

Tecnodebats

Energies renovables

Tecnologia i compromís



Imprès en paper ecològic



- 08 L'anàlisi** L'energia fotovoltaica en les ciutats sostenibles
- 14 Les imatges** Planeta en moviment
- 20 Reportatge** Les opcions inescotables
- 36 El projecte** Microturbina de biogàs a un abocador
- 45 L'opinió** El desenvolupament de les ER a l'Estat

28

L'ENTREVISTA
Joan Ramon
Morante



INSPECCIONS DE BAIXA TENSIÓ

**SERVEI GARANTIT:
SI NO COMPLIM,
LI RETORNEM
ELS DINERS**



EL NOSTRE SERVEI INCLOU

- INSPECCIONS DE BAIXA TENSIÓ EN 2 DIES
- RECOLLIDA GRATUÏTA DE LA DOCUMENTACIÓ
- ENVIAMENT GRATUÏT DE LA DOCUMENTACIÓ TRAMITADA
- OPCIÓ DE CONTRACTACIÓ TELEMÀTICA
- NO CAL CONTRACTE DE L'INSTAL·LADOR AMB SGS
- PREUS COMPETITIUS

Empresa autoritzada per la Generalitat de Catalunya des del 17 de maig del 2005

El Grup SGS és líder mundial en inspecció, assaigs i certificació. Estem presents a més de 120 països i som més de 53.300 professionals. A Espanya tenim delegacions a totes les comunitats autònomes i som més de 3.600 professionals, dels quals més de 500 a Catalunya.

SGS

C/ Llull, 95-97, 6a planta. 08005 Barcelona. Tel.: 93 320 36 55 - Fax: 93 320 36 46

A/e: es.barcelona.ir@sgs.com

C/ Salt, 19. 17005 Girona. Tel.: 972 40 51 84 - Fax: 972 23 89 99

Polígon industrial Riu-Clar. C/ Oro, parcel·la 203, planta baixa. 43006 Tarragona

Tel.: 977 55 40 84 - Fax: 977 54 04 70

C/ Blondel 54, 1^a 2^a. 25002 Lleida. Tel.: 973 10 03 83

www.sgs.es

WHEN YOU NEED TO BE SURE

SGS

Sumari

5 EDITORIAL Com a tècnics compromesos, els enginyers hem de tenir molt en compte el sector de les ER i saber aprofitar els vents que bufen a favor d'unes tecnologies que, a més de generar riquesa, contribueixen a preservar el planeta.



8

L'ANÀLISI La incorporació de la sostenibilitat en el disseny urbà és una oportunitat per mitigar el canvi climàtic. Les ciutats consumeixen quantitats ingents d'energia. Un equip d'investigadors de Sostenipra, vinculats a la Universitat Autònoma de Barcelona, analitza les enormes possibilitats de l'energia solar en l'entorn urbà. **PER JOAN RIERADEVALL**

LES IMATGES Les fonts d'energia renovable estan vinculades al funcionament del planeta, la radiació solar, el vent, el cicle de l'aigua, el creixement dels vegetals, les mareas i la calor emmagatzemada al subsòl. Tecnologies que evolucionen a partir del Sol i de la Terra.

EL REPORTATGE En *Les opcions inesgotables* es proposa un recorregut per les diverses fonts d'energia renovable, analitzant la implantació a Catalunya, els punts forts de cada tecnologia i les tendències de futur, sense obviar les mancances. **PER ALBERT PUNSOLA**



28

L'ENTREVISTA De tots els agents que fan avançar les energies renovables, potser el paper dels investigadors és un dels més desconeguts. Joan Ramon Morante, cap de l'Àrea de Materials Avançats de l'IREC, explica cap a on va la recerca. **PER MIQUEL DARNÉS**



36

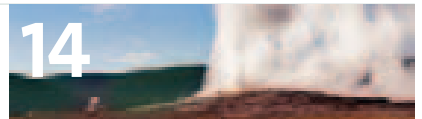
EL PROJECTE La instal·lació en un abocador de residus sòlids urbans d'una microturbina de biogàs per produir electricitat és un exemple de com un projecte d'enginyeria pot contribuir a la sostenibilitat. L'autor del projecte en descobreix els detalls. **PER DANIEL AYALA**

L'OPINIÓ Set veus contrastades valoren el desenvolupament de les energies renovables a l'Estat. Encarna Baras, Andreu Martínez, Pep Puig, Josep González, Santi Parès i els tècnics Rafael Durbán i Moisès Morató han acceptat el repte de pronosticar l'energia del futur.

LLIBRES I WEBS Una selecció de pàgines web i de llibres sobre les energies renovables per als qui vulguin saber-ne més. El CETIB acaba de publicar un monogràfic on diferents professionals analitzen les repercussions de la revolució energètica. **PER JUDITH JOSA**

54

VERSIÓN CASTELLANA Los principales artículos de la revista, traducidos al español.



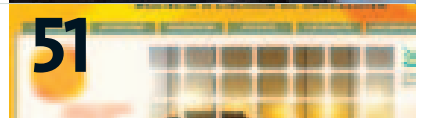
14



20



45



51

Tecnodebats no s'identifica necessàriament amb l'opinió que expressen els articles signats

Td 4



Tecnodebats 4 • 2009 • Publicació anual

Direcció editorial: Miquel Darnés **Consell editorial:** Jordi Català, Miquel Darnés, Agustí Morera, Manel Gastó, Montse Grau, Santiago Montaner, Joan Ribó **Realització editorial:** Ara Llibres, s.c.c.l. **Coordinació editorial:** Toni Quero i Judith Josa **Publicitat:** GECAP, SL **Disseny:** Estudi Freixes, Ed & Eli Pla **Portada:** Shutterstock **Correcció:** Eva Rodríguez i Laura Llahí **Traducció castellà:** Bet Nonell **Impressió:** Gramagraf, s.c.c.l. **Edita:** Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona | Consell de Cent, 365, 08009 Barcelona | Tel. 934 96 14 20 | cetib@cetib.cat **Dipòsit legal:** B-43405-2006 **ISSN:** 1886-9165



[AGENDA 2010]



Con Gas Natural poner en marcha su proyecto es más fácil.

Le ayudamos a diseñar las instalaciones energéticas de sus nuevas construcciones.

En Gas Natural, además de garantizar un servicio rápido y fiable de puesta en gas de las viviendas, proporcionamos asesoramiento y asistencia técnica sobre la elección de la dotación energética de sus nuevas construcciones. Participamos activamente en el proceso de diseño, montaje y puesta en marcha de las redes e instalaciones de gas natural y, a través de nuestro servicio gnSolar, también nos ocupamos de las instalaciones solares. Eso sí, que las líneas salgan rectas depende sólo de usted.

Para más información llámenos al 902 212 211 o entre en www.gasnatural.es





SHUTTERSTOCK

La força de les renovables

El Tecnodebats que teniu a les mans forma part del pla d'actuacions proposades pel CETIB en l'any dedicat a les energies renovables (ER). Durant el 2009 el Col·legi ha fet un esforç per situar-se com a institució en un sector que des de l'inici ha aixecat grans expectatives, que no sempre s'han acomplert. Amb tot, les ER són i seran un dels cavalls de batalla que, com a tècnics compromesos amb la sostenibilitat, hem de tenir molt en compte. Per aquest motiu, enguany hem posat especial interès a intensificar la presència de cursos, conferències, articles i manuals tècnics al voltant d'aquest tema, a fi d'omplir-lo de contingut. Cal dir també que, a part dels recursos del Col·legi, hi han participat nou empreses patrocinadores que han contribuït que l'any de les ER fos una realitat. Una realitat que respon a la importància que té un sector energètic que actualment representa el 10 % de la producció del sistema elèctric espanyol. Un percentatge que, si bé pot assolir el 20 % fixat per la UE per al 2020, encara queda força lluny de l'horitzó al qual es pot arribar, si es consideren el potencial climàtic, geogràfic i tecnològic de l'Estat.

Però per superar aquest repte no només calen sol, vent, terrenys i tècnics, sinó que també fa falta una clara voluntat dels poders polítics i financers, tant en l'àmbit estatal com internacional, perquè es puguin tirar endavant projectes viables i rendibles. Sense anar més lluny, aquest desembre se celebrarà a Copenhagen la conferència de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, que té

El Col·legi dedica l'any a un sector que crea riquesa, ocupació i contribueix a anar contra el canvi climàtic





com a objectiu establir un nou acord global que substitueixi el protocol de Kyoto, que expira el 2012. D'altra banda, el govern de Zapatero va anunciar a final d'estiu que inclourà 20.000 milions d'euros en la nova Llei d'economia sostenible per a projectes d'innovació, tecnologia, energies renovables i estalvi energètic, que es finançaran a través de l'Institut de Crèdit Oficial (ICO). Pel que fa a Catalunya, la Generalitat ha endegat el Pla de l'Energia 2006-2015, que planteja uns objectius en l'àmbit de les ER força ambiciosos, ja que si s'acompleixen es multiplicarà per quatre el consum d'energies renovables. Tres exemples, doncs, que han de servir per impulsar el sector de les renovables. Tot i així, hi ha alguns aspectes que caldria millorar, com ara els canvis legislatius que afecten l'energia fotovoltaica, que desconcerten els inversors, o els problemes derivats de l'impacte paisatgístic dels parcs eòlics, sobretot a Catalunya, on la implantació d'aquests parcs és de les més baixes de la Península. Cal dir que el govern català va aprovar el setembre passat un nou decret per facilitar-ne la instal·lació.

Pel que fa a la creació d'ocupació, sabem que l'any passat només l'energia eòlica va proporcionar al voltant de 104.000 llocs de treball a la Unió Europea, segons un estudi de l'Associació Europea de l'Energia Eòlica. També les altres ER són generadores d'ocupació i, com és lògic, els professionals de l'enginyeria hi participem en els àmbits de la producció d'equipaments, dels projectes d'instal·lacions i del manteniment, entre d'altres. Així doncs, cal que els enginyers tècnics industrials sapiguem aprofitar els vents —mai més ben dit— que bufen a favor de les ER i comprometre'ns amb un sector que, a més de crear riquesa i ocupació, també contribueix a la preservació del planeta i a tenir menys dependència energètica. De ben segur que les generacions futures sabran apreciar aquest esforç per aconseguir un món més habitable i sostenible.

En aquest número podreu trobar una anàlisi sobre les enormes possibilitats que tenen les ciutats per captar energia solar, a càrrec de l'equip del professor de la UAB Joan Rieradevall; un extens reportatge sobre la diversitat de les ER, a càrrec del periodista especialitzat en medi ambient Albert Punsola; una entrevista a Joan Ramon Morante, investigador de l'Institut de Recerca en Energia de Catalunya, i un projecte d'una microturbina a biogàs a l'abocador de Coll Cardús, a càrrec del col·legiat Daniel Ayala, entre altres temes. **TD**

**Els enginyers
tècnics
industrials hem
de saber
aprofitar els
vents que bufen
a favor de les ER**

EL SEU MILLOR ALIAT ENERGÈTIC

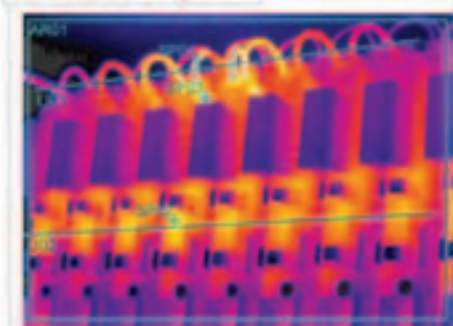
Estudios y Proyectos Grau

té una trajectòria de **més de 20 anys en solucions energètiques.**

Els anys d'experiència del nostre equip humà avalen la rigorositat dels nostres projectes, així com l'ús de les tècniques de simulació més avançades.

- Disseny integral de sistemes
- Anàlisi dinàmica de xarxes elèctriques
- Termografies Infraroges
- Auditories d'eficiència energètica
- Simulació energètica d'edificis (líder - calener)
- Instal·lacions elèctriques BT / AT
- Automatització i Control de Sistemes
- Monitorització d'instal·lacions
- Explotació i gestió del manteniment

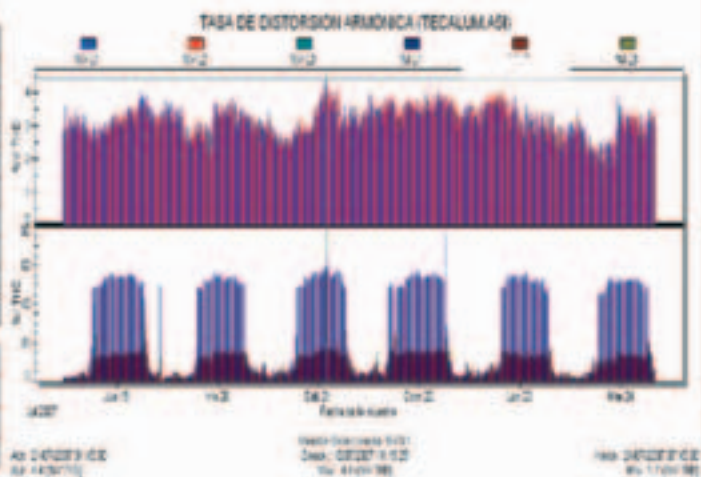
Anàlisi del Termograma



Termograma	Valor
Hora inspecció	
Nombre	H0508-13.jpg
Etiqueta	Valor
SP 01	56,5°C
SP 02	51,5°C
SP 03	57,5°C
LI 01 Max.	59,7°C
LI 02 Max.	52,7°C
ARD1 Max.	60,9°C



Parametros	Valor
Emissividad	0.80
Distancia	1.0 m
T. Ambiente	14.0°C



Optimitzem el seu consum i els **processos energètics** de la seva indústria
 Oferim el millor **Servei Energètic** que s'adapti al seu negoci
Assessorament en la contractació

Estalviï energia i guanyi en competitivitat!

EFENER e³

PATROCINADOR



EPG
 Estudios y
 Proyectos Grau, S.L.

Travessera de Gràcia 58, entl. 3^a
 08006 Barcelona
 Tel. 93 201 65 62
 Fax 93 201 80 27

eypgrau@eypgrau.com
www.eypgrau.com

L'energia fotovoltaica en les ciutats sostenibles

La incorporació de l'ecologia en el disseny urbà es perfila com una gran oportunitat per mitigar el canvi climàtic. Innovar en l'aplicació de les energies renovables a la ciutat pot ser un factor clau.

PER JOAN RIERADEVALL AMB LA COL·LABORACIÓ DE JORDI OLIVER-SOLÀ, RAUL GARCIA I XAVIER GABARRELL | FOTOGRAFIES I IL·LUSTRACIONS DE SHUTTERSTOCK I SOSTENIPRA

El protocol de Kyoto, signat per 160 països, compromet a reduir com a mínim un 5 % els gasos d'efecte hivernacle (GEH) respecte als nivells de 1990 (UNFCCC, 2006). De forma addicional a aquesta preocupació global, les polítiques nacionals cada vegada es complementen més amb accions a escala de ciutat per mitigar el canvi climàtic (Ramaswami et al., 2008).

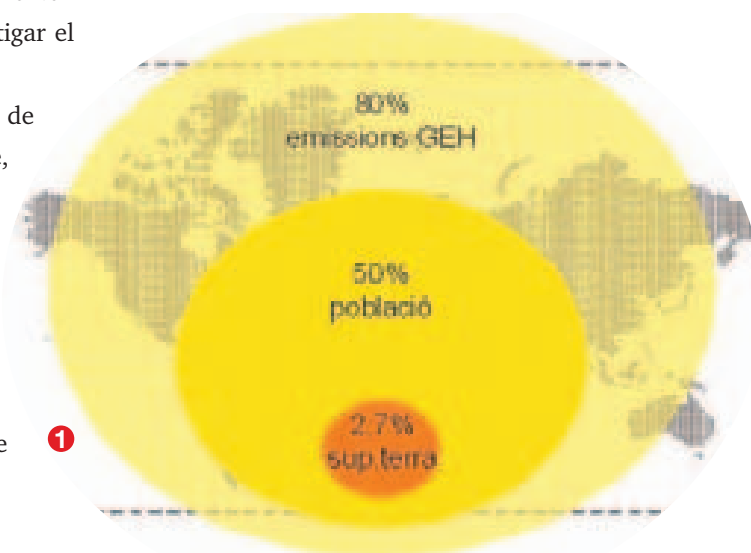
En aquest sentit, el febrer de 2009 més de 350 ciutats d'Europa es van comprometre, en signar el Pacte d'Alcaldes i Alcaldesses, a anar més enllà de l'objectiu d'energia de la UE d'haver reduït un 20 % les emissions de CO₂ l'any 2020. Amb aquesta iniciativa de la Comissió Europea en col·laboració amb el Comitè de les Regions, els representants de més de

60 milions de ciutadans treballen junts per aconseguir l'objectiu comú de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i utilitzar l'energia de forma més sensata.

Les antigues ciutats estan creixent arreu, i n'estan sorgint de noves. Tot i representar només el 2,7 % de la superfície mundial (UN, 2007), les ciutats del món són responsables, directament i indirecta, del 75 % del consum mundial d'energia, i del 80 % de les emissions de GEH (Ash et al., 2008) (vegeu la figura 1).

En aquest sentit, Marshall (2008) ens fa notar que encara que molta atenció per a mitigar el canvi climàtic s'ha centrat en els combustibles alternatius, el consum d'energia en els vehicles i la generació d'electricitat, la millora del disseny

Malgrat que les ciutats del món ocupen només el 2,7 % de la superfície de la Terra, consumeixen el 75 % de l'energia mundial.





urbà representa una oportunitat important que encara no és prou valorada. Tanmateix, el medi urbà és responsable d'enormes quantitats de contaminació i la generació de residus (Hendrickson i Horvath, 2000) en milions d'emplaçaments d'arreu del món.

CIUTATS I SOSTENIBILITAT

Per aquest motiu les ciutats són una pedra angular en l'aplicació d'estratègies per reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle, i s'estableix una unió intrínseca entre els conceptes de "ciutat i sostenibilitat". De fet, és en les ciutats on el concepte de la sostenibilitat es juga, a llarg termini, l'èxit o el fracàs (Harper i Graedel, 2004) i, al mateix temps, on hi ha més espai per al canvi i la millora.

Molta investigació sobre el disseny urbà s'ha centrat en la necessitat d'un disseny més sostenible a escala de la ciutat, però com Engel-Yan et al. (2005) suggereixen, recentment, part d'aquesta atenció s'ha desplaçat cap al disseny dels barris sostenibles. La incorporació dels principis de sostenibilitat en el disseny de barris és important perquè molts dels problemes que

trobem a la macroescala de la ciutat són, de fet, conseqüències acumulatives de la mala planificació a escala de barri.

Hi ha moltes eines ja desenvolupades per guiar el procés de disseny ecològic en quant al producte i al procés. No obstant això, quan es treballa amb sistemes complexos com les ciutats, és oportú usar les que fan una quantificació objectiva de la sostenibilitat i ens ajuden a guiar els processos de planejament urbà, com ara l'anàlisi de cicle de vida (ACV).

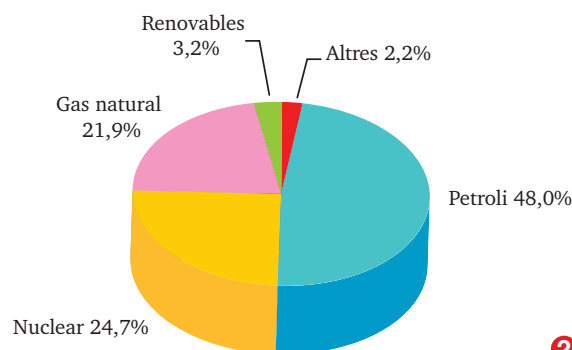
Així mateix, hi ha diversos vectors que requereixen atenció, com els materials, l'aigua, els residus, la mobilitat i l'energia. A continuació es fa una breu incursió en el camp energètic.

INCURSIÓ EN EL CAMP ENERGÈTIC

Catalunya presenta una dependència dels combustibles d'origen fòssil (bàsicament petroli i gas natural) de fins al 75 %, fet que comporta importants emissions de CO₂, i una absoluta dependència de fonts energètiques que provenen de l'exterior (el 96 % de l'energia primària), segons dades del Consell Assessor pel Desenvolupament Sostenible (CADS, 2009); a

Un barri net? El disseny de Vauban, al sud de Friburg (Alemanya), respon als principis de la sostenibilitat.

Estructura del consum d'energia primària l'any 2003 a Catalunya. (Pla de l'Energia 2006-2015).



La U urbana.

L'energia fotovoltaica pot aplicar-se dins de la ciutat tant en l'espai públic com en el privat.

més, la dependència d'energia d'origen nuclear suposa més d'un 24 %, i s'ha mantingut constant al llarg dels anys (vegeu la figura 2).

ENERGIES RENOVABLES

La vinculació entre creixement econòmic i consum d'energia és clara, tal com es mostra al cas de Catalunya, on el consum d'energia primària va augmentar un 60 % en un període de 15 anys: entre els anys 1990 i 2005 va augmentar d'uns 17.000 ktep als 27.000 ktep, segons dades de l'Associació Espanyola d'Accionistes Minoritaris d'Empreses Cotitzades.

Per cobrir una futura davallada de les fonts energètiques actuals cal potenciar l'ús de les energies renovables, que a Catalunya presenten aproximadament un 3 % del conjunt de l'ús d'energia primària. Sobre aquest percentatge, les fonts energètiques renovables principals són d'origen hidroelèctric, de la incineració de residus i la biomassa (biogàs, biomassa llenyosa i biocombustibles); a Catalunya l'energia eòlica representa menys del 2 % de les energies renovables, mentre que l'energia fotovoltaica no arriba a l'1 %.

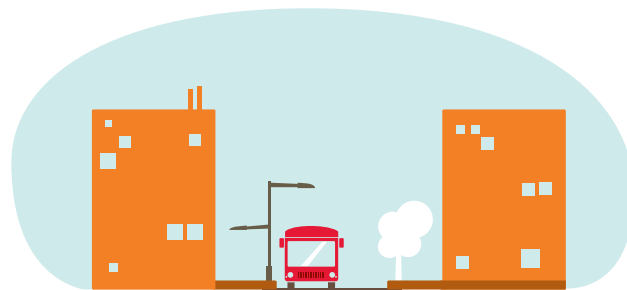
La producció d'energia elèctrica mitjançant l'efecte fotovoltaic representa indubtables avantatges energètics, industrials, mediambientals, socials, etc. A més, la implantació de l'energia solar fotovoltaica contribueix al desenvolupament tecnològic i a la consecució dels objectius de la UE per al 2020. Actualment, es

donen unes condicions que afavoreixen el creixement de la utilització de l'energia fotovoltaica connectada a la xarxa com ara un marc legislatiu adequat, unes tarifes que afavoreixen l'amortització, les possibilitats de finançament de les instal·lacions, les ajudes de l'administració i incentius fiscals.

L'energia solar fotovoltaica, com a font renovable, presenta una fórmula energètica més sostenible que qualsevol de les fonts energètiques convencionals, ja que es disposa de recursos inesgotables a escala humana per cobrir les necessitats energètiques. Es tracta d'una font energètica aplicable arreu, fet que possibilita l'aplicació en l'àmbit local tot minimitzant la creació d'infraestructures per a la distribució energètica des dels punts de producció als de consum. A més, dins de les ciutats podem ubicar-les tant en l'espai privat com en l'espai públic (vegeu la figura 3).

L'impacte ambiental principal d'un mòdul fotovoltaic es produeix en l'obtenció de les matèries primeres ja que, tot i que el component principal de les cèl·lules fotovoltaïques és el silici, el consum energètic per transformar la matèria primera (sorra) en silici de grau solar és destacable. A la fase d'ús del panell, les càrregues ambientals són mínimes i associades al manteniment, mentre que la gestió final es resol mitjançant els canals de reciclatge i/o reutilització. En el cas d'instal·lacions autònomes, és a dir, no connectades a la xarxa, l'impacte ambiental

EDGAR RAMÍREZ



associat a la bateria és també molt important. L'efecte visual sobre el paisatge és el principal impacte d'una instal·lació fotovoltaica, que és susceptible de minimitzar-se mitjançant una correcta integració sobre els edificis (o paisatge). Sobre el medi físic i biòtic no es produeixen afectacions destacables com tampoc sobre la qualitat de l'aire, del sòl, flora o fauna.

El component principal d'una instal·lació fotovoltaica és el generador. El generador o camp fotovoltaic és el resultat de la connexió d'un determinat nombre de mòduls fotovoltaics. Aquests, alhora, es componen d'un conjunt de cèl·lules fotovoltaiques connectades entre si, i protegides dels agents externs. La matèria primera d'aquestes cèl·lules és el silici, tant per a la tecnologia de panells monocristal·lins com per als policristal·lins. Les eficiències comercials arriben a valors al voltant del 20 % en el cas dels panells monocristal·lins, i són una mica més baixes en el cas dels policristal·lins.

