

# Principales modelos para el desarrollo eólico y la potencialidad de América Latina

Por Rosa María REGUEIRO FERREIRA\*  
y Xoán Ramón DOLDÁN GARCÍA\*\*

## *1. Introducción: las cifras de la energía eólica en el mundo*

**E**N LAS ÚLTIMAS DÉCADAS del siglo XX y la primera del XXI, a lo largo del mundo se han desarrollado políticas de promoción de las energías renovables que han tenido como ejes de actuación la determinación de los precios, el requerimiento de cuotas de producción, el sistema de comercialización preferente y el posible gravamen impositivo. Gran parte de los países compartieron y comparten objetivos semejantes en la política energética (reducir el consumo de combustibles de origen fósil, reducir el impacto ambiental del sector, ampliar el peso de energías de origen renovable y afrontar un nuevo desarrollo empresarial) aunque las alternativas seguidas varían en función de aspectos sociales, culturales, históricos etcétera.

Dentro del conjunto de energías renovables, la energía eólica destacó como fuente suministradora de electricidad. La energía eólica se desarrolló considerablemente en la Unión Europea, impulsando un importante crecimiento de las energías renovables, particularmente en los casos de Alemania y España. Pero también alcanzó niveles significativos en China y Estados Unidos, así como en países de América Latina, por ejemplo Brasil. Esta expansión, sin embargo, no estuvo exenta de controversias y su aceptación social dependió en buena medida de factores como la transparencia del proceso administrativo para la implantación de un parque eólico, la reversión de beneficios sobre la ciudadanía, la capacidad de generación de empleo y la valoración de los terrenos donde se localizaban los parques eólicos.

---

\* Profesora de Economía Aplicada en la Universidad de A Coruña, Galicia, España; e-mail: <rosa.maria.regueiro.ferreira@udc.es>.

\*\* Profesor titular de Economía Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela, Galicia, España; e-mail: <xoan.doldan@usc.es>.

De acuerdo con el Global Wind Energy Council (GWEC), en el año 2011 en el mundo había una potencia de origen eólico instalada de 237 699 megavatios (MW), en la que destacaba la notable contribución de Europa con más de 50% del total de dicha potencia, tal como se muestra en la tabla 1, mientras que la contribución de América superaba ligeramente 23%.<sup>1</sup>

El desarrollo eólico pasado y el previsible en el futuro no sería posible sin una variable fundamental: la existencia del recurso viento, es decir, de las condiciones naturales para permitir una explotación rentable que facilite las amortizaciones de las altas inversiones a realizar. Además de otras variables importantes, debe considerarse una política activa de promoción de este sector (mediante mecanismos de mercado vía precios o mediante regulación normativa diversa), así como la disponibilidad de una infraestructura de evacuación eléctrica en condiciones.

En este artículo se presentan las principales características del marco normativo desde la perspectiva socioeconómica de países productores líderes en el sector eólico en Europa, como España, Dinamarca y Alemania, así como los rasgos determinantes de dichas normas de promoción en Estados Unidos, el segundo productor eólico a nivel mundial, y en México, Brasil, Argentina y Chile, para tratar de caracterizar también la potencialidad eólica de América Latina, región que está llamada a dirigir el futuro económico, al menos en este sector.

## *2. Principales modelos normativos aplicados en Europa: España, Dinamarca y Alemania*

LA situación es muy dispar entre los principales productores mundiales de energía eléctrica de origen eólico, así pueden apreciarse modelos integrales de desarrollo del sector que consideran estratégicas no sólo las razones económicas sino también las ambientales y sociales. Sin embargo, no todos los países siguen este patrón.

---

<sup>1</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2011*, Bruselas, GWEC, 2012, en DE: <[http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual\\_report\\_2011\\_lowres.pdf](http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2011_lowres.pdf)>.

Tabla 1  
Distribución regional de la potencia eólica  
instalada a nivel mundial  
Año 2010-2011(MW)

ÁREA GEOGRÁFICA	2010	2011
Total África y Medio Este	1 065	1 093
Total Asia	61 106	82 029
China	44 733	62 364
Europa	86 647	96 606
Alemania	27 191	29 060
España	20 623	21 674
Unión Europea 27	84 650	93 947
América Latina y Caribe	1 478	2 330
Brasil	927	1 509
Chile	172	205
Argentina	50	130
América del Norte	44 825	52 753
Estados Unidos	40 298	46 919
México	519	569
Región del Pacífico	2 516	2 859
TOTAL	197 637	237 669

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por el GWEC (2012).

