia (ICAEN). La taula 2 de l'annex presenta algunes dades generals sobre el sistema energètic català que s'aniran analitzant més detalladament, a partir de gràfics i altres taules al llarg del document. La figura 6 representa el consum d'energia primària dividint-lo en dos components: la importació i la producció autòctona.



Nota: es considera la nuclear com a autòctona perquè és així com es presenten les dades oficials, però no hauria de ser així perquè el combustible nuclear s'importa de països estrangers.

Figura 6: Consum d'energia primària (Producció autòctona + Saldo d'intercanvis) en el període 1990-2007

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'ICAEN



La primera objecci6 que es desprèn d'aquest gràfic és que la producci6 d'energia primària és sempre molt menor que la seva demanda, i això impedeix que Catalunya tingui autonomia energètica. La dependència d'uns recursos naturals inexistents en terres catalanes obliguen a importar aquests combustibles de països d'arreu del món, i això provoca situacions d'instabilitat econòmica, inseguretats de subministrament i riscos geopolítics que es podrien mitigar amb altres fonts alternatives i autòctones.

### 5.1.2 Dependència energètica i riscos

La producci6 autòctona, procedent bàsicament del carb6, la renovable, alguns jaciments de petroli i sobretot la nuclear, s'ha mantingut constant en els últims anys amb lleugeres fluctuacions, en canvi la demanda s'ha incrementat contínuament. Aquest augment de consum s'ha pogut assolir gràcies al fort augment de les importacions, i això ha provocat que la contribuci6 de la producci6 autòctona durant el període s'hagi reduït d'un 40 a un 23% del total d'energia primària consumida. Com a conseqüència, Catalunya presenta una de les dependències energètiques més fortes de la Uni6 Europea important un 77% de l'energia que consumeix. Aquesta dependència es tradueix, d'una banda, en riscos geopolítics i de seguretats de subministrament, i de l'altre, en riscos econòmics inflacionistes degut a la volatilitat dels preus en moments d'escassetat o instabilitat política<sup>7</sup>. Les figures 7 i 8 presenten les fonts de producci6 autòctones i les fonts que s'importen d'altres països segons el seu pes.

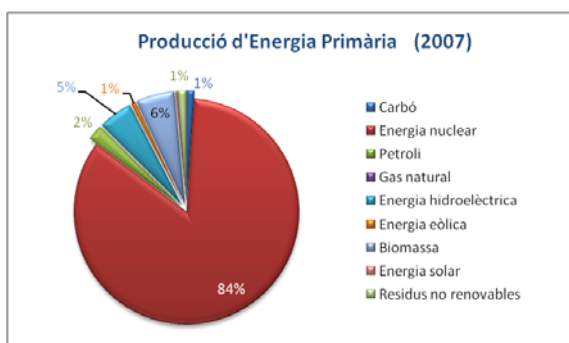


Fig. 7: Producci6 d'Energia Primària l'any 2007 a Catalunya  
Font: Elaboraci6 pr6pia a partir de l'ICAEN

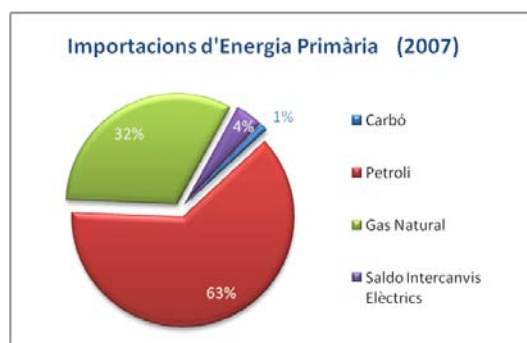
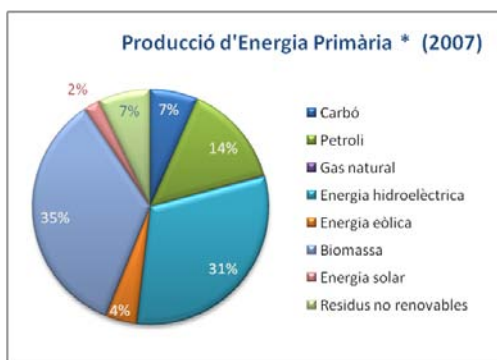


Fig. 8: Importacions d'Energia Primària l'any 2007 a Catalunya  
Font: Elaboraci6 pr6pia a partir de l'ICAEN

Segons les dades oficials representades en aquests gràfics, sembla que la dependència del sistema sigui deguda únicament al petroli i al gas natural (gràfic 8). Si be la ubicaci6 de les centrals es troba en territori català, el combustible nuclear s'importa de països estrangers. Així doncs, la nuclear també comporta una forta dependència de l'exterior, ja que sense combustible les centrals no funcionen. Per aquesta ra6, aquesta tecnologia no s'hauria de considerar íntegrament autòctona (gràfic 7). En definitiva, l'autonomia energètica està en un punt més crític del que les dades oficials pretenen mostrar, ja que Catalunya importa el 90% del que consumeix. Les figures 9 i 10 mostren les dades de producci6 (10%) i importacions (90%) del sistema segons aquest enfocament. Mirat d'aquesta manera, l'energia renovable representa gairebé el 80% de la producci6 autòctona de la regi6.

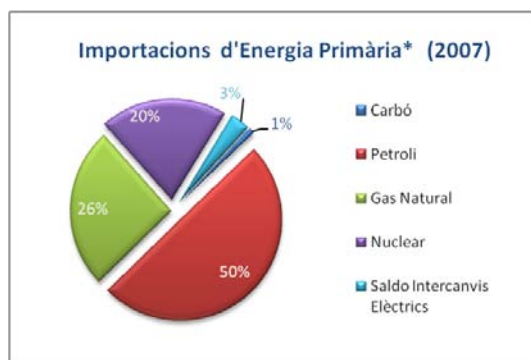
<sup>7</sup> Per a més informaci6 sobre els riscos inflacionistes i el risc de la dependència energètica veure: Vicent Alcàntara Escolano et. al. Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (resum executiu), Informes del CADS 8-1; pàg. 20-21.



\*Nota: No són dades oficials

Fig. 9: Producció d'Energia Primària l'any 2007

Font: Elaboració pròpia a partir de l'ICAEN.



\*Nota: No són dades oficials

Fig. 10: Importacions d'Energia Primària l'any 2007

Font: Elaboració pròpia a partir de l'ICAEN.

Vegem tot seguit la procedència de les importacions de combustibles fòssils per comprendre els efectes que la dependència energètica pot tenir sobre l'economia catalana, efectes que també afecten en certa manera a la sostenibilitat del sistema.

Dues tercers parts de les reserves mundials de petroli en condicions de ser explotades i la meitat de les reserves de gas natural del planeta es troben en el subsòl del Nord d'Àfrica i Orient Mitjà, escenari d'una creixent inestabilitat per les revoltes de principis de l'any 2011. Així doncs, les reserves d'hidrocarburs (815.100 milions de barrils de petroli i 84,41 bilions de metres cúbics de gas natural) dels països d'Orient Mitjà i del Nord d'Àfrica, en endavant OMNA, resulten crucials perquè el món pugui saciar la seva creixent voracitat energètica<sup>8</sup>. Recordem que el consum mundial de petroli està en uns 85 milions de barrils diaris, i el conjunt d'aquests països exporta 21,2 milions de barrils (el 40% de les exportacions mundials), mentre que 18,42 milions corresponen a Orient Mitjà que és el màxim exportador mundial<sup>9</sup>.

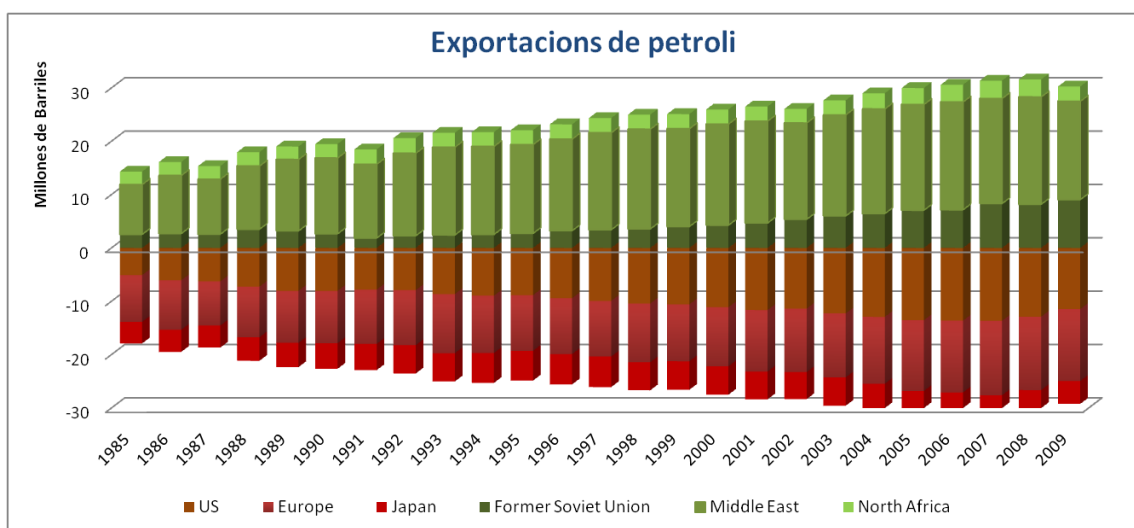


Fig. 11: Exportacions mundials de petroli.

Font: BP Statistical Review of World Energy, June 2010

<sup>8</sup> Per a més informació sobre les reserves mundials de combustibles fòssils consultar l'annex, taula 3.

<sup>9</sup> BP Statistical Review of World Energy. Juny de 2010.

La figura 11 representa l'augment de les importacions dels països amb més dependència de petroli des de 1985 i les exportacions dels països amb una quota de mercat més elevada. Estats Units, Europa i Japó presenten dependències creixents i han augmentat les seves importacions en un 126%, 54% i 6% respectivament des de 1985, i actualment acaparen el 55% d'importacions mundials de petroli entre els tres. D'altra banda, els països exportadors també presenten increments en la seva activitat mercantil amb augments del 256% pels països de l'antiga Unió Soviètica, 97% per l'Orient Mitjà i 14% per Nord Àfrica. Aquestes tres regions assoleixen el 57% de les exportacions mundials, però l'oest africà i l'àrea del pacífic asiàtic han augmentat un 150% i un 130% les seves exportacions i ja doblen la quantitat de barrils diaris exportats per Nord Àfrica. El mercat del Gas Natural no està tant dividit en venedors i compradors com el de petroli. Europa segueix essent fortament dependent, però Estats Units té una certa producció autòctona i representa el 20,1% de la producció mundial anual, per tant, aquesta tecnologia li permet incrementar la seva autonomia energètica. Els països de la OMNA representen el 20% de les exportacions mundials i Rússia el 21%, i els països amb una quota de mercat més elevada són Qatar amb un 73,5% de les exportacions del conjunt de l'Orient mitjà i Algèria amb un 65% del conjunt de tot el continent africà.

L'Agència Internacional de l'Energia (EIA) considera que la demanda global de petroli continuarà creixent de manera constant en el futur assolint prop de 99 milions de barrils diaris al 2035, uns 15 milions més que al 2009. Per assegurar aquest subministrament, els països importadors han d'encomanar-se als Països de la OPEP (Organització de Països Exportadors de Petroli), que controlen el 77% de les reserves mundials, i la seva participació a la producció mundial hauria d'arribar al 50% mundial. D'altra banda, la AIE conclou que els països de l'Orient Mitjà incrementarien les seves exportacions en un 57% destacant els casos d'Iraq i Aràbia Saudita amb augments de producció previstos del 180% i el 58% respectivament. Pel que fa al Gas Natural, les exportacions de l'Orient Mitjà haurien de doblar-se i la producció d'Algèria i Líbia hauria de créixer un 97,6% i un 286,8% respectivament. Tot i així, aquests objectius no són gens fàcils de complir tenint en compte el marc d'inestabilitat política, social i econòmica que es viu en aquests països.

D'altra banda, Egipte, tot i no ser un destacat productor de gas ni de petroli, és territori de pas de milions de barrils de petroli diaris amb destí a Europa, ja sigui per mitjà del Canal de Suez o a través de l'oleoducte Sumed. Aquest oleoducte connecta el Mar Roig amb el Mediterrani travessant tot el país, i té una capacitat per que hi circulin 2,5 milions de barrils diaris, superant el tràfic del Canal de Suez. Aquestes arteries han d'estar ben protegides pels interessos del països europeus perquè si aquestes comunicacions fallen, l'alternativa seria embarcar el petroli rodejant el continent africà, fet que allargaria el trajecte dos setmanes y suposaria un cost afegit al ja elevat preu d'aquesta matèria prima. Alguns diaris internacionals especialitzats en temàtica macroeconòmica senyalen que la pujada dels preus del petroli i del gas natural, degut entre d'altres coses a la seva escassetat, representa una greu amenaça per la recuperació econòmica mundial. D'altra banda, algunes veus, com la de l'analista David Butter, director regional d'Orient Mitjà per EIU (Economist Intelligence Unit<sup>10</sup>), defensen que *"el millor escenari, en termes de minimitzar el trastorn econòmic i satisfer la preocupació del*

---

<sup>10</sup> Part del grup que edita el seminari The Economist

món occidental sobre la necessitat de reformes cap a la democràcia en la zona, seria un avanç cap a les llibertats civils que involucraria a tota la societat per debatre la importància d'introduir canvis constitucionals". Si tenim en compte que una democratització dels països d'Orient Mitjà i el Nord d'Àfrica hauria de conduir idealment a una situació de major igualtat i millor nivell de vida de la societat, s'ha de comptar també amb un augment del seu consum de matèries primeres i d'energia. Aquest fet incrementaria la competència pels recursos energètics, i conseqüentment el seu preu. El desenvolupament dels països industrialitzats ha culminat amb una globalització qüestionable en termes de sostenibilitat, que es basa en gran mesura en un preu baix de l'energia. Com a conseqüència, un fort augment dels preus afectaria la sostenibilitat del model de desenvolupament adoptat per aquests països. A més, la creixent demanda dels països emergents pot provocar més tensions internacionals, amb el conseqüent risc de que deriven en conflictes bèl·lics per l'adquisició d'aquests recursos que experimentaran grans revaloritzacions. El risc de desencadenament de conflictes bèl·lics hauria d'afectar, en qualsevol cas, la nostra consciència ètica envers les bases del sistema energètic.

A continuació, la figura 12 mostra com el preu del petroli ha estat força constant durant gran part de la seva història, però també s'observa la volatilitat del preu del petroli a partir de la primera crisi del petroli l'any 1973.

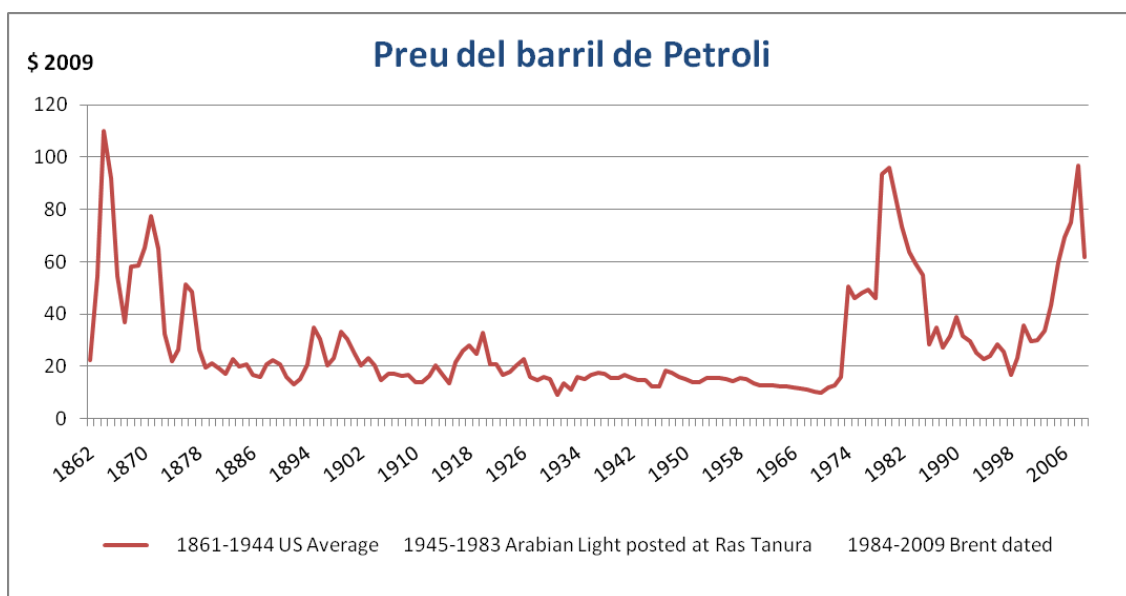


Fig. 12: Preu històric del barril de Petroli.

Font: BP Statistical Review of World Energy, June 2010

L'augment del preu unit a la gran dependència del petroli que tenia el món industrialitzat en aquella època, va provocar un fort efecte inflacionista i una reducció de l'activitat econòmica dels països afectats. Conseqüentment, aquests països van haver de respondre amb una sèrie de mesures permanents per frenar la seva dependència. Posteriorment, el preu va tornar a disminuir fins a preus propers als d'abans de la crisi. A partir de l'any 2000 però, el preu va començar augmentar de nou degut a augments en els costos d'extracció (donat que ja s'havien explotats els pous de més fàcil accés) i al creixement de la demanda de països emergents com Índia o la Xina. Aquesta tendència va estar interrompuda per la crisi financera mundial, que va paralitzar l'activitat econòmica i el consum. Tot i així, la tendència anterior a

la crisi es torna a fer palesa quan s'observa que, a mitjans del 2007 es va arribar a un preu mínim per sota dels 40\$/barril mentre que a finals de febrer del 2011, després d'una pujada del preu del 35% en tres mesos, el barril de petroli es situava en els 111,9\$. Segons el govern d'Espanya, "cada pujada de 10€ en el barril de cru suposa una factura de 6.000 milions per Espanya", i aquest encariment es transmet directament al transport per carretera i aeri. Aquesta situació està posant contra les cordes al sector del transport, que han d'augmentar el preu dels serveis que ofereixen a les seves empreses client. El transport és una activitat present en qualsevol sector, i això està provocant un augment dels costos de producció, i conseqüentment de l'Índex del Preu al Consum. Aquesta situació provoca greus problemes d'inflació que disminueix la competitivitat de les empreses locals. Així, un titular de la revista *Dinero de La Vanguardia* declarava: "La inflació altera el rumbo del BCE"; el diumenge 6 de Febrer de 2011. Segons dades de l'Institut Nacional d'Estadística (INE), l'IPC va pujar un 3,3% durant l'any 2010 a Espanya, amb augments especialment elevats en les begudes alcohòliques i tabac (16,1%), el transport (9%) i en l'habitatge (7,8%), aquest últim com a conseqüència de l'augment del preu de l'electricitat. Aquests tres sectors són els que clarament tiren de la inflació, ja que també són els que més puguen en la taxa intermensual de Gener, en que la inflació es redueix un 0,7% bàsicament gràcies a les rebaixes de principi d'any. El Banc Central Europeu ha definit l'estabilitat de preus amb una taxa d'inflació "inferior a, però propera al 2%". En el 2010 la eurozona va tancar l'any amb un 2,2% d'inflació, i al febrer de 2011, un cop iniciades les tensions del Mediterrani, l'alça dels preus del petroli va provocar un augment dels preus al 2,4% en la unió monetària europea<sup>11</sup>. La inflació del 3,3% que hi ha Espanya és clarament preocupant, i es deu en una part important als elevats preus dels productes energètics.

Inflació - Índex de Preus al Consum (IPC)		
	Variació Gener 2011	Taxa Interanual 2010
Aliments	0,1%	0,9%
Begudes alcohòliques i tabac	2,1%	16,1%
Vestit i calçat	-14,2%	0,4%
Vivenda	2,8%	7,8%
Medicina	0,0%	-1,4%
Transport	1,4%	9,0%
Comunicacions	0,0%	-0,8%
Oci i cultura	-1,8%	-1,0%
Ensenyament	0,1%	2,3%
Hotels, cafès i restaurants	0,1%	1,7%
Altres béns i serveis	0,6%	2,8%
<b>General</b>	<b>-0,7%</b>	<b>3,3%</b>

Taula 1: Inflació (IPC) l'any 2010 i gener de 2011  
 Font: Institut Nacional d'Estadística (INE)

L'energia nuclear, tot i requerir la importació d'urani per produir energia en les centrals nuclears, no genera problemes d'inflació ni disminueix la seguretat de subministrament ja que el seu mercat és molt més estable i segur que el dels combustibles fòssils. Tot i així, la creixent demanda dels països emergents pot provocar augments del preu en un futur no molt llunyà.

La primera característica que s'ha ressaltat en aquesta diagnosi ha estat la dependència que el sistema energètic català té de les importacions de combustibles de l'exterior, i els primers anàlisis envers la sostenibilitat són de caire més econòmic que no pas ambiental. S'explica a continuació el mix de tecnologies que produeixen energia en el sistema català i el pes de cadascuna dintre de la producció total.

<sup>11</sup> Dades d'inflació europees extretes de la pàgina web del Banc Central Europeu (BCE) a l'apartat d'estadístiques monetàries. (<http://www.ecb.int/stats/html/index.en.html>)

### 5.1.3 Evolució del mix energètic (1990-2007)

El mix tecnològic i de fonts energètiques utilitzat en la producció d'energia per abastir l'economia i la societat d'un país determina les externalitats<sup>12</sup> del sistema energètic en l'àmbit ambiental, social i econòmic, a més de condicionar l'eficiència del sistema. En les taules 4, 5, 6 i 7 de l'annex es presenta la quantitat d'energia primària i final produïda per cada font, en termes absoluts i percentuals respectivament. A continuació, les figures 13 i 14 resumeixen la informació percentual tot facilitant una comprensió més visual de l'evolució del mix energètic de Catalunya durant el període 1990-2007.

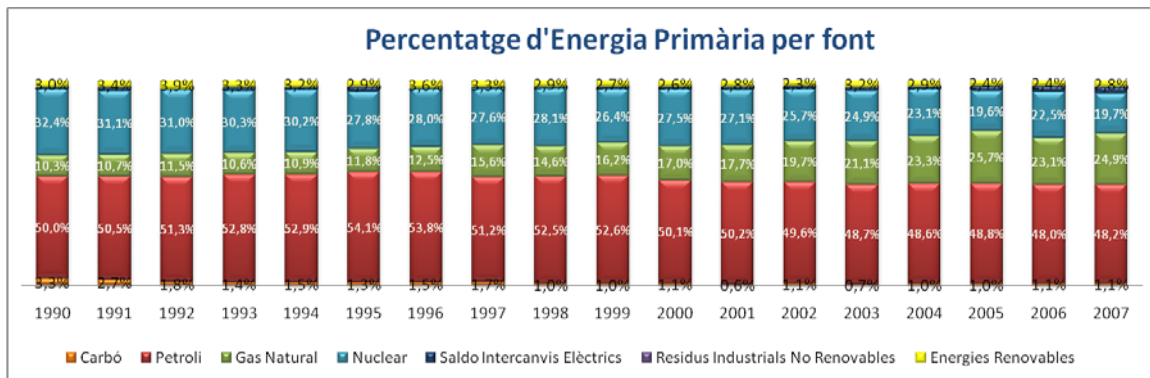


Fig. 13 Contribució de les diferents tecnologies energètiques en el mix d'energia primària

Font: Elaboració pròpia a partir l'ICAEN

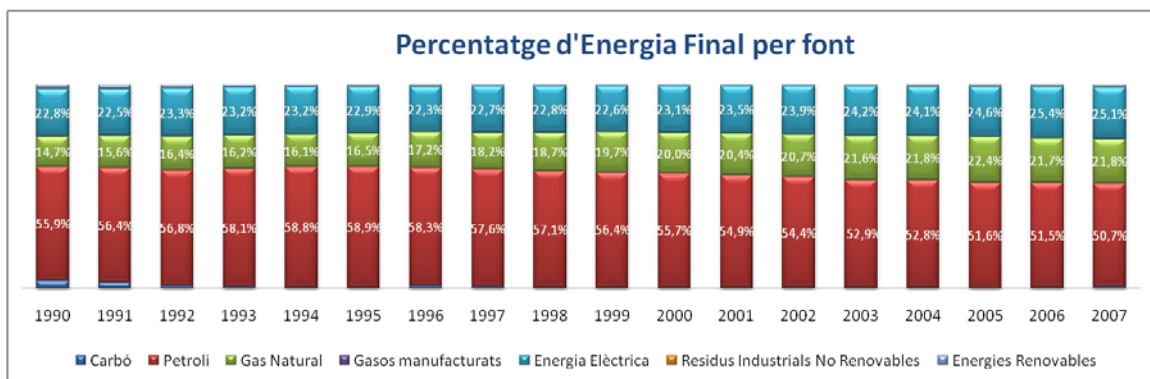


Fig. 14: Contribució de les diferents tecnologies energètiques en el mix d'energia final

Font: Elaboració pròpia a partir l'ICAEN

El mix de fonts en el gràfic d'energia primària mostra la dependència que té el sistema dels diversos combustibles o formes d'energia en termes generals, bàsicament petroli, gas natural i nuclear. En el gràfic d'energia final cal tenir present que tota la producció elèctrica està integrada sota el mateix títol, independentment de la font d'energia. Així doncs, la quantitat de gas natural a que fa referència el gràfic no inclou la part destinada a generació elèctrica, sinó bàsicament la part del combustible consumida com a producte final. El mateix passaria amb el carbó, que en el gràfic d'energia final desapareix perquè ja no s'usa en calderes, en canvi en el d'energia primària no perquè encara es manté per generació elèctrica. El combustible nuclear, en canvi, només s'utilitza per produir electricitat, i per això desapareix

<sup>12</sup> Externalitat són els efectes que té la producció o el consum d'un producte sobre les persones o empreses que no participen de la compra del producte, i s'utilitza quan aquests efectes no es reflecteixen en els preus de mercat.



en el gràfic d'energia final. D'altra banda, el petroli ha representat al voltant del 50% de l'energia primària consumida durant tot el període però, tal i com s'observa a la taula 6 de l'annex, això no significa que no hagi augmentat el seu consum en termes absoluts, bàsicament degut al consum del sector transport. L'energia nuclear, en canvi, ha disminuït el seu percentatge de contribució, però no perquè hagi disminuït el consum d'aquesta, sinó perquè ha augmentat el consum total. Amb una energia en recessió (nuclear) i una energia que, malgrat el seu consum creixent, tant sols manté el seu pes dintre el mix energètic (petroli), l'entrada en escena del Gas Natural ha permès assolir l'augment de demanda energètica. Aquest fet comporta diverses conseqüències: d'una banda, el gas natural, més eficient que el petroli i la nuclear, ha afavorit la millora en l'eficiència del sistema energètic català, però de l'altre, n'ha augmentat la dependència dels combustibles fòssils (d'un 64% a un 70%) i de l'exterior, augmentant els costos d'importació. Finalment, les energies renovables han augmentat tímidament des de 1990, però aquestes dades amaguen part important del seu creixement perquè la major part es destina a generació elèctrica i aquesta no apareix desglossada per fonts.

#### 5.1.4 Eficiència Energètica

En el primer apartat s'ha desglossat el consum primari com la suma de la producció autòctona més les importacions per analitzar el grau de dependència del sistema energètic. En aquest cas, el que es pretén és comprendre el concepte d'eficiència energètica i veure de quins factors depèn. La taula 2 de l'annex mostra en una de les seves files la diferència entre el consum d'energia final i el consum d'energia primària, i s'observa com aquest factor augmenta progressivament durant el període juntament amb la quantitat d'energia primària consumida. Tal i com s'apuntava en l'apartat de conceptes previs (5.1.1), l'energia primària és la quantitat d'energia continguda en els recursos naturals explotats per a la producció d'energia, mentre que l'energia final és la quantitat d'energia requerida per les diverses activitats sectorials de l'economia. La figura 15 representa el consum d'energia primària desglossat en consum final d'energia i la diferència entre els consum final (CEf) i primari (CEp).

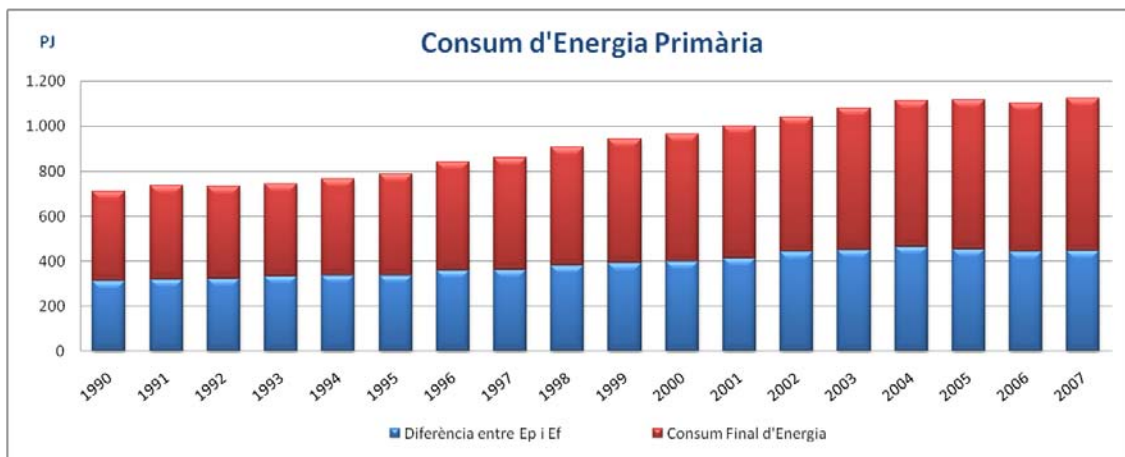


Fig. 15: Consum d'Energia Primària (consum final + diferència entre CEp i CEf).

