ÍNDEX

03 PRESENTACIÓ
Joan Ribó, Degà

04 INTRODUCCIÓ A L'ESTUDI DE LES ENERGIES RENOVABLES
Andreu Martínez, President de la Comissió de Medi Ambient, Energia i Seguretat del CETIB

1. TECNOLOGIA

10 INTRODUCCIÓ A LES ENERGIES RENOVABLES
Esteve Maneja i Manel Massager

17 LA INCORPORACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES EN LA INFRAESTRUCTURA I ELS NOUS SISTEMES ELÈCTRICS
Rodrigo Ramírez-Pisco

22 MANTENIMENT EFICIENT EN INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES
Jordi Mañà

26 RECERCA EN ENERGIES RENOVABLES A CATALUNYA
Montserrat Mata

30 EL CICLE DE VIDA I LES ENERGIES RENOVABLES
Marco Raugei

2. ECONOMIA I SOCIETAT

38 LA REGULACIÓ I EL MARC LEGISLATIU
Urtzi Arkotxa

43 EL MERCAT I ELS FABRICANTS
Felipe Molinero

48 L'APOSTA PER LES RENOVABLES, UN COMPROMÍS DE TOTS
Josep Maria Rovira

51 LA GENERACIÓ DE LLOCS DE TREBALL I LA FORMACIÓ DELS TÈCNICS EN ENERGIES RENOVABLES
Manuel G. Medina

3. CANVI DE PARADIGMA

59 DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC, ENERGIES RENOVABLES?
Pere Torres

65 LA DEMANDA ENERGÈTICA
José Enrique Vázquez

70 SOBRE LA PERCEPCIÓ SOCIAL DE LES ENERGIES RENOVABLES
Anna Garcia

PRESENTACIÓ

Joan Ribó
Degà

La sensibilització de la societat en aquests darrers anys sobre la necessitat d'establir un model de creixement responsable amb l'entorn ha posat de manifest un nou repte per a l'enginyeria. Des de sempre l'enginyeria ha tingut la missió de desenvolupar solucions als desafiaments que s'han plantejat a la humanitat. Potser ara ens trobem amb un dels reptes més transcendents dels darrers anys: quin planeta volem deixar als nostres fills i nets?

El debat fa temps que està viu en tribunes de tot el món, però diria que mai tant com ara, quan administracions de diferent color i tendència, empreses i ciutadania han fet seu el repte del desenvolupament sostenible. En aquest sentit, les fonts de generació d'energies renovables juguen un paper destacat per fer possible el creixement econòmic de la societat.

En aquest marc, el Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona (CETIB) ha dedicat el 2009 a la celebració de l'Any de les Energies Renovables. Amb aquesta celebració, el CETIB ha volgut demostrar el seu suport i compromís amb la sostenibilitat i manifestar la implicació de l'enginyeria tècnica industrial amb la societat. Som conscients de l'obligació que tenim com a professionals de l'enginyeria d'apostar per una millora continuada en els nostres àmbits que contribueixi a un desenvolupament econòmic sostenible. Dia a dia treballem per fer extensiu aquest compromís als nostres col·legiats.

El treball que teniu a les mans és un gra de sorra més en aquesta política de pedagogia entre el nostre col·lectiu i la societat en general. En el marc de la celebració de l'Any de les Energies, també s'han programat un seguit d'activitats formatives i divulgatives, així com la publicació de manuals tècnics i accions de comunicació.

L'objectiu de tota les accions sempre ha estat el mateix: posar de manifest la necessitat de créixer sota el paradigma de la sostenibilitat i demostrar el potencial de les energies renovables.

INTRODUCCIÓ A L'ESTUDI DE LES ENERGIES RENOVABLES

Andreu Martínez

President de la Comissió de Medi Ambient, Energia i Seguretat del CETIB

En el marc de les activitats previstes pel Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona en la seva promoció de l'Any de les energies renovables, va sorgir la proposta de preparar algun tipus de document en què es pogués revisar de forma ràpida i sintètica quin és, podíem dir, l'estat de l'art de les energies renovables, però no sols des d'un punt de vi sta tècnic o científic sinó també social i, naturalment, reglamentari i, per tant, econòmic.

A partir de les primeres reflexions, idees i suggeriments es van considerar diferents propostes, que van passar des de l'elaboració d'un estudi minuciós sobre les renovables, la qual cosa implicaria l'orientació cap a un públic objectiu tecnificat i, per tant, molt determinat, fins a l'elaboració d'un projecte executiu concret i realitzable que inclogués un bon nombre d'energies renovables. Es volia pretendre amb aquest estudi, d'una banda, explicar i valorar l'aportació individual de cada una de les energies que hi intervindrien i, de l'altra, avaluar els seus avantatges i inconvenients –si és que n'hi ha– per tal que el lector podria fer-se una idea de quines són les possibilitats immediates del seu ús.

El document s'havia d'adreçar no solament al lector tecnificat, sinó també al lector profà i, en general, a qualsevol persona interessada en el tema. Perquè això fos possible, vam crear un grup de treball format per tècnics del departament de Comunicació i de la Comissió d'Energia del CETIB i complementat per professionals de l'IDES, que s'ha encarregat de la coordinació general d'aquest estudi. Davant la disjuntiva, vam decidir que potser era millor recollir, sota un fil argumental determinat i en una col·lecció d'articles, l'opinió de professionals de diferents àmbits sobre quin era aquest estat de la qüestió amb el propòsit d'intentar arribar a un públic objectiu més gran. Ens vam proposar que, amb aquest document, el lector se situés ràpidament en el que aquesta revolució energètica està representant i representarà en els propers anys tant en l'àmbit local com global, és a dir, poder veure d'un cop de ploma quina ha estat l'evolució de la formes de generació considerades com a renovables, quin és el seu estat actual i quines són les projeccions que, des de diferents punts de vista (teòric, tècnic i socioeconòmic), afronta el seu futur immediat.

Moltes són les paraules clau que caldria esmentar en aquesta introducció per abastar tots i cadascun dels conceptes, tècniques, opinions, sensacions i perspectives que emanen de la lectura dels articles que conformen aquest document. Considero convenient esmentar aquells aspectes que poden donar-nos una idea del fil argumental que calia mantenir per donar forma i continuïtat als textos ja que, torno a insistir, el propòsit és acostar a la

societat la visió que els seus autors tenen sobre les energies renovables.

L'estructura principal d'aquest document es basa en tres grans grups temàtics: "Canvi de paradigma", "Tecnologia" i "Economia i societat". Els articles de cadascun d'ells han estat agrupats de manera que la seva lectura mantingui una certa coherència teòrica segons l'aspecte analitzat.

En el primer grup conceptual obtindrem informació sobre "**Tecnologia**", així **Esteve Maneja** i **Manel Massager** ens parlaran del que pot ser la nova "revolució industrial" (hi estic d'acord, hem de començar a fer història del motor de combustió interna) i quins són els tipus d'energies anomenades renovables; la solar tèrmica de baixa i alta temperatura, la solar fotovoltaica, l'eòlica, la geotèrmica, la biomassa, el futur de l'hidrogen i de les piles de combustible, així com dels biocombustibles.

Rodrigo Ramírez ens introduirà en la influència de les energies renovables sobre el sistema elèctric, la generació renovable i la generació distribuïda, el transport de l'energia i els seus usos finals, el desenvolupament tecnològic, les microxarxes, la regulació administrativa i la seguretat del subministrament.

Jordi Mañà ens parlarà d'una cosa tan important, i cada dia més considerada en el sector de les renovables, com és el manteniment d'instal·lacions, les bones pràctiques, els sistemes experts de monitorització i l'ús de les tècniques termogràfiques, la planificació d'operacions, el desenvolupament tecnològic i la tecnificació cada vegada més gran obtingudes per mitjà de l'experiència acumulada en manteniment i l'objectiu final d'aquest: la màxima disponibilitat de les instal·lacions.

La **Dra. Montserrat Mata** ens proporcionarà una visió general de la situació de la Recerca i el Desenvolupament (R+D) en energia renovables, el Pla Europeu d'Investigació i Innovació, els actuals grups de treball universitaris i les dificultats de la petita i mitjana empresa per treballar en aquestes activitats, les actuacions del Govern de la Generalitat i la creació de l'IREC (Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya). El **Dr. Marco Raugei** ens introduirà en el concepte de l'Anàlisi del Cicle de Vida de forma sintètica i, a tall d'exemple, ens explicarà la seva aplicació a l'energia solar fotovoltaica.

Així el segon grup, "**Canvi de paradigma**", l'inicia **Pere Torres**, que ens explica el canvi climàtic, els gasos d'efecte hivernacle i l'escalfament global, l'eficiència energètica i la sostenibilitat.

José Enrique Vázquez relacionarà els patrons de

consum energètic amb els combustibles fòssils i la dependència energètica i geopolítica del subministrament d'energia, la manera com les economies emergents influeixen en la demanda energètica i el que posa de manifest l'informe Stern.

Una visió alternativa ens la proporciona la **Dra. Anna Garcia**, que ens introduirà en el concepte de la percepció i l'anàlisi del risc, les formes d'organització social i productiva, els governs en xarxa, així com la necessària acceptació social i del mercat de les energies renovables.

Finalment en el tercer grup, "**Economia i societat**", tindrem la visió social i econòmica de les renovables, allò que diu el mercat, el sector de fabricants, l'ocupació i com ha influït la regulació en l'impuls definitiu d'aquestes tecnologies i, lamentablement, com s'està veient afectat el sector per l'actualització contínua de la legislació aplicable.

Així, el company de l'Àrea d'Energia del CETIB, **Urtzi Arkotxa**, ens farà un breu recorregut per la regulació i el marc legislatiu en el sector de les energies renovables, el nou (o vell, segons es miri) CTE i les sinergies provocades en aquest codi per impulsar aquest tipus d'energies, els vents de canvi, la legislació sobre els biocombustibles i, naturalment, la retribució en la producció i les incerteses que les recents revisions, i les revisions en el futur immediat, generen en el sector.

El també company de l'Àrea d'Energia del CETIB, **Felipe Molinero**, ens donarà la visió del fabricant, les conseqüències de la profunda desacceleració (crisi) econòmica i la conseqüent aturada en l'edificació, la qual cosa, unida a la nova reglamentació, està afectant seriosament el sector de les plaques. En el seu article d'opinió proposa modificar el procés reglamentari per a petites plaques solars de 125 Wp amb ondulador integrat i endollables directament a la xarxa, ja que no tenen res a veure amb les grans plantes de producció.

Josep Maria Rovira ens donarà la visió, indispensable, de les companyies distribuïdores d'electricitat,

la necessitat d'aglutinar en un objectiu comú les empreses i els representants socials, la necessitat de conscienciació col·lectiva en nom d'un consum responsable i l'obligació d'assumir, socialment, allò que estem disposats a pagar per una energia neta. L'objectiu del 2020 apareix en la seva projecció de futur.

Finalment, **Manuel G. Medina** ens explicarà un aspecte fonamental d'aquesta "revolució": la generació d'ocupació. Ocupació de qualitat ja que es tracta d'ocupacions qualificades, fent esment inexcusable de les necessitats futures de formació específica de tècnics que estiguin qualificats.

Bàsicament es refereix a enginyers, preferentment de la branca industrial, així com a personal qualificat mitjançant la Formació Professional, sigui en el que a les energies renovables en si mateixes es refereix, o bé com a professionals qualificats per al manteniment, insistint en la necessitat de renovar i actualitzar l'oferta formativa i fer evolucionar els perfils professionals.

Tal com es pot observar de les lectures dels capítols d'aquest document, el camí emprès per les energies renovables no té tornada (tret que altres energies encara per descobrir, i sempre més barates i no contaminants, facin replantejar-ho). La seva evolució ha estat exponencial fins avui i, malgrat que potser el mercat local pot considerar-se madur, les seves possibilitats són encara admirables.

Com deia a l'inici d'aquesta introducció, hem volgut contribuir humilment a difondre el que ens hem atrevit a definir com l'"estat de l'art" de les renovables des de diferents observatoris, fent participar experts en diverses matèries perquè ens donessin una visió particular del que està cridat a ser un complement necessari però, en aquest cas i de moment, insuficient per al futur subministrament energètic.

Esperem haver-ho aconseguit i, si no ha estat així, restem oberts, com no podia ésser d'altra manera, a la crítica (constructiva, naturalment).

1 TECNOLOGIA

INTRODUCCIÓ A LES ENERGIES RENOVABLES
Esteve Maneja i Manel Massager

LA INCORPORACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES EN LA INFRAESTRUCTURA I ELS NOUS SISTEMES ELÈCTRICS
Rodrigo Ramírez-Pisco

MANTENIMENT EFICIENT EN INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES
Jordi Mañà

RECERCA EN ENERGIES RENOVABLES A CATALUNYA
Montserrat Mata

EL CICLE DE VIDA I LES ENERGIES RENOVABLES
Marco Raugei

INTRODUCCIÓ A LES ENERGIES RENOVABLES

Esteve Maneja

Enginyer tècnic agrícola en indústries agroalimentàries. Projectista-instal·lador d'energia solar. Expert en energies renovables i eficiència energètica. Director de l'Àrea d'Enginyeria de Lavola. Disposa d'una dilatada experiència en el món de l'assessorament energètic (fruit de la realització de més de 3.000 auditories energètiques i d'aigua), en el disseny d'instal·lacions i en l'aplicació d'energies renovables. currículum vitae

Manel Massager

Enginyer tècnic industrial. Especialitat electrònica industrial. Tècnic de l'Àrea d'Enginyeria de Lavola. currículum vitae

Hi ha moltes definicions d'energies renovables. Podríem començar dient que són aquelles que no requereixen cicles molt llargs, ja que es generen a la natura i són inesgotables, bé per la seva elevada disponibilitat, bé per la seva capacitat de regeneració per cicles naturals, a diferència de les energies fòssils (carbó, petroli, gas natural i urani), que requereixen cicles molt llargs, de milions d'anys, per a la seva producció natural. Les més usuals en el nostre entorn serien la hidràulica, la solar, l'eòlica, la biomassa i la geotèrmica. És acceptat per tothom que el consum sense límits de les energies fòssils més emprades genera un greu desequilibri en l'entorn, amb importants repercussions sobre tota la Terra i, per tant, sobre tots els éssers vius que l'habitem.

L'actual situació mundial de l'economia ha fet més protagonistes les energies renovables i és ben segur que aquest fet pot generar el seu creixement exponencial sense retorn. La gran diversitat d'energies renovables, la seva disponibilitat, pràcticament arreu, i l'ús i el consum locals, podrien ésser el motor d'una nova revolució industrial.

TIPUS D'ENERGIES

Majoritàriament totes les energies renovables tenen origen solar. La incidència del Sol sobre el planeta Terra les genera totes en cicles reduïts en el temps. Sols l'energia renovable denominada geotèrmica no té aquest origen, ja que prové de la calor interna del planeta Terra.

EL SOL

El gran problema de les energies fòssils és el seu esgotament. El Sol, com qualsevol estrella, té un llarguíssim cicle de vida. Es considera que té al voltant de 5.000 milions d'anys i que li queda vida per uns 5.000 milions d'anys més, per tant, sembla que a dia d'avui no cal que ens hi amoï-

nem. L'energia que irradia el Sol prové del desencadenament de reaccions nuclears de fusió. El Sol té una enorme massa (333.400 vegades la de la Terra), amb una temperatura en la seva superfície de 5.506 °C, i està a una distància mitjana del nostre planeta de 149.597.871 km. Com es pot comprendre, aquest astre irradia tal magnitud d'energia que els valors resultants són macro xifres; a tall d'exemple, cal indicar que l'energia solar mitjana diària que arriba a la superfície de Catalunya és de 4,06 KWh/m^2.

ENERGIA RENOVABLE	FONT D'ORIGEN	QUINA ENERGIA GENERA LA FONT D'ORIGEN	ENERGIA FINAL GENERADA
Solar tèrmica	SOL	Calor	Calor
Fotovoltaica		Electricitat	Electricitat
Eòlica		VENT Mecànica	Electricitat
Hidràulica		AIGUA Mecànica	Electricitat
Biomassa		MATÈRIA ORGÀNICA Calor/ Combustible	Calor/ Electricitat
Geotèrmica	TERRA	Calor	Calor/ Electricitat

Font: International Panel on Climate Change

Les energies renovables, a més, contribueixen a dependre menys d'energies foranes, augmenten la seguretat en la disponibilitat, diversifiquen les tipologies d'energies, així com afavoreixen el desenvolupament tecnològic i la creació d'ocupació en molts sectors econòmics.

1. SOLAR TÈRMICA

Aquest tipus d'energia renovable consisteix en la captació de l'energia solar per a l'obtenció d'energia tèrmica.

Podem distingir dues vessants segons la temperatura a què arriba la captació d'energia solar: la captació a baixa temperatura (inferior a 100 °C), que s'utilitza majoritàriament per a l'escalfament d'aigua sanitària, escalfament de piscines i per a calefacció sobretot de baix nivell tèrmic (terra radiant), i la captació a mitja i alta temperatura, utilitzada principalment per generar vapor en un ampli rang de processos, encara que la majoria actualment implantats són en centrals solars per generar energia elèctrica mitjançant turbines de vapor. Aquest darrer tipus de captació implica grans instal·lacions, amb la variant de seguidors solars concentradors.

En una instal·lació de captació a baixa temperatura, els captadors solars cada cop són més eficients i arriben a captar aproximadament el 66% de l'energia solar rebuda. Aquesta energia en forma de calor es porta a un acumulador per escalfar l'aigua que utilitzarem més endavant.

Els avantatges d'aquest sistema són la nul·la contaminació que genera el seu funcionament i que la captació es realitza al mateix punt on es consumeix l'energia.

La inversió d'aquests tipus d'instal·lacions implica un període de retorn superior als deu anys si no s'obté cap mena d'ajut econòmic. Tot procés productiu té associat un impacte ambiental, a més del consum d'energia i de matèries primeres.

Tenint en compte el cicle de vida de les plaques tèrmiques, es calcula que el període de retorn és inferior a dos anys.

2. FOTOVOLTAICA

Aquest tipus d'energia renovable fa la transformació de la captació solar amb energia elèctrica per al seu consum directe posterior.

Durant els últims anys aquest tipus de tecnologia ha augmentat molt a causa del suport polític a través de les primes econòmiques que hi havia per a la seva implantació[1].

El tipus d'instal·lacions que ha predominat han estat els horts solars amb seguidors, que milloren significativament el rendiment (un 40% superior) respecte a instal·lacions amb panells fixos.

Durant l'any 2008, a tot el món es van instal·lar 5,5 GWp (Giga Watts Pic); l'Estat espanyol va ser-ne el líder mundial, amb 2,67 GWp de potència, per davant d'Alemanya, amb 1,5 GWp.

A Catalunya, aquest augment en MW ha estat inferior al seu potencial; la causa primordial cal buscar-la en el fet que a la resta d'Espanya els tràmits administratius són més fàcils i ràpids d'assolir.

Atès l'alt cost d'inversió inicial i que la prima per a la seva instal·lació és actualment més baixa, s'està potenciant la instal·lació de plaques de silici amorf o pel·lícula fina enfront de les de silici cristal·lí. Aquestes (silici amorf) tenen menys rendiment, però els costos inicials són molt inferiors.

La tecnologia de plaques fotovoltaiques ha experimentat una evolució molt ràpida i actualment estan apareixent al mercat noves plaques amb materials menys costosos i amb millors rendiments. No trigarà molts anys a arribar que l'autoproducció per a l'autoconsum elèctric per mitjà de la fotovoltaica sigui més competitiu que la connexió a la xarxa; els més optimistes auguren que serà entorn del 2015.

3. EÒLICA

Aquest tipus de captació d'energia es realitza a través de la velocitat del vent. Normalment es fa per obtenir energia elèctrica i aquest ús és actualment el principal, però l'acció mecànica s'ha aprofitat ancestralment per molinar blat, elevar aigua i altres usos no menys interessants. El tipus d'aerogenerador per a la producció elèctrica que més s'ha utilitzat és l'horitzontal de tres pales; aquests aparells són capaços de treure el 50% de l'energia continguda en el vent. Tenen un rang de funcionament segons la velocitat del vent, normalment entre 5 i 25 m/s.

En els darrers anys, els aerogeneradors han anat augmentant de potències; actualment ja s'instal·len gegants de 6 MW, amb unes mides de rotors de 126 m de diàmetre i pals de 100 m d'alçada. Els parcs eòlics s'instal·len en zones estratègiques, amb vents com més continus millor i amb el rang de velocitats que generen més producció. Cal una bona anàlisi meteorològica local per obtenir el millor rendiment d'un emplaçament. Evidentment els llocs elevats i les carenes de muntanyes són els millors candidats per a això.

La visibilitat d'aquests gegants en el paisatge ha provocat una oposició creixent, sobretot a Catalunya, pel seu impacte visual i per l'obertura d'accessos i línies elèctriques, així com l'impacte en certa fauna. En l'actualitat a Catalunya tenim poc més de l'1% de l'energia eòlica instal·lada de tot l'Estat espanyol.

Durant el 2008 es van instal·lar un total d'1,6 GW, la qual cosa va elevar a 16.740,3 MW la potència instal·lada a Espanya en parcs eòlics. Aquesta potència fa mantenir l'Estat espanyol en la segona posició a Europa com a productor d'energia elèctrica a través del vent, per darrere d'Alemanya.

Un problema significatiu d'aquesta energia és que la màxima producció no ha de coincidir necessàriament amb moments de màxima demanda, fet que provoca un excedent difícil d'emmagatzemar. A través de les noves tecnologies, com la producció d'hidrogen, o d'altres més antigues com el bombament d'aigües amunt de centrals i altres recursos, es preveu aprofitar la producció al màxim.

L'energia eòlica a Espanya està ja produint energia elèctrica de forma significativa, durant el 2008 el 10% de l'energia que s'ha produït (font: Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español). S'espera també que en els propers anys es desenvolupi més la minieòlica, per sota de 100 kW.