## España

Desde 1995 la experiencia española fue convirtiéndose en referente en términos de potencia de energía eléctrica de origen eólico. En el último trienio, España afianzó su posición de liderazgo a nivel mundial, sólo superada por Alemania en el conjunto de la Unión Europea, y ocupó el cuarto puesto a nivel mundial, por detrás de China, Estados Unidos y Alemania.

La actual posición eólica española se alcanzó gracias a una serie de factores:

1) Un marco legislativo favorable para la producción eléctrica que bonificó los precios de la energía generada y permitió prever una rentabilidad razonable de los parques.

2) Regulaciones propias en algunas comunidades autónomas en los procedimientos de autorización de instalaciones eólicas, entre las que destacan Galicia, Navarra y Aragón, que trataron de aprovechar la situación favorable del recurso eólico en su territorio.

3) Mejor conocimiento de las capacidades y de las potencialidades del recurso eólico.

4) Avance tecnológico y de fabricación en serie de aerogeneradores y otros componentes, a través de la instalación de industrias con tecnología pionera en este campo.

5) Disminución de los costes de inversión y de explotación, y mejora del marco financiero.

6) Toma de conciencia, por parte de la sociedad, a favor del aprovechamiento de las energías renovables.<sup>2</sup>

Con todo, debe destacarse que este grado de desarrollo se alcanzó a pesar de que, a nivel estatal, no existe una legislación única que regule el desarrollo del sector y se aprecian regulaciones y/o iniciativas autonómicas que agudizan aún más las diferencias.

La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, del 28 de noviembre de 1997) recoge la normativa sobre la producción de energía eléctrica en el régimen especial. Dicha ley se refiere a la producción eléctrica mediante la cogeneración, la utilización de energías renovables, la combustión de biomasa o biogás y la valoración de residuos, en el límite de los 50 MW de potencia instalada.

---

<sup>2</sup> Rosa María Regueiro Ferreira, *El negocio eólico*, Madrid, La Catarata, 2011 (Col. *Investigación y debate*, núm. 76).

Sin embargo, ni en esta ley ni en otras disposiciones posteriores se recoge un modelo de desarrollo y fomento *ad hoc* para la energía eólica (terrestre y marina) que considere la participación de todas las variables y todos los agentes implicados.<sup>3</sup> Tampoco los distintos planes energéticos o los planes de desarrollo de energías renovables analizaron y/o delimitaron actuaciones con vistas a conseguir un desarrollo integral del sector, únicamente marcaron cuotas de potencia a alcanzar en un umbral temporal. Por consiguiente, el proceso de implementación del negocio eólico en España se ha nutrido de diferentes fuentes legislativas en función de la problemática a tratar y de la zona geográfica de afectación de los parques eólicos a instalar.

La inexistencia de una política sectorial global en relación con los asentamientos eólicos es una realidad a nivel estatal en muchas comunidades autónomas españolas. Tomando como referencia la situación gallega, la valoración de los terrenos aptos para asentamientos eólicos es uno de los principales elementos de disputa y supone una diferencia con lo que sucede en otros países o incluso en otras comunidades autónomas con experiencia eólica (Andalucía, Extremadura, Cataluña, Castilla-León), hecho que lesiona la aceptación social de los asentamientos eólicos.

## Dinamarca

Los importantes efectos de la crisis del petróleo de los años setenta<sup>4</sup> determinaron el origen del modelo danés, y ya en la mitad de esa década la energía eólica logró una importancia relevante.<sup>5</sup> En 1979 el Parlamento de Dinamarca aprobó la aplicación de una serie de medidas que garantizaran el suministro energético, un consumo racional y que redujeran la dependencia energética de fuentes fósiles. Los elementos fundamentales para la consecución de los objetivos presentados fueron los siguientes:

---

<sup>3</sup> Rosa María Regueiro Ferreira, *Xénese e desenvolvemento do sector eólico en Galicia: marco institucional, aspectos económicos e efectos ambientais*, Santiago de Compostela, USC, 2010 (Col. *Tesis doctorales*).

<sup>4</sup> Birgitte Gregersen y Bjorn Johnson, "Stimulating emerging sustainable energy technologies through policy learning", *Conference on Joint Action on Climate Change*, Aalborg, 8-10 de junio de 2009.