Font: Elaboració pròpia a partir de l'ICAEN

La diferència entre el consum primari i el consum final no és deguda únicament a l'eficiència del sector, sinó que va lligada a diversos paràmetres. D'una banda l'eficiència de transformació de l'energia (52%) i les pèrdues per transport i distribució (4%) són factors que es poden minimitzar millorant l'eficiència del sistema (figura 16). De l'altre, els consums propis del sector (16%) i els consums no energètics (28%) no pertanyen estrictament al concepte d'eficiència energètica, però també incrementen aquest factor de pèrdua. En tot cas, cal tenir present que la quantitat total de recursos que s'han d'extreure de la natura ve determinada pel consum d'energia primària, no d'energia final, i que la degradació ambiental del capital natural depèn en gran mesura de la intensitat de les explotacions. L'eficiència energètica és un dels paràmetres que permet mesurar aquest impacte, juntament amb altres eines com per exemple el control dels excessos de demanda a causa d'un ús ineficient de l'energia. L'eficiència energètica va lligada fonamentalment als processos de conversió energètica, per tant, és en aquest punt on es pot actuar des de l'àmbit de la planificació estatal. Els hàbits de consum que deriven en una major o menor demanda final depenen exclusivament del consumidor, tot i que també es poden realitzar actuacions per formar als usuaris per tal de que facin un bon ús de l'energia. D'això se'n parlarà en l'últim capítol del projecte. L'eficiència energètica del sector productor d'energia, que és el que ens ocupa en aquest apartat, depèn fonamentalment de l'eficiència de transformació i de les pèrdues en el transport i distribució. En el cas de la generació d'electricitat, l'eficiència energètica depèn de les centrals de generació i tecnologies emprades, en canvi, en el cas dels carburants depèn de l'eficiència dels motors de combustió. Les centrals tèrmiques convencionals (carbó) obtenen rendiments de fins el 37% i els cicles combinats (gas) assoleixen fins un 60%, en canvi, en la tecnologia nuclear es considera que només un terç de l'energia primària present al nucli del reactor es transforma en electricitat (ICAEN). Per aquesta raó, una millora en l'eficiència del sector elèctric suposaria un augment important de l'eficiència de tot el sector energètic, i per tant ajudaria a minimitzar la diferència entre energia primària i final. En aquest sentit, les energies renovables poden esdevenir una eina crucial per afavorir aquesta millora si s'incrementa la seva participació al mix de generació elèctric<sup>13</sup>.



Fig. 16: Procedència de les pèrdues 2003-2007  
 Font: Elaboració pròpia a partir d'ICAEN

El següent apartat analitza l'evolució del consum final d'energia en el període 1990-2007 de l'economia catalana, que tot i haver-se ralentitzat en els últims anys a causa de la crisi, molt probablement tendirà a recuperar-se aviat. Aquest apartat ens permet tenir una idea de quines són les tendències de cada sector, així com comprendre les causes i conseqüències del seu comportament.

<sup>13</sup> Per a més informació sobre aquest tema, consultar Vicent Alcántara Escolano et.al. De los consumos finales de energía a los requerimientos de energía primaria y las emisiones de CO<sub>2</sub>. *Economiaz* nº67; 1er cuatrimestre, 2008.



### 5.1.5 Consum final d'energia per sectors (1990-2007)

A l'annex es presenta una taula amb tots els consums finals per sector durant el període que va des de 1990 fins al 2007. La figura 17 mostra el creixent requeriment energètic per part dels sectors econòmics i la figura 18 representa la participació percentual dels diferent sectors en el consum total de l'economia catalana.

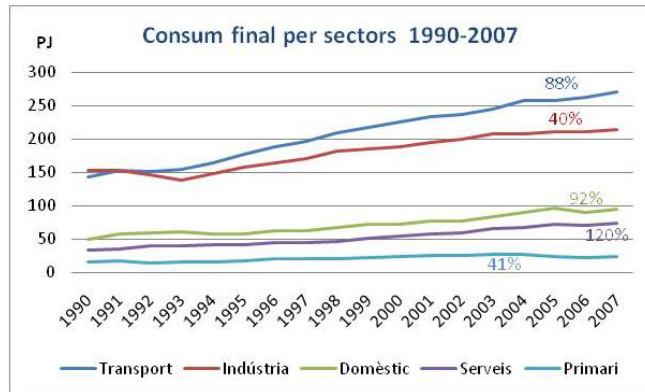


Fig. 17: Consum final per sectors econòmics en el període 1990-2007  
Font: Elaboració pròpia a partir de l'ICAEN



Fig. 18: Participació de cada sector en la demanda de 2007.  
Font: Elaboració pròpia a partir de l'ICAEN

En general, s'observa que els sectors amb un major consum final tenen un creixement propi més contingut i a la inversa, amb l'excepció del sector primari que és el sector que menys consumeix i també el que menys augmenta. Així, la indústria que és un consumidor majoritari i té un creixement contingut, mentre que el sector serveis és el que presenta un major augment essent un dels sectors de menor consum. Aquest fet revela un canvi profund de l'economia catalana amb una certa orientació cap al sector terciari. El sector domèstic és el segon en creixement de la demanda degut a l'augment de la població i del seu nivell de vida, fet que comporta un major consum per càpita, i el transport és el principal consumidor amb un 40% de la demanda. En conjunt, l'economia consumia un 70% més l'any 2007 que disset anys enrere, amb un augment de 280PJ. Tanmateix, el que realment importa és la responsabilitat dels diferents sectors en l'increment de la demanda final de l'economia (taula 3). En aquest sentit, el sector primari té la responsabilitat menor i el transport és el sector que clarament tira de la demanda, amb una responsabilitat del 45,2%. La indústria, en canvi, essent el segon consumidor més important, té una participació en el creixement molt més moderada, mentre que la del sector domèstic i serveis és força significativa. En conjunt, la taxa interanual de creixement del consum final ha estat d'un 3,2% durant el període, mentre que la taxa de creixement del consum d'energia primària ha estat d'un 2,4% anual. Aquesta diferència és deguda, entre d'altres, a la millora en l'eficiència del sector energètic, que al seu torn es deu a una major presència en el mix elèctric

Augment del Consum Final		
	Absolut (PJ)	Participació
Transport	126,44	45,2%
Indústria	60,66	21,7%
Domèstic	45,28	16,2%
Serveis	40,45	14,5%
Primari	7,01	2,5%
<b>Total</b>	<b>279,84</b>	<b>100,0%</b>

Taula 2: Responsabilitat del diferents sectors econòmics en l'increment de demanda final  
Font: Elaboració pròpia

de tecnologies més eficients que el carbó i la nuclear, com per exemple el cicle combinat i les renovables.

D'altra banda, el valor afegit que cada unitat d'energia consumida crea en l'economia catalana depèn de l'eficiència amb que s'empra l'energia en els diferents sectors. Les figures següents presenten la intensitat energètica del PIB i el consum energètic per càpita, conceptes que influeixen en el consum total. (veure taules 8 i 9 de l'annex)

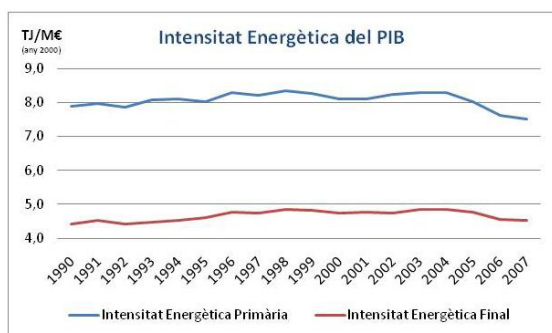


Fig. 19: Intensitat Energètica del PIB 1990-2007

Font:Elaboració pròpia a partir l'ICAEN

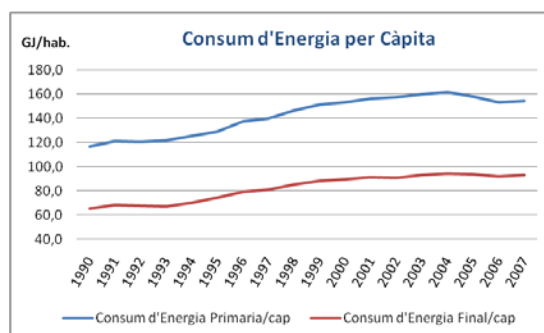


Fig. 20: Consum d'Energia per càpita 1990-2007

Font:Elaboració pròpia a partir l'ICAEN

En aquests gràfics s'observa que l'economia catalana s'ha mantingut força constant en les dues últimes dècades en termes d'energia consumida per unitat de PIB. Catalunya, al igual que Espanya i a diferència d'altres països de l'entorn europeu, no ha millorat la seva eficiència durant el període tot i la reorientació de l'economia de sectors altament intensius energèticament (com la indústria) a sectors menys intensius (com els serveis). D'altra banda, el consum per càpita s'ha incrementat un 32% per l'energia primària i un 42% per la final. Aquests increments són deguts al desenvolupament econòmic i l'augment del nivell de vida, que van acompanyats d'un augment del PIB per càpita. L'eficiència en l'ús de l'energia és la generació de valor afegit per unitat de consum energètic, i una millora en aquest sentit permetria generar més riquesa amb menys consum.

## 5.2 Diagnosi del Sistema Elèctric de Catalunya (1990-2007)

El subministrament elèctric és essencial pel desenvolupament de les activitats sectorials que satisfan les necessitats de la societat<sup>14</sup>, i el seu preu és un factor decisiu per garantir la competitivitat de l'economia. Així doncs, el progrés tecnològic de la indústria elèctrica i la seva infraestructura d'abastament té una influència significativa sobre l'evolució dels demés sectors als quals subministra energia. Per aquesta raó, les activitats del sector elèctric relacionades amb el transport i la distribució elèctrica tenen consideració de servei essencial, i estan regulades per l'estat. Les activitats de generació i comercialització, en canvi, es van privatitzar arrel de la llei 54/1997 del sector elèctric, que va establir les línies generals de liberalització del mercat i els dos règims de generació d'energia elèctrica: ordinari i especial. La finalitat

<sup>14</sup> Veure taula 10 i el gràfic adjunt de l'annex

d'aquesta separació de règims era establir les condicions adequades per augmentar la contribució dels sistemes de generació més eficients i menys contaminants. Així doncs, el règim especial presenta una sèrie de primes que bonifiquen l'electricitat subministrada a la xarxa per compensar el sobrecost d'aquestes instal·lacions. Aquest sistema d'ajuts es podria considerar un mecanisme d'internalització dels costos socials i ambientals que generen els sistemes de generació convencional. El Règim Especial està format per les energies renovables, la cogeneració<sup>15</sup> i l'aprofitament de residus.

En aquesta segona part del capítol, es realitzarà la diagnosi del sector elèctric, considerat com un subsector, molt lligat al sistema energètic, però amb unes característiques prou específiques com perquè valgui la pena parar-hi especial atenció. Primer de tot es veurà el mix de tecnologies i fonts que utilitza el sector per la generació elèctrica (5.2.1) i tot seguit s'analitzarà la previsió en l'horitzó 2015 del Pla de l'Energia de Catalunya (5.2.3).

### 5.2.1 Tecnologies i combustibles per la generació elèctrica

Parc de Centrals del Sistema Elèctric de Catalunya l'any 2007					
Tipus d'instal·lacions	Potència MW	Contribució %	Energia Bruta GWh	Contribució %	Hores de funcionament
<b>Règim Ordinari</b>	<b>9.089,3</b>	<b>83,0%</b>	<b>36.312,9</b>	<b>81,7%</b>	<b>3.995</b>
Hidràulica (> 50MW)	2.088,4	19,1%	2.957,6	6,7%	1.416
Centrals Tèrmiques de Carbó	160,0	1,5%	777,5	1,7%	4.859
Centrals Tèrmiques de fuel, gas i gasoil	1.234,1	11,3%	436,2	1,0%	353
Cicles Combinats	2.459,9	22,5%	11.271,0	25,4%	4.582
Nuclear	3.146,9	28,7%	20.870,6	47,0%	6.632
<b>Règim Especial</b>	<b>1.858,2</b>	<b>17,0%</b>	<b>8.135,0</b>	<b>18,3%</b>	<b>4.378</b>
Hidràulica (< 50MW)	272,0	2,5%	618,8	1,4%	2.275
Incineració de Residus (RSU i industrials)	49,6	0,5%	319,8	0,7%	6.448
Reducció de Residus (purins i EDAR)	131,7	1,2%	907,2	2,0%	6.888
Metanització de Residus	52,1	0,5%	232,6	0,5%	4.464
Biomassa forestal i agrícola	0,5	0,0%	0,6	0,0%	1.200
Cogeneració	975,5	8,9%	5.528,3	12,4%	5.667
Eòlica	342,4	3,1%	498,0	1,1%	1.454
Fotovoltaica	34,4	0,3%	29,7	0,1%	863
Solar Termoelèctrica	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0
<b>Total</b>	<b>10.947,5</b>	<b>100,0%</b>	<b>44.447,9</b>	<b>100,0%</b>	<b>4.060</b>

*Taula 3: Parc de Centrals del Sistema Elèctric de Catalunya l'any 2007*

*Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Pla de l'Energia de Catalunya (PEC)*

En la taula anterior, es caracteritza el sector elèctric de Catalunya l'any 2007 segons el tipus de centrals de generació. Cal tenir present que, pel que fa a les instal·lacions acollides al règim especial, la classificació tecnològica és purament indicativa i extreta de la legislació actual. Així doncs, bona part de les instal·lacions de reducció de residus són també, des del punt de vista tecnològic, instal·lacions de cogeneració.

<sup>15</sup> La cogeneració és la tecnologia que permet obtenir simultàniament energia elèctrica i energia tèrmica útil a partir d'una font d'energia primària. Es fa referència aquí a l'electricitat generada a partir de la calor dels processos productius.

La potència acumulada de cada tipus d'instal·lació mostra la capacitat elèctrica de cadascuna d'elles i del conjunt del sistema, així com del mix de tecnologies utilitzades. La relació entre la capacitat de producció i l'energia bruta produïda per cada tipus de central és també molt rellevant perquè permet calcular el nombre d'hores de funcionament de cada tipus de central. El règim de funcionament depèn de: la disponibilitat d'energia primària, de la demanda energètica i de la gestió que en faci l'operador del sistema. La disponibilitat depèn al seu torn de les importacions de combustible en uns casos, i de les condicions climàtiques en d'altres. La demanda elèctrica condiona la generació elèctrica degut a que l'electricitat és un producte que no es pot emmagatzemar, i per tant s'ha d'equilibrar contínuament la oferta i la demanda per no malbaratar energia. Finalment, l'operador del mercat<sup>16</sup> s'encarrega de fer la cassació d'energia elèctrica entre venedors i compradors en el mercat majorista, i oferta en primer lloc la nuclear (que no es pot aturar) i després la resta d'energies en funció de criteris d'eficiència, entre d'altres. Aquesta raó explica que l'energia nuclear aportí prop de la meitat d'electricitat produïda (47%) quan només representa un 29% de la potència instal·lada, i que les instal·lacions de règim especial en conjunt també aportin un percentatge lleugerament superior al de la seva capacitat. En canvi, les centrals de fuel, gas i gasoil que representen un 14% de la potència instal·lada només contribueixen en un 5% a la generació d'electricitat del sistema perquè tant sols treballen 353 hores a l'any. Aquest tipus de centrals, independents de les condicions meteorològiques i amb una arrancada molt més àgil que les nuclears, permeten ajustar oferta i demanda en tot moment. Així, aquestes instal·lacions funcionen com a sistemes d'emergència i només es posen en marxa durant els pics de demanda. Les Centrals Tèrmiques de Cicle Combinat (CTCC) podrien tenir una funció semblant, però l'elevada contribució a la capacitat total de generació del sistema (22,5%) permet que cobreixin una demanda força gran. A més, una gestió per part de l'operador que obligués als productors a encendre i apagar contínuament aquestes centrals no seria gens eficient. Finalment, l'energia hidràulica està molt condicionada per la variabilitat de la pluviometria i la seva funció de gestionar la corba de demanda bombejant aigües amunt o obrint comportes.

Cal esmentar que en alguns casos les centrals fan servir més d'un combustible, com ara les centrals tèrmiques de fuel-gas, determinades instal·lacions de tractament de purins, que utilitzen tant el gas natural com el biogàs generat en la digestió anaeròbia dels purins, i la cogeneració, que en alguns casos també utilitza diversos combustibles. A la taula 5 es presenta la producció elèctrica de Catalunya l'any 2007 desglossada en funció de les fonts energètiques, la qual cosa permet conèixer amb exactitud els combustibles utilitzats.

El sistema de generació elèctrica a Catalunya es caracteritza per una elevada dependència de combustibles fòssils i nuclear, amb tots els impactes socials, ambientals i econòmics que comporten<sup>17</sup>. En termes d'energia bruta generada, l'energia nuclear representa prop del 50% i el conjunt dels combustibles fòssils un 42,3%. Tal i com s'observa a l'última columna, aquests combustibles tenen menor eficiència de conversió energètica que les renovables, i per tant el

---

<sup>16</sup> El mercat elèctric és el MIBEL (Mercat Ibèric de l'Electricitat), perquè integra els sistemes elèctrics d'Espanya i Portugal. L'Operador és OMEL (Operador del Mercat Elèctric)

<sup>17</sup> Per informació sobre aquesta temàtica, visitar la web <http://www.greenpeace.org/espana/Trabajamos-en/Fin-de-la-era-nuclear/Crisis-nuclear-en-Japon/>; o veure M.L. Parry et. al. (2007). Climate Change 2007. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

seu pes d'energia bruta respecte al d'energia primària disminueix. La nuclear (34%) i el carbó (35%) són les tecnologies menys eficients en aquest sentit, ja que només transformen en electricitat un terç de l'energia primària continguda al combustible. El gas natural, el fueloil i el gasoil tenen eficiències superiors al 50%, però emeten gasos amb efecte d'hivernacle, i finalment la hidràulica, la eòlica i fotovoltaica arriben a eficiències del 100% i no emeten gasos ni produeixen residus radioactius.

Combustibles usats pel Sistema Elèctric de Catalunya l'any 2007					
Combustibles	E. Primària	Contribució	Energia Bruta	Contribució	Rendiment
	PJ	%	PJ	%	%
<b>Fòssil i nuclear</b>	<b>348,8</b>	<b>94,2%</b>	<b>143,6</b>	<b>89,7%</b>	<b>41,2%</b>
Carbó	7,9	2,1%	2,8	1,7%	35,0%
Fueloil	1,4	0,4%	0,8	0,5%	58,5%
Gasoil	0,2	0,1%	0,1	0,1%	55,3%
Gas Natural	116,3	31,4%	63,9	39,9%	54,9%
Nuclear	220,9	59,7%	75,1	47,0%	34,0%
Gasos de refinaria	0,8	0,2%	0,4	0,3%	56,5%
Residus no renovables	1,2	0,3%	0,4	0,3%	36,0%
<b>Renovables</b>	<b>21,6</b>	<b>5,8%</b>	<b>16,4</b>	<b>10,3%</b>	<b>76,1%</b>
Hidràulica	12,9	3,5%	12,9	8,0%	100,0%
Eòlica	1,8	0,5%	1,8	1,1%	100,1%
Fotovoltaica	0,1	0,0%	0,1	0,1%	98,3%
Solar Termoelèctrica	0,0	0,0%	0,0	0,0%	-
Biomassa forestal i agrícola	0,0	0,0%	0,0	0,0%	25,8%
Biogàs	1,3	0,4%	0,6	0,3%	41,1%
RSU	5,4	1,5%	1,1	0,7%	20,0%
<b>Total</b>	<b>370,4</b>	<b>100,0%</b>	<b>160,0</b>	<b>100,0%</b>	<b>43,2%</b>

Taula 4: Combustibles usats pel Sistema Elèctric de Catalunya l'any 2007

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Pla de l'Energia de Catalunya (PEC)

La diferenciació de producció elèctrica en dos règims de generació té com a objectiu l'establiment d'unes condicions econòmiques adequades per augmentar la contribució dels sistemes de generació més eficients i menys contaminants. Tanmateix, és necessària també una certa planificació integrada del sistema de generació capaç de proporcionar una visió global de les seves tendències i d'orientar la seva evolució cap un futur energètic sostenible. En aquest sentit, tant a Catalunya com a l'Estat Espanyol, s'han elaborat plans que realitzen previsions del sector en diferents escenaris i estableixen uns objectius mínims per tecnologies a curt i mitjà termini. A Catalunya es va elaborar el Pla de l'Energia de Catalunya (2006-2015), més conservador que l'espanyol, el *Plan de Energías Renovables* (2005-2010). A més, des de la Unió Europea es va aprovar la *Directiva 2001/77/CE*, relativa a la promoció de l'electricitat generada a partir de fonts renovables en el mercat interior de l'electricitat, que estableix l'objectiu en un 29,4% renovable per l'Estat Espanyol l'any 2010.

En aquest sentit, abans de presentar les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya, es comenten algunes peculiaritats de l'energia nuclear que condicionen la planificació del sistema.

### 5.2.2 La generació nuclear

L'actual estructura de generació elèctrica a Catalunya, basada en una contribució nuclear molt elevada, presenta una pobre predisposició al canvi de model energètic a curt termini. La característica econòmica més rellevant de la tecnologia nuclear són els elevats costos fixes (inversió inicial), juntament amb uns costos variables molt reduïts (costos d'operació i manteniment). Mentre els costos fixes són clarament superiors a la resta de tecnologies, els costos variables són molt inferiors en comparació a les demés centrals. El cost operatiu d'una central nuclear ha anat disminuint progressivament fins a assolir valors molt competitiu (10,6 €/MWh). Un 68% correspon a l'operació i el manteniment de la central i el 22% correspon al cost del combustible, que es manté força estable a diferència dels combustibles fòssils. Així, si es compara el cost variable total de producció nuclear amb el preu mig de mercat de l'energia en el mercat (49 €/MWh en base i 60 €/MWh en punta) s'observa l'important marge d'explotació que obtenen aquest tipus d'instal·lacions. Aquest marge d'explotació és necessari, en condicions de lliure mercat, perquè les nuclears puguin fer front als seus elevats costos fixes. Així doncs, les centrals nuclears operen permanentment com a base, és a dir, funcionen a plena càrrega mentre estan disponibles sense veure's afectades pel preu marginal del mercat, sempre superior als seus costos variables de producció. Recordem que la nuclear era la que presentava majors hores de funcionament a l'any en la taula 4, perquè la seva producció és la primera en forma part de l'oferta en la cassació del mercat elèctric.

L'error seria pensar que l'energia barata que produeixen les centrals nuclears redueixen el preu marginal de l'energia, i que per tant redueixen cost de la tarifa pel consumidor. *“La conformación de precios en el mercado mayorista eléctrico se realiza de manera que en las subastas de electricidad se paga el precio de la tecnología más cara (que generalmente es el gas o el carbón)”* – senyala José Maria Vélez, president de l'Associació de Productors de Energies Renovables (APPA), en una entrevista a La Vanguardia el 20 de març de 2011. D'altra banda, Javier García Breva, president de la *Fundación Renovables*, explica aquest *“peculiar sistema de fijación de precios en el mercado eléctrico, en el que las empresas compran la luz como en una lonja”* – de la següent manera: *“El sistema va ofertando la electricidad según la demanda, pero al final todas las eléctricas perciben el precio más alto (al margen de sus costes de generación en cada caso). En esta lonja el sistema aporta primero la nuclear (que no puede dejar de funcionar), luego las renovables, a continuación la hidráulica y, finalmente, se recurre al gas, que suele ser la más cara. Este último precio es el que perciben todas las eléctricas”*. Per aquesta raó, el consumidor no es beneficia del menor cost de generació de les nuclears, ja que totes les tecnologies són retribuïdes al mateix preu. Els que realment surten beneficiats són els propietaris de les centrals nuclears, que estan obtenint els anomenats *beneficis caiguts del cel*, posat que les inversions ja estan amortitzades. En el capítol 6 del treball, sobre barreres d'entrada al mercat elèctric, s'inclouen alguns suggeriments relacionats amb la forma de retribució de les activitats de subministrament.

En tot cas, aquesta situació té un límit temporal definit pel cicle de vida de les centrals nuclears, que actualment es pretén allargar uns 10 anys més sempre que sigui segur. A partir del moment en que s'hagin de renovar les centrals nuclears per unes de noves, els elevats costos fixes d'inversió i manteniment poden modificar l'atractiu financer que sembla que té la



nuclear avui dia. Vegem el calendari de tancament de les centrals nuclears catalanes en la taula següent:

Centrals Nuclears de Catalunya						
Central	Localització (província)	Potència (MW)	Tecnologia	Any d'entrada en servei	Any previst per a la finalització del servei*	Any previst de saturació de les piscines
Ascó 1	Tarragona	1032,5	Aigua a pressió	1983	2021	2013
Ascó 2	Tarragona	1027,2	Aigua a pressió	1985	2023	2015
Vandellòs 2	Tarragona	1087,1	Aigua a pressió	1987	2025	2020

\* En cas que el temps de vida de les centrals s'allargui fins als 40 anys

*Taula 5: Situació de les Centrals nuclears a Catalunya.*

*Font: Informe CADS.*

D'acord amb les característiques del parc nuclear català, totes les centrals estan subjectes al menys a una renovació ordinària més, de manera que la utilització del procediment extraordinari (per més de 40 anys) no tindria lloc fins a 2021. Així doncs, els anys previstos per la finalització del servei de les tres centrals nuclears catalanes permeten planificar el futur energètic de Catalunya i orientar el sector cap a un model més sostenible. Tanmateix, és de cabdal importància establir la localització definitiva del magatzem temporal centralitzat i el seu centre tecnològic associat. Aquesta decisió és fonamental degut a la situació de les piscines on s'emmagatzema el combustible gastat, però sobretot perquè des de l'1 de Gener de 2011 es paguen 65.000€ diaris a França per l'incompliment del contracte que obliga a retirar els residus allí emmagatzemats. A més, l'adjudicació de l'ATC (Almacén Temporal Centralizado) va ser aplaçada pel setembre, moment en que s'hauran pagat 15.730.000€. Aquests costos es cobreixen amb els pressupostos generals de l'Estat, i la gestió i tractament de la resta de residus radioactius corren a compte de l'empresa pública ENRESA<sup>18</sup>. Aquesta empresa, per la seva banda, també es finança amb els pressupostos generals i amb una contribució inclosa en el rebut d'electricitat per la gestió dels residus nuclears.

Finalment, és molt important que el govern planifiqui la qüestió del tancament de les centrals nuclears amb la suficient antelació, ja que quan arribi el moment s'haurà de substituir la generació de les nuclears existents per nova generació, ja sigui també nuclear o no. No es vol en aquest moment dur a terme el debat nuclear, sinó ressaltar la importància de que es realitzi un exercici seriós de planificació indicativa a mig i llarg termini, sobre els pros i els contres de les diverses tecnologies de producció d'electricitat, inclosa la nuclear. El més semblant que trobem a Catalunya és el Pla de l'energia de Catalunya pel període 2006 – 2015, analitzem ara doncs les seves previsions.

<sup>18</sup> Enresa és l'empresa pública que s'ocupa de la gestió i emmagatzematge segur dels residus radioactius que es produeixen a Espanya. ([www.enresa.es](http://www.enresa.es)).

### 5.2.3 Les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya

Aquest Pla contempla dos escenaris: un escenari base, que manté la tendència actual sense incloure canvis significatius pel que fa a la contribució de les energies renovables, i un escenari Intensiu en Energies Renovables (IER) en el qual es preveu el seu desenvolupament en un entorn favorable. En aquest apartat mostra les xifres orientatives que conté el PEC després de la seva revisió del 2009. La informació es presentarà amb la mateixa metodologia que en l'apartat anterior, fent referència, en primer lloc al tipus d'instal·lacions, i en segon lloc als combustibles utilitzats pel mix elèctric.

