

La Integració de les Energies Renovables en un Model Energètic Sostenible

Autor: Jaume Coll Mir

Tutors: Jesús Ramos Martín, Martí Boada Juncà, Joan Rieradevall Pons, Joan Albert Sánchez Cabeza, Jordi Duch Cortinas

Universitat Autònoma de Barcelona. Juny, 2011

Paraules Clau.

Energia, sostenibilitat, renovables, barreres, integració, regulació, demanda, participació.

Resum.

La sostenibilitat del model energètic de Catalunya es veu condicionada per aspectes com la dependència energètica, la seguretat de subministrament, l'eficiència energètica, els impactes ambientals i la demanda creixent. D'altra banda, la incorporació d'energia renovable en el mix energètic implica una major autonomia energètica, seguretat de subministrament a llarg termini, i eficiència energètica, així com un menor impacte ambiental. Tanmateix, la contribució en el sistema elèctric d'un volum ja important i creixent d'energia renovable requereix una complexa tasca d'integració a nivell tècnic i econòmic. Per aconseguir-ho, és necessari desenvolupar una regulació estable que complementi el procés de liberalització del sector amb l'objectiu d'acomodar la generació renovable en un model energètic sostenible. La (in)formació i participació de la demanda es presenta com una condició clau per engegar el camí cap a una nova cultura energètica.

Resumen.

La sostenibilidad del modelo energético de Cataluña se ve condicionada por aspectos como la dependencia energética, la seguridad de suministro, la eficiencia energética, los impactos ambientales y la demanda creciente. Por otro lado, la incorporación de energía renovable en el mix energético implica una mayor autonomía energética, seguridad de suministro a largo plazo y eficiencia energética, así como un menor impacto ambiental. Sin embargo, la contribución en el sistema eléctrico de un volumen ya importante y creciente de energía renovable requiere una compleja tarea de integración a nivel técnico y económico. Para conseguirlo, es necesario desarrollar una regulación estable que complemente el proceso de liberalización del sector con el objetivo de acomodar la generación renovable en un modelo energético sostenible. La (in)formación y participación de la demanda se presenta como una condición clave para empezar el camino hacia una nueva cultura energética.

Abstract.

The sustainability of the energy model of Catalonia is conditioned by aspects such as energy dependence, security of supply, energy efficiency, environmental impacts and the increasing demand. On the other hand, the incorporation of renewable energy in the energy mix means greater energy independence, long-term security of supply and energy efficiency as well as less environmental impact. However, the contribution to the electrical system of a large and growing volume of renewable energy requires a complex integration task in technical and economic fields. To achieve this, it is necessary to develop a stable regulation to complement the liberalization of the sector in order to accommodate renewable generation in a sustainable energy model. The information and participation of demand is presented as a key condition for beginning the path toward a new energy culture.

1. Introducció

El model actual de desenvolupament de les societats industrialitzades es basa en el paradigma de la globalització i el creixement econòmic continu. Aquestes societats s'organitzen entorn de la economia de mercat i consumeixen béns produïts arreu del món que viatgen milers de quilòmetres per satisfer les necessitats del consumidor. Tanmateix, aquest model no es podrà mantenir indefinidament, ja 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 desenvolupament¹. És per aquesta raó que es parla de la necessitat de deslligar, dintre del possible, el desenvolupament del consum intensiu de recursos naturals. Aquesta investigació és el resultat d'aplicar aquest criteri al sistema energètic de Catalunya.

L'energia és un factor de producció essencial per a totes les activitats econòmiques. Per aquesta raó, la sostenibilitat del sistema energètic és fonamental per assolir un desenvolupament ambientalment acceptable. 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. Així, el desenvolupament industrial i tecnològic ha permès l'aprofitament d'aquests recursos energètics per mitjà d'empreses especialitzades en l'explotació del carbó, el petroli, el gas, l'urani, l'energia solar, eòlica, i geotèrmica, entre d'altres. Tanmateix, el model energètic actual té certs aspectes que comprometen la seva sostenibilitat. En aquest sentit, la preocupació fonamental de les autoritats públiques, 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). Però en

aquest projecte s'adopta una dimensió més àmplia de la qüestió de la sostenibilitat del model energètic. Tot i 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 del futur energètic s'ha de basar en una planificació que orienti aquest sector amb els criteris emanats d'una previsió i avaluació profunda dels possibles escenaris futurs. A més, un debat dirigit a trobar alternatives per l'actual model d'aprovisionament energètic ha de contemplar arguments ambientals, econòmics, tècnics 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, en primer lloc, generar arguments a favor del canvi de model energètic mitjançant la implementació de les energies renovables, i en segon lloc, comprendre aquells factors que en limiten la seva integració en el sistema. Finalment, es proposen algunes mesures per facilitar la incorporació d'un volum ja important i creixent d'energia renovable en el mix elèctric de generació. 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.