<sup>5</sup> Ger Klaassen *et al.*, "The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and The United Kingdom", *Ecological Economics* (Londres), vol. 54 (2005), pp. 227-240.

1) Control del sistema energético danés a través del incremento al precio de la electricidad y el establecimiento de multas a las empresas que demostrasen un consumo excesivo de energía, así como devoluciones a aquellas industrias que demostrasen proyectos de ahorro real de consumo de energía. También abrieron los yacimientos de gas y petróleo del Mar del Norte; establecieron plantas combinadas de calefacción y electricidad cerca de las ciudades, de forma que todos los hogares se conectasen (obligación por ley). Acercaron la producción de energía a los centros de consumo y actuaron sobre el transporte, fomentando el uso de bicicletas y estableciendo altos impuestos en el uso de los automóviles.

2) Apuesta por el desarrollo de las energías renovables, en particular del sector eólico, en el que tendrían que estar implicados todos los agentes. Desde la década de los ochenta, la energía eólica se mostró como un elemento de resistencia ante el desarrollo nuclear en Dinamarca y, al garantizar la participación de todos los agentes implicados, se logró una rápida y sólida consolidación del sector.<sup>6</sup>

Dinamarca empleó con éxito y de forma flexible el tirón de la demanda y la política de impulso tecnológico, con instrumentos apropiados para alcanzar sus objetivos de energía eólica.<sup>7</sup> El desarrollo de un modelo asociacionista de propietarios, bajo la forma de cooperativas propietarias del terreno, fue crucial para definir una legislación más completa que permitiese establecer el valor del terreno para uso eólico y, por lo tanto, posibilitara una remuneración más acertada, una mayor concienciación ambiental y una mejor aceptación social.<sup>8</sup>

Con este modelo se consiguió que 85% de la capacidad instalada de energía eólica en este país perteneciese a particulares o estuviese en manos de cooperativas eólicas.<sup>9</sup>

La promoción de la energía eólica fue incluida en todas las estrategias de energía danesas con instrumentos de política de

---

<sup>6</sup> Regueiro Ferreira, *El negocio eólico* [n. 2], pp. 27-28.

<sup>7</sup> Debra Justus, *International energy technology collaboration and climate change mitigation. Case study 5: wind power integration into electricity systems*, París, OCDE, 2005, en DE: <<http://www.oecd.org/dataoecd/22/37/34878740.pdf>>. Consultada el 13-III-2012.

<sup>8</sup> *Offshore wind farms and the environment: Danish experiences from horns rev and nysted*, Steffen Nielsen, ed., Copenhagen, Danish Energy Authority, 2006, pp. 10-11, en DE: <[http://www.bluewaterwind.com/pdfs/havvindm\\_korr\\_16nov\\_uk.pdf](http://www.bluewaterwind.com/pdfs/havvindm_korr_16nov_uk.pdf)>. Consultada el 13-III-2012.

<sup>9</sup> *Vindmølleindustriens, Las 21 preguntas más frecuentes sobre energía eólica*, 2003, en DE: <<http://www.windpower.org/es/faqs/htm>> y <[http://www.windenergy-in-the-ber.net/countries\\_detail\\_2.html](http://www.windenergy-in-the-ber.net/countries_detail_2.html)>.

diversa índole, bien como impuestos (imposición de contribuciones), bien como subvenciones de producción (desde 1979 a 1989 y con tarifas fijas *feed-in tariffs* hasta 1999),<sup>10</sup> y contando con la protección de la propiedad local para evitar cualquier tipo de actuación especuladora.<sup>11</sup>

## Alemania

También Alemania inició la aventura eólica en la década de los setenta del siglo xx.<sup>12</sup> El rápido incremento de la potencia eólica instalada se debió a la puesta en marcha de un acertado plan de fomento en el que se articulaban actuaciones como el programa 100/250 MW (compendio de programas de certificación energética y ambiental por parte de las empresas), el sistema *feed-in tariff* que regulaba la compra de la energía de tipo renovable por parte de las empresas públicas que tenían que pagar como mínimo 90% del precio promedio de la electricidad pagado por los consumidores finales a las compañías que les vendían la electricidad. O el acceso a créditos blandos para las empresas tecnológicas constructoras de aerogeneradores.<sup>13</sup>

En los últimos años Alemania ha promoviendo una estrategia ambiciosa, estable y sólida en el campo eólico, debido a una apuesta decidida de los gobiernos de fomento del mercado de la electricidad renovable.<sup>14</sup> El Bundestag, a través del Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, regula la expansión de las energías renovables y del sector eólico en particular,<sup>15</sup> y cuenta con la participación del Parlamento alemán, de los operadores de las redes de transmisión y de otros agentes del sector, en un modelo muy parecido al danés.