Previsió del Sistema Elèctric de Catalunya segons el PEC (revisat)							
Tipus d'instal·lacions	2007	2015 Escenari BASE			2015 Escenari IER		
	Potència MW	Potència MW	Increment de Potència	Contribució	Potència MW	Increment de Potència	Contribució
<b>Règim Ordinari</b>	<b>9.089,3</b>	<b>10.167,3</b>	<b>11,9%</b>	<b>75,0%</b>	<b>10.167,3</b>	<b>11,9%</b>	<b>61,4%</b>
Hidràulica (> 50MW)	2.088,4	2.088,4	0,0%	15,4%	2.088,4	0,0%	12,6%
C. Tèrmiques de Carbó	160,0	0,0	-100,0%	0,0%	0,0	-100,0%	0,0%
C. Tèrmiques (fuel, gas i gasoil)	1.234,1	0,0	-100,0%	0,0%	0,0	-100,0%	0,0%
Cicles Combinats	2.459,9	4.932,0	100,5%	36,4%	4.932,0	100,5%	29,8%
Nuclear	3.146,9	3.146,9	0,0%	23,2%	3.146,9	0,0%	19,0%
<b>Règim Especial</b>	<b>1.858,2</b>	<b>3.395,1</b>	<b>82,7%</b>	<b>25,0%</b>	<b>6.391,9</b>	<b>244,0%</b>	<b>38,6%</b>
Hidràulica (< 50MW)	272,0	281,2	3,4%	2,1%	385,1	41,6%	2,3%
Incineració Residus	49,6	83,4	68,1%	0,6%	56,6	14,1%	0,3%
Reducció Residus (purins i EDAR)	131,7	365,7	177,7%	2,7%	153,4	16,5%	0,9%
Metanització de Residus	52,1	49,6	-4,8%	0,4%	137,9	164,7%	0,8%
Biomassa forestal i agrícola	0,5	19,5	3800,0%	0,1%	50,3	9960,0%	0,3%
Cogeneració	975,5	1.256,1	28,8%	9,3%	1.405,8	44,1%	8,5%
Eòlica	342,4	1.313,2	283,5%	9,7%	3.500,4	922,3%	21,1%
Fotovoltaica	34,4	26,4	-23,3%	0,2%	499,9	1353,2%	3,0%
Solar Termoelèctrica	0,0	0,0	0,0%	0,0%	202,5	-	1,2%
<b>Total</b>	<b>10.947,5</b>	<b>13.562,4</b>	<b>23,9%</b>	<b>100,0%</b>	<b>16.559,2</b>	<b>51,3%</b>	<b>100,0%</b>

*Taula 6: Previsions pel sistema elèctric de Catalunya per l'any 2015 segons tipus d'instal·lació.*

*Font: Elaboració a partir del Pla de l'Energia de Catalunya (revisió 2009).*

El primer que sobta quan s'observen les previsions del PEC és que, així com les previsions del règim especial varien força entre l'escenari BASE i l'IER, la previsió del règim ordinari és la mateixa pels dos escenaris. Evidentment, la potència nuclear instal·lada resta constant en tots dos escenaris, ja que no es preveu cap tancament de centrals nuclears abans del 2015, ni tampoc cap nova construcció. Tot i així, la contribució de la nuclear a la capacitat de generació elèctrica del sistema disminuirà entre un 6 i un 10% respecte a la de 2007, a causa de l'augment de potència de la resta de tecnologies. El cicle combinat, per exemple, doblarà la seva capacitat i podria assolir fins a un 36% de pes en el mix de capacitat elèctrica segons l'escenari BASE. El règim especial, per la seva banda, preveu augments d'entre un 83% i un 244% segons l'escenari BASE i IER respectivament. Així doncs, de la seva evolució dependrà el pes de la resta de tecnologies, que serà superior com menys augmentin les renovables. Per últim, en tots dos escenaris es preveu que deixin d'operar la Central Tèrmica de Cercs (última central de carbó a Catalunya) i les centrals tèrmiques de fuel/gas i gasoil. Aquest fet significaria abandonar una tecnologia molt antiga, molt contaminant i molt ineficient, però actualment aquest objectiu encara no s'ha complert. Només hi ha una petita contribució del carbó en el mix elèctric, però compleix funcions importants per cobrir puntes de demanda. En tot cas, sembla que aquestes funcions les podrien assumir els cicles combinats de gas.



D'altra banda, es preveu un augment molt important de la potència eòlica (entre un 283,5% i un 922,3%) amb entre 950 i 3150MW de nova instal·lació<sup>19</sup>, segons l'escenari BASE i IER respectivament. Altres tecnologies renovables també experimenten increments importants però degut a la seva reduïda implantació no assoleixen una contribució tan elevada com la cogeneració i la eòlica, que s'erigeixen en líders del sector renovable amb un 19% de la capacitat total del sistema en l'escenari BASE i prop del 30% en l'escenari IER. La biomassa, per exemple, està previst que presenti increments de fins al 10.000%, però així i tot només assoliria 50MW de potència instal·lada. D'altra banda, l'energia solar aconsegueix emprendre el vol en l'escenari IER, però no pas en l'escenari BASE. Malauradament, sembla que en aquests cas la realitat s'apropa més a l'escenari BASE que a l'IER.

A continuació es presenten les dades sobre el pes previst de cadascuna de les fonts energètiques en el subministrament de la demanda l'any 2015 segons el PEC. Aquesta informació és molt rellevant perquè el nombre d'hores de funcionament no sempre és proporcional a la quantitat de potència instal·lada de cada tecnologia.

Previsió del Sistema Elèctric de Catalunya segons el PEC (revisat)						
Font d'Energia Elèctrica	2007		2015 Escenari BASE		2015 Escenari IER	
	Producció Bruta (GWh)	Distribució Energia Bruta	Producció Bruta (GWh)	Distribució Energia Bruta	Producció Bruta (GWh)	Distribució Energia Bruta
<b>Fòssil i nuclear</b>	<b>39.887,4</b>	<b>89,7%</b>	<b>57.064,1</b>	<b>85,8%</b>	<b>42.717,2</b>	<b>72,0%</b>
Carbó	772,8	1,7%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
Fueloil	227,2	0,5%	224,8	0,3%	81,3	0,1%
Gasoil	34,7	0,1%	78,2	0,1%	19,9	0,0%
Gas Natural	17.740,4	39,9%	30.999,0	46,6%	16.961,8	28,6%
Nuclear	20.870,6	47,0%	25.174,8	37,9%	25.174,8	42,5%
Altres gasos de procés	124,0	0,3%	340,6	0,5%	346,1	0,6%
Residus no renovables	117,7	0,3%	246,7	0,4%	133,3	0,2%
<b>Renovables</b>	<b>4.560,5</b>	<b>10,3%</b>	<b>9.433,5</b>	<b>14,2%</b>	<b>16.585,5</b>	<b>28,0%</b>
Hidràulica	3.576,4	8,0%	5.462,9	8,2%	5.864,0	9,9%
Eòlica	498,0	1,1%	3.020,3	4,5%	8.120,8	13,7%
Fotovoltaica	29,7	0,1%	35,1	0,1%	673,0	1,1%
Solar Termoelèctrica	0,0	0,0%	0,0	0,0%	567,0	1,0%
Biomassa forestal i agrícola	0,6	0,0%	124,6	0,2%	324,8	0,5%
Biogàs	153,4	0,3%	480,0	0,7%	725,4	1,2%
RSU	302,4	0,7%	310,6	0,5%	310,5	0,5%
<b>Total</b>	<b>44.447,9</b>	<b>100,0%</b>	<b>66.497,6</b>	<b>100,0%</b>	<b>59.302,7</b>	<b>100,0%</b>

*Taula 7: Previsions pel sistema elèctric de Catalunya per l'any 2015 segons fonts energètiques.*

*Font: Pla de l'Energia de Catalunya (revisió 2009).*

L'aspecte que crida més l'atenció en aquest cas, és la gran diferència de consum de gas natural entre els dos escenaris, fet que posa de manifest que les previsions de potència instal·lada de cicles combinats s'haurien de realitzar en funció del creixement renovable. Així doncs, el gas natural pot arribar a representar un 46,6% de la generació elèctrica en l'escenari BASE, o un 28,6% en l'IER. Curiosament, per assolir objectius de producció tan dispars (en el cas BASE es dobla la quantitat produïda en l'escenari IER) la planificació de potència tèrmica de

<sup>19</sup> Desgraciadament, l'evolució de la eòlica a Catalunya es veurà afectada per la polèmica amb el mapa eòlic de Catalunya aprovat pel tripartit l'any 2010, degut a la manca d'avaluació ambiental dels plans i els programes segons el TSJC.

cicle combinat és la mateixa. L'energia nuclear, en canvi, no es veu afectada per aquest fet, ja que opera sempre a plena carga, funcionant com a base del sistema de producció. Finalment, les tecnologies que exploten una font energètica renovable operen gairebé totes les hores que la seva intermitència els hi permet. És a dir, té preferència per entrar al mercat elèctric després de la nuclear, però la seva producció no és tant estable i per això no funcionen tantes hores.

### 5.3 Impactes Ambientals

Tot i que existeixen altres fonts d'emissió, les emissions de CO<sub>2</sub> s'expliquen principalment a causa del consum d'energia. A continuació es presentaran les emissions del sistema energètic i del sistema elèctric de Catalunya a partir de les dades utilitzades en els apartats anteriors de la diagnosi. Es consideren només les emissions associades al carbó, el petroli i al gas natural. Altres elements com el biogàs, el biodiesel i determinats residus no han estat tinguts en compte donada la seva poca importància relativa, d'altra banda, tampoc s'han tingut en compte les emissions associades a la importació d'electricitat d'altres països. Els factors d'emissió utilitzats<sup>20</sup> tenint en compte la composició mitja dels carbons i els derivats de petroli importats, són els següents (en tones de CO<sub>2</sub> per tep): 4 pel carbó; 3,04 pel petroli cru; 2,34 pel gas natural i 3,12 pels derivats del petroli. Es mostren a continuació els resultats de forma gràfica, i les dades numèriques es troben als annexes.

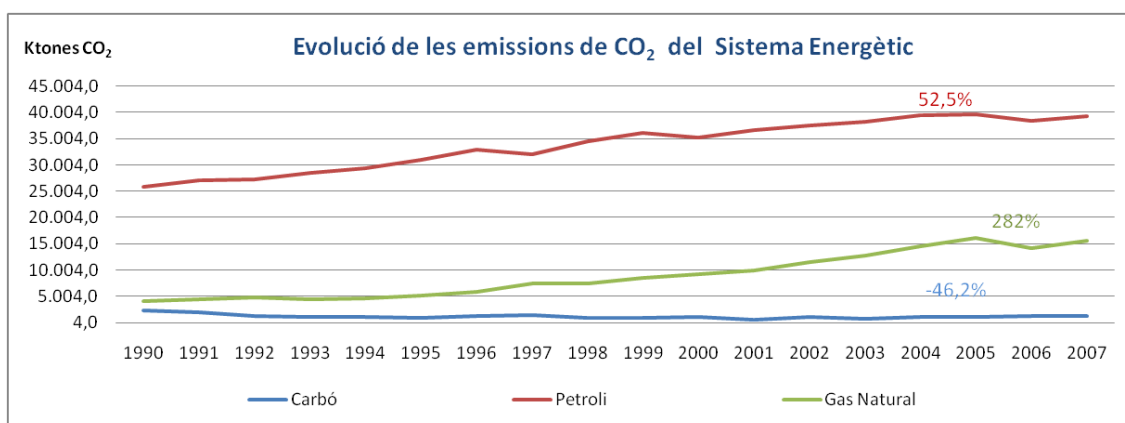


Fig. 21: Evolució de les emissions de CO<sub>2</sub> del Sistema Energètic en el període 1990-2007.

Font: Elaboració pròpia partir d'IPCC i ICAEN

Durant el període 1990-2007 les emissions de CO<sub>2</sub> associades als sistema energètic han crescut un 74,8% , amb una taxa de creixement mitjà anual del 3,34%. L'any 1990 es van emetre poc més de 32 milions de tones de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera, i l'any 2007 van ser més de 56 milions de tones. Però no totes les fonts d'emissió s'han comportat de la mateixa manera. Tal i com indica la figura 21, el carbó ha disminuït un 46% les emissions, el petroli les ha augmentat en un 52,5% i el gas natural en un 282%. Aquesta tendència resulta lògica si s'observen les dades de l'apartat 5.3.1, referent al mix de producció energètica, en que mostrava el fort augment de consum de gas natural i petroli, i la disminució del carbó, que gairebé es reduïa a zero. A continuació es presenta el pes relatiu de cadascuna d'aquestes fonts en el còmput global d'emissions associades al sistema energètic.

<sup>20</sup> Vicent Alcántara et. al. (2008). De los consumos finales de energía a los requerimientos de energía primaria y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Economiaz nº67; 2008.

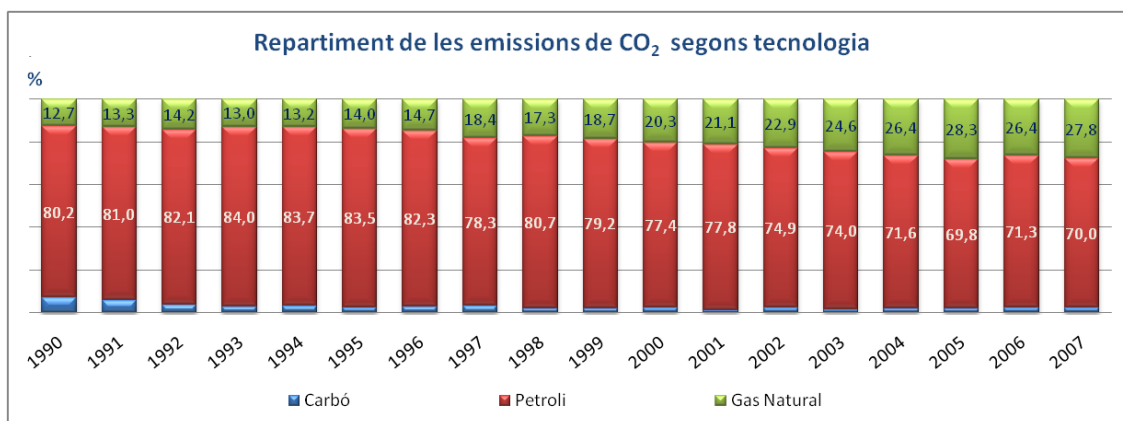


Fig. 22: Repartiment de les emissions de CO<sub>2</sub> segons tecnologia en el període 1990-2007.

Font: Elaboració pròpia partir d'IPCC i ICAEN

En aquesta figura s'observa com el gas natural ha incrementat la seva contribució en total d'emissions del sistema, i passa de representar un 12,7% a un 27,8%. D'altra banda, el petroli disminueix el seu pes relatiu perquè el seu consum no augmenta de forma tant espectacular, i el carbó, que començava amb una contribució del 7%, acaba amb un 2,2%. Finalment, aquests increments es distribueixen segons la responsabilitat dels diversos sectors. Segons ICAEN, els sectors que més contribueixen a aquesta tendència són el transport, el domèstic i els serveis, amb augments del 68%, 82,5 i 157% respectivament. Tot i així, la distribució de les emissions sectorials no ha canviat gaire durant el període. La indústria representa un 30% aproximadament i el transport un 46%, el primari es troba entorn del 5%, el domèstic entorn del 11% i els serveis han passat del 6% al 9%.

Per acabar, s'aborden les emissions associades al sector elèctric. A principis dels 90, per obtenir una unitat d'electricitat es necessitaven 2,96 d'energia primària, de les quals 2,41 unitats eren de calor nuclear i 0,12 de gas natural. Al final del període estudiat, en canvi, la quantitat d'energia primària necessària havia disminuït a 2,59 unitats, de les quals 1,56 provenien de la nuclear i 0,65 del gas natural<sup>21</sup>. A continuació es mostren les emissions del sector elèctric l'any 2007 segons les fonts d'emissió.

Emissions de CO <sub>2</sub> l'any 2007 (ktones)			
Fonts d'Emissió	E. Primària ktep	Emissions ktones	Contribució %
Carbó	190,0	760,0	10,2%
Fueloil	33,4	101,5	1,4%
Gasoil	5,4	16,4	0,2%
Gas Natural	2.780,2	6.505,7	87,4%
Nuclear	5.280,3	0,0	0,0%
Gasos de refinaria	18,9	59,0	0,8%
Residus no renovables	28,1	-	-
<b>Total</b>	<b>8.336,3</b>	<b>7.442,6</b>	<b>100,0%</b>

Taula 8: Emissions de CO<sub>2</sub> l'any 2007 (ktones)

Font: Elaboració pròpia partir d'IPCC i ICAEN

<sup>21</sup> Veure Jesús Ramos et. al. (2006), Ús de l'Energia Catalunya. Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana. Informes del CADS 8.

L'elevada contribució nuclear (47%) permet que les emissions de carboni a Catalunya no siguin encara més elevades. La tecnologia que més emet són els cicles combinats de gas (un 87,4%), però el seu gran increment en dècada dels 90 va permetre substituir el carbó (que emet molt més per ktep) i cobrir l'augment de demanda.

#### 5.4 Resultats de la Diagnosi

---

Aquest és l'apartat final d'aquesta diagnosi que fa un resum dels resultats obtinguts en l'estudi elaborat.

En primer lloc, el sistema energètic de Catalunya té una dependència de recursos de l'exterior molt elevada i les tendències mostren que aquesta situació va en augment: de un 60% l'any 1990 a un 77% l'any 2007. A més, la producció considerada autòctona està participada en un 84% per energia nuclear, que tal i com s'explica en l'apartat 5.1.2 no es pot considerar íntegrament autòctona. Breument, encara que l'activitat de producció elèctrica es dugui a terme a Espanya, el funcionament de les centrals nuclears depèn d'un combustible (l'urani) que s'ha d'importar perquè no es troba en el territori. Tenint en compte aquesta circumstància, l'autonomia energètica de Catalunya es situa per sota del 4%. Els recursos importats són els següents: el petroli, que representa el 50% de l'energia primària importada, el gas natural (amb un 26%), el combustible nuclear (20%), el carbó (3%) i els saldos d'intercanvis elèctrics (1%). D'altra banda, l'energia primària autòctona és renovable en un 79%, seguit d'un 14% de petroli i un 7% de carbó. Tanmateix, la contribució eòlica (4%) i solar (2%) a l'autonomia energètica de la regió és molt petita, però té un potencial enorme. Finalment, és important destacar els riscos que comporta tenir una dependència tant extrema de països amb règims polítics inestables i majoritàriament no democràtics. La inseguretat de subministrament, la volatilitat dels preus dels combustibles fòssils i les tendències inflacionàries de l'energia a mig termini són conseqüències de la dependència energètica inadmissibles per un país que lluita per sortir de la crisi econòmica. A més, aquesta conjuntura energètica és una font de conflictes i tensions internacionals que fins i tot hauria de qüestionar la ètica del model de consum de recursos tant de Catalunya com dels països de l'entorn.

En segon lloc, el mix de recursos es compon per tres energies que cobreixen prop del 95% dels requeriments energètics de la regió: el petroli (50%), gas natural (10%-25%) i nuclear (32,5%-20%). D'altra banda, el carbó es redueix d'un 3,3% a un 1,1% i les renovables es mantenen prop del 3% amb certes fluctuacions. El mix de recursos energètics utilitzat determina en gran mesura els impactes ambientals, socials i econòmics del sistema sobre la resta de sectors: primari, industrial, serveis i domèstic. D'altra banda, els usos energètics són principalment els següents: petroli essencialment en el transport, gas natural, renovables i carbó repartit entre sector elèctric i altres consums energètics (calderes, transport, etc.) i nuclear per generació elèctrica. El gràfic 14 indica que el sector elèctric representava més d'un quart de la demanda energètica l'any 2007 i que la tendència durant tot el període tendia a l'alça. D'altra banda, la resta (petroli i gas natural principalment) s'utilitza per altres usos energètics en l'activitat ordinària de l'economia. En gran mesura, el consum energètic és degut al sector del transport, ja que el petroli representa el 50% de l'energia final, per tant, fora bo

indicar en aquest projecte la importància de prendre mesures en el sector de l'automoció<sup>22</sup>. Tanmateix, aquesta investigació es centra finalment en el sector elèctric, pel seu major potencial de conversió a tecnologies renovables, i perquè amb la implantació del vehicle elèctric, s'incrementarà la importància d'aquest subsector dintre del sector energètic global.

En tercer lloc, la diferència entre energia primària i energia final és tota aquella energia necessària per disposar d'energia i representa un percentatge força elevat respecte el total, tot i que la tendència és de millora. La figura 15 mostra com l'augment de consum d'energia final no ha provocat un increment de les mateixes proporcions en l'energia primària requerida, i això és degut principalment a l'ús de tecnologies més eficients en el mix de producció energètica. En l'apartat 5.1.1, de conceptes previs per comprendre el marc energètic, s'explicava que la quantitat de recursos naturals que han estat explotats pel subministrament energètic ve determinada per la quantitat d'energia primària que es consumeix. Per tant, si hi ha més demanda, però augmenta l'eficiència, l'explotació de recursos es pot minimitzar. D'altra banda, la composició de l'energia necessària per disposar d'energia és la següent: el 52% són pèrdues relacionades amb els processos de conversió energètica, el 28% són usos no energètics, el 4% són pèrdues en el transport i distribució de l'energia i el 16% són consums propis del sector. Els punts de conversió energètica són les centrals elèctriques, els motors dels cotxes i les calderes industrials o domèstiques. En el sector elèctric, les centrals tèrmiques convencionals tenen rendiments de fins a un 37%, els cicles combinats fins a un 60% i les nuclears de només un 33%. Per la seva banda, les energies renovables (bàsicament solar, eòlica i hidràulica), presenten rendiments del 100% degut a que tota l'energia que adquireixen del medi es transforma en energia elèctrica (taula 4).

En quart lloc, la participació en la demanda dels sectors econòmics l'any 2007 era la següent: transport 40%, indústria 32%, domèstic 14%, serveis 11% i primari 3%; però l'augment acumulat de demanda en el període és el següent: transport 88%, indústria 40%, domèstic 92%, serveis 120% i primari 40%. Els sectors domèstic i serveis tenen consums relativament petits en comparació a la indústria i al transport, però la seva tendència a l'alça comporta que representin el 30% de l'augment total de consum final, mentre que el transport representa un 45% i la indústria un 21%. En conjunt, l'economia catalana consumia un 70% més l'any 2007 que el 1990. Catalunya no ha reduït significativament la intensitat energètica (primària) del PIB que es situa entorn els 8TJ/M€. La reorientació de l'economia cap als serveis suposa una avantatge en aquest sentit, però l'increment del consum d'energia final per càpita (32%) ho ha impedit. S'erigeix per tant, com un dels reptes del metabolisme energètic de Catalunya, la disminució de la intensitat del PIB, tal i com ha succeït en els països de l'entorn europeu.

En la segona part de la diagnosi, centrada en el sector elèctric, s'observa que aproximadament el 17% de l'energia bruta produïda és del règim especial, el 47% és nuclear, el 25% és gas natural i la resta és gran hidràulica i centrals tèrmiques convencionals. L'energia nuclear és la base del sistema elèctric perquè aquestes centrals no es poden encendre i apagar fàcilment, i per tant funcionen a plena càrrega sempre que poden. Les centrals tèrmiques, en

---

<sup>22</sup> En aquest sentit, l'Administració General de l'Estat ha centrat molts dels esforços en la implantació del vehicle elèctric a Espanya, i fins i tot és una de les mesures proposades pel Govern en *el Plan de Medidas Urgentes de Ahorro y Eficiencia Energética 2011*.

canvi, aporten flexibilitat<sup>23</sup>, ja que poden adequar la seva producció a les necessitats del sistema. Les energies renovables són conegudes com la generació no gestionable, en el sentit que la seva producció és menys previsible, i per tant menys programable, que la de les energies convencionals, i això compromet la seva integració en el sistema. En definitiva, les centrals nuclears operen 6.632 hores a l'any, els cicles combinats 4.582 i el conjunt del règim especial 4.378. L'operador del mercat (MIBEL) sempre oferta, en primer lloc, la nuclear, després el règim especial, i finalment les tèrmiques que operen segons la corba de demanda i les condicions de la generació no gestionable. Però l'energia nuclear s'ha mostrat com una tecnologia d'alt risc a nivell social i ambiental, com s'ha demostrat amb Fukushima, i posteriorment amb el recent terratrèmol de Lorca. Per aquesta raó, aquesta opció energètica no ha tingut mai gran acceptació de la opinió pública, però la nuclear sembla irremplaçable si es vol continuar subministrant electricitat als usuaris. A més, la situació dels residus radioactius a l'Estat comença a ser insostenible. D'una banda, en les centrals catalanes l'any de saturació de les piscines està previst entre 5 i 8 anys abans de l'any de finalització del servei, això sense comptar amb una possible renovació dels permisos d'explotació de les centrals. D'altra banda, el tractament de residus radioactius corren a compte de la *Empresa Nacional de Residuos Radioactivos*, finançada amb els pressupostos generals de l'estat, i l'emmagatzematge de residus a França costarà 65.000€ diaris fins a l'adjudicació de l'ATC (Almacén Temporal Centralizado). El gas, per la seva banda, comporta un impacte ambiental d'especial rellevància perquè contribueix a la intensificació de l'escalfament global i, a més, incrementa la dependència energètica compromentent l'estabilitat econòmica de Catalunya en cas de talls de subministrament i a causa de la tendència a l'alça dels preus. Les energies renovables, en canvi, no tenen impactes ambientals del nivell del gas, el petroli o la nuclear, no comprometen la sostenibilitat del sistema perquè són inesgotables, afavoreixen l'autonomia energètica perquè són autòctones, repercuteixen positivament sobre la societat i l'economia locals i la seva tendència de preus és a la baixa.

El segle XX va estar marcat per la globalització de l'economia energètica mundial, amb la importació de combustibles fòssils i nuclears; però el futur energètic de la Unió Europea es podria caracteritzar per una revaloració de la producció energètica local amb l'aprofitament de recursos renovables autòctons. El paper de la planificació es presenta com la única via per assolir aquest objectiu en un mig termini d'entre 10 i 20 anys. Com que la planificació del sector elèctric no pot ser centralitzada des del moment en que es liberalitza el mercat, la planificació energètica indicativa es fa mitjançant el Pla de l'Energia de Catalunya (PEC). Aquest pla va elaborar les previsions de potència instal·lada l'any 2015 contemplant dos escenaris: un escenari BASE, que manté la tendència actual sense incloure canvis significatius, i un escenari IER (Intensius en Energies Renovables). Curiosament, l'únic que canvia entre ambdós previsions és la promoció renovable, de forma que en l'escenari IER es mantenen les mateixes previsions de potència nuclear i de gas que en el BASE, però s'incrementa la del règim ordinari. Aquesta planificació és bàsicament insostenible, i així ho demostra el fenomen explicat en el capítol d'antecedents. En primer lloc, la decisió sobre el tancament de les nuclears, o com a

---

<sup>23</sup> Flexibilitat: diferència entre la generació mitja del decil mínim i màxim de la demanda. El Cicle Combinat és la tecnologia més flexible del mercat espanyol, ja que va representar el 50% de la flexibilitat del sistema l'any 2009, per sobre de la seva producció, inferior el 30%. El règim especial, en canvi, va representar un 14% de la flexibilitat i un 30% de la quota de producció.

mínim un debat multidisciplinar amb participació d'experts, de ciutadans, d'empreses i de tots els agents implicats, hauria d'ocupar les agendes de les autoritats. Òbviament, la planificació del sistema elèctric depèn absolutament de l'evolució nuclear, i no es podrà fer una bona planificació sense tenir coneixement sobre el futur nuclear a Catalunya. Un tancament nuclear requereix una certa sobrecapacitació del sistema durant els anys previs per tal d'assegurar la substitució amb noves fonts de producció. En tot cas, és clau gestionar bé aquesta sobrecapacitat per no col·lapsar el sistema, mantenint els estàndards de seguretat, controlant els impactes ambientals i promovent alternatives que afavoreixen la sostenibilitat del model energètic.





## 6. BARRERES D'ENTRADA A LES ENERGIES RENOVABLES

Les instal·lacions de generació elèctrica a partir de fonts d'energia renovables estan subjectes, juntament amb la cogeneració i les instal·lacions de generació a partir de residus, al règim especial de generació, sempre que tinguin una potència menor a 50MW, a excepció de la hidràulica que té el límit en els 10MW. Les energies renovables formen part d'un conjunt de tecnologies innovadores que permeten minimitzar l'impacte ambiental d'algunes activitats humanes, -en aquest cas, la producció elèctrica- i per tant, contribueixen a millorar la sostenibilitat dels països industrialitzats. Aquestes tecnologies ambientals però, no sempre troben un camí fàcil en la seva penetració als mercats, en els quals han de competir amb les tecnologies convencionals. En el sector elèctric, les instal·lacions convencionals (gas, carbó i nuclear principalment) es troben plenament establertes en el mercat des de fa anys i les energies renovables han de mirar d'adaptar-se a un marc de qüestionable competència i a un sistema normatiu molt complex.