4. HIDRÀULICA

A Espanya, aquest tipus de tecnologia s'utilitza des de fa ja molts anys a través de la política de pantans. Ha representat un gran recurs per a la generació d'energia elèctrica del país. El 2008 va suposar el 7% de l'energia elèctrica produïda a l'Estat espanyol.

Trobem diferents tipus d'instal·lacions: centrals hidràuliques instal·lades en els grans pantans i minihidràuliques. Aquestes últimes són instal·lacions de menys de 10 MW, i la majoria són centrals d'afluent, en què es fa la captació d'aigua a través d'un canal que la condueix fins a la central per ser turbinada i després tornada al riu. Es caracteritzen per tenir un salt completament constant i un cabal molt variable que depèn de la pluviometria. Aquests canals van ser els precursors en les conques del Ter i Llobregat arran d'una revolució industrial en la primera meitat del segle XX, aprofitada sobretot pel sector tèxtil. Avui la immensa majoria d'aquelles empreses pràcticament ha desaparegut, però es mantenen els canals i les turbines quasi arreu i continuen produint energia.

A Catalunya, l'any 2003, hi havia 38 centrals de més de 10 MW, amb una potència instal·lada de 2,047 GW; actualment, hi ha 345 minihidràuliques, amb una potència de 0,28 MW.

La producció anual d'energia elèctrica a Catalunya a través d'energia hidràulica va ser del 6,4% durant el 2006.

5. BIOMASSA

La biomassa és el conjunt de matèria orgànica d'origen vegetal o animal que hi ha al nostre planeta. Aquesta biomassa es pot tractar per generar energia calorífica directament o bé a través de un

subproducte resultant de la seva gasificació o fermentació.

De les energies renovables ja esmentades, la biomassa, en processar-la per generar energia, provoca un cert residu i una quantitat de contaminació en forma de CO_2; però analitzant el seu cicle de vida, el balanç surt zero ja que aquesta aportació de CO_2 prové de la captació anterior que ha fet al llarg de la vida la planta i la cadena tròfica cap a l'animal. Aquest cicle, quasi sempre inferior a l'ésser humà, fa que s'accepti aquest balanç.

La biomassa pot tenir diferents tipus d'origen:

- Residus agrícoles procedents de conreus
- Residus forestals procedents d'explotacions forestals, neteja de boscos...
- Residus agropecuaris procedents d'instal·lacions de cria d'animals (purins i efluents líquids)
- Cultius energètics (colza, gira-sol) destinats a biocombustibles
- Fracció orgànica dels residus sòlids urbans (RSU)

Tots aquests residus poden tenir diferents processos per aconseguir energia directament o indirectament.

El més comú és la combustió a temperatura per sota de 1.100 ºC; aquest procés aconsegueix disposar d'energia tèrmica directament i sempre és més eficient si la matèria que s'aporta té la massa de reduïdes dimensions i homogènia, ja que combustiona més ràpidament i del tot, amb la qual cosa allibera més ràpid l'energia de què es disposa. És molt important comptar, després de la combustió, amb una cambra de post-combustió, per tal d'eliminar els gasos derivats, com NO, N_2O i altres elements indesitjables. La incineració de residus avui en dia no té res a veure amb les plantes de fa 30 anys i els seus avantatges s'han de transmetre a tothom.

Existeix una altra tecnologia, anomenada de gasificació o piròlisi, mitjançant un agent gasificant. Aquest procés es pot portar a terme a alta temperatura (>1.100 ºC), on els residus que genera són vitrificats amb òxids i restos metàl·lics, i a baixa temperatura (>450ºC), on el residu generat, en forma de líquid, és quitrà i residu sòlid carbonós similar al coc. Cal fer una neteja del producte resultant per utilitzar-lo després a través d'una turbina a gas o una caldera de vapor. Un altre procés que pot seguir la biomassa és la biometanització, que consisteix en una descomposició de la matèria orgànica mitjançant bacteris amb l'absència d'oxigen; amb aquest procés es genera un gas anomenat biogàs, format per 2/3 parts de metà i 1/3 part de diòxid de carboni.

El principal avantatge d'aquesta energia consisteix en la revalorització dels residus com a font energètica. Per tant, deixem de tenir un residu per disposar d'una matèria primera per generar energia.

Avui dia també es produeix biomassa per a la generació de biocombustibles, com l'etanol. Aquest tipus de biomassa va utilitzar inicialment cultius energètics com l'ordi, anomenats biocarburants de primera generació, on el balanç energètic resul-

ta negatiu en part, ja que la producció competia amb el sector alimentari.

Després han aparegut els biocombustibles de segona generació que utilitzen biomassa forestal, cultius com la colza i altres d'específics.

Darrerament han aparegut els biocombustibles de tercera generació, que utilitzen algues com a matèria primera per crear el combustible; la primera planta mundial d'aquest tipus de combustible està prevista per al 2010 a Mèxic.

A Espanya, el 2008 van entrar en funcionament 12 noves plantes de biodièsel; actualment es disposa d'una capacitat de fabricació d'1,2 milions tones/any. De totes maneres, el 71% del biodièsel consumit va ser importat, tot i que la producció de les plantes va estar sols al 10% de la seva capacitat.

Els fabricants actuals tenen capacitat per produir 456.000 tones/any de bioetanol, però durant el 2008 només van produir el 60% (font: Associació de Productors d'Energies Renovables). En definitiva, hi ha més oferta de producció que demanda, possiblement pel domini comercial dels grans productors i distribuïdors de combustible.

6. GEOTÈRMIA

La Terra és el planeta del sistema solar que té 6.378 km de radi i que té 7 de cada 10 parts cobertes d'aigua. Està compost d'un nucli magmàtic a alta temperatura i en constant moviment. Aquests moviments afecten l'escorça terrestre en forma de moviments sísmics i erupcions volcàniques.

L'escorça, la capa més superficial del planeta, es calcula que pot tenir un gruix màxim d'uns 70 km a les parts continentals; a la seva part inferior pot arribar a temperatures de 400 °C. És l'energia que transmet la Terra des de les seves capes internes cap a la part externa de l'escorça terrestre.

S'ha de distingir entre instal·lacions a alta temperatura, jaciments de temperatures que oscil·len a 100-400 °C, que permetran la utilització d'aquesta energia per fer la conversió a energia elèctrica, energia tèrmica en aplicacions industrials; instal·lacions a mitja temperatura (<100 °C), que tenen rendiments inferiors per fer electricitat; i instal·lacions a baixa temperatura (<25 °C), en què les possibilitats d'ús radiquen en la climatització i l'obtenció d'aigua calenta.

L'actual tecnologia de perforacions és limitada a uns milers de metres i, per tant, quasi sempre l'ésser humà utilitza aquesta energia geotèrmica quan la natura l'ajuda a fer aforar cap a l'escorça aquestes temperatures. Avui dia continua essent més rendible perforar a grans fondàries per buscar petroli que no pas calor. A Catalunya existeixen diferents zones amb aforaments d'aigües termals; la immensa majoria de mitja i baixa temperatura. Hi ha molt pocs aprofitaments energètics (pràcticament tan sols en balnearis) i encara menys captacions artificials.

Fa pocs anys que l'energia geotèrmica ha fet una aparició comercial significativa. De fet, s'han aprofitat del seu nom, però es basa en sistemes de calefacció/refrigeració i generació d'aigua calenta sanitària a través de bombes de calor elèc-

triques i condensades al subsòl (sota el jardí, en rases plenes d'elements radiants o en pous). Les bombes de calor elèctriques tradicionals tenen el condensador per aire i uns baixos rendiments (2,3 a 2,6 COP ·Coefficient of performance[2]·). Les bombes de calor geotèrmiques tenen una major eficiència (de 4 a 5 COP); per cert, la nova tecnologia de bombes de calor elèctriques tipus inverter s'acosta també a aquest rendiment.

CONCLUSIONS

Totes les energies renovables tenen un llarg camí per recórrer; sens dubte, els enginyers tècnics industrials, molts altres professionals i la ciutadania, en podran aprofitar les oportunitats i els beneficis.

La hidràulica, com que és la més aprofitada en les nostres contrades, segur que no té tant de recorregut, però la resta està per descobrir, només cal fixar-se en com estava l'eòlica fa 20 anys o la fotovoltaica fa 5 anys.

FONTS

- Associació de Productors d'Energies Renovables (APPA)
- Comisión Nacional de la Energía
- EurObserv'ER. Observatoire des énergies renouvelables
- Institut Català d'Energia (ICAEN)
- Instituto para la Diversificacion y Ahorro de la Energía (IDAE)
- OMEL Mercado de Electricidad

1. Abans del Reial decret 1578/2008, el preu de venda del kWh estava al voltant de 45 cèntims d'euro; a partir d'aleshores, el preu fluctua segons la demanda i tipus d'instal·lació, però arriba a un màxim de 34 cèntims d'euro/kWh.

2. És el quocient entre la potència calorífica donada i la potència absorbida elèctrica.

LA INCORPORACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES EN LA INFRAESTRUCTURA I ELS NOUS SISTEMES ELÈCTRICS

Rodrigo Ramírez-Pisco

Rodrigo Ramírez-Pisco és enginyer electricista de la Universidad Nacional de Colombia (1992). Especialista en sistemes elèctrics de potència i gestió de l'energia de la Universitat Politècnica de València (2000), *magister* en Enginyeria Elèctrica de la Universidad Politécnica de Los Andes (1995). En aquest moment és candidat a doctor de la Universitat Politècnica de Catalunya. Durant la seva vida professional ha compartit tant les activitats professionals en diferents àmbits de l'enginyeria, com la docència i la investigació. El seu desenvolupament professional li ha permès participar com a conferenciant en diversos congressos internacionals, així com participar en projectes amb Hispanoamèrica i Europa.
currículum vitae

INTRODUCCIÓ

Durant molts anys, el sistema elèctric es va caracteritzar per gaudir d'unes regles que molts vam entendre com a veritats absolutes i que crèiem que perdurarien en el temps. No obstant això, llevat dels principis físics bàsics, les regles amb què es dissenya, es construeix, s'opera i es manté el sector elèctric canvien ràpidament i han canviat sobretot en els últims deu anys.

Aspectes com l'electrònica de potència, la generació renovable distribuïda o els canvis en els mercats, entre d'altres, han obligat a fer nous dissenys en la infraestructura, a canviar la seva estructura econòmica, a desenvolupar canvis tant en la reglamentació com en la remuneració, etc. Tot això altera tot aquest sistema elèctric que, enteníem, era completament inamovible.

Davant d'un sistema elèctric amb poques modificacions en el temps, ens trobem que els sistemes elèctrics, com tots els sistemes, experimenten canvis i, en general, no són petits, sinó que són canvis que modifiquen tota la seva estructura i en tots els aspectes: des de les opcions tecnològiques fins a les opcions regulatòries, la qual cosa es reflecteix, òbviament, en els paràmetres econòmics i financers que ens afecten a tots.

En aquest article, es presenten alguns d'aquests canvis, s'estableixen els requeriments dels sistemes elèctrics des d'aquestes noves òptiques i es conclou amb una breu reflexió sobre la seguretat que els nous sistemes elèctrics de potència ofereixen i requereixen.

UNA NOVA DIMENSIÓ TECNOLÒGICA

El desenvolupament de noves opcions tecnològiques i, en general, la instal·lació i la posada en marxa de projectes que fins fa molt poc consideràvem "alternatius" fan que el nostre sistema elèctric canviï a passos de gegant en els darrers anys. Tot seguit, esmentarem només algunes de les modificacions tecnològiques més importants.

Generació renovable, generació distribuïda

La necessitat d'explorar noves fonts d'energia com a requeriment universal cap a l'horitzó real de l'esgotament dels recursos energètics fòssils, el problema cada vegada més entès i també universal del canvi climàtic, l'oposició cada vegada més forta cap a la instal·lació de grans infraestructures energètiques (en tota la cadena energètica) han aconseguit que el que, per a alguns visionaris eren experiments interessants sobre noves tecnologies energètiques de generació, es converteixin ara en una realitat tècnica, comercial i operativa.

En aquest horitzó, sembla que la generació eòlica i la generació fotovoltaica són les que més distància estan prenent davant d'altres possibilitats. No obstant això, les opcions de generació com la geotèrmica, la biomassa (sobreposant-se a qualsevol dubte que hi hagi respecte a la veritable finalitat de l'ús del sòl) i la generació neta amb carbó, són algunes de les opcions que s'haurien de tenir en compte amb un objectiu bàsic: ampliar el ventall de fonts energètiques amistoses amb el medi ambient.

Transport i distribució

D'altra banda, vénen les petites xarxes, *smartgrids* o microxarxes. Aquest canvi ja s'està donant: la petita generació renovable i la poca solidaritat davant de la instal·lació d'infraestructura de transport elèctric causa i causarà l'arribada de xarxes de distribució on tinguem instal·lats diversos tipus de generació de petites dimensions, en un ambient en què la generació *in situ* no solament servirà per satisfer les necessitats pròpies de qui la instal·la, sinó que també podrà ser una activitat comercial on els excedents (o els mateixos preus de mercat) brindin la viabilitat de venda a altres consumidors.

Aquesta situació de diversos tipus de generació sobre xarxes de distribució i càrregues actives necessitarà desenvolupaments i aplicacions d'electrònica de potència que permetin fer el tractament de l'ona de tensió, de manera que pugui ser "estàndard" en la xarxa. Una solució pot ser tornar al concepte de la distribució elèctrica en corrent directe com a opció tecnològica per disminuir els processos de transformació actuals i futurs.

Ús final

Finalment, l'emmagatzematge d'energia es convertirà en la modificació més important que haurem d'afrontar a molt curt termini. Per exemple, el cotxe elèctric i la seva massificació actuarà dins del sistema elèctric com una càrrega dinàmica que podrà consumir energia a unes hores del dia o donar suport al sistema com a energia emmagatzemada en unes altres.

Tipus	Milles recorregudes en bateries (Milles)	Energia en bateries	Milles/kWh	Temps (hores) per a plena càrrega			
				Monofàsic		Trifàsic	
				Nivell I 120V/15A 1.4kW	Nivell II 120V/30A 3,3kW	Nivell II 208V/32A 6,6kW	Nivell III 208V/80A 16kW
Sedan	40	16	5	8	3		
Compacte	150	35	4-5	22	8	4	
Turisme	220	35	5-7	33	12	6	3

Costos de capital de nova tecnologia. Ref. Grid of the future, *IEEE power & Energy Magazine*, 2009

Però el desenvolupament del cotxe elèctric està deixant la possibilitat d'acumular energia en mitjans fins ara poc interessants en grans potències i hores d'acumulació: en els últims anys, les ba-

teries, a causa sobretot del desenvolupament de la comunicació mòbil, s'han nodrit de nous materials i opcions tecnològiques i han posat aquesta tecnologia a punt de ser utilitzada massivament en la distribució d'energia elèctrica.

Però no solament hi ha els emmagatzematges estàtics (supercondensadors i bateries, principalment), sinó que també existeix la possibilitat d'acumulació d'energia dinàmica en rotors d'inèrcia i emmagatzematges tèrmics o de canvis de fase, entre altres.

Tecnologia	Rang de potència	Rang d'energia	Eficiència	Aplicacions	Estat de desenvolupament
Bombament	Alta	Molt alta	65-80%	Reducció de reserves d'energia. Reserva rodant. Arbitratge d'energia.	Madur
Aire comprimit (CAES)	Alta	Molt alta	70%	Reducció de reserves d'energia. Reserva rodant. Arbitratge d'energia.	Madur
Tèrmic	Mitjana	Alta	60%	Reducció de reserves d'energia. Reserva rodant. Arbitratge d'energia.	Madur
Volants d'inèrcia	Alta	Baixa	90%	Qualitat de subministrament	Madur
Bateries: PB, Ni (tradicionals), Li, NaS (modernes)	Mitjana	Alta	90%	SAI. Reducció de fluctuacions de la xarxa	Madur Premadur
Bateries de flux: BrS, ZnBr, Va	Mitjana	Alta	75%	Reducció de reserves d'energia. Reducció de fluctuacions de la xarxa. Reserva rodant	Premadur
Supercondensadors, superconductors magnèt	Alta	Baixa	95%	SAI. Qualitat de subministrament	Premadur
Hidrogen	Mitjana	Alta	70% electrolitzador. 50% pila de combustible. 35% conjunt	Reducció de reserves d'energia. Reserva rodant. Arbitratge d'energia	Prototip

Taula comparativa de tecnologies d'emmagatzematge: Automàtica i Instrumentació.
Número Especial d'Energia. 2009

No seria encertat deixar d'esmentar els desenvolupaments tecnològics lligats a les tecnologies eficients en tota la cadena energètica: els costos energètics i la posició cada vegada més general vers la recerca d'un món sostenible (lamentablement en aquest ordre) fan que les tecnologies eficients siguin una norma per a tots. No s'entendrà utilitzar tecnologies ineficients en cap ús, excepte en condicions especials que seran socialment discriminades.

L'eficiència energètica s'entendrà gairebé com una característica moral davant del planeta i afectarà tecnològicament el sistema. Per exemple, la instal·lació massiva de bombetes fluorescents compactes o de díodes *led* incrementa la no linealitat de les càrregues instal·lades en el sistema elèctric, amb els conseqüents problemes associats i que han de ser superats per les empreses generadores, transportadores i, sobretot, distribuïdores d'energia.

UNA NOVA DIMENSIÓ COMERCIAL O DE MERCAT

Els mercats energètics, i en particular el mercat elèctric, han experimentat canvis significatius en els darrers vint anys. De sistemes estatals on la responsabilitat des de la planificació fins al cobrament del servei era dels governs, hem passat a un model liberalitzat (amb crítiques) on la presència d'agents privats és permanent i en tots els àmbits.

Els canvis que s'acosten en el mercat elèctric poden ser, àdhuc, més atractius que els assolits fins avui. Per exemple, la possibilitat de gestionar la càrrega elèctrica segons les opcions de mercat, la generació distribuïda, les microxarxes, l'*smart metering,* etc., són oportunitats per desenvolupar una nova modalitat de mercats elèctrics. Igualment poden

existir nous mercats no elèctrics (comunicacions, manteniment i comercial) que, d'alguna manera, seran necessaris o annexos a la concepció dels nous models del sistema elèctric. Per exemple, la nova gestió de les xarxes, l'operació comercial de sistemes distribuïts o la creació d'ESCOS (Energy Services Companies), són clares oportunitats comercials per a la creació de noves empreses.

UNA NOVA DIMENSIÓ REGULATÒRIA

És clar que la responsabilitat de la prestació del servei d'energia elèctrica correspon a les empreses que componen el sistema elèctric; però la supervisió, vigilància i control continuarà sent una tasca de l'estat o dels governs.

Aquesta dimensió en sistemes distribuïts, sota esquemes de mercat i, de forma general, sota condicions i concepcions diferents dels habituals, requerirà un esforç addicional per part dels reguladors i dels organismes de control. Per exemple, s'han de crear regles que permetin, de manera senzilla, fixar la forma de liquidació de fluxos energètics quan es té generació distribuïda en instal·lacions en què en algunes hores (o instants) es consumeix energia elèctrica del sistema de distribució, en d'altres s'injecta a la xarxa energia i, encara en d'altres, es té com a *back up* o potència de suport.

Altres aspectes regulatoris que cal explorar són, per exemple, aspectes de qualitat de subministrament i afectacions causades per càrregues no lineals per clients industrials en càrregues residencials o comercials, duplicitat o multiplicitat de subministraments energètics i de serveis per part d'empreses de serveis energètics (ESCOS) i nous tipus de gestió de demanda per part de clients i la seva afectació al sistema en general.

En general, qualsevol modificació tecnològica o de mercat en el sistema elèctric requereix que les regles canviïn també, per tant, el regulador ha de tenir l'agilitat suficient per respondre als canvis actuals i poder predir els canvis regulatoris que es produiran en un futur pròxim.

A MANERA DE CONCLUSIONS: LA SEGURETAT DE SUBMINISTRAMENT

Fins ara s'han descrit alguns dels avenços en opcions tecnològiques, de mercat i comercials que creixeran en el futur immediat en el sector elèctric.

En aquest context, una política de seguretat de subministrament en el sector energètic, i més concretament en el sector elèctric, ha de garantir que es compti amb la infraestructura necessària en tota la cadena energètica que pugui respondre als

canvis que s'estan presentant. S'ha de ressaltar en aquest escenari, com a punt vulnerable del bon funcionament del sector energètic actual, el transport d'energia: cada vegada la societat és menys permissiva a la instal·lació d'infraestructura de transport energètic, un aspecte impossible d'obviar o passar per alt en el nostre desenvolupament. S'ha de comptar, per tant, amb capacitat de transport d'energia elèctrica, així com de gas natural, que permeti tant la importació com l'exportació d'energia.

Igualment, s'ha de tenir especial interès i cura en la generació distribuïda. És clar que el desenvolupament energètic actual està determinat per la instal·lació de petites plantes de generació prop dels centres de consum que poden ser o no interconnectades, això significa no sols fer funcionar els fluxos de potència de sortida de les plantes de manera adequada, amb centres de control que tinguin en compte les diferents variables que intervenen en el sistema de potència modern, sinó comptar també amb els recursos energètics que garanteixin que es disposi de l'energia elèctrica quan calgui.

No sols s'ha de tenir en compte la generació distribuïda dins de les opcions tecnològiques que afecten la seguretat de subministrament d'energia, sinó també els possibles efectes que, per exemple, la tecnologia de l'hidrogen i la captura del CO_2 poden significar per a la prestació del servei d'energia elèctrica.

És evident que les noves opcions tecnològiques que estan apareixent i s'estan aplicant poden portar beneficis enormes al conjunt de la societat, però aquests beneficis poden afectar la seguretat de subministrament en el futur pròxim.