LES INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES

Les instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa estan formades per un generador fotovoltaic i un sistema de condicionament de potència, l'inversor, encarregat de transformar l'energia de corrent continu a corrent altern, amb les característiques de la xarxa de distribució. Els darrers anys les aplicacions connectades a la xarxa s'han consolidat com la principal aplicació de l'energia solar fotovoltaica, ja que s'han adoptat un conjunt de mesures de caràcter econòmic i legislatiu per desenvolupar-les.

Actualment, a països com Alemanya, el Japó o Espanya, les companyies de distribució elèctrica estan obligades per llei a comprar l'energia injectada a la seva xarxa per aquestes centrals fotovoltaiques. D'altra banda, el preu de venda de l'energia també està fixat per llei de manera que s'incentiva la producció d'electricitat solar, ja que

aquestes instal·lacions són amortitzables en períodes de temps que poden oscil·lar entre 8 i 12 anys (tot considerant una vida útil d'uns 40 anys).

FOTOVOLTAICA EN ELS ENTORNS URBANS

El sector domèstic és responsable de més d'un 13 % del consum total d'energia a Catalunya. En aquest marc, l'aprofitament de la coberta dels edificis urbans residencials per produir electricitat suposa guanys no només de tipus energètic, econòmic o ambiental, sinó fins i tot, social. La instal·lació d'un generador fotovoltaic de 100 kW_{pic}, que suposa aproximadament l'ocupació d'uns 100 m² de coberta de l'edifici,

Panell solar gegant a Barcelona. Les distribuïdores elèctriques estan obligades per llei a comprar l'energia de les centrals fotovoltaiques.





ASIF

**Instal·lació
fotovoltaica sobre
un edifici al Poble
Espanyol, Montjuïc,
Barcelona.**

**Detall d'equip
lumínic LED i panell
fotovoltaic del
prototip de fanal
fotovoltaic, instal·lat
a Cosmo Caixa
Barcelona amb
motiu de l'exposició
sobre ecodisseny.**

pot arribar a produir anualment uns 130.000 kWh (considerant una inclinació i orientació de panells dins uns marges acceptables, i per a una radiació equivalent a la ciutat de Barcelona), l'equivalent al consum mitjà elèctric anual d'unes 30 llars. També s'estalvien unes 60 tones anuals d'emissions de CO₂, equivalents a les emissions d'un vehicle de baixes emissions (120 g/km) que circumval·la la Terra més de 12 vegades (500.000 km).

Mitjançant l'aplicació de la tecnologia fotovoltaica als edificis, s'aprofiten els recursos autòctons, tot disminuint la dependència energètica, s'aprofiten espais no productius, s'evita el consum de combustibles fòssils (només

a l'etapa de producció), i, conseqüentment, les emissions contaminants associades.

FOTOVOLTAICA I IL·LUMINACIÓ URBANA

La tecnologia fotovoltaica també és susceptible d'aplicar-se amb èxit a altres equipaments de consum energètic de les ciutats com ara l'enllumenat urbà, que suposa un impacte econòmic d'entre el 40 i el 60 % del consum elèctric del servei de les ciutats (IDAE, 2007). Per tal de minimitzar l'impacte ambiental associat a la il·luminació urbana s'han d'implementar estratègies per optimitzar-ne el consum i, després, aplicar les fonts d'energia d'origen renovable. La millora de l'eficiència energètica passa per la substitució de les làmpades convencionals,



Ecodisseny

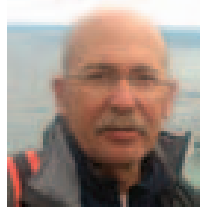
FAROLA VIVA de Capella García Arquitectura & ICTA es desenvolupà en el marc del Segon Programa Català d'Ecodisseny, impulsat pel Departament de Medi Ambient i Habitatge. L'ecofanal desenvolupat, que és totalment independent de qualsevol font d'alimentació externa, funciona com a miniplanta fotovoltaica i s'integra perfectament a les zones urbanes. L'ecofanal, que està a uns 3,5 m d'alçada, consta d'un cos cònic i un suport fabricat com una malla, que s'obre a la part superior en forma d'un panell, on s'ubica un mòdul fotovoltaic i la lluminària, que funciona amb tecnologia LED i és d'intensitat regulable. Addicionalment, l'ecofanal té espai per amagar la bateria en un espai d'emmagatzematge per sota del fanal.

usualment de vapor de mercuri o vapor de sodi d'alta pressió, per làmpades més eficients amb una ràtio de lumen emès per watt instal·lat més favorable, com ara els LED. Els LED presenten una eficiència de 100 lm/W, així com un índex de reproducció cromàtica (IRC) del 95 i unes 5.000 h de vida útil, de manera que la substitució, tot mantenint el flux lluminós, suposaria estalvis en potència instal·lada d'entre un 50 i 20 % respecte de les làmpades convencionals, com també millora de l'IRC del 45 %.

La integració de panells fotovoltaics per abastir l'enllumenat dels fanals està supeditada a la radiació solar que reben (condicionada principalment per les ombres projectades per edificis, arbres...) i a la potència instal·lada. Si se suposa un escenari de fanals fotovoltaics connectats a la xarxa, que munten làmpades LED de 36 W (equivalents a làmpades de VM de 80 W) amb un règim de funcionament a l'època crítica de l'any de 14 h diàries, i una radiació solar equivalent a la ciutat de Barcelona, el panell fotovoltaic per cobrir les necessitats lumíniques és de 150 W/pic, amb una generació de 200 kWh any i un estalvi de 90 kg de CO₂ per unitat.

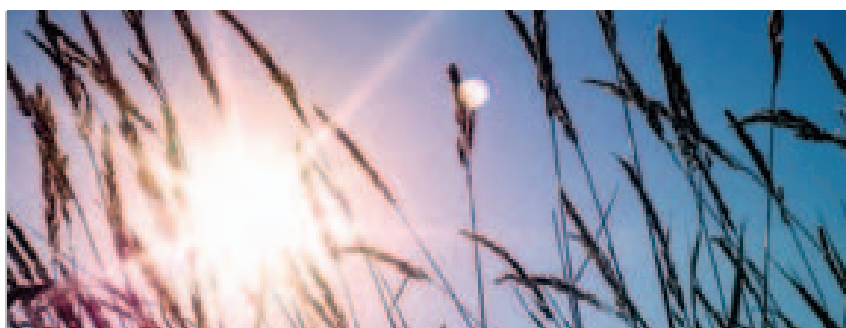
CONCLUSIONS

La innovació en l'aplicació d'energies renovables en espais tant privats com públics significa un avenç cap a la reducció de l'impacte ambiental dels sistemes urbans. Tanmateix, aquestes estratègies han d'anar sempre acompanyades d'una important reducció de la demanda, i combinar-se amb treballs en altres vectors rellevants des del punt de vista energètic com la mobilitat. ^{TD}



Joan Rieradevall

Professor del Departament d'Enginyeria Química i primer investigador del grup Sostenipra de l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental, de la Universitat Autònoma de Barcelona



Referències

- Ash C, Jasny BR, Roberts L, Stone R, Sugden A. "Reimagining cities - Introduction". *Science* 2008, 319, (5864), 739-739.
- CADS. *Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya*. Departament de la Vicepresidència. Generalitat de Catalunya. 2007.
- Engel-Yan J, Kennedy C, Saiz S, Pressnail K. "Towards sustainable neighbourhoods: the need to consider infrastructure interactions". *Canadian Journal of Civil Engineering* 2005, 32, (1), 45-57.
- Harper EM, Graedel TE. "Industrial ecology: a teenager's progress". *Technology in Society* 2004, 26 (2-3): 433-445.
- Hendrickson C, Horvath A. "Resource Use and Environmental Emissions of U.S. Construction Sectors". *Journal of Construction Engineering and Management* 2000, 126, (1), 38-44.
- IDAE. *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación, alumbrado público*. 2007
- Marshall JD. "Energy-efficient urban form". *Environmental Science & Technology* 2008, 42, (9), 3133-3137.
- Ramaswami A, Hillman T, Janson B, Reiner M, Thomas G. A "Demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories". *Environmental Science & Technology* 2008, 42, (17), 6455-6461.
- UN, Urban population, Development and the Environment: http://www.un.org/esa/population/publications/2007_PopDevt/Urban_2007.pdf (accessed February 3, 2009) ed.; Department of Economic and Social Affairs, P. d., Ed. 2007.
- UNFCCC, Kyoto Protocol: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php (accessed February 3, 2009) ed.; United Nations Framework Convention on Climate Change, Ed. 2006.

UNA MIRADA A LES ENERGIES

Planeta en moviment

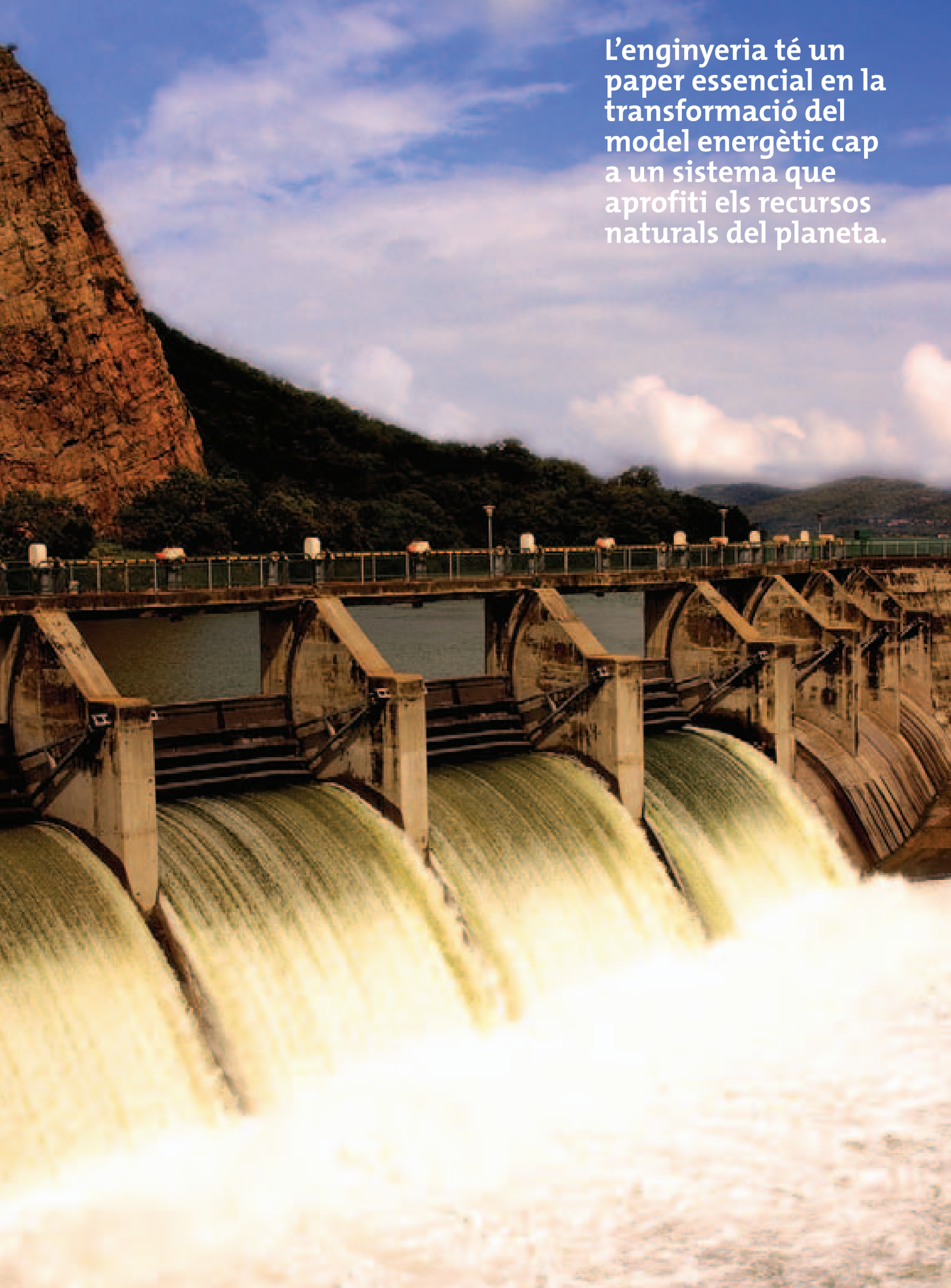
moviment de les renovables

Les fonts renovables estan vinculades als processos que defineixen el funcionament del mateix planeta: la radiació solar, el vent, el cicle de l'aigua, el creixement dels vegetals, les mares i la calor de la Terra.

FOTOGRAFIES DE SHUTTERSTOCK



L'enginyeria té un paper essencial en la transformació del model energètic cap a un sistema que aprofiti els recursos naturals del planeta.







Del Sol i la Terra
provenen les
energies bàsiques.
Cultiu per a
biocombustibles,
planta geotèrmica i
panells solars
incorporats a
l'arquitectura.





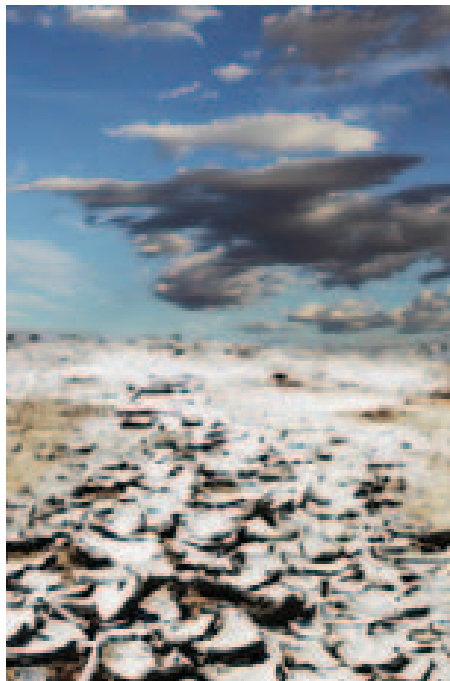
Les opcions inesgotables

Davant l'esgotament de les fonts d'energia fòssil, les energies renovables es perfilen com l'única alternativa. Com en una panoràmica, el reportatge en retrata el grau de maduresa tecnològica i la implantació, els pros i contres de cada una de les opcions que provenen del Sol i de la Terra.

PER ALBERT PUNSOLA | FOTOGRAFIES DE SHUTTERSTOCK

El consum mundial d'energia es fonamenta, en més d'un 80 %, en la matèria que s'extreu de jaciments de carbó, petroli, gas i urani, que tenen data de caducitat. Per oposició a les fonts d'energia que s'esgoten, les fonts renovables estan vinculades als processos que defineixen el funcionament del planeta, com ara la radiació solar, el vent, el cicle de l'aigua, el creixement dels vegetals, les mareas, la calor de la Terra. Malgrat aquest ventall tan ampli, en realitat les fonts renovables es redueixen a dues d'essencials que possibiliten la resta: el Sol i la Terra.

El terme renovable referit a l'energia és més precís que el terme alternativa, ja que fa referència a l'aspecte que hem comentat a l'anterior paràgraf. És evident que les energies renovables són una alternativa a les fonts d'origen fòssil, en el sentit que algun dia caldrà escollir-les i abandonar les fonts avui convencionals. Però el terme és equívoc des del punt de vista que porta a pensar, per exemple, que les energies



Els combustibles fòssils són en part responsables de l'escalfament de la Terra i la raó d'alguns conflictes i pugnes pel control dels jaciments.

fotovoltaica o l'eòlica són simples opcions complementàries, quan, de fet, han arribat a un grau important de maduresa tecnològica i d'implantació social. L'aposta per les energies renovables no s'explica només

pel previsible esgotament del petroli o del gas. A hores d'ara, hi ha una altra raó de pes per realitzar la transició energètica. Es tracta, sobretot, de la contribució dels combustibles fòssils a l'escalfament de la Terra, que ha estat certificada per la comunitat científica internacional, a banda, és clar, dels fenòmens de pol·lució a escala local i regional. L'hegemonia de les energies renovables comportaria, a més, un alleujament notable dels conflictes entre estats perquè, en general, es poden aprofitar arreu del món i no depenen d'uns jaciments situats en llocs específics, que són objecte de pugna geoestratègica, com succeeix amb el gas o el petroli.

EL NOSTRE CONTEXT

El passat mes d'agost va fer quatre anys de l'aprovació del Pla d'Energies Renovables (PER) 2005-2010, que respon a les prioritats del govern espanyol en aquest camp: garantir la seguretat i qualitat del subministrament elèctric alhora que es compleix en compromisos internacionals com el Protocol de Kyoto i d'altres d'ad-



quirits en el marc de la Unió Europea. El PER preveu que el 12,1 % del consum d'energia primària provingui de fonts renovables. Les últimes dades de l'any 2008 indiquen que aquest percentatge se situa en un 7,6 %, un increment de sis dècimes respecte al balanç anterior que, malgrat tot, posa en relleu la no-consecució dels objectius.

Tanmateix, s'apunten algunes tendències interessants com l'augment de la generació elèctrica a partir de l'energia eòlica —que creix un 13 %— i la solar —que ho fa un 400 %—. Aquests increments han permès compensar la caiguda de l'energia hidroelèctrica i han elevat el percentatge de producció elèctrica neta d'origen renovable fins al 20,5 %. La biomassa, l'energia geotèrmia i les energies marines, tot i

L'avinguda de la Reina Maria Cristina de Barcelona, il·luminada. Només un 2,8 % de l'energia que consumim a Catalunya prové de fonts d'energies renovables, segons l'Institut Català d'Energia.

generar certa activitat, resten encara en un àmbit marginal quantitativament parlant. A Catalunya, segons dades de l'any 2007 de l'Institut Català d'Energia (ICAEN), la participació de les energies renovables en el consum d'energia primària se situa només en un 2,8 %.

La Comissió Europea ha assenyalat que Espanya es troba per sota de la mitjana de progressió d'implantació de les energies renovables a la Unió Europea. La política del govern central en aquest àmbit ha rebut moltes crítiques de l'Associació de Productors d'Energies Renovables (APPA) en el sentit que les regulacions que ha fet l'executiu semblen més orientades a fre-

nar el sector (especialment en el cas de l'energia fotovoltaica). Aquesta associació, a través del seu president, ha qualificat la dependència espanyola dels combustibles fòssils d'"escandalosa".

ENERGIA HIDRÀULICA

L'energia hidràulica aprofita el moviment d'una massa d'aigua per generar electricitat. La potència de cada central dependrà del cabal que pugui penetrar a la turbina i de la diferència de cotes de l'aigua a l'entrada i la sortida de la instal·lació. El tipus de turbina s'escull en funció d'aquests dos paràmetres. Les centrals minihidràuliques són les que tenen una potència inferior a 10 MW.

Es tracta d'infraestructures que ocasionen afectacions ambientals que no solen ser de gran abast. A més, existeixen mitjans, tant en el disseny com en la gestió, per minimitzar-les. Cal tenir en compte que, a banda de les lleis i reglaments de cai-

L'Estat espanyol es troba per sota de la mitjana europea en la implantació progressiva d'energies renovables. Alguns productors creuen que es frena el sector

re més general que regulen el sector, hi ha legislacions específiques per a cada conca hidrogràfica. Segons l'APPA, els darrers anys el sector es troba pràcticament estancat, a causa de la manca de noves concessions i l'alentiment per a obtenir permisos per a les centrals ja concedides. Aquesta energia no assolirà ni el 60 % de l'objectiu marcat en el PER el 2010.

Pel que fa a Catalunya, les últimes dècades s'ha apostat per reactivar centrals que s'havien aturat, incloent-hi en alguns casos la connexió a la xarxa elèctrica, i se n'han construït algunes de noves, alhora que s'abandonaven progressivament centrals de petita potència per a nuclis rurals o usos industrials. El Pla d'Energia de Catalunya 2006-2015 té relativament poca incidència en la gran hidràulica i aposta per la minihidràulica, amb l'entrada en servei de 51 aprofitaments nous o rehabilitats. La potència addicional en l'horitzó 2015 prevista per a la primera és de 30 MW, mentre que per a la segona és de 73 MW.

ENERGIA SOLAR

Els principis teòrics de l'energia solar fotovoltaica es van descobrir al segle XIX, però aquesta tecnologia, tal com avui la coneixem, data dels anys cinquanta. La base és la transformació de la radiació solar en electricitat a través de la captació efectuada en uns panells que contenen cèl·lules de silici.

La transformació no és del 100 % de l'energia rebuda sinó d'un percentatge molt més baix —al voltant del 15 %—, si bé es pot pensar en un augment del rendiment de les plaques a mesura que avanci la recerca. En contrapartida, aquesta font té l'avantatge que es pot adaptar a tota mena



L'energia hidràulica i la solar s'han desenvolupat els últims anys de forma desigual a l'Estat espanyol. Mentre que la primera no assolirà ni el 60 % dels objectius marcats, la segona sobrepassa la potència instal·lada prevista. Imatge de la planta experimental d'energia solar d'Almeria.

d'espais, des de l'àmbit domèstic, en els terrats de cases i edificis, fins a les enormes extensions dels horts solars.

Els darrers anys, Espanya ha desenvolupat una indústria forta i un gran nombre d'infraestructures fotovoltaïques, amb un gran augment de la potència instal·lada. Tanmateix, la legislació restrictiva adoptada pel govern l'any 2008 s'ha orientat a reduir les retribucions per kWh i a establir

límits anuals de producció. L'objectiu ha estat refredar el creixement dels últims anys, que alguns han titllat d'excessiu, però que, en qualsevol cas, ha sobrepassat amb escreix la potència instal·lada prevista per al 2010. Aquesta política no ha estat ben rebuda pel sector empresarial.

Alguns experts assenyalen la importància de repartir les instal·lacions en tot el territori i no només en grans parcs solars allunyats dels centres de consum —ciutats, polígons—, ja que en el transport de l'energia es produeixen pèrdues.

Precisament a Catalunya, on no s'ha desenvolupat el fenomen dels horts solars, el Pla d'Energia 2006-2015 planteja un creixement sostingut de la potència fotovoltaica fins a arribar als 100 MW al final



En alguns territoris l'energia eòlica no ha estat gaire ben rebuda per l'impacte sobre el paisatge. En centres de recerca s'investiguen les possibilitats dels mini aerogeneradors.

també com a conseqüència del gran nombre d'ordenances municipals en el mateix sentit existents tant a Catalunya com a Espanya (l'any 1999 Barcelona i Sant Boi del Llobregat van ser pioneres en aquest camp). Actualment, hi ha més d'un milió i mig de metres quadrats instal·lats a tot l'Estat, i 1.300 empreses especialitzades.

ENERGIA EÒLICA

L'ús de l'energia eòlica és ancestral tant en la navegació com en els molins per a moldre o bombejar aigua. La generació d'electricitat amb turbines de vent es remuntra a principi del segle xx, però els aerogeneradors moderns no arribaran fins als anys vuitanta.

Aquesta font renovable ha conegut un creixement espectacular a Espanya, fins al punt que subministrava l'11 % de l'electricitat consumida l'any 2008, i situava l'Estat espanyol en el tercer lloc mundial després dels EUA i Alemanya. La potència instal·lada supera els 16.000 MW. El PER assenyalava com a objectiu per al 2010 un total de 20.155 MW. Actualment, hi ha unes 700 empreses especialitzades que ocupen gairebé 40.000 persones.

Els darrers anys, l'energia eòlica ha incrementat la competitivitat en termes econòmics, si bé en alguns territoris no ha estat ben rebuda per raons ambientals i d'encaix en el territori (impacte en l'avifauna i el paisatge, contaminació acústica).

Aquest és el cas de Catalunya, on paradoxalment s'ha desenvolupat una destacada indústria, però on aquesta energia renovable no ha tingut el mateix grau d'implantació que a la resta de l'Estat espanyol. El govern català ha anunciat una reactivació del sector i el Pla d'Energia de Cata-

del període pel que fa a instal·lacions connectades a la xarxa i es preveu que aquest creixement tingui lloc en escoles, centres turístics, zones esportives, grans superfícies comercials, benzineres i zones industrials.

ENERGIA SOLAR TÈRMICA

Un tipus de tecnologia amb molt de futur és la que s'aplica a les centrals d'energia solar termoelectrica, en què la radiació serveix per escalfar un fluid, la calor del qual es convertirà en energia mecànica per generar electricitat. L'avantatge és que la generació es desvincula en part de la insolació del moment, fet de gran importància de

cara a l'estabilitat del subministrament. Aquesta tecnologia demana inversions elevades. Una quinzena d'empreses hi treballen i Andalusia disposa d'una planta experimental i un centre de recerca a Almeria que són referents mundials.

L'altra gran aplicació de l'energia solar és la tèrmica, que es pot aprofitar per a diversos usos com cuinar, escalfar aigua o fer funcionar màquines de refrigeració. El sector domèstic i el terciari (hotels, oficines, hospitals) són els principals receptors de l'energia solar tèrmica en virtut de les obligacions establertes pel Codi tècnic de l'edificació en vigor des del 2006, però

l'any 2006-2015 estima assolir una potència de 3.000 MW, això sí, compatibilitzant la instal·lació de nous parcs amb l'exclusió de certes zones pel seu valor ambiental o de protecció del patrimoni.

Una tendència de futur és la creació de grans parcs eòlics al mar, gràcies a la potència superior del vent i al fet que s'estalvien els problemes paisatgístics.