Les dificultats que troben les alternatives energètiques per entrar en el sector elèctric espanyol són moltes i variades, per tant, es requereixen mesures que afavoreixin la incorporació integrada i raonable de la generació renovable en el sistema. En primer lloc, les barreres retributives representen els principals obstacles, ja que no hi ha una remuneració adequada ni transparent de les activitats necessàries pel subministrament elèctric i això ha derivat en una greu situació d'incertesa en la retribució. De fet, el sistema de primes ha estat un dels punts claus del debat energètic espanyol, ja que semblava podien ser la causa del dèficit tarifari. La inestabilitat retributiva i legislativa, amb entrada de nova normativa i rectificacions constants, ha derivat en una greu inseguretat jurídica. Com a conseqüència, s'ha aturat gran part de la inversió estrangera que veia en el territori espanyol un atractiu important per la implantació renovable i s'ha obligat a les empreses locals a reorientar-se cap al mercat exterior. En segon lloc, l'Operador del Sistema (REE) ha identificat una sèrie de dificultats que sorgeixen de la incorporació d'un volum important de generació "no gestionable" i/o distribuïda a la operació del sistema elèctric. Aquestes dificultats plantegen una sèrie de barreres tècniques per la connexió a xarxa de la generació renovable més enllà del nivell testimonial. És evident que cal aprendre a gestionar aquestes dificultats tècniques per poder establir de forma coherent uns objectius ambiciosos i a l'hora tècnicament viables de promoció renovable. En tercer lloc, la proliferació de normes i tràmits, la ineficiència del procés de tramitació i la falta d'homogeneïtat i poca transparència en les resolucions administratives representen una forta barrera per l'entrada de nova capacitat al sistema, sobretot per als petits productors. Segons la APPA, fins a setanta normes diferents poden afectar al promotor de règim especial i quaranta tràmits diferents ha de seguir entre les administracions locals, regionals i central, amb una important confusió en matèria de competències. En conseqüència, el procés de tramitació incompleix els terminis preestablerts i l'acumulació de noves sol·licituds va agreujant la situació fent que cada cop sigui més difícil aconseguir autoritzacions administratives per la posterior connexió a xarxa. Finalment, encara no s'ha avançat gaire en els temes de comercialització verda, certificació d'origen d'electricitat i informació al consumidor, tot i que des d'algunes associacions s'ha intentat donar alguns passos en aquest sentit.

## 6.1 Antecedents: liberalització del sector elèctric espanyol

Fins l'any 1997, el sector elèctric es regulava mitjançant l'anomenat *Marco Legal Estable*, que assegurava el subministrament elèctric amb una planificació centralitzada i la integració vertical de les companyies elèctriques. D'aquesta forma, una mateixa empresa realitzava totes les activitats necessàries pel subministrament elèctric en règim de monopoli per a cada zona territorial. Enguany, el reconeixement de costos i la retribució del servei es feia de forma regulada mitjançant una tarifa única, i els consumidors no podien escollir subministrador. Aquest sistema garantia la seguretat del subministrament qualificant-lo de bé públic, però els riscos del sector no requeien sobre el subministrador, sinó sobre el consumidor.

Aquest marc normatiu es modifica ostensiblement amb l'entrada en vigor de la *Ley 54/1997 del Sector Eléctrico*, revisada posteriorment amb la *Ley 17/2000*, que implementava les bases d'un model liberalitzat del sector elèctric. En la exposició de motius de la nova Llei, en endavant LSE, s'establí el propòsit de garantir l'oferta, la qualitat de subministrament, el proveïment al mínim cost possible, la millora de l'eficiència energètica, la reducció del consum i la protecció del medi ambient; tot això sense més intervenció estatal que la pròpia regulació específica. La liberalització del sistema i del mercat es va plasmar en les següents actuacions: la reestructuració de les companyies elèctriques separant jurídicament, contable i funcionalment les activitats requerides pel subministrament; el dret d'accés de tercers a xarxa de transport i distribució; la planificació d'operació i inversió de forma no centralitzada; la realització de les activitats de generació i comercialització en règim de competència; i la llibertat del consumidor per escollir subministrador. D'aquesta forma, les empreses del sector deixaven d'estar integrades verticalment, amb la conseqüent separació de les diverses activitats del sector. Només es mantenien com a activitats regulades el transport i la distribució d'energia, pel caràcter de monopoli natural de les infraestructures que requereixen (les xarxes). El preu del servei passa a estar regulat pel mercat i les tarifes es basen en el cost marginal, traspasant els riscos del sector al subministrador. La LSE, per tant, va significar un canvi estructural del model de producció elèctrica en consonància amb les tendències europees, de fet, un dels propòsits d'aquesta liberalització és assolir un únic mercat europeu que funcioni de forma unificada. Es presenta a continuació una caracterització del negoci energètic elaborada per una empresa espanyola després de l'entrada en vigor de la nova normativa:



Fig. 23: Caracterització del negoci energètic per una empresa del sector.

Font: INDRA

Aquest nou model del sector, però, no es podia implantar de forma sobtada, i per aquesta raó la Unió Europea va establir diferents etapes per l'obertura del mercat amb un ritme coherent de canvis regulatoris mitjançant algunes directives, com per exemple: la Directiva 03/54/EC sobre Normes Comuns per al desenvolupament del Mercat Interior d'Electricitat. S'exposa a continuació com ha estat la transició al nou model i l'estructura de mercat que ha resultat d'aquest procés.

### 6.1.1 El nou Sistema Elèctric espanyol

En primer lloc, el funcionament unificat del sistema deixa de ser públic i passa a estar en mans de dues societats mercantils i privades. Una d'elles, l'*operador del mercat* (Operador del Mercado Español de Electricidad - OMEL), és la responsable de gestionar el sistema d'ofertes i vendes d'energia elèctrica en els mercats d'energia elèctrica; i l'altre, l'*operador del sistema* (Red Eléctrica Española - REE), s'encarrega de la gestió tècnica del sistema, és a dir, de garantir la continuïtat i seguretat de subministrament així com la correcta coordinació del sistema de producció i transport. La resta d'agents del sistema són, d'una banda, els *productors*, *transportistes* i *distribuïdors* d'energia elèctrica, tots tres societats mercantils que s'encarreguen de la construcció, operació i manteniment de les instal·lacions; i de l'altre, els *consumidors* i els *comercialitzadors*, que accedeixen a les xarxes de transport i distribució per comprar o vendre energia o per realitzar operacions d'intercanvi internacional. Amb la nova llei, es diferencia entre les activitats regulades (operació del sistema i el transport i la distribució de l'energia) i les activitats que es desenvolupen en competència (producció i comercialització). La liberalització de l'activitat de generació es tradueix en la llibertat de localització a xarxa i la lliure competència en el mercat majorista d'electricitat. Les infraestructures necessàries per dur a terme les activitats de transport i distribució de l'electricitat es consideren un monopoli natural, però es liberalitza l'accés de tercers a les xarxes (ATR – Acceso de Terceros a la Redes) per evitar comportaments discriminatoris. D'altra banda, la liberalització del sector ha permès que, de forma gradual, els consumidors puguin escollir lliurement el seu subministrador<sup>24</sup>, fet que ha comportat l'aparició d'una nova activitat en competència, la comercialització. Tot i així, l'Estat estableix "una tarifa màxima regulada objectivament" per protegir el dret a veure satisfeta la seva demanda a aquells consumidors que optin per no exercir el seu dret d'elecció de subministrador. Finalment, l'acord entre els governs de Portugal i Espanya per a la creació de l'Operador Ibèric del Sistema i del Mercat Ibèric de l'Electricitat (MIBEL) a partir del 2004 també representa un pas endavant en el context de liberalització dins el mercat interior de la Unió Europea.

Tanmateix, l'adaptació al nou model liberalitzat ha comportat sèries dificultats per gestionar les tendències del sector, en certa manera, degut al paper purament indicatiu de la planificació estatal. La idea d'una planificació centralitzada sobre les decisions d'inversió de les empreses desapareix per donar pas a la lliure iniciativa empresarial. Per tant, s'han d'incentivar les actuacions empresarials desitjades mitjançant senyals econòmiques adequades, tot i que es defineixen unes d'obligacions bàsiques pel sector elèctric com la seguretat de subministrament i la protecció del consumidor i del medi ambient. Aquestes

---

<sup>24</sup> El mercat quedà plenament liberalitzat l'1 de gener de 2003.

dificultats s'han traduït en una preocupant inestabilitat regulatòria, causada també, per la mala regulació<sup>25</sup>.

S'exposen en el següent apartat, els trets bàsics del funcionament del mercat elèctric a partir de la reestructuració del sector, fet que permet una millor comprensió de les barreres retributives que dificulten l'entrada de nous generadors al sistema.

### 6.1.2 El mercat elèctric espanyol

La demanda d'un producte no emmagatzemable en grans quantitats, com l'electricitat, obliga a equilibrar la oferta amb la demanda a cada instant mitjançant una estricta coordinació entre totes les activitats de subministrament elèctric. Per aquesta raó, el mercat majorista espanyol s'articula entorn una seqüència de mercats organitzats de curt termini composts per: un mercat diari, diversos mercats intra-diaris, els mercats de reserves d'operació (secundària i terciària), un mercat ocasional de desviaments i el mecanisme de restriccions tècniques. La companyia operadora del mercat elèctric espanyol (OMEL), que s'encarrega de la gestió econòmica del sistema, procedeix a l'anomenada "*casación de ofertas de venta y adquisición de energía presentadas para un mismo periodo de programación en el mercado diario e intradiario*"<sup>26</sup>, establint així els preus per mitjà del funcionament del sistema com un mercat organitzat. Segons l'article 16 de la LSE, la retribució de l'activitat de generació inclou diversos conceptes: el preu de l'energia<sup>27</sup>, el pagament per capacitat i la retribució dels serveis complementaris. D'altra banda, el Reial Decret-Llei 6/2000 introdueix la possibilitat de negociació de contractes bilaterals amb lliurament físic de l'energia elèctrica a les comercialitzadores, i el Reial Decret-Llei 5/2005 estén aquesta possibilitat també a les empreses distribuïdores. Malgrat aquestes modificacions, l'evolució dels preus de l'electricitat en el mercat diari des de finals de 2005 posava de manifest la necessitat d'impulsar la negociació de contractes bilaterals físics, especialment per aquells subjectes del mercat pertanyents a un mateix grup empresarial<sup>28</sup> que presenten ofertes de venda i adquisició d'energia simultàniament per un mateix període de programació. Així doncs, en el Reial Decret-Llei 3/2006 es procedeix a assimilar a contractes bilaterals físics, prèviament a la cassació en el mercat diari, les quantitats d'energia elèctrica coincidents de venda i adquisició presentades pels citats subjectes, de forma que aquests només poguessin participar en la cassació amb la posició neta del grup al que pertanyen, que podrà ser alternativament venedora o compradora. Així doncs, només s'inclouran a la cassació les ofertes de venda per part instal·lacions de generació en règim ordinari, les ofertes d'adquisició de les empreses distribuïdores i la posició neta dels grups empresarials que no hagin estat assimilades a contracte bilateral físic. Per exemple: si Endesa generació entra al mercat amb una oferta de 10MWh i Endesa distribució necessita 9MWh per abastir la seva demanda, llavors Endesa

---

<sup>25</sup> A les referències es pot consultar gran part de la normativa que ha anat apareixent any rere any en el sector.

<sup>26</sup> Real Decreto-Ley 3/2006 de 24 de febrero, por el que se modifica el mecanismo de casación de las ofertas de venta y adquisición de energía presentadas simultáneamente al mercado diario e intradiario de producción por sujetos del sector eléctrico pertenecientes al mismo grupo empresarial.

<sup>27</sup> Obtingut a partir de l'equilibri entre l'oferta i la demanda en els mercats organitzats o a partir de contractes bilaterals lliurement negociats

<sup>28</sup> Als efectes de definir els subjectes pertanyents a un mateix grup empresarial, es remet a l'article 4 de la Llei 24/1998

generació entraria en el mercat només amb la seva posició neta de 1MWh. Finalment, el cost de les activitats regulades, a considerar per les empreses distribuïdores en referència a l'energia adquirida a través del mecanisme d'assimilació descrit, estarà determinat pel Govern basant-se en cotitzacions de mercats d'electricitat objectives i transparents.

D'altra banda, d'acord amb la llei 17/2007, a partir de l'1 de gener de 2009, l'activitat de subministrament a tarifa deixa de formar part de l'activitat de distribució per passar a ser exercit pels "Comercialitzadors en lliure Competència".

A partir d'aquesta data es creen les Tarifes d'Últim Recurs, que indiquen els preus màxims establerts per l'Administració per determinats consumidors, i l'Estat determina els Subministradors d'Últim Recurs (SUR) que han d'atendre aquesta demanda. Així doncs, l'esquema del subministrament elèctric en el mercat liberalitzat queda tal i com es representa a la figura 24. El canvi més important és que aquesta activitat ja no està a càrreg de les distribuïdores, sinó que es crea l'activitat de comercialització de l'energia en el mercat minorista. Tot i així, encara hi ha alguns clients que adquireixen l'energia de les distribuïdores i s'anomenen Consumidores Directes en Mercat. D'altra banda hi ha els clients que escullen lliurement el subministrador i pacte les condicions del servei contractat, i finalment hi ha els usuaris que paguen la TUR, sense fer ús del dret a escollir subministrador.

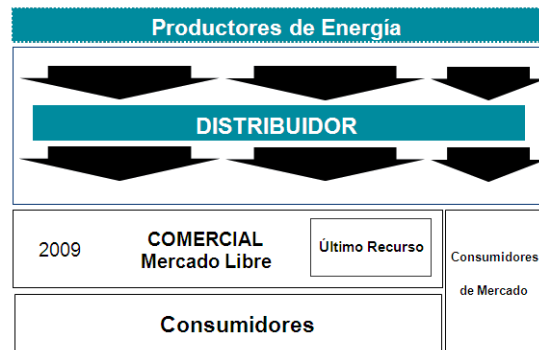


Fig. 24: Esquema de la nova estructura del mercat elèctric  
Font: INDRA

Vegem a continuació les diferents tarifes mitjançant les quals els usuaris retribueixen els costos derivats del subministrament a les companyies elèctriques.

### 6.1.3 Tarifes

Fins l'any 2009, en el sistema elèctric espanyol, els consumidors podien optar entre escollir un subministrador i adquirir l'energia al preu lliurement establert entre ambdós o acollir-se a la tarifa regulada. En el primer cas, l'usuari ha de pagar la tarifa d'accés i el preu pactat amb el subministrador, i en el segon cas, la tarifa integral que li correspongui (segons la tensió, la potència, consum i diferenciació temporal), la tarifa d'accés i el consum. La figura 25 resumeix aquestes dues modalitats:

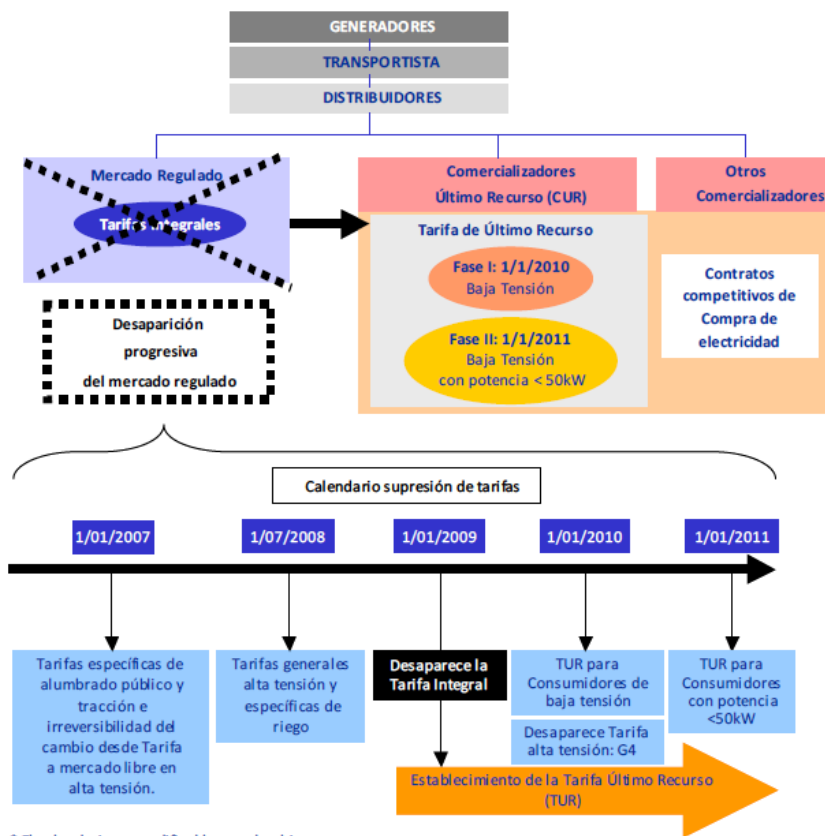
	Subministrament Regulat	Subministrament en competència	
Tarifa Integral	Preu regulat de l'Energia	Cost en competència de l'energia pels comercialitzadors	Tarifa d'Accés
	Preu regulat de la Gestió Comercial	Cost en competència de la gestió comercial	
	Pagament per Capacitat	Pagament per Capacitat	
	Pèrdues de la xarxa	Pèrdues de la xarxa	
	Xarxa de Transport	Xarxa de Transport	
	Xarxa de Distribució	Xarxa de Distribució	
	Gestió de mesures, etc.	Gestió de mesures, etc.	
	Operació del Mercat (OMEL)	Operació del Mercat (OMEL)	
	Operació del Sistema (REE)	Operació del Sistema (REE)	
	Impostos	Impostos	
	Altres costos regulats (dèficits d'anys anteriors, primes, sobre costos extrapeninsulars, gestió de residus nuclears, etc.)	Altres costos regulats (dèficits d'anys anteriors, primes, sobre costos extrapeninsulars, gestió de residus nuclears, etc.)	

Fig. 25: Estructura tarifària abans de la Ley 17/2007

Font: Elaboració pròpia a partir de la Comissió Nacional de l'Energia

Per tant, existeixen dues tarifes fixades pel govern: la tarifa integral i la tarifa d'accés; que d'acord amb la llei, són úniques i es revisen periòdicament<sup>29</sup>. Les tarifes integrals s'anomenen així perquè, en teoria, inclouen la totalitat dels costos de subministrament de l'electricitat, però això no sempre és així, tal i com s'explica en el següent apartat. En cas d'escollir el subministrament en competència, el preu a pagar s'estructura en dues components: l'energia contractada al comercialitzador o directament en el mercat i la tarifa d'accés a les xarxes o peatge. En la primera component, el consumidor escull lliurement el comercialitzador que li subministrarà l'energia, negociant el preu i les condicions de la mateixa, de manera que els comercialitzadors competeixen entre sí constituint així l'anomenat mercat minorista. D'altra banda, les activitats de transport i distribució es retribueixen sota un esquema regulat, donat que les xarxes són, per les seves activitats intrínseques, monopolis naturals. Així doncs, els costos de les xarxes, juntament amb altres costos regulats del sistema, són traslladats als consumidors a través de les tarifes d'accés. Tot això canvia, però, amb l'entrada en vigor de la *Llei 17/2007* per la que es modifica la *Llei 54/1997 del Sector Elèctric*, per adaptar-la a la *Directiva 2003/54/CE* que estableix les directrius necessàries per convergir cap a un mercat europeu únic i competitiu, contemplant la supressió total de les tarifes integrals en els Estats Membres. Aquesta llei estableix la normativa per la que es fixen els terminis de desaparició progressiva de les tarifes integrals i la creació de la Tarifa d'Últim Recurs (TUR). La figura 26 il·lustra el canvi que suposarà la desaparició de la tarifa integral i la conseqüent desaparició del mercat regulat tal i com es coneixia fins aleshores (subministrament per distribuïdors) per deixar pas a un nou mercat regulat, format per consumidors que paguen la TUR.

<sup>29</sup> Fins al 2007, les tarifes es revisaven anualment, però amb l'entrada en vigor del Real Decreto 1634/2006, s'introdueix la possibilitat de revisar les tarifes trimestralment per tal de reduir els errors d'estimació.



\* El calendario es modificable por el gobierno

Fig. 26: Estructura tarifària a partir del 2009 (Ley 17/2007)

Font: Comissió Nacional de l'Energia

L'objectiu de la nova tarifa segons la Directiva és protegir exclusivament al consumidor petit i vulnerable, per aquesta raó, a mig termini només podran optar a la TUR consumidors connectats en baixa tensió amb una potència contractada inferior a 50kW. El que es vol evitar és la creació d'una "nova tarifa integral", en quant a que tots els consumidors s'hi puguin adherir, però s'ha de respectar també el dret a un subministrament elèctric de qualitat a aquells consumidors que puguin tenir problemes per trobar un subministrament a mercat. Tot i així, l'any 2009 el mercat minorista seguia estant parcialment liberalitzat, amb una quota important del volum total (més d'un terç) i especialment dels clients (més del 80%) que adquirien l'electricitat a preus regulats.

En qualsevol cas, l'estructura de la TUR es compon d'un terme de facturació de potència, d'un terme de facturació d'energia i d'una penalització per energia reactiva, i es determina a partir de la tarifa d'accés associada a cada punt de consum. La *Dirección General de Política Energética y Minas*<sup>30</sup>, d'acord amb l'article 7 del RD/485/2009, aprovarà el cost de producció d'energia elèctrica i establirà, per tant, els preus dels termes de potència i energia (activa i reactiva) a aplicar en cadascuna de les diferents tarifes. Però per garantir el principi de suficiència de tarifes (cobertura de tots els costos de producció), així com per generar les senyals econòmiques adients i eficients, les tarifes haurien de ser calculades com la suma de

<sup>30</sup> Per exemple: Resolución de 29 de septiembre de 2010, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el coste de producción de energía eléctrica y las tarifas de último recurso a aplicar en el cuarto trimestre de 2010.



tots els costos que componen el servei de subministrament elèctric. Aquest disseny de tarifes es coneix com *tarifa additiva i suficient*, i hauria de reflectir, idealment, tots els costos del subministrament elèctric per fomentar així un consum i unes decisions d'inversió eficients. En aquest projecte, quan es parla de "*tots els costos*" es fa referència als costos econòmics, socials i ambientals de la producció i consum d'energia. Quan les tarifes fixades per l'Administració no assolixen els nivells adequats de recaptació, és a dir, no cobreixen la totalitat dels costos de subministrament elèctric, es produeixen una sèrie d'efectes negatius en el sistema. En primer lloc, quan la tarifa regulada és insuficient, es converteix en una *tarifa refugi* pel consumidor perquè està subvencionada per l'Administració. D'aquesta forma, s'impedeix el desenvolupament de l'activitat de comercialització en condicions de competència, ja que els agents que exerceixen aquesta activitat no poden competir oferint preus que millorin les condicions de la tarifa regulada (i insuficient). Això origina una barrera molt important per les iniciatives de comercialització verda, certificació d'origen d'electricitat i informació al consumidor, perquè s'impedeix la comercialització en sí mateixa. En segon lloc, es crea el problema del dèficit de tarifes explicat en pròxim apartat, que s'associa erròniament al cost de les renovables i acaba repercutint en el consumidor. En tercer lloc, s'incrementa el risc regulatori percebut pels inversors que, o bé exigiran una major rendibilitat per les seves inversions degut a l'incertesa associada a que els ingressos no cobreixin els costos, o bé no tindran incentius per arriscar el seu capital en aquest sector. Finalment, aquestes tarifes insuficients fomenten un consum ineficient (per sobre de l'òptim), provocant major impacte ambiental en contra dels objectius espanyols i europeus.

Així doncs, les quatre barreres originades per la forma de retribució del sector elèctric són: la impossibilitat d'exercir la comercialització en règim de competència, el dèficit tarifari, el risc regulatori i el consum ineficient degut al paper del preu de mercat en el sistema.

## **6.2 Barreres retributives**

Un cop presentada la complexitat organitzativa del sector degut a les seves característiques intrínseques, es presenten les limitacions que suposa l'actual model de retribució per incrementar la contribució renovable al mercat elèctric. La primera, referent a la comercialització, és la més senzilla i ja ha quedat prou explicada, per tant no s'ha cregut convenient dedicar-hi un apartat. En tot cas, en el capítol 7 s'hi inclou una explicació de com la comercialització verda pot ajudar a promocionar les energies renovables. Es procedeix a parlar, per tant, del dèficit de tarifes.

### **6.2.1 Dèficit Tarifari**

El dèficit de tarifes és la diferència entre el total recaptat per les tarifes i els costos reals associats al subministrament energètic. En el sector elèctric espanyol, les tarifes es fixen majoritàriament des de l'Administració i aquestes no cobreixen la suma dels costos de cadascuna de les activitats del sector. Es presenta en la següent figura l'exercici tarifari del 2008 per mostrar aquest balanç negatiu:



● **Escandallo de costes previsto en Enero de 2008**

	Año 2007			Año 2008			Tasa de variación		
	GWh	€/MWh	Miles de €	GWh	€/MWh	Miles de €	GWh	€/MWh	Miles de €
<b>Coste de Producción</b>	278.403	50,1	13.960.819	290.149	68,8	19.969.592	4%	37%	43%
<b>Prima del régimen especial</b>	57.550	32,36	1.862.553	65.878	35,8	2.356.146	14%	11%	27%
<b>Costes Permanentes</b>			2.030.944			2.835.053			40%
Compensación extrapeninsular e insulares			1.115.752			1.151.620			3%
Operador de Sistema			34.645			36.781			6%
Operador de Mercado			10.202			10.753			5%
CNE			14.359			15.540			8%
Plan de viabilidad de ELCOGAS			27.000			75.561			180%
Total Déficit de Años anteriores			828.986			1.544.798			86%
<b>Costes de Transporte</b>			1.089.773			1.222.610			12%
<b>Costes de Distribución</b>			4.299.765			4.695.712			9%
<b>Costes de Gestión Comercial</b>			306.019			312.139			2%
<b>Diversificación y Seguridad del Abastecimiento</b>			68.993			79.597			15%
<b>Ingresos por Exportaciones</b>			-63.305			-46.750			-26%
<b>Costes doblemente contabilizados</b>			-1.115.752			-1.151.620			3%
<b>Coste Total (A)</b>			22.439.809			30.272.480			35%
<b>Ingresos del Sistema (B)</b>			21.694.617			25.440.506			17%
<b>Déficit de Ingresos (A) - (B)</b>			745.192			4.831.974			548%

*Nota:* La detracció dels drets d'emissió en aplicació del RD-Ley 11/2007 podria ajudar a reduir el dèficit de tarifa.

*Taula 9:* Costos totals del Sistema Elèctric, ingressos i dèficit tarifari. (any 2007 i 2008)

*Font:* Los Costes del Sector Eléctrico y los precios regulados. La evolución de los costes, las tarifas y el Déficit Tarifario. Seminario de formación sobre la liberalización del sector eléctrico y la protección de los usuarios. Miguel Ángel Bravo Prada. Madrid 23 y 24 de Octubre.