Se destaca la Ley de Fuentes de Energías Renovables (LER), aprobada en el año 2000, una ley controvertida en su origen porque garantizaba un precio fijo para este tipo de fuentes energéticas

---

<sup>10</sup> Klaassen *et al.*, “The impact of R&D on innovation for wind energy” [n. 5].

<sup>11</sup> *Offshore wind farms and the environment* [n. 8].

<sup>12</sup> Klaassen *et al.*, “The impact of R&D on innovation for wind energy” [n. 5].

<sup>13</sup> *Ibid.*

<sup>14</sup> *European Energy and Transport: Trends to 2030-Update 2007*, Bruselas, European Commission/Directorate-General for Energy and Transport, 2008.

<sup>15</sup> Idi Amin Isaac *et al.*, “La energía eólica en Alemania: experiencias a tener en cuenta para el caso colombiano”, *Revista Investigaciones Aplicadas* (Universidad Pontificia Bolivariana), núm. 4 (2008), pp. 49-60, en DE: <<http://revistas.upb.edu.co/index.php/investigacionesaplicadas/article/viewFile/154/127>>. Consultada el 13-III-2012.

durante un periodo de veinte años. Dicho precio era más alto que el del mercado y ocasionó la protesta de las empresas energéticas ante el Tribunal Europeo pues consideraban que se trataba de una subvención. La protesta no tuvo aceptación ante el Tribunal. En el año 2004,<sup>16</sup> a través de una enmienda a esta ley, se reconocía un descenso en las tarifas establecidas para alcanzar un precio similar al precio normal de la energía. Además, la energía eólica *offshore* ganaba fuerza como elemento garantizador del sector en el futuro y, en el año 2006, aprobaron una normativa específica que iba a amparar, sobre todo, la construcción de parques eólicos en alta mar.

Actualmente la Ley sobre Fuentes de Energía Renovable es una enmienda de la ley anterior, y data del año 2009. Marca como gran reto aumentar la importancia de las energías renovables de 13% en ese momento a 25% o 30% en el año 2030.<sup>17</sup> Incrementa las tarifas *feed-in tariffs* tanto para la eólica *onshore* como para la *offshore*, y defiende la repotenciación como un elemento derivado del impulso tecnológico de los aerogeneradores y del agotamiento del espacio en tierra para instalar nuevos parques eólicos. El objetivo fijado es duplicar la potencia actual en doce años para llegar a 48 000 MW instalados en el año 2020.<sup>18</sup>

Alemania demostró que, para conservar el liderazgo en Europa en términos de potencia eólica instalada, su única oportunidad estaba en el mar, sobre todo en alta mar,<sup>19</sup> en el Mar Báltico y en el Mar del Norte, donde están instalados parques eólicos *offshore* de dimensión muy significativa (15 000 MW).

### 3. *El papel presente y futuro de América: Estados Unidos, México, Brasil, Chile y Argentina*

EL continente americano presenta características muy favorables para convertirse en la región eólica mundial de referencia, no sólo por el papel de Estados Unidos sino por la capacidad que está afirmando en América Latina, fundamentalmente en Brasil.

El inicio del desarrollo de la energía eólica en América Latina ha sido modesto. A finales de 2009, al construirse nuevos parques eólicos en seis países, la potencia instalada era de sólo 1 072 MW,

---

<sup>16</sup> *Ibid.*

<sup>17</sup> Jochen Kreuzel, “El futuro está aquí: conexión de la mayor zona de parques eólicos marinos con transmisión por HVDC”, *Revista ABB* (Zürich), 4 (2008), pp. 40-43.

<sup>18</sup> Isaac *et al.*, “La energía eólica en Alemania” [n. 15].