Finalment, i no és menys important, els canvis en política regulatòria i sobretot en aspectes que toquen el sistema comercial com pot ser el cost del kWh en la tarifa d'últim recurs, o la modificació de cicles de lectura per part del comercialitzador, poden generar canvis que afectin tot el panorama financer de l'empresa.

És necessari, per tant, poder fer avaluacions anteriors a l'aplicació de noves mesures regulatòries i, basant-se en exercicis de simulació, prendre les decisions que calgui per assegurar la viabilitat del sistema elèctric.

L'autor d'aquest document agraeix l'Acció de Coordinació EFESOS del Programa CYTED pel seu suport per al desenvolupament d'aquest document.

MANTENIMENT EFICIENT EN INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES

Jordi Mañà

Barcelona. Director de Tecnologia i Innovació d'Enertika. Ha treballat en el sector hidràulic i col·laborat com a consultor extern en el disseny d'aerogeneradors per a la producció d'energia elèctrica nominats en l'European Design Award de 1994, així com en equips de telecomunicacions - multimèdia. En el sector del transport ha participat en el projecte d'autobusos urbans, vehicles de protecció civil, ferrocarrils i motocicletes, i va guanyar l'Arai Safety Award en el 2001. Professor en diversos centres universitaris nacionals i estrangers, és autor de nou llibres editats en diversos idiomes i de nombrosos treballs teòrics publicats en la premsa especialitzada. curriculum vitae

Un planejament inadequat, un personal amb escassa formació i experiència, una falta de gestió o l'absència d'un registre històric d'incidències, poden fer que la baixa qualitat del manteniment es converteixi en una reducció substantiva de la productivitat i, en conseqüència, que els resultats econòmics d'una instal·lació industrial siguin negatius.

El que és vàlid per a qualsevol estructura industrial ho és també per a tota instal·lació productiva que utilitzi una font d'energia renovable per convertir-la en electricitat. Ens referim, òbviament, a l'aprofitament d'energies de procedència solar, eòlica, biomassa, geotèrmica, hidrològica, mareomotriu, etc.

Cadascuna d'aquestes fonts d'energia ha promogut el desenvolupament d'una tecnologia específica, diferenciada per: a) les característiques del medi on s'obté el recurs; b) les propietats fisicoquímiques del recurs natural utilitzat; c) les magnituds físiques utilitzades; i d) el sistema de transformació de l'energia cinètica en energia elèctrica, transportable i/o acumulable.

Aquestes diferències fan que els mitjans per a la captació i l'aprofitament del recurs s'hagin de dur a terme mitjançant dispositius tan dispars com que, en el cas d'una mateixa energia com la solar, s'utilitzin captadors amb circuits d'aigua o tubs al buit, o bé mitjançant l'ús de cèl·lules fotovoltaiques. D'aquí ve que tractar de manteniment només pugui fer-se emprant conceptes molt generals, com els que segueixen a continuació.

Unes bones pràctiques de manteniment es basaran sempre en unes accions proactives en què el mesurament i el control permetin comprovar la seva eficàcia i contribució a la productivitat total de la planta. Aquestes activitats de mesurament i control depenen bàsicament d'un sistema robust

d'informació, cosa que avui dia només és possible fer mitjançant l'ús de dispositius electrònics i sistemes experts de monitoratge i control, que facilitin la programació i execució de les activitats preventives, predictives i correctives.

La planificació en una taula de temps, on es defineixi el què i el quan s'ha de fer el treball, amb quina freqüència i com és el personal idoni per realitzar·lo, s'ha de completar amb l'anàlisi del treball realitzat, la identificació del seu cost, les pèrdues degudes a fallades internes i externes i amb la tendència reiterativa dels problemes.

Per exposar més a fons la problemàtica del manteniment en una instal·lació productiva basada en una energia renovable, ens hem basat en el cas d'estudi que segueix tot seguit.

MANTENIMENT EFICIENT D'AEROGENERADORS EÒLICS

En els darrers anys, l'energia eòlica ha estat la font proveïdora d'electricitat amb un creixement més ràpid en molts països del planeta. Segons dades de l'Associació Europea d'Energia Eòlica (EWEA), la capacitat eòlica de la UE va créixer durant el 2007 en 8.554 MW, dels quals 3.522 MW es van instal·lar a Espanya.

L'Observatori Eòlic de l'Associació Empresarial Eòlica xifra la potència total instal·lada actualment en el nostre país en 16.740 MW, la qual cosa ens consolida com el tercer país del món en potència eòlica instal·lada, i això permetrà assolir el 2010 l'objectiu dels 20.155 MW instal·lats, previst en el vigent Pla d'Energies Renovables 2005·2010.
Aquestes taxes de creixement es justifiquen i van acompanyades d'un ràpid desenvolupament tecnològic que es manifesta en la forta reducció del cost del KW instal·lat, causat, entre altres raons, per l'increment de la capacitat de producció d'aerogeneradors (economia d'escala), l'increment per unitat de potència dels molins que ha generat la innovació tecnològica (electrònica i sistemes experts), l'enginyeria eòlica (aerodinàmica, capacitat de càlcul) i el reciclatge de coneixements per l'experiència acumulada des d'Operació i Manteniment de Parcs.

Una opinió molt estesa, actualment, és la de considerar que les funcions d'operació i manteniment, en tant que incloses en les despeses d'explotació durant tota la vida operativa d'un parc eòlic, són un factor clau en la rendibilitat de la planta, atès que d'això depèn l'eficiència productiva dels recursos invertits.

En un estudi realitzat per l'Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE), "Anàlisi econòmica d'un parc eòlic", s'estima que en el conjunt de les despeses d'explotació, la partida d'operació i manteniment (O&M, a partir d'ara) representa un 57% del total, mentre que la resta correspon en un 16% a l'arrendament del terreny, un 14% a assegurances i impostos, i un 13% a despeses de gestió i administració.

Al seu torn, el total de la partida d'O&M es reparteix entre un 87% dedicat als aerogeneradors i un 13% a les instal·lacions. Mentre que la subpartida destinada als aerogeneradors es desglossa en un 55% a recanvis, un 25% a personal i un 20% a consumibles.

El control dels costos d'O&M pot ser gestionat de diferents formes, sigui pel mateix promotor amb

personal propi, sigui mitjançant subcontractació al fabricant d'aerogeneradors o bé a alguna de les empreses especialitzades existents, o aprofitant les sinergies de la mateixa societat promotora, en cas de pertànyer a un grup empresarial amb activitats afins.

MANTENIMENT EFICIENT

Els principals objectius estratègics d'un manteniment predictiu, preventiu, correctiu i legal radiquen en: a) aconseguir la màxima disponibilitat de les instal·lacions en el moment imprevisible de l'aixecament del vent, assegurant així la productivitat màxima de la planta; b) protegir les persones i les instal·lacions que puguin quedar afectades per qualsevol incidència; c) assegurar i mantenir les instal·lacions dins dels índexs de fiabilitat dels equips; d) perllongar la vida útil de materials i equips, així com el control dels costos de manteniment; i e) detectar i eliminar les incidències en el mínim de temps.

La consecució d'aquests objectius exigeix una visió preventiva centrada en els punts crítics que poden paralitzar o minvar l'activitat d'una màquina, així com l'aplicació de les accions programades en el manual de l'aerogenerador subministrat pel fabricant. La investigació de les incidències de tot tipus que poguessin interrompre la connexió a la xarxa de distribució de l'energia produïda completarà el bon fer preventiu.

Atès que els aerogeneradors actuals equipen una tecnologia avançada de seguiment i control basada en un gran nombre de sensors que, de forma automàtica i continuada, recullen en temps real tota la informació operativa, és possible monitoritzar l'estat qualitatiu dels principals components, en funció de les hores de treball i la magnitud dels esforços suportats i, a partir d'aquesta informació, planificar el manteniment sobre les condicions reals de treball de la màquina.

LA TECNIFICACIÓ DEL MANTENIMENT

En tant que cost d'explotació, la dotació humana de l'equip de manteniment per a un parc s'ha d'ajustar al nombre de màquines instal·lades. S'estima que la proporció justa sigui d'una persona per cada deu aerogeneradors i havent de cobrir, mitjançant torns, un servei de 24 hores al dia i 365 dies a l'any.

La quantitat i dispersió de les màquines instal·lades, els desplaçaments i l'accés a la góndola dels molins (avui facilitat pels mitjans de remuntada instal·lats en les torres) marquen la dedicació d'aquest personal, sigui executant rutines preventives, sigui atenent les incidències puntuals que es presenten inesperadament.

La selecció, formació i fidelització del personal de manteniment requereix una estratègia degudament planificada. La seva integració en l'etapa prèvia a la instal·lació i la seva participació en aquesta permet assegurar-los un coneixement en profunditat de tots els components estructurals i funcionals del parc.

De la importància de l'equip humà i de les seves capacitats tècniques dóna raó el fet que el coneixement que es deriva de totes les operacions de manteniment ha impulsat l'evolució de la tecnologia dels fabricants d'aerogeneradors, així com de la gestió de les explotacions eòliques.

La incorporació de sistemes intel·ligents ha fet habitual el monitoratge, mitjançant sensors connectats directament amb el sistema de control de l'aerogenerador i els sistemes d'alarma previstos constitueixen una bona mesura preventiva.

Les dades proporcionades per aquells sensors són analitzades mitjançant models de comportament que prediuen l'evolució de les seves variables de sortida en funció de l'evolució de les seves variables d'entrada, en condicions considerades com a habituals o de funcionament normal de la màquina. A partir d'aquests models, es poden detectar anomalies o desviacions entre el comportament real de l'aerogenerador i l'esperat com a normal per a les condicions de treball existents.

El principal benefici d'implantar una estratègia de control basada en tècniques d'intel·ligència artificial és la possibilitat d'actuar dinàmicament i de manera més efectiva, les accions de l'equip de manteniment, no de forma periòdica o aleatòria, sinó d'acord amb les necessitats reals i les condicions de treball dels diferents components dels aerogeneradors.

Una altra tècnica de detecció i mesurament de la qual s'espera que participi més en les accions de diagnòstic i tractament en el manteniment és la termografia[1]. La seva implantació en la inspecció de defectes i validació de les pales fabricades en materials compostos (*composites*) és ja un procés consolidat.

No obstant això, el seu ús en les operacions de control i manteniment, encara que escàs, té obertes moltes expectatives.

L'avantatge més important que la termografia pot aportar al manteniment radica a permetre una visualització immediata de les àrees de producció i acumulació de calor, tant en els focus previstos com en els imprevistos, sent aquests últims els que poden actuar d'avisadors d'incidències no incloses en les previsions normatives de components i materials.

Una altra aplicació de detecció que pot facilitar la termografia radica en la revisió de les pales en els parcs eòlics, en permetre detectar a distància danys produïts per condicions climàtiques adverses, per impactes amb objectes imprevistos o per adherències de substàncies pròpies (greixos) o presents en el medi aeri.

Si fins ara a la calor, base de l'estudi termogràfic, en els aerogeneradors no se li ha donat més tractament que el de la seva dissipació des dels grans focus que la produeixen: multiplicador, generador, rodaments, debanaments, armaris de potència, etc., ara amb l'exigència de controlar les emissions que contribueixen al canvi climàtic global el seu control ha afegit un nou compromís a tota la producció energètica incloent-hi la renovable.

La transició cap a una economia energètica baixa en emissions també ofereix una oportunitat a la tècnica termogràfica, a partir de la seva capacitat per efectuar un control calòric global dels aerogeneradors.

---

1. Termografia: tècnica que permet mesurar les temperatures exactes a distància i sense necessitat d'estar en contacte amb l'objecte a estudiar. Captació de radiació infraroja de l'espectre electromagnètic.

RECERCA EN ENERGIES RENOVABLES A CATALUNYA

Montserrat Mata

Enginyera industrial i doctora en electrònica per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), actualment treballa a Alstom/Ecotècnia dirigint projectes de recerca. Ha estat investigadora i professora del Departament d'Electrònica de la UPC, membre de l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (UPC/CSIC) i enginyera de protecció civil de la Generalitat de Catalunya en l'àmbit dels riscos tecnològics.

currículum vitae

Sembla que el convenciment de la necessitat de canviar de paradigma energètic a favor de les energies renovables porta a un espai nou per a l'economia i la recerca. L'aprofitament de les energies renovables es perfila com la solució a molts problemes de sostenibilitat del món on vivim. La majoria d'institucions així ho han entès i han creat diferents línies d'ajut a aquestes tecnologies, proposant com a línies de recerca preferents les lligades a aquestes tecnologies i potenciant el seu l'aprofitament subvencionant la productivitat a través de primes.

És interessant destacar l'objectiu de la Unió Europea que demana que, a l'any 2020, el 20% de l'energia primària utilitzada sigui d'origen renovable, cosa que implica que en generació elèctrica hauria de ser del voltant del 35% o més, i la definició del règim especial de generació elèctrica, per part de l'Estat espanyol, que permet unes condicions de venda d'electricitat generada amb renovables a uns preus lligats al seu cost, la qual cosa representa que en aquestes instal·lacions es generi benefici i, per tant, que hi hagi inversió.

Les diferents polítiques adoptades han permès un creixement important d'aquestes tecnologies però, per tal que l'aprofitament sigui òptim i econòmicament avantatjós, encara queden molts detalls per desenvolupar.

Les tecnologies que formen el ventall de les energies renovables són molt diverses. En l'últim Pla de l'energia (2006-2015), actualment en fase de revisió, en què es feia una anàlisi de la situació de les diferents tecnologies, (fig. 1), es poden veure les diferents necessitats de desenvolupament de cada una d'elles. En alguns casos calen projectes de demostració i de sistema complet mentre que, en d'altres, les necessitats són de millora de la fia-

bilitat i l'eficiència, o de refinament i reducció de costos per a la diferenciació amb la competència.

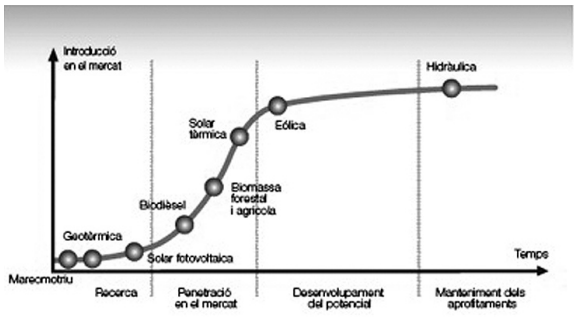


Figura 1. Anàlisi de la situació de les diferents tecnologies

En vista d'aquestes necessitats i per a l'acompliment dels objectius marcats, els diferents nivells administratius de la nostra societat estan també fomentant la recerca, el desenvolupament i la innovació en aquest àmbit. Totes les institucions, en els seus plans de recerca, consideren les energies renovables com una de les línies estratègiques a potenciar. Així ho fa el Pla Europeu de Recerca i Innovació PERI, que desemboca en un programa marc de treball, actualment el setè programa marc (2007-2013), que té l'energia com una de les seves deu línies bàsiques subvencionables, o el pla estatal, que també considera cinc línies, una de les quals és energia i canvi climàtic. I el català, el Pla de Recerca i Innovació (PRI), actualment en revisió pendent de l'adequació al Pacte Nacional per la Recerca i la Innovació (final del 2008), però que té en compte cinc línies prioritàries, una d'elles la recerca en sostenibilitat i medi ambient, i set sectors estratègics, un d'ells, el de les energies renovables.

El nostre país ha estat sempre capdavanter en el desenvolupament d'aquestes tecnologies, però el nostre teixit industrial, basat en petites empreses,

ho fa molt difícil. Les necessitats d'inversió en recerca sovint superen les capacitats d'aquestes, i el poc interès en aquest tema per part del nostre govern, sumat a la falta de competències, ha fet que, malgrat la tecnologia, la seva implantació sigui força baixa i les empreses s'hagin trobat força problemes per mantenir el desenvolupament. Es destaquen algunes empreses tradicionals amb cert interès en el desenvolupament com són Tramatecnoambiental, en fotovoltaica i sistemes autònoms; TFM en sistemes fotovoltaics integrats a edificis; Aiguasol en energia solar tèrmica; Ecotècnia, ara Alstom, en eòlica (que ja no es pot considerar una petita empresa i que té un centre de desenvolupament d'unes 50 persones dedicades a l'energia eòlica i ubicades a Catalunya) i d'altres més noves, amb sistemes específics com Trackers Feina, Trigen, etc.

D'altra banda, la majoria de centres de recerca i centres universitaris tenen alguna línia lligada, directament o indirectament, al tema que ens ocupa, però en molts casos l'aplicació d'aquestes tecnologies es fa d'una manera poc vinculada a la indústria del país i amb poques realitzacions pràctiques. Així i tot, hi ha grups interessants de desenvolupament com són l'Institut Giro de l'IRTA dedicat a la biomassa; el Grup d'Energia Solar Fotovoltaica i Electrònica de Grans Superfícies de la Facultat de Físiques de la UB; el grup de Micro i Nanotecnologies de l'ETSETB de la UPC, també dedicat a la fotovoltaica; el Centre Tecnològic de Transferència de Calor de l'ETSEIAT de la UPC, dedicat a la solar tèrmica; el CITCEA, que treballa en la part més elèctrica dels sistemes eòlics i fotovoltaics de l'ETSEIB; el CISOL a l'ETSAV sobre la integració de panells solars a façanes; el grup GREDECH (UPC), que es dedica a temes de desenvolupament que inclou renovables; el grup SGDER de l'EUETIB, dedicat a l'electrònica associada a les renovables; la instal·lació SAGER a l'ETSEIB, com a instal·lació fotovoltaica i eòlica; a l'EPSEVG, que treballen amb l'energia de les ones i altres grups dedicant-s'hi a escala més gran o més petita.

D'altra banda, al nostre govern li ha costat molt creure amb aquest tipus de tecnologies i ha fet que, malgrat tot, el potencial en R+D del país (actualment la implantació de les renovables) no sigui prioritari i que les empreses que hi han treballat hagin hagut de trobar lligams amb empreses estrangeres per millorar les seves capacitats, o bé deixar la recerca en un terme secundari.

Malgrat això, l'últim Pla de l'energia elaborat per la Generalitat i aprovat l'any 2005, recollia la necessitat de treballar en la recerca i desenvolupament d'aquestes tecnologies, i d'aquesta idea, al final del 2007, es va crear l'Institut de Recerca d'Energia de Catalunya (IREC). L'IREC és una institució en fase embrionària, amb finançament públic de diferents nivells de l'administració i de diferents universitats catalanes i amb finançament privat d'algunes empreses properes al sector.

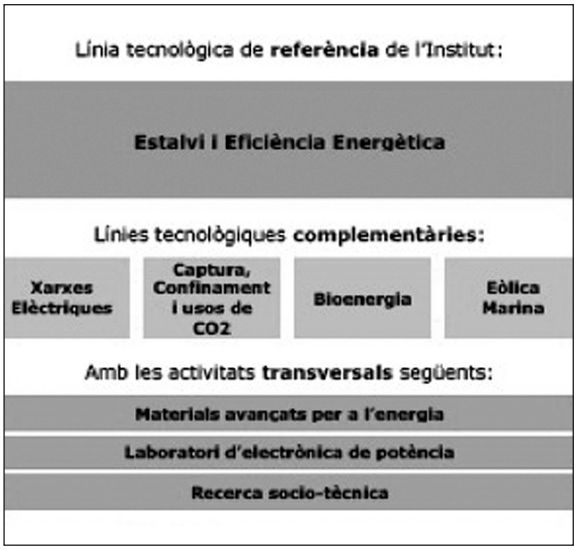


Figura 2. Línia tecnològica de referència de l'Institut de Recerca d'Energia de Catalunya

A la figura 2, es mostra l'estructura tècnica de l'Institut amb diferents línies de treball que té la intenció de dotar el país d'algunes infraestructures tecnològiques importants. De les quatre línies tecnològiques de treball, dues són d'energies renovables –les de bioenergia i energia eòlica marina–, una tercera està molt lligada a la integració d'aquestes, que és la referent a l'evolució de les línies elèctriques, i es plantegen tres activitats transversals: materials avançats, laboratori d'electrònica de potència i recerca sociotècnica, que són infraestructures i línies de recerca amb una relació indirecta, però important, en el desenvolupament de les renovables.

L'IREC es planteja com un institut amb dues seus geogràfiques, una a Barcelona i l'altra a Tarragona. La part de l'IREC, més directament lligada a les energies renovables, la bionenergia i l'eòlica marina, es vol centrar a Tarragona però moltes de les activitats transversals seran compartides, també, amb Barcelona.

Pel que fa a l'energia solar, que no apareix directament a l'IREC, cal dir que les institucions franceses de recerca estan reactivant les instal·lacions de la Catalunya Nord, com és el cas del forn solar de Font Romeu, mentre que les espanyoles preparen un centre a Andalusia dedicat a aquest particular.

Així doncs, les perspectives són bones. Si tots els plans es fan realitat, les energies renovables podrien créixer en qualitat i quantitat d'una manera important. Quedem pendents del nou Pla de l'Energia, del nou Pla de Recerca i Innovació i del desenvolupament real de l'IREC.

Seran capaços de lligar tots els actors de l'entorn? Seran capaços de relacionar la recerca amb la indústria i la societat catalanes? Ens donaran eines per facilitar el treball? Ens faran fàcil la integració dins un món global? Els resultats de la recerca realitzada seran bons? Comptem que sí.

EL CICLE DE VIDA I LES ENERGIES RENOVABLES

Marco Raugei

Doctor en Ciències Químiques (Universitat de Siena, Itàlia) amb una tesi doctoral sobre l'anàlisi de cicle de vida aplicat a tecnologies fotovoltaiques avançades. Investigador al GiGa (ESCI-UPF). Representant tècnic d'Espanya en el programa *Photovoltaic Power Systems* de l'Agència Internacional de l'Energia. Ha escrit més de quaranta documents entre articles científics, reculls de conferències, capítols de llibres i informes científics. currículum vitae

1. L'ENERGIA RENOVABLE AVUI

Prop del 80% del subministrament mundial d'energia primària procedeix encara dels combustibles fòssils (carbó, petroli i gas natural). Les fonts d'energia renovable representen el 13% del total i la biomassa, utilitzada sobretot per produir calor, és encara la principal font d'energia renovable. La contribució de les energies renovables en la producció de calor se situa a l'entorn del 24%, i es fan servir en gran mesura en usos tradicionals com ara llenya per al foc, mentre que el seu ús en la producció d'electricitat se situa a l'entorn del 18%. En aquest últim cas, la gran majoria (88%) són subministrades actualment mitjançant preses hidroelèctriques, mentre que la resta es genera, en percentatges variables, a partir de residus, biomassa, plaques solars fotovoltaiques, geotèrmia i molins de vent (figura 1.1).