La formació de les tarifes és un exercici de previsió: del cost de les activitats regulades, del cost de generació (i de les primes associades al règim especial) de la demanda, de la participació en el mercat. etc. Com a conseqüència, es produeixen errors d'estimació, és a dir, diferències entre els costos reals de subministrament i les previsions realitzades en el disseny de les tarifes per part de l'Administració. Aquestes desviacions són degudes, generalment, a costos reals superiors als costos previstos o desviaments en la demanda i la seva composició. Tanmateix, aquests errors d'estimació tant sols crearien un dèficit conjuntural, sempre i quan la probabilitat d'error a l'alça i a la baixa sigui la mateixa al llarg dels anys. En aquest cas, els errors en sentit positiu (sobre-recaptació) compensarien els errors en sentit negatiu (infra-recaptació), de manera que a la llarga el dèficit tendiria a ser nul. A Espanya, els successius governs des de l'entrada en vigor de la LSE l'any 1997 han aprovat les tarifes elèctriques tenint en compte, a més dels costos esperats, els "costos desitjats" (pel regulador) de subministrar electricitat. La divergència entre els costos reals esperats i els costos desitjats pel regulador és deguda fonamentalment al suposat impacte inflacionista de les tarifes elèctriques i al seu efecte en la competitivitat de les empreses nacionals. Per aquesta raó, la incapacitat de les successives administracions per afrontar els efectes derivats d'un augment de les tarifes elèctriques ha provocat que els diferents governs hagin preferit incloure en el procés de càlcul de les tarifes el "cost desitjat" en lloc del cost real esperat. En conseqüència, el principal motiu del dèficit tarifari és que el preu mig de compra dels distribuïdors en el mercat majorista és molt superior a la previsió inclosa en la tarifa. En aquest sentit, l'any 2005, el preu de compra dels distribuïdors va ser un 68% superior al previst en el RD 2392/2004 que establia la tarifa per 2005. Aquesta contenció de les tarifes<sup>31</sup> però, no comporta un menor ingrés de les

<sup>31</sup> RD 1432/2002: (...) el presente Real Decreto establece una metodología de cálculo para fijar la tarifa eléctrica media o de referencia de cada año, objetiva y transparente, y que cumple los objetivos de permitir la plena elegibilidad a todos los consumidores sin interferir en el mercado y garantizando que el servicio se presta en condiciones adecuadas, (...). Así, se da cumplimiento a estos principios estableciendo una metodología que contempla tanto el proceso de determinación de la evolución de tarifas de suministro como el de tarifas de acceso, incluyendo los costes correspondientes de cada una de ellas, pero fijando unos límites, de tal forma que si dicha evolución resultara positiva, la subida nunca superará el 2 por 100. (...)

companyies elèctriques, ja que aquestes tenen el dret legal de veure retribuïda la seva activitat, segons el cost reconegut quan son activitat regulades, i amb el preu que emana del mercat majorista quan són activitats liberalitzades (generació). Per tant, el que s'està fent des del govern és un control de la inflació més aparent que real, o el que és el mateix, aplaçant la inflació cap al futur, més que no pas controlar-la. Aquesta forma d'actuar de les Administracions dóna lloc a un dèficit estructural de les tarifes cada cop més elevat, que posa en qüestió la sostenibilitat d'aquest model tarifari. A continuació, es mostren els dèficits generats des de la liberalització del sector elèctric en el sistema de tarifes, juntament amb la diferència any rere any de les previsions estatals del preu de la tarifa i el seu cost real:

● **Precio medio de distribuidores: Previsto vs Real. Años 1998-2008**

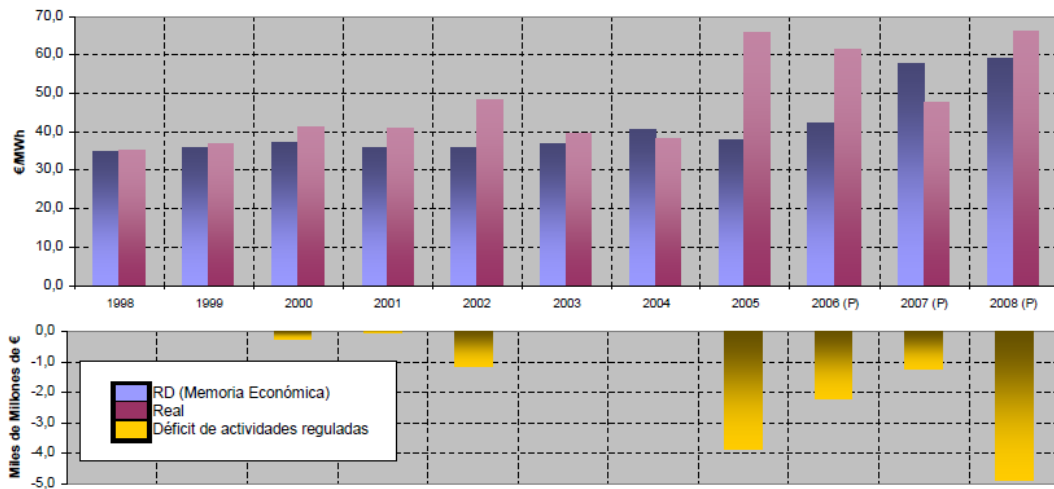


Fig 27: Dèficit Tarifari previst i real en el període 1998-2008

Font: Los Costes del Sector Eléctrico y los precios regulados. La evolución de los costes, las tarifas y el Déficit Tarifario. Seminario de formación sobre la liberalización del sector eléctrico y la protección de los usuarios. Miquel Ángel Bravo Prada. Madrid 23 y 24 de Octubre.

El dèficit tarifari acumulat en el període 2005-2008 ascendeix a 12.820 M€, i encara va créixer més en anys posteriors, dificultant de forma crònica el seu finançament. Els preus dels combustibles (fòssils o nuclear) i cada cop més els drets d'emissions de CO<sub>2</sub>, juntament amb les reserves hidràuliques de l'any, són factors que condicionen el cost de generació elèctrica. Així doncs, l'evolució d'aquests factors explica, en certa manera, les variacions del preu de mercat de l'energia, i com que el preu de l'energia que inclou el regulador en la tarifa és relativament baix, condiona també la magnitud del dèficit tarifari generat. En la figura 28 es mostra la correlació entre les reserves hidràuliques i el preu de l'energia en el mercat diari.

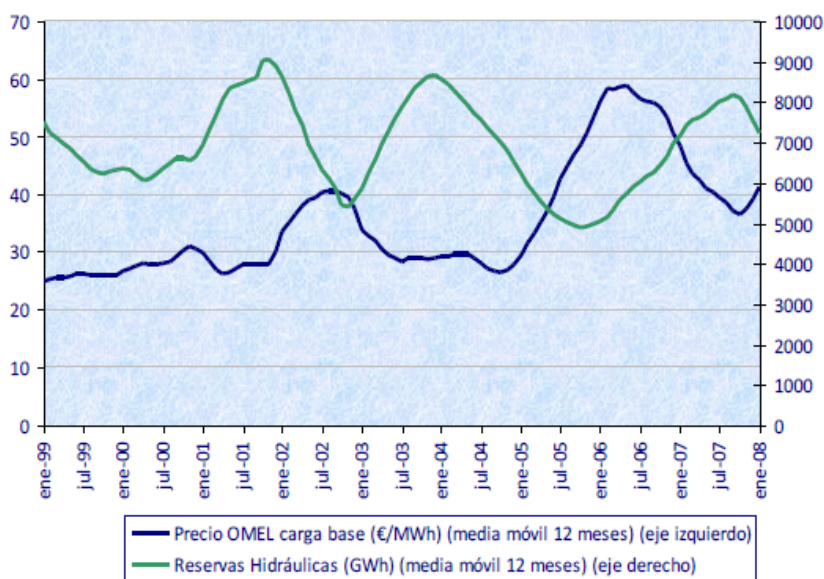


Fig. 28: Comparativa de reserves hidràuliques i el preu del mercat (1999-2008)  
 Font: Operador del Mercat. OMEL

Com que la hidràulica ofereix un preu marginal baix, les èpoques humides es caracteritzen per un preu de l'energia en el mercat més baix que en els períodes de sequera, en que el preu de l'energia augmenta. A continuació, crida especialment l'atenció la correlació que presenten els preus del gas natural amb el dèficit generat anualment en el període 2005-2008. Aquest fenomen es fa palès en la figura 29.

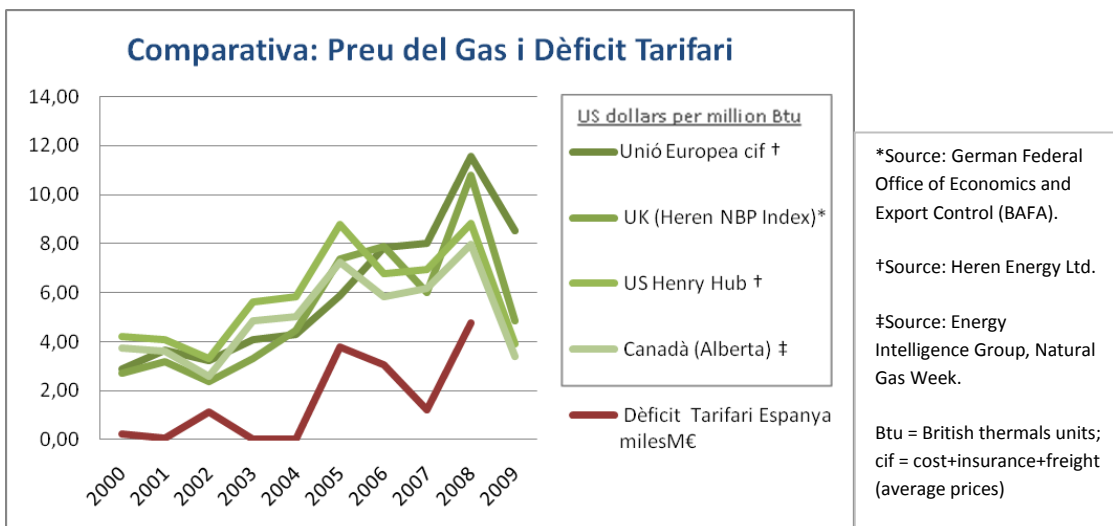


Fig. 29: Comparativa preu del gas i dèficit tarifari anual en el període 2000-2009.  
 Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Statistical Review of World Energy 2010 i les liquidacions CNE y MITyC.

Aquesta relació, entre el preu del gas i el dèficit tarifari generat en el sistema elèctric espanyol no té una relació tant directa com la hidraulicitat amb el preu de mercat de l'energia. L'any 2007, en que el dèficit és menor, coincideix amb la baixada dels preus del gas natural, però també amb la crisi. En temps de crisi, el consum elèctric es redueix, igual que la resta de consums, i per tant, la generació nuclear cobreix un percentatge més elevat de la demanda total. Per aquesta raó, la resta de centrals, amb un cost de generació més elevat, operen

menys hores i el preu del mercat majorista no es dispara tant com en altres anys. Així doncs, la crisi va provocar un doble efecte (disminuir la demanda i el preu del gas) que va ajudar a minimitzar la generació de dèficit aquell any.

Quedar clar que la causa fonamental del dèficit tarifari és el desacoblament entre les tarifes fixades pel govern i els preus emanats del mercat majorista d'electricitat. Tal i com s'ha esmentat, aquesta discrepància és deguda a les desviacions entre les estimacions del preu realitzades per l'Administració en l'establiment de les tarifes i el preu al que finalment es genera l'energia. Però aquesta diferència podria estar essent amplificada per les empreses generadores, que amb un poder de mercat elevat, inflen el preu del mercat majorista impedit que disminueixi el preu marginal de generació d'energia<sup>32</sup>. En aquest sentit, el *Llibre Blanc de l'Energia (2005)* proposa algunes mesures per mitigar l'excessiva concentració de poder en algunes empreses i denuncia la manca de reacció per part del regulador envers algunes actuacions dels agents del mercat<sup>33</sup>. El poder de mercat es defineix com la capacitat de modificar en benefici propi el preu del mercat respecte al nivell que tindria en competència.

### 6.2.2 Risc Regulatori

El risc percebut pels inversors és degut a la inseguretats jurídica que genera la manca d'estabilitat regulatòria, conseqüència de la mala regulació com es veurà a continuació. Aquesta situació de risc és molt perniciososa per les energies renovables, que necessiten atraure una gran quantitat d'inversió per desenvolupar-se i arribar a ser competitives. Veiem un exemple de la inestabilitat regulatòria d'aquest sector.

El 3 de març de 2006, el govern tractava de contenir els efectes del dèficit amb l'entrada en vigor de RD-Ley/3/2006 en el que, d'una banda, es fixava provisionalment el preu de les transaccions compra-venda d'energia entre empreses d'un mateix grup empresarial en un valor regulat de 42,35 €/MWh (posteriorment modificat a l'alça a un valor més proper al del mercat: 49,32 €/MWh). Aquesta intervenció va suposar nombrosos problemes i va ser finalment suprimida a principis de 2007. A més, aquest mateix decret obligava a retornar el valor dels drets d'emissió de CO<sub>2</sub> que havien sigut atorgats a les companyies amb centrals emissores en el *Plan Nacional de Asignaciones (PNA)*. El desenvolupament d'aquesta norma va trigar dos anys en realitzar-se i va provocar una important problemàtica degut al buit normatiu i la incertesa que va generar. A finals del 2007 es va aprovar la Ordre Ministerial ITC/3315/2007 (desenvolupa el citat Reial Decret-Llei) que ha generat una gran polèmica perquè obliga a retornar amb caràcter retroactiu el valor dels drets assignats de forma gratuïta, tant a centrals que van rebre drets, com a centrals que, ni van rebre drets ni emeten CO<sub>2</sub>, com les nuclears i les hidràuliques.

D'altra banda, a finals del 2006, el govern estableix les tarifes de 2007 per mitjà del RD 1634/2006 i pren diverses mesures per intentar solucionar el problema del dèficit, però sense

---

<sup>32</sup> Veure notícies de l'annex.

<sup>33</sup> El mercat va arrencar l'any 1998 precedit per l'autorització de l'absorció per part d'Endesa de FECSA, ENHER i Sevillana de Electricidad; mesura contrària al que qualsevol anàlisi rigorós de nivells de concentració admissibles hagués considerat adequat.

actuar en el seu origen. En aquest decret es va pujar la tarifa, tot i que de forma insuficient per cobrir els costos, amb la possibilitat de revisar-la trimestralment. En aquell any, el dèficit previst pel govern a principis d'any va ser molt menor que el que realment es va donar, degut a la baixa de preus dels combustibles fòssils, dels drets d'emissió i per la hidraulicitat.

No obstant, el cost de les primes al règim especial casi es va triplicar entre 2007 i 2009, passant aproximadament de 2.200 M€ a més de 6.000 M€, de forma que el cost total de la tarifa (remuneració del mercat més primes) gairebé es duplica. La major part d'aquest augment en les primes i en el cost total correspon a la remuneració de la tecnologia solar fotovoltaica, que va augmentar uns 2.500M€ en aquests tres anys, degut a una entrada massiva de plantes solars en el sistema (tal i com s'explica en l'apartat d'antecedents). L'experiència espanyola amb la remuneració d'energia solar fotovoltaica representa una barrera molt difícil de superar, entre d'altres coses perquè la dificultat de comprendre el problema ha generat un important escàndol en el sector i la opinió pública ha estat sovint manipulada. A partir del 2009, la inestabilitat normativa referent a la retribució del règim especial i del sistema de primes ha paralitzat el mercat de components fotovoltaics a Espanya i ha destruït el seu teixit industrial. Els rumors de reducció de les tarifes amb retroactivitat ha posat la por al cos de molts inversors i ha foragitat molt potencials interessats en el sector. Les empreses del sector que han sobreviscut han hagut de reorientar la seva estratègia comercial cap a l'estranger, exportant un 75% de la seva producció al 2009. Per aquesta raó, entitats com la APPA (Associació de Productors d'Energies Renovables) o PV Legal estudien la conjuntura legal per proporcionar alternatives viables per la tecnologia fotovoltaica a Espanya. Així, la APPA va remetre al Ministre d'Indústria, Turisme i Comerç, el 21 de maig de 2010, una sèrie de propostes que podien contribuir a la reducció del dèficit tarifari, oferint-li opcions regulatòries que afavorien la integració de la generació fotovoltaica contenint els seus costos en la tarifa. Alguns d'aquests criteris s'han adoptat per elaborar la proposta final d'aquesta projecte, com es veurà en el capítol 7.

### 6.2.3 El preu de la tarifa i el consum eficient

Una de les novetats que aportava la liberalització del mercat elèctric amb la LSE de 1997 era el paper del mercat lliure com a instrument independent i objectiu de fixació del preu del servei de subministrament energètic. Aquest fenomen va provocar certs desajustaments en les companyies elèctriques que operaven en el conegut *Marco Legal Estable*, i per tant va ser necessari introduir algunes mesures per assegurar els retorns de les inversions emparades sota l'antic marc regulatori. Un bon exemple d'això és el mecanisme de recuperació dels costos de transició a la competència (CTCs), qüestió que s'escapa de l'objectiu d'aquest estudi per la seva complexitat, però que ha contribuït a que l'aplicació de la competència en el mercat espanyol no hagi estat del tot genuïna. A continuació, s'explica amb dos exemples el paper que té el preu de l'energia en el sistema espanyol, i el que hauria de tenir idealment per funcionar com un mercat en competència.

### 6.2.3.1 El paper del preu de l'energia en el sistema

L'actual metodologia de fixació de preus del mercat espanyol atempta contra un dels principis del mercat liberalitzat: la suficiència de la tarifa. Des de l'any 2005, la retribució és insuficient per cobrir els costos de les activitats i aquest fenomen a desembocat en un problema crònic: el dèficit tarifari. En el *Llibre Blanc de l'Energia (2005)* ja es preveia aquesta situació i s'exposaven dues opcions regulatòries: la primera coincideix amb l'aplicació en la pràctica de la LSE a Espanya, la segona és la proposta dels autors del llibre i la que es recolza des d'aquesta investigació. A continuació, s'inclou una petita explicació d'ambdues.

#### a) Un preu de l'energia ignorat

El govern es fixa com a principal objectiu el control de la tarifa, pel fet de ser l'indicador més visible de l'èxit del model adoptat i l'instrument directe per influir en l'equilibri financer de les empreses. Pel contrari, es posa menys atenció en la correcta regulació de les activitats individuals: generació, transport, distribució i comercialització; i a la retribució reconeguda per a cadascuna d'elles, doncs es dóna més importància a l'import agregat de totes elles, que és el que reflecteixen les tarifes regulades (integrals, d'accés o TUR). En aquest estil de regulació, s'estableix el preu de forma regulada<sup>34</sup> i el preu de l'energia és més una molèstia que una senyal econòmica útil, perquè dóna lloc a desviacions en la estimació de la tarifa, que s'han d'ignorar o compensar amb mecanismes de regulació. L'apartat 2 de l'article 17 de la llei 54/1997 indica que el govern aprovarà per real decret la modificació de la tarifa elèctrica mitjana o de referència, de forma anual o quan les circumstàncies així ho requereixin. D'aquesta manera, el RD 1802/2003 que estableix la tarifa per al 2004 deroga el RD 1436/2002 que establia la tarifa pel 2003, i així successivament. Aquests decrets estableixen el conjunt de preus, tarifes, cànon i peatges del sistema elèctric: des dels preus màxims que rebran els productors, als preus màxims a pagar pels diversos tipus de clients, passant per les tarifes de connexió i els peatges que cobra REE pel transport d'electricitat o la CNE per les seves funcions dintre el sistema.

Els efectes més perillosos d'aquest model regulatori són: el desacoblament entre els preus establerts per l'Administració i els costos reals del subministrament elèctric i la manca de senyals econòmiques pels consumidors i les pròpies empreses, fet que condiona l'eficiència de les actuacions dels agents en el mercat.

#### b) El paper central del preu de l'energia

Aquest enfocament centra més l'atenció en el correcte tractament regulatori de les diverses activitats per separat, amb l'objectiu d'obtenir una retribució reconeguda i coherent per a cadascuna d'elles. D'aquesta forma es podrien fomentar millores específiques en cadascuna de les activitats, sense admetre excessos, ni tampoc insuficiències. Aquest estil regulatori confia, d'una banda, en una bona regulació de les activitats regulades, i de l'altre, en

---

<sup>34</sup> **Artículo 15 de la LSE, sobre retribución de las actividades:** "Las Actividades destinadas al suministro de energía eléctrica serán retribuidas económicamente en la forma dispuesta en la presente Ley con cargo a los peajes y los precios satisfechos. Para la determinación de los peajes y precios que deberán satisfacer los consumidores se establecerá reglamentariamente la retribución de las actividades con criterios objetivos, transparentes y no discriminatorios que incentiven la mejora de la eficacia de la gestión, la eficiencia económica y técnica de dichas actividades y la calidad del suministro eléctrico".

la capacitat del mercat per induir eficiència en les empreses i fixar un preu fiable. Aquest preu format en un mercat d'energia creïble hauria de ser utilitzat en els lliures intercanvis econòmics i per traslladar-lo directament a la tarifa, proporcionant la senyal econòmica correcta als consumidors finals. La tarifa hauria de recollir de forma additiva els diferents conceptes de costos regulats i el preu de mercat de l'energia, juntament amb un cert marge per l'activitat de comercialització. D'aquesta manera, la tarifa deixar d'estar fixada pel regulador, per passar a ser calculada mitjançant una suma objectiva. Aquesta estructura de tarifa, que forma part de la proposta final d'aquest projecte, no soluciona de forma integral tots els problemes relacionats amb les barreres retributives, però en millora la seva transparència. En l'actualitat, la polèmica està centrada en els costos regulats del sistema que es paguen mitjançant les tarifes d'accés, però aquestes no cobreixen la totalitat dels costos. Així doncs, les primes al règim especial, les subvencions al carbó nacional, els costos de tractament de residus nuclears i els CTCs, entre d'altres, haurien d'estar explicitats dintre dels costos regulats del sistema. En aquest sentit, en el capítol 7 s'incorpora una proposta en relació al sistema de primes que hauria d'incorporar la present tarifa elèctrica.

Les tarifes elèctriques haurien de reflectir la repercussió que sobre els preus del mercat tenen les diverses conjuntures d'hidraulicitat, preus de combustibles, taxes d'interès monetari, indisponibilitats fortuïtes de les instal·lacions, externalitats mediambientals, entrada de nova generació en competència i la pròpia resposta de la demanda davant d'aquestes eventualitats<sup>35</sup>. La majoria d'aquests factors estan fora de control del regulador, per tant, s'ha d'abandonar la tendència a pensar que l'èxit d'una reforma regulatòria és que el preu de l'electricitat baixi. El resultat d'una bona regulació és un mercat capaç de proporcionar senyals econòmiques correctes, tant a les empreses com als consumidors finals, permetent que aquests agents prenguin decisions eficients donada la conjuntura energètica. Per contra, el disseny de tarifes insuficients fomenta un consum ineficient, per sobre de l'òptim, provocant major impacte ambiental en contra dels objectius espanyols i europeus, i dificultant la integració de les energies renovables.

### **6.3 Barreres Tècniques**

Algunes modalitats de la generació en règim especial, en particular las de naturalesa intermitent com la eòlica o la solar, presenten importants reptes per a la seva integració en la operació del sistema elèctric degut a que la seva generació depèn de factors climàtics variables, com són el sol i el vent. Red Eléctrica Española ha utilitzat el terme "generació no gestionable" per referir-se a les tecnologies de generació elèctrica que tenen una producció menys previsible, i per tant menys programable, que la generació convencional. Com s'ha indicat amb anterioritat, l'electricitat és un producte no emmagatzemable, i per aquesta raó la producció sempre ha d'estar equilibrada amb la demanda. Aquest fet provoca que, encara que les fonts renovables siguin molt abundants en el nostre territori, la contribució de generació

---

<sup>35</sup> Els mecanismes de participació de la demanda en el mercat s'escapen de l'objectiu d'aquest estudi, però dificulten que els generadors puguin manipular els preus, fins i tot en condicions d'escassetat de la oferta. Fins ara però, la participació de la demanda és molt escassa en els mercats reals.



no gestionable ve condicionada per la capacitat d'integrar-la en el sistema. El problema és que s'han plantejat els plans de promoció de les tecnologies renovables ignorant dues qüestions fonamentals: la incorporació física segura al sistema elèctric ibèric, que té unes característiques peculiars de gairebé insularitat elèctrica, i la integració de tota l'energia que genera el sistema sense malbaratant la producció.

### 6.3.1 La incorporació física de la generació renovable en condicions de seguretat

Els generadors necessiten les xarxes de transport i distribució per fer arribar l'energia elèctrica als centres de consum. Els grans generadors estan connectats a la xarxa de transport i els menors (en augment), a les xarxes de distribució. A causa de qüestions tècniques de la xarxa, la ubicació dels nous mitjans de producció no és, ni molt menys, indiferent. Les dificultats més rellevants que ha identificat l'Operador del Sistema (REE) al incorporar un volum important de "generació no gestionable" i/o distribuïda són les següents:

- La baixada sobtada de producció no gestionable requereix disposar d'una major quantitat de reserves d'operació, i la reducció de producció en una zona pot obligar a mobilitzar energia des d'altres zones posant a prova la seguretat de la xarxa de transport.
- La generació intermitent proporciona un escàs nivell de garantia de potència en relació a la seva potència instal·lada, ja que la capacitat aportada per aquestes tecnologies es considera no controlable.
- D'altra banda, quan la generació no gestionable pot produir energia perquè les condicions meteorològiques ho permeten, se li ha de donar prioritats d'operació ja que, si no, la seva producció es perd irremediablement.
- La manca d'interlocució, en ambdues direccions, entre gran part de la generació renovable i els gestors de la xarxes de transport i distribució dificulten seriament el funcionament segur del sistema elèctric.
- Tot i que la generació distribuïda redueix pèrdues i pot satisfer la demanda local, aquesta pot arribar a saturar la xarxa de distribució, que van ser originalment dissenyades únicament per portar l'energia des de la xarxa de transport fins els punts de consum.
- L'anticipació en la connexió a xarxa no confereix prioritats alguna en l'ús de la capacitat de transport, ni tampoc limitacions per futurs nous entrants. És possible, per tant, que en un node es connecti més potència de generació de que la xarxa permet evacuar.

### 6.3.2 La integració de l'energia renovable amb la resta de generació

Una altra barrera que troben les energies renovables per penetrar en el mercat elèctric és la sobrecapacitat del sistema, condicionada en part per la transició de tecnologies més contaminants i ineficients cap a noves alternatives energètiques més sostenibles. Tot i així, una bona planificació del sector hauria de permetre harmonitzar l'absorció de tota l'energia primària disponible procedent tant de les fonts convencionals com de les renovables. Es



presenta i es comenta a continuació un article del periodista Rafael Méndez que el diari “el País” va publicar el dia 28 de Novembre de 2009 amb el següent titular:

*“España no podrá asumir a partir del 2014 toda la renovable que produce. Red eléctrica admite que desperdiciará un 2% de la eólica por la baja demanda nocturna y la imposibilidad de almacenarla obliga a escalar los proyectos.”*

Aquest article exposa de forma clara la dificultat amb que es troba l'Operador del Sistema (REE) per integrar tota l'energia generada pel sistema. Tal i com indica l'autor, sembla que la contribució de les renovables en el mix elèctric més enllà del nivell testimonial genera situacions imprevistes en la xarxa elèctrica, impeding un canvi real en el model de producció. Quinze dies abans de la publicació del seu article, Red Eléctrica Española (REE) desconnectava el 21% dels molins durant dues hores per una excessiva producció d'electricitat que la xarxa no podia assumir. Si l'energia eòlica evoluciona positivament, aquesta situació s'anirà agreujant any rere any i es podria arribar malbaratar gairebé el 5% de l'energia eòlica al 2014, tot i que aquesta xifra és molt variable segons la pluviometria de cada any que condiona la producció hidràulica. En un any normal es perdria un 2% de la producció eòlica. El director general d'Operació de la REE, Alberto Carbajo, lamenta la situació dient: *“Perderemos energía primaria de forma relevante a partir de 2014, lo cual es una pena porque la eólica es limpia y de coste variable cero”*. Al mateix temps, un informe<sup>36</sup> elaborat per REE conclou que *“el ritmo de instalación de renovables propuesto por el Gobierno implicará la aparición de situaciones en que la producción no podrá ser integrada en el sistema provocando un vertido de energía”*. Aquesta afirmació ha permès al Govern justificar l'esglaonament de projectes d'implantació de renovables. La font més afectada per aquesta situació és la eòlica perquè és la que més produeix (13% del total de l'estat al 2009) i sovint genera de nit, mentre la solar per exemple, com que genera menys i quan les necessitats són majors, no ha de patir per la seva desconexió de la xarxa.

En aquest mateix article s'exposa una situació hipotètica en la que es podria trobar el sistema elèctric en un futur proper. Si una nit de l'any 2014 es posen en marxa el 70% dels molins instal·lats (es preveuen 26.300MW aproximadament), produirien 18.000MWh i estarien prop de cobrir la demanda de tot el país per sí sols. A aquesta xifra cal sumar encara els 7.000MW de producció nuclear que no es poden apagar i les centrals de cicle combinat i carbó que han de funcionar al ralenti per estar llestes a la matinada quan la demanda repunta. D'altra banda, les empreses de gas havien fet plans per operar més de 4.000 hores a l'any les seves Centrals Tèrmiques de Cicle Combinat (CTCC) i, amb l'increment del parc renovable previst, el temps d'operació es reduiria a menys de la meitat. Així doncs, els informes de la REE preveuen que pel 2014 les CCTC funcionin unes 2.200 hores i pel 2016 unes 1.700 hores. Això suposa una retallada enorme de les expectatives de les elèctriques, que es van llençar fa una dècada en la carrera per la construcció de centrals de gas pensant que funcionarien el doble. Davant d'aquesta situació, la REE indica que, per molta energia que s'emmagatzemi o s'exporti, la producció excedirà la demanda, i es calcula que entre 1 y 2 terawatts hora es perdran l'any 2016 suposant un parc d'automòbils elèctrics de 3 milions de cotxes, que en

---

<sup>36</sup> Informe sobre la Integración de Generación renovable a medio plazo para el periodo 2009-2014. Red Eléctrica Española.

carregar-se de nit permetrien aprofitar la eòlica durant aquelles hores. Així doncs, el govern conclou que no convé implantar més de 3.300MW renovables a l'any per "no malbaratar tanta energia i per limitar les primes, que han suposat un sobrecost d'uns 6.000 milions d'euros al 2010".