¹ O'Connor, J., Natural Causes: Essays in Ecological Marxism, 1998.

2. Objectius i Metodologia

Aquest projecte es planteja tres objectius fonamentals: analitzar la sostenibilitat del sistema energètic de Catalunya, investigar les barreres de les energies renovables per integrar-se en el sistema de generació elèctric i elaborar propostes de millora en relació a les barreres del sistema que s'han identificat, amb l'objectiu d'afavorir la incorporació renovable al sistema.

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. La diagnosi es divideix en dues parts: en primer lloc es realitza l'anàlisi 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 CO₂ 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. En efecte, les barreres retributives, tècniques i administratives estan condicionades per la conjuntura econòmica i legislativa actual, marcada per la liberalització del sector (Ley del Sector Eléctrico, 1998), el sistema de primes i tarifes i el dèficit tarifari, entre d'altres. Les barreres tècniques són degudes principalment al caràcter intermitent de les tecnologies eòlica i solar que dificulta la gestió de la seva contribució a xarxa i a la sobrecapacitat de l'actual mix elèctric de generació. Per últim, les barreres administratives són purament circumstancials, ja que en el moment que desapareguin les anteriors, també ho faran aquestes.

En ambdós capítols, la lectura contínua d'informació recent en els medis de comunicació ha estat un punt clau de la metodologia, ja que ha facilitat l'orientació del projecte, la comprensió d'allò que s'anava estudiant en la realitat i l'enriquiment de les fonts utilitzades en la recerca.

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 d'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 de 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, però, desenvolupar acuradament solucions capaces de superar les barreres identificades, ja que aquest repte està fora de les possibilitats d'aquest projecte. Però sí que es pretén mostrar possibles línies d'actuació i d'estudi que es contemplin actualment.

3. Diagnosi del Sistema Energètic de Catalunya (1990-2007)

A partir dels balanços energètics de Catalunya (ICAEN, 2011), s'analitzen diversos paràmetres d'interès com la dependència energètica, el mix de producció, l'eficiència energètica, el consum per sector i els impactes ambientals associats al sistema energètic. Després s'analitzen les tecnologies i combustibles emprades en la generació d'electricitat i les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya (PEC).

Dependència Energètica

Durant el període 1990-2007, la producció 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. La producció autòctona, procedent bàsicament del carbó (1%), la renovable (14%), alguns jaciments de petroli (2%) i sobretot la nuclear (84%), 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 contribució de la producció 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 Unió Europea important un 77% de l'energia que consumeix². Tanmateix, la generació nuclear no hauria de ser considerada producció autòctona ja que, si bé la ubicació de les centrals es troba en territori català, el combustible nuclear s'importa de països estrangers. Tenint en compte això, el grau de dependència energètica de Catalunya supera el 90%. Un 50% correspon a importacions de petroli, un 26% a gas natural, un 20% a combustible nuclear i un 1% a carbó.

² Aquestes són les dades oficials, però com s'explica a continuació, la dependència energètica del sistema és encara més elevada i preocupant.

Aquesta dependència comporta riscos de diversa índole, principalment, la inseguretats de subministrament del sistema energètic i els riscos inflacionistes causats per la volatilitat dels preus en moments d'escassetat o degut a instabilitat polítiques dels països exportadors³. Aquesta vulnerabilitat es tradueix en riscos geopolítics pel país, ja que les estratègies i negociacions internacionals sempre vindran condicionades per la necessitat de mantenir bones relacions amb aquests països. S'exposa a continuació, un exemple clar dels riscos inflacionistes.

L'augment de l'Índex de Preus al Consum (IPC) a Espanya l'any 2010 i principis de 2011 mostrà increments significatius en l'habitatge (7,8%) i el transport (9%), com a conseqüència de l'augment del preu de l'electricitat i el petroli respectivament. 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 europea⁴. 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.