Encara que l'energia solar fotovoltaica continua tenint un paper secundari en el balanç global d'energia, destaca com la tecnologia més prometedora i activa dins del sector de les energies renovables. La seva capacitat de producció mundial va créixer exponencialment durant les últimes dues dècades; aquest ritme de creixement s'ha accelerat encara més entre 2006 i 2007 (figura 1.2).

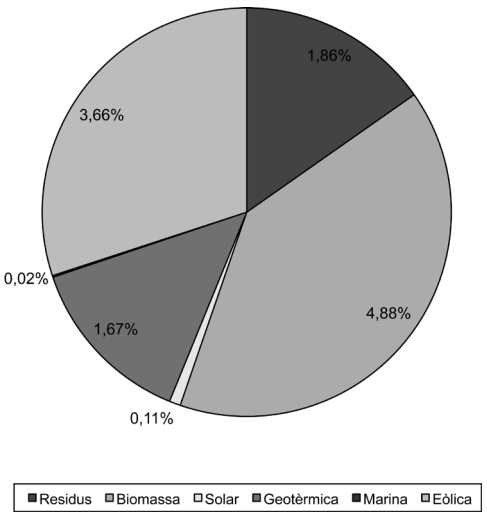


Figura 1.1 Producció mundial d'electricitat segons la font (excloent-ne la producció hidroelèctrica)
[Font: adaptat d'IEA, 2006]

Estimacions basades en declaracions i notes de premsa de més de 200 empreses indiquen que és més que probable que aquesta tendència es mantingui en el futur i s'arribin a sobrepassar els 40.000 MWp el 2012 [Jaeger-Waldau, 2008].

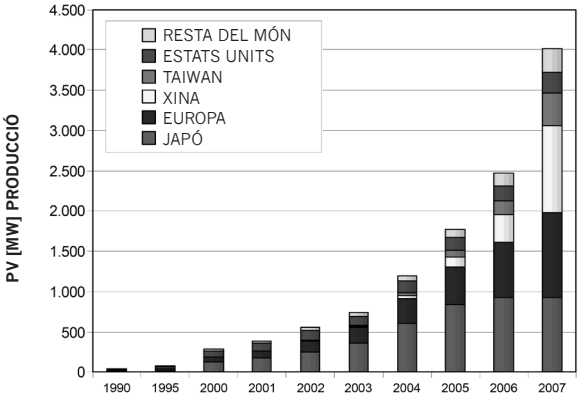


Figura 1.2 Dades històriques sobre la producció de mòduls fotovoltaics
[Font: Jaeger-Waldau, 2008]

2. REPTES DE FUTUR

L'enorme quantitat de temes ambientals relacionats amb l'explotació insostenible de recursos energètics no renovables està empenyent la societat a reconèixer en més mesura que cal un canvi des del paradigma de desenvolupament *business as usual* (el negoci de sempre) cap a una alternativa més sostenible.

En el nucli d'aquesta revolució es trobarà el canvi en la manera de produir, distribuir i consumir energia. Segons el Consell d'Energia Renovable Europeu (European Renewable Energy Council -EREC-), les cinc claus d'aquest canvi seran:

- Aplicació de solucions renovables, especialment a través dels sistemes descentralitzats d'energia
- Respecte als límits naturals del medi ambient
- Retirada progressiva de les fonts energètiques contaminants i insostenibles
- Major equitat en l'ús de recursos
- Desacoblament del creixement econòmic i el consum de combustibles fòssils

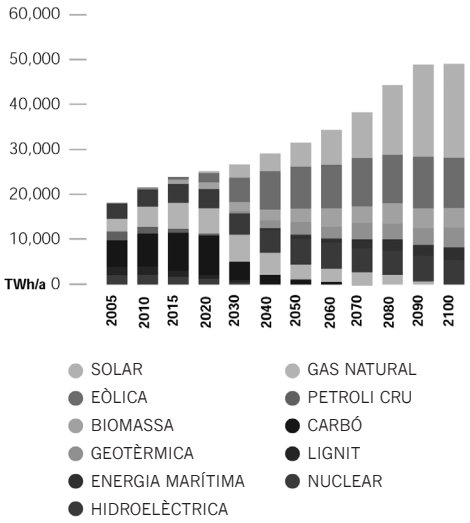


Figura 2.1 Projecció de la demanda global d'energia primària segons la font
[Font: EREC, 2008]

D'acord amb l'escenari de "revolució energètica" proposat per l'EREC (2008), s'espera que la demanda global d'energia sigui gestionada mitjançant la millora de la seva eficiència i es caracteritzi per un desplaçament gradual cap a fraccions superiors d'energies renovables (figura 2.1). Pel

que fa a la producció d'energia elèctrica en particular, es preveu una clara tendència cap a la fi de la producció d'electricitat a partir de carbó i energia nuclear i cap al creixement del nínxol de mercat de l'energia solar fotovoltaica i de l'eòlica, de manera que es convertiran en les més importants a partir de la segona meitat del segle actual (figura 2.2).

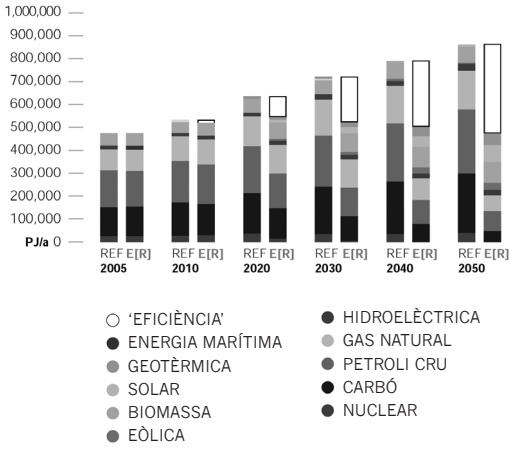


Figura 2.2 Projecció de la generació global d'electricitat segons la font [Font: EREC, 2008]

3 ANÀLISI DE CICLE DE VIDA

A l'hora d'abordar el complex tema de la sostenibilitat a mitjà i llarg termini es fa clarament necessari ampliar l'abast de la discussió per incloure també tots els efectes indirectes a gran escala que poden derivar del desenvolupament global de les noves tecnologies energètiques.

Es pot dir que la perspectiva de cicle de vida (*Life Cycle Thinking*, LCT) és l'aproximació més apropiada per a aquesta finalitat. Aquest enfocament permet tractar els aspectes ambientals més enllà dels límits locals dels sistemes analitzats, evitant el problema de possibles desplaçaments al llarg dels processos de la cadena de producció o de diferents categories d'impacte.

Qualsevol producte, en més o menys mesura, genera impactes sobre el medi ambient al llarg de tot el seu cicle de vida, això és, des de l'extracció i adquisició de les matèries primeres necessàries per a la seva fabricació, fins a la disposició final dels seus residus, passant per la seva producció, distribució i ús.

L'anàlisi de cicle de vida (ACV) és una eina vàlida per determinar els impactes ambientals d'un producte o activitat. L'ACV permet identificar, classificar i quantificar els efectes que té qualsevol producte sobre el medi ambient, des que s'extreuen les matèries primeres que el constitueixen fins que es converteix en un residu (és per això que també és conegut com l'anàlisi "des del bressol fins a la tomba"). Per a això cal desenvolupar un balanç material i energètic del sistema analitzat i identificar les entrades i sortides cap al medi ambient per identificar després els diferents impactes ambientals que poden causar. La metodologia de l'ACV es troba estandarditzada per les normes ISO 14040 i 14044 (figura 3.1). En el context de l'ACV, un impacte pot definir-se com l'anticipació raonable d'un efecte analitzat en l'etapa d'inventari de les entrades i sortides del sistema analitzat [Elias *et al.*, 2009].

L'ACV s'utilitza habitualment per identificar els principals elements d'un sistema que s'haurien de millorar per disminuir el seu impacte ambiental global, això permet optimitzar els esforços destinats a aquesta finalitat. També és usual fer servir aquesta eina per comparar alternatives o per estimar els efectes potencials que pot tenir un canvi en el disseny d'un producte o sistema.

Finalment, una altra de les aplicacions més comunes de l'ACV és el càlcul de la "petjada de carboni" (*Carbon Footprint*) dels productes o serveis. El Potencial d'Escalfament Global (*Global Warming Potential*, GWP) quantifica les emissions totals de gasos d'efecte hivernacle associades al sistema analitzat, sent la unitat de mesura els kg de diòxid de carboni equivalent (CO_2-eq.).

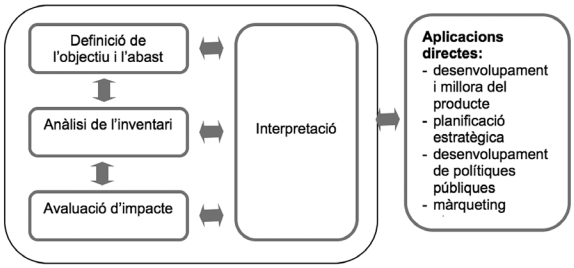


Figura 3.1 Etapes d'una anàlisi de cicle de vida
[Font: Norma UNE EN ISO 14040, 2006]

4. A TALL D'EXEMPLE: ACV DELS SISTEMES FOTOVOLTAICS

4.1 Documentant el canvi

Paral·lelament a la penetració en el mercat, les tecnologies fotovoltaiques han mostrat una progressió estable en el seu comportament ambiental més enllà del que s'anticipava en les prediccions inicials. Concretament, el període de recuperació de la inversió energètica dels sistemes fotovoltaics (en anglès *Energy Pay-Back Time*, EPBT) s'ha reduït des de vuit anys per al sistema típic basat en silici (Si) dels anys 90 fins a, en el millor dels casos, un any per als sistemes basats en tel·luri de cadmi (CdTe); en ambdós casos, es considera una irradiació de 1.700 kWh/m^2.

Una disminució similar s'ha produït en el Potencial d'Escalfament Global (GWP) [Kato *et al.*, 1998; Alsema *et al.*, 1998; Alsema 2000; Kato *et al.*, 2001; Fthenakis *et al.*, 2006; Raugei *et al.*, 2007; Fthenakis *et al.*, 2008a; Raugei *et al.*, 2009].

Aquests canvis tan dràstics en un període tan curt de temps (una dècada) han dissipat l'escepticisme inicial que acompanyava en el passat els sistemes fotovoltaics. De fet, en termes de GWP, els sistemes fotovoltaics són clarament millors que la producció mitjana d'electricitat a Europa (incloent-hi les diferents fonts energètiques) i que la producció d'electricitat a partir de la crema de combustibles fòssils (figura 4.1).

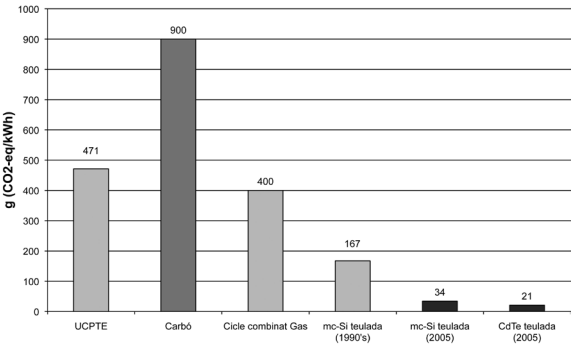


Figura 4.1 Comparació del Potencial d'Escalfament Global de diferents sistemes de producció d'electricitat
[Font: Raugei *et al.*, 2009]

4.2 Mirant cap al futur

Els estudis d'anàlisi de cicle de vida retrospectius sobre sistemes que, tot i sent representatius de les instal·lacions actuals, no tenen en compte la ràpida evolució tecnològica de l'energia fotovoltaica ni els factors d'escala, es queden curts a l'hora d'avaluar les potencials conseqüències ambientals (costos i beneficis) derivades de la implantació a gran escala dels sistemes fotovoltaics en el futur.

Tanmateix, sembla que una tendència positiva queda confirmada per les projeccions provisionals sobre el Potencial d'Escalfament Global dese·nvolupades en el recent estudi [Raugei *et al*., 2009] basat en el projecte d'investigació NEEDS de la UE [Frankl *et al*., 2008] (figura 4.2).

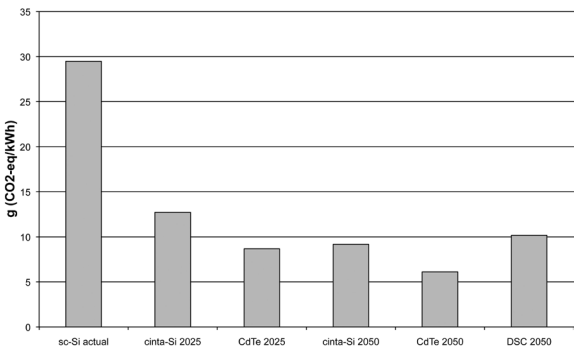


Figura 4.2 Resultats prospectius del Potencial d'Escalfament Global de la futura producció d'electricitat fotovoltaica
[Font: Raugei et al., 2009]

Referències:

Alsema I., 2000
Energy pay-back time and CO_2 emissions of PV systems. Progress In Photovoltaics: Research And Applications 8(1):17·25

Alsema I., Frankl P., Kato K., 1998
Energy pay-back time of photovoltaic energy systems: present status and prospects. Presented at the 2nd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Vienna. http://www.chem.uu.nl/nws/www/publica/Publicaties1998/98053.htm

Elias X. (editor), 2009
Reciclaje de residuos industriales (2ª edició). Díaz de Santos.

EREC, 2009
''Energy [r]evolution 2008 - A sustainable global energy outlook''. Greenpeace and European Renewable Energy Council, The Netherlands.
http://www.erec.org/fileadmin/erecdocs/Documents/Publications/energyrevolutionasustainableenergyoutlook_2009·lr.pdf

Frankl P., Menichetti I., Raugei M., 2008
Final report on technical data, costs and life cycle inventories of PV applications, NEEDS deliverable 11.2 – RS Ia.
http://www.needs-project.org

Fthenakis V.M., Alsema I., 2006
Photovoltaics Energy Payback Times, Greenhouse Gas Emissions and External Costs: 2004–early 2005 Status. Progress In Photovoltaics: Research And Applications 14:275–280

Fthenakis V.M., Kim H.C., Alsema I., 2008a
Emissions from Photovoltaic Life Cycles. Environmental Science and Technology 42:2168-2174

Fullana, P., Puig, R. IEA, 2006
International Energy agency – Statistics and Balances.
http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp

Jaeger-Waldau J., 2008
PV Status Report 2008. Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics. European Commission Joint Research Centri Technical Notis. EUR_23604EN_2008. http://sunbird.jrc.it/refsys/pdf/PV%20Report%202008.pdf

Kato K., Hibino T., Komoto K., Ihara S., Yamamoto S., Fujihara H., 2001
A life-cycle analysis on thin film CdS/CdTe PV modules. Solar Energy Materials & Solar Cells 67:279-287

Kato K., Murata A., Sakuta K., 1988
Energy Payback Time and Life-Cycle CO2 Emission of Residential PV Power System with Silicon PV Module. Progress in Photovoltaics: Research and Applications 6:105-115

Raugei M., Bargigli S., Ulgiati S., 2007
Life Cycle Assessment and Energy Pay-Back Time of Advanced Photovoltaic Modules: CdTe and CIS compared to poly-Si.
Energy, 32(8):1310-1318

Raugei M., Frankl P., 2009
Life Cycle Impacts And Costs Of Photovoltaic Systems: Current State Of The Art And Future Outlooks.
Energy, 34(3):392-399.

2 ECONOMIA I SOCIETAT

LA REGULACIÓ I EL MARC LEGISLATIU
Urtzi Arkotxa

EL MERCAT I ELS FABRICANTS
Felipe Molinero

L'APOSTA PER LES RENOVABLES, UN COMPROMÍS DE TOTS
Josep Maria Rovira

LA GENERACIÓ DE LLOCS DE TREBALL I LA FORMACIÓ DELS TÈCNICS EN ENERGIES RENOVABLES
Manuel G. Medina

LA REGULACIÓ I EL MARC LEGISLATIU

Urtzi Arkotxa

Enginyer tècnic industrial. Va treballar en el Departament Tècnic d'Ibersolar i actualment treballa al Departament d'Enginyeria d'Estudis i Projectes Grau, dedicat al desenvolupament d'instal·lacions fotovoltaiques i eòliques. És col·laborador habitual de la Comissió de Medi Ambient, Energia i Seguretat del CETIB. currículum vitae

Si en l'entorn actual preguntem què suposen les energies renovables per a la nostra societat, la gran majoria seran capaços de descriure algun dels trets que les caracteritzen. I és que, malgrat la seva curta història, és evident l'intens desenvolupament que han assolit.

Històricament, factors com les crisis del petroli, i més recentment el canvi climàtic, han estat els catalitzadors perquè la comunitat internacional reflexionés sobre l'evidència de la necessitat d'un altre model energètic a causa del caràcter finit i insostenible de l'existent. Per això, el 1997 es va aprovar el protocol de Kyoto del conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (ONU 1997), pel qual es transferia a cada país la responsabilitat de reduir els gasos d'efecte hivernacle. Tot això va fer replantejar en l'àmbit estatal la necessitat d'un canvi cap a un model en què la dependència energètica respecte de tercers països i la preponderància dels combustibles fòssils no fos la pedra angular del sistema energètic.

GENERACIÓ RENOVABLE I RETRIBUCIÓ

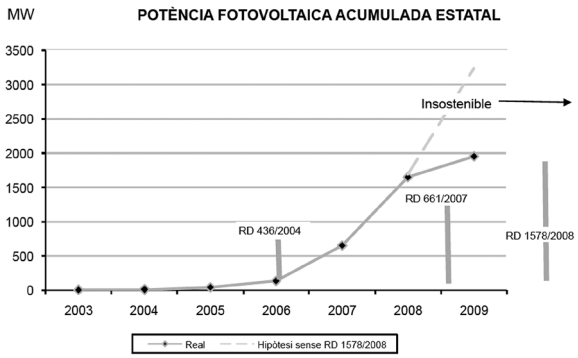
Si mirem enrere, al passat proper, és possible afirmar que existeix un abans i un després en el desenvolupament de decrets reguladors de producció energètica mitjançant instal·lacions renovables, emmarcades dintre del denominat règim especial. En primer lloc, el Reial decret 436/2004[1] i, posteriorment, el 661/2007 han passat a convertir un país inexpert en l'àmbit de les energies renovables, en una nació puntera en la implantació d'aquest tipus de generació energètica.

Sens dubte, la clau de tot això ha estat la promoció duta a terme de les energies renovables. El fet de partir d'un model subvencionat, on el preu de compra d'energia en certs casos és més car que el de venda al públic, ha cridat l'atenció de grups

inversors d'altres sectors. Aquests han vist amb bons ulls l'atractiu econòmic que suposava un sector encara sense explotar en què els beneficis a obtenir eren fixos i la rendibilitat estaria garantida durant 25 anys.

D'altra banda, malgrat l'àmplia experiència existent en aquest país en legislacions afins, com l'elèctrica o la urbanística, destaca l'existència de buits legals en l'esmentat Reial decret 661/2007[2]. Entre aquests buits cal ressenyar la possibilitat que existia per arribar a les retribucions més elevades de venda d'energia corresponents a instal·lacions fotovoltaiques de menys de 100 KW en grans hortes solars, dividint-les legalment en instal·lacions d'aquesta potència. També és remarcable el paral·lelisme en la tramitació pel qual era possible l'obtenció d'autorització administrativa de les instal·lacions sense la prèvia obtenció de les llicències d'obra.

Les altes retribucions, unides a l'esmentada màniga ampla legal, van desembocar en un creixement exponencial del sector, de manera que es van instal·lar 1.650 MW durant l'any i mig de vigència del Reial decret 661/2007. Aquest fet va sobrepassar les expectatives fixades pel govern per a l'any 2010 i el contingent previst es va cobrir tres anys abans de la data indicada, la qual cosa afecta l'endeutament dels pròxims 25 anys del Ministeri d'Indústria. El govern no va trigar a reaccionar presentant un altre mecanisme regulador de la venda d'energia mitjançant el Reial decret 1578/2008[3] per tal de resoldre la situació (taula 1.1). Es va retallar l'abisme existent entre les primes fotovoltaiques i el *pool* elèctric, reduint-les en un 28% i situant la forquilla entre un 0,32 euros/kWh (pagat per l'electricitat generada en insta·lacions fotovoltaiques) i un 0,11 euros/kWh (per al consum de les nostres llars). A més, es van aportar beneficis addicionals com ara l'autoregulació del mercat mitjançant el mecanisme de contingents de potència a connectar[4] i la modificació de la prima fotovoltaica segons el compliment o no d'aquests contingents, una manera de respondre en certa mesura a la llei de l'oferta i la demanda.



Taula 1.1 Potència fotovoltaica acumulada estatal

Potser aquesta baixada tarifària hagi suposat un ofegament per al sector fotovoltaic, però també és cert que un mercat tan jove i amb un futur com aquest no podia permetre's les irregularitats detectades i la tendència especulativa observades durant l'últim trimestre del 2008.

ENERGIA I EDIFICACIÓ

Dins de l'àmbit legislatiu de les energies renovables relacionat amb l'edificació, convé destacar la funció normalitzadora i regularitzadora exercida per normatives com el nou Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificació i el Codi Tècnic de l'Edificació. Aquestes normatives tècniques no solament han progressat exigint major eficiència a les instal·lacions energètiques aplicades a l'edificació, sinó que també han aportat importants novetats com són l'obligatorietat d'utilització d'energia solar tèrmica en tot edifici de nova construcció on existeixi una demanda d'aigua calenta sanitària.