La situació a Catalunya és força diferent (sens dubte més endarrerida), però sembla que es podrien cometre els mateixos errors que en la planificació espanyola. Al 2007, la nuclear assolía gairebé la meitat de la generació elèctrica i el cicle combinat una quarta part, la totalitat de la renovable contribuïa un 18% però la eòlica només un 1%. Al 2010 però, ja s'havia doblat la potència eòlica (assolint 775MW) i hi havia 196MW en construcció, 928MW autoritzats i 534,7MW en tràmit. En el Pla de l'Energia es fixava un objectiu d'entre 1.300 i 3.500MW de potència (segons l'escenari: BASE o IER) que permetria a la eòlica aportar entre un 5% i un 14% de l'energia bruta produïda pel sistema. D'altra banda, el conjunt de totes les renovables assolirien gairebé el 30% de la producció en l'escenari més optimista. Catalunya ha d'evitar, però, una proliferació d'energia renovable que la xarxa no pugui absorbir per no empitjorar la situació estatal. Recordem que amb tres quartes parts de l'energia procedent de fonts nuclear o fòssil l'any 2007 a Catalunya, resta un marge molt petit per la renovable. A més, el PEC ha planificat doblar la potència de cicle combinat i mantenir la nuclear en tots dos escenaris, de tal manera que en l'escenari IER s'assoleix una capacitat total superior al BASE degut al major desenvolupament de l'energia renovable. Al cap i a la fi, aquesta planificació, en cas que es compleixi l'escenari intensiu en renovables, amplificaria la problemàtica de la xarxa elèctrica del sistema ibèric. Certament, és necessària certa sobre capacitat del sistema per garantir la seguretat de subministrament quan la contribució renovable augmenta, perquè la "generació no gestionable" no dóna una garantia de potència fiable. Aquest sobredimensionament és també necessari si es vol planificar amb temps el tancament de les centrals nuclears, tant catalanes com espanyoles. En el cas de Catalunya la sobre capacitat està més justificada perquè es veurà més afectada per el tancament nuclear<sup>37</sup> degut a la major dependència en aquesta tecnologia. La forma i el moment en que es prengui aquesta decisió condicionarà moltíssim la planificació que se'n pugui fer d'aquesta transició. Però es possible que ja s'hagi condicionat aquest procés amb l'excessiva proliferació de centrals de gas, que operen molt menys de l'esperat per les companyies elèctriques. Pot ser hagués estat millor potenciar les renovables de forma preferent, i anar ajustant la potència de gas instal·lada per garantir la seguretat de subministrament a mig termini.

Havent parlat sobre les barreres retributives i tècniques del sistema, és més fàcil comprendre l'existència de barreres administratives, que depenen bàsicament de l'Administració. La manca de senyals econòmiques que incentivin els comportaments desitjats dels diferents agents del sistema, en aquest cas dels inversors, ha provocat que es limiti la connexió a xarxa d'instal·lacions renovables per mitjà de traves administratives. A continuació es fa una breu ullada als aspectes administratius que es considera que produeixen un efecte barrera més important. Com s'explicava, sembla que si els agents poguessin treballar amb una informació més fiable i transparent molts d'aquests obstacles es minimitzarien.

---

<sup>37</sup> Tanmateix, el tancament de les centrals nuclears no es farà fins dintre de 10 o 20 anys, depenent de la política del Govern.

#### 6.4 Barreres administratives

Existeix unanimitat entre els agents del mercat espanyol en el fet que el procés d'aconseguir una autorització per construir una central és molt llarg i ocasiona importants retards i traves per les inversions. Red Eléctrica Española estima que la duració d'aquest procés fins a obtenir l'aprovació del projecte d'execució és aproximadament de tres anys. Però el procés administratiu es complica addicionalment per la quantitat i diversitat d'entitats, autoritats i administracions involucrades. El Ministeri d'Indústria, el Ministeri de Medi Ambient, les comunitats autònomes i els ajuntaments municipals, a més de l'Operador del Sistema, són algunes d'aquestes entitats que fan més complicat el procés i tendeixen a duplicar, al menys parcialment, alguns procediments. En definitiva, aquest procés acaba obstaculitzant la inversió privada, que no pot adaptar-se a les llargues esperes imposades pel procés. A més, aquest fenomen a patit un efecte de realimentació ja que, en la mesura en que els tràmits burocràtics s'allarguen i es compliquen, aconseguir un emplaçament amb tots els tràmits aprovats es torna progressivament més valuós. Per tant, majors són els incentius per gestionar una cartera d'emplaçaments i intentar tenir els tràmits avançats en tots ells, per assegurar que els tràmits administratius no suposaran un impediment per la construcció en el futur, o fins i tot per vendre un emplaçament revalorat. D'aquesta forma, el número de peticions augmenta i el procés administratiu es ralentitza, provocant un efecte de barrera per les peticions més recents. Això succeeix perquè les peticions més antigues han de ser ateses primer, i com que les empreses generadores ja existents tenen moltes sol·licituds d'accés presentades, tenen avantatge per gestionar els seus nous projectes. A més, aquestes empreses es beneficien d'un cert coixí de retard entre les seves inversions i la dels nous agents, que potser serveixi per dissuadir als nous entrants.

En aquest àmbit, com es deia en l'apartat anterior, també és clau millorar la comunicació entre els agents. L'excessiu marge d'incertesa respecte a la fermesa de potencials inversions en noves instal·lacions de generació provoca situacions com la de 2005. Aquell any hi havia 79 sol·licituds d'accés a xarxa de cicles combinats de gas (59.364MW) i 315 de parcs eòlics (41.984MW), mentre que les previsions de l'Operador del Sistema per l'horitzó 2011 no excedia els 15.000MW per aconseguir un índex suficient de cobertura de la demanda. Si no hi ha més informació sobre el nivell de fermesa de les sol·licituds, augmenta el risc de planificar una xarxa de transport per noves instal·lacions de generació que mai no arribaran a materialitzar-se. Aquesta acumulació de sol·licituds es podria minimitzar si es canviessin aspectes com la gratuïtat del procés o el nul nivell de compromís legal que suposa pels sol·licitants.

Segons dades de l'APPA, la tramitació administrativa dels projectes solars fotovoltaics en Espanya es prolonguen durant 7 anys pels projectes sobre sol, i per tant les autoritzacions adquireixen un valor que encareix innecessàriament les inversions, impeding una major competitivitat d'aquesta tecnologia.



La utilització de combustibles fòssils és la principal font d'emissió antropogènica de gasos amb efecte d'hivernacle, i el fort augment de la demanda és un dels factors determinants d'un canvi climàtic amb greus efectes potencials adversos a nivell social, ambiental i econòmic. Segons *Red Eléctrica Espanyola*, el sector elèctric és el responsable del 28% d'aquestes emissions. En l'última dècada, la política energètica espanyola en relació al medi ambient s'ha centrat principalment en la promoció d'energies renovables, sense incentivar activament l'increment d'altres formes de generació de baixes emissions de carboni com la nuclear. Tot i així, la generació nuclear és una tecnologia clau en quant a la contenció de les emissions de carboni, ja que representa el 40% del total d'electricitat del mercat que no emet carboni. D'altra banda, si bé això no ha estat conseqüència explícita de la política mediambiental del Govern, la transició en el mix energètic cap a la generació amb plantes de gas ha permès reduir força la intensitat mitjana de carboni de la generació elèctrica, millorant així de forma important l'impacte ambiental del sistema. Tanmateix, les emissions totals de gasos amb efecte d'hivernacle a Espanya l'any 2009 van estar prop d'un 30% per sobre dels nivells de 1990, molt per sobre del 15% acordat en el marc d'aplicació del Protocol de Kyoto. La generació d'electricitat mitjançant fonts renovables ha esdevingut una eina eficaç en la reducció de les emissions de carboni, i per aquesta raó en aquest treball es fa una proposta per incrementar la seva contribució al mix de producció, centrant-se en la solar fotovoltaica. No es pretén fixar uns objectius concrets per cadascuna de les tecnologies renovables, ni tant sols ser precís amb els objectius numèrics de la fotovoltaica. La intenció és mostrar la viabilitat d'aquesta tecnologia mitjançant la superació de les barreres que impedeixen el seu desenvolupament, fent referència a la seva integració en el mercat (barreres retributives) i en el sistema (barreres tècniques). L'objectiu és proposar solucions que permetin integrar l'energia fotovoltaica en el sistema elèctric garantint els principis establerts per la *Ley del Sector Eléctrico*: assegurar l'oferta, la qualitat de subministrament, el proveïment al mínim cost possible, la millora de l'eficiència energètica, la reducció del consum i la protecció del medi ambient. L'argument per centrar la proposta en la promoció fotovoltaica, enlloc de la eòlica per exemple, és que aquesta segona ja té unes condicions bones de creixement<sup>38</sup> a nivell espanyol, i sembla que el retràs català és degut a la falta d'ambició renovable en la planificació.

La generació fotovoltaica reverteix positivament en la societat, l'economia i el medi ambient, però la seva indústria és un sector que s'ha desenvolupat molt per sota del seu potencial, principalment per qüestions relacionades amb el mercat i la seva regulació. Així doncs, l'objectiu d'aquest capítol és orientar la gestió del sistema elèctric de forma que s'afavoreixi el màxim l'aprofitament d'un recurs autòcton, gratuït, net i abundant en el nostre territori. Tot i conèixer la gran dificultat de l'empresa, la intenció és aportar algunes idees

---

<sup>38</sup> Els objectius del Plan de Energias Renovables 2011-2020 inclouen un increment de la eòlica del 70% (de 20.000MW a 35.000MW), en canvi es limita l'augment fotovoltaic a 3.500MW, quantitat que tan sols recull les inversions actualment engegades pel 2020.

referents a la integració de la generació fotovoltaica en el sistema, abordant les limitacions degudes al seu règim econòmic i les dificultats tècniques derivades de la generació no gestionable, així com algunes consideracions respecte a la (in)formació de la demanda i la seva gestió per millorar la seva eficiència. En el capítol 6 es demostrava que el dèficit tarifari no és conseqüència directe de la promoció renovable sinó d'una mala regulació del mercat i de les tarifes, però també s'esmenta que el cost de les primes al règim especial va ser equivalent, l'any 2009, al 60% de les despeses del mercat majorista (volum del mercat multiplicat pel preu). Tot i així, en el primer apartat d'aquesta proposta es demostra que aquestes tecnologies reverteixen positivament en l'economia del país i que es pot controlar el cost total de les primes mitjançant actuacions en el règim de retribució d'aquesta tecnologia. En segon lloc, a partir d'unes orientacions proposades per l'Operador del Sistema (REE), s'explica com es podria facilitar la integració de la fotovoltaica en el sistema a nivell tècnic i la necessitat imperiosa d'una planificació conscient dels reptes energètics que presenta el futur. Finalment, fent referència a les limitacions que imposa al sistema per l'exercici de la comercialització en competència, es fa una breu introducció sobre la possibilitat d'introduir criteris de comercialització verda juntament amb la formació i conscienciació del consumidor.

### 7.1 Integració a nivell econòmic

La qüestió econòmica en el sector elèctric, especialment l'amortització de les inversions i la retribució de les activitats regulades i en competència, requereix una breu puntualització abans de procedir a les propostes regulatives del mercat i de les primes. Tal i com s'explicava en el capítol de barreres, el cost de la factura per l'usuari es divideix en dues parts: els peatges d'accés, que suporten els costos regulats del sistema, i un altre component referent al preu emanat del funcionament del mercat majorista en competència. A més, des de que l'activitat de comercialització es realitza en competència, separant-se així de l'activitat de distribució, el complement per gestió comercial ja no forma part dels costos regulats, sinó que s'afegeix com un marge sobre les dues components esmentades.

Existeixen dos tipus de costos en el negoci energètic: els costos fixes (la inversió inicial) i els costos variables (costos d'operació i manteniment de la planta). El mercat majorista d'electricitat proporciona el cost marginal de generació de l'últim kWh d'energia aportat al mercat, generalment associat als cicles combinats o a les centrals de carbó que tenen un preu superior. La nuclear, per exemple, té un cost marginal entorn als 10€/MWh, mentre que el preu de l'energia en el mercat elèctric espanyol es situa generalment entre els 40€/MWh i els 50€/MWh. L'energia solar fotovoltaica, per la seva banda, genera electricitat a un preu marginal molt baix, ja que els costos variables són bàsicament els de manteniment. Així doncs, la contribució FV al sistema abarateix el preu de generació de l'energia en el mercat majorista d'electricitat. Tanmateix, la fotovoltaica no és competitiva perquè requereix una inversió inicial encara massa elevada perquè el promotor amortitzi la inversió en el temps de vida de les instal·lacions (25 anys), i per això requereix ajudes estatals en forma de primes. Tot i així, la reducció de costos dels components fotovoltaics està esdevenint molt ràpida i permetrà assolir la paritat amb la xarxa en pocs anys. De moment, la prima garanteix el retorn de la inversió als promotors d'aquesta tecnologia i es pot considerar un mecanisme d'internalització dels costos

ambientals de les energies convencionals<sup>39</sup>. Però un sistema de primes administratives com l'espanyol té el perill d'establir un preu massa elevat de la prima, sobretot quan els costos de la tecnologia disminueixen més ràpidament del previst, provocant així que el nombre d'inversors atrets pel negoci sigui molt major al previst inicialment, i el cost total de la prima es dispari. Aquest ha estat el problema del fotovoltaica a Espanya a finals de la passada dècada. Tanmateix, es mostren a continuació els resultats d'un estudi elaborat per l'Associació de la Indústria Fotovoltaica (ASIF) en que es demostra que els costos de les primes a la FV són compensats pels ingressos directes i indirectes que suposa aquesta activitat per l'Estat. L'informe s'anomena "*Impacto macroeconómico de la desaparición del mercado fotovoltaico en España*" i quantifica, mitjançant un anàlisi cost-benefici, les conseqüències econòmiques que provocaria la paralització total del mercat fotovoltaic. Els resultats presenten l'ordre de magnitud dels ingressos que comportaria per l'Estat el desenvolupament del mercat previst pel RD 1578/2008 de 500MW a l'any i les hipòtesis de creixement de 1000 i 1500MW anuals. Aquest anàlisi computa: les primes, l'estalvi en importacions energètiques i drets d'emissió (27€/tona), impostos i taxes, les contribucions a la seguretat social i l'IRPF dels treballadors i la disminució de les pèrdues de transport i distribució; i obté així el balanç total per demostrar que el cost de la tarifa fotovoltaica es retorna en forma de beneficis econòmics directes o indirectes a la societat. El càlcul està fet pels períodes 2008-2015 i 2015-2020, però fins a 2010 se suposa un increment molt moderat de la capacitat i a partir del 2011 s'aplica l'augment associat a cadascun dels tres Casos Base: instal·lació de 500, 1000 i 1500MW de potència anuals. A continuació es presenten en la taula 10 els resultats d'aquest estudi.

Pèrdues econòmiques provocades per la desaparició del mercat FV (€)						
Components del Balanç	Cas Base 500MW		Cas Base 1000MW		Cas Base 1500MW	
	2015	2020	2015	2020	2015	2020
Pèrdues en transport y distribució	26.179.001	112.637.888	56.896.895	8.782.856.273	87.614.789	360.430.897
Contribucions a la Seguretat Social	1.956.987.461	4.242.650.910	4.153.345.865	236.534.393	6.349.704.269	13.323.061.636
Impost de Societats	587.982.042	1.096.085.414	1.289.288.096	2.338.069.619	1.990.594.149	3.580.053.824
IRPF	1.031.501.444	2.236.243.525	2.189.172.052	4.629.323.951	3.346.842.660	7.022.404.376
Taxes locals	550.484.740	1.070.026.092	1.160.167.699	2.199.250.404	1.769.850.659	3.328.474.716
<b>Ingressos Totals</b>	<b>4.153.134.688</b>	<b>8.757.643.829</b>	<b>8.848.870.607</b>	<b>18.186.034.640</b>	<b>13.544.606.526</b>	<b>27.614.425.449</b>
<b>Cost de la Tarifa</b>	<b>3.744.531.937</b>	<b>8.652.177.797</b>	<b>8.566.360.560</b>	<b>19.123.107.299</b>	<b>13.388.189.182</b>	<b>29.594.036.800</b>
<b>Ingressos menys costos de la tarifa</b>	<b>408.602.751</b>	<b>105.466.032</b>	<b>282.510.047</b>	<b>-937.072.659</b>	<b>156.417.344</b>	<b>-1.979.611.351</b>
Estalvi de Gas	1.398.234.923	4.322.854.856	3.077.786.319	9.157.531.611	4.757.337.715	13.992.208.366
Drets d'emissió (27€/tona)	180.683.136	551.032.416	396.467.136	1.166.416.416	612.251.136	1.781.800.416
<b>Balanç econòmic</b>	<b>1.987.520.810</b>	<b>4.979.353.304</b>	<b>3.756.763.502</b>	<b>9.386.875.368</b>	<b>5.526.006.195</b>	<b>13.794.397.431</b>

*Taula 10: Pèrdues econòmiques provocades per la desaparició del mercat fotovoltaic, en euros.*

*Font: Elaboració pròpia a partir de l'Informe: Impacto macroeconómico de la desaparición del mercado fotovoltaico en España, Associació de la Indústria Fotovoltaica (ASIF).*

Segons aquest anàlisi, el desenvolupament del mercat fotovoltaic retorna més ingressos a l'Estat del que li costa la tarifa. Val la pena ressaltar a més, que aquest càlcul s'ha fet de forma conservadora perquè no quantifica que quan s'assoleixi la paritat amb la xarxa, prevista per mitjans de dècada, el cost de la tarifa deixarà d'augmentar. Tampoc s'ha tingut en compte el

<sup>39</sup> Els subsidis totals al règim especial van assolir nivells rècord l'any 2009: més de 6.000M€, gairebé el 60% de les despeses en el mercat majorista. El subsidi per unitat de CO<sub>2</sub> evitada pot estimar-se entre 200 i 250 €/tona, més de 14 o 17 vegades superior al preu actual del mercat de CO<sub>2</sub>, que en principi mesura el benefici social de la reducció d'emissions. (Giulio Federico, *The Spanish Gas and Electricity Sector: Regulation, Markets and Environmental Policies*; November 2010).



descens dels preus del pool elèctric per l'oferta d'energia fotovoltaica a preu zero en la punta de la demanda del migdia, ni el previsible encariment dels preus dels hidrocarburs durant la pròxima dècada. Un altre associació del sector, AEF (Associació Empresarial Fotovoltaica), anunciava en un comunicat que, l'any 2012, la indústria FV ja hauria retornat a la societat 8.200 milions d'euros en contribucions a la seguretat social, impostos de societats i de la renda, taxes locals, estalvi en combustibles fòssils i drets d'emissió.

D'altra banda, el president de l'AEF, Juan Laso, indica que el model actual d'establiment de les tarifes no comptabilitza l'efecte produït per les instal·lacions del règim especial en la baixada del preu de l'electricitat en el mercat majorista. Això provoca que aquest efecte, inicialment positiu, es torni en contra de les renovables perquè es tradueix en un augment del cost total de la prima. Això succeeix perquè les instal·lacions FV tenen una retribució fixa independent del preu del mercat, i la prima es calcula com la diferència entre la retribució fixada i el preu que reben del mercat majorista. D'aquesta manera, encara que disminueixi el preu del pool, la retribució d'aquestes instal·lacions no varia. El problema és que, quan l'aportació renovable augmenta més enllà del nivell testimonial, el preu del pool disminueix i el cost total de la prima s'incrementa per efecte doble. Així, l'any 2009 per exemple, es va estimar un sobrecost degut a la prima del règim especial de 4.000M€, però finalment el sobrecost va ser de 6.116M€ (Federico, G. 2010). La diferència entre ambdós valors es deu a divergències entre dos estimacions que es necessari realitzar per fixar les tarifes: la quantitat d'energia que produeix cada tecnologia i el preu del mercat majorista. Respecte a la primera només es pot dir que el millor coneixement dels patrons de generació en funció de la tecnologia en el futur permetrà precisar millor les previsions. Respecte a la segona estimació, és factible proposar una mesura que elimini totalment aquesta desviació. L'any 2009 es va partir de la hipòtesis que el preu mig del mercat seria de 58,43€/MWh, i finalment va ser de 36,96€/MWh, i segons la CNE el preu de 2007 va ser de 50,1€/MWh i l'any 2008 de 68,8€/MWh. Aquesta volatilitat del preu de l'energia elèctrica en el mercat majorista, ja sigui per l'augment dels combustibles o per l'efecte de la contribució renovable, ha dificultat molt la precisió d'aquestes previsions.

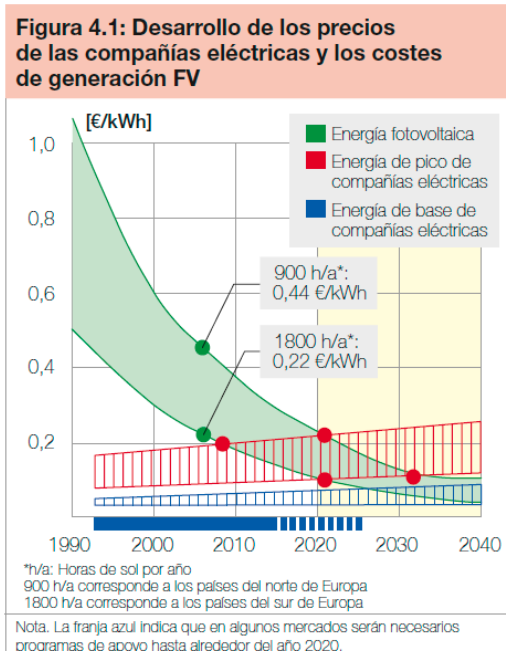
Així doncs, hi ha dos aspectes que haurien de canviar per minimitzar els costos totals de les primes. D'una banda, no sembla raonable que el preu del pool vingui influenciat per tecnologies amb un règim econòmic que dista molt de la competència perfecte, si el que es vol és obtenir un preu de mercat fiable i real. Així doncs, tant les energies renovables del règim especial (subjectes necessàriament a un règim retributiu especial), como les tecnologies la instal·lació de les quals no es viable en l'actualitat (nuclear, carbó i la gran hidràulica) haurien de quedar fora del sistema de fixació de preus. Per tant, el preu hauria de venir determinat per tecnologies que puguin competir raonablement, bàsicament els cicles combinats. D'altra banda, és necessari, per fer sostenible econòmicament el sistema de primes, treballar en la millora de la seva eficiència sense perjudicar la seva eficàcia. L'horitzó d'aquestes tecnologies és massa elevat com perquè funcionin al marge de les senyals econòmiques del mercat, per això cal connectar la seva retribució amb el comportament del mateix. Fora bo, per tant, modificar el règim econòmic de les instal·lacions amb retribució fixa, establint un model "pool+prima" que calcularia la prima de cada tipus d'instal·lació a partir de la retribució que li correspongui menys el preu del pool previst. D'aquesta forma el que es fixa és la prima, de



manera que els costos per l'estat no depenen del preu de mercat. Aquest exercici es realitzaria trimestralment, de manera que la prima complementària s'ajusti a les previsions d'ingressos per mercat, mantenint així l'objectiu de remuneració estable i previsible. Tot i així, es podria atenuar l'efecte de les possibles fluctuacions del preu del pool, fixant un límit inferior de retribució per garantir un retorn mínim a l'inversor fotovoltaic. En cas d'adoptar aquesta fórmula, s'aconsella també l'establiment d'un límit màxim de retribució, de forma que s'incentivi el pas voluntari de les instal·lacions en règim especial al règim ordinari en quant el límit superior representi un sostre pels seus ingressos. Això succeirà quan la tecnologia ja sigui prou madura i pugui competir amb la resta de tecnologies en el mercat. En aquest sentit, les previsions auguren que l'energia produïda amb tecnologia solar fotovoltaica assolirà en pocs anys la paritat de costos amb l'energia de la xarxa (*grid parity*), tal i com es mostra a continuació. Tanmateix, la correcta aplicació de les mesures proposades requeriria un estudi del mercat i del sistema molt més profund del que aquest projecte pot dur a terme.

Efectivament, la tendència dels preus de l'electricitat des de 2005 ha sigut de creixement continu a tota Europa, mentre que paral·lelament els costos de generació fotovoltaica han anat disminuint. A continuació es presenten les previsions realitzades per la EPIA (Associació Europea de la Indústria Fotovoltaica) en el seu informe *Solar Generation – V*, presentat al 2008. Segons les seves dades, presentades amb més detall en la taula 13 de l'annex, el cost d'electricitat FV al 2007 s'haurà reduït a la meitat cap a l'any 2020, mentre la tendència dels preus de la xarxa seguiran sent a l'alça. A Espanya, on es consideren 1.400 hores de sol de forma molt conservadora, es podria arribar a la paritat de preus amb la xarxa al voltant del 2015 per les millors localitzacions. Quan arribi aquest moment, cada kWh d'energia FV consumit suposarà un estalvi econòmic amb respecte a l'energia, més cara, de la xarxa. De totes formes, els preus de l'electricitat subministrada per les companyies elèctriques s'han de classificar en preus d'energia pic (que s'apliquen al mig dia) i els de l'energia base. Òbviament, el preu que primer assolirà la paritat amb l'electricitat fotovoltaica és el preu pic, el que correspon al preu de les hores de demanda punta del sistema. Quan arribi aquest moment, les instal·lacions fotovoltaïques començaran a ser competitives i podran prescindir de la prima, descarregant al sistema d'aquest sobrecost.

A continuació es presenten les mesures proposades per superar les barreres tècniques per la integració de la generació fotovoltaica al sistema. La paritat de la xarxa recentment explicada és una de les premisses fonamentals per poder engegar les actuacions incloses en aquest apartat.



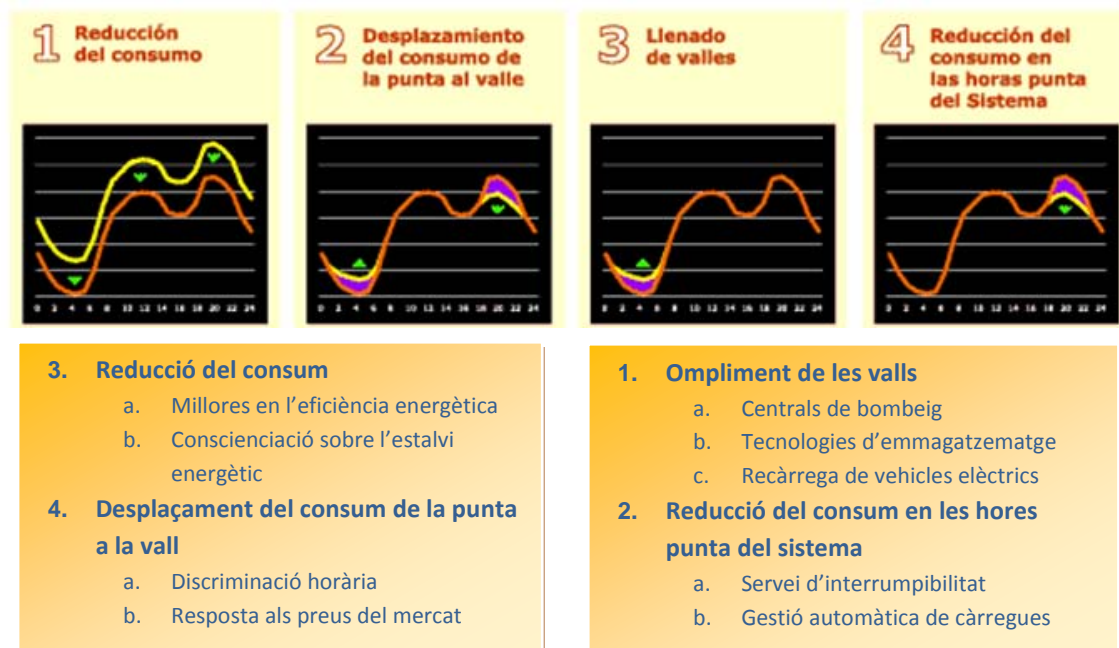
*Fig. 30: Evolució dels costos de generació FV i dels preus del mercat entre 1990 i 2040.*

*Font: Informe Solar Generation V – 2008, de l'Associació Europea de la Indústria Fotovoltaica (EPIA)*

## 7.2 Integració a nivell tècnic

Una aposta decidida i de futur per incrementar la contribució renovable en el sistema elèctric no es pot realitzar a esquenes de la seva integració el més harmònica possible amb el conjunt, per tant, es requereixen mesures que afavoreixin la seva incorporació de forma raonable en el sistema. D'una banda, des de la planificació de la xarxa i la operació del sistema s'hauran de realitzar els esforços necessaris per acomodar una generació d'aquestes característiques i en les quantitats desitjades. De l'altre, és condició indispensable per elevar la quota de mercat de les energies renovables que es millorin els requisits de visibilitat i de prestació de serveis, imprescindibles per garantir la seguretat del sistema elèctric.

La integració de la generació fotovoltaica en base a l'operació del sistema és una de les qüestions en que està treballant l'operador del sistema actualment: l'aplanament de la corba de demanda. En aquest sentit, REE destaca una sèrie de mesures destinades a modificar el perfil de consum diari contribuint a un ús més sostenible de l'energia, a partir de: la reducció de les emissions de CO<sub>2</sub>, la millor integració de les energies renovables en el sistema elèctric i una major eficiència energètica del sistema en conjunt. Aquestes mesures de gestió de la demanda es classifiquen en quatre grans grups en funció del tipus d'impacte que tenen sobre la corba de demanda. La figura 31 presenta aquesta classificació extreta de la pàgina web de REE.