És una opció amb un gran desenvolupament a Dinamarca, país pioner en aquest camp, que espera obtenir del vent un 75 % de l'electricitat que consumeix l'any 2025.

Pel que fa a l'energia minieòlica, aquest és un subsector amb grans possibilitats de desenvolupament, ja que es pot implantar en llocs allunyats de la xarxa elèctrica per al consum local, tot eliminant les pèrdues per transport i distribució i, a més, es pot combinar amb l'energia fotovoltaica. Per definició, es parla d'energia minieòlica quan la potència dels aerogeneradors és inferior a 100 kW. Els centres més avançats de R+D estan investigant com treure el màxim rendiment d'unes infraestructures pensades per a la descentralització de la producció elèctrica, que



Les plantes de biomassa utilitzen des de residus d'origen forestal a fangs d'estacions depuradores d'aigües.

permetran veure, en pocs anys, aerogeneradors en els terrats d'edificis.

BIOMASSA

En un sentit restrictiu, es defineix biomassa com tota aquella matèria orgànica que es pot utilitzar com a font d'energia. Històricament, ha estat un conjunt reduït de matèria el que s'ha destinat a aquesta finalitat, però en el context actual, és un con-

junt ampli i heterogeni: residus d'origen forestal i agrícola, residus ramaders i d'indústria agroalimentària, residus de serradores i fàbriques de mobles, fangs d'estacions depuradores d'aigües, la fracció orgànica dels residus sòlids urbans (RSU).

L'aprofitament energètic de la biomassa té lloc a través de: processos termoquímics (combustió directa, gasificació i piròlisi) que estan orientats a l'obtenció d'electricitat; processos fisicoquímics, dels quals s'obtenen biocombustibles sòlids (carbó vegetal) o líquids (biodièsel) i processos bioquímics, dintre dels quals el més

Les energies renovables al món en l'horitzó 2050

El passat mes de març va tenir lloc a Copenhaguen un congrés científic internacional amb el nom de Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions. Una de les seccions més importants del congrés estava dedicada a les energies renovables. El debat va concloure que, amb el suport polític i financer adequats, aquestes energies podrien subministrar el 40 % de l'electricitat a escala mundial, però, en cas que aquest suport no existeixi, amb prou feines s'arribarà a un 15 %. Es tracta d'una de les projeccions més optimistes realitzades sobre la contribució de les energies renovables al sistema energètic del futur, que es basa en les aportacions de centenars de científics i experts en les diferents fonts d'energia. Per la seva banda, el director executiu de l'Agència Internacional de l'Energia, Nobuo Tanaka, assenyalava per aquelles dates que la crisi econòmica internacional actuaria de fre a les inversions en energies renovables, declaracions que contrasten amb l'estratègia del president Obama de fer precisament d'aquest sector un dels motors per sortir de la crisi el més aviat possible.

estès és la metanització, que produeix el biogàs. Segons dades de la Comissió Nacional de l'Energia (CNE), a finals de 2008 hi havia 420 MW de potència instal·lada en plantes de biomassa sòlida (que tracten residus agrícoles i forestals). L'objectiu del PER de cara al 2010 per a aquest tipus de plantes és de 1.370 MW. En canvi, les plantes de producció de biogàs, que són les que utilitzen RSU industrials, llots i purins, estan a prop del 80 % del compliment dels objectius del PER.

El Pla d'Energia de Catalunya 2006-2015 preveu incrementar la participació de la biomassa en el balanç d'energia del país fins a multiplicar per tres la participació en el consum d'energia primària respecte a l'any 2003. Pel que fa a la biomassa agrícola i forestal, la major part d'instal·lacions seran per a l'aprofitament tèrmic. En el cas del biogàs, l'ús s'orienta a la producció elèctrica fins a arribar a una potència de 121,2 MW en aquest àmbit. Es pretén que aquest desenvolupament es dugui a terme tant en plantes centralitzades així com en instal·lacions més petites relacionades amb explotacions ramaderes o de la indústria agroalimentària.

ENERGIA GEOTÈRMICA

L'energia geotèrmica està emmagatzemada en forma de calor sota la superfície de la Terra, i, a diferència de la solar o l'eòlica, es genera contínuament. Serveix tant per produir calor de manera directa com electricitat.

L'energia geotèrmica es divideix entre alta entalpia i baixa entalpia. La primera és la que aprofita jaciments geotèrmics que es troben en determinades condicions de pressió i una temperatura superior a

Les tecnologies permeten produir electricitat a partir dels moviments marins o aprofitant les diferents temperatures de l'aigua del mar

150 graus. L'energia surt en forma de vapor o aigua calenta, que es farà servir per generar electricitat. La major o menor dificultat en l'obtenció d'aquesta energia radica en les característiques del terreny. La baixa entalpia es basa en la capacitat que té el subsòl d'acumular calor i de mantenir entre els 20 i 10 metres de profunditat una temperatura constant al llarg de l'any.



Planta geotèrmica. A diferència de la solar o l'eòlica, l'energia geotèrmica, que aprofita la calor emmagatzemada sota la superfície de la Terra, es genera contínuament.

Aquesta darrera tipologia s'utilitza per a la producció d'aigua calenta sanitària i per a la climatització, i fins ara no ha tingut un desenvolupament important ni a Espanya ni a Catalunya, tret de casos particulars. Si bé existeixen diverses empreses especialitzades que s'hi dediquen, el sector és molt més petit que el fotovoltaic o l'edilic.

L'Institut Geogràfic i Miner d'Espanya (IGME) ha estudiat el territori i ha identificat diverses zones amb potencial. Segons l'ICAEN, aquest potencial a Catalunya és insignificant, fins i tot amb les tecnologies que estaran disponibles dins del període de l'aplicació del Pla 2006-2015. Això pel que fa a la baixa entalpia. En quant a l'alta, l'ICAEN indica que les possibilitats d'implantació al nostre país són inexistent.

ENERGIA DEL MAR

Es poden distingir quatre tipus d'aprofitament energètic del mar orientats tots a la producció d'electricitat. L'energia mareomotriu es basa en la capacitat de les mareas per desplaçar grans masses d'aigua que, un cop emmagatzemades en dics, es deixen anar per moure turbines que generen electricitat. Aquesta tecnologia és coneguda de fa cert temps: a mitjan anys seixanta es va inaugurar a Saint-Malo (França) una central que funcionava amb aquest principi.

Un altre sistema és l'energia mareotèrmica, que es basa en la diferència de

temperatura entre les aigües superficials i les del fons marí. També es poden fer girar turbines aprofitant l'energia cinètica dels corrents marins, aquest és el tercer sistema. I, finalment, hi ha l'energia mecànica de les onades, una tecnologia que ha fet grans avenços darrerament, com s'ha posat de manifest en el cas del projecte Pelamis a Portugal.

A final dels anys setanta, el Ministeri d'Indústria i Energia va avaluar el potencial de les costes espanyoles en més de 37.000 MW. L'any 2002, l'informe de la Comissió Wave Energy Utilization in Europe va obtenir uns valors semblants. Malgrat els avantatges indiscutibles, com la constància de les onades i dels corrents, aquests sistemes plantegen dificultats tècniques, com la corrosió de les infraestructures, i econòmiques, com el volum d'inversions necessari per transportar l'energia elèctrica a la costa, que són menors en



A final dels anys seixanta es va inaugurar a Saint Malmo (França) una central per aprofitar l'energia mareomotriu.

el cas de la mareomotriu. Al Mediterrani no té sentit aplicar aquest darrer sistema per raons òbvies.

TENDÈNCIES I OPORTUNITATS

Les energies renovables no són neutres des del punt de vista ambiental. Si bé no produeixen contaminació directament, algunes ho fan indirectament a través dels processos industrials i de construcció associats a algunes infraestructures com els

panells solars. L'energia eòlica consumeix un recurs molt escàs en alguns països: el sol. La biomassa, mal gestionada, pot portar a la desforestació, mentre que la hidroelèctrica pertorba, en diferent mesura segons l'indret, els ecosistemes aquàtics. És cert també que no totes aquestes fonts proporcionen energia de manera constant. Però la major part d'aquests problemes tenen solucions totals o parcials en funció de l'evolució tecnològica i són problemes de menor dimensió que els plantejats pels combustibles fòssils.

Pel que fa al problema dels costos, les dinàmiques d'implantació progressiva comporten arribar a uns certs graus de competitivitat en el mercat homologables a qualsevol font d'energia convencional. Cal contraposar aquest fet a les distorsions causades per les oscil·lacions del preu del petroli. D'altra banda, les grans infraestructures de les renovables tenen també el seu cicle de vida. Això garanteix la necessitat de noves inversions de cara al futur o, dit d'una altra manera, la presència d'oportunitats econòmiques a mitjà i llarg termini. TD

Unió Europea: triple objectiu per al 2020

L'abril del 2009, la Unió Europea va aprovar una sèrie d'objectius vinculants per a tots els estats membres en matèria d'energies renovables per a l'any 2020. La política europea obeeix, per una banda, a raons ambientals: cal lluitar contra el canvi climàtic i, en conseqüència, reduir la presència dels combustibles fòssils. Hi ha també, però, un component estratègic: el consum energètic europeu depèn en bona part de l'exterior i de països que tenen un determinat grau d'inestabilitat que pot condicionar el subministrament —com ja ha succeït en el cas del gas de Rússia. En aquest context, les energies renovables permeten a cada estat membre obtenir la seva energia aprofitant les fonts i adoptant les tecnologies que més s'adeqüin a la seva orografia i ubicació geogràfiques. El conjunt de la UE en surt beneficiat. L'objectiu global és arribar al que es coneix com a triple 20: un 20 % de reducció de les emissions d'efecte hivernacle en relació amb l'any base 1990; un 20 % d'increment de les energies renovables en la combinació energètica i un 20 % de reducció en el consum d'energia.



Albert Punsola

Llicenciat en Ciències Polítiques i periodista especialitzat en temes ambientals.

PROMOCIONS REALMENT EFICIENTS

Amb Endesa, és possible. Amb la instal·lació d'**energia solar tèrmica**, l'ús de **tecnologia domòtica**, la utilització de **materials aïllants** i la instal·lació d'**equipament energètic** de baix consum, les seves promocions seran energèticament eficients.

Amb Endesa, sí que pòt.



DEIXI-HO A LES NOSTRES MANS I UN GESTOR
PERSONAL S'ENCARREGARÀ DE TOT:
www.endesaonline.com/promotors

E
endesa



Joan Ramon Morante, cap de l'Àrea de Materials Avançats de l'IREC

“L'excedent d'energia elèctrica de les renovables pot produir hidrogen”

PER MIQUEL DARNÉS | FOTOGRAFIES DE RAIMON SOLÀ

A l'entorn de les energies renovables hi ha tot un seguit d'actors que les fan avançar, però potser el paper dels investigadors és un dels més desconeputs. Dedicar hores i esforç a obtenir millors rendiments dels elements, a descobrir nous materials, a plantejar nous sistemes i procediments, són tasques apassionants que es desenvolupen des de l'anonimat d'un laboratori. El doctor en Físiques Joan Ramon Morante ha encetat una nova etapa en el si de l'Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya (IREC), un organisme creat per contribuir en l'objectiu de fer un futur energèticament més sostenible. L'emmagatzematge, la transformació i l'eficiència de les renovables són, entre d'altres, objecte dels seus treballs de recerca.

Ja fa força anys que van aparèixer les energies renovables. Creu que han complert les expectatives que van generar en l'inici?

No, per dos motius. L'un és econòmic: la indústria mundial més important és la de l'energia i aquesta té les inversions —que han de recuperar— en el món fòssil: carbó, petroli i gas. El seu principal esforç és la millora dels sistemes d'extracció i

d'explotació. Si s'ha fet un gasoducte entre Àfrica i Europa, de reserves de gas al nord d'Àfrica n'hi ha per 40 anys, les empreses que hi han invertit tenen 40 anys per amortitzar-lo. Per tant, des del punt de vista empresarial, cal continuar gastant energia d'origen fòssil.

El segon motiu és que la introducció d'energies renovables està limitada pels costos —si no hi ha subvencions els costos són molt més alts— i per l'emmagatzematge, un aspecte del qual es parla poc. És gairebé inviable l'aplicació de les energies renovables a gran escala si no es resol abans el problema de l'emmagatzematge.

Com està la situació de la recerca i de la innovació en el sector de les energies renovables?

Moltes coses d'energies renovables estan descobertes des de fa anys. Enguany celebrem el 50è aniversari de l'energia fotovoltaica. Això no vol dir que siguin competitives pel que fa als costos. Si ara haguéssim de funcionar només amb fotovoltaica —suposant que això fos possible— s'incrementaria el cost en un factor de 4 o 5. Socialment és insostenible, i més quan hi ha companyies que continuen comercialitzant petroli, gas, carbó i, fins

i tot, altres tipus d'energies renovables com l'eòlica, la geotèrmica i les marines, més barates que la fotovoltaica. En canvi, la fotovoltaica és molt prometedora. El repte és innovar en aquest sector per poder oferir energia abundant i més barata, a partir de les renovables.

A més, s'ha de satisfer una altra condició: abaratir les infraestructures. Sovint es parla d'introduir l'hidrogen en el sector del transport, però el cost d'ubicar un subministrador d'hidrogen a cada benzina seria, avui dia, inassumible per la societat. Per tant, s'han d'incrementar les energies renovables, però necessitem que les infraestructures necessàries per implantar-les tinguin costos raonables.

El repte de la innovació és oferir energia abundant i més barata, a partir de les renovables. Cal resoldre problemes com l'emmagatzematge o el transport.

Quin paper té l'Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC)?

L'IREC pertany a la xarxa Cerca de la Generalitat de Catalunya, que és l'excel·lència de recerca catalana i agrupa una trentena d'instituts sobre diverses temàtiques. Aquest institut, que es dedica a l'energia, es va crear a finals del juliol del 2008, però pràcticament no ha començat a caminar fins enguany. Tot i que som molt joves, ja estem involucrats en diversos projectes importants.

Us relacioneu amb altres instituts de fora?

En cada una de les nostres activitats estem en contacte amb els altres centres de referència, tant als Estats Units, com al Japó, com a Europa. Als Estats Units hi ha força laboratoris bons per col·laborar-hi, però el més rellevant és el National Renewable Energy Laboratory de Golden, Colorado. Al Japó hem iniciat contactes i col·laboracions amb diversos centres, i a Europa la llista és llarga perquè quasi tots els països tenen un centre d'excel·lència en temes d'energia.

Està previst crear un centre de recerca europeu?

Efectivament, la Unió Europea va aprovar una iniciativa del president Barroso de crear un European Institut of Tecnology, una mica a imatge del famós Massachusets Institut of Tecnology americà, però amb la diferència que no hi haurà un centre formal de laboratoris sinó unes oficines. Per cert, Sant Cugat es va presentar com a candidat a acollir-les, però finalment s'ubicaran a Budapest. Ara, està oberta la convocatòria per a la creació de diverses línies, el que se'n diu centres d'innovació i coneixement, i una d'elles serà l'energia. Per tant, cal presentar una proposta que coordini diferents laboratoris. La resolució serà cap a finals d'any i si, com esperem, s'accepta la nostra proposta, estarem participant en la línia d'energia.

Ja entrant en qüestions pròpies de la recerca, en quin punt es troba la investigació per augmentar el rendiment de les cèl·lules fotovoltaïques?

En l'energia fotovoltaica hi ha tres generacions: la primera és l'estàndard, és a dir, la de silici monocristal·lí; la segona, la de capa prima, i dins d'aquesta la generació 2.5, i la tercera generació, la d'estructures basades en les nanotecnologies o en estructures que combinen diversos materials. Teòricament i experimentalment el límit màxim d'eficiència d'una cèl·lula solar ideal està al voltant del 30 %. Perquè s'entengui: tinc un espectre solar



amb fotons que van de l'ultraviolat a l'infraroig i tota l'energia es distribueix allà. Però si vull convertir el màxim d'aquesta energia en energia elèctrica i dispenso d'un únic material semiconductor amb una banda prohibida, m'és impossible utilitzar-la tota. La banda prohibida del semiconductor que més s'apropa a l'ideal és d'1,5 electronsvolt, que correspon a l'arsenur de gal·li i que dona una eficiència provada en el laboratori del 28 %, a prop del 30 % teòric.

Estem a prop del límit, doncs?

No, ara t'explicaré el truc. La idea científica és anar més enllà. L'arsenur de gal·li és car i poc abundant; per tant, la indústria es va preocupar de desenvolupar el silici. Aquest material està a 1,1 de banda prohibida, més lluny de la ideal. L'eficiència és baixa: en l'àmbit experimental se situa al voltant del 20 %. Això en monocristal·lí; si anem a policristal·lí o amorf, la xifra cau.

La capa prima resol el problema del subministrament de silici. Tot i que es diu que el silici és l'element més abundant a la Terra, la seva producció no és suficient. La indústria electrònica en necessita molt i muntar factories per produir-ne té uns costos i unes dificultats considerables. A partir de la capa prima amb silici amorf, que té uns costos molt barats, i del CIS (coure, indi i seleni) o bé del tel·lur de cadmi, s'han obtingut resultats força trencadors. Amb costos relativament baixos, s'està donant una eficiència en mòduls que superen el 17 %, i es preveu anar més lluny. Malgrat tot, aquests valors queden molt allunyats del 30 %. Amb la combinació de diversos materials, que capti cadascun una part de l'espectre solar, es pot anar cobrint tot l'espectre i no es perden gaire fotons. Aleshores parlem d'una configuració tàndem, que utilitzarà nanomaterials diversos per extreure energia d'una part de l'espectre. Així es podrà arribar a rendiments del 30 al 35 %.



PERFIL

Joan Ramon Morante va néixer a Mataró (Maresme). Es va doctorar en Ciències Físiques a la Universitat de Barcelona (UB) el 1980. Des del 1985 és professor d'Electrònica i director del Grup de Recerca d'Enginyeria i Materials Electrònics. Ha estat degà i vicedegà de la Facultat de Física de la UB, cap d'estudis de la carrera d'Enginyeria Electrònica i director del Departament d'Electrònica. Des del 2009 és el cap de l'Àrea de Materials Avançats de l'Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC). Aquesta nova etapa professional li fa molta il·lusió, ja que en el camp de la docència ha completat un llarg cicle.

Les activitats d'investigació del doctor Morante s'han centrat en els dispositius i materials electrònics i en l'avaluació dels processos i tecnologies que hi estan relacionats, amb especial incidència en la transferència de tecnologia als materials semiconductors, ceràmiques electròniques, òxids metàl·lics, microsistemes i sensors químics integrats. Ha aprofundit en els mecanismes de transferència d'energia en sòlids, que inclou electrons, fotons, fonons o ions, que desenvolupen activitats en energies renovables com l'energia solar basada en la nanotecnologia, la termoelectricitat, la nanoionicitat i la fotocatalisi. Els projectes en els que més li agrada col·laborar són aquells "en els quals veus després una aplicació pràctica i immediata". Ha participat en projectes d'R+D internacionals com els programes BRITE, ESPRIT, IST, JOULE..., i en projectes industrials en els programes EUREKA, IBEROEKA i CRAFT, així com en projectes industrials privats. Ha estat premiat amb la Distinció de la Generalitat de Catalunya per a la Recerca Universitària i amb el premi Narcís Monturiol.

Això implicarà nous sistemes de fabricació. Com està la recerca en aquest camp?

Encara està iniciant-se. Es fa recerca sobre quins materials i com es combinen a baix cost. L'ideal seria passar per nanomaterials que permetin tècniques de deposició de capes de nanopartícules o de nanoestructures; tècniques de deposició que, senzillament, per descriure-les, seria com posar una capa de pintura damunt d'un material. Però com que encara no està acceptat per la comunitat científica quins són els millors materials i la millor combinació, les tecnologies de fabricació estan una mica verdes.

El que queda clar és que el futur passa per la nanotecnologia.

Sí, i el motiu és que amb les nanotecnologies es pot controlar i conèixer com els fotons són absorbits i generen parells electrons-forats; i com se separen sense recombinar-se. Un dels problemes a gran escala és controlar i evitar els processos de recombinació dels parells electrons-forats. En

La producció d'hidrogen a partir de l'excedent de les energies renovables és una de les línies de recerca sobre l'emmagatzematge en què treballa el laboratori.



l'àmbit de nanoescala és més factible que no pas a escales més grans. Les nanotecnologies obren perspectives. Actualment els grans programes de recerca van en aquesta direcció i es creu que es podria arribar a rendiments del 40 %.

Com deia vostè al principi, un altre gran repte és l'emmagatzematge de l'energia.

Quan es parla d'emmagatzemar energia la majoria de gent s'imagina bateries de liti, en les diverses modalitats, com a única alternativa. Però, ara que s'està parlant molt del cotxe elèctric, es veu també la necessitat de tenir bateries amb menys pes i capacitats més altes.

El problema és que, si es vol quelcom que emmagatzemi energia, no dic sota quina forma, probablement sota una forma química, ha d'arribar un moment que aquesta forma química es pugui transformar en energia elèctrica, en corrent d'electrons. Bé, si jo vull un cotxe elèctric que tingui una gran acceleració, cal que la bateria generi una alta intensitat. Això fa que les actuals bateries tinguin limitacions per poder extreure càrrega de forma ràpida. Suportar una alta densitat de corrent provoca la degradació dels materials pel que fa als elèctrodes i va afectant el nombre de cicles útils dels materials.

Aquesta és una de les aproximacions als problemes de l'emmagatzematge. Existeixen però, fórmules electroquímiques prometedores. Per què no fer una bateria en la qual els components que reaccionen siguin injectats de forma progressiva? Algunes d'aquestes fórmules es van descobrir ja fa molts anys, es van oblidar i ara estan ressorgint. Hi ha bateries redox de flux continu en que l'únic que es necessita són dos dipòsits d'electròlit. Per produir corrent, s'ha d'injectar amb bombes el flux de líquid iònic, que intercanvia càrrega a través d'una membrana. Hi ha exemples de bateries redox en les quals s'han pogut emmagatzemar megawatts.



“Les nanotecnologies obren noves perspectives per millorar els rendiments de les cèl·lules fotovoltaïques; actualment els grans programes de recerca van en aquesta direcció”





SHUTTERSTOCK

La mar d'energia

L'energia eòlica és de les més desenvolupades i els sistemes de producció estan molt resoltos, però té un gran repte: l'energia eòlica marina. Joan Ramon Morante explica que quan s'aterria a l'aeroport de Copenhaguen es poden veure aerogeneradors al mig de l'àrea del mar Bàltic que banya Dinamarca i que ja s'han convertit –amb permís de la sirenetta– en tot un símbol del país.

Les característiques del fons marí del Bàtic, pla i de poca profunditat, permeten que prolifera aquesta modalitat, que té un millor rendiment pel fet que al mar no hi ha impediments que obstaculitzin la força del vent. Ara bé, quan es tracta de profunditats de més de 30 metres, es complica la subjecció dels molins al fons i s'ha de pensar en sistemes de plataforma semblants a les petrolieres. No obstant això, Morantes creu que és factible pensar en la viabilitat d'un camp eòlic marí a les nostres costes, tot i els reptes per resoldre: “Pot ser una bona alternativa per als països costaners a l'hora de produir energia d'una manera força eficaç”. Un dels reptes pendents que s'ha de solucionar és el transport de l'energia de les plataformes a la costa, ja que hauran d'estar situades a força distància, per qüestions òbvies. Tot i això, gràcies a l'estat actual de la tecnologia, no ha de ser un obstacle, sobretot si tenim en compte que ja s'hi està treballant i que, segons Morantes, “arrencarà amb força en els propers anys”.

I l'hidrogen quin paper té?

Aquí a Barcelona, on hi ha autobus de pila d'hidrogen, és molt coneguda l'anomenada pila de combustible. Com diu el nom, és una pila en la qual el reactant químic arriba als elèctrodes i produeix una reacció en què els protons tanquen el circuit a través de la pila i els electrons van pel circuit exterior, de manera que van a reaccionar a l'altre elèctrode. És a dir, sempre hi ha el mateix esquema electroquímic, una membrana que només condueix protònicament; per tant, els electrons han de viatjar pel circuit exterior. En el cas de l'autobús, el combustible és l'hidrogen, que s'envia a l'elèctrode on fa reacció i es produeix l'electró o el protó. L'electró tanca el circuit amb un corrent que s'utilitza per fer anar un motor elèctric.

Electroquímicament es pot funcionar al revés, qualsevol procés electroquímic pot ser reversible. Per exemple, si tinc una producció d'energia renovable, puc tenir un excedent d'energia elèctrica i puc utilitzar aquest excedent per descompondre aigua i produir hidrogen. Això seria el que s'anomena un electrolitzador sòlid, que té eficiències molt altes, del 80 %. Amb aquest sistema, l'energia excedent, eòlica o fotovoltaica, s'aprofitaria per produir hidrogen.