<sup>19</sup> Kreuzel, “El futuro está aquí” [n. 17].

de los cuales 50% se concluyeron a lo largo de dicho año. Pero la realidad demuestra que América Latina está aceptando la importancia de la energía eólica en su mercado energético y se está iniciando el desarrollo de una industria eólica que complementa la riqueza hidroeléctrica y en biomasa de la que dispone. Sin embargo, no puede pensarse que tal desarrollo se esté realizando de una manera homogénea, debido también al diferente nivel económico que se aprecia en los países del continente. Algunas economías emergentes de América Latina presentan ingresos per cápita similares a los de países que acaban de incorporarse a la Unión Europea, mientras que otras regiones soportan una pobreza notable y niveles de desarrollo apenas perceptibles.<sup>20</sup>

América Latina empieza a aprovechar la oportunidad de su enorme potencial eólico, fundamentalmente terrestre, si bien no se rechaza la posibilidad de un notable avance de la eólica *offshore*.<sup>21</sup>

## Estados Unidos

Los datos de potencia eólica instalada para el año 2010 facilitados por la Global Wind Energy Council (GWEC)<sup>22</sup> indican que Estados Unidos fue el segundo país, por detrás de China, con un valor de 40 180 MW, y fruto de las políticas de apoyo que se están desarrollando, sobre todo desde 2009. Los estados de Texas (10 085 MW), Iowa (3 675 MW), California (3 177 MW), Minnesota (2 192 MW), Oregon y Washington (con 2 104 MW cada uno de ellos) encabezan la lista en potencia eólica instalada y representan porcentajes importantes de sus necesidades eléctricas (en el caso de Iowa la producción eléctrica eólica cubre 20% del consumo total).

Estados Unidos también es un país líder en producción de pequeños aerogeneradores y controla un tercio del mercado mundial.<sup>23</sup> Paralelamente, respondiendo a las necesidades del mercado y de la economía actual, se están dando procesos de concentración y fusión empresarial, siendo uno de los más conocidos el de General Electric y la división eólica de Enron, que ya había comprado

---

<sup>20</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2011* [n. 1].

<sup>21</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2010*, Bruselas, GWEC, 2011, en DE: <[http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/GWEC\\_annual\\_market\\_update\\_2010\\_-\\_2nd\\_edition\\_April\\_2011.pdf](http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/GWEC_annual_market_update_2010_-_2nd_edition_April_2011.pdf)>. Consultada el 13-III-2012.

<sup>22</sup> *Ibid.*

<sup>23</sup> American Wind Energy Association, en DE: <[www.awea.org/learnabout/utility/index.cfm](http://www.awea.org/learnabout/utility/index.cfm)>.

la empresa de aerogeneradores Zond. Además, se desarrolló una política de atracción de empresas eólicas extranjeras entre las que destaca la española Gamesa.

Desde el punto de vista ambiental las consideraciones fueron diversas debido a la existencia de un marco legal que reconocía la intención de actuar en este sentido, fundamentalmente a través de bonificaciones fiscales, si bien la localización de los parques eólicos en zonas despobladas alejadas de los núcleos de población, parecía “justificar” una menor preocupación en este sentido.

## México

México se presenta como la segunda gran potencia del continente americano por detrás de Brasil, y sin considerar a Estados Unidos. La Asociación Mexicana de la Energía Eólica (AMDEE) estima el potencial eólico de este país en aproximadamente 30 GW, con el objetivo de alcanzar 12 GW en el año 2020. Su gran potencial eólico se localiza fundamentalmente en el Istmo de Tehuantepec, en la región de Oaxaca, con un total de potencia instalada en el año 2009 de 202 MW, y con un potencial total estimado de 10 GW. Fue debido a la realización de dos proyectos con participación privada, como son “Parques Eólicos de México” con 79.9 MW y la primera fase del Proyecto Eurus,<sup>24</sup> con 37.5 MW. Pero su fortaleza de cara al futuro estará supeditada a la definición de un marco regulador estable que permita la explotación sostenible del recurso viento, y que unifique las vías de cobro y remuneración. También la región de Baja California presenta un buen potencial eólico y es una región interesante para inversores internacionales, fundamentalmente de Estados Unidos y de España. No obstante, también debe considerarse la importancia del Golfo de México y de la Península de Yucatán,<sup>25</sup> regiones en las que la instalación de aerogeneradores modernos, con una gran capacidad de producción, podría dar un rendimiento óptimo.

Sin embargo, al igual que en otros países de América Latina considerados en este artículo, en México no existe un marco normativo que ampare el desarrollo global del sector y que establezca incentivos económicos directos como las tarifas *feed-in* utilizadas

---

<sup>24</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2010* [n. 21].