*Fig. 31: Mesures plantejades per REE per l'aplanament de la corba de demanda*  
*Font: Red Elèctrica Espanyola*

La reducció del consum mitjançant millores tècniques i conscienciació de la demanda (1) és un denominador comú de totes les planificacions energètiques, especialment quan es parla d'augmentar la contribució renovable. L'ompliment de les valls (3) es presenta com una mesura interessant per millorar la integració de l'energia eòlica, que algunes vegades s'ha de desconnectar perquè la demanda no es prou elevada. En especial, la promoció del vehicle

elèctric, que permetria omplir les valls mitjançant la recàrrega nocturna, podria ser una mesura molt eficaç per reduir les emissions de carboni del sector transport, de forma que el sector elèctric estaria contribuint a la sostenibilitat d'altres sectors de l'economia. Finalment, es proposa la reducció del consum en hores punta del Sistema (4) i en aquesta mesura la fotovoltaica pot tenir un paper molt important. La implantació conjunta d'aquesta tecnologia amb l'autoconsum permetria reduir el consum a xarxa en les hores punta, ja que aquesta modalitat permetria a l'usuari autoabastir-se de forma independent a la xarxa.

Tal i com es deia a la introducció, l'energia és un factor de producció fonamental per l'activitat de qualsevol societat, i la seva dimensió econòmica condiona la competitivitat de les empreses locals, que avui dia ja pateixen la inflació dels preus de l'electricitat. A Catalunya, els sectors serveis i la indústria representen un 75% del consum elèctric, per davant del domèstic, del transport i del primari que tenen consums més petits. Tant els serveis com la indústria són activitats que consumeixen electricitat en els moments de màxima demanda, i per tant són els agents que adquireixen l'energia més cara del mercat. Així doncs, el consum d'electricitat fotovoltaica es pot convertir en una avantatge competitiu per les empreses, que juntament amb l'aplicació de mesures d'eficiència energètica, poden aconseguir una reducció molt significativa de l'import de la factura energètica. Seguint el model alemany, en que la instal·lació mitjana és petita (8kW) i les instal·lacions a terra només representen el 10% de la potència total, es podrien instal·lar grans quantitats de potència FV en els sostres de les naus industrials, teulades d'edificis, etc. D'aquesta forma, s'afavoriria la reducció de costos en la indústria FV mitjançant les economies d'escala, ja que uns volums de producció majors permeten disminuir el cost per unitat de produïda. Així doncs, la implantació d'aquesta tecnologia que produeix en els moment de màxim consum, juntament amb la possibilitat de l'autoconsum, permetria aconseguir l'objectiu de REE d'aplanar la demanda de la xarxa, amb els beneficis que això comporta pel conjunt.

A continuació es mostren gràfics sobre l'energia incident en un metre quadrat de superfície i la corba de demanda espanyola, ambdós per trams horaris, amb l'objectiu de demostrar que en el moment de màxim consum l'energia incident és màxima. A Catalunya, Girona, Lleida i Tarragona és troben en zona III i a la província de Barcelona hi ha repartiment entre zona II i zona III.

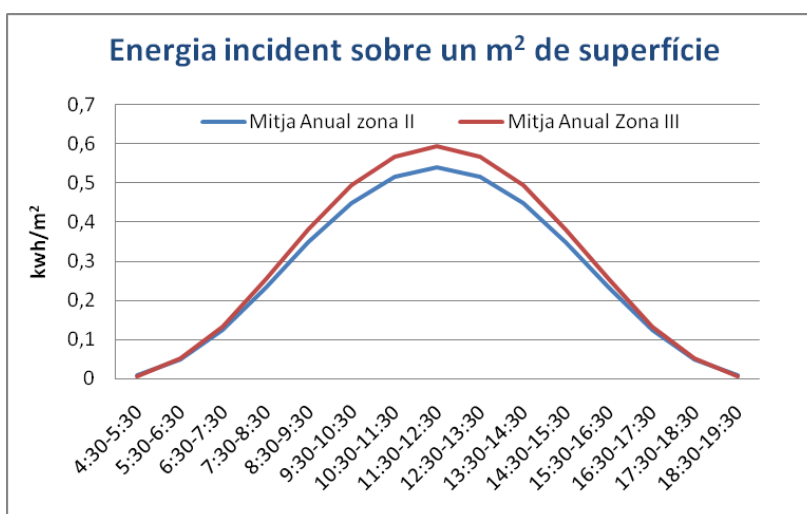
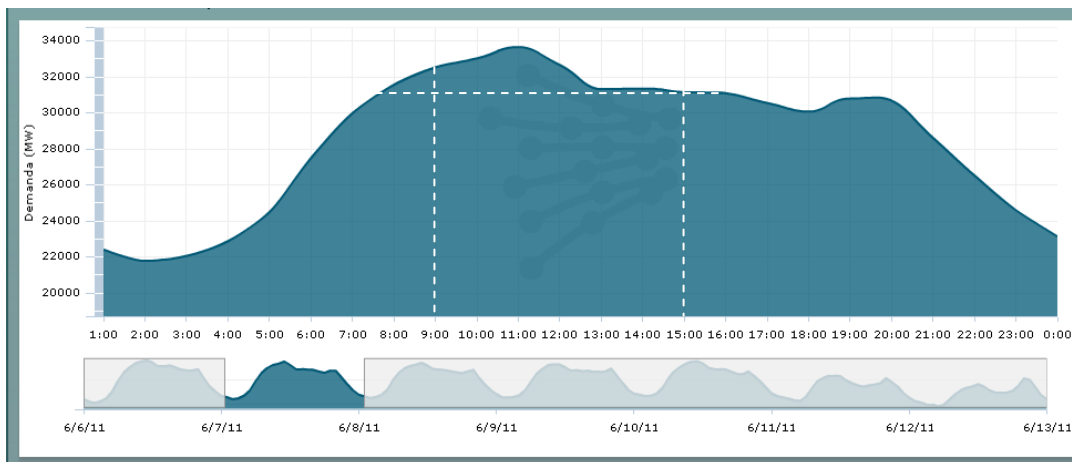


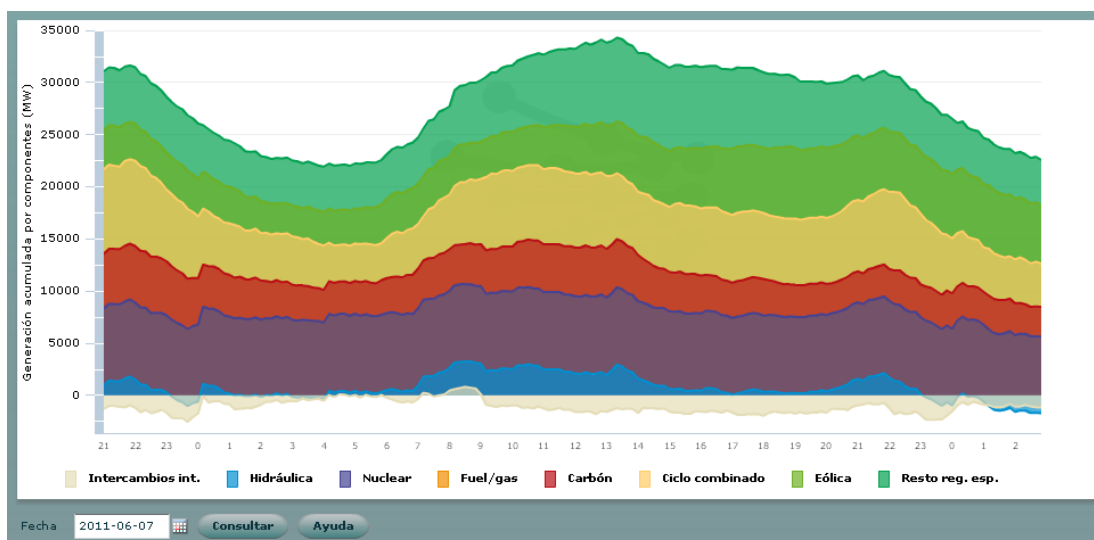
Fig. 32: Energia Incident sobre un m<sup>2</sup> de superfície horitzontal per trams horaris (KWh/m<sup>2</sup>)  
 Font: Elaboració pròpia a partir de Censolar, 2007.

Es pot considerar que les hores punta de producció fotovoltaica són entre les 9h i les 15h, i entre les 19.30h i les 4.30h la producció es zero. Es presenta a continuació la corba de demanda del dimarts 7 de juliol extreta de la web de Red Eléctrica Espanyola.



*Fig. 33: Corba de demanda espanyola. Dimarts 7 de Juliol de 2011.  
Font: REE*

En la figura 33 s’observa que el màxim consum es dona entre les 7.30h del matí i les 16h de la tarda, interval assenyalat per la línia horitzontal. Amb les línies verticals, d’altra banda, es delimiten les hores de producció punta de la fotovoltaica. Com s’observa a la figura 34, la demanda a nivell espanyol es cobreix amb la nuclear i la hidràulica com a base, les centrals de gas i de carbó, la eòlica i la resta del règim especial. Les centrals tèrmiques, per la seva màxima flexibilitat dintre del sistema, cobreixen les puntes de demanda sempre que la resta de tecnologies no puguin fer-la front, però augmenten l’impacte ambiental del sistema i el preu del mercat majorista. Es mostra a continuació el mix elèctric d’aquell dimarts 7 de juliol.



*Fig. 34: Mix elèctric de generació a dimarts 7 de Juliol de 2011.  
Font: REE*

Aquell dia, la eòlica produïda un 12% de l'energia del sistema a les 7h del matí, tot i que de cara a la tarda la producció s'incrementa arribant al 22%. D'altra banda, l'energia generada pels cicles combinats s'ha d'anar adaptant a les necessitats del sistema i a les 7h generava un 15%, i en el pic un 22%. En les figures 34 i 35 es mostren dos patrons típics del mix de generació en funció de la contribució eòlica.

A) Contribució eòlica elevada

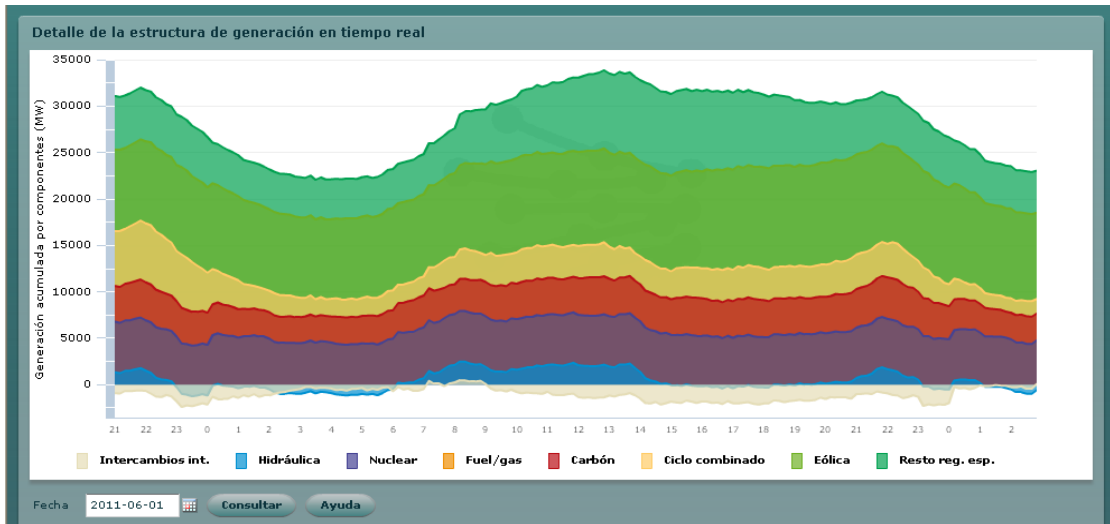


Fig. 35: Mix elèctric de generació amb contribució elevada d'energia eòlica.

Font: REE

En aquest cas, la contribució eòlica a les 4h era d'un sorprenent 39%, i no va baixar del 30% en tot el dia fins a fer un nou pic d'un 41% a les 2h del dia següent. Aquest mateix dia la contribució de gas no va superar el 12%, essent menor inclús que la del carbó, entorn el 13%. Aquell dia les emissions de CO<sub>2</sub> van estar entre les 5.000 i les 7.500 tones per hora durant les hores de màxim consum:

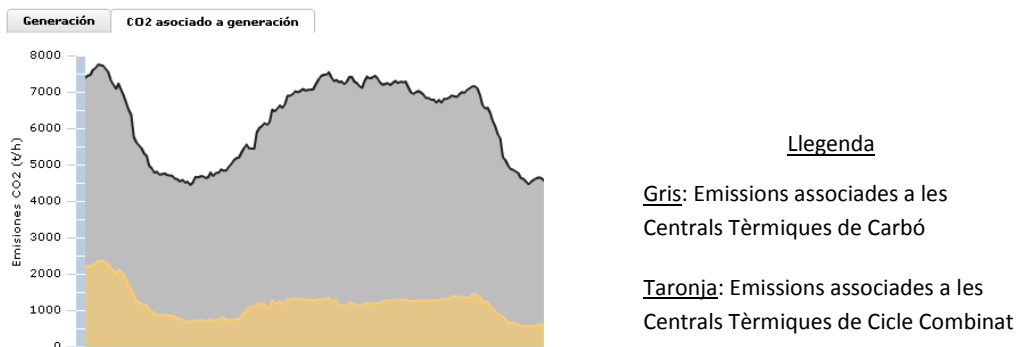


Fig. 36: Emissions de CO<sub>2</sub> en un dia de contribució eòlica elevada.

Font: REE

Cal ressaltar el fet que, amb percentatges semblants de contribució, les emissions associades al carbó són molt més elevades que les associades al gas, demostrant la major eficiència i menor impacte ambiental dels cicles combinats. Aquesta no és una qüestió central en aquest treball perquè a Catalunya no hi ha producció amb carbó, i perquè el tema central són les energies renovables, però demostra la importància d'escollir un mix adequat per reduir

els impactes ambientals del sistema. Recordem que les centrals de cycle combinat operen la meitat del que esperaven, per tant hi ha marge per minimitzar l'aportació del carbó.

## B) Contribució eòlica petita

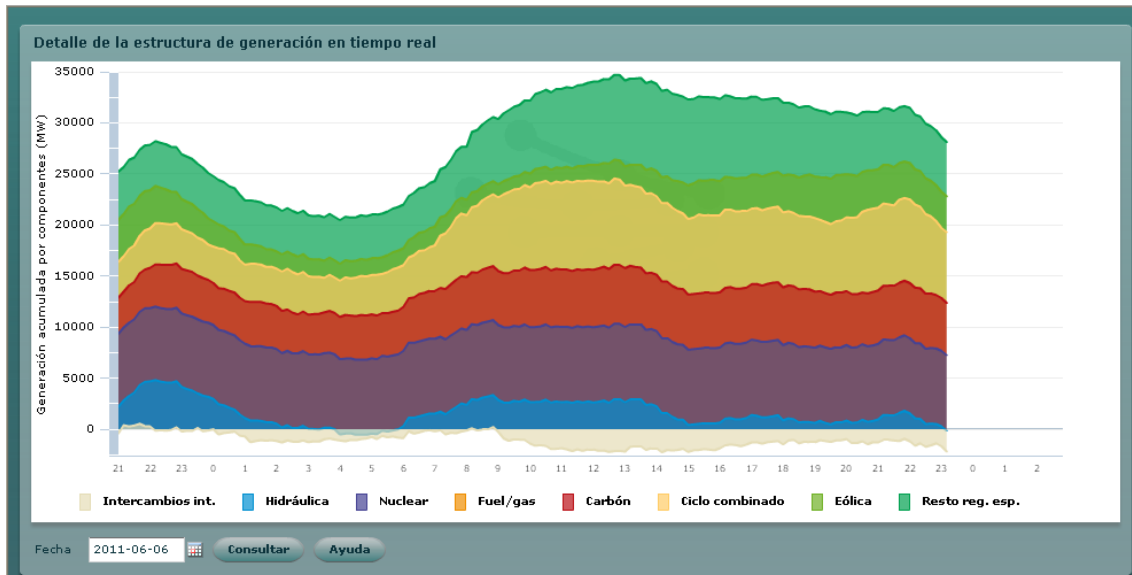


Fig. 37: Mix elèctric de generació amb contribució d'energia eòlica petita.

Font: REE

L'altre cara de la moneda es presenta quan la contribució eòlica és molt petita. En aquest cas, aportava un 8% a la nit, però en el moment de demanda punta del matí aporta només un 4,2%. Per la tarda es recupera una mica, i en el segon pic representat prop d'un 13% de l'energia del sistema. Aquell dia a les 4h de la matinada, el carbó produïa un 20% de l'electricitat i els cycle combinats un 17%, mentre que en les dues puntes de demanda el gas va contribuir en més d'un 25% i el carbó en un 16%. Aquell dia, les emissions de CO<sub>2</sub> entre les 9h i les 22h no van estar en cap moment per sota de les 9.000 tones per hora, sense baixa de les 10.000t/h entre les 10h i les 17h. La diferència no és més gran perquè la tecnologia que realment augmenta la seva aportació de forma significativa són els cycles combinats.

Però és important tenir en compte que el mix elèctric en l'àmbit regional català, la contribució del carbó és gairebé inexistent, la nuclear abasteix prop del 50% de la demanda, el cycle combinats un quart, i el règim especial un 18%, però amb una aportació eòlica molt petita. Conseqüentment, l'impacte ambiental associat en quant a emissions de CO<sub>2</sub> és molt menor, tot i que en quant a la producció de residus radioactius és superior, en termes relatius. En qualsevol cas, la planificació del futur energètic de Catalunya és especialment crítica, degut a que la meitat de la demanda es cobreix amb una sola tecnologia, la nuclear, que té una important oposició social a causa dels residus radioactius que produeix. La promoció eòlica a Catalunya és essencial per incrementar considerablement la contribució renovable al mix de generació, sobretot en cas de plantejar-se el tancament d'alguna nuclear. D'altra banda, la integració fotovoltaica en el mix elèctric es fonamenta igualment en els arguments i les mesures recentment exposades, ja que el sistema s'opera com una unitat a nivell nacional. En

definitiva, la integració renovable amb la resta de generació del sistema és possible i, sobretot és imprescindible per afrontar el futur energètic català amb garanties de sostenibilitat. El procés de planificació de la xarxa i de la operació del sistema són qüestions que queden fora de l'abast aquest projecte pel seu elevat grau de complexitat. De la mateixa manera però, es vol destacar la importància de dur a terme aquest exercici de planificació amb criteris emanats d'una previsió i avaluació profunda dels possibles escenaris futurs, i de obrir un debat dirigit a trobar alternatives per l'actual model d'aprovisionament energètic, que ha de contemplar arguments ambientals, econòmics i socials.

Finalment, a nivell purament tècnic, la liberalització de l'activitat de generació es tradueix en la llibertat de localització a xarxa, a més, de la lliure competència en el mercat majorista. Així doncs, una altre qüestió és la incorporació en el sistema d'un volum ja important i creixent de generació no gestionable mantenint els estàndard prefixats de seguretat. Es tracta, d'una banda, d'aconseguir un pla de reforç de la xarxa que totes les parts puguin considerar com el més eficient tècnica i econòmicament, i de l'altre, de reduir les limitacions de l'operador del sistema per coordinar la generació intermitent de les fonts renovables. En aquest sentit, existeixen localitzacions de potencial de nova generació que serien molt preferibles per la xarxa, per exemple per aprofitar infraestructures existents, per reduir pèrdues en la xarxa o per afavorir la seguretat del sistema. Seria necessari, per tant, acabar amb la manca d'informació sobre les condicions futures d'accés a la xarxa en els diferents punts de connexió pels potencials nous usuaris. L'Operador del Sistema, que segons la legislació espanyola realitza la proposta d'expansió de la xarxa de transport, ha de proposar un conjunt de reforços a la xarxa que maximitzin el benefici social de tots els agents del sistema (consumidors i generadors), que haurien de rebre senyals econòmiques de localització en la xarxa.

Així doncs, es destaquen dos idees principals: en primer lloc, que des de la planificació de la xarxa i la operació del sistema s'hauran de realitzar els esforços necessaris per acomodar una generació d'aquestes característiques i en les quantitats desitjades; i en segon lloc, que és impensable elevar les quotes de mercat de generació renovable sinó es milloren els requisits de visibilitat i de prestació de serveis, imprescindibles per garantir la seguretat del sistema elèctric. És necessari (re)accionar davant d'aquestes limitacions tècniques del sistema, estudiant i superant les barreres per la promoció renovable. En aquests processos d'adaptació, cadascun dels agents té un paper específic i rellevant, però el que és clau, és que la comunicació entre aquests agents sigui fluïda i transparent.

Finalment, s'exposa a continuació la tercera proposta referent a formació del consumidor per tal d'assolir una demanda més propera a l'òptima en termes de sostenibilitat. Algunes de les mesures dirigides a la conscienciació de la societat es proposen en el hipotètic marc conjuntural que permetés exercir la comercialització en un règim de competència.



### 7.3 Participació de la demanda

L'adequació del consum energètic a un nivell òptim en termes de sostenibilitat hauria de ser un denominador comú de totes les planificacions energètiques de l'actualitat, especialment d'aquelles que aposten per un increment decidit de la contribució renovable en el mix de generació. Establir quin és el nivell de consum que es pot considerar ambientalment sostenible és una altra de les tasques de les Ciències Ambientals, però, com es pot aconseguir un objectiu de contracció de la demanda tenint en compte el paper fonamental de l'energia en el desenvolupament de la societat i la indústria? Doncs bé, aquest repte requereix d'actuacions basades en millores tècniques d'eficiència energètica així com una important tasca de conscienciació ambiental de la demanda. En aquest apartat, l'objectiu és fer una breu proposta envers la conscienciació de la demanda, destacant el seu caràcter essencial per assolir un sistema energètic sostenible.

En primer lloc, recordem que la demanda és l'origen de la problemàtica energètica i, al mateix temps, és qui en rebrà les conseqüències. Origen, perquè l'agent de la demanda energètica és sempre la societat, si bé és cert que adopta diverses manifestacions: l'individu, la família, l'empresa, el treballador, i un llarg etcètera; cadascun dels quals requereixen energia per dur a terme les activitats ordinàries d'una societat desenvolupada. D'altra banda, les conseqüències són els impactes ambientals i econòmics de la producció i consum d'energia, que en última instància són impactes socials que recauen sobre la ciutadania. Malgrat això, la falta d'educació ambiental, el desconeixement de la gravetat del problema o la pròpia cultura individualista fan que conceptes com solidaritat generacional no siguin tinguts en compte en els comportaments quotidians. A més, gran part de la opinió pública creu que els problemes ambientals, i en concret els derivats del sector energètic, tenen una envergadura tal que res pot fer un ciutadà individual per solucionar-los. En aquest sentit, a vegades és difícil entendre que la suma de moltes petites accions poden donar lloc a grans resultats a nivell global<sup>40</sup>.

Així doncs, la complexitat i envergadura de les qüestions energètiques ha exigint un gir en les polítiques públiques i privades amb mesures de tipus correctiu i de caràcter legislatiu, amb combinacions d'instruments reguladors i amb incentius econòmics, entre d'altres. Però la consecució d'un model energètic sostenible requereix l'acció conjunta de tots els agents del sistema: generadors, comercialitzadors, la demanda i el regulador. Avui dia, la consciència col·lectiva és un agent de pressió molt rellevants que ha de jugar el seu paper dintre del mercat. No cal dedicar masses línies a explicar la capacitat d'influència de la opinió pública en les decisions d'un govern, o fins i tot em l'àmbit privat. Doncs bé, segons el present estudi, és essencial que l'energia es consideri un bé escàs i preuat, de forma que no s'accepti el seu ús indiscriminat comprometent la disponibilitat de recursos energètiques per generacions futures. Aquest és un dels arguments que recolzen el canvi de tarifació espanyol proposat en aquest projecte, ja que fins ara s'ha intentat limitar l'augment del preu de l'energia de forma artificial i provocant el dèficit de tarifa. És necessari aplicar una bona regulació que doni com a resultat un preu just de l'energia, tenint en compte que és un bé escàs i essencial per tots els països industrialitzats. Cada ciutadà participa de forma activa i directa en el seu consum, i per

---

<sup>40</sup> A Espanya, el 44% de la població considera que poc pot fer solucionar els problemes ambientals al 2001. (*Resumen del estudio hábitos de consumo y medio ambiente en España 2001*, Fundación Entorno, 2001)



tant, pot també decidir sobre el seu estalvi i sobre els seus hàbits de consum. Però és necessari que hi hagi un estímul, reflectit en la tarifa elèctrica, que juntament amb la conscienciació ambiental, incrementarà la motivació per moderar el consum d'energia. El comportament de la demanda, que correspon en última instància als consumidors que actuen d'acord amb els seus interessos, depèn de les senyals econòmiques que reben, siguin o no correctes. Per aquesta raó, l'opinió pública és decisiva a l'hora de mobilitzar les decisions polítiques i regulatòries que es precisen en el sistema, ja que els costos de la política energètica recauen, en principi, sobre la societat, per mitjà de la retribució de la tarifa. Per tant, els objectius de política energètica sostenible són legítims, però suposen un sobrecost que la societat – el consumidor – ha d'acceptar i ha d'estar disposat a assumir. El dèficit de tarifa demostra any rere any que és impossible compatibilitzar les tendències del mercat amb la senda prefixada pel Govern central. Per aquesta raó, és clau tenir un consumidor informat i capaç de comprendre i recolzar un sobrecost en les tarifes per finançar el canvi de model energètic.

Així doncs, s'hauria d'informar millor dels importants marges d'estalvi que es poden obtenir tant sols modificant els hàbits de consum, així com la seva repercussió en el conjunt del sistema, associant aquesta actitud a un nivell desenvolupament més elevat. També, s'hauria d'informar a la societat sobre els grans inconvenients del model energètic actual i sobre els impactes de les diferents tecnologies energètiques, així com proveir al consumidor dels instruments necessaris per escollir aquell producte energètic que més s'adeqüi a les seves preferències. D'aquesta manera, la societat podria adoptar un paper actiu en la resolució de la demanda, mitjançant els seus hàbits de consum i estalvi, i amb la possibilitat d'escollir comercialitzador en un marc regulatori adequat per aquesta activitat (règim de competència i comercialitzador verda). Així, la societat podria assumir el seu paper de motor dels canvis globals que han de transformar el sistema per millorar la seva sostenibilitat.

### La comercialització sostenible

D'una banda, la comercialització verda és una forma de dur a terme aquesta activitat que possibilita al consumidor conèixer l'origen de l'electricitat que consumeix, de manera que es permet la diferenciació del producte i dóna una verdadera capacitat d'elecció en el subministrament d'electricitat. En aquest model de comercialització, la *certificació d'origen d'electricitat* permet que el ciutadà conscienciat pugui afavorir la iniciativa privada que més s'aculli a les seves conviccions, de manera que les empreses generadores reben una senyal econòmica que els incentiva a apostar pels interessos del consumidor. Tot i així, la etiqueta ha de ser única per empresa comercialitzadora, per evitar que una mateixa empresa subministradora separi l'electricitat de comercialitza en diferents productes, assignant els més nets als consumidors més conscienciats i la resta als que no els importi l'origen de l'electricitat que consumeixen. En aquest sentit, la Directiva 2003/54/CE estableix que els estats membres han de garantir que els subministradors d'electricitat indiquin en les factures i en la documentació promocional la contribució de cada font energètica a la mescla global de combustibles de l'empresa durant l'any anterior i la referència a fonts d'informació existents sobre l'impacte ambiental, al menys quant a emissions de CO<sub>2</sub> i residus radioactius. D'altra

banda, s'hauria de dissenyar un marc regulatori tal que les empreses comercialitzadores es vegin incentivades a proposar als consumidors tarifes avançades que fomentin una adequada gestió de la corba de demanda. No obstant això, per què l'activitat de comercialització es pugui realitzar en règim de competència, és necessari que la tarifa regulada (la TUR) no esdevingui un nínxol de consumidors protegits per subvenció estatal<sup>41</sup>.

Certament, per tal de que tot això doni els resultats desitjats a nivell ambiental, també és essencial informar al consumidor sobre l'impacte ambiental del consum d'electricitat, sobre el seu nivell de consum respecte a altres consumidors semblants i sobre les possibilitats d'estalvi i eficiència energètica al seu abast. La consciència ambiental i la informació del consumidor, juntament amb la capacitat d'influir en el producte que consumeix, ha de portar a una reducció del consum que ens situï més propers al nivell òptim en termes de sostenibilitat.

---

<sup>41</sup> Aquest efecte s'explica de forma més extensa en l'apartat de barreres retributives

## 8. CONCLUSIONS

El primer objectiu d'aquest projecte era estudiar la sostenibilitat del model energètic, i per fer-ho s'ha investigat sobre els aspectes que l'afecten de forma més determinant: el mix de fonts de generació, les tendències de consum, la dependència, la eficiència energètica i els impactes ambientals. En aquest sentit, la diagnosi ha servit per comprendre de quina manera aquests aspectes condicionen la sostenibilitat del sistema, i com afecten també a la seguretat de subministrament i als preus. En resum, la dependència del sistema a nivell de combustibles energètics és d'un preocupant 95%, tot i que les dades oficials mostren un 77% perquè consideren la nuclear com a font autòctona. En conseqüència, Catalunya presenta una de les dependències més fortes de la Unió Europea, i pateix la vulnerabilitat que això comporta. La inseguretat de subministrament, la volatilitat dels preus dels combustibles fòssils i les tendències inflacionàries de l'energia a mig termini són alguns dels riscos, inadmissibles per un país que lluita per sortir de la crisi econòmica, que comporta una dependència energètica tant elevada. L'autonomia energètica és, per tant, quelcom amb un gran marge de millora actualment a Catalunya, i l'aprofitament de fonts autòctones (bàsicament renovables) és l'única forma d'afavorir aquest repte. D'altra banda, l'eficiència del sistema es basa fonamentalment en els rendiments de conversió energètica de les centrals de generació elèctrica, dels motors o de les calderes. En el sector elèctric, les energies renovables presenten rendiments del 100% mentre que la resta de tecnologies no superen el 60%, i en concret la nuclear té un 33% i el carbó un 35% aproximadament. L'eficiència del sistema condiona la quantitat d'energia requerida per disposar d'energia, i per tant, la contribució de les energies renovables minimitza l'explotació de recursos energètics i la degradació del capital natural. L'elevada contribució nuclear (50%) i del gas (25%) en el mix elèctric català suposen uns impactes ambientals evitables amb l'ús de fonts renovables. En definitiva, la conclusió de la diagnosi és que les característiques intrínseques de les energies renovables indueixen indubtablement una millora de la sostenibilitat del model energètic<sup>42</sup>.