L'hidrogen es pot emmagatzemar i quan fes falta es podria utilitzar per produir corrent. Aquesta és una de les línies de recerca sobre l'emmagatzematge que es treballa al laboratori, i on es veu que és possible produir hidrogen a partir de les renovables.^{TD}



RAMON SOLÀ

Miquel Darnés

Periodista i enginyer tècnic industrial. Assessor de comunicació i màrqueting del CETIB.

solutions



h. 850mm
ø160



h. 450mm
ø160



h. 200mm
ø160

lámpara urbana para LED

LED: 50.000 h. de vida, eficiencia 100lm/w

IK10: Índice de protección máxima contra impactos

IP65: Índice de protección contra el polvo y el agua

Acabado 1200: Tratamiento anticorrosión

Aplicaciones: Plazas, parques, paseos, jardines, etc.

LAMP
LIGHTING

PATROCINADOR



the Right Light

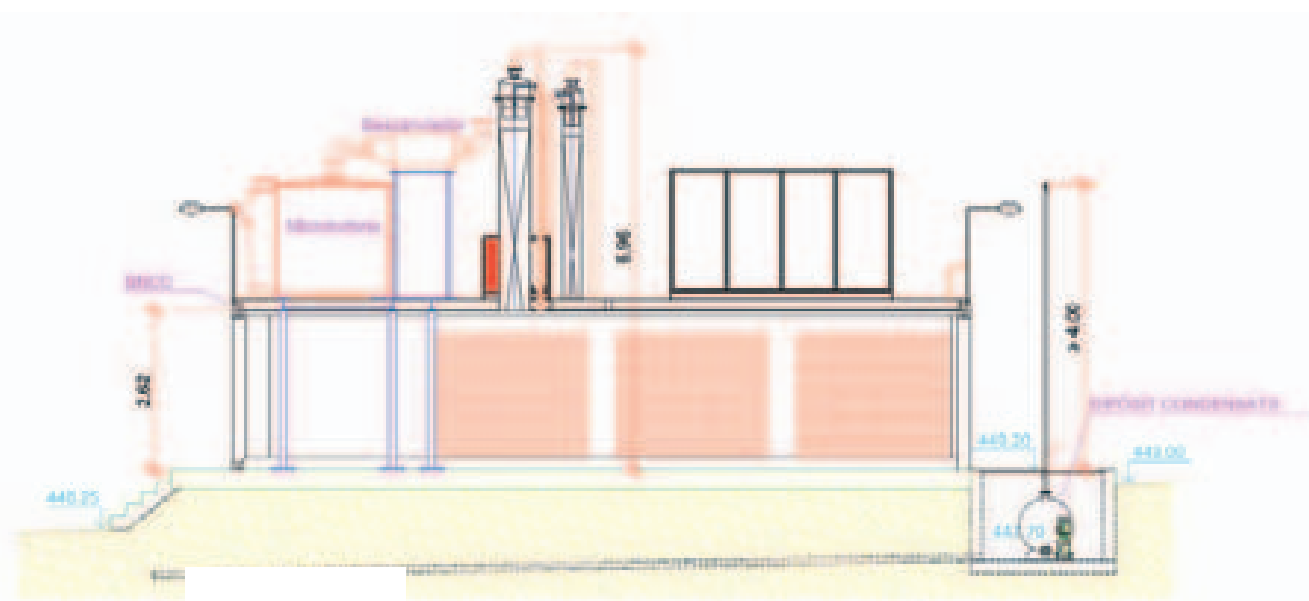
El projecte

Planta de biogàs de Coll Cardús

Gestió sostenible

La instal·lació en un abocador de residus sòlids urbans d'una microturbina de biogàs per produir electricitat i calor és un exemple de com un projecte d'enginyeria pot contribuir a la sostenibilitat.

PER FRANCESC DANIEL AYALA | FOTOGRAFIES DE RAIMON SOLÀ



1

L'ENCÀRREC

Projecte. El parc tecnològic de recursos renovables de coll Cardús està situat al terme municipal de Vacarisses. La filosofia del parc és gestionar de forma sostenible els residus orgànics que van a parar a l'abocador, que és un dels més grans de l'Estat espanyol. Les instal·lacions pertanyen al grup HERA-AMASA, SA, que és una empresa especialitzada en el tractament de residus i la gestió de recursos associats, com ara el biogàs o la recuperació de materials. La microturbina de biogàs concentrat i comprimit projectada produeix calor per ajudar en el tractament dels residus de l'abocador, genera electricitat i també combustible per a vehicles. L'aprofitament dels recursos de l'abocador va en la direcció de tancar el cercle dels residus per aconseguir fer-los rendibles i, a la vegada, preservar el medi ambient amb la reducció de les emissions de CO².

L'EQUIP

Facultatiu. Francesc Daniel Ayala, Padules (Almeria), 1969, va cursar l'enginyeria tècnica industrial a l'EUITIT. Només acabar els estudis es va col·legiar per dedicar-se a l'exercici lliure de la professió, amb la realització de projectes ambientals de diferents sectors com el químic, el tèxtil, les arts gràfiques, la fabricació de material elèctric, etc., i també projectes d'instal·lacions de baixa tensió, d'aparells de pressió, d'instal·lacions tèrmiques, entre d'altres. Per fer el projecte de la microturbina, Ayala ha col·laborat amb l'empresa ambSol Enginyeria Ecoenergètica SLP, que és especialista en eficiència energètica i aplicacions amb renovables i cogeneració. L'equip d'ambSol està format per personal tècnic qualificat que acumula un important currículum amb més de 600 actuacions especialitzades en 6 anys. Els encàrrecs s'han realitzat per a l'Administració pública (ajuntaments com Barcelona, Terrassa o Sant Cugat, Diputació de Barcelona, ICAEN, AEB), universitats (UPC, La Salle, URiV), fundacions, empreses privades i, en general, per a aquells clients que han necessitat d'una enginyeria especialitzada en energies renovables.



2



3

1 Plànol d'alçat de la micorturbina on es detallen els elements principals de la instal·lació. 2 Vistes frontals de la planta de biogàs, situada dins l'Àrea d'Aprofitament Energètic del Centre Industrial de Tractament Ambiental (CITA) de coll Cardús. 3 L'enginyer tècnic industrial, Daniel Ayala, autor del projecte. 4 Zona de concentració de biogàs (purificació de biogàs i absorció de CO²). Torre de carbó i torre d' absorció.



4

La planta de biogàs està situada a l'Àrea d'Aprofitament Energètic del Centre Industrial de Tractament Ambiental (CITA) coll Cardús. El CITA de Coll Cardús es troba al terme municipal de Vacarisses, en el punt quilomètric 28,200 de la carretera C-58, de Terrassa a Manresa. L'abocador de Coll Cardús té una extensió de 90 hectàrees, de les quals una tercera part corresponen al terreny explotat per a l'abocament de residus. El CITA coll Cardús disposa de l'ISO:9001, l'ISO:14001 i l'OHSAS:18001 per assegurar una bona qualitat en els procediments de gestió integral. El titular de la instal·lació és el Grup Hera. Inicialment era s'utilitzava com a abocador incontrolat, però l'any 1984 l'empresa Tratesa, del Grup Hera, s'encarregà de la gestió de l'abocador controlat de residus sòlids urbans (RSU). Actualment s'hi gestionen més de 60.000

tones a l'any d'RSU provinents de municipis del Vallès i del Baix Llobregat i de ciutats com Vic, Igualada i Badalona.

Un abocador d'RSU és un reactor bioquímic, on les principals entrades són els residus sòlids urbans i l'aigua, i les principals sortides, els lixiviats, que són residus en format líquid, i els gasos. L'aigua que s'obté després del tractament del lixiviats serveix per a diferents usos propis de la instal·lació, com ara el tractament de la pols produïda pel pas dels camions, o per regar les plantes de l'entorn. D'altra banda, la valorització energètica del biogàs, que es produeix com a efecte de la digestió anaeròbica dels residus, permet obtenir combustible per als vehicles i produir electricitat.

PROCÉS DE RECOLLIDA I TRACTAMENT DEL BIOGÀS

El gas de l'abocador està format principalment per metà (CH_4) en un 53 %, diòxid de carboni (CO_2) en un 40 %, nitrogen (N_2) en un 3,6 %, oxigen (O_2) en un 0,5 % i la resta per sulfurs, disulfurs, amoníac (NH_3), hidrogen (H_2) i monòxid de carboni (CO). El biogàs es recull a partir d'una xarxa de captació formada per pous d'extracció. Aquests pous tenen un diàmetre de 500 mm, una profunditat de 15 a 25 metres, i un radi d'acció d'uns 25 metres. Des dels pous el biogàs és aspirat per mitjà d'un sistema de canonades de diferents diàmetres que s'uneixen als col·lectors principals, que condueixen el biogàs a la central d'aspiració. Tot el sistema de captació i transport del biogàs es realitza a una pressió inferior a l'atmosfèrica.

Després de ser captat i abans de ser utilitzat pel sistema d'aprofitament energètic, el biogàs és tractat. El tractament depèn de l'aplicació final: si el biogàs s'utilitza com a combustible per a calderes n'hi ha prou amb una deshumidificació i una eliminació de compostos corrosius; en el cas d'utilització en motors i turbines és necessària

1 La planta de biogàs natural concentrat comprimit està instal·lada a l'interior de dos contenidors metàl·lics units, que formen un conjunt independent. **2** Equips auxiliars, microturbina i bescanviador de calor de la instal·lació. La valorització energètica del biogàs permet obtenir combustible per a vehicles i produir electricitat.





FITXA TÈCNICA

El sistema és format pels següents equips:

- Unitat de tractament del gas. Marca Verdesis, model GTP 004
- Refrigerador. Compartit amb la planta de BNCC
- Microturbina. Marca Capstone, model CR65-ICHP

Microturbina Capstone

Especificacions en condicions ISO:
CR65 CR65-ICHP
15 °C, 1.01325 bar, 60 % RH

Característiques elèctriques

Potència elèctrica de sortida
65 kW
Tensió
400 a 480 V (AC)
Servei de tensió
Trifàsica
Freqüència
50/60 Hz
Màxima intensitat de sortida
100 A, operant connectat a la xarxa.
Eficiència elèctrica
29 %

Combustible / Característiques de la turbina

Columna de gas natural
Gas d'abocador: 3,7 a 6,2 kWh/m³
Contingut d'àcid sulfhídric
H²S > 400 ppmv
Pressió d'entrada diferencial
5,2 bar 75 psi

Cabal de combustible
224,2 kW/h
Relació del generador
3,22 kWh/kWh

Característiques a xemeneia

Cabal del gas
0,49 kg/s
Temperatura del gas
309 °C

Aprofitament de calor per a temperatura d'entrada de l'aigua a 38 °C i cabal de 2,5 l/s

Mòdul de recuperació de calor integrat
Nucli d'acer inoxidable
Aprofitament de calor per aigua calenta
74 kW
Eficiència total del sistema
62 %

Dimensions i pes

Amplada x profunditat x altura
762 x 1.956 x 2.388 mm
Pes
1.000 kg
Cabal màssic de gasos d'escapament (aprox.)
1.760 kg/h
Temperatura de gasos d'escapament d'entrada
309°C
Temperatura de gasos d'escapament de sortida (aprox.)
80 °C

Pèrdua de pressió de gasos d'escapament (aprox.)

180 Pa
Cabal màssic d'aigua de refrigeració (aprox.)
5.060 kg/h
Temperatura d'aigua de refrigeració d'entrada
60 °C
Temperatura d'aigua de refrigeració de sortida
80 °C
Temperatura d'aigua de refrigeració màxima
100 °C
Pressió de servei màxima
6 bar
Pèrdua de pressió d'aigua de refrigeració
160 mbar
Superfície de calefacció
67 m²
Potència tèrmica
125 kW

Dimensions de la carcassa

Longitud
1.500 mm
Amplada
660 mm
Altura
480 mm
Pes
310 kg

una sèrie de filtres per eliminar l'entrada d'impureses. Tots aquests processos es duen a terme a la planta de biogàs natural concentrat comprimit de coll Cardús (BNCC). La planta de BNCC està instal·lada a l'interior de dos contenidors metàl·lics units, que formen un conjunt independent.

ENERGIA ELÈCTRICA I CALORÍFICA

Aquest projecte neix per donar solució a les necessitats de la planta de BNCC, que tracta el biogàs procedent de l'abocador com a combustible de la flota de vehicles de l'empresa. Actualment, a la planta de BNCC es du a terme un condicionament del gas procedent de l'abocador, es compressiona i s'emmagatzema per a la seva posterior utilització. Les dues principals necessitats són l'energia elèctrica per poder treballar, aïllada de la xarxa elèctrica, i la producció de calor per a la caldera que s'utilitza en el procés de neteja del biogàs.

La planta de BNCC requereix calor per a la caldera de vapor, que utilitza en el procés de neteja de l'absorbent, i requereix electricitat per al refrigerador i els compressors. Cal una potència calorífica de 70 a 90 kW entregat en 0,1 kg/s a 95 °C, en funció del preescalfament existent, i una potència elèctrica de 35 kW a 400 V.

La solució que es va proposar per donar resposta a les necessitats de la planta va consistir en la instal·lació d'una unitat de tractament de gas, una microturbina de biogàs i un recuperador de calor, per subministrar electricitat i calor a la planta, tant si es treballa en illa o bé exportant l'energia elèctrica sobrant a la xarxa de distribució. El biogàs procedent de la planta BNCC és el combustible que utilitza la microturbina. Prèviament, cal condicionar aquest gas en unitat de tractament de gas, específica per a la microturbina, on es realitzen els processos següents:

- Neteja de compostos de siloxans i àcid sulfhídric.
- Elevació de la pressió a la de treball per a la microturbina.
- Refrigeració per assecatge del gas.

A l'interior de la microturbina es realitza la combustió del biogàs i es converteix en energia elèctrica en els alternadors. El recuperador de calor aprofita la calor dels gasos d'escapament de la microturbina, mitjançant un intercanviador. La unitat de tractament de gas, la microturbina, el recuperador de calor i els equips auxiliars necessaris per al seu funcionament (compressor, filtre de carbó actiu i refrigerador), que no són els mateixos que els de la planta de BNCC, excepte el refrigerador, que és compartit, es van instal·lar en la part superior dels contenidors metàl·lics de la planta. Aquesta solució va comportar la necessitat de construir una estructura metàl·lica auxiliar per tal de suportar els pes dels equips.



1 Zona de regeneració de l'absorbent (*reboiler*, torre de destil·lació, caldera i bescanviadors), 2 La microturbina i el recuperador de calor, entre altres equips, s'han instal·lat al sostre.



LA MICROTURBINA, FORMA I FUNCIONAMENT

La microturbina genera energia a partir del flux de gas calent procedent de la combustió del gas en l'aire comprimit entrant. Aigües amunt hi ha un compressor (radial o axial) mecànicament acoblat a la turbina, on hi ha la cambra de combustió. L'energia es produeix quan l'aire comprimit es barreja amb el combustible i s'encén a la cambra de combustió. Els gasos resultants es dirigeixen directament a les aspes fent girar l'eix de la turbina, i, mecànicament, fent força al compressor. Finalment, els gasos passen a través d'una pipeta, que accelera els gasos de la combustió al tornar a una pressió atmosfèrica, i produeix més empenta. L'energia s'extreu a partir d'un eix de força entre l'aire comprimit, l'empenta i les seves combinacions. S'empra en avions, trens, vaixells, generadors elèctrics, etc.

Les turbines de gasos industrials tenen gran varietat de dimensions, des d'un contenidor mòbil a una gran planta de sistemes complexos. Les turbines són particularment eficients, per sobre del 60 % quan la calor de sortida d'escapament s'aplica a un intercanviador de calor per escalfar el vapor d'entrada de la turbina de vapor, creant un cicle combinat. També es pot fer la configuració de cogeneració focalitzant la

xemeneia per escalfar aigua o una cambra. A més, mitjançant una nevera d'absorció s'obté fred per refrigerar. La configuració de cogeneració pot superar el 90 % d'eficiència energètica. Les turbines de gas més grans, usades per a la generació elèctrica, operen a 3.000 revolucions per minut per encaixar a la freqüència de la xarxa i disposar d'una mínima caixa de canvis. Igual que els motors, la turbina requereix una estructura de tancament específica.

AVANTATGES DE LA MICROTURBINA

Les turbines de gas de cicle simple per generar electricitat requereixen una menor inversió de capital i poden ser escalades per a grans produccions o menors. També, en els actuals processos productius, és possible disposar-ne en unes setmanes o pocs mesos, en comparació amb els anys necessaris per a altres tecnologies. Un altre avantatge és la capacitat que tenen d'aturar-se i posar-se en marxa en uns minuts, i subministrar energia durant els pics de demanda; aquest és un ús freqüent d'aquesta tecnologia. Una turbina de cicle simple de gran capacitat pot tenir una potència de 100 a 300 MW i tenir una eficiència tèrmica del 35 al 40 %; les més eficients han arribat al 146 %. Les microturbines s'usen àmpliament per a la generació distribuïda

i aplicacions que requereixen calor i electricitat simultàniament. El seu rang va d'unitats petites com el palmell de la mà, que produeixen menys d'1 kW, a unitats comercials, que produeixen desenes i centenars de kilowatts. Part de l'èxit es deu a les aplicacions electròniques, que permeten una operació telemàtica i l'acoblament a la xarxa elèctrica. La tecnologia commutada d'electrònica de potència elimina la necessitat que el generador estigui sincronitzat amb la xarxa elèctrica. Això permet que el generador estigui integrat a la turbina i, a més, s'usi com a motor de posada en marxa.

Els sistemes amb microturbines tenen molts avantatges respecte als motogeneradors recíprocs, amb major densitat de potència respecte quan a la mida comparada, emissions extremadament baixes de gasos de combustió cap a l'atmosfera, i també una única part mòbil. Aquests sistemes són dissenyats amb coixinets concèntrics que perden el contacte quan l'eix gira a alta velocitat, evitant l'ús del lubricant típic per a coixinets de rodaments, ja que el coixinet

s'enretira a causa de la pressió de l'aire i no hi ha rodament. Per d'aquest sistema tampoc cal pressurització externa, perquè el coixinet es genera automàticament per hidrodinàmica del fluid d'aire quan es crea l'alta pressió. La refrigeració de la microturbina és per aire i no cal lubricant o qualsevol material perillós.

Les microturbines també tenen l'avantatge de disposar de la major part de la calor, a força alta temperatura, a la xemeneia, mentre que la calor en un motogenerador es perd, en part, entre la xemeneia i el sistema de refrigeració. De tota manera, els motogeneradors són més ràpids de respondre als canvis de potència de sortida a causa de canvis de la demanda, i són elèctricament més eficients, encara que l'eficiència de les microturbines s'està incrementant. Aquestes últimes també perden més eficiència a nivells de baixa potència respecte als motogeneradors. Les microturbines accepten la major part de combustibles comercials, com gas natural, propà, gasoil, gasolina, etanol al 85 % amb gasolina i querosè, encara que es pot usar per a combustibles d'origen renovable, com biogàs d'abocador i de digestió anaeròbica o de plantes depuradores d'aigües residuals.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES

Els dissenys de microturbines normalment consisteixen en un compressor i una turbina radial d'etapa simple i un recuperador. Els recuperadors són difícils de dissenyar i fabricar, perquè treballen a alta pressió i temperatura diferencial. La calor de les xemeneies es pot usar per escalfar aigua, assecar processos o per a neveres d'absorció, que creen fred per a l'aire condicionat a partir de l'energia de la calor en comptes d'energia elèctrica. L'eficiència típica de la microturbina és entre el 25 i el 35 %. Quan es treballa en un sistema de cogeneració amb calor i electricitat, les eficiències s'incrementen per sobre del 80 % habitualment.



1 Pla picat de la planta de biogàs, on s'aprecien la unitat de tractament de gas, la microturbina, el recuperador de calor i els equips auxiliars instal·lats en la part superior de la planta.

Pel que fa als sistemes de control i instrumentació, la instal·lació disposa d'un sistema de control i d'uns equips de mesura per poder realitzar un seguiment detallat de la producció, els consums i els rendiments. Els equips de registre fan un seguiment de les diferents mesures, tant puntuals com totals, necessari per a la correcta avaluació del funcionament de la instal·lació. També disposa d'un comptador bidireccional digital trifàsic homologat i precintat per la companyia elèctrica, per enregistrar l'energia exportada a la xarxa.

MAGNITUDS DE LA INSTAL·LACIÓ

Actualment, a la planta de BNCC s'utilitza una caldera de vapor per realitzar l'aportació de calor necessària per a la neteja del reactiu. El reactiu separa el diòxid de carboni del biogàs. El biogàs restant té una concentració de metà elevada.

La microturbina pot produir una potència tèrmica de 70 a 90 kW entregat en 0,1 kg/s a 95 °C, en funció del preescalfament existent, i té la capacitat d'aportar el 100 % de la calor necessària per a la planta, i substituir la caldera. No obstant això, la caldera no s'ha inutilitzat del tot, ja que es farà servir per a emergències o incidències, o els períodes en què la microturbina estigui parada per manteniment.

La potència elèctrica produïda per la microturbina és de 65 kW, a una tensió de 400 V. Una part de la potència elèctrica es pot aprofitar per a l'autoconsum i la resta es pot exportar a través de la xarxa de l'empresa distribuïdora. Una altra possibilitat és exportar tota l'energia produïda. En el moment en què la instal·lació estigui funcionant en illa, desconnectada de la xarxa de l'empresa distribuïdora de la zona, la planta de BNCC consumirà entre els 9 i els 35 kW elèctrics produïts per la microturbina.

Pel que fa al rendiment, la microturbina podrà treballar en illa, i produir electricitat per a

l'autoconsum de la planta de BNCC, o connectada a la xarxa de la distribuïdora, i exporta electricitat. El rendiment mínim succeeix quan la planta de BNCC està aturada, ja que no admet energia. En aquest règim de funcionament, la microturbina produeix electricitat únicament amb un rendiment elèctric en borns del generador del 29 % respecte al combustible d'entrada.

Quan la instal·lació funcioni en illa, la planta de BNCC consumirà prop del 100 % de calor útil (90 kW) i entre 9 i 35 kW elèctrics produïts per la microturbina i el rendiment serà del 62 %. En cas que la microturbina treballi com a generador de corrent i per tal d'alimentar-la amb tota la calor útil, que implica treballar a plena càrrega, s'ha d'evacuar l'energia elèctrica sobrant que la planta de BNCC no pot consumir.

EXPORTACIÓ D'ENERGIA

La potència elèctrica que produirà la microturbina és de 65 kW. S'estima una disponibilitat anual de treball de 8.000 hores a plena càrrega. Per tant, es preveu generar 520 MWh d'energia elèctrica a l'any, si no hi ha autoconsum.

Els règims de funcionament de la microturbina permetran variar l'autoconsum de 0 fins a 35 kW, per tal de donar energia a la planta de BNCC. En aquest cas, l'autoconsum anual podria arribar a ser de 280 MWh; per tant, l'energia neta exportada a la xarxa de l'empresa distribuïdora, una vegada comptabilitzat l'autoconsum, és de 240 MWh a l'any. TD



Daniel Ayala i Romero

Enginyer tècnic industrial. Autor del projecte i director de la instal·lació. Empresa ambSol Enginyeria Ecoenergètica, SLP.

Liderant el camí de l'Eficiència Energètica



- > Maximitzant l'ús de l'energia.
- > Reduint el consum energètic.
- > Reduint les emissions de CO₂.

Make the most of your energy



www.schneiderelectric.es

Schneider
Electric

L'opinió

Tècnics, empresaris i representants d'institucions i de la societat civil opinen sobre les energies netes.

- 1)** Com valoreu fins ara la implantació de les energies renovables a l'Estat espanyol?
- 2)** Què penseu de la situació actual de les energies renovables?
- 3)** Quina energia renovable preveieu que avançara més en el futur?

PER JUDITH JOSA

Encarna Baras

Presidenta de l'Institut Català d'Energia (ICAEN)

1. L'Estat espanyol és un dels països líder en la implantació d'energies renovables i en el seu desenvolupament tecnològic, sobretot pel que fa a energia solar fotovoltaica i eòlica. Catalunya, al seu torn, ha estat pionera en el desenvolupament del sector al conjunt de l'Estat, i fins i tot acull alguna de les empreses capdavanteres de la tecnologia eòlica. Hem de reconèixer però, que no s'ha evolucionat al mateix ritme que l'Estat a l'hora d'instal·lar energies renovables en el territori. Volem recuperar aquest endarreriment: en el proper any i mig entraran en servei més de 1.000 MW d'energia eòlica, i el Govern ultima un decret per agilitzar els tràmits i facilitar l'ordenació en el territori de les centrals eòliques i fotovoltaïques, per tal de fomentar-ne el desenvolupament i complir els objectius del Pla de l'Energia 2006-2015.

2. Les energies renovables són un dels sectors inclosos en els plans anticrisi de molts països, pel potencial de creixement, de tracció tecnològica i per l'efecte positiu sobre el medi ambient. La crisi econòmica ha esdevingut, doncs, una oportunitat per al sector que, en canvi, és més sensible als canvis legislatius. Els promotors requereixen seguretat jurídica, si bé també és cert



que la regulació ha d'evolucionar per permetre un desenvolupament harmònic de totes les energies. Quan les renovables siguin tecnològicament madures han de ser rendibles sense cap prima i han de poder competir directament amb les tecnologies convencionals.