Evolució del Mix Energètic

El mix de fonts de producció determina les externalitats del sistema energètic a nivell ambiental, social i econòmic, a més de condicionar l'eficiència del sistema.

Hi ha tres fonts energètiques que han cobert el 95% dels requeriments energètics de la regió en el període 1990-2007: el petroli (s'ha mantingut proper al 50%), el gas natural (ha crescut del 10% al 25%) i la nuclear (s'ha reduït del 32,5% al 20%). En termes absoluts però, el consum de petroli ha augmentat un 52,5%, el de gas natural un 282% i el de combustible nuclear s'ha mantingut constant.

³ Consultar l'informe *BP Statistical Review of World Energy*, June 2010.

⁴ 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>). Dades espanyoles extretes de l'Institut Nacional d'Estadística (INE)

D'altra banda, la contribució del carbó s'ha reduït d'un 3,3% a un 1,1% i les renovables s'han mantingut prop del 3% amb certes fluctuacions. En la segona part de la diagnosi es presenten les tecnologies del mix de generació elèctric.

Eficiència Energètica

La diferència entre energia primària i energia final és tota aquella "energia requerida per disposar d'energia"⁵, i representa un percentatge molt significatiu respecte el total. Si s'analitza a on va a parar tota aquesta energia necessària per disposar d'energia, s'obté la següent classificació: el 52% són pèrdues relacionades amb els processos de conversió energètica, el 28% són usos no energètics⁶, el 4% són pèrdues en el transport i distribució de l'energia i el 16% són consums propis del sector. En el sector elèctric, les centrals tèrmiques convencionals tenen rendiments de conversió energètica 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. Així doncs, una major contribució renovable afavoreix una millora en l'eficiència del sistema.

Consum d'energia per sectors

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 estudiat 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%

⁵ EROI: Energy Return On energy Investment. Cleveland et. al (1984). "Energy and the U.S. Economy: A Biophysical Perspective". *Revista Science* 1984.

⁶ Aquest paràmetre no forma part de l'EROI però també condiciona la quantitat de recursos naturals que s'han d'explotar.

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.

3.1 Diagnosi del Sistema Elèctric de Catalunya (1990-2007)

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 canvi, aporten flexibilitat⁷, 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. A més, la situació dels residus

⁷ 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.

radioactius a l'Estat espanyol 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 corre a compte de la *Empresa Nacional de Residuos Radioactivos (ENRESA)*, 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). Tot i així, la nuclear sembla irremplaçable avui dia, si es vol continuar subministrant electricitat als usuaris a un preu acceptable⁸. El gas, per la seva banda, afavoreix la intensificació de l'escalfament global, incrementa la dependència energètica i augmenta el preu del mercat majorista⁹. Les energies renovables, en canvi, no tenen els 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.

3.2 Impactes Ambientals del Sistema

Durant el període 1990-2007 les emissions de CO₂ 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 CO₂ 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. 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 tendències del mix de producció. D'aquesta manera, el gas natural ha incrementat la seva contribució en el 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 (del 80%

al 70%), 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%.

Referent a 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. Aquest menor requeriment d'energia primària es deu a la major eficiència de les centrals de cycle combinat de gas. D'altra banda, 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 cycles combinats (un 87,4%), però el seu gran increment en la dècada dels 90 va permetre substituir les centrals de carbó (que emeten un 70% més per unitat d'energia produïda).

Previsions del Pla de l'Energia de Catalunya per l'any 2015 (edició 2009)

Aquest pla estratègic va elaborar les previsions de potència instal·lada per 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 escenaris és la previsió d'energia 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 no contempla la integració de la generació renovable en el mix de generació existent. Tal i com s'explicarà mes endavant, això

⁸ Les inversions de les centrals nuclears ja estan amortitzades i l'electricitat que produeixen es pot oferir a un preu molt baix.

⁹ El preu majorista d'aquesta generació en el futur dependrà de l'evolució dels preus del gas i dels drets d'emissió de CO₂.

s'ha convertit en una de les barreres tècniques per l'entrada d'energia renovable al sistema a causa de la sobre capacitat del sistema.