Un altre dels aspectes nous és el del càlcul de la demanda energètica, descrit en l'apartat HE1 del Codi Tècnic de l'Edificació[5], que insisteix a fixar uns mínims d'envoltant tèrmica d'edificació per assolir l'eficiència energètica de l'edifici. Aquest concepte no solament s'ha reglamentat tenint més en compte conceptes bioclimàtics com l'orientació o la zona climàtica, inexistents en normatives anteriors, sinó que addicionalment s'ha complementat amb la creació d'una eina informàtica de càlcul gratuïta denominada LIDER.

Malgrat tot això i sent fidels a la realitat, hem de posar en relleu la dificultat d'implantar l'eficiència energètica en l'edificació. Aquesta dificultat es deu al retard existent en l'administració autonòmica en l'aplicació del Reial decret 47/2007[6] que regula la qualificació i certificació energètica d'edificacions. La seva implementació posarà a la disposició del comprador informació sobre les característiques energètiques de l'edifici com ara ja la tenen dels seus electrodomèstics. El retard esmentat podria agreujar-se encara més pel fet que la qualificació i certificació energètica s'haurà d'emprar aviat en qualsevol tipus de transacció comercial d'habitatge.

També cal ressenyar, dins de la normativa energètica associada a l'edificació, el Decret 21/2006[7], denominat d'Ecoeficiència de Catalunya, pel qual es recull la necessitat d'aplicar mesures d'eficiència energètica, fent èmfasi en les necessitats d'aïllament de les edificacions i en l'obligatorietat dels sistemes d'aigua calenta sanitària.

VENTS DE CANVI

Les instal·lacions eòliques, a més d'estar regulades per les normatives retributives exposades més amunt, es troben subjectes a allò que exposa el Decret 174/2002 d'11 de juny de 2002, regulador de la implantació d'energia eòlica a Catalunya. Aquest decret descriu els condicionaments tècnico-administratius necessaris per a la implantació d'energia eòlica. L'impediment més gran per a la seva implantació és la complexa tramitació, que s'allarga uns quants anys i fa que la majoria de vegades s'hagin de modificar projectes de parcs eòlics previstos pels avenços tecnològics produïts durant períodes tan llargs.

En l'actualitat, la Direcció General d'Energia i Mines de la Generalitat està tramitant un nou decret per a la implantació d'energia eòlica a Catalunya que substituirà l'abans esmentat. En primera instància, i segons l'esborrany, funcionaria a manera de licitació amb localitzacions de parcs proposats per la Generalitat de Catalunya als quals les empreses haurien de presentar les seves propostes d'implantació.

Un esment especial mereix també la publicació del Reial decret 1028/2007[8] de tramitació administrativa de parcs eòlics *of-shore* o marins. Com se sap, el recurs eòlic és molt més limitat a terra que al mar i, a més, la majoria de les localitzacions òptimes de parcs eòlics terrestres ja estan esgotades. Això, juntament amb la recent publicació del mapa de zones d'implantació d'energia eòlica marina, reforça el raonament que aquesta és una de les apostes més fermes de les administracions dins del mix energètic.

EL DIFÍCIL CAMÍ DELS BIOCUMBUSTIBLES

El desenvolupament de plantes de biocomubustibles està emparat a Espanya sota la Llei d'hidrocarburs i la seva posterior modificació per la Llei

12/2007[9], que regula la progressiva inclusió de biocombustibles en combustibles convencionals. Inicialment aquests textos regulatoris auguraven un bon futur a aquesta incipient indústria, ja que encara no s'havia tingut en compte l'agressió que una economia globalitzada podia causar en el si del sector dels biocombustibles.

El primer cavall de batalla amb què van haver de lluitar els biocarburants va ser la tendència a l'alça de preus de blat de moro, blat, soja i palma, detectada a principis de 2008. Aquesta pujada va derivar en un injust judici públic en què es va acusar el sector dels biocarburants de ser responsable directe de l'encariment d'aquests productes quan la producció de biocombustibles consumia solament entorn d'un 5% d'olis vegetals i cereals.

Durant el transcurs de l'any 2008 s'ha vist que aquesta acusació no tenia fonament, ja que l'augment de quota de mercat dels biocombustibles desquadrava amb la baixada en el preu de les matèries primeres abans esmentades.

Addicionalment, des de l'any 2007 el biodièsel autòcton ha estat afectat pel dúmping del que es fabrica principalment als EUA. Això significa que, mentre que el que es fabrica aquí solament s'aprofitava d'avantatges fiscals referents a l'exempció d'impostos, el d'origen nordamericà se subvencionava a raó de 300 dólars/tona, la qual cosa ha provocat el tancament, en l'actualitat, de més de la meitat de plantes de biodièsel. La situació ha millorat recentment per la imposició de mesures aranzelàries de la Unió Europea (193/2009[10]i 194/2009[11]) i per l'estatal ICT2877/2008[12], que dificulta la importació de biocombustibles no comunitaris.

FUTUR I REGULACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES

Amb la mirada fixada en el futur a curt termini, el sector es planteja la publicació d'un nou decret que haurà d'estar enllestit abans de la finalització de 2009. En aquest nou document se li presenta a l'administració el repte d'unificar en un mateix text, entre d'altres, els objectius per assumir el 20% de subministrament final brut de renovables i el 10% en el transport per a l'any 2020.

Els aspectes regulatoris que s'han comentat, a més de molts d'altres existents, posen en relleu la complexitat legislativa d'un sector, el de les energies renovables, que podríem qualificar com "calaix de sastre".

En aquest calaix, s'ha de donar el mateix tracte a tecnologies tan diferents que el simple fet d'imposar la més mínima obligació o atorgar el més mínim dret pot suposar un fort greuge comparatiu.

Un altre dels reptes més importants que es plantejaran a les futures legislacions és adaptar-se amb celeritat a les contínues novetats tecnològiques que aniran sorgint. Seria absurd pensar que l'evolució i la implantació de noves tecnologies quedés frenada per la inexistència d'un marc regulatori a què aquestes es puguin adaptar.

Això implica que, amb vista al futur, s'haurà d'actuar amb molta cautela i coordinació per part de les diferents administracions per tal que totes les fonts energètiques renovables que mereixin tenir un desenvolupament prometedor no vegin truncada la seva continuïtat per fets com els succeïts fins al moment.

1. Reial decr et 436/2004, de 12 de març, pel qual s'estableix la metodologia per a l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial (BOE, 27 de març de 2004).

2. Reial decret 661/2007 de 25 de maig pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial (BOE, 26 de maig de 2007)

3. Reial decret 1578/2008, de 26 de setembre, de retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial decret 661/2007, de 26 de maig, per a aquesta tecnologia (BOE, 27 de setembre de 2008).

4. Mecanisme que fixa un total de potència a connectar en l'entorn dels 400 MW (potència modificable pel Ministeri), divisible en quatre contingents anuals. La prima fotovoltaica per la qual es retribueix el propietari de les instal·lacions del pròxim contingent quedarà modificada a la baixa si la potència oferta resta coberta en el contingent anterior.

5. Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (BOE, 28 de març de 2006).

6. Reial decret 47/2007, de 19 de gener, pel qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació d'eficiència energètica d'edificis de nova construcció (BOE, 31 de gener de 2007).

7. Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis (DOGC, 16 de febrer de 2006).

8. Reial decret 1028/2007, de 20 de juliol, pel qual s'estableix el procediment administratiu per a la tramitació de les sol·licituds d'autorització d'instal·lacions de generació elèctrica en el mar territorial (BOE, 1 d'agost de 2007).

9. Llei 12/2007, de 2 de juliol, per la qual es modifica la Llei 34/1998, de 7 d'octubre, del sector d'hidrocarburs, amb la finalitat d'adaptar-la a allò que disposa la Directiva 2003/55/CE (BOE, 3 de juliol de 2007).

10. Reglament CE n. 193/2009, d'11 de març de 2009, pel qual s'estableix un dret antidúmping sobre les importacions de biodièsel originari dels Estats Units d'Amèrica (Diari Oficial de la Unió Europea).

11. Reglament CE n. 194/2009, d'11 de març de 2009, pel qual s'estableix un dret compensatori provisional sobre les importacions de biodièsel originàries dels Estats Units d'Amèrica (Diari Oficial de la Unió Europea).

12. Ordre ITC/2877/2008, de 9 d'octubre, per la qual s'estableix un mecanisme de foment de l'ús de biocarburants i altres combustibles renovables amb finalitats de transport. (BOE, 14 d'octubre de 2008).

EL MERCAT I ELS FABRICANTS

Felipe Molinero

Enginyer tècnic industrial mecànic i postgrau en Energies Alternatives per la Universitat de Barcelona. Ponent de diverses conferències al CETIB. Actualment desenvolupa la seva activitat a Gahelios, SL com a responsable de qualitat, enginyeria, projectes, execució i direcció d'obra d'instal·lacions d'energia solar fotovoltaica i tèrmica. currículum vitae

La publicació del Reial decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial va comportar l'establiment d'un nou règim jurídic i econòmic d'aquesta activitat de producció energètica. Aquest Reial decret va impactar de diferent manera sobre les diverses tecnologies involucrades, en general fomentant-les i desenvolupant-se fins a límits insospitats. No obstant això, certes reglamentacions posteriors unides a la crisi immobiliària i financera mundial han tingut conseqüències molt directes en el mercat de les energies renovables en el nostre país.

Fins a l'any 2008, l'evolució va ser de tal magnitud en alguns sectors, sobretot el fotovoltaic, que per primera vegada, en aquest any, es va produir un retrocés respecte a l'any anterior de l'energia generada per règim ordinari, alhora que s'arribava a un augment rècord en l'energia generada per règim especial. En concret, el règim ordinari va reduir la seva producció en un 1,3 % i el règim especial va augmentar en un 17,9% la seva producció respecte a l'any anterior. A la taula 0.1 s'observa el balanç energètic per a l'any 2008 i la seva comparació amb l'any anterior.

	Total nacional	
	GWh	% 08 / 07
Hidráulica	21.175	-19,60%
Nuclear	58.756	6,60%
Carbón	49.726	-33,70%
Fuel / gas	10.858	0,10%
Ciclo combinado	96.005	32,90%
Régimen ordinario	236.520	-1,30%
Consumos en generación	-9.280	-3,80%
Régimen especial	67.344	17,90%
Eólica	31.508	15,30%
Resto	35.836	20,30%
Generación neta	294.584	2,60%
Consumos bombeo	-3.494	-19,70%
Intercambios internacional	-11.221	95,10%
Demanda	279.868	1,00%

Taula 0.1 Balanç elèctric anual (any 2008)

Els principals indicadors d'aquest desenvolupament van ser:

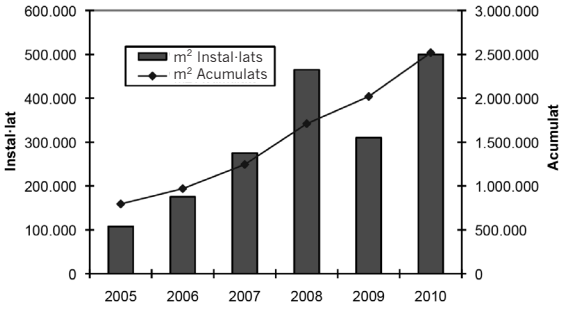
- El descens de la producció d'energia hidroelèctrica a causa de la sequera d'aquell any
- El clar augment de la potència instal·lada de règim especial, que va passar de 24.481 MW a 28.517 MW, cosa que va suposar un creixement del 16,3%

1. ENERGIA SOLAR TÈRMICA

Avui dia els objectius expressats en el Pla d'Energies Renovables 2005-2010 (PER) estan molt lluny de complir-se en l'energia solar tèrmica, a diferència del que ha passat amb altres tecnologies renovables, que han experimentat un notable increment en els darrers anys.

La desacceleració que s'està vivint en el sector de la construcció ha minimitzat el gran impacte esperat per tots d'aportació del nou parc d'instal·lacions d'energia solar tèrmica. Tot i així, la implantació de l'obligatorietat del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) ha propiciat un creixement del sector el 2008 entorn del 70% respecte al 2007, lluny encara de les millors expectatives, truncades per la recessió a què està sotmès el sector de la construcció. En la taula 1.1 es pot observar un creixement mitjà anual del 63% d'aquesta tecnologia fins a l'any 2008, la caiguda prevista d'un 33% per a l'any 2009 i l'evolució prevista per a certs col·lectius per a l'any 2010.

En concret, el 2008 es van instal·lar 466.000 m², que, malgrat ser un bon resultat en comparació amb l'exercici anterior, és la meitat de la previsió fixada pel PER en aquest any. El 75% del mercat serien instal·lacions subjectes al CTE, el 20% instal·lacions promogudes amb els programes d'ajudes de les comunitats autònomes i la resta, captadors per a l'escalfament de piscines.



Taula 1.1 Evolució mitjana anual de les instal·lacions d'energia solar tèrmica
[Font: Associació Solar de la Indústria Tèrmica (ASIT), "Sector solar tèrmic: perspectives més enllà des de les ordenances solars?"]

Les previsions per a 2009 són bastant preocupants, atès que estimen que s'iniciaran 150.000 habitatges en l'any, la qual cosa contrasta amb els 560.000 construïts el 2008. Les expectatives són que el mercat el 2009 es contraurà més d'un 30%, amb la conseqüent reducció d'inversió privada, tancament d'empreses i pèrdua de llocs de treball. En resum, aquesta tecnologia s'ha vist clarament afavorida pel CTE, que al seu torn ha estat el que li ha fet perdre punts: el fet d'anar directament lligada a l'obra nova i a la crisi immobiliària.

2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

El sector de l'energia solar fotovoltaica està passant per un dels seus moments més crítics. Després del frenesí dels darrers anys que va dur la potència instal·lada de 144 a 2.661 MW entre 2006 i 2008, moltes empreses es van embarcar en inversions milionàries en instal·lacions fotovoltaiques. Actualment, aquestes es troben a un 30% de la seva capacitat o, com en el cas d'alguns fabricants, s'han vist obligades a tancar les plantes de producció.

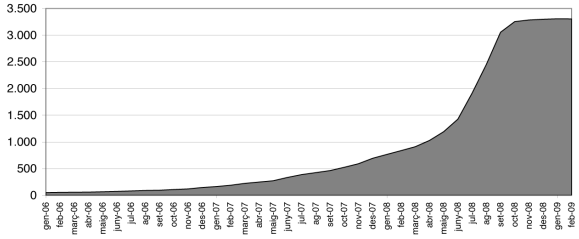
El nou decret del sector fotovoltaic va ser aprovat per regular un sector que es trobava totalment desordenat i en alguns casos era turbulent. La instal·lació desmesurada de parcs durant l'any passat s'explica per la publicació del Reial decret de 1578/2008, de 26 de setembre, que va dur les signatures promotores a culminar tots els seus projectes abans de la data fatídica.

Cal destacar dues novetats d'aquest nou decret:

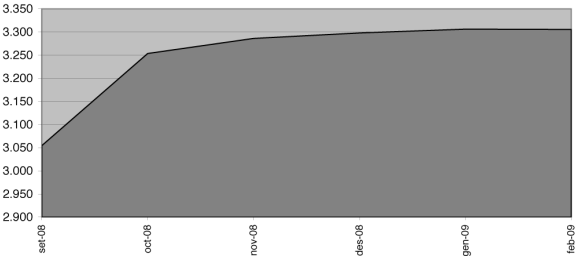
- Reducció dràstica de la tarifa per generació d'energia en un 25%. El mercat ha estat capaç d'adaptar-se a aquesta novetat i s'han observat reduccions en el preu dels mòduls fotovoltaics i els inversors, que suposen un 75% del cost de la instal·lació, equivalent a aquest 25%, cosa que fa mantenir la rendibilitat d'aquestes inversions dintre dels límits acceptables.

- Limitació de la potència total instal·lada en 500 MW anuals. Aquesta limitació s'aconsegueix mitjançant un sistema d'assignació de llicències de dubtosa eficàcia que, en la majoria dels casos, suposa un important finançament a fons perdut sense tenir la seguretat que la instal·lació serà finalment acceptada per l'Administració. Això, unit al fet que ni tan sols es va assolir completar els 125 MW proposats per aquest sistema d'assignació per al primer trimestre de 2009 (es van aconseguir llicències únicament per a 88,7 MW), augura un futur bastant incert per a aquesta tecnologia.

En la taula 2.1 s'observa amb detall l'evolució en els últims anys i com es va arribar a triplicar la capacitat total de potència instal·lada entre abril i octubre de 2008. La taula 2.2 reflecteix l'escassa evolució arran de la publicació del Reial decret 1578/2008.



Taula 2.1 Energia solar fotovoltaica. Evolució de potència instal·lada (MW)
[Font: Comissió Nacional de l'Energia]



Taula 2.2 Energia solar fotovoltaica
Evolució de potència instal·lada (MW) posterior al Reial decret de 26 de setembre 1578/2008
[Font: Comissió Nacional de l'Energia]

3. TERMOSOLAR

L'energia termosolar veu amb incertesa el seu futur. Es tracta de grans instal·lacions la rendibilitat de les quals comença a ser atractiva a partir de potències instal·lades entorn dels 50 MW (entre 200 i 400 milions d'euros d'inversió). Això fa que es vegi afectada molt directament per la crisi actual. Els bancs no donen crèdits i les empreses no disposen de capacitat financera per a abordar una inversió d'aquesta magnitud.

A més, igual que l'energia solar fotovoltaica, està proper el seu sostre de 500 MW previst en el Reial decret 661/2007, de 25 de maig, de règim espe-

cial. Això propicia una nova incertesa en si la seva reglamentació serà paral·lela a la que ha seguit l'energia solar fotovoltaica. Ningú no vol repetir l'experiència. Ni tan sols els fabricants de components per a plantes termosolars, molt pocs a escala mundial, ja que veuen com estan sofrint ara els fabricants espanyols de plaques solars fotovoltaiques, ofegats per les retallades en el mercat i l'àrdua competència xinesa.

4. BIOMASSA I BIOCARBURANTS

Sembla que el mercat de pellets no acaba d'enlairar-se encara que es comencen a observar signes de revifalla gràcies a nous projectes a Andalusia i Aragó, on es planifica la construcció de 13 noves plantes de pellets, fet que elevarà notablement la capacitat de producció a Espanya i fomentarà un major desenvolupament del sector, fins ara estancat.

Pel que fa als biocarburants, actualment la meitat de les plantes de biodièsel estan desocupades i les quatre que existeixen de bioetanol funcionen al 60% de la seva capacitat: no acaba de demostrar-se la viabilitat del seu sistema de producció, la qual cosa fa perdre rendibilitat al negoci. De fet, durant l'any passat el sector del biodièsel va funcionar únicament al 9% de la seva capacitat. Xifres així posen de manifest la necessitat d'un marc regulatori que pugui ajudar a l'evolució del sector.

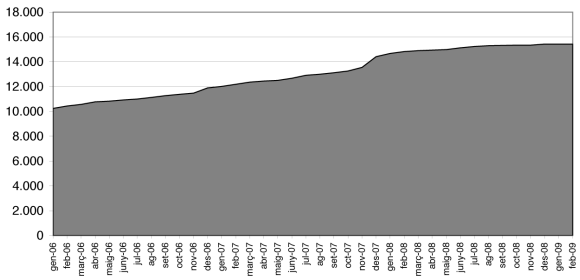
5. ENERGIA EÒLICA

El sector eòlic es troba passant una etapa de relativa serenitat. Sota la tranquil·litat que proporciona saber que és el camp energètic que més produeix dintre del règim especial i que en moments puntuals ha demostrat la seva capacitat de superar l'energia nuclear, es converteix en un valor fix d'inversió i de futur. El seu creixement és pràcticament lineal en els últims tres anys. A aquest ritme s'espera poder arribar al compliment dels objectius fixats en el PER 2005-2010, que preveu arribar als 20.145 MW instal·lats en l'any 2010. Més enllà d'aquesta data, no es veuen dificultats a

curt termini ja que igualment es va establir al Consell de Ministres del 30 de maig de 2008 l'objectiu d'arribar als 29.000 MW instal·lats a l'any 2016, la qual cosa comportaria una mitjana de 1.500 MW per any, que correspondria amb una mesura de creixement similar al que s'ha instal·lat en els darrers anys.

ENERGIA EÒLICA

Evolució de potència instal·lada (MW)



Taula 5.1 Evolució de la potència instal·lada d'aquesta tecnologia en el nostre país en els últims tres anys. [Font: Comissió Nacional de l'Energia]

6. CONCLUSIONS

Considerant que ens trobem en un país pioner en la implantació d'energies renovables, i trobant-se ja moltes de les tecnologies prou assentades perquè en quedi demostrada la viabilitat, es troben a faltar no ja ajudes a certs sectors que com a conseqüència de la crisi actual es veuen en serioses dificultats, sinó que en alguns casos n'hi hauria prou a deixar desenvolupar certes activitats amb la llibertat i respecte que es mereixen, ja que ajuden a fer-nos la vida millor i ens faciliten la disponibilitat dels recursos energètics, tan escassos, dels quals disposem.