Igualment, hem de vetllar perquè la nova legislació respecti les competències de cada administració. Un bon desenvolupament del sector només es pot aconseguir des del coneixement del territori que tenen les administracions autonòmiques i locals.

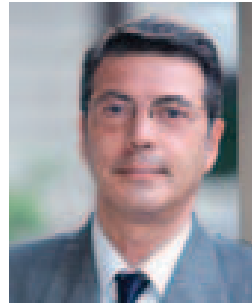
3. Hi ha tecnologies amb un gran camí per recórrer com l'energia eòlica —queda tot l'àmbit marí per desenvolupar— i la solar termoelectrica, que a mitja termini pot tenir un paper relativament important a Catalunya... Però el principal avenç serà en l'estalvi i l'eficiència energètica: hem d'aprendre a consumir menys energia i a aprofitar-la millor. En aquest àmbit el potencial és enorme. Catalunya vol tenir un paper determinant tant en la indústria com en l'R+D de les energies renovables i de l'estalvi i l'eficiència energètica. La creació de l'Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya (IREC) i del Clúster d'Eficiència Energètica de Catalunya, en són una bona mostra.

Andreu Martínez

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

1. La implantació de les renovables ha estat i és espectacular pel que fa al compliment de la diversificació en les fonts d'energia prevista al Pla Energètic Nacional i molt positiva per a la contribució a disminuir els gasos d'efecte hivernacle. La potència instal·lada acumulada —de 16.000 MW en energia eòlica i prop de 3.300 MW en solar fotovoltaica, a desembre del 2008— ha comportat un reconeixement internacional per la creació i el desenvolupament d'un potent mercat interior i per la repercussió dels resultats en la consolidació (enginyeria, tècnics i mà d'obra qualificada, fabricants, instal·ladors, empreses financeres, etc.).

2. La regulació interior, al limitar quotes i primes, condiciona el desenvolupament del sector i ha tornat a la realitat un bon nombre d'actors. El preu del petroli a la baixa —cal estabilitat i un preu just de barril, entre 70 o 80 dòlars, per fer rendibles els projectes de renovables—, la caiguda del preu d'emissions de CO² i la implicació cada cop més gran del sector de l'energia en els mer-



cats financers també l'afecten, sobretot pel que fa a l'exportació associada. A escala local, s'ha de veure quins seran els nous objectius governamentals i les conseqüències de la legislació autonòmica. Tot plegat en determinarà el ritme òptim de creixement.

3. Cap tecnologia tindrà l'exclusivitat. A curt termini, el creixement de la solar termoelèctrica serà important i la fotovoltaica continuarà desenvolupant-se per complir el CTE i aprofitar els avantatges de la regulació actual. L'energia solar tèrmica ha de millorar els equips, les instal·lacions, la conducció i el manteniment per consolidar l'incipient desenvolupament (estem lluny dels valors d'altres països) i ser acceptable per l'usuari. L'eòlica encara nous reptes tecnològics, en l'escenari *offshore* i amb els mapes marins ja definits. Pel que fa a l'expansió de vehicles híbrids o 100 % elèctrics, serà imprescindible que les estratègies del sector de l'automòbil i del transport col·laborin en el desenvolupament de tecnologies d'emmagatzematge d'energia elèctrica eòlica (fabricació d'hidrogen i piles de combustible).

Pep Puig

Vicepresident d'Eurosolar
(Associació Europea per les Energies Renovables)

1. Per valorar la implantació de les renovables s'ha de diferenciar entre les fonts que serveixen per generar electricitat i les que proporcionen calor. Pel que fa a les primeres, el desenvolupament de l'energia eòlica ha estat força espectacular, tot i els canvis en la regulació. El progrés és més discret en el cas de les segones. L'adopció d'una ordenança solar pionera a Barcelona (que des de l'any 2006 és llei estatal) no ha anat seguida d'altres mesures perquè la solar tèrmica s'incorpori a tots els edificis existents.

2. La situació actual d'emergència ecològica, econòmica i social és el resultat d'un model que ha basat la creació de riquesa en la destrucció de la salut dels sistemes ecològics. La crisi ens hauria de fer



repensar la forma de viure i aprendre a “viure bé sense fer malbé”. Les renovables tenen un paper essencial, ja que ens permeten viure aprofitant els inesgotables fluxos energètics biosfèrics. Si els governs no són capaços de crear el marc per transformar la crisi en oportunitat, ho haurà de fer la ciutadania deixant de ser

“consumidora” passiva d'energia i esdevenint generadora (total o parcial) de l'energia que necessita en la vida quotidiana.

3. L'energia eòlica està avançant de forma increïble arreu del món. És una gran oportunitat per als humans, ja que ens permet disposar d'electricitat —amb un alt grau de qualitat econòmica, ecològica i de seguretat— sense emissions de CO² ni de substàncies radioactives a l'entorn i sense generació de residus nuclears.

Josep González

President de la PIMEC

1. La política de foment d'energies renovables és similar a la d'Alemanya. Consisteix a fomentar l'ús d'energia eòlica amb l'objectiu de 20 GW instal·lats l'any 2010; l'ús de fotovoltaica que serveix a la indústria per avançar en rendiments, i l'ús de la solar termodinàmica que incentiva les empreses d'enginyeria a ser líders mundials en la tecnologia. La valoració és positiva, llevat de la fotovoltaica. El decret que la fomentava va ser vist pel sector financer com una operació excel·lent per substituir els crèdits hipotecaris i ha estat dins una bombolla que el govern ha hagut de desactivar. És notable el camí fet per integrar l'energia eòlica a la xarxa, de la qual s'han descobert els colls d'ampolla que cal resoldre.

2. Les renovables pateixen les dificultats financeres de qualsevol altra activitat. Però els majors frens vénen de les tramitacions administratives. A Catalunya és clamorós el camí que s'ha de seguir per poder implantar un parc eòlic o fotovoltaic. Cal superar la resistència de la societat, des de la Generalitat als ajunta-



ments i als veïns. S'ha de fer pedagogia i explicar que l'energia començarà a esgotar-se a partir del 2020 i que si volem continuar hi ha dos camins: o desenvolupar les renovables o la nuclear. No hi ha temps per perdre amb resistències locals i egoistes. Aturar l'economia actual és tornar a inicis del segle

3. L'estalvi és clau i ha de tenir forçosament més pes en el futur. Això implica modificacions en els processos industrials, en el transport i en les formes de vida. Potser el més clamorós és el del transport. Un cotxe amb motor de combustió perd el 74 % del rendiment per mala eficiència mentre que l'elèctric perd un 18 % de l'energia entrant. El cotxe elèctric pot resoldre, a més, el desenvolupament de l'energia eòlica si la càrrega de les bateries es fa a la nit. Tot plegat ens porta a una revolució tecnològica, amb nous cotxes, nova generació elèctrica, cases amb poca demanda d'energia..., que requereix, alhora, la formació d'una quantitat ingent de nous enginyers i físics.

Santi Parés

Director comercial de Meteosim Truewind

1. La implantació d'energies renovables a l'Estat és exemplar. Espanya té reconeixement internacional pel grau de desenvolupament, per l'aprofitament del potencial en energies renovables i pel sector industrial i tecnològic associat. Hi ha espais geogràfics on obtenir més energia renovable, però per ara podem donar lliçons a la majoria de països. Per què tota la població gaudeixi d'uns nivells mínims de confort cal molta energia. Les renovables s'han d'explorar i l'eòlica és la que de moment es mostra més eficient.

2. El desenvolupament és imparable, però és necessari més velocitat. Per obtenir més MW eòlics, per exemple, cal millorar els processos de sol·licituds. La complexitat de l'administració pública fa molt



complicada la tramitació adequada d'un projecte eòlic. Una altra qüestió que frena els projectes eòlics és el que s'anomena impacte visual. En una societat del benestar, on l'energia és essencial, l'impacte visual s'ha de relativitzar.

3. No hi ha dubtes que es pot consumir energia que procedeixi majoritàriament de les renovables. L'energia eòlica, econòmica i sostenible, és la millor alternativa, malgrat l'impacte visual. L'afectació és mínima. Segurament es veu molt més un aerogenerador que una xemeneia, però l'impacte ambiental és molt diferent. Analitzant pros i contres, l'energia eòlica ha de ser fonamental a tot el món com a generació d'una energia neta, ambientalment sostenible i a l'abast de països desenvolupats i de països en creixement.

Rafael Durbán Romero

Director de Relacions Institucionals de la CNE

1. S'ha evolucionat de la combinació tecnològica en la producció d'electricitat cap a sistemes basats en tecnologies menys intensives en capital o bé en incentius econòmics addicionals als preus de mercat. Amb el règim especial se substitueixen progressivament les tecnologies convencionals per d'altres de més eficients energèticament (com la cogeneració) i més netes (com les tecnologies d'energies renovables). Tot i que el consumidor ha pagat més cara l'electricitat per finançar el règim especial, l'Estat és referència mundial en energia eòlica i solar (fotovoltaica i termosolar), tant per la potència instal·lada com per les empreses amb activitat exportadora important.

2. La comissió de la Unió Europea ha analitzat els mecanismes de promoció de les energies renovables a la UE amb els preus i les potències instal·lat fins a l'any 2006, i ha qualificat el model espan-



yol d'efectiu. A més de complir els objectius previstos, el model és eficient, ja que les tecnologies no es retribueixen per sobre de la mitjana d'altres països. Amb la regulació adoptada per a l'accés a tercers a la xarxa i en declarar aquest accés preferent per a les renovables, s'ha facilitat l'entrada de nous agents.

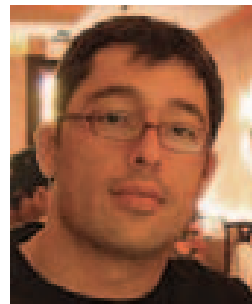
3. Històricament, van projectar-se petites i grans centrals hidràuliques, totes renovables. En aquesta dècada, es desenvolupen amb força les instal·lacions eòliques, solar fotovoltaica i solar termoelèctrica gràcies a una sèrie de factors com: una prolongada R+D+I tecnològica (especialment en eòlica i termosolar), un sector industrial important i una regulació econòmica eficient. També hi han influït, les facilitats de finançament dels projectes que els últims anys han atorgat els mercats capitals.

Moisès Morató Güell

Cap d'Àrea d'Energia de l'Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona

1. L'objectiu previst pel PER 2005-2010 que el 12 % de l'energia primària sigui d'origen renovable quedarà lluny de la realitat. L'any 2008 la participació de les renovables es trobava en el 7,6 %, només cinc dècimes més que a l'inici del Pla. L'objectiu ja s'ha posposat fins al 2014. L'evolució de les diferents renovables ha estat diversa. Cal destacar el creixement sostingut i l'avenç sòlid de l'eòlica. La fotovoltaica, amb resultats agredolços, ha viscut veloçment els moments de glòria. Altres tecnologies, com la solar tèrmica, han perdut l'oportunitat de donar servei a gran part del parc edificatori construït aquests anys.


2. Si governs, institucions i ciutadans creiem que el món no es pot permetre l'actual metabolisme energètic caldrà continuar impregnant el sistema de potència renovable. I al preu que toqui. De poc serviran, però, les renovables si no van acompanyades d'una contenció de la demanda global. La situació econòmica —involuntàriament— i els canvis legislatius —de forma intencionada— afecten el sector. És fa difícil preveure quin serà l'a-



bast d'aquesta situació i quant durarà: tres anys enrere ningú va endevinar el ràpid avenç de la fotovoltaica. A curt termini, el creixement de les renovables depèn de la legislació i l'economia, d'aquí la necessitat d'establir un marc legislatiu estable, que incorpori l'actuació reactiva davant les fluctuacions del sistema. A la llarga, el preu dels combustibles fòssils, més que la política, en determinarà el ritme de creixement.

3. Probablement l'energia eòlica sigui la renovable amb un avenç més sòlid, sobretot per maduresa tecnològica i competitivitat econòmica. Tot i això, hi pot haver alguna ruptura tecnològica que impulsi un canvi substancial: suposem, per exemple, que s'aconsegueix sintetitzar una pintura amb propietats fotovoltaïques de baix cost. Encara que l'eficiència d'aquest hipotètic material sigui baixa, les elevades extensions d'infraestructures i de superfícies de parets i sostres d'edificis es convertirien en generadors d'energia, i sumarien una potència elèctrica descentralitzada descomunal.

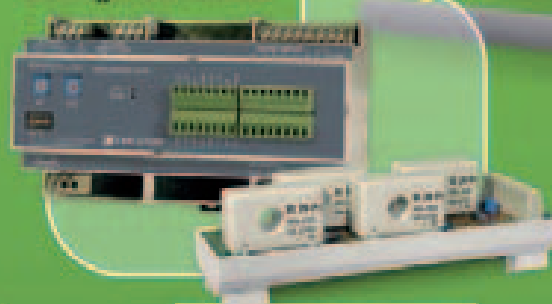
Soluciones per a energies renovables



- Analitzadors de xarxes elèctriques
- Relés diferencials
- Comptadors multifunció
- Transformadors de mesura
- Bateries estàtiques de condensadors
- Reactàncies i filtres etc.

TR8 - RS-485

Sistemes de mesura d'*strings* fotovoltaics



És un innovador concepte d'analitzador, especialment dissenyat per a la supervisió i el control de la seva planta fotovoltaica



 **CIRCUTOR**

M P Q R V

www.circutor.cat





Saunier Duval

CONDENS



CONDENS

Canvii a millor!

Amb la tecnologia que
més estalvia i menys contamina:
LA CONDENSACIÓ

Calderes de condensació

- Eficiència energètica per a qualsevol instal·lació i zona climàtica
- Estalvi a qualsevol temperatura
- Àmplia gamma: models murals y de peu per a instal·lació individual i col·lectiva



*Emissions NOx
Classe 5*

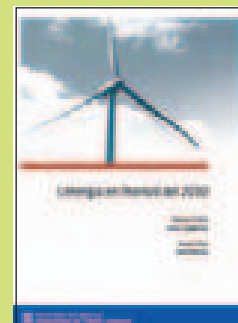
Llibres

PER JUDITH JOSA

Més enllà de les renovables

L'obra de Ramon Folch i Ivan Capdevila és per damunt de tot rigorosa i realista en el sentit de no pensar en la transició a les renovables com la panacea del sistema energètic per aconseguir un model equilibrat. Qualsevol voluntat política —sigui del color que sigui— haurà d'afrontar la tendència a incrementar el consum energètic per raons demogràfiques i d'estil de vida i les limitacions de creixement de les renovables per les pròpies característiques ambientals del territori català però també pels obstacles de tipus social. Caldrà fer, doncs, un pas més enllà de les renovables. Els autors analitzen els reptes que hi ha en energia a Catalunya i ens proposen un seguit d'idees força

per revertir el consum, base d'una concepció de sostenibilitat. Entre d'altres, destaquen la contenció efectiva de la demanda i la disminució de la intensitat energètica. Argumenten la necessitat d'establir una fiscalitat desincentivadora del sobreconsum i un sistema de certificació energètica dels edificis nous i rehabilitats, i alhora reclamen apostar pels vehicles híbrids i els biocombustibles i l'aprofitament de totes les energies renovables locals disponibles. El camí passa per la diversificació del sistema energètic reduint la dependència de poques fonts i la implantació d'un nou model de coneixement sobre l'energia als plans d'estudis. PER ALBERT PUNSOLA



L'energia en l'horitzó del 2030

RAMON FOLCH I IVAN CAPDEVILA

Institut Català d'Energia
Generalitat de Catalunya
Departament de Treball i Indústria
Barcelona, 2005.
220 pàgines

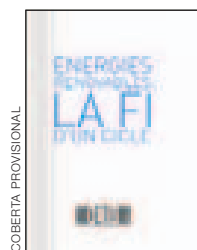


Energia, participació i sostenibilitat. Tecnologia per al desenvolupament humà

ENRIC VELO, JORGE SNEIJ I JAUME DELCLÒS

Ingenieria sin Fronteras.
Barcelona, 2006. 306 pàgines

Els tècnics, la tecnologia i l'enginyeria poden encapçalar el canvi de model cap a un món més sostenible i solidari. A partir de la convicció que les aplicacions del coneixement poden promoure el desenvolupament humà, aquesta obra col·lectiva reflexiona sobre la necessitat d'incloure la visió ecològica en els programes formatius d'enginyeria i exposa projectes d'energies renovables que dignifiquen la vida al món.



Energies renovables: la fi d'un cycle

DIVERSOS AUTORS

Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona. (CETIB)
Barcelona, 2009. 76 pàgines

El document, fruit de la celebració de l'Any de les Energies Renovables del CETIB, analitza les conseqüències de la revolució energètica i les repercussions futures, a escala local i global. Des de perspectives teòriques, tècniques i socioeconòmiques, diversos professionals aporten la seva visió sobre les renovables, de manera que el lector es fa amb un cop d'ull una idea de l'evolució, l'estat actual i futur d'aquestes energies.



Producció de biogàs per a codigestió anaeròbica

XAVIER FLOTATS I LAIA SARQUELLA

Institut Català d'Energia (ICE)
Barcelona, 2008. 55 pàgines

El primer quadern de la col·lecció de guies pràctiques per a professionals del sector de les energies analitza el procés de producció de biogàs i la producció de metà a partir de matèria orgànica, un procés que pot semblar gairebé màgic a ulls profans. Amb l'objectiu de ser una eina útil per als tècnics, el quadern descriu les instal·lacions necessàries per produir aquesta font d'energia de residus orgànics així com l'avaluació de costos i beneficis.

Webs

Agència d'Energia de Barcelona

www.barcelonaenergia.cat/

Imprescindible la visita virtual a aquest consorci públic creat per avançar cap a un nou model energètic local i territorial basat en els



principis i els valors de la sostenibilitat. A partir de la web es pot accedir als informes de l'Observatori de l'Energia de Barcelona, a balanços energètics i a diverses dades sobre la producció, el consum d'energia

o l'evolució de les energies renovables a la Ciutat Comtal. Els simuladors que inclou la web en l'apartat d'utilitats permeten, entre altres, fer un càlcul aproximat de les dimensions i costos derivats de la instal·lació d'una central solar tèrmica en un edifici de Barcelona i calcular la factura elèctrica d'una casa i les possibilitats de variar tant la despesa econòmica com l'impacte ambiental, modificant-ne l'ús.

Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia

www.idae.es/

Conèixer d'un cop d'ull els electrodomèstics, els aparells elèctrics i els cotxes més eficients dels catàlegs disponibles al mercat espanyol; visualitzar les potencialitats de fonts energètiques com la geotèrmica; passejar-se per cases aïllades tèrmicament o per edificis que autoprodueixen energia elèctrica i tèrmica mitjançant la microgeneració, i, per als més tataners, visionar els primers cinc



capítols de la sèrie de ficció *Apaga la luz*, són algunes de les possibilitats que ofereix la web d'aquesta entitat pública empresarial, adscrita al Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç. Inclou un interessant apartat d'audiovisuals divulgatius, un glossari i diversos enllaços per resoldre dubtes en subministrament energètic.

Hi ha un munt d'informació a la Xarxa sobre energia en general i sobre energies renovables en particular. L'entrada als organismes oficials garanteix dades i anàlisis fiables sobre les ER, a més d'enllaços amb organismes no governamentals.

En l'àmbit estatal, destaquen les webs de la **Comissió Nacional d'Energia** (www.cat.cne.es) per a informació dels mercats energètics, el portal d'energies renovables del **Centre d'Investigacions Energètiques, Medi-ambientals i Tecnològiques**, CIEMAT (www.energies renovables.ciemat.es) i el **Centre d'Energies Renovables** (www.cener.com), que publiquen ressenyes dels projectes singulars d'R+I+D en renovables. A Catalunya, és visita obligada la pàgina de l'**Institut Català d'Ener-**

gia, ICAEN (www.icaen.cat), amb estadístiques i dades del consum energètic al transport i a la indústria, entre d'altres.

Pàgines com les de l'**Associació de Productors d'Energies Renovables**, APPA (www.appa.es), l'**Associació de la Indústria Fotovoltaica**, ASIF (www.asif.org), l'**Associació Solar de la Indústria Tèrmica**, ASIT (www.asit-solar.com), i l'**Associació Empresarial Eòlica**, AEE (www.aeeolica.es), constitueixen un pràctic recurs a l'incorporar localitzadors per comunitats autònomes d'empreses especialitzades, productes i instal·ladors. Apartats singulars són els programes de càlcul que ofereix ASIT i els enllaços d'AEE, que permeten, per exemple, visualitzar en temps real la producció eòlica (<https://demanda.ree.es/eolica.html>).

Per aprofundir en el paper de les ciutats en la transició energètica es pot visitar la web de les **Ciutats Europees pel Foment del Desenvolupament Sostenible i Polítiques Energètiques** (www.energie-cities.eu), entre les quals es troba Barcelona. La pàgina facilita la descàrrega de la col·lecció *Quaderns d'energia*. Si algú busca coses curioses, però, no es pot perdre la pàgina de científics i professionals europeus, **ASPO** (www.crisisenergetica.com), que intenten determinar la data en què s'esgotarà el petroli i el gas.

De tornada a casa, és convenient passar per la web del **CETIB** (www.cetib.cat), que amb motiu de l'Any de les Energies, publica un apartat específic dedicat a notícies, seminaris i conferències sobre les ER.



Genus Kairos Premium. La evolución hacia la sencillez.

Desde Ariston llega un sistema completo para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción en viviendas unifamiliares.

Genus Kairos Premium es la unión de **fuentes energéticas verdes**: la caldera de condensación, los colectores solares y el módulo de acumulación, gestionados de forma óptima por una **única lógica de control**. Para simplificar la instalación, en el módulo de acumulación se integran el grupo hidráulico, el vaso de expansión, las sondas de temperatura, la regulación electrónica y la válvula termostática totalmente conectados. La elevada calidad de los materiales utilizados y el **acceso frontal** a todos los componentes del sistema reducen al mínimo los tiempos de mantenimiento.

Teléfono Asistencia Técnica

902 196 547

WWW.ARISTONCALEFACCION.ES



ARISTON

THE HEART OF YOUR HOME

Energías tecnológ

EDITORIAL | La fuerza de las renovables

El *Tecnodebats* que tenéis en las manos forma parte del plan de actuaciones propuestas por el Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona (CETIB) en el año dedicado a las energías renovables (ER). Durante el año 2009 el Colegio se ha esforzado por fortalecerse como institución en un sector que desde su inicio ha levantado grandes expectativas, aunque no siempre se han cumplido. A pesar de todo, las ER son y serán uno de los caballos de batalla que, como técnicos comprometidos con la sostenibilidad, debemos tener muy en cuenta. Por este motivo, hemos puesto especial interés en intensificar la presencia de cursos, conferencias, artículos y manuales técnicos alrededor de este tema, a fin de llenarlo de contenido. Aparte de los recursos del Colegio, hemos contado con la participación de nueve empresas patrocinadoras que han contribuido a convertir en realidad el año de las ER. Una realidad que responde a la importancia que tiene un sector energético que actualmente representa el 10 % de la producción del sistema eléctrico español. Un porcentaje que, aunque alcanzara el 20 % establecido por la Unión Europea para el 2020, está lejos del horizonte al que se puede llegar, si se tiene en cuenta el potencial climático, geográfico y tecnológico del Estado.

Sin embargo, para superar este reto no basta con el sol, el viento, los terrenos y los técnicos, sino que también se precisa una clara voluntad por parte de los poderes políticos y financieros, tanto en el ámbito estatal como en el internacional, para poder sacar adelante proyectos viables y rentables. Este diciembre se



celebrará en Copenhague la conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, cuyo objetivo es establecer un nuevo acuerdo global que sustituya al protocolo de Kyoto, que expira en el 2012. Por otro lado, el gobierno de Zapatero anunció a finales de verano que incluirá 20.000 millones de euros en la nueva ley de economía sostenible para proyectos de innovación, tecnología, energías renovables y ahorro energético, que se financiarán a través del Instituto de Crédito Oficial (ICO). En cuanto a Cataluña, la Generalitat cuenta con el Plan de la Energía 2006-2015, que plantea unos objetivos bastante ambiciosos en el ámbito de las ER, puesto que, de cumplirse, multiplicará por cuatro el consumo de energías renovables.

Tres ejemplos, pues, que han de servir para impulsar el sector de las renovables. Aun así, hay algunos aspectos que habría que mejorar, como por ejemplo los cambios legislativos que afectan a la energía fotovoltaica, que desconciertan a los inversores, o los problemas derivados del impacto paisajístico de los parques eólicos, sobre todo en Cataluña, donde la

implantación de dichos parques es una de las más bajas de la Península. Justo es decir que el gobierno catalán aprobó en septiembre un nuevo decreto para facilitar su instalación.

En cuanto a la creación de ocupación, el año pasado, la energía eólica proporcionó por sí sola cerca de 104.000 puestos de trabajo en la UE, según un estudio de la Asociación Europea de la Energía Eólica. También las demás ER son generadoras de ocupación y, como es lógico, los profesionales de la ingeniería participamos en los ámbitos de la producción de equipamientos de los proyectos de instalaciones y de su mantenimiento, entre otros. Los ingenieros técnicos industriales debemos saber aprovechar los vientos —nunca mejor dicho— que soplan a favor de las ER y comprometernos con un sector que, además de crear riqueza y ocupación, también contribuye a la preservación del planeta y a disminuir la dependencia energética. No cabe duda de que las generaciones futuras sabrán apreciar este esfuerzo para conseguir un mundo más habitable y sostenible.