<sup>25</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2011* [n. 1].

en los países europeos productores o una bonificación fiscal. Por otra parte, cabe destacar también que el sector privado puede participar en el negocio de la electricidad generando energía tanto para particulares como para entidades a través de los productores independientes (IPP) o participando en la exportación. Aproximadamente 85% de la potencia eólica de México es desarrollada en un escenario de autogeneración, de manera que la electricidad es enviada a la red de interconexión y posteriormente redireccionada a los consumidores finales. Asimismo debe destacarse que la venta directa de electricidad a partir de los generadores de propiedad privada a los consumidores privados en un mercado puntual no está permitida.

Es importante mencionar el paquete de medidas incentivadoras para la energía eólica que en los últimos años se ha desarrollado en México: la imputación del 100% de la depreciación el primer año de operación, la creación de un banco virtual de energía que permite a los productores generar el máximo posible de energía cuando se dispone de viento y, si ésta no es consumida inmediatamente por el distribuidor, se puede comprar de manera virtual durante doce meses. Paralelamente el mercado mexicano de aerogeneradores está dominado por cuatro grandes multinacionales, como las españolas Acciona y Gamesa, las danesas Vestas y Clipper.<sup>26</sup>

## Brasil

El poder del viento está generando un notable progreso económico y social en Brasil, apoyado en su fuerte economía, dentro del conjunto de América Latina. Brasil dispone de regiones con gran potencial eólico, junto con una creciente demanda de energía eléctrica y con una base industrial sólida.

Su conocida fortaleza hidroeléctrica que provee 80% de las necesidades de electricidad del país está complementada por su potencialidad eólica, dando lugar a un sistema energético sólido que ha permitido generar un desarrollo eólico a gran escala.

En el año 2002 se introdujo el Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas (Proinfa)<sup>27</sup> con el objetivo de diversificar el

---

<sup>26</sup> *Ibid.*

<sup>27</sup> Elvis Richard Tello Ortiz y Eliane Fadigas, "Metodología de jerarquización de áreas para proyectos eólicos mediante análisis secuencial de correlación combinatoria hídrica-eólica", IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar y XVII Simposio Peruano de Energía Solar, Cusco, 2010.

mix energético del país mediante la inserción de 3 300 MW de capacidad instalada, de los que 1 100 MW corresponderían a centrales de biomasa, 1 100 MW a energía eólica y 1 100 MW a pequeñas centrales hidroeléctricas.

La promoción de las energías renovables en Brasil, y de la energía eólica en particular, tiene su origen en la necesidad urgente, real y objetiva de diversificar su matriz energética, no obstante sabiendo que la explotación de su riqueza hidroeléctrica a gran escala es una alternativa cara y poco eficiente tanto a nivel económico como ambiental.

Los brasileños parten de un modelo de desarrollo regional, inspirado sobre todo en Alemania, están conscientes de sus potencialidades y debilidades, y permiten que las empresas extranjeras se asienten para enseñar y compartir con las locales.<sup>28</sup> Un conocido embajador brasileño recientemente apuntó la siguiente reflexión para resumir la política del país:

por definição, um país em desenvolvimento que aspira a uma maior projeção externa —seja em âmbito regional, seja internacional— não tem os meios de conseguir tal objetivo sem o concurso de outros. Tal circunstância é um dos fatores que têm levado à multiplicação dos arranjos econômicos regionais. Eles podem contribuir para aumentar, ainda que em diferentes graus, o peso específico dos participantes individuais. Podem também ser utilizados para inibir uma potência de dentro ou de fora da área de exercer uma influência considerada excessiva em assuntos da região.<sup>29</sup>

El Ministerio de Minas y Energía, a través del Plan Nacional de Energía 2030 y del Plan Decenal de Expansión de Energía 2008-2017, reconoce que la matriz energética brasileña será hídrica fundamentalmente,<sup>30</sup> que el potencial hidráulico de Brasil será explotado pero que estará acompañado de la contratación de generación energética complementaria (a través de la energía eólica y de la bioelectricidad), que permitan cubrir el vacío derivado de la falta de lluvias.

---

<sup>28</sup> Raúl Bernal-Meza, “Argentina and Brazil in the international politics: regionalism and Mercosur (strategy, cooperation and factors of tension)”, *Revista Brasileira de Política Internacional* (Brasilia), vol. 51, núm. 2 (julio-diciembre de 2008), pp. 154-178.