D'altra banda, és necessari conèixer la política nuclear de l'Estat espanyola, i que aquesta sigui més estable que la resta de regulació del sector elèctric. La finalització del servei de les centrals catalanes està previst per la dècada del 2020, però la planificació del sistema elèctric depèn absolutament d'aquesta decisió. Noves centrals nuclears trigarien uns 10 anys a posar-se en marxa, a més de les dificultats per trobar-ne una ubicació. D'altra banda, la substitució amb altres tecnologies (cicles combinat i renovables) requereix una sobre capacitat prèvia del sistema que podria ser el que pretén el PEC. En tot cas, és clau gestionar bé aquesta sobre capacitat 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 en el futur.

Però, quines dificultats presenten les renovables per erigir-se en el substitut net, autòcton i inesgotable de l'energia nuclear? S'analitzen a continuació les barreres d'entrada al sistema d'aquestes tecnologies.

4. Barreres d'Entrada a les Energies Renovables

Les dificultats que troben les energies renovables per entrar en el sector elèctric espanyol es poden classificar en tres tipus: retributives, tècniques i administratives.

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. A més, aquesta situació dona una mala imatge de les energies renovables ja que causen un cert augment dels costos del sistema. 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.

Barreres Retributives

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

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*. Quan la tarifa regulada (TUR) 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 erròniament 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.

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 no gestionable ve condicionada per la capacitat d'integrar-la en el sistema.

D'altra banda, també es presenta una dificultat afegida pel regulador del sistema, que és la gestió de la sobrecapacitat del sistema a causa de la promoció renovable.

Així doncs, al regulador del sistema se li presenten dos reptes: la incorporació física de la generació renovable en condicions de seguretat i la integració de l'energia renovable amb la resta de tecnologies existents.

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. 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.

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.

5. Discussió i Conclusions

El segle XX va estar marcat per la globalització de l'economia energètica mundial, amb la importació de combustibles fòssils i nuclears, però aquest model ha quedat obsolet i el futur energètic de la Unió Europea vindrà marcat per una revaloració de la producció energètica local amb l'aprofitament de recursos renovables i autòctons. En aquesta conjuntura, el paper central de la planificació del sistema és especialment clau. Tanmateix, la liberalització del sector elèctric suposava, entre d'altres, la substitució de la planificació centralitzada per una la planificació indicativa. Per aquesta raó és essencial trobar l'equilibri idoni entre la lliure competència i una regulació adequada del sector, de forma que es puguin incentivar els comportaments desitjats enviant senyals econòmiques correctes. En aquest sentit, s'hauria de plantejar un rigorós debat multidisciplinar amb participació d'experts, ciutadans, empreses i altres agents implicats sobre el tancament de les nuclears per garantir una correcta planificació del sector.

Actualment però, el sector es troba molt lluny d'aquesta situació. El Govern busca formes de controlar l'augment del preu de l'electricitat 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.

Com que l'augment de costos del sistema és degut en certa manera a les primes al règim especial, s'ha estudiat la forma de reduir aquest efecte. 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 perfecte, 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 traspassar 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.

A més, el problema del dèficit tarifari s'aguditza a causa de l'excessiva concentració de poder de mercat d'algunes companyies elèctriques, que poden influenciar el preu del mercat majorista impedit que disminueixi el preu marginal de generació. Com que el preu de compra dels distribuïdors al mercat majorista s'estableix de forma regulada, la diferència entre ambdós l'ha de liquidar el sistema.

S'han d'eliminar les causes del dèficit tarifari per poder exercir la comercialització (verda) en competència, per reduir el risc regulatori percebut pels inversors i per induir un consum eficient en els consumidors.

D'altra banda, una aposta decidida i de futur per incrementar la contribució renovable en el sistema elèctric no es pot realitzar a esqueses 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. Des del punt de vista de la xarxa i l'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. 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 aquest aspecte, la interconnexió amb Europa minimitzaria l'efecte de la intermitència de generació, afavorint la integració de la generació no gestionable.

Finalment, 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. Això suposarà una reducció del consum a xarxa en les puntes de demanda i representa una mesura de control del preu de l'electricitat degut a la reducció de la demanda.

Referències

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 Martín, 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 CO₂. 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.

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

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

Generalitat de Catalunya (2006). Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (2ª 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 Energía Solar, 2007.

IDAE , Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (2007). Informe: “El Sol Puede Ser Suyo”. Junio, 2007. Dirección de Energías Renovables.

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.

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.

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

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

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