Agraïments:

Bloc Solar de Jumanji

http://jumanjisolar.blogspot.com

Gahelios

www.gahelios.com

L'APOSTA PER LES RENOVABLES, UN COMPROMÍS DE TOTS

Josep Maria Rovira

Pobla de Segur (Lleida). Enginyer. Director general d'Endesa a Catalunya des del 2002. Es va incorporar a Enher l'any 1964 on ha transcorregut la major part de la seva vida professional. Col·laborador habitual a UNESA, CIRED, CIER i CADIEM. Conseller d'Endesa Red (gener 2003 - juny 2008). Membre del Consell Assessor de Foment del Treball i membre de la Càtedra Victoriano Muñoz Oms, de la UPC.

currículum vitae

Fa anys que les companyies líders en el sector energètic dediquem els nostres esforços a l'eficiència energètica, apostant per la importància d'establir criteris que ens permetin implantar noves formes de consum, més racionals i més sostenibles. Però aquesta eficiència ha d'anar acompanyada d'un compromís més ampli, que inclogui també noves formes de generació d'energia més avançades tecnològicament i més respectuoses amb el medi. I és el conjunt d'aquesta aposta allò que conforma una de les principals potes del pla de sostenibilitat que s'ha posat en marxa, establint així l'itinerari que forçosament haurem de seguir per arribar a complir amb els compromisos internacionals pel que fa a la reducció d'emissions de CO_2.

En els darrers temps, el canvi climàtic ha passat de ser un element comú de debat en les comunitats científiques a convertir-se en una preocupació de l'opinió pública global. Aquesta mateixa preocupació ha generat canvis regulatoris i ha propiciat el desenvolupament de les energies renovables, essent aquesta alhora la principal demanda social vers el sector energètic.

Aquesta consciència és la que ha dut les companyies a impulsar, avui, nous projectes d'energia renovable arreu del país amb una capacitat de generació superior a 200 MW i a comptar ja a Catalunya, de manera global, sumant tots els projectes, amb una potència instal·lada superior a 484 MW en energia eòlica. No es tracta, per tant, d'un objectiu, sinó d'una realitat en la qual creiem i per la qual ja fa temps que treballem.

Però aquesta no pot ser només l'aposta ferma i decidida d'una o d'unes quantes companyies energètiques; ha de ser un projecte comú de país on la implicació dels diferents estaments, de les empre-

ses i dels representants socials ha de ser plena, perquè malauradament mai no havíem hagut de superar tants obstacles per poder implantar una cosa amb la qual segurament estem tots d'acord. Alhora, hem de ser conscients que aquesta aposta ha de néixer d'un debat més profund on no es poden obviar els costos reals de la producció energètica ni les necessitats de la demanda, ni tampoc les fonts de producció alternatives que hauran d'acompanyar les renovables per quan aquestes no produeixin.

Volem configurar un nou mix energètic per al 2020, però abans hem de resoldre els molts dèficits econòmics que planteja el model actual, perquè aquests no els podem arrossegar indefinidament encara que sigui per una causa justa com és l'aposta per una consciència mediambiental global. Tampoc no podem renunciar a millorar, amb els ajuts necessaris, la tecnologia que ha de permetre seguir avançant en matèria de producció energètica amb materials fòssils, fent·la molt més respectuosa amb l'entorn.

A l'horitzó tenim els objectius europeus per al 2020, que estableixen un conjunt de mesures per reduir les emissions abans d'aquesta data. Entre aquestes mesures destaca la reducció en un 20% de les emissions de gasos amb efecte hivernacle, la reducció del consum d'energia primària en un 20% i l'augment del percentatge d'energia renovable també en un 20%. Arribar a aquesta fita no ens serà fàcil si seguim mantenint les reticències actuals per part d'amplis sectors de la societat. Volem renovables però no a casa nostra, volem liderar el canvi climàtic sense haver de fer més instal·lacions i aquesta és una contradicció insostenible i inassolible per una societat que pretén generar i consumir energia amb criteris racionals.

Les empreses energètiques ja hem iniciat la cursa per dotar d'un paper destacat les energies renovables en un futur proper, i el nostre país té les condicions climatològiques i geogràfiques per fer factible aquesta implantació progressiva. Un exemple d'això són els 14.641 MW de potència que avui estan en projecte a l'Estat espanyol en matèria d'energies renovables; però ens manca aquest impuls social necessari, aquest acompanyament de tots els agents implicats per no fer de cada projecte una llarga travessia en el desert, una llarga llista de petites o grans oposicions, ja siguin institucionals o socials. Així mateix, cal aclarir qui assumeix els costos i com s'assumeixen, com també el finançament de tot plegat, perquè aquest no es pot seguir imputant al calaix del dèficit tarifari.

De la mateixa manera que cal la implicació social en la difusió d'una consciència col·lectiva per a un consum responsable, també cal la participació general per propiciar un pacte de país en favor de les energies renovables, perquè, no ho oblidem, seguim essent una societat absolutament electrodependent i el nostre creixement va lligat a la capacitat que tinguem per donar resposta a les noves demandes de potència. Està a les nostres mans escollir quin model energètic volem per al futur del nostre país.

Però tampoc no ens hem d'enganyar: no és possible apostar per les energies renovables sense seguir apostant per la resta d'energies que fan possible la garantia de subministrament i l'estabilitat del nostre sistema. Com tampoc no és possible

una aventura de desenvolupament de noves energies sense tenir en compte el preu que hi estem disposats a pagar i com aquest preu està afectant ja a l'estabilitat econòmica del mateix sistema. Volem avançar cap a un model energètic molt més sostenible però no podem fer-ho creient que som un país ric.

Les companyies tenim un compromís que ja hem pres i que estem avalant en el dia a dia, incorporant i impulsant nous projectes vinculats a les energies renovables, aprofitant les noves tecnologies i els nous coneixements i, en molts casos, amb iniciatives conjuntes amb l'empresariat local. Aquest model d'implicació comuna és el que ha de fer possible que arribem al 2020 amb els deures fets i, si pot ser, amb un lideratge clar en tot allò que impliqui un major respecte pel nostre medi ambient i una millora en les nostres condicions de vida.

En moments de dificultat com l'actual és quan ens cal, com a país i com a societat, tenir una visió clara del camí a prendre. Dins d'aquest procés comença a haver-hi una opinió consensuada del paper destacat que ha de jugar el sector energètic com a motor de l'economia i com a font d'alimentació bàsica per al desenvolupament de la resta de sectors.

Per tant, és ara quan correspon establir les bases d'aquest desenvolupament amb criteris sòlids i no amb discussions efímeres o frívoles que només duen a confondre la societat i a alentir un procés indiscutible on les energies renovables han de seguir creixent dins uns paràmetres de racionalitat i sense oblidar que aquesta aposta mai no pot posar en perill la seguretat del sistema.

Podem aprofitar l'oportunitat o desaprofitar-la, però el que no podem és instal·lar-nos en un debat permanent ni en la falsa idea que és possible substituir amb renovables tota la resta de fonts energètiques tradicionals perquè aleshores ens estaríem enganyant a nosaltres mateixos i faríem un flac favor al desenvolupament d'aquest país.

LA GENERACIÓ DE LLOCS DE TREBALL I LA FORMACIÓ DELS TÈCNICS EN ENERGIES RENOVABLES

Manuel G. Medina

Llicenciat en Dret (2002) i en Investigació i Tècniques de Mercat (2004), ambdues per ICADE. Màster en Direcció de Recursos Humans (2008), a la Universitat Francisco de Vitòria. Des del març de 2006, és responsable de Recursos Humans per la Divisió de Generació Elèctrica a Iberdrola Ingeniería y Construcción. currículum vitae

1. ANÀLISI DEL SECTOR

En analitzar les energies renovables com a sector de rellevància industrial i amb incidència en l'ocupació, hem de ser molt conscients que no estem ja davant una incerta aposta empresarial en fase d'experimentació, sinó d'un fenomen completament implantat i desenvolupat a Espanya i en gairebé totes les economies desenvolupades. Aquesta realitat, coneguda per tots els agents socials i empresarials, ha dut a la realització de grans inversions per part de totes les grans empreses energètiques en l'àmbit internacional i, molt especialment, nacional, on Espanya compta amb diverses companyies capdavanteres a escala mundial i pioneres en el desenvolupament de tot tipus de tecnologies.

No obstant això, no s'ha d'oblidar que en aquesta cursa, poder arribar al millor posicionament i quota de mercat, no obeeix solament a una qüestió de les societats l'activitat de les quals se centra exclusivament en el negoci elèctric. D'especial rellevància són les empreses d'enginyeria energètica, que han constituït una font molt sòlida d'ocupació qualificada en els darrers anys, tant per a la gestió i direcció tècnica de projectes ja existents, com per a àrees de recerca i desenvolupament de nous productes per al mercat. En la mateixa línia, és molt destacable el fet que les grans constructores del nostre país hagin creat empreses especialitzades en l'execució d'infraestructures energètiques.

Addicionalment, altres sectors fan de l'activitat energètica una part important del seu *know-how* en la producció, i posteriorment, en la fase de comunicació i comercialització del producte. Això succeeix, per exemple, en els vehicles ecològics en el sector de l'automòbil o en els habitatges amb plaques solars instal·lades per a autoconsum.

Aquest escenari de gran potencial per a les energies renovables ens ha de dur a pensar en el seu paper protagonista en l'economia i en la seva alta capacitat per generar llocs de treball en sectors d'activitat molt variats, amb diferents convenis col·lectius i legislació.

2. SITUACIÓ EN EL CONTEXT ECONÒMIC ACTUAL

Lògicament, aquesta situació de gran privilegi per a les energies renovables no és aliena a la realitat econòmica actual que, sens dubte, presenta un impacte negatiu en l'ocupació. La paralització de les inversions, tant per part de les grans companyies energètiques com de la resta d'agents implicats, i el fre a la demanda d'energia primària en les grans economies mundials, suposen obstacles d'entitat per a un sector que, des dels seus inicis, sempre ha navegat a velocitat de creuer.

Resulta evident que el potencial del sector a llarg termini és clar; però certament ens trobem davant un moment d'incertesa que cal afrontar amb un moderat optimisme gràcies a dues notícies de gran transcendència que recentment han estat rebudes molt positivament pel sector.

D'una banda, el pla Obama per al foment i desenvolupament de les energies renovables i la seguretat energètica als Estats Units: una inversió de 150.000 milions de dòlars en els pròxims deu anys per al desenvolupament d'infraestructures renovables per tot el país, en què destaquen especialment l'eòlica i les plantes de producció termosolar. La creació de llocs de treball que provocaran aquestes inversions es calcula per milions i, per descomptat, també serà així per a les empreses estrangeres que participin en aquests projectes.

Actualment hi ha grans empreses espanyoles especialitzades en energia eòlica i solar que aspiren a aprofitar aquestes oportunitats de negoci. És el cas de grups com Iberdrola, Abengoa o Gamesa. Aquestes companyies compten amb un excel·lent posicionament i reputació als Estats Units i sobre això cal destacar les paraules amb les quals el mateix Obama va posar Espanya com a "exemple a seguir en matèria d'energies renovables", juntament amb Alemanya i Japó (per aquest ordre).

En segon lloc, és molt important considerar els objectius 20-20-20 i el Paquet Verd de la Unió Europea. El desglossament dels objectius per a 2020 és el següent:

- 20% de reducció d'emissions de diòxid de carboni (CO_2)
- 20% d'augment de l'eficiència energètica
- 20% del consum final d'energia a la UE procedent de fonts renovables

Per complir aquests objectius, al desembre de 2008, la Unió Europea va aprovar una sèrie de mesures (Directiva d'Energies Renovables, Directiva de Comerç de Drets d'Emissió i Directiva sobre Captura i Emmagatzematge de CO_2), amb el triple propòsit de combatre el canvi climàtic, dotar-se de fonts d'energia més segures reduint la dependència dels hidrocarburs i millorar la competitivitat del seu subministrament energètic.

La transposició de la normativa als marcs nacionals i el progressiu compliment dels objectius marcats han de traduir-se necessàriament en un augment significatiu dels llocs de treball actuals en el sector de les renovables. Es parla de passar de 300.000 a 1.000.000 de llocs. L'abast d'aquests objectius suposarà també un augment de la quantitat i qualitat de l'ocupació d'altres indústries, especialment de les relacionades amb el medi ambient.

3. EL SECTOR ENERGÈTIC COM A DINAMITZADOR DE L'ECONOMIA I IMPULSOR DE L'OCUPACIÓ

Per a qualsevol economia, l'energia no és solament un bé de primera necessitat que ha de ser òptimament gestionat; l'energia és a més un sector estratègic amb gran impacte en diversos àmbits. Les decisions polítiques en matèria energètica posseeixen un important impacte econòmic, tenen conseqüències ambientals i repercuteixen significativament sobre l'ocupació. Una política energètica encertada presenta uns cobeneficis a

tenir molt en compte, com són la contribució a la millora de la qualitat ambiental, la mitigació de les causes de l'escalfament global, la protecció de la biodiversitat i la generació de nous llocs de treball.

Quant a la generació de riquesa i ocupació, convé tenir en compte que l'impuls de les renovables s'ha constituït com una qüestió estratègica per a Europa, que s'ha posicionat com a líder mundial en desenvolupament d'energies renovables, establint objectius ambiciosos. Aquest element, encara que no ha de ser l'única base de les decisions estratègiques del sector, reforça per si mateix l'impuls que està vivint el sector en alguns estats membres com Alemanya, Dinamarca o Espanya.

L'anàlisi de l'experiència europea no només mostra un fort impuls a l'activitat industrial i a la creació de valor afegit per a l'economia[1]. També s'aprecia una tendència creixent a generar ocupació de qualitat i amb uns requeriments de formació per sobre de la mitjana de l'economia. La creació d'ocupacions qualificades suposa un terç del total de la generació neta d'ocupació segons la Comissió Europea[2]. D'aquesta manera, si es continua amb un nivell de suport a les renovables com l'actual, el sector podria comptar amb 950.000 llocs de treball directes i indirectes en tota la Unió Europea el 2010, i arribar als 1,4 milions el 2020. Aquestes xifres constitueixen ocupacions netes generals, tenint en compte les pèrdues d'ocupació en altres sectors de l'economia. Sota un escenari més ambiciós de polítiques ambientals, es podria arribar a 1,7 milions de llocs de treball el 2010 i a 2,5 milions el 2020[3].

A Alemanya, el sector de les energies renovables genera 249.000 llocs de treball, la qual cosa representa un creixement de l'ocupació en el sector del 50% entre 2004 i 2006 i es preveu que pugui arribar als 400.000 llocs de treball el 2020. Segons Solarportal24, la facturació del sector renovable a Alemanya va créixer el 2007 un 17% i va arribar als 32 bilions, dels quals 11,7 provenien d'inversions domèstiques, 12 de vendes i 8,2 milions d'exportacions[4].

Dinamarca, malgrat ser una economia de menor grandària, disposa d'una indústria de fabricació d'aerogeneradors que ha posicionat el país com a tercer exportador mundial, amb el 38,5% del mercat mundial de turbines, una facturació de 4 bilions d'euros anuals i 20.000 llocs de treball[5].

Centrant-nos en la realitat actual a Espanya, hem de destacar les paraules expressades recentment a Chicago pel ministre d'Indústria, Miguel Sebastián. "Les energies renovables han tingut un impacte molt positiu sobre l'economia espanyola", va assegurar Sebastián durant la fira Wind Power, que es va celebrar al maig de 2009 en aquella ciutat nord-americana. "Les renovables han generat 175.000 llocs de treball a Espanya i en crearan molts més" (Europa Press, 5 de maig de 2009).

En el context espanyol, si s'assoleixen els objectius marcats per la Unió Europea per a 2020, l'ocupació en el sector de les renovables experimentaria un important avenç segons l'informe del mes de maig de l'Institut Sindical de Treball, Ambient i Salut (ISTAS), (vegeu taula i gràfic 3.1). Aquest informe té en compte dos escenaris A i B en funció d'un augment del 2 % o 1% de la demanda mundial d'energia. Ambdues hipòtesis suposen un gran impuls per a l'ocupació directa el 2020.

El pla A representa la creació de 270.000 llocs de treball en el sector de les energies renovables i el pla B, menys optimista, 228.000. Aquests resultats són en si mateixos una gran notícia social, si bé a això cal afegir el treball indirecte associat que pot arribar a assolir també unes xifres molt significatives. Estem, per tant, davant un impor-

tant nucli creador d'ocupació, la qual cosa suposa una qüestió fonamental en els temps d'incertesa econòmica i laboral que vivim.

ANY	NOMBRE DE TREBALLADORS
OCUPACIÓ 2007	80.000
OCUPACIÓ 2010	92.000
OCUPACIÓ 2020 PLA A	270.000
OCUPACIÓ 2020 PLA B	220.000

Taula 3.1 Ocupació segons els diferents escenaris [Font: Informe ISTAS, maig 2009. (Institut Sindical de Treball, Ambient i Salut)]

4. LES ENERGIES RENOVABLES, FONT DE LLOCS DE TREBALL DIRECTES I INDIRECTES

Sovint s'han abocat moltes crítiques sobre les possibilitats reals de generació de llocs de treball per part de les energies renovables. El principal argument esgrimit és aquell que indica que les anomenades feines verdes, al mateix temps que es creen, en destrueixen d'altres ja existents en diversos sectors com poden ser la construcció o la metal·lúrgia.

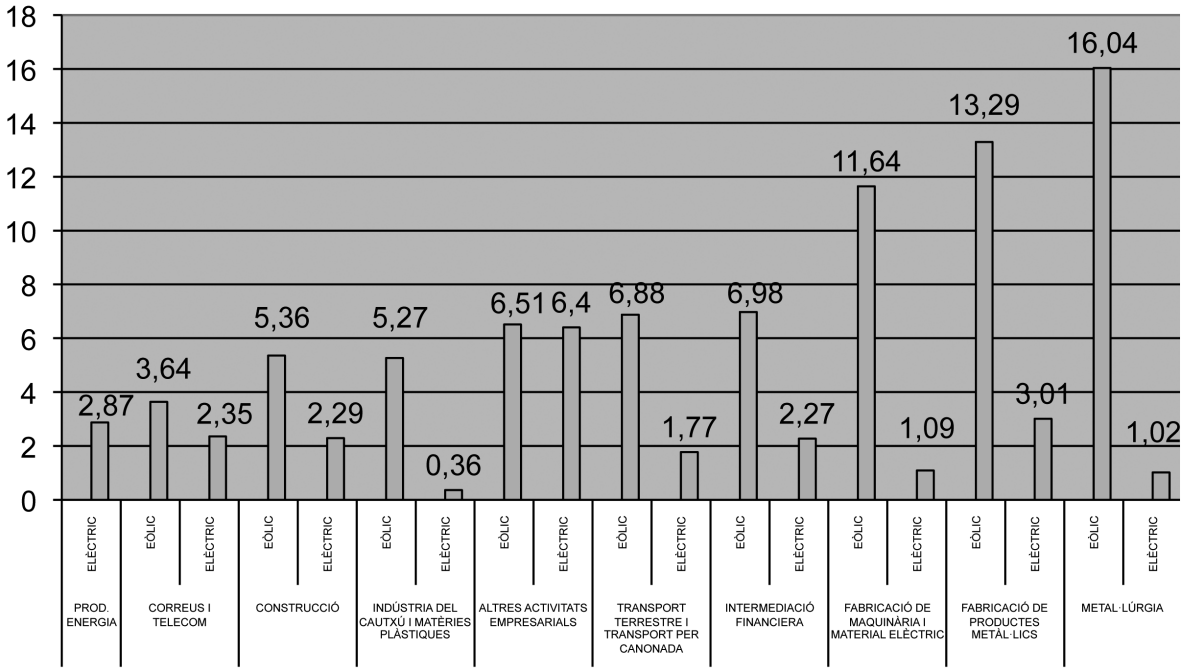
La veritat és que el que s'ha exposat fins ara demostra que el desenvolupament i la inversió en energies renovables no solament repercuteix de manera molt positiva en l'ocupació directa, sinó en molts altres sectors de forma indirecta. A diferència d'altres fonts d'energia, les renovables suposen la utilització de recursos autòctons i, per tant, generen ocupació local. Aquesta realitat ajuda en gran part a fer que les energies renovables contribueixin indirectament al desenvolupament de diversos sectors industrials que enforteixen de manera clara el teixit local. Per confirmar aquest argument, és d'especial interès l'informe de l'Associació Empresarial Eòlica, en el qual s'observa la repercussió de l'energia eòlica en diversos sectors productius en el període comprès entre 2003-2007, l'època de més apogeu a Espanya (vegeu taula 4.1). En el gràfic s'observen les xifres de creixement en la producció d'aquests sectors gràcies al sector eòlic en comparació amb el sector elèctric. A Espanya, segons un informe d'ISTAS, el sector de les renovables generava 188.682 llocs de treball directes i indirectes el 2007, la major part procedent del sector eòlic (37% del total).

5. FORMACIÓ I PERFIL DELS TÈCNICS I PROFESSIONALS

Fins aquí hem analitzat la realitat de l'ocupació en el sector sobre la base de criteris merament quantitatius, però és important valorar-ne igualment la qualitat. Els perfils de contractació mostren un predomini dels contractes indefinits, així com una elevada qualificació professional, amb més d'un 50% del total de les plantilles amb titulacions mitjanes o superiors.

La formació més requerida és la universitària; es demanen principalment enginyers tècnics industrials i enginyers industrials, de les especialitats mecànica o elèctrica; també enginyers de camins o obres públiques i titulats en Enginyeria de Mines. Però es registra, a més, una demanda creixent de treballadors i tècnics amb formació professional i es valoren diversos mòduls i especialitats. Aquests perfils també són molt sol·licitats per les empreses i, en els últims anys, ha existit una forta demanda d'especialistes en supervisió i manteniment d'aerogeneradors, instal·ladors de plaques solars, instal·ladors d'equips de climatització, paletes i constructors especialitzats en cases solars, soldadors i electricistes, entre d'altres. A aquests, cal afegir una demanda creixent de dues noves especialitats a curt termini: tècnics especialistes en l'hidrogen per a pila de combustible i en energia solar per a edificacions civils i aplicacions industrials.

En temps d'atur creixent, la constant renovació i actualització de l'oferta formativa i l'evolució dels perfils demanats pel sector constitueixen una prova important del potencial de les energies renovables com a font generadora d'ocupació i d'oportunitats de desenvolupament professional.