<sup>29</sup> Luiz A.P. Souto Maior, “O Brasil e o regionalismo continental frente a uma ordem mundial em transição”, *Revista Brasileira de Política Internacional* (Brasilia), vol. 49, núm. 2 (julio-diciembre de 2006), pp. 42-59, en DE: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpi/v49n2/a03v49n2.pdf>>. Consultada el 13-III-2012.

<sup>30</sup> Nivalde José de Castro y Roberto Brandão, *A seleção de projetos nos leilões de energia nova e a questão do valor da energia*, Río de Janeiro, GESEL/IE/UFRJ, 2009, inédito.

En los últimos años el gobierno brasileño efectuó modificaciones en la regulación del área eléctrica con el objetivo de aumentar la participación de las fuentes renovables en la matriz energética. Un paso significativo se produjo en el año 2006, cuando la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL)<sup>31</sup> aprobó la Resolución 247 mediante la cual se introdujeron descuentos en las tarifas de utilización del sistema de distribución eléctrico (TUSD) y/o de transmisión (TUST) con porcentajes que oscilaban entre 50 y 100% para todos los agentes del sistema (productores, comercializadores y consumidores) que utilizaran energías renovables, por lo que pasarían a ser conocidas como fuentes incentivadas. En septiembre de 2007, la ANEEL publicó la Resolución 309 sobre el proceso de comercialización de energía incentivada y sus reglas, en un sistema considerado proteccionista, pero que permitía la participación de empresas extranjeras a través de su vinculación con socios locales.<sup>32</sup> A finales del 2009 se realizó el primer concurso (conocido como subasta) en el que el Gobierno Federal contrató 1 800 MW de energía eólica. En el año 2010 y en el 2011 se anunció otra subasta para la contratación de una potencia superior a los 2 000 MW, lo que confirma a Brasil como potencia eólica en América Latina, muy por delante de México. Representan un mínimo de 55 parques eólicos conectados a la red, a la espera de los que están en construcción.

En el año 2011 el sector eólico en Brasil instaló 583 MW con lo que se alcanzó una potencia total de 1 509 MW. Esto supone un incremento de 63% de la potencia instalada en relación con el año anterior y un incremento de 56% en relación con el tamaño del mercado. Es preciso mencionar que 2011 fue el último año de vigencia del Programa Proinfa, cuyo principal logro fue estabilizar el desarrollo de las energías renovables en el país durante una década. Debe destacarse que este modelo normativo se apoyó en elementos significativos como un sistema de tarifas *feed-in*, un sistema atractivo para las inversiones en eólica, biomasa e hidroeléctrica a pequeña escala, lo cual permitió el volcado de la energía generada a la red. Y todo ello apoyado en un sistema de subastas o concursos eólicos en el que las empresas promotoras presentaban sus propuestas. La primera subasta se realizó el 14 de diciembre de

---

<sup>31</sup> *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 3ª ed., Brasilia, ANEEL/OMM, 2008, en DE: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Consultada el 13-III-2012.

<sup>32</sup> Nivalde José de Castro; Roberto Brandão y Guilherme de A. Dantas, *A competitividade da bioeletricidade e a metodologia dos leilões de energia nova*, Río de Janeiro, GESEL/IE/UFRI, 2009, inédito.

2009 y en ella se contrató un límite de 1 805 MW. Posteriormente, debido a las nuevas políticas de financiación desarrolladas por el Banco de Desarrollo Brasileño (BNDES), se sucedieron nuevas subastas en 2010 y 2011.

El potencial eólico de Brasil es muy grande; las mejores mediciones de viento se localizan en la región noreste del país y en enclaves próximos a la costa. Se está apoyando la introducción a gran escala de la generación eólica para convertirla en una alternativa eficiente al presentar una tendencia de reducción de los costes de construcción de los parques eólicos, debido a las economías de escala y al aprendizaje derivado del establecimiento de empresas punteras, también extranjeras y españolas como Gamesa.

## Chile

Chile destaca por su gran vulnerabilidad a las épocas de sequía derivadas de los meses de verano, provocando un incremento de los precios de la energía. Por el contrario, dispone de excelentes recursos renovables, como son el viento, el sol y la energía geotérmica, aunque debe destacarse que aproximadamente 65% de la electricidad del país es generada en centrales térmicas que funcionan con carburantes importados, fundamentalmente gas natural y carbón.<sup>33</sup>

La nueva legislación actualmente en desarrollo, conocida como “Ley 20/20”, intentará fijar el objetivo de que 20% de la electricidad producida sea renovable en el año 2020.