El segon objectiu d'aquest projecte era conèixer les barreres d'entrada de les energies renovables en el sistema, i aquesta investigació s'ha desenvolupat en el capítol 6. En aquest capítol és conclou que el futur energètic català, espanyol i europeu té un horitzó marcat per tres objectius bàsics, i dos reptes destacables per a la seva consecució. Els tres objectius del sistema són els subministrament d'una energia barata, segura i neta, i els dos reptes són el replantejament de la política nuclear i el desenvolupament d'una política energètica comú per la comunitat europea. Així doncs, la sostenibilitat del model energètic no és, ni de bon tros, un objectiu que es pugui plantejar de forma unilateral, sinó que la seva consecució estarà

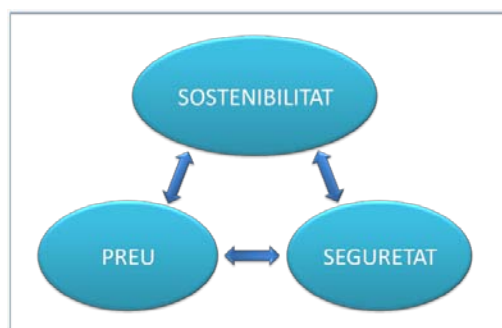


Fig. 38: Objectius del sector elèctric

Font: Elaboració pròpia

<sup>42</sup> A l'apartat 5.4 s'exposen les conclusions de la diagnosi de forma més extensa.

condicionat per la seguretat de subministrament i el preu de l'energia. La sostenibilitat és un nou concepte que ha de conviure amb altres criteris com l'econòmic o el de qualitat. Fixem-nos en l'exemple del paper reciclat, té menys impacte ambiental perquè no suposa la tala d'arbres, però és més car i la qualitat no és la mateixa. Com es mostra a la figura 38, els tres objectius del sector elèctric creen tensions entre ells, de forma que quan s'intenta estira d'un d'ells, els altres se'n ressenten. Per aquesta raó, s'ha de procurar integrar l'energia renovable en el sistema elèctric mantenint els estàndards de qualitat de subministrament (interrupcions curtes i infreqüents), respectant els requeriments tècnics de les xarxes i adaptant la regulació per obtenir un marc retributiu transparent i coherent amb les tendències del sector. A més, en tot aquest procés d'integració de les energies renovables el paper de la societat juga un paper clau, com es mostra en l'últim apartat de la proposta.

En certa manera, les dificultats de compatibilitzar aquests tres objectius en el sistema elèctric s'han convertit en veritables barreres d'entrada per incorporar les energies renovables. Així doncs, les barreres són fonamentalment retributives i de seguretat (tècnica i de subministrament), tot i que en el treball també es parla de barreres administratives. En aquest sentit, és necessari fomentar la recerca i innovació en aquests àmbits per millorar la comprensió d'aquestes limitacions i trobar solucions que facilitin la integració de la generació renovable en el sistema.

Les barreres retributives són les que produeixen més ressò en la opinió pública, però en el fons tenen una causa força clara que s'hauria d'eliminar. El disseny de tarifes és un exercici que ha de seguir una sèrie de criteris per assegurar la qualitat de les mateixes, i hi ha un principi conegut com *suficiència de tarifes* que el disseny espanyol no contempla. Aquest principi diu que la cobertura de tots els costos del servei de subministrament elèctric garanteix senyals econòmiques adients per induir eficiència en tots els agents del mercat. Les tarifes suficients es calculen com la suma de tots els costos del sistema i aquest disseny es coneix com a *tarifa additiva*. És evident que quan es parla de "*tots els costos*", tradicionalment només es feia referència als costos econòmics, no als costos socials i ambientals de la producció, transport i consum d'energia. La ideologia d'aquest projecte no s'alinea amb aquesta visió tradicional, sinó que creu necessària l'additivitat dels tots els costos siguin de la índole que siguin, per exemple amb mecanismes com el mercat d'emissions o les pròpies primes a les renovables. En aquest sentit, una altre de les conclusions d'aquest treball és la importància de fer un bon disseny d'aquests mecanismes, preveient sempre els efectes sobre el sistema i el mercat.

Bé doncs, a partir de l'any 2005, la tendència de preus es va disparar per l'augment del preu dels combustibles i les ajudes a les renovables, entre d'altres. L'Estat va començar a no reconèixer tots el costos del sistema elèctric per tal de donar compliment al RD 1432/2002, en que s'estableix que la tarifa no s'incrementarà més d'un 2% anual. Així doncs, a partir de 2005, les tarifes fixades per l'Administració no assoleixen els nivells adequats de recaptació perquè no cobreixen la totalitat dels costos de subministrament elèctric, i això produeix una sèrie d'efectes negatius sobre el sistema. En primer lloc, quan la tarifa regulada és insuficient, es converteix en una *tarifa refugi* pel consumidor perquè està subvencionada per l'Estat. D'aquesta forma, s'impedeix el desenvolupament de l'activitat de comercialització en

condicions de competència, ja que els agents que exerceixen aquesta activitat no poden competir oferint preus que millorin les condicions de la tarifa regulada (i insuficient). Això origina una barrera molt important per les iniciatives de comercialització verda, certificació d'origen d'electricitat i (in)formació del consumidor, perquè s'impedeix la comercialització en competència. En segon lloc, es crea un greu problema del dèficit de tarifes, que sovint s'associa errònia al cost de les renovables, i com que acaba repercutint en el consumidor, la opinió pública qüestiona les primes. En tercer lloc, s'incrementa el risc regulatori percebut pels inversos que, o bé exigiran una major rendibilitat per les seves inversions degut a l'incertesa associada a que els ingressos no cobreixin els costos, o bé no tindran incentius per arriscar el seu capital en aquest sector. Finalment, aquestes tarifes insuficients fomenten un consum ineficient (per sobre de l'òptim), provocant major impacte ambiental en contra dels objectius espanyols i europeus.

La impossibilitat d'exercir la comercialització en règim de competència impedeix que tingui lloc la comercialització verda, que és una forma de dur a terme aquesta activitat de manera que es possibilita al consumidor conèixer l'origen de l'electricitat que consumeix. Així, es permet la diferenciació de producte, que fins ara és impossible, donant veritable capacitat d'elecció al consumidor. En aquest model, totes les empreses comercialitzadores estan obligades a obtenir la certificació d'origen d'electricitat i a indicar en les factures i en la documentació promocional la contribució de cada font energètica a la mescla global de combustibles de l'empresa durant l'any anterior, així com referències de fonts d'informació sobre l'impacte ambiental (al menys quant a emissions de carboni i residus radioactius). En definitiva, la comercialització verda permetria al consumidor conscienciat afavorir la iniciativa privada que més s'aculli a les seves conviccions, de manera que les companyies elèctriques rebrien senyals que les incentivarien a apostar pels interessos de l'usuari. El fet que la tarifa sigui insuficient i no permeti la comercialització en competència, impedeix que es desenvolupi la comercialització verda.

En segon lloc, amb l'augment dels costos del sistema, el Govern busca formes de controlar l'augment del preu pel consumidor per no disparar la inflació, i ha optat per un disseny de tarifes insuficient que genera el greu problema del dèficit tarifari. Aquesta contenció de les tarifes però, no comporta un menor ingrés de les companyies elèctriques, ja que aquestes tenen el dret legal de veure retribuïda la seva activitat, segons el cost reconegut quan son activitat regulades, i amb el preu que emana del mercat majorista quan són activitats liberalitzades (generació). Per tant, el que s'està fent des del govern és un control de la inflació més aparent que real, o el que és el mateix, aplaçant la inflació cap al futur, més que no pas controlar-la. Aquesta forma d'actuar de les Administracions dóna lloc a un dèficit estructural de les tarifes cada cop més elevat, que posa en qüestió la sostenibilitat d'aquest model tarifari.

Al cap i a la fi, l'origen de tota aquesta polèmica és l'augment de costos del sistema, que en certa manera és degut als ajuts que reben les energies renovables. Les primes al règim especial es paguen com a costos regulats del sistema, i certament han augmentat moltíssim en els últims anys. Actualment, les instal·lacions del règim especial tenen una retribució fixa independent del preu del mercat, i la prima es calcula com la diferència entre la retribució fixada i el preu que reben del mercat majorista. D'aquesta manera, encara que disminueixi el

preu del mercat majorista, la retribució d'aquestes instal·lacions no varia. El problema és que, quan l'aportació renovable augmenta més enllà del nivell testimonial, el preu del pool disminueix degut al seu baix preu marginal, i el cost total de la prima s'incrementa per efecte doble. En aquest sentit, hi ha dos aspectes que haurien de canviar per minimitzar els costos totals de les primes. D'una banda, no sembla raonable que el preu del pool vingui influenciat per tecnologies amb un règim econòmic que dista molt de la competència perfecta, si el que es vol és obtenir un preu de mercat fiable i real. Així doncs, tant les energies renovables del règim especial, com la nuclear, el carbó i la gran hidràulica haurien de quedar fora del sistema de fixació de preus. De fet, el preu hauria de venir determinat per tecnologies que puguin competir raonablement, bàsicament els cicles combinats. D'altra banda, l'horitzó de les energies renovables és massa elevat com perquè funcionin al marge de les senyals econòmiques del mercat, per això cal connectar la seva retribució amb el comportament del mateix. En aquest sentit, cal modificar el règim econòmic de les instal·lacions amb retribució fixa, establint un model "pool+prima" que calcularia la prima de cada tipus d'instal·lació a partir de la retribució que li correspongui menys el preu del pool previst. D'aquesta forma el que es fixa és la prima, de manera que els costos per l'estat no depenen del preu de mercat. Aquest canvi s'està demanant des de les associacions de renovables, perquè saben que encara que assumeixen més risc a causa de la seva connexió amb el mercat, al menys opten a una major estabilitat regulatòria. D'altra banda, s'inclou un estudi en la proposta d'aquest projecte que demostra que la indústria fotovoltaica retorna els diners de les primes que rep de l'Estat en forma de: impostos, llicències, millores d'eficiència del sistema, contribució a la reducció del preu del mercat majorista i altres conceptes. Per tant, es podrien traspasar els costos de les primes als pressupostos generals de l'estat, de manera que els beneficis ambientals i socials de les energies renovables es financessin amb l'aportació de tots els contribuents. Finalment, el dèficit tarifari no és degut únicament a la retribució del règim especial, tot i que és la causa més extensament explicada en aquest treball, sinó que també es deu a la inflació dels preus de l'energia i als comportaments irregulars per part de les companyies amb major poder de mercat (veure notícies de l'annex).

En tercer lloc, el risc regulatori que es deriva de la inestabilitat regulatòria (canvis continus en la normativa) no propicia les condicions adequades per a la inversió. Aquesta situació ha portat a la destrucció de la major part del teixit industrial de components fotovoltaics a Espanya que ha tingut que reorientar la seva producció a l'estranger perquè aquí no tenia sortida. Això no afavoreix la intensificació de les economies d'escala que permetrien reduir els costos de forma encara més ràpida del que està succeint. La complexitat regulatòria i la poca coherència entre normatives es pot comprovar en l'apèndix on s'inclou part de la legislació que ha anat sorgint al llarg d'aquests anys, i en l'apartat 6.2.2 sobre el risc regulatori. Per tant, cal trobar l'equilibri entre la competència i la regulació<sup>43</sup>, i cal dissenyar una bona regulació que estabilitzi el sistema. Aquest és un dels grans reptes d'aquest sector.

---

<sup>43</sup> Tota competència és imperfecte; el millor remei per això és tractar de reduir la imperfecció. Quan la seva imperfecció és intolerable, la única alternativa acceptable és la regulació. I per les inevitables imperfeccions de la regulació, l'únic remei disponible és tractar de dissenyar-la perquè funcioni en millor possible. *Alfred Kahn, "The economics of regulation", MIT Press 1988*

Finalment, el paper del mercat lliure com a instrument independent i objectiu de fixació del preu de l'energia hauria de permetre als consumidors rebre les senyals econòmiques adequades, de manera que es puguin transmetre les condicions de funcionament del mercat a cada moment: hidraulicitat, preu dels combustibles, indisponibilitats i preus de drets d'emissió entre d'altres. Enlloc d'això, el Govern es fixa com a principal objectiu el control de la tarifa, pel fet de ser l'indicador més visible de l'èxit del model adoptat i l'instrument directe per influir en l'equilibri financer de les empreses. Això provoca que els consumidors no rebin senyals adequades sobre els mercats energètics. Els preus augmenten perquè l'energia és un bé escàs del qual se'n fa un ús indiscriminat, perquè es coneixen els impactes ambientals del seu consum i producció i s'intenten evitar o mitigar i perquè el sistema requereix una diversificació de les fonts de producció per assegurar el subministrament a llarg termini. No es poden passar per alt aquestes causes i és urgent que canviï el concepte social del consum energètic, de manera que l'energia es consideri un bé escàs i preuat, i que no s'accepti el seu ús indiscriminat compromentent la disponibilitat de recursos energètics per generacions futures. Per tant, la inserció de les energies renovables en el sistema ha de venir acompanyada d'una conscienciació i participació de la demanda per diverses raons. En primer lloc, els hàbits de consum amaguen grans marges d'estalvi que poden ser la clau per facilitar la integració d'aquesta alternativa energètica; d'una forma semblant, el consumidor pot assumir un paper important en la gestió de la demanda<sup>44</sup>, reaccionant davant les senyals que l'operador envia per induir més eficiència en la corba de la demanda; finalment, les polítiques de promoció d'energies renovables i eficiència energètica són legítimes i necessàries, però la seva implantació requereix un sobrecost pel sistema que el ciutadà ha de reconèixer, acceptar i assumir de forma activa.

Aquestes són les quatre barreres retributives, que són les que tenen més ressò, però es poden superar amb una decisió ferma i conseqüent per part de les autoritats a favor de la promoció d'un model energètic sostenible. A continuació s'exposen les barreres tècniques.

Una aposta decidida i de futur per incrementar la contribució renovable en el sistema elèctric no es pot realitzar a esquenes de la seva integració el més harmònica possible amb el conjunt de la xarxa. En aquest sentit, minimitzar l'efecte que la generació no gestionable té sobre l'operació del sistema elèctric és probablement el major repte que haurà afrontar el sector per adaptar-se a una major contribució renovable. En primer lloc, els cicles combinats i les tèrmiques de carbó són les tecnologies que aporten més flexibilitat al sistema i per tant poden recolzar la generació renovable garantint el subministrament quan aquesta sigui petita<sup>45</sup>. D'aquesta forma disminuiria el consum de gas i les emissions de carboni associades. Tanmateix, aquesta mesura ha d'anar acompanyada de reformes en la retribució, donant més importància a la garantia de potència perquè es reconegui la funció de les tecnologies que aporten flexibilitat i seguretat de subministrament. D'altra banda, per millorar la seguretat de subministrament també s'hauria de millorar la capacitat d'emmagatzematge de gas, com s'ha volgut fer amb el Projecte Castor, amb el qual es construirà un magatzem de gas en alta mar<sup>46</sup>.

---

<sup>44</sup> Gestió de la demanda sembla un concepte passiu, però no ho hauria de ser. L'ideal seria que el consumidor tingués participació activa en la modelització de la corba, millorant el seu coneixement del sistema mitjançant la (in)formació de la demanda.

<sup>45</sup> Veure notícies de l'apèndix.

<sup>46</sup> Full dels Enginyers. Num. 272; abril-maig 2011.

Des del punt de vista de la xarxa i la operació del sistema s'hauran de realitzar les planificacions necessàries per acomodar una generació d'aquestes característiques en les quantitats desitjades. En aquest sentit, és condició indispensable per elevar la quota de mercat d'energia renovable que es millorin els requisits de visibilitat i de prestació de serveis, imprescindibles per garantir la seguretat del sistema elèctric. En aquest aspecte, la interconnexió amb Europa minimitzarà l'efecte de la intermitència de generació, afavorint la integració de la generació no gestionable. Finalment, tal i com s'exposa a la proposta de forma extensa, la implantació de plaques fotovoltaïques en el sector industrial i serveis podria afavorir l'aplanament de la corba de la demanda, ja que produeixen electricitat en els moments de màxim consum. Un cop la paritat d'aquesta tecnologia amb la xarxa sigui una realitat les empreses que disposin d'energia pròpia es veuran incentivades a l'autoconsum per reduir els costos operatius de les seves instal·lacions, i això reduirà la quantitat de demanda a xarxa en les puntes de demanda. Referent a la incorporació en el sistema d'un volum ja important i creixent de generació no gestionable mantenint els estàndard prefixats de seguretat, es torna a destacar la importància d'una major transparència i comunicació entre els agents per millorar la seva coordinació. En aquest sentit, es conclou que la planificació de la xarxa i la operació del sistema ha de realitzar els esforços necessaris per acomodar una generació d'aquestes característiques i en les quantitats desitjades; i en segon lloc, que és impensable elevar les quotes de mercat de generació renovable sinó es milloren els requisits de visibilitat i de prestació de serveis, imprescindibles per garantir la seguretat del sistema elèctric. Es tracta, d'una banda, d'aconseguir un pla de reforç de la xarxa que totes les parts puguin considerar com el més eficient tècnica i econòmicament, i de l'altre, de reduir les limitacions de l'operador del sistema per coordinar la generació intermitent de les fonts renovables. En aquest sentit, existeixen localitzacions de potencial de nova generació que serien molt preferibles per la xarxa, per exemple per aprofitar infraestructures existents, per reduir pèrdues en la xarxa o per afavorir la seguretat del sistema. Seria necessari, per tant, acabar amb la manca d'informació sobre les condicions futures d'accés a la xarxa en els diferents punts de connexió pels potencials nous usuaris. En definitiva, les barres tècniques reconegudes per l'operador del sistema (REE) i exposades en el capítol de barreres requereixen un esforç per part del propi operador per ser superades amb èxit.

En referència a les barreres administratives existeix unanimitat entre els agents del mercat espanyol en el fet que el procés d'aconseguir una autorització per construir una central és molt llarg i ocasiona importants retards i traves per les inversions. Segons dades de l'APPA, la tramitació administrativa dels projectes solars fotovoltaïcs en Espanya es prolonguen durant 7 anys pels projectes sobre sol, i per tant les autoritzacions adquireixen un valor que encareix innecessàriament les inversions, impeding una major competitivitat d'aquesta tecnologia. Aquestes barreres però, no són més que una conseqüència directe de les barres anteriorment explicades. Com es pot controlar l'entrada ed nous inversors en un mercat liberalitzat com l'elèctric? Doncs, posant traves en el procés administratiu de forma que es desincentivi l'atractiu d'invertir en aquest sector. L'any 2005 hi havia 79 sol·licituds d'accés a xarxa de cicles combinats de gas (59.364MW) i 315 de parcs eòlics (41.984MW), mentre que les previsions de l'Operador del Sistema per l'horitzó 2011 no excedien els 15.000MW per aconseguir un índex



suficient de cobertura de la demanda. D'alguna manera s'havia d'aturar aquesta iniciativa per la inversió, es fa per la via administrativa.

Per últim, i com a conclusió final de projecte, el lector a de saber que l'autor d'aquest estudi no esperava haver de profunditzar tant en el mercat elèctric per comprendre les barreres de les energies renovables. És per aquesta raó, que tot i que s'ha aconseguit comprendre de forma general les barreres més importants, aquest projecte no deixa de ser un punt de partida per a una investigació més profunda d'aquest fenomen. En aquest sentit, les propostes són de caire molt superficial, ja que, tal i com es defensa en aquest projecte, s'hauria d'analitzar els efectes de cada mesura proposada sobre el mercat i el sistema. En tot cas, l'aprenentatge que m'ha aportat aquesta investigació em motiva a continuar treballant per dissenyar un marc econòmic, legislatiu i social idoni que permeti integrar la major contribució d'energia renovable que sigui possible.



## 9. ÍNDEX DE TAULES I FIGURES

<u>Taula 1</u> : Inflació (IPC) l'any 2010 i gener de 2011.....	29
<u>Taula 2</u> : Responsabilitat del diferents sectors econòmics en l'increment de demanda final.....	33
<u>Taula 3</u> : Parc de Centrals del Sistema Elèctric de Catalunya l'any 2007.....	35
<u>Taula 4</u> : Combustibles usats pel Sistema Elèctric de Catalunya l'any 2007.....	37
<u>Taula 5</u> : Situació de les Centrals nuclears a Catalunya.....	39
<u>Taula 6</u> : Previsions pel sistema elèctric de Catalunya per l'any 2015 segons tipus d'instal·lació....	40
<u>Taula 7</u> : Previsions pel sistema elèctric de Catalunya per l'any 2015 segons fonts energètiques....	41
<u>Taula 8</u> : Emissions de CO2 l'any 2007 (ktones) .....	43
<u>Taula 9</u> : Costos totals del Sistema Elèctric, ingressos i dèficit tarifari. (any 2007 i 2008).....	57
<u>Taula 10</u> : Pèrdues econòmiques provocades per la desaparició del mercat fotovoltaic (€).....	71
<u>Fig. 1</u> : Evolució mundial de la capacitat eòlica en el període 2000-2010.....	14
<u>Fig. 2</u> : Evolució de la capacitat eòlica de les principals potències mundials en energia eòlica (2000-2009) .....	14
<u>Fig. 3</u> : Variació de la tarifa fotovoltaica des de 2007 .....	16
<u>Fig. 4</u> : Variació de la tarifa fotovoltaica en el període 2006-2010 .....	16
<u>Fig. 5</u> : Balanç Energètic de Catalunya, any 2007 .....	24
<u>Fig. 6</u> : Consum d'energia primària (Producció autòctona + Saldo d'intercanvis) en el període 1990-2007 .....	24
<u>Fig. 7</u> : Producció d'Energia Primària l'any 2007 a Catalunya .....	25
<u>Fig. 8</u> : Importacions d'Energia Primària l'any 2007 a Catalunya .....	25
<u>Fig. 9</u> : Producció d'Energia Primària l'any 2007 .....	26
<u>Fig. 10</u> : Importacions d'Energia Primària l'any 2007 .....	26
<u>Fig. 11</u> : Exportacions mundials de petroli .....	26

<u>Fig. 12:</u> Preu històric del barril de Petroli .....	28
<u>Fig. 13:</u> Contribució de les diferents tecnologies energètiques en el mix d'energia primària .....	30
<u>Fig. 14:</u> Contribució de les diferents tecnologies energètiques en el mix d'energia final .....	30
<u>Fig. 15:</u> Consum d'Energia Primària (consum final + diferència entre CEp i CEf) .....	31
<u>Fig. 16:</u> Procedència de les pèrdues 2003-2007 .....	32
<u>Fig. 17:</u> Consum final per sectors econòmics en el període 1990-2007 .....	33
<u>Fig. 18:</u> Participació de cada sector en la demanda de 2007 .....	33
<u>Fig. 19:</u> Intensitat Energètica del PIB 1990-2007 .....	34
<u>Fig. 20:</u> Consum d'Energia per càpita 1990-2007 .....	34
<u>Fig. 21:</u> Evolució de les emissions de CO <sub>2</sub> del Sistema Energètic en el període 1990-2007 .....	42
<u>Fig. 22:</u> Repartiment de les emissions de CO <sub>2</sub> segons tecnologia en el període 1990-2007 .....	43
<u>Fig. 23:</u> Caracterització del negoci energètic per una empresa del sector .....	50
<u>Fig. 24:</u> Esquema de la nova estructura del mercat elèctric .....	53
<u>Fig. 25:</u> Estructura tarifària abans de la Ley 17/2007 .....	54
<u>Fig. 26:</u> Estructura tarifària a partir del 2009 (Ley 17/2007) .....	55
<u>Fig. 27:</u> Dèficit Tarifari previst i real en el període 1998-2008 .....	58
<u>Fig. 28:</u> Comparativa de reserves hidràuliques i el preu del mercat (1990-2008) .....	59
<u>Fig. 29:</u> Comparativa preu del gas i dèficit tarifari anual en el període 2000-2009 .....	59
<u>Fig. 30:</u> Evolució dels costos de generació FV i dels preus del mercat entre 1990 i 2040 .....	73
<u>Fig. 31:</u> Mesures plantejades per REE per l'aplanament de la corba de demanda .....	74
<u>Fig. 32:</u> Energia Incident sobre un m <sup>2</sup> de superfície horitzontal per trams horaris (KWh/m <sup>2</sup> ) ....	75
<u>Fig. 33:</u> Corba de demanda espanyola. Dimarts 7 de Juliol de 2011 .....	76
<u>Fig. 34:</u> Mix elèctric de generació a dimarts 7 de Juliol de 2011 .....	76
<u>Fig. 35:</u> Mix elèctric de generació amb contribució elevada d'energia eòlica .....	77
<u>Fig. 36:</u> Emissions de CO <sub>2</sub> en un dia de contribució eòlica elevada .....	77
<u>Fig. 37:</u> Mix elèctric de generació amb contribució d'energia eòlica petita .....	78
<u>Fig. 38:</u> Objectius del Sector elèctric .....	83

- Ramos Martín, J; Cañellas, S; Giampietro, M. (2005). “Ús de l’energia a Catalunya”. *Informes del CADS 8*. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible. Generalitat de Catalunya.
- Pérez Arriaga, J.; Batlle, C.; Vázquez, C; Rivier, M; Rodilla, P. (2005). Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España. Madrid. Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid.
- Federico, G. (2010). The Spanish Gas and Electricity Sector: Regulation, Markets and Environmental Policies. Reports of the Public-Private Sector Research Center 5. Barcelona. IESE Business School, Barcelona. November, 2010.
- Iraegui Navarro, J.; Ramos Martin, J.; (2004). Gestió Local de l’energia. Barcelona. Fundació Carles Pi i Sunyer d’Estudis Autonòmics Locals.
- Alcántara, V.; Padilla, E.; Roca, J. (2008). “De los consumos finales de energía a los requerimientos de energía prima y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Aproximación a partir de los balances de energía. Aplicación a Catalunya 1990-2005”. *Ekonomiaz nº67*; 302-337. Barcelona. Universitat Autònoma de Barcelona i Universitat de Barcelona.
- Generalitat de Catalunya (2006). Pla de l’Energia de Catalunya 2006-2015 (2<sup>a</sup> edició, 2009). Pla Estratègic. Barcelona. Departament de Treball i Indústria.
- ICAEN, Institut Català de l’Energia (2006). Balanç Energètic de Catalunya 1990-2007. Barcelona: Institut Català de l’Energia (Mimeo)
- APPA, Associació de Productors d’Energies Renovables (2009). Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, Noviembre 2009.
- CNE, Comissió Nacional de l’Energia (2009). Nota informativa sobre la estimación del déficit tarifario a 31 de diciembre de 2009.
- CNE, Comissió Nacional de l’Energia (2008). Precios y Costes de la Generación de Electricidad. Mayo, 2008.
- ASIF, Associació de la Indústria Fotovoltaica (2007). Distribución horaria de la irradiación solar global incidente sobre superficie horizontal en las cinco zonas climáticas definidas en el Código Técnico de la Edificación de España. CENSOLAR, Centro de Estudios de la Energia Solar, 2007.
- IDAE , Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (2007). Informe: “El Sol Puede Ser Suyo”. Junio, 2007. Dirección de Energías Renobles.
- BOE, Boletín Oficial del Estado. Resolución de 19 de noviembre de 2009, de la Secretaría de Estado de Energía. Informe sobre la Integración de Generación renovable a medio plazo para el periodo 2009-2014. Red Eléctrica Española.

EPIA, Associació Europea de Indústria Fotovoltaica (2008). Electricidad Solar para más de mil millones de personas y dos millones de puestos de trabajo para el año 2020. Informe Solar Generation V. Brussels, Belgium.

Instituto Nacional de Estadística (INE). <http://www.ine.es/>

REE, Red Eléctrica Española (2011); <http://www.ree.es/>

OMEL, Operador del Mercat Elèctric (2011); <http://www.omel.es/inicio>

Revista Revolución Energética (2011); <http://www.revolucionenergetica.info/>

Revista Energías Renovables (2011);  
<http://www.energias-renovables.com/energias/renovables/>