En este número podréis encontrar un análisis a cargo del equipo del profesor de la UAB Joan Rieradevall sobre las enormes posibilidades de la energía solar en las ciudades; un extenso reportaje sobre la diversidad de las ER, a cargo del periodista especializado en medio ambiente, Albert Punsola; una entrevista con Joan Ramon Morante, investigador del Instituto de Investigación en Energía de Cataluña, y un proyecto de una miniturбина a biogás en el vertedero de Coll Cardús, del colegiado Daniel Ayala, entre otros temas.

ANÁLISIS | La energía fotovoltaica en el marco de las ciudades sostenibles

La incorporación de la ecología en el diseño urbano supone una gran oportunidad para combatir el cambio climático. Innovar en la aplicación de las energías renovables en la ciudad puede ser un factor clave.

El protocolo de Kyoto, firmado por 160 países, compromete a reducir como mínimo un 5 % los gases de efecto invernadero (GEI) respecto a los niveles de 1990 (UNFCCC, 2006). De forma adicional a esta preocupación global, las políticas nacionales se complementan cada

vez más con acciones a escala metropolitana para mitigar el cambio climático (Ramaswami et al, 2008). Así, en febrero de 2009 más de 350 ciudades europeas se comprometieron, al firmar el Pacto entre Alcaldes y Alcaldesas, a ir más allá del objetivo de energía de la UE, que aspira a reducir en un 20 % las emisiones de CO₂ en el año 2020. Con esta iniciativa de la Comisión Europea, en colaboración con el Comité de las Regiones, los representantes de más de 60 millones de ciudadanos trabajan juntos para conseguir el objetivo común de reducir las emisiones de gases de efecto invernade-

ro y utilizar la energía de forma más sensata. Las antiguas ciudades están creciendo en todo el mundo, y surgen otras nuevas. A pesar de representar tan sólo el 2,7 % de la superficie mundial (UN, 2007), las ciudades del mundo son responsables, directa e indirectamente, del 75 % del consumo mundial de energía, y del 80 % de las emisiones de los GEI (Ash et al., 2008). Marshall (2008) señala que aunque gran parte de los esfuerzos para mitigar el cambio climático se hayan centrado en los combustibles alternativos, el consumo de energía en los vehículos y la generación de electricidad, la mejo-

ía y compromiso

ra del diseño urbano representa una oportunidad importante, todavía infravalorada. El medio urbano es responsable de enormes cantidades de contaminación y generación de residuos (Hendrickson y Horvath, 2000) en numerosos emplazamientos del mundo entero.

Las ciudades son una piedra angular en la aplicación de estrategias para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, estableciendo una unión intrínseca entre los conceptos de ciudad y sostenibilidad. De hecho, es en las ciudades donde el concepto de sostenibilidad se juega, a largo plazo, el éxito o el fracaso (Harper y Graedel, 2004) y, al mismo tiempo, donde hay más espacio para el cambio.

Gran parte de la investigación sobre el diseño urbano se ha centrado en la necesidad de un producto más sostenible a escala metropolitana, pero, como sugieren Engel-Yan et al. (2005), parte de esta atención se ha desplazado hacia el diseño de los barrios sostenibles. La incorporación de los principios de sostenibilidad en el diseño de barrios es importante; muchos de los problemas que encontramos en la macroescala de la ciudad son, de hecho, consecuencias acumulativas de la mala planificación en los barrios.

Hay muchas herramientas ya desarrolladas para guiar el proceso de diseño ecológico del producto y del proceso. Sin embargo, cuando se trabaja con sistemas tan complejos como las ciudades, es oportuno utilizar aquellas herramientas que realizan una cuantificación objetiva de la sostenibilidad y que ayudan a guiar los procesos de planificación urbana, como es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Asimismo, hay varios vectores que requieren atención: los materiales, el agua, los residuos, la movilidad y la energía.

ENERGÍAS RENOVABLES

Cataluña presenta una dependencia de los combustibles de origen fósil (básicamente petróleo y gas natural) de hasta un 75%, que comporta importantes emisiones de CO₂, y una absoluta dependencia de fuentes energéticas que provienen del exterior (96% de la energía primaria), según datos del Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible (CADS, 2009); además, la dependencia de energía de origen nuclear sobrepasa el 24%.

El caso de Cataluña, donde el consumo de energía primaria aumentó un 60% —hasta 27.000 ktep— entre los años 1990 y 2005, según la Asociación Española de Accionistas Minoritarios de Empresas Cotizadas, muestra

la vinculación entre crecimiento económico y consumo de energía. Ante una futura disminución de las fuentes energéticas actuales hay que potenciar el uso de las renovables, que en Cataluña representan aproximadamente un 3% del conjunto del uso de energía primaria. Sobre este porcentaje, las principales fuentes renovables son de origen hidroeléctrico, incineración de residuos y biomasa (biogás, biomasa leñosa y biocombustibles); la energía eólica representa menos del 2%, mientras que la energía fotovoltaica no llega al 1%. Sin embargo, la producción de energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico presenta indudables ventajas energéticas, industriales, medioambientales, sociales, etc. Su implantación contribuye al desarrollo tecnológico y a la consecución de los objetivos de la UE para el año 2020.

Actualmente, se dan unas condiciones favorables —un marco legislativo adecuado, unas tarifas que favorecen la amortización, las posibilidades de financiación de las instalaciones, las ayudas de la administración y los incentivos fiscales— para potenciar el crecimiento del uso de la energía fotovoltaica conectada a la red. Como fuente renovable, su fórmula energética es más sostenible que cualquiera de las fuentes energéticas convencionales, puesto que se dispone de recursos inagotables. Se trata de una fuente energética obtenible en todas partes, incluido el ámbito local, con lo que se minimiza la creación de infraestructuras para la distribución energética desde los puntos de producción a los de consumo.

El principal impacto ambiental de un módulo fotovoltaico se produce en la obtención de las materias primas. Aunque el componente principal de las células sea el silicio, el consumo energético necesario para transformar la materia prima (arena) en silicio de grado solar es destacable. En la fase de uso del panel, las cargas ambientales de mantenimiento son mínimas y su gestión final se resuelve mediante los canales de reciclaje. En el caso de instalaciones autónomas —no conectadas a la red— también es relevante el impacto ambiental asociado a la batería. El efecto visual sobre el paisaje de una instalación fotovoltaica es susceptible de ser minimizado mediante una correcta integración sobre los edificios (o disimulada en el paisaje). Sobre el medio físico y biótico no se producen afectaciones destacables; tampoco ni sobre la calidad del aire, del suelo, la flora y la fauna. El componente principal de una instalación fotovoltaica es el generador, resultado de la conexión de un determinado número de módulos

los fotovoltaicos. Estos, a su vez, están compuestos por un conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre sí y protegidas de los agentes exteriores. La materia prima de estas células es el silicio, tanto para la tecnología de paneles monocristalinos como para los policristalinos. Las eficiencias comerciales llegan a valores de cerca del 20% en el caso de los paneles monocristalinos, y un poco más bajos en el caso de los policristalinos.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red están formadas por un generador fotovoltaico y un sistema de acondicionamiento de potencia, el inversor, encargado de transformar la energía de corriente continua a corriente alterna, con las características de la red de distribución. En los últimos años, las aplicaciones conectadas a red se han consolidado como la principal aplicación de la energía fotovoltaica, gracias a las medidas de carácter económico y legislativo adoptadas para su desarrollo. Por ejemplo, en países como Alemania, Japón o España, las compañías de distribución eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por las centrales fotovoltaicas. Por otro lado, el precio de venta de la energía también está fijado por ley, de manera que se incentiva la producción de electricidad solar. Estas instalaciones son amortizables en períodos de tiempo que oscilan entre 8 y 12 años (teniendo una vida útil de unos 40 años).

FOTOVOLTAICA EN ENTORNOS URBANOS

El sector doméstico es responsable de más de un 13% del consumo total de energía en Cataluña. En este marco, el aprovechamiento de la cubierta de los edificios urbanos residenciales para la producción de electricidad comporta ventajas de tipo energético, económico, ambiental e incluso social.

La instalación de un generador fotovoltaico de 100 kW_{pic}, unos 100 m² de cubierta del edificio, puede llegar a producir al año 130.000 kWh (considerando una inclinación y orientación de paneles dentro de unos márgenes aceptables, y para una radiación equivalente a la ciudad de Barcelona), el equivalente al consumo medio eléctrico anual de 30 hogares. También ahorra unas 60 toneladas anuales de emisiones de CO₂, equivalentes a las producidas por un vehículo de bajas emisiones (120 g/km) que circunvalara la Tierra más de 12 veces (500.000 km).

Mediante la aplicación de la tecnología fotovoltaica a los edificios, se aprovechan los recursos autóctonos y los espacios no productivos, a

la vez que se disminuye la dependencia energética, se evita el consumo de combustibles fósiles y, en consecuencia, las emisiones contaminantes asociadas.

FOTOVOLTAICA E ILUMINACIÓN URBANA

La tecnología fotovoltaica también es susceptible de aplicarse con éxito a otros equipos de consumo energético de las ciudades, como el alumbrado urbano, que comporta un impacto económico de entre el 40 y el 60% del consumo eléctrico del servicio de las ciudades (IDAE, 2007). Para minimizar el impacto ambiental del alumbrado urbano, hay que implementar estrategias para la optimización del consumo y, después, aplicar fuentes de energía de origen renovable. La mejora de la eficiencia energética pasa por la sustitución de las lámparas convencionales por lámparas más eficientes, como por ejemplo los LED. Los LED presentan una eficiencia

de 100 lm/W, así como un índice de reproducción cromática (IRC) del 95 y unas 5.000 h de vida útil. Esta sustitución, además de mantener el flujo luminoso, comportaría ahorros en potencia instalada de entre un 50 y un 20% respecto a las lámparas convencionales, así como una mejora del IRC del 45%.

La integración de paneles fotovoltaicos para abastecer la iluminación de las farolas está supe- ditada a la radiación solar que estas reciben (condicionada por las sombras proyectadas por edificios, árboles, etc.) y la potencia instalada. Suponiendo un escenario de farolas fotovoltaicas conectadas a red, que montan lámparas LED de 36W (equivalentes a lámparas de VM de 80W) con un régimen de funcionamiento en la época crítica del año de 14 horas diarias y una radiación solar equivalente a la ciudad de Barcelona, el panel fotovoltaico para cubrir las necesidades lumínicas en este escenario es de

150Wpic, con una generación de 200kWh año y un ahorro de 90 kg de CO₂ por unidad.

La innovación en la aplicación de energías renovables en espacios tanto privados como públicos significa pues un avance hacia la reducción del impacto ambiental de los sistemas urbanos. Estas estrategias, sin embargo, deben ir siempre acompañadas de una importante reducción de la demanda, y combinarse con trabajos en otros vectores relevantes desde el punto de vista energético, como la movilidad.

JOAN RIERADEVALL

Profesor de la Universidad Autónoma de Barcelona e investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental

Con la colaboración de RAÚL GARCÍA, JORDI OLIVER-SOLÀ y XAVIER GABARRELL

LAS OPCIONES INAGOTABLES | Una panorámica de las energías renovables

El consumo mundial de energía se fundamenta, en más de un 80%, en la materia que se extrae de los yacimientos de carbón, petróleo, gas y uranio, que tienen fecha de caducidad. Por oposición a las fuentes de energía que se agotan, las fuentes renovables están vinculadas con los procesos que definen el propio funcionamiento del planeta, como son la radiación solar, el viento, el ciclo del agua, el crecimiento de los vegetales, las mareas o el calor de la tierra. A pesar de un abanico tan amplio, en realidad las fuentes renovables se reducen a dos esenciales, que posibilitan las demás: el Sol y la Tierra.

El término *renovable* aplicado a la energía es más preciso que el término *alternativa*, ya que hace referencia al aspecto comentado en el párrafo anterior. Es evidente que las ER son una alternativa a las fuentes de origen fósil, en el sentido de que algún día habrá que optar por ellas y abandonar las fuentes convencionales hoy en día. Pero el término es equívoco desde el punto de vista de que lleva a pensar que las energías fotovoltaica o eólica son simples opciones complementarias, cuando en realidad han alcanzado un grado importante de madurez tecnológica y de implantación social.

La apuesta por las renovables no se explica sólo por el previsible agotamiento del petróleo o el gas. En la actualidad, la contribución de

los combustibles fósiles al calentamiento de la Tierra, que ha sido certificada por la comunidad científica internacional, y los fenómenos de la contaminación a escalas local y regional son motivos de peso para realizar la transición energética. La hegemonía de las ER comportaría, además, un alivio notable de los conflictos entre los estados puesto que, en general, no dependen de unos yacimientos que son objeto de pugnas geoestratégicas, como sucede con el gas o el petróleo.

NUESTRO CONTEXTO

En agosto se cumplieron cuatro años de la aprobación del Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, que responde a las prioridades del gobierno español en este campo: garantizar la seguridad y calidad del suministro eléctrico a la vez que se cumple con compromisos internacionales como el Protocolo de Kyoto y otros, adquiridos en el marco de la Unión Europea. El PER prevé que el 12,1% del consumo de energía primaria provenga de fuentes renovables. Los últimos datos del año 2008 indican que este porcentaje se sitúa en un 7,6%, un incremento de seis décimas respecto al balance anterior, pese a la no consecución de los objetivos. Sí se apuntan ciertas tendencias interesantes, como el aumento de la generación eléctrica a partir de la energía eólica y la solar —que

crecen un 13 y un 400%, respectivamente—. Estos incrementos han permitido compensar la caída de la energía hidroeléctrica y elevan el porcentaje de producción eléctrica neta de origen renovable hasta un 20,5%. La biomasa, la energía geotérmica y las energías marinas, aunque generen ya cierta actividad, siguen en un ámbito marginal cuantitativamente hablando. En Cataluña, según datos del Instituto Catalán de Energía (ICAEN) correspondientes al año 2007, la participación de las energías renovables en el consumo de energía primaria se sitúa en tan sólo un 2,8%.

España se sitúa por debajo de la media en cuanto a la progresión de la implantación de las energías renovables en la Unión Europea, según la Comisión Europea. La política del gobierno central ha recibido críticas de la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA) en el sentido de que las regulaciones realizadas por el ejecutivo parecen más orientadas a frenar que a estimular el sector (especialmente en el caso de la fotovoltaica). Esta asociación ha calificado la dependencia española de los combustibles fósiles de “escandalosa”.

ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidráulica aprovecha el movimiento de una masa de agua para generar electricidad. La potencia de cada central depende del cau-

dal que pueda penetrar en la turbina y de la diferencia de cotas del agua en la entrada y la salida de la instalación. El tipo de turbina se elige en función de estos dos parámetros. Las centrales mini hidráulicas son las que tienen una potencia inferior a 10 MW.

Se trata de infraestructuras que ocasionan afectaciones ambientales de poco alcance; además, existen medios para minimizarlos, tanto en el diseño como en la gestión. Hay que tener en cuenta que aparte de las leyes y reglamentos de cariz más general que regulan el sector, hay legislaciones específicas para cada cuenca hidrográfica. Según la APPA, en los últimos años el sector se encuentra prácticamente estancado, a causa de la falta de nuevas concesiones y la tardanza en la obtención de permisos para las centrales ya concedidas. Esta energía no alcanzará siquiera el 60% del objetivo marcado por el PER para 2010.

En Cataluña, últimamente se ha apostado por reactivar centrales paradas, incluyendo en algunos casos la conexión a la red eléctrica, y se han construido algunas nuevas, a la vez que se abandonaban progresivamente centrales de pequeña potencia para núcleos rurales o usos industriales. El Plan de Energía de Cataluña 2006-2015 tiene una incidencia relativamente escasa en la gran hidráulica y apuesta por la mini hidráulica, con la entrada en servicio de 51 aprovechamientos nuevos o rehabilitados. La potencia adicional en el horizonte del 2015 prevista para la primera es de 30 MW, mientras que para la segunda es de 73 MW.

ENERGÍA SOLAR

Los principios teóricos de la energía solar fotovoltaica se descubrieron en el siglo XIX, pero esta tecnología, tal como la conocemos hoy, se remonta a los años cincuenta. La base es la transformación de la radiación solar en electricidad a través de la captación efectuada en unos paneles que contienen células de silicio. La transformación no es del 100% de la energía recibida sino de un porcentaje mucho más bajo —cerca del 15%—, aunque se puede esperar un aumento del rendimiento de las placas a medida que avance la investigación. Tiene la ventaja de adaptarse a todo tipo de espacios, desde los terrados de casas y edificios, hasta las enormes extensiones de los huertos solares.

En los últimos años, España ha desarrollado una sólida industria y numerosas infraestructuras fotovoltaicas, con un gran aumento de la potencia instalada. Sin embargo, la legislación restrictiva adoptada por el gobierno en el

año 2008 ha estado orientada a una disminución de las retribuciones por kWh y a establecer límites anuales de producción. El objetivo ha sido enfriar el crecimiento de los últimos años, tildado por algunos de excesivo, pero que, en cualquier caso, ha superado con creces la potencia instalada prevista para el año 2010.

Algunos expertos señalan la importancia de distribuir las instalaciones por todo el territorio, y no sólo en grandes parques alejados de los centros de consumo, puesto que se producen pérdidas en el transporte de la energía.

Precisamente en Cataluña, donde no se ha desarrollado el fenómeno de los huertos solares, el Plan de Energía 2006-2015 plantea un crecimiento sostenido de la potencia fotovoltaica hasta llegar al final del período a los 100 MW en cuanto a las instalaciones conectadas con la red, y se prevé que este crecimiento se produzca en escuelas, centros turísticos, zonas deportivas, grandes superficies comerciales, gasolineras y zonas industriales.

Un tipo de tecnología con mucho futuro es la que se aplica a las centrales de energía solar termoeléctrica, en la que la radiación sirve para calentar un fluido, y cuyo calor se convertirá en energía mecánica para generar electricidad. La ventaja es que la generación se desvincula en parte de la insolación del momento, hecho de gran importancia para la estabilidad del suministro. Esta tecnología exige inversiones elevadas. Trabajan en ella una quincena de empresas, y Andalucía dispone de una planta experimental y un centro de investigación en Almería, que son referentes mundiales.

La otra gran aplicación de la energía solar es la térmica, que puede aprovecharse para distintos usos como cocinar, calentar agua o alimentar máquinas de refrigeración. El sector doméstico y el terciario son los principales receptores de la energía solar térmica en virtud de las obligaciones establecidas por el Código Técnico de la Edificación vigente desde el 2006, pero también como consecuencia de las ordenanzas municipales existentes tanto en Cataluña como en el resto de España (en el año 1999, Barcelona y Sant Boi del Llobregat fueron pioneras). Actualmente, hay más de millón y medio de metros cuadrados instalados en todo el Estado, y 1.300 empresas especializadas.

ENERGÍA EÓLICA

La utilización de la energía eólica es ancestral, tanto en la navegación como en los molinos para moler o bombear agua. La generación de electricidad mediante turbinas de viento se

UNIÓN EUROPEA: TRIPLE OBJETIVO

PARA EL 2020

En abril del 2009, la Unión Europea aprobó una serie de objetivos vinculantes para todos los estados miembros en materia de energías renovables para el año 2020. La política europea obedece, por un lado, a razones ambientales: hay que luchar contra el cambio climático y, en consecuencia, reducir la presencia de los combustibles fósiles.

Existe también, sin embargo, un componente estratégico: el consumo energético europeo depende en gran medida del exterior y de países con un grado determinado de inestabilidad que puede condicionar el suministro como ya ha sucedido en el caso del gas de Rusia. En este contexto, las energías renovables permiten a cada estado miembro obtener su propia energía aprovechando las fuentes y adoptando las tecnologías más adecuadas a su orografía y a su ubicación geográfica, algo que beneficiaría al conjunto de la UE. El objetivo global es llegar a lo que se conoce como triple 20: un 20 % de reducción de las emisiones de efecto invernadero en relación con el año base 1990; un 20 % de incremento de las energías renovables en el mix energético y un 20 % de reducción en el consumo de energía.

remonta a principios del siglo , aunque los aerogeneradores modernos no llegaron hasta los años ochenta.

Esta fuente renovable ha conocido un crecimiento espectacular en España, hasta el punto de que suministraba el 11% de la electricidad consumida en el año 2008, situando al Estado español en el tercer puesto mundial, después de Estados Unidos y Alemania. La potencia instalada supera los 16.000 MW. El PER señala como objetivo para 2010 un total de 20.155 MW. Actualmente, hay unas 700 empresas especializadas que emplean a cerca de 40.000 personas. La energía eólica ha incrementado su competitividad en términos económicos, aunque en algunos territorios no ha sido bien recibida por motivos ambientales y de encaje en el territorio (impacto en la avifauna y el paisaje, contaminación acústica). Este es el caso de Cataluña, donde paradójicamente se ha desarrollado una destacada industria, pero donde esta energía renovable no ha tenido el mismo grado de implantación que en el resto del Estado. El gobierno catalán quiere reactivar el sector y el Plan de Energía de Cataluña 2006-2015 estima alcanzar una potencia

de 3.000 MW, compatibilizando la instalación de nuevos parques con la exclusión de ciertas zonas por su valor ambiental o patrimonial.

Una tendencia de futuro es la creación de grandes parques eólicos en el mar, gracias a la potencia superior del viento y al hecho de que se evitan los problemas paisajísticos. Es una opción muy desarrollada en Dinamarca, país pionero en este campo, que espera obtener del viento un 75% de la electricidad que consume en el año 2025. El subsector de la energía mini eólica, tiene también posibilidades de desarrollo, ya que puede implantarse en lugares alejados de la red eléctrica para el consumo local, sin pérdidas por transporte y distribución, y se puede combinar con la energía fotovoltaica. Los centros más avanzados de I+D están investigando cómo sacar el máximo rendimiento de unas infraestructuras —con potencias de los aerogeneradores inferiores a 100 kW— pensadas para la descentralización de la producción eléctrica, que permitirán, en el futuro, ver aerogeneradores en las azoteas de casas.

BIOMASA

En un sentido restrictivo, la biomasa se define como toda materia orgánica susceptible de ser empleada como fuente de energía. Históricamente, se ha destinado a esta finalidad un conjunto de materia reducido; pero en el contexto actual es amplio y heterogéneo: residuos de origen forestal, agrícola y ganaderos, además de residuos de la industria agroalimentaria, de aserraderos y fábricas de muebles, lodos de estaciones depuradoras de agua y fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU). El aprovechamiento energético de la biomasa tiene lugar a través de: procesos termoquímicos (combustión directa, gasificación y pirólisis) orientados a la obtención de electricidad; procesos fisicoquímicos, de los cuales se obtienen biocombustibles sólidos (carbón vegetal) o líquidos (biodiésel); y procesos bioquímicos. Dentro de estos últimos el más extendido es la metanización, que produce el biogás.

Según datos de la Comisión Nacional de la Energía (CNE), a finales de 2008 había 420 MW de potencia instalada en plantas de biomasa sólida (que tratan residuos agrícolas y forestales). El objetivo del PER para este tipo de plantas es de 1.370 MW en 2010. En cambio, las plantas de producción de biogás, que son las que utilizan RSU, residuos sólidos industriales, lodos y purines, están cerca del 80% del cumplimiento de los objetivos del PER.

El Plan de Energía de Cataluña 2006-2015

LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MUNDO EN EL HORIZONTE DEL 2050

El pasado mes de marzo tuvo lugar en Copenhague un congreso científico internacional con el nombre de Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions. Una de las secciones más importantes del congreso estuvo dedicada a las energías renovables. El debate concluyó que, con el apoyo político y financiero adecuados, estas energías podrían suministrar el 40 % de la electricidad a escala mundial, pero si este apoyo no existe, apenas se llegará a un 15 %. Se trata de una de las proyecciones más optimistas realizadas sobre la contribución de las energías renovables al sistema energético del futuro, que se basa en las aportaciones de centenares de científicos y expertos en las distintas fuentes de energía.

Por su parte, el director ejecutivo de la Agencia Internacional de la Energía, Nobuo Tanaka, señalaba por aquellas fechas que la crisis económica internacional frenaría las inversiones en energías renovables, declaraciones que contrastan con la estrategia del presidente Obama de hacer precisamente de este sector uno de los motores para salir de la crisis lo antes posible.

prevé incrementar la participación de la biomasa en el balance de energía del país hasta multiplicar por tres la participación en el consumo de energía primaria respecto al año 2003. En cuanto a la biomasa agrícola y forestal, la mayor parte de las instalaciones serán para el aprovechamiento térmico. En el caso del biogás, la utilización se orienta hacia la producción eléctrica hasta llegar a una potencia de 121,2 MW en este ámbito. Se pretende que este desarrollo se lleve a cabo tanto en plantas centralizadas como en instalaciones más pequeñas.

ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica está almacenada en forma de calor bajo la superficie de la Tierra y, a diferencia de la solar o la eólica, se genera continuamente. Sirve tanto para producir calor de forma directa como electricidad. La energía geotérmica se divide entre alta entalpía y baja entalpía. La primera es la que aprovecha yacimientos geotérmicos que se encuentran en determinadas condiciones de presión y a una temperatura superior a 150°C. La energía sale en forma de vapor o agua caliente, que servirán para generar electricidad. La mayor o menor dificultad en la obtención de esta ener-

gía radica en las características del terreno. La baja entalpía se basa en la capacidad que tiene el subsuelo para acumular calor y para mantener una temperatura constante a lo largo del año, a una profundidad de entre 10 y 20 metros. Esta última tipología se utiliza para la producción de agua caliente sanitaria y para la climatización, y hasta ahora no ha tenido un desarrollo importante en España ni en Cataluña, aparte de casos particulares. Aunque existen varias empresas especializadas, el sector es más reducido que el fotovoltaico o el eólico.

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) ha estudiado el territorio y ha identificado varias zonas con potencial. Según el ICAEN, este potencial es insignificante en Cataluña, incluso con las tecnologías que estarán disponibles dentro del período de la aplicación del Plan 2006-2015. Esto en cuanto a la baja entalpía. En lo que se refiere a la alta, el ICAEN indica que las posibilidades de implantación en nuestro país son inexistentes.

ENERGÍA DEL MAR

Se pueden distinguir cuatro tipos de aprovechamiento energético del mar, orientados todos ellos a la producción de electricidad. La energía mareomotriz se basa en la capacidad de las mareas para desplazar grandes masas de agua que, una vez almacenadas en diques, se liberan para mover turbinas generadoras de electricidad. Esta tecnología se conoce desde hace tiempo: a mediados de los años sesenta se inauguró en Saint Malo (Francia) una central que funcionaba con este principio.

Otro sistema es la energía mareomotérmica, que se basa en la diferencia de temperatura entre las aguas superficiales y las del fondo del mar. También se pueden activar turbinas aprovechando la energía cinética de las corrientes marinas; es el tercer sistema. Y, finalmente, está la energía mecánica de las olas, una tecnología que ha registrado grandes adelantos, como muestra el proyecto Pelamis en Portugal.

A finales de los años setenta, el Ministerio de Industria y Energía calculó el potencial de las costas españolas en más de 37.000 MW. El año 2002, el informe de la Comisión Wave Energy Utilization in Europe obtuvo unos valores parecidos. A pesar de las ventajas indiscutibles, como la constancia del oleaje y las corrientes, estos sistemas plantean dificultades técnicas, como la corrosión de las infraestructuras, y económicas, como el volumen de inversiones necesario para transportar la energía eléctrica a la costa, menores en el caso de la mareomo-

triz. En el Mediterráneo carece de sentido aplicar este último sistema por motivos obvios.

TENDENCIAS Y OPORTUNIDADES

Las energías renovables no son neutras desde el punto de vista ambiental. Aunque no produzcan contaminación directamente, algunas lo hacen de forma indirecta a través de los procesos industriales y de construcción asociados a infraestructuras como los paneles solares. La energía eólica consume un recurso muy escaso en algunos países: el suelo. La biomasa, mal gestionada, puede conducir a la deforestación,

mientras que la hidroeléctrica perturba los ecosistemas acuáticos, según su localización. También es cierto que no todas estas fuentes proporcionan energía de forma constante. Pero la mayor parte de estos problemas tienen soluciones totales o parciales en función de la evolución tecnológica y son problemas de menor dimensión que los planteados por los combustibles fósiles.

En cuanto al problema de los costes, las dinámicas de implantación progresiva comportan llegar a ciertos grados de competitividad en el mercado, homologables a cualquier fuer-

te de energía convencional. Hay que contraponer este hecho a las distorsiones causadas por las oscilaciones del precio del petróleo. Por otro lado, las grandes infraestructuras de las energías renovables tienen también su ciclo de vida. Esto garantiza la necesidad de nuevas inversiones de cara al futuro o, dicho con otras palabras, la presencia de oportunidades económicas a medio y largo plazo.

ALBERT PUNSOLA

Licenciado en Ciencias Políticas y periodista especializado en temas ambientales

JOAN RAMON MORANTE, JEFE DEL ÁREA DE MATERIALES AVANZADOS DEL IREC | “El excedente de energía eólica procedente de las energías renovables puede producir hidrógeno”

Alrededor de las energías renovables hay una serie de actores que las hacen avanzar, pero los investigadores son quizá los más desconocidos. Dedicar horas y esfuerzos para mejorar los rendimientos de los elementos y descubrir nuevos materiales para plantear nuevos sistemas y procedimientos, son tareas apasionantes que se desarrollan desde el anonimato de un laboratorio. El doctor en Física Joan Ramón Morante acaba de iniciar una etapa en el seno del Instituto de Investigación en Energía de Cataluña, un organismo creado para contribuir a un futuro energéticamente más sostenible. El almacenamiento, la transformación y la eficiencia de las energías renovables son objeto de sus investigaciones.

Hace ya bastantes años que aparecieron las energías renovables. ¿Cree que han cumplido con sus expectativas?

No, por dos motivos. Uno de ellos es económico, puesto que la industria mundial más importante es la de la energía y esta tiene sus inversiones —que quiere recuperar— en el mundo fósil: carbón, petróleo, gas. Los esfuerzos se orientan para mejorar los sistemas de extracción y explotación. Si se ha construido un gasoducto entre África y Europa, y en el norte de África quedan reservas de gas para 40 años, quiere decir que los inversores tienen 40 años para amortizarlo. Desde el punto de vista empresarial, hay que seguir gastando esta energía de origen fósil.

Por otro lado, la introducción de energías renovables está limitada por los costes, más altos si no hay subvenciones, y por los problemas de almacenamiento de la energía, que dificulta su aplicación a gran escala.



¿Cómo está la situación de la investigación y la innovación en el sector de las energías renovables?

Muchos aspectos de las energías renovables se descubrieron hace años; ahora celebramos el 50º aniversario de la energía fotovoltaica. Eso no supone que el estado actual de la industria sea competitivo en cuanto a los costes. Si ahora tuviésemos que funcionar —suponiendo que fuera posible— sólo con fotovoltaica, el coste se incrementaría en un factor de 4 o 5. Socialmente es insostenible e inaceptable, mientras haya empresas comercializando petróleo, gas, carbón e incluso otras energías renovables, como la eólica, la geotérmica y las marinas, más baratas que la fotovoltaica. En cambio, la fotovoltaica es muy prometedora. El reto es innovar en este sector para poder ofrecer energía abun-

dante, a partir de las renovables, y más barata.

Además, las infraestructuras no deben ser costosas. Muchas veces se habla introducir el hidrógeno en el sector del transporte, pero el coste que representaría un suministrador de hidrógeno en las gasolineras sería inasumible socialmente. Por lo tanto, existe la necesidad de incrementar las energías renovables, pero necesitamos que las infraestructuras necesarias para su implantación tengan un coste asumible.

¿Cuál es el papel del Instituto de Investigación en Energía de Cataluña (IREC, Institut de Recerca en Energia de Catalunya)?

El IREC pertenece a la red Cerca de la Generalitat de Catalunya, la institución de investigación por excelencia en Cataluña, que engloba una treintena de institutos de temáticas distintas. Éste —que se dedica a la energía— se creó a finales de julio del 2008, pero no inició prácticamente su andadura hasta este año. Aunque somos muy jóvenes, ya estamos involucrados en varios proyectos importantes.

¿Se relaciona el IREC con otros institutos extranjeros?

En cada una de nuestras actividades estamos en contacto con los demás centros de referencia, tanto de Estados Unidos como de Japón o Europa. En Estados Unidos hay bastantes laboratorios adecuados como posibles colaboradores, pero el más relevante es el NREL (National Renewable Energy Laboratory) de Golden, Colorado. En Japón también hay varios centros con los que estamos iniciando contactos y colaboraciones, y

EL PERFIL

Joan Ramon Morante nació en Mataró (Maresme). Se doctoró en Ciencias Físicas en la Universidad de Barcelona (UB) en 1980. Desde 1985 es profesor de Electrónica y director del grupo de Investigación en Ingeniería y Materiales Electrónicos. Ha sido decano y vicedecano de la Facultad de Física de la UB, jefe de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica y director del Departamento de Electrónica. Desde 2009 es el jefe del Área de Materiales Avanzados del Instituto de Investigación en Energía de Cataluña (IREC). Comenta que está muy ilusionado con su nueva etapa profesional en el IREC, puesto que ya ha completado un largo ciclo en el campo de la docencia.

Sus actividades de investigación se han centrado en los dispositivos y materiales electrónicos y en la evaluación de los procesos y tecnologías afines, con especial hincapié en la transferencia de tecnología a los materiales semiconductores, cerámicas electrónicas, óxidos metálicos, microsistemas y sensores químicos integrados. Ha profundizado en los mecanismos de transferencia de energía en sólidos, que incluyen fotones, fonones o iones, que desarrollan actividades en energías renovables como la energía solar, basada en la nanotecnología, la termoelectricidad, la nanoionidad y la fotocatalisis. Reconoce que los proyectos en los que más le gusta colaborar son aquellos "en los que ves después una aplicación práctica e inmediata".

Ha participado en varios proyectos de I+D internacionales como los programas BRITE, ESPRIT, IST, JOULE...y en proyectos industriales en programas EUREKA, IBEROEKA y CRAFT, así como en proyectos industriales privados. Ha sido galardonado por la Generalitat de Cataluña con la distinción para la investigación y con el premio Narcís Monturiol.

en Europa la lista también es larga, casi en cada país europeo hay un centro de excelencia en temas relacionados con la energía.

¿Está prevista la creación de un centro de investigación europeo?

La Unión Europea aprobó una iniciativa del presidente Barroso para crear un European Institut of Technology, un poco a la imagen del famoso MIT (Massachusetts Institut of Technology) americano, aunque no habrá un centro formal de laboratorios sino unas oficinas que finalmente estarán en Budapest. Actualmente, ya está abierta la convocatoria para la creación de distintas líneas, los llamados centros de innovación y conocimiento, y una de ellas será la energía. Por lo tanto, hay que presentar una propuesta que coordine distintos laboratorios. La resolución será hacia finales de año y si, como esperamos, sale aceptada nuestra propuesta, participaremos en esta línea de energía.

Entrando en terreno científico, ¿en qué punto se encuentra la investigación para aumentar el rendimiento de las células fotovoltaicas?

En la energía fotovoltaica hay tres generaciones: la primera es la estándar, es decir, la de silicio monocristalino; la segunda, la de capa fina, que incluye la generación 2.5; y la tercera generación, la de estructuras basadas en las nanotecnologías y en la combinación de distintos materiales. Es decir, teórica y experimentalmente,

el límite máximo de eficiencia de una célula solar ideal, utilizando un solo material, está alrededor del 30%. Un espectro solar tiene fotones, que van del ultravioleta al infrarrojo, y toda la energía se distribuye entre ellos. Si quiero convertir el máximo de esta energía en energía eléctrica, con un solo material semiconductor, me resulta imposible utilizarla toda; la banda prohibida del semiconductor que más se acerca al ideal es de 1,5 electrones-voltio, que corresponde al arseniuro de galio, y que da una eficiencia demostrada en laboratorio del 28%, cercana a la del teórica.

¿Estamos cerca del límite, pues?

No, la idea científica es ir más allá. El arseniuro de galio es caro y escaso; por lo tanto, la industria se preocupó de desarrollar el silicio, que —con 1,1 de banda prohibida— baja su eficiencia alrededor del 20% en el ámbito experimental. Esto en monocristalino; si vamos a policristalino o amorfo, la cifra cae.

La capa fina resuelve el problema del suministro de silicio, según dicen el elemento más abundante de la Tierra, aunque no registra una producción suficiente, por sus costes y otras dificultades. A partir de capa fina con silicio amorfo y del CIS (cobre, indio y selenio) o del telurio de cadmio, se han obtenido resultados bastante rompedores, porque en capa fina, con costes relativamente bajos, se está dando una eficiencia en módulos que supera el 17%, y se prevé llegar todavía más lejos. Estos valores nos

dejan aún lejos del 30% pero con la combinación de distintos materiales y si cada uno de ellos capta una parte del espectro solar, se puede ir cubriendo todo el espectro y no se pierden demasiados fotones. Con una configuración tándem, que utilizará nanomateriales, cada uno explotando una parte del espectro, se podrán alcanzar rendimientos del 30 al 35%.

Esto implicará nuevos sistemas de fabricación. ¿Cómo está la investigación en este campo?

Está empezando. Se quiere descubrir con qué materiales habrá que trabajar, y cómo se combinan a bajo coste. Lo ideal sería pasar por nanomateriales que permitan técnicas de deposición de capas de estas nanopartículas; sería como aplicar una capa de pintura sobre un material. Como la comunidad científica no ha establecido aún cuáles son los mejores materiales y la mejor combinación, las tecnologías de fabricación todavía están verdes.

Lo que está claro es que el futuro pasa por la nanotecnología.

Sí, y el motivo es que con las nanotecnologías se puede controlar y conocer cómo se absorben los fotones y cómo generan parejas electrón-hueco; y también cómo se separan sin recombinarse, uno de los problemas más difíciles de controlar y evitar a gran escala. Así, pues, las nanotecnologías abren una gran perspectiva y actualmente los grandes programas de investigación van en esta dirección con el objetivo de alcanzar rendimientos del 40%.

Como decía al principio, otro gran reto es el almacenamiento de la energía.

Cuando se habla de almacenar energía casi todo el mundo se imagina baterías de litio, en sus distintas modalidades, como alternativa. Lo cierto es que con el coche eléctrico, el reto es mejorar las baterías para que tengan menor peso y mayor capacidad. El problema es que si queremos algo que almacene la energía, probablemente tendrá que ser bajo una forma química, debe llegar un momento en que esta forma química se pueda transformar en energía eléctrica.

Bueno, si yo quiero un coche eléctrico con una gran aceleración, la batería tiene que generar una alta intensidad. Las baterías actuales tienen limitaciones para poder extraer carga de forma rápida. Esto afecta mucho a la degradación de los materiales en cuanto a los electrodos, porque debe pasar por ellos una alta

densidad de corriente, lo que afecta a la cantidad de ciclos útiles de los materiales.

Es una de las aproximaciones a los problemas del almacenaje, pero hay fórmulas electroquímicas —algunas descubiertas hace ya mucho, olvidadas y que ahora están resurgiendo— que son muy prometedoras.

¿Por qué no hacer una batería en la que los componentes que reaccionan sean inyectados de forma progresiva? Hay baterías redox de flujo continuo en las que lo único que se necesita son dos depósitos de electrolitos. Para producir corriente, se va inyectando, mediante bombas, flujo de líquido iónico, que intercambia carga a través de una membrana y se puede extraer corriente. Hay ejemplos de estas baterías redox en las que se han podido almacenar megavatios.

Y el hidrógeno, ¿qué papel tiene?

En Barcelona, donde existe el autobús de pila de hidrógeno, es muy conocida la llamada pila de combustible. Como su nombre indica, es una pila en la que el reactante químico llega a los electrodos y produce una reacción en la que los protones cierran el circuito a través de la pila y los electrones van por el circuito exterior, de manera que van a reaccionar al otro electrodo. Es decir, siempre hay el mismo esquema electroquímico, una membrana que sólo conduce protonicamente. Por lo tanto, los electrones deben viajar por el circuito exterior. En el caso del autobús el combustible que se envía al electrodo es el hidrógeno, la reacción en el electrodo produce el electrón-protón, y el electrón cierra el circuito con una corriente que se emplea para activar un motor eléctrico.

Cualquier proceso electroquímico puede ser reversible. Por ejemplo, si yo tengo una producción de energía renovable —eólica o fotovoltaica—, puedo emplear los excedentes de energía eléctrica para descomponer agua y producir hidrógeno. Eso sería lo que se llama un electrolizador sólido, que tiene eficiencias muy altas, del 80%. Este hidrógeno puede almacenarse y se podría utilizar para producir corriente cuando hiciera falta. Esta es una de las líneas de investigación sobre el almacenamiento que se trabaja en el laboratorio, y que parece indicar que se podría producir hidrógeno a partir de las energías renovables.

MIQUEL DARNÉS

*Periodista e ingeniero técnico industrial.
Asesor de comunicación y marketing del CETIB*

EL PROYECTO - MICROTURBINA A BIOGÁS, VERTEDERO DE COLL CARDÚS | Gestión sostenible

La instalación de una microturbina de biogás para producir electricidad y calor en un vertedero de residuos sólidos urbanos es un ejemplo de cómo un proyecto de ingeniería puede contribuir a la sostenibilidad

La planta de biogás está situada en el área de aprovechamiento energético del Centro Industrial de Tratamiento Ambiental (CITA) de Coll Cardús, que se encuentra en el término municipal de Vacarisses, punto kilométrico 28,200 de la carretera C-58, de Tarrasa a Manresa. De sus 90 hectáreas de extensión, una tercera parte corresponde al terreno explotado para el vertido de residuos. El CITA Coll Cardús, gestionado por el grupo Hera, dispone de la ISO:9001, la ISO:14001 y la OHSAS:18001 para asegurar una buena calidad en sus procedimientos de gestión integral. Inicialmente era un vertedero incontrolado, pero en el año 1984 la empresa Tratesa, del grupo Hera, empezó a encargarse de la gestión del vertedero controlado de residuos sólidos urbanos (RSU). Actualmente gestionan más de 60.000 toneladas al año de RSU de municipios del Vallés y Bajo Llobregat y ciudades como Vic y Badalona.

Un vertedero de RSU es un reactor bioquímico cuyas principales entradas son los residuos sólidos urbanos y el agua; y las principa-



les salidas, los lixiviados —residuos bajo forma líquida—, y los gases. El agua que se obtiene tras el tratamiento de los lixiviados sirve para usos propios de la instalación o para regar los alrededores. La valorización energética del biogás, que se produce por la digestión anaeróbica de los residuos, permite obtener combustible para los vehículos y producir electricidad.

BIOGÁS: RECOGIDA Y TRATAMIENTO

El gas del vertedero está formado principalmente por metano (CH_4) en un 53%, dióxido de carbono (CO_2) en un 40%, nitrógeno (N_2)

en un 3,6%, oxígeno (O_2) en un 0,5% y el resto por sulfuros, disulfuros, amoníaco (NH_3), hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono (CO).

El biogás se recoge mediante una red de captación formada por pozos de extracción. Estos pozos tienen un diámetro de 500 mm, una profundidad de 15 a 25 metros, y un radio de acción de unos 25 metros. Desde los pozos el biogás se aspira por medio de un sistema de cañerías de distintos diámetros que se unen a los colectores principales y que, a su vez, conducen el biogás hasta la central de aspiración. Todo el sistema de captación y transporte del biogás se realiza a una presión inferior a la atmosférica.

Tras su captación, y antes de ser empleado por el sistema de aprovechamiento energético, el biogás se somete a un tratamiento, que depende de la aplicación final: si se utiliza como combustible para calderas, basta con una deshumidificación y una eliminación de compuestos corrosivos; en el caso de ser utilizado en motores y turbinas, se precisa una serie de filtros para eliminar la entrada de impurezas. Todos estos procesos se llevan a cabo en la planta de Biogás Natural Concentrado Comprimido de Coll Cardús (BNCC). Esta planta se halla instalada en el interior de dos contenedores metálicos unidos, que forman un conjunto independiente.



EL ENCARGO

El parque tecnológico de recursos renovables de Coll Cardús está situado en el término municipal de Vacarisses. La filosofía del parque es gestionar de forma sostenible los residuos orgánicos que van a parar al vertedero, que es uno de los más grandes del Estado español. Las instalaciones pertenecen al grupo HERA-AMASA, SA, una empresa especializada en el tratamiento de residuos y la gestión de recursos asociados, como el biogás o la recuperación de materiales. La microturbina de biogás concentrado y comprimido proyectada produce calor para colaborar en el tratamiento de los residuos del vertedero, para generar electricidad y también combustible para vehículos. El aprovechamiento de los recursos del vertedero está orientado a cerrar el círculo de los residuos para alcanzar su rentabilidad y, a la vez, conservar el medio ambiente con la reducción de las emisiones de CO₂.

EL EQUIPO

Facultativos. Francisco Daniel Ayala, Padules (Almería), 1969, cursó Ingeniería Técnica Industrial en la EUITIT. En cuanto terminó sus estudios se colegió y entró a formar parte del colectivo que se dedica al ejercicio libre de la profesión, con la realización de proyectos ambientales de distintos sectores industriales como el químico, el textil, las artes gráficas, la fabricación de material eléctrico, etc., así como proyectos de instalaciones de baja tensión, de aparatos de presión y de instalaciones térmicas, entre otros. Para el proyecto de la microturbina, Ayala ha colaborado con la empresa ambSol de Ingeniería Ecoenergética, especializada en eficiencia energética y aplicaciones con energías renovables y cogeneración. El equipo de ambSol está formado por personal técnico cualificado que acumula un importante currículum con más de 600 actuaciones especializadas en seis años. Ha realizado encargos para la administración pública (ayuntamientos como Barcelona, Terrassa o Sant Cugat, Diputación de Barcelona, ICAEN, AEB), universidades (UPC, LaSalle, URIV), fundaciones, empresas privadas y, en general, para clientes que necesitan de una ingeniería especializada en energías renovables.

ENERGÍA ELÉCTRICA Y CALORÍFICA

Este proyecto nace para dar solución a las necesidades de la planta de BNCC, que trata el biogás procedente del vertedero como combustible de la flota de vehículos de la empresa. Actualmente, en la planta de BNCC se lleva a cabo un acondicionamiento del gas procedente del vertedero, que se comprime y se almacena para su utilización posterior. Las dos principales necesidades son la energía eléctrica para trabajar aislada de la red, y la producción de calor para la caldera.

La planta de BNCC requiere calor para la caldera de vapor, que se utiliza en el proceso de limpieza del absorbente, y requiere electricidad para el refrigerador y los compresores. La planta requiere una potencia calorífica de 70 a 90 kW entregada en 0,1 kg/s a 95 °C, en función del precalentamiento existente, y una potencia eléctrica de 35 kW a 400 V. La solución propuesta para dar respuesta a estas necesidades consistió en la instalación de una unidad de tratamiento de gas, una microturbina a biogás y un recuperador de calor, para suministrar electricidad y calor a la planta, tanto si se trabaja en isla como si se exporta la energía eléctrica sobrante a la red de distribución. El biogás procedente de la planta BNCC es el combustible que utiliza la microturbina. Previamente, hay que acondicionar este gas en la unidad de tratamiento de gas, específica para la microturbina, donde se realizan los siguientes procesos:

- Limpieza de compuestos de siloxano y ácido sulfhídrico.
- Elevación de la presión a la de trabajo para la microturbina.
- Refrigeración para el secado del gas.

En el interior de la microturbina se produce la combustión del biogás, que se convierte en energía eléctrica en los alternadores. En el recuperador de calor se produce un aprovechamiento del calor de los gases de escape de la microturbina, mediante un intercambiador.

La unidad de tratamiento de gas, la microturbina, el recuperador de calor y los equipos auxiliares necesarios para su funcionamiento (compresor, filtro de carbón activo y refrigerador) que, con la excepción del refrigerador, no son los mismos que los de la planta de BNCC, se instalaron en la parte superior de los contenedores metálicos de la planta. Esta solución comportó la necesidad de construir una estructura metálica auxiliar para soportar el peso de todos los equipos necesarios.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE FUNCIONAMIENTO DE LA MICROTURBINA

La microturbina genera energía a partir del flujo de gas caliente procedente de la combustión del gas en el aire comprimido entrante. Aguas arriba hay un compresor (radial o axial) acoplado mecánicamente a la turbina, donde está la cámara de combustión. La energía se produce cuando el aire comprimido se mezcla con el combustible y se enciende en la cámara de combustión. Los gases resultantes se dirigen directamente a las aspas, haciendo girar el eje de la turbina, y, mecánicamente, ejerciendo fuerza sobre el compresor. Al final, los gases pasan a través de una pipeta, que acelera los gases de la combustión al volver a una presión atmosférica, y produciendo más empuje. La energía se extrae a partir de un eje de fuerza, aire comprimido, empuje, y de sus combinaciones. Se utiliza en aviones, trenes, barcos, generadores eléctricos, etc.

Las turbinas de gases industriales tienen gran variedad de dimensiones, desde un contenedor móvil hasta una gran planta de sistemas complejos. Son especialmente eficientes, por encima del 60%, cuando el calor de la salida de escape se aplica a un intercambiador de calor para calentar el vapor de entrada de la turbina de vapor, creando un ciclo combinado. También se puede hacer la configuración de cogeneración focalizando la chimenea para calentar agua o una cámara. Además, mediante una nevera de absorción se consigue frío para refrigerar. La configuración de cogeneración puede superar el 90% de eficiencia energética. Las turbinas a gas más grandes, utilizadas para la generación eléctrica, operan a 3.000 revoluciones por minuto para encajar con la frecuencia de la red y disponer de una mínima caja de cambios. Al igual que los motores, la turbina requiere una estructura de cierre específica.