Taula 4.1 Sectors productius en els que repercuteix el sector eòlic. [Font: INE Estudi de l'Associació Empresarial Eòlica: qüestionaris realitzats a empreses del sector]

Per tot el que s'ha exposat, podem pensar que, sobre l'ocupació, el sector de les energies renovables afronta unes perspectives encoratjadores avalades pels punts següents:

- Les renovables conformen un sector empresarial en ple desenvolupament, en condicions òptimes per generar llocs de treball sostenibles i de qualitat en el futur a mitjà i llarg termini.
- En la conjuntura econòmica actual, cal gestionar molt bé les inversions i tractar de prendre part activa en tots els projectes que s'estan definint a escala mundial. Espanya gaudeix en aquests moments d'una posició privilegiada per desenvolupar un paper protagonista.
- L'eliminació de llocs de treball per part de les ocupacions verdes no ha de fer-nos dubtar del saldo positiu obtingut per les renovables en la creació d'ocupacions indirectes.
- La formació constitueix un signe més de la qualitat de l'ocupació en el sector i ha de reafirmar-se com a instrument clau al servei de les empreses i els treballadors.

---

1. Estudi "Energías renovables y generación de empleo en España, presente y futuro", Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS), gener de 2008.

2. European Commission, "Meeting the Targets & Putting Renewables to Work. Overview Report," MITRE—Monitoring & Modelling Initiative on the Targets for Renewable Energy, a www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/policy/external_ documents 040330_MITRE_overview_Meeting_the_targets_and_putting_renewables_to_work.pdf; MITRE project site, http://mitre.energyprojects.net.

3. "Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World", UNEP/ILO/IOE/ITUC, setembre de 2008.

4 i 5 "A Green and Fair Future. For a Just Transition to a Low Carbon Economy". Trade Union Congress (TUC), juny de 2008.

3 CANVI DE PARADIGMA

DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC, ENERGIES RENOVABLES?
Pere Torres

LA DEMANDA ENERGÈTICA
José Enrique Vázquez

SOBRE LA PERCEPCIÓ SOCIAL DE LES ENERGIES RENOVABLES
Anna Garcia

DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC, ENERGIES RENOVABLES?

Pere Torres

És biòleg i ambientòleg. Ha estat Secretari del Consell Interuniversitari de Catalunya, director general de Planificació Ambiental i secretari de Planificació Territorial. Actualment, és consultor en gestió pública, sostenibilitat i territori i conseller tècnic de l'Institut Cerdà. currículum vitae

Des de fa uns pocs anys, es parla tant del canvi climàtic que es fa difícil explicar-ne alguna cosa nova. Tanmateix, aquesta efervescència informativa barreja tantes aportacions i tan variades que, de vegades, allò que convé és tornar a centrar les idees, precisar l'estat de coneixement, recordar les incògnites obertes i insistir en els reptes reals. Vet aquí el propòsit d'aquest article.

L'escalfament del planeta no és una hipòtesi sinó un fet constatat. En aquest punt, no hi ha espai per al dubte. Negar-ho és, senzillament, negar l'evidència. Tampoc no hi ha marge per a qüestionar-ne la responsabilitat humana. Tots els intents científics de trobar altres causes han arribat a la mateixa conclusió: cap altre procés no pot justificar, com a factor principal, l'evolució climàtica dels últims 250 anys. La Revolució Industrial és el punt d'arrencada, en alterar profundament el model econòmic i el model energètic, amb uns efectes potenciats per l'explosió demogràfica que ha octuplicat la població humana en aquest quart de mil·lenni.

Un increment dels consumidors i, paral·lelament, un increment de la demanda de recursos per consumidor, han canviat dràsticament les magnituds del nostre impacte sobre la biosfera. És un efecte general, observable en qualsevol vector que vulguem considerar. A aquest problema de sostenibilitat pel desequilibri entre la demanda i la renovabilitat dels recursos consumits, s'hi ha d'afegir, en el cas de l'energia, la naturalesa del producte majoritàriament utilitzat per a proveir les necessitats: els combustibles fòssils, sobretot els derivats del petroli.

Els combustibles fòssils produeixen energia mitjançant una reacció química que allibera diòxid de carboni (CO_2). Aquesta molècula, en forma gasosa a temperatura ambient, s'escapa cap a l'atmosfera i s'incorpora al cicle del carboni, un dels més complexos perquè, a més de l'atmosfera, afecta la biomassa, els oceans i el sòl, amb múltiples processos d'equilibri dinàmic entre diversos reservoris i diverses formes moleculars. El quid de la qüestió rau, però, en les enormes quantitats que

hi aportem en l'actualitat. Són tan grans que es distorsionen els ritmes d'intercanvi entre els diferents estocs i, conseqüentment, una part creixent d'aquest gas s'acumula a l'atmosfera. Com que la concentració de CO_2 és un factor determinant de la quantitat d'energia solar que queda retinguda a l'atmosfera, sense escapar-se a l'espai, l'increment de CO_2 comporta l'escalfament global.

Les bases del fenomen són, doncs, relativament senzilles d'exposar i fàcils de comprendre. Es poden complicar, és clar, perquè hi ha altres gasos amb aquesta capacitat de retenció de la radiació solar. En els acords internacionals, se n'han reconegut sis. A més del CO_2, tenim el metà i l'òxid nitrós. Tots dos són substàncies presents a la natura, però la intervenció humana n'ha exagerat els fluxos. L'agricultura i la ramaderia tenen, en aquest cas, un rol destacat. La taula 1 mostra la variació d'aquests tres gasos des de la Revolució Industrial. Els altres tres són l'hexafluorur de sofre, els hidrofluorocarbonis i els perfluorocarbonis, tots ells de fabricació humana per a usos industrials.

Arribats a aquest punt, podríem dir que, si l'acció humana és la causa principal del canvi climàtic, l'acció humana hauria de corregir la situació. Tanmateix, sorgeixen d'immediat dues preguntes crítiques. La primera és si cal. La segona, si podem.

Variació de les emissions dels principals gasos d'efecte d'hivernacle

Gas	Concentració preindustrial (1750)	Concentració actual (2007)	Increment
Diòxid de carboni	280 ppm[1]	383 ppm	38%
Metà	700 ppb[2]	1745 ppb	150%
Òxid nitrós	270 ppb	314 ppb	16%

Font: International Panel on Climate Change.

És just preguntar-nos si hi hem de fer alguna cosa. La resposta deprendrà dels efectes que provoqui la modificació del clima. A part dels ja constatats, el pronòstic sobre els futurs es basa en models i estimacions. Aquests models i estimacions són necessàriament especulatius, perquè ni comprenem prou les intricades interrelacions del sistema climàtic ni tenim experiència prèvia –tota la història de la nostra espècie s'ha produït amb unes concentracions de CO_2 per sota dels 280 ppm que hi havia l'any 1750, molt per sota dels 380 ppm actuals.

En qualsevol cas, les conclusions de processos rigorosos de supervisió i debat científics no són gens engrescadores. Els efectes del canvi climàtic poden ser devastadors per a l'economia mundial

i per a l'estil de vida de moltes societats, encara que poden variar molt els impactes locals. Una revisió panoràmica d'aquests efectes pot trobar-se a l'informe del 2007 de l'Observatori del Risc (Curbet *et al.*, 2007) i una incursió específica a Catalunya en un extens informe de l'Institut d'Estudis Catalans (Llebot, 2005). Ara bé, que els efectes previstos només siguin verificables quan es produeixin dóna ales a certs sectors interessats a qüestionar la necessitat o l'abast de la resposta. També ajuda a ajornar algunes decisions clau fins i tot entre els partidaris de reaccionar.

La segona pregunta és si, malgrat estar-hi decidits, tenim possibilitat d'actuar. Fins ara, l'activitat humana és la causa principal. Tanmateix, poden entrar en joc altres factors sense intervenció humana directa. Ho podem il·lustrar amb un exemple: hi ha quantitats ingents de metà confinades al permafrost –la capa de sòl que està a temperatures sota zero. Alguns investigadors consideren que, si el permafrost deixa de ser-ho (perquè l'escalfament global fa que superi aquest llindar tèrmic), el metà s'alliberaria massivament cap a l'atmosfera. No hi podríem fer res, perquè l'emissió no estaria lligada a les fonts que controlem sinó que seria un efecte del mateix canvi climàtic, que podria entrar així en un cercle viciós. Per tant, hi ha un risc evident que la nostra capacitat d'incidència real estigui limitada en el temps i que, com més en deixem passar per a prendre certes decisions, menor serà la seva efectivitat potencial.

L'altre aspecte que es podria presentar en l'interrogant de si podem donar resposta és l'econòmic. Tanmateix, els arguments en aquest terreny foren aclarits per l'Informe Stern, encarregat pel govern britànic, en què es demostrava que l'impacte negatiu sobre el PIB de les mesures contra el canvi climàtic –per estabilitzar la concentració atmosfèrica de CO_2 a 450 ppm– era força menor que l'impacte negatiu dels efectes del canvi climàtic.

En resum, cal fer i, si actuem prou de pressa, podem fer. La següent pregunta lògica és, per tant, què hem de fer? Mirarem d'apuntar algunes pistes a continuació.

Tot i l'existència de diversos gasos d'efecte d'hivernacle, es pot atribuir al CO_2 entre el 70 i el 75% de l'increment tèrmic experimentat. Per tant, podem centrar l'objectiu en aquest gas que deriva de la utilització de combustibles fòssils.

La política més clara seria la inspirada en aquella vella dita: mort el gos, morta la ràbia. Si som capaços de substituir els combustibles fòssils per uns altres que no emetin CO_2, haurem acabat amb la part grossa del problema.

Simplificant, podem dir que la fórmula de producció energètica es basa en la combinació de combustibles fòssils, energia nuclear i energies renovables. Avui hi ha un decantament majoritari cap al primer component. La lluita contra el canvi climàtic s'ha de sostenir en totes aquelles mesures que permetin rebaixar aquest pes fins que deixi de ser insuportable (des del punt de vista d'emissions).

Què poden aportar les energies renovables? Algunes organitzacions han advocat perquè substitueixin completament tant els combustibles fòssils com l'energia nuclear. D'altres han qüestionat que això sigui realment factible. El propòsit d'aquest treball divulgatiu no és avalar una o altra posició –l'autor considera que hi ha massa caps per lligar per arribar a una conclusió definitiva. Ara bé, sí que gosa manifestar l'esperança que, en un futur no gaire llunyà, tinguin un paper central, complementat amb altres fonts, per exemple, el gas natural que, tot i emetre CO_2, té unes característiques ambientals molt més favorables que el petroli o el carbó.

Per què seria desitjable un model energètic sustentat essencialment en les energies renovables? Hi ha moltes raons que ho avalarien. Vet aquí el seu resum:

- La mitigació dels gasos d'efecte d'hivernacle. Moltes energies renovables no emeten –és el cas de l'eòlica, la solar, la mareal... Ho fan la biomassa i els residus orgànics (incloent-hi les dejeccions ramaderes) quan són aprofitats per a fabricar energia. S'admet que tenen un balanç neutre en tant que el CO_2 emès és contrarestat pel CO_2 fixat pels vegetals que es troben a l'origen de la cadena. El principi és vàlid sempre que els fluxos estiguin equilibrats.

- La disminució de la dependència energètica. Aquesta conseqüència pot produir-se en un triple front. D'entrada, es pot rebaixar el neguit i l'oscil·lació de preus provocats per la inestabilitat d'un mercat amb un subministrament no prou garantit. En segon lloc, es pot abandonar l'error de plantejament que suposa dependre excessivament d'una sola font energètica. Finalment, també s'obre el terreny de joc empresarial de manera que esdevé molt més difícil de tendir cap a situacions oligopolístiques.

- L'increment de la sostenibilitat en la gestió dels recursos. Els combustibles fòssils són exhauribles; les energies renovables, per definició, no ho són. La sostenibilitat es basa justament en la capacitat d'obtenir rèdits del medi sense laminar el capital natural. Avançar, doncs, cap a un major pes de les energies renovables és fer-ho cap a un major grau de sostenibilitat. Sembla tautològic i ho és. De totes maneres, cal matisar-ho en el cas dels cultius energètics. Tot i l'exageració mediàtica, és cert que la producció de biocombustibles pot entrar en competència amb la producció d'aliments. No

podem entrar-hi (vegeu Torres, 2008), però convé deixar dit que, segons com s'enfoqui la qüestió, la contribució a la sostenibilitat pot ser negativa.

Una panacea, doncs? Per ara, una panacea virtual, perquè hi ha tota una colla d'impediments que caldria superar. Novament, els haurem de comentar al galop:

- La majoria d'energies renovables han d'incrementar la seva eficiència. En alguns casos, com l'eòlica, els avenços han estat molt considerables però, en general, el camí per recórrer encara és llarg. La innovació tecnològica, amb un impuls públic perseverant, n'és la clau de volta. Un cas ho exemplifica: a la crisi de petroli del 1973 es va començar a estudiar la producció de biocombustibles amb algues marines. Torna a ser una solució esperançadora en l'actualitat. Tanmateix, entremig, la recerca ha trontollat per manca de finançament i d'interès, abduïts com estàvem per la disponibilitat i l'assequibilitat del petroli.

- Les energies eòlica i solar són els puntals més sòlids, però la irregularitat de la seva producció és un inconvenient. Hi ha dues línies de futur no excloents. Tenim la possibilitat d'associar les plantes amb instal·lacions de producció d'altres vectors energètics (com l'hidrogen), de manera que les puntes de producció puguin desviar-se cap aquí i no perdre's si, aleshores, la demanda no és prou elevada. També hi ha l'expectativa de renovar la xarxa de transport i de distribució de l'electricitat per tal que pugui gestionar més fàcilment les aportacions d'aquestes fonts. Així, tant als Estats Units com a la Unió Europea, ja es parla seriosament de la xarxa intel·ligent, que aprofitaria al màxim les potencialitats de les tecnologies de la informació i la comunicació per a optimitzar tant la producció com el consum. També s'està plantejant de substituir o complementar les actuals línies de corrent altern per unes altres de corrent continu, que poden transportar l'energia a distàncies més llunyanes (com més ampli sigui el territori implicat, més possibilitats hi ha de compensar tant la variabilitat interna de l'oferta com la variabilitat interna de la demanda per donar un esquema global més estable). Novament, s'ha de combinar la innovació tecnològica amb l'impuls per part de l'administració pública.

- Les burocràcies administratives solen ser una dificultat notòria per a la implantació de les energies renovables, sobretot al ritme que seria convenient. Potser el problema rau en el fet que, fins fa ben poc, aquesta font energètica es considerava un complement marginal, no essencial. Per això, els queia tot el pes excloent de les normes urbanístiques, energètiques, ambientals, culturals... La percepció ha anat variant –dissortadament, més de pressa fora que dins de Catalunya– i cal confiar que se sim-

plificaran procediments i, sobretot, s'actuarà des de la comprensió de la importància estratègica d'aquesta font.

- La pervivència de l'efecte NIMBY (*Not In My Back Yard –no al pati de casa–*) constitueix un altre entrebanc, en ocasions insuperable. És un NIMBY en estat pur perquè ningú no s'oposa a l'energia eòlica, però sí al projecte de parc eòlic que té més a prop. Aquí s'hi barregen, com sempre, visions molt heterogènies, però és especialment inquietant l'èxit d'alguns arguments molt febles científicament, especialment els referents a l'impacte paisatgístic i al perjudici de la biodiversitat.

- El canvi d'actitud en la planificació del territori i de l'urbanisme també és essencial. Tradicionalment, les previsions de creixements urbans i la seva distribució sobre el territori han donat per segur el proveïment energètic. Ara convé que es tingui present no tan sols la demanda generada sinó, sobretot, la capacitat de dissenyar aquests creixements amb una major eficiència i explorant la possibilitat d'integrar-hi una certa producció energètica *in situ* a partir de fonts renovables.

En definitiva, i en resum, el canvi climàtic és un dels reptes més importants a què ha de fer front la humanitat. I no és tant un repte ambiental com econòmic, perquè allò que està en joc no és el medi natural sinó les bases sobre les quals hem construït l'economia i la prosperitat. La resposta exigeix la profunda transformació del model energètic, que haurà d'anar traspassant el protagonisme a les diverses fonts d'energies renovables. Ara bé, aquesta transició, gens fàcil, reclama que hi hagi un fort impuls a la innovació tecnològica, a la innovació administrativa i a la innovació urbanística, acompanyades d'un esforç ardu per sensibilitzar la societat sobre la importància de donar les respostes correctes i necessàries i de fer-ho a temps.

Referències:

Curbet, Jaume *et al.* (2007)
Observatori del Risc. **Canvi climàtic: som a temps d'aturar-lo?** Institut d'Estudis de la Seguretat, Barcelona.

Llebot, Josep Enric (2005)
Informe sobre l'estat del canvi climàtic a Catalunya. Institut d'Estudis Catalans / Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible, Barcelona.

Torres, Pere (2008)
Food crisis, sustainability crisis.
Catalan International View, 2:78-81.

1. ppm: parts per milió
2. ppb: parts per mil milions

LA DEMANDA ENERGÈTICA

José Enrique Vázquez

President del Grup de Gestors Energètics, soci director de BioQuat. Des de fa 25 anys participa de forma activa en la realització de projectes d'eficiència i estalvi energètic en els sectors industrials, comercials i governamentals, aplicant sistemes avançats de gestió i demanda energètica. També participa en projectes d'aplicació d'energia renovable en el sector industrial. currículum vitae

Segurament, un dels grans reptes del segle XXI serà la capacitat dels estats per mantenir una seguretat del subministrament energètic compatible amb una sostenibilitat ambiental i econòmica.

En els últims cent anys la nostra disponibilitat energètica i el creixement econòmic han estat possibles, en gran mesura, gràcies a l'ús de l'energia fòssil (energia abundant, de fàcil disponibilitat i transport, i barata).

La situació actual, però, demostrada de forma irrefutable pels científics, obliga a una intervenció urgent. Les últimes investigacions han confirmat la realitat del canvi climàtic global i hi ha una clara evidència que les previsions inicials s'estan accelerant. Per primera vegada, estudis econòmics com l'informe Stern[1] ens han avaluat d'una forma detallada l'impacte econòmic i social d'una insuficient acció per mitigar les causes del canvi climàtic. Els efectes de les causes derivades (mortalitat, inundacions, desertització, disminució de reserves d'aigua dolça, entre altres) comportaran entre un 5% i un 20 % del PIB mundial.

Modificar d'una forma activa les causes i mantenir la concentració de gasos d'efecte hivernacle a 450 ppmv (parts per milió de volum), la qual cosa encara és possible, suposaria al voltant del 0,5 % del PIB mundial en el període 2013-2030.

Si mantenim les polítiques i les mesures actuals, el consum d'energia experimentarà a Europa un increment del 26% fins al 2030 i els combustibles fòssils continuaran sent la nostra principal font d'aprovisionament.

El sector energètic és el responsable del 80% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle a Europa. És un impacte molt significatiu malgrat els esforços per millorar l'eficiència energètica en la

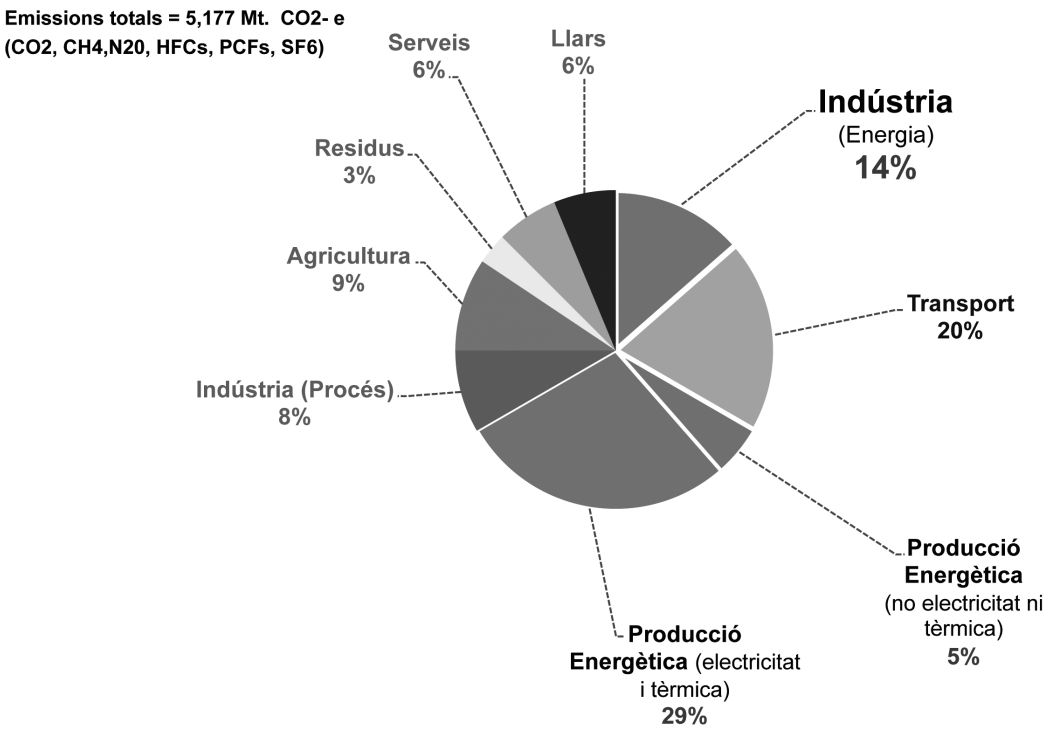
producció d'electricitat i calor, i afegint la participació, modesta, de les fonts d'energies renovables.

La causa principal del problema és clara: la nostra dependència de l'energia fòssil. L'energia fòssil és la primera causa del canvi climàtic.

l'optimització energètica i la gestió tècnica de la demanda (gràfic 1.1).