Chile presenta buenos recursos eólicos en las regiones desérticas del norte que se extienden hasta la zona sur; su potencial total se estima en aproximadamente 40 GW. La política energética se basa en los principios de la competencia en un mercado libre entre las compañías privadas, la regulación de los monopolios naturales y el papel limitado del Estado. En el escenario energético, participan cuarenta empresas productoras, diez empresas comercializadoras y treinta distribuidoras. El sistema eléctrico está dividido en cuatro redes interconectadas: el sistema interconectado del norte (SING), el sistema interconectado central (SIC), el sistema eléctrico de Aysen y el sistema eléctrico de Magallanes.

En la actualidad, los proyectos eólicos terminados y en desarrollo suman un total de 3 000 MW, aunque existen numerosos obstáculos al desarrollo de estas iniciativas, porque Chile no dis-

---

<sup>33</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2011* [n. 1].

pone de una normativa específica para abordar y regular el avance eólico en el país. La Ley de Energía Renovable 20 257 establecida en el año 2008 obligaba a las empresas a vender directamente a los consumidores finales, con lo que se obtenía 5% de la misma de fuentes renovables. Dicho porcentaje iría incrementándose hasta 10% en el 2024, pero la Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA)<sup>34</sup> y otras entidades presentaron enmiendas a esta ley destacando que la cuota de aportación de renovables debería ser de 20% en el año 2020, junto con un sistema de garantía de precios fijos durante doce años. En estos momentos está en proceso de debate parlamentario y, si llegara a aprobarse, supondría al menos un aumento del mercado eólico chileno de 2 GW. Pero se detectan otros problemas que es preciso abordar, como la seguridad de financiación para los proyectos a desarrollar.

## Argentina

Argentina también dispone de recursos eólicos notables, hasta el punto de que algunos analistas manifiestan que el régimen de viento en Argentina sería capaz de cubrir siete veces la demanda eléctrica total de América Latina.

El inicio de su desarrollo se localiza en los años noventa del siglo XX, época en la que fueron construidos casi todos los parques eólicos del país. Desde entonces, el proceso de desarrollo eólico se ha ralentizado, debido en parte a la inexistencia de un modelo de desarrollo integral y seguro para los inversores. El programa GENREN ha autorizado la instalación de 500 MW más, para lograr el objetivo marcado de que 8% de la energía sea de origen renovable, si bien todas las demás actuaciones para consolidar este sector todavía están en desarrollo.<sup>35</sup>

### *4. Conclusiones a partir de una comparación entre países*

LA situación es muy dispar entre los principales productores mundiales de energía eléctrica de origen eólico. Destacan los modelos desarrollados por Dinamarca y Alemania, ambos facilitaron la participación de todos los agentes sociales implicados en el proceso

---

<sup>34</sup> *Ibid.*

<sup>35</sup> *Global Wind Report. Annual market update 2010* [n. 21].

y en ellos los intereses económicos y ambientales se igualan en importancia. Dichas iniciativas revirtieron en una compensación más equitativa y una mayor aceptación social.

Con distintas situaciones de partida en cuanto al desarrollo de las energías renovables en general, y de la energía eólica en particular, se aprecian elementos comunes y también trazos notablemente dispares entre los diferentes países analizados en este artículo. El potencial eólico, los requisitos administrativos, técnicos y económicos para el establecimiento de parques eólicos, las directrices de actuación ambiental fijadas e incluso la capacidad de interconexión de la red eléctrica con otros países limítrofes son elementos claramente diferenciadores, mientras que la existencia de un sistema de primas, de tarifas de apoyo y fomento, parece estar presente en la mayoría de los países líderes en este sector.

Resulta paradójico el caso de España, segunda productora eólica en la Unión Europea y cuarta a nivel mundial. Después de más de veinte años de desarrollo eólico, sólo ha conseguido establecer normativas puntuales que tratan de forma parcial el desarrollo del sector y no ha llegado a definir un marco normativo integral, propio y flexible para el mismo.

Desde esta perspectiva, la situación de México y Chile es similar, ambos países cuentan con una sucesión de normativas que intentan respaldar la importancia de la producción eléctrica de tipo renovable. Brasil ha destacado por introducir un modelo propio, una adaptación del modelo alemán, que le ha permitido situarse en un lugar preferente. No se aprecia la misma evolución en Argentina, donde la falta de legislación específica aporta inseguridad para los inversores.

Por consiguiente, el destacado papel