Las turbinas a gas de ciclo simple para generar electricidad requieren menor inversión de capital y pueden ser escaladas para producciones grandes o menores. Además, en los actuales procesos productivos pueden estar disponibles en pocos meses, en comparación con los años necesarios en el caso de otras tecnologías. Otra ventaja es la capacidad que tienen de ser detenidas y puestas en marcha en pocos minutos, suministrando energía durante los picos de demanda; este es un uso frecuente de esta tecnología. Una turbina de ciclo simple de gran capacidad puede tener una potencia de 100 a 300 MW y una eficiencia térmica del 35 al 40%; las más eficientes llegan al 146%.

Las microturbinas son ampliamente utilizadas para la generación distribuida, y en aplicaciones que requieren calor y electricidad simultáneamente. Abarcan desde unidades pequeñas como la palma de la mano, que producen menos de 1 kW, a unidades comerciales, que producen centenares de kilovatios. Parte de su éxito se debe a las aplicaciones electrónicas, que permiten una operación telemática y su acoplamiento a la red eléctrica. La tecnología conmutada de electrónica de potencia elimina la necesidad de que el generador esté sincronizado con la red eléctrica. Esto permite que el generador esté integrado con la turbina y, además, sirva como motor de puesta en marcha.

VENTAJAS DE LAS MICROTURBINAS

Los sistemas con microturbinas tienen muchas ventajas respecto a los motogeneradores recí-

procos, con mayor densidad de potencia respecto a su medida comparada, y emisiones extremadamente bajas de gases de combustión a la atmósfera, y también una única parte móvil. Estos sistemas se diseñan con cojinetes concéntricos que pierden el contacto cuando el eje gira a gran velocidad, evitando el uso del lubricante típico para cojinetes de rodamiento, ya que no se produce rodamiento. Para este sistema tampoco se precisa presurización externa, puesto que el cojinete se genera automáticamente por hidrodinámica del flujo de aire cuando se crea la alta presión. La refrigeración de la microturbina no precisa lubricante ni ningún otro material peligroso.

Las microturbinas también tienen la ventaja de disponer de la mayor parte de calor, a temperatura bastante alta, en la chimenea, mientras que el calor en un motogenerador se

pierde, en parte, entre la chimenea y el sistema de refrigeración. De todas formas, los motogeneradores son más rápidos para responder a los cambios de potencia de salida a causa de la irregularidad de la demanda, y son eléctricamente más eficientes, aunque la eficiencia de las microturbinas se esté incrementando. Estas también pierden eficiencia a niveles de baja potencia respecto a los motogeneradores. Las microturbinas aceptan, además de la mayor parte de combustibles comerciales, los combustibles de origen renovable como el biogás de vertedero, y los de digestión anaeróbica o de plantas depuradoras de aguas residuales.

Los diseños de microturbinas suelen consistir en un compresor y una turbina radial de simple etapa y un recuperador, difícil de diseñar y fabricar, porque trabaja a alta presión y temperatura diferencial. El calor de las chimeneas pue-

FICHA TÉCNICA

El sistema se compone de los siguientes equipos:

- Unidad de tratamiento del gas. Marca Verdesis, Modelo GTP 004
- Refrigerador. Compartido con la planta de BNCC
- Microturbina. Marca Capstone, Modelo CR65-ICHP

Microturbina Capstone

Especificaciones en condiciones ISO:
CR65 CR65-ICH
P15°C, 1.01325 bar, 60 % RH

Características eléctricas

Potencia eléctrica de salida
65 kW
Tensión
400 a 480 V (AC)
Servicio de tensión
Trifásica
Frecuencia
50/60 Hz
Máxima intensidad de salida
100 A, operando conectada a la red
Eficiencia eléctrica
29 %

Combustible / Características turbina

Columna de gas natural
Gas de vertedero: 3,7 a 6,2 kWh/m³
Contenido de ácido sulfhídrico H₂S
>400 ppmv

Presión de entrada diferencial

5,2 bar 75 psi

Caudal de combustible

224,2 kW/h

Relación del generador

3.22 kWh/kWh

Características en chimenea

Caudal del gas

0,49 kg/s

Temperatura del gas

309°C

Aprovechamiento de calor para temperatura de entrada del agua a 38°C y caudal de 2,5 l/s

Módulo de recuperación de calor integrado

Núcleo de acero inoxidable

Aprovechamiento de calor para agua caliente

74 kW

Eficiencia total del sistema

62 %

Dimensiones y peso

Ancho x profundidad x altura

762 x 1956 x 2388 mm

Peso

1.000 kg

Intercambiador de calor de gases de escape.

Marca NET, Modelo RB 8.20-67

Datos técnicos (para CR 65)

Caudal másico de gases de escape (aprox.)

1760 kg/h

Temperatura de gases de escape entrada

309°C

Temperatura de gases de escape salida (aprox.)

80°C

Pérdida de presión de gases de escape (aprox.)

180 Pa

Caudal másico de agua de refrigeración (aprox.)

5060 kg/h

Temperatura de agua de refrigeración entrada

60°C

Temperatura de agua de refrigeración salida

80°C

Temperatura de agua de refrigeración máxima

100°C

Presión de servicio máxima

6 bar

Pérdida de presión de agua de refrigeración

160 mbar

Superficie de calefacción

67 m²

Potencia térmica

125 kW

Dimensiones de la carcasa

Longitud

1500 mm

Ancho

660 mm

Altura

480 mm

Peso

310 kg

de servir para calentar agua, procesos de secado o para neveras de absorción, que crean frío para el aire acondicionado a partir de la energía del calor. La eficiencia típica de la microturbina se sitúa entre el 25 y el 35%, aunque cuando se trabaja en un sistema de cogeneración con calor y electricidad, las eficiencias se incrementan por encima del 80%.

La instalación dispone de un sistema de control y unos equipos de medición para poder realizar un seguimiento detallado de la producción, los consumos y los rendimientos. Los equipos de registro realizan un seguimiento de las distintas medidas, tanto puntuales como totales, necesario para la correcta evaluación del funcionamiento de la instalación. También dispone de un contador bidireccional digital trifásico homologado y precintado por la compañía eléctrica, para registrar la energía exportada a la red.

MAGNITUDES DE LA INSTALACIÓN

Actualmente, en la planta de BNCC se utiliza una caldera de vapor para realizar la aportación de calor necesario para la limpieza del reactivo. El reactivo separa el dióxido de carbono del biogás. El biogás restante contiene una elevada concentración de metano.

La microturbina puede producir una potencia térmica de 70 a 90 kW entregada en 0,1 kg/s a 95 °C, en función del precalentamiento existente, y tiene la capacidad de aportar el 100% del calor necesario para la planta. Pese a ser sustituible, la caldera no se ha inutilizado por completo y servirá en caso de emergencia o en los períodos en los que la microturbina esté parada. Parte de la potencia eléctrica producida por la microturbina —de 65 kW a una tensión de 400 V— puede aprovecharse para el autoconsumo, y el resto exportarse a través de la red de la empresa distribuidora. En el momento en que la instalación esté funcionando en isla, desconectada de la red de la distribuidora de la zona, la planta de BNCC consumirá entre 9 y 35 kW eléctricos producidos por la microturbina y cerca del 100% del calor útil (90 kW), con un rendimiento del 62%.

En cuanto al rendimiento, hay que decir que la microturbina podrá trabajar en isla y producir electricidad para el autoconsumo de la planta de BCNN; o conectada a la red de la distribuidora, exportando electricidad.

El rendimiento mínimo se produce cuando la planta de BNCC está detenida, puesto que no admite energía. En este régimen de funcionamiento, la microturbina produce electricidad

únicamente con un rendimiento eléctrico en los bornes del generador de un 29% respecto al combustible de entrada. En caso de que la microturbina trabaje como generadora de corriente y para alimentar con todo el calor útil, lo que implica trabajar a plena carga, habrá que evacuar la energía eléctrica sobrante que la planta de BNCC no pueda consumir.

La potencia eléctrica que producirá la microturbina es de 65 kW. Se estima una disponibilidad anual de trabajo de 8.000 horas a plena carga. Por lo tanto, se prevé generar una energía eléctrica total de 520 MWh al año, exportable en su conjunto, si no hay autoconsumo. Los regímenes de funcionamiento de la microturbina permitirán variar el autoconsumo de 0 a 35 kWh, para suministrar energía a la planta de BNCC. En este caso, el autoconsumo anual podría llegar a ser de 280 MWh; por lo tanto, la energía neta exportada a la red de la empresa distribuidora, una vez contabilizado el autoconsumo, es de 240 MWh al año.

DANIEL AYALA

Ingeniero técnico industrial. Autor del proyecto y director de la instalación. Empresa amb Sol Enginyeria Ecoenergètica, SLP

LA OPINIÓN | Sobre la energía renovable

1- ¿CÓMO VALORA HASTA AHORA LA IMPLANTACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA?

2- QUÉ OPINA DE SU SITUACIÓN ACTUAL?

3- ¿QUÉ ENERGÍA RENOVABLE PREVE QUE AVANZARÁ MÁS EN EL FUTURO?

ENCARNA BARAS

Presidenta del Institut Català de l'Energia (ICAEN)

1-España es uno de los países líderes tanto en la implantación de energías renovables como en su desarrollo tecnológico, principalmente en solar fotovoltaica y eólica. Cataluña, a su vez, ha sido pionera en el desarrollo del sector en el conjunto del Estado, y alberga algunas de las empresas de vanguardia de la tecnología eólica. A pesar de ello la implantación de renovables en Cataluña no ha evolucionado

al mismo ritmo que en el resto del Estado. Para superar este atraso, el gobierno autonómico última un decreto para agilizar los trámites y facilitar la ordenación en el territorio de las centrales eólicas y fotovoltaicas, con el fin de fomentar su desarrollo y cumplir con los objetivos del Plan de la Energía 2006-2015.

2-Por su potencial de crecimiento y de tracción tecnológica, así como por su efecto positivo sobre el medio ambiente, las energías renovables se han incluido en los planes de muchos países para salir de la crisis económica. La crisis se ha convertido en una oportunidad para el sector que, en cambio, es más sensible a los cambios legislativos. Los promotores requieren seguridad jurídica, si bien es cierto que la regulación debe evolucionar para permitir un desarrollo armónico de todas las energías. Una vez sean tecnológicamente maduras, las ER tienen que ser rentables sin primas y competir directamente con las convencionales.

La nueva legislación debe respetar las competencias de cada administración. El buen desarrollo del sector sólo se logrará contando con el conocimiento que tienen del territorio las administraciones autonómicas y locales.

3-Varias tecnologías tienen un largo camino por recorrer, como la energía eólica —con el ámbito marino a desarrollar—, o la solar termoeléctrica, —que a medio plazo puede tener un papel importante en Cataluña—. Sin embargo, el principal campo de progreso reside en el ahorro y la eficiencia energética: tenemos que aprender a consumir menos energía y aprovecharla mejor. Cataluña quiere ser determinante tanto en I+D como en la industria de las ER, el ahorro y la eficiencia energética. La creación, con colaboración entre los sectores público y privado, del Instituto de Investigación en Energía (IREC, Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya) y del Clúster de Eficiencia Energética de Catalunya, así lo muestran.

ANDREU MARTÍNEZ

Presidente de la comisión de Medi Ambient, Energia i Seguretat del CETIB

1- La implantación de las ER ha sido y está siendo espectacular por el cumplimiento de la diversificación en la forma de producir energía prevista en el Plan Energético Nacional y positiva por su contribución a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

La potencia instalada acumulada en diciembre de 2008 —de 16.000 MW en energía eólica y cerca de 3.300 MW en solar fotovoltaica— y el número de instalaciones asociadas han cubierto con creces las mejores previsiones de la implantación de las ER en España, implicando un reconocimiento internacional por el modelo utilizado en la creación de un potente mercado interior y por la implicación que los resultados han tenido en su consolidación (ingeniería, técnicos y mano de obra cualificada, fabricantes, instaladores, etc.).

2- La regulación interior en cuanto a limitación de cupos y primas afecta al desarrollo de las ER y ha devuelto a la realidad a un buen número de actores. Otros condicionantes que tener en cuenta son: la crisis financiera y de confianza general; el precio del petróleo a la baja (se requiere un precio justo del barril —de 70 u 80 \$— para hacer rentables los proyectos de ER); la caída del precio del mercado de emisiones de CO₂ y la implicación cada vez mayor del sector de la energía en los mercados financieros, que afectará sobre todo a su internacionalización y exportación asociada.

A nivel local veremos cuáles serán los nuevos objetivos gubernamentales y qué consecuencias tendrá la legislación autonómica. Todo ello determinará la velocidad óptima para el desarrollo continuado del mercado interior.

3- Ninguna tecnología tendrá exclusividad. A corto plazo la solar termoeléctrica tendrá un crecimiento importante y la fotovoltaica continuará su desarrollo en cubiertas para dar cumplimiento al CTE y aprovechar las actuales ventajas regulatorias. La solar térmica deberá consolidar su incipiente desarrollo a nivel estatal, si bien deben mejorarse los equipos, las instalaciones y su conducción y mantenimiento. La eólica deberá enfrentarse a nuevos retos tecnológicos en el escenario *offshore* con los mapas marinos ya definidos. El apoyo a la biomasa y la energía geotérmica debe seguir caminos semejantes a los de las ER consolidadas, ya que su participación en el mix energético aún está lejos

de lo deseable. Las estrategias del sector del automóvil y del transporte deben implicarse en el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de la energía eléctrica eólica (fabricación de hidrógeno y pilas de combustible) para generalizar su uso en vehículos híbridos o 100% eléctricos.

PEP PUIG

Presidente de la Associació Europea per les Energies Renovables (Eurosolar)

1- Para valorar la implantación de las ER hay que diferenciar entre las fuentes que sirven para generar electricidad y las que proporcionan calor. En cuanto a las primeras, se ha producido un desarrollo espectacular de la tecnología para aprovechar la fuerza del viento, a pesar de los cambios constantes en la regulación. En cuanto a las segundas, el progreso ha sido menos espectacular, aunque en el año 1999 la ciudad de Barcelona adoptara la pionera ordenanza solar (que desde 2006 es ley estatal, incluida en el CTE). Esta medida no ha tenido continuidad para que la energía solar térmica se incorpore a todos los edificios existentes, y no sólo a los nuevos.

2- La situación actual de emergencia ecológica, económica y social es el resultado de la crisis de un modelo que ha fundado la creación de riqueza en la destrucción de la buena salud de los sistemas ecológicos. Esto debería darnos la oportunidad para repensar la forma de vivir en este planeta y aprender a “vivir bien sin destrozarse”. Las ER tienen un papel esencial, puesto que nos permiten vivir y aprovechar los inagotables flujos energéticos biosféricos. Si los gobiernos no son capaces de crear el marco para transformar la crisis en una oportunidad, deberá hacerlo la ciudadanía, dejando de ser “consumidora” pasiva de energía para convertirse en generadora (total o parcial).

3- La eólica está avanzando a unos ritmos increíbles en todo el mundo. Es una gran oportunidad para el ser humano, puesto que nos permite disponer de energía eléctrica sin emisiones de CO₂ ni de sustancias radioactivas en el medio ambiente y sin la generación de residuos nucleares.

JOSEP GONZÁLEZ

Presidente de la patronal Petita i Mitjana Empresa de Catalunya (PIMEC)

1- España aplica una política de fomento de las ER similar a la de Alemania. Consiste en fomentar el uso de energía eólica con el obje-

tivo de 20 GW instalados a finales del año 2010; e incluye el uso de la energía fotovoltaica que sirva a la industria para mejorar rendimientos, y el uso de la energía solar termodinámica que permita a las empresas de ingeniería ser líderes mundiales en esta tecnología. La valoración es, pues, positiva, excepto por el problema de la fotovoltaica. El decreto que la fomentaba fue visto por el sector financiero como una oportunidad excelente para sustituir los créditos hipotecarios y en los dos últimos años ha estado en una burbuja que el gobierno ha tenido que desactivar. Es notable el camino hecho para integrar la energía eólica en la red, mostrando todos los cuellos de botella que hay que resolver.

2- Las ER sufren las dificultades financieras de cualquier otra actividad. Pero los frenos más importantes provienen de las tramitaciones administrativas. En Cataluña es clamoroso el camino que hay que recorrer para poder implantar un parque eólico o fotovoltaico. La resistencia de toda la sociedad, desde la Generalitat o los ayuntamientos hasta los vecinos, es una barrera que urge superar. Alguien debe hacer pedagogía y explicar que la energía empezará a agotarse a partir del año 2020, y que si queremos seguir con la economía actual sólo hay dos caminos: desarrollar las ER o la energía nuclear. No hay tiempo que perder con resistencias locales y egoístas. Detener la economía equivale a regresar a principios del siglo XX, a una economía de supervivencia.

3- El ahorro es el punto clave, el que por fuerza deberá tener más peso en el futuro. Esto implica modificaciones en los procesos industriales, en el transporte y en las formas de vida. Quizá la más clamorosa es la que afecta al transporte. Un coche con motor de combustión pierde un 74% de su rendimiento por mala eficiencia. Un coche eléctrico pierde un 18% de su energía entrante. El coche eléctrico puede resolver, además, el desarrollo de la energía eólica si la carga de las baterías se realiza de noche. Todo ello nos lleva a una revolución tecnológica, con nuevos coches, nueva generación eléctrica, y al desarrollo de casas pasivas con poca demanda de energía, acción que requiere la formación de una cantidad ingente de nuevos ingenieros y físicos.

SANTI PARÉS

Director comercial de Meteosim Truewind

1- España goza del reconocimiento internacional por el grado de desarrollo de las ER, tan-

to por el aprovechamiento del potencial como por el sector industrial y tecnológico desarrollado. Todavía quedan espacios geográficos para obtener más energía renovable, pero de momento podemos servir de ejemplo para la mayoría de países. El desarrollo social requiere el consumo de mucha energía, sobre todo si queremos que toda la población disponga de unos niveles mínimos de confort. Las energías renovables deben explotarse, y la eólica es la que de momento se muestra más eficiente.

2- Todavía se precisa mayor velocidad en el desarrollo imparables de las ER. Para obtener más MW eólicos, por ejemplo, hay que mejorar los procesos de solicitudes. Actualmente, la complejidad de la administración pública dificulta en exceso el trámite adecuado para llevar a cabo un proyecto eólico. Otro freno para los proyectos eólicos es el llamado impacto visual. En una sociedad del bienestar, en la que la energía es esencial, ya no podemos pedir fuentes de energía que sean renovables e invisibles, y hay que relativizar el impacto visual.

3- Siempre se precisarán fuentes de energía que las complementen, pero no queda la menor duda de que se puede consumir energía procedente, en su mayor parte, de las energías renovables. La energía eólica —muy económica y, además, sostenible— es la mejor alternativa pese a su impacto visual. Seguramente se ve mucho más un aerogenerador que una chimenea, pero el impacto ambiental es muy distinto. La afectación que debemos asumir sobre el territorio de la eólica es mínimo. Pero, también es cierto que la energía eólica se ha convertido en un producto excesivamente financiero —los parques eólicos tienen que ser inversiones atractivas para que los construyan los empresarios—. Analizando los pros y los contras, la energía eólica debe ser fundamental en todo el mundo como fuente de una energía limpia, ambientalmente sostenible y al alcance de países tanto desarrollados como en vías de desarrollo.

RAFAEL DURBÁN ROMERO

Director de Relaciones Institucionales de la Comisión Nacional de la Energía (CNE)

1- Con la evolución del mix tecnológico en la producción de electricidad hacia sistemas basados, en unos casos, en tecnologías menos intensivas en capital y, en otros, en incentivos económicos adicionales a los precios del mer-

cado, se están sustituyendo progresivamente las tecnologías convencionales por otras mucho más eficientes energéticamente (como la cogeneración) o más limpias (como las tecnologías de energías renovables). Para financiar este régimen especial, y como contrapartida, hasta el año 2008 el consumidor español ha tenido que pagar más cara su electricidad (por encima del 10%).

España se ha situado como referente mundial en energía eólica y solar (en los vectores fotovoltaico y termosolar), tanto en potencia instalada como en las empresas con actividad exportadora importante.

2- La Comisión de la Unión Europea ha analizado los distintos mecanismos de promoción de las energías renovables en los países de la Unión con los precios y las potencias instaladas hasta el año 2006, y ha calificado al modelo español de efectivo y eficiente, porque se logran los objetivos y no se retribuyen las distintas tecnologías por encima de la retribución media de otros países. Asimismo, la Comisión destaca que en el modelo español se han reducido las barreras de entrada de nuevos agentes en la regulación adoptada para el acceso de terceros a la red, al declarar este acceso preferente para las renovables.

3- Históricamente, se crearon grandes y pequeñas centrales hidráulicas, todas renovables; en la presente década se están viviendo fuertes avances en instalaciones eólicas, solar fotovoltaicas y solar termoeléctricas. Todo ello lleva a una potencia renovable instalada próxima al 40% de la potencia total instalada. Una serie de factores clave, como son una prolongada I+D+i tecnológica (especialmente en energía eólica y en termosolar), un sector industrial importante, una regulación económica eficiente y las facilidades de financiación de los proyectos que han atorgado el mercado del capital, han influido notablemente en este desarrollo.

MOISÈS MORATÓ GÜELL

Jefe del área de energía de la Agència d'Ecològia Urbana de Barcelona

1- En general, el objetivo previsto por el Plan de Energías Renovables 2005-2010 para que el 12% de la energía primaria sea de origen renovable quedará alejado de la situación real. En el año 2008, la participación de las

energías renovables se situaba en el 7,6%, tan solo cinco décimas más que al inicio del período del Plan. A efectos prácticos la carrera parece perdida, y el objetivo se ha aplazado hasta el año 2014.

En el ámbito particular, la situación de las distintas energías renovables ha sido diverso. Como situación positiva cabe destacar la de la energía eólica, con un crecimiento hasta ahora sostenido y con un sólido progreso. La fotovoltaica, con resultados agrícolos, ha vivido muy velozmente sus momentos de gloria, mientras que otras tecnologías, como la solar térmica, han perdido la oportunidad de dar servicio a la mayor parte del enorme parque edificatorio construido en los últimos años, alimentado ampliamente por energías convencionales.

2- Si gobiernos, instituciones y ciudadanos creemos realmente que el mundo no puede permitirse el actual metabolismo energético, habrá que seguir impregnando nuestro sistema con una verdadera potencia renovable y asumir su coste real. A pesar de todo, de poco servirán las ER si no van acompañadas de una contención de la demanda global: si el valor absoluto de las energías convencionales aumenta, también lo harán las emisiones asociadas.

A corto plazo, el crecimiento de las energías renovables está vinculado con la legislación y la situación económica, de ahí la necesidad de establecer un marco legislativo estable pero que a la vez incorpore la actuación reactiva ante las fluctuaciones del sistema. Sin embargo a largo plazo, será el precio de los combustibles fósiles, más que las voluntades políticas, el factor que determine el ritmo de crecimiento de las ER.

3- Probablemente sea la energía eólica la que registre un progreso más sólido, sobre todo por su madurez tecnológica y competitividad económica sobre las demás ER. A pesar de todo, no es improbable que en el curso de los próximos años se produzca alguna ruptura tecnológica que impulse un cambio sustancial en la composición del mix actual: supongamos, por ejemplo, que se consigue sintetizar un pintura con propiedades fotovoltaicas de bajo coste. Aunque admitamos una baja eficiencia en este hipotético material, las elevadas extensiones de superficies en infraestructuras y en paredes y techos de los edificios a lo largo del territorio se convertirían en generadores de energía, y sumarían una potencia eléctrica descentralizada descomunal.

¿Cómo son de eficientes
nuestras soluciones?



Soluciones en eficiencia energética

La energía eléctrica, el agua o el gas, con sus precios en constante aumento y una mayor sensibilidad frente a cuestiones medioambientales, son recursos cada vez más valiosos. En Siemens diseñamos e implementamos soluciones personalizadas basadas en la eficiencia que permiten mejorar las instalaciones y la tecnología, rentabilizando antes las inversiones con los presupuestos existentes. Siemens le garantiza que las mejoras en la instalación que realice actualmente reducirán sus costes energéticos con una rápida amortización del equipo instalado, manteniendo el confort y la productividad, reduciendo considerablemente el impacto medioambiental.

Answers for industry.

SIEMENS

Amb Zurich Connect no esperis a les rebaixes!



Per ser col·legiat
de CETIB i
assegurar el teu
cotxe, moto o llar
amb nosaltres...

...et regalem
40€
per compres a
El Corte Inglés.*

Truca ara al
902 103 451
[www.zurich-connect.es/
cetib](http://www.zurich-connect.es/cetib)

 **ZURICH connect**
Más seguro, menos precio

 **CETIB**
El Corte Inglés

Horari d'atenció telefònica: De dilluns a divendres de 8 a 23 h, dissabte de 8 a 18 h.

* Promoció vàlida només per col·legiats de CETIB, al contractar una assegurança de cotxe, moto o llar. Promoció subjecta per a les polítiques i condicions de subscripció de Zurich Connect. Aprofita aquesta oportunitat! Aconseguir la teua targeta El Corte Inglés abans del 31/12/2008.