Els objectius de la UE s'han manifestat d'una forma decidida:

- Millorar l'eficiència energètica en un 20% fins al 2020



Gràfic 1.1 Emissions per sector UE-27 2005
[Font: EEA 2007]

No podem mantenir ni l'actual nivell de demanda energètica, ni el model energètic vinculat a una dependència total de l'energia fòssil.
Hem d'evolucionar cap a un model energètic basat en baixes emissions de carboni, basat en l'increment de fonts energètiques renovables,

- Augmentar el percentatge de les fonts d'energies renovables en un 20% fins al 2020
- Desenvolupar mecanismes de captura i emmagatzemament del carboni

El compliment d'aquests objectius permetria a la UE mantenir un model econòmic competitiu, una seguretat en el subministrament energètic, desenvolupar noves tecnologies energètiques i reduir les

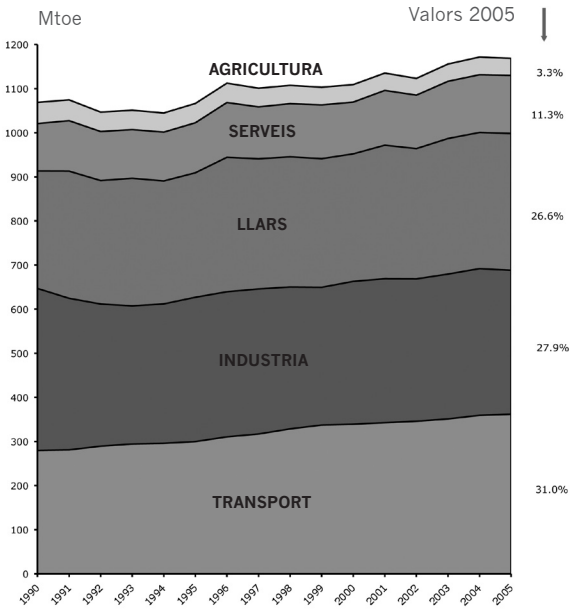
emissions de gasos d'efecte hivernacle. Tal com manifesta d'una forma clara el professor Mariano Marzo, "hem d'abandonar el petroli abans que ell ens abandoni".

És important assenyalar que la situació econòmica global –la qual ha comportat una reducció dràstica mundial en la demanda de petroli d'1 milió de barrils diaris, de manera que el consum s'ha situat entorn dels 85 milions de barrils diaris– és un petit oasi en l'evolució de la demanda i el nivell dels costos energètics. La segura reactivació econòmica global i el nou increment de consum energètic, de forma especial de l'Índia i la Xina, que és preveu que sigui d'un 80% de la demanda energètica mundial, serien, sens dubte, un problema per a la seguretat de l'abastament i un problema ambiental sense precedents.

Davant aquesta situació hi ha elements i senyals que comencen a ser positius. L'oportunitat de millorar l'eficiència energètica en el nostre model de societat és molt elevada. En la gran majoria de sectors econòmics, l'obtenció d'estalvis energètics de més d'un 20%, associats a la producció de fred·calor, en tecnologies eficients d'il·luminació, en la millora de processos productius i en altres actuacions són una realitat.

Actuacions decidides en sectors industrials i comercials han demostrat l'absoluta viabilitat tècnica de les possibilitats de millorar l'eficiència energètica i la seva favorable repercussió econòmica, millorant la competitivitat dels sectors econòmics. Així mateix, l'aplicació de fonts energètiques renovables a la indústria i a la societat ja són una realitat. La producció d'aigua calenta per a processos industrials al sector carni, al de begudes, al farmacèutic, etc. a partir de col·lectors tèrmics solars, l'ús d'energia geotèrmica per climatitzar edificis, la generació fotovoltaica o la utilització de biogàs en centrals de cogeneració ja estan operatives en molts casos. Aquesta realitat avala la maduresa tecnològica d'un sector, demostrada d'una forma clara en l'energia eòlica, amb més de 16.189 MW instal·lats a l'Estat espanyol i amb una participació molt important en la producció elèctrica[2].

Cal compatibilitzar les oportunitats que ens dóna l'optimització energètica utilitzant les millors tecnologies disponibles i una major participació de les fonts energètiques renovables en un nou model de gestió de la demanda, en el qual s'haurà de prioritzar una gestió del consum basada en la modulació de la càrrega respecte a les actuacions basades a atendre la demanda, incrementant la generació i el transport.



Taula 1.2 Consum final d'energia per sectors UE-27, 1990-2005

No hem d'oblidar, però, que la situació energètica actual és originada pel nostre model de desenvolupament, basat en el comportament de la nostra societat. El nostre patró actual de consum energètic és molt diferent de fa 25 o 50 anys. Els avenços tecnològics en tots els àmbits, l'increment de serveis, de la qualitat i quantitat dels aliments i la mobilitat actual han incrementat el nostre consum energètic en un 32% en els últims 15 anys, fet que ha comportat una pressió insostenible per al medi[3] (taula 1.2).

L'inici en el canvi en la demanda energètica s'haurà d'iniciar des de tots els àmbits, començant per modificar el nostre estil de vida. Petits canvis d'hàbits poden aconseguir una reducció espectacular en el consum d'energia de les nostres llars i permetre el canvi cap a una economia baixa en carboni. Parlem d'accions com per exemple:

- Instal·lar energia tèrmica per produir aigua calenta sanitària
- Reduir les nostres necessitats de climatització, millorant l'aïllament de les nostres llars
- Utilitzar enllumenat de baix consum i electrodomèstics eficients
- Apagar els electrodomèstics que no utilitzem (PC, TDT, mòbils...)
- Utilitzar el transport públic, caminant més, desplaçant-nos menys en automòbil
- Consumir productes alimentaris locals i de temporada
- Compensar les nostres emissions de carboni plantant arbres, participant en ONG en projectes de compensació de carboni...
- Comprar energia elèctrica "verda", baixa en carboni, certificada
- Reciclar
- Fer turisme sostenible

Amb elles i totes les que puguem aplicar al nostre entorn professional, promovent i participant en la divulgació i l'exigència de l'eficiència energètica,

com un indicador de qualitat de vida i d'una societat avançada, facilitarem el camí a una economia baixa en carboni. En aquest model és imprescindible una major integració de fonts energètiques renovables al sector industrial i a les ciutats.

La producció de calor-fred a partir d'energia solar tèrmica permet obtenir estalvis energètics superiors al 40%. La demanda energètica la creem nosaltres. És fàcil i només cal un petit esforç per reduir aquesta demanda en un 25% i tindrem com a valor afegit un estalvi econòmic, amortitzable amb mínimes inversions...

Tenim tecnologia energètica suficient per iniciar el camí d'una generació energètica baixa en carboni. Segur que la investigació i el desenvolupament de les fonts energètiques renovables superaran les tecnologies energètiques basades en combustibles fòssils. Per aquest motiu, se n'haurà de potenciar el desenvolupament, facilitar-ne la promoció, potenciar la investigació i, d'una forma decidida, la seva aplicació a la societat. El major consumidor d'energia del món, els Estats Units, podria evitar l'emissió de 1.300 milions de tones de carboni a l'any, utilitzant tecnologies existents, que s'amortitzen directament amb l'estalvi aconseguit[4].

La pregunta final seria: què esperem per alliberar-nos del carboni?

---

1. Informe d'Energia i Medi Ambient 2008. Agència Europea del Medi Ambient

2. Informe març 2009, Red Eléctrica de España

3. Agència Eurpea de Medi Ambient

4. Mc Kinsey *et al.*

SOBRE LA PERCEPCIÓ SOCIAL DE LES ENERGIES RENOVABLES

Anna Garcia

Llicenciada en Sociologia i Doctora en Prevenció i Seguretat Integral per la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Actualment és investigadora del GRISC (Centre de Recerca en Governança del Risc) i coordinadora de la línia de recerca NEGRISC (Negociació del Risc). És també docent a l'Escola de Prevenció i Seguretat Integral de la UAB. Entre algunes de les seves publicacions destaca el llibre *Negociar el Riesgo* i la coordinació de l'obra *La gestión democràtica de los residuos radiactivos*. currículum vitae

En un moment en què l'emergència de les energies renovables constitueix alhora una revolució tecnològica i social en les nostres societats, la reflexió sobre com aquestes són percebudes per la societat esdevé un element clau. La comprensió del fenomen de les energies renovables té per endavant el gran repte de formar part d'un teixit social que, atès el canvi cultural que el seu ús implica, permeti una acceptació social que reconegui les opinions de tots els agents socials implicats en la presa de decisions. Les energies renovables constitueixen, avui, el nou horitzó de la governança del risc.

1. SOBRE LES ENERGIES RENOVABLES

Les energies renovables són aquelles que es produeixen de forma contínua i que, a escala humana, són inesgotables, essent el seu impacte ambiental molt menor i sempre reversible. Davant els efectes devastadors que està originant l'ús dels combustibles fòssils, s'imposa una major eficiència energètica i un increment en la utilització de les anomenades energies renovables, principalment la solar i l'eòlica, i en menor mesura la biomassa (biocombustibles inclosos). No obstant això, el ventall de tecnologies és molt més ampli. A tall d'exemple, tenim la solar termoelèctrica, la minieòlica i la geotèrmica. En aquest sentit, alguns experts assenyalen que la potència d'alguns aerogeneradors de la minieòlica permet en la seva integració en emplaçaments que poden contribuir a l'autogeneració, com la solar fotovoltaica. I que el percentatge d'aprofitament i ús de les energies provinents del mar –ones i marees–, encara avui testimonials, continuen essent les grans desconegudes però amb gran potencial.

Malgrat les esperances que acompanyen les energies renovables, aquestes no queden exemptes de discussió a l'entorn de qüestions que van des de

la seva ubicació, la generació de problemes ecològics particulars d'alguns sistemes d'energia, l'elevat cost del seu l'emmagatzematge o la contaminació d'algunes fonts provinents de l'energia geotèrmica, passant per la dispersió i la diversitat geogràfica dels recursos o tota la problemàtica derivada de la integració en el paisatge, el tan conegut impacte visual. En aquest sentit, les energies renovables comencen a patir els ja evolucionats i sofisticats efectes BANANA (*Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything* –construir res, a qualsevol lloc a prop de res–), un pas més enllà d'aquella primera simple oposició del NIMBY (*Not in my back yard*) –no al pati de casa– a un "no res i de res al pati de ningú".

2. SOBRE LA CONSTRUCCIÓ SOCIAL DEL RISC

Parlar sobre la percepció social en general i de les energies renovables en particular, és parlar també d'un dels factors que roman en la base d'aquelles percepcions: el risc associat a l'ús de les tecnologies emergents. Si bé en el cas que ens ocupa, aquestes percepcions vénen motivades pels efectes positius i negatius que les energies renovables poden tenir, fonamentalment, en el medi ambient, el cert és que part dels efectes BANANA que esmentàvem vénen motivats per una oposició sistemàtica a les diferents infraestructures, basada en els diversos tipus de risc que aquelles poden originar, a saber, riscos econòmics, socials, ambientals, culturals, etc. Sigui com sigui, la naturalesa i les característiques d'aquells riscos potencials roman, encara, en un terreny poc consensuat.

En els darrers anys, un ampli rang de disciplines, motivades tant pels avenços científics i tecnològics com per les necessitats socials, ha centrat els esforços a estudiar les diverses manifestacions del concepte de risc[1]. Aquest fet ha portat a estendre el concepte a un ampli ventall de perspecti-

ves científiques i socials i a generar una pluralitat d'enfocaments teòrics i metodològics. En aquest sentit, no existeix, ni en el camp de les ciències ni en el coneixement públic, una definició consensuada del concepte de risc, sinó que tothom tendeix a parlar de quelcom diferent quan fa referència a aquest concepte. Com a reacció a aquesta fragmentació disciplinària i gràcies al conjunt de factors de caràcter històric que han contribuït al ràpid i profund desenvolupament del concepte de risc en el món acadèmic i de les ciències socials en particular, en els darrers anys l'apropament al concepte de risc ha tendit a configurar una visió holística.

D'acord amb l'aproximació sociològica desenvolupada a partir dels anys 70, el risc, lluny de basar-se en una concepció veritable i objectiva, passarà a esdevenir un nou clima d'idees, de sentiments i de normes en què les categories per descriure el món als altres es trobaran socialment negociades[2]. En aquest sentit, "podrà constituir un dany o un perill objectiu però, al mateix temps, es trobarà inevitablement definit a través de processos socials i culturals dels quals no pot ésser independent"[3]. No allunyat de crítiques, des d'aquesta perspectiva, l'anàlisi del risc es trobarà subjecte a un procés de configuració de la manera com els actors interpreten i configuren el món que els envolta que, en darrer terme, permetrà examinar de manera crítica els processos de construcció dels problemes. En aquest context, l'anàlisi de les reivindicacions o dels conflictes socials es vincula a entendre la percepció social dels fenòmens, una percepció que, de vegades, s'allunya d'un risc real i objectiu[4].

És evident, per tant, que en els darrers anys un conjunt d'actors ha emfatitzat la rellevància de les nocions subjectives del risc per damunt de les aproximacions de caràcter objectiu[5]. En aquest sentit, l'estudi del risc ha estat acompanyat d'un canvi cultural materialitzat en la consolidació d'una noció diferent de les relacions entre la societat i la natura[6]. Així mateix, ha començat també, d'una banda, a coordinar les activitats d'actors socials i d'agents col·lectius amb interpretacions conflictives i antagòniques del risc.

Prenent com a punt de partida aquest enfocament, alguns autors han fet èmfasi en una idea clau: el context en què el risc es percep i s'entén exerceix una forta influència en la forma com les persones es comporten en relació amb aquest. D'una banda, per als psicòlegs de caràcter economicista, els aspectes de caràcter cognitiu relatius al context tenen una certa significació; de l'altra, per als psicòlegs socials, els sociòlegs o els antropòlegs socials, l'aproximació al risc es troba subjecta a processos actius de definició per part dels individus, dels grups socials i de les institucions. Per tant, i tal com es deriva d'aquestes aproximacions, els riscos no s'originen a partir d'eleccions abstractes independents dels processos d'aprehensió dels actors humans. Ans al contrari, el context hi té un paper central.

El concepte de risc, doncs, s'ha erigit com a característica central de les formes d'organització social i productiva actuals. Més encara, ha esdevingut un principi d'ordenació dominant que estructura i condiciona les relacions socials i institucionals. Des d'aquesta perspectiva, podem gosar afirmar que la naturalesa que defineix les societats contemporànies es pot explicar per raó dels riscos que s'hi experimenten o es perceben. La centralitat que prenen els riscos en determinades construccions socials actuals explica també les modificacions en el canvi de formes de gestió i govern. Una part dels nous riscos que s'experimenten o es perceben actualment a les societats contemporà-

nies –com és el cas de les energies renovables– té a veure amb els ràpids avenços i desenvolupaments en l'esfera de les tecnologies emergents.

D'aquesta manera, i a tall de conclusió, les transformacions operades en les nostres societats ens porten a parlar d'eines o estratègies per tal de governar, socialment, les diferents visions (percepcions, si es vol) dels riscos associats a les tecnologies emergents. Parlem també del pas de les clàssiques formes de govern a aquelles que ens aporta el concepte de govern en xarxa. Així és una nova o una altra resposta a la societat de risc que fomenti la integració disciplinària de les diferents visions que donen forma a aspectes heterogenis de la realitat, tot i respectant els principis de la transparència, la participació i la informació. El risc, entès com a constructe social i no com a realitat objectiva i cosificada, ha de ser gestionat des d'una perspectiva plural i negociada, entenent el concepte de governança no tan sols des de la seva vessant descriptiva sinó també normativa, des d'aquella vessant que explicita noves maneres de governar la realitat social. Les energies renovables no poden quedar exemptes d'aquests processos de governança ni al marge de les consideracions sobre les percepcions socials existents a l'entorn dels seus riscos potencials. El factor de la construcció de l'acceptabilitat social esdevé, en resum, un element clau.

3. SOBRE L'ACCEPTACIÓ SOCIAL DE LES ENERGIES RENOVABLES

La percepció del risc en el cas de les energies renovables és indissociable de la seva acceptació social. Aquest concepte, igual que succeeix amb el concepte de risc, no té una definició clara. Seguint la proposta d'alguns autors[7], l'acceptació social es pot entendre a partir de les tres dimensions que la conformen: la sociopolítica, la comunitària i la de mercat. Aquestes, alhora, essent interdependents, es vinculen amb els diferents tipus de risc potencials anteriorment esmentats.

En l'acceptació sociopolítica, tant les polítiques com les tecnologies poden estar subjectes (o no) a l'aprovació social. En aquest sentit, molts indicadors demostren que, fins i tot en els casos on els governs no donen un suport explícit a les energies renovables, la majoria de la gent tendeix a donar-hi suport[8]. No obstant això, alguns dels obstacles per a l'èxit en la implementació d'aquests projectes se centren en la manca de consentiment social. A escala general, a més de l'acceptació sociopolítica, també preocupa l'acceptació dels principals agents socials implicats i la dels gestors públics.

Aquestes polítiques d'aprovació sociopolítica requereixen, doncs, la institucionalització de marcs que, de manera efectiva, promoguin i incrementin les altres dues dimensions: l'acceptació comunitària i la de mercat, mitjançant, per exemple, l'establiment de sistemes fiables de finançament que creïn opcions per a nous inversors i sistemes de planificació espacial que estimulin la presa de decisions participativa.

En segon lloc, la comunitària es refereix a l'acceptació específica de les decisions sobre l'emplaçament i dels projectes sobre energies renovables pels agents socials implicats locals, particularment els residents i les autoritats locals. Aquest és el camp on se centra el debat a l'entorn dels ja esmentats i discutits NIMBY i/o BANANA desplegats: com més a prop, menys suport. Tot i així, hi ha qui planteja l'evidència d'un efecte totalment oposat, i és que l'oposició decreix en proporció al grau de ser directament afectat per un projecte específic: com més a prop, més suport. En aquest sentit, una de les característiques

de l'acceptació comunitària és la seva dimensió temporal.

Confirmant això i segons un estudi realitzat per Wolsink[9], el model típic de conformitat local, abans, durant i després d'un projecte, segueix una corba en forma d'U, que va des de la major acceptació fins a una menor durant la fase d'emplaçament i torna enrere a un nivell elevat d'acceptació una vegada el projecte està en marxa i executat. No obstant això, existeixen altres factors que influeixen en aquella: la justícia distributiva (com es distribueixen els costos i els beneficis?), els procediments legals (hi ha un procés just de presa de decisions que doni a tots els agents socials implicats l'oportunitat de participar?). Per últim, cal destacar també el paper de la informació i de les intencions dels inversors de fora d'una comunitat i amb interessos econòmics.

Finalment, trobem l'acceptació del mercat o, millor, el procés d'adopció d'una innovació per part del mercat. L'emergència del màrqueting de l'energia verda, on els ciutadans tenen l'oportunitat de disposar del subministrament d'energies renovables sense haver-hi d'estar implicats –essent-ne veïns, per exemple– en la generació física d'aquestes, permet aïllar el fenomen de l'acceptació del mercat respecte de l'aquiescència o el rebuig social: això, finalment, pot reduir els obstacles a l'expansió d'aquestes energies. D'altra banda, si els consumidors demanen grans quantitats d'energia verda, hauran d'existir emplaçaments capaços de satisfer-la. Així, el rebuig o el reconeixement de l'energia verda no tindria relació directa amb la ubicació de les instal·lacions que la produeixen. En un altre sentit, també, la separació entre el subministrament i la demanda podria incrementar el problema del consentiment social quan una demanda important no anés acompanyada del suport social de les instal·lacions productores necessàries per atendre-la. En altres paraules: en l'acceptació del mercat és probablement més determinant el paper dels inversors que no pas el dels consumidors.

Un dels temes fonamentals en l'aplicació de les tecnologies d'energies renovables és que la majoria es troben a una escala relativament petita, si bé les decisions a propòsit del seu emplaçament i de la seva inversió encara afecten una multitud d'agents socials implicats. Així, per a tots els actors implicats en el procés de presa de decisions, la qüestió que està en joc és l'acceptabilitat. Ara bé, aquest fenomen es complica quan aquells actors no són només els residents de l'entorn i les

organitzacions de la societat civil organitzada, sinó també els inversors de fora, grans companyies d'energia i altes jerarquies polítiques. Les característiques socials de l'aplicació de les tecnologies emergents esdevenen aleshores crucials.

En general, podríem afirmar que hi ha dos grans factors que són clarament decisius per al desenvolupament de les energies renovables: d'una banda, el marc de condicions com ara els incentius econòmics i les regulacions; de l'altra, els trets de l'economia local, el territori, els actors locals i els processos concrets de planificació en el lloc. Per tant, l'acceptació local està influïda tant per les regles de planificació com pels factors locals. En general, la magnitud dels projectes d'energies renovables i el domini significatiu de les qualitats del paisatge de l'emplaçament requereixen processos de decisió que reconeguin la importància dels factors locals mitjançant l'adopció d'una aproximació preventiva que reconegui la participació com un factor clau per a la seva governança.

1. Tal com afirma Ortwin Renn, un dels principals autors que ha estudiat i desenvolupat el concepte de risc des de les ciències socials.

2. Berger, P.; Luckmann, T. (1996) [1966]: "La construcció social de la realitat", Barcelona: Herder.

3. Lupton, D. (1999): "Risk", Londres: Routledge. P. 95.

4. Burgess, A. (2004): "Cellular phones, public fears and a culture of precaution", Cambridge: Cambridge University Press.

5. Strydom, P. (2002): "Risk, environment and society", Buckingham: Open University Press. Taylor-Gooby, P. (2002): "Editorial: Varieties of risk". Health, Risk & Society, 4 (2): 109-111.

6. Beck, U. (1992) [1986]: "Risk society: Towards a new modernity", Londres: Sage.

7. Wüstenhagen et al. (2007): "Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept", Energy Policy, 35, p. 2683-2691.

8. Eurobarometer (2003): "Energy: issues, options and technologies, science and society" a report produced by The European Opinion Research Group (EORG) for the Directorate-General for Research, Luxemburg.

9. Wolsink, M., (2007): "Planning of renewables schemes. Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations, of the Institute of British Geographers 31, p. 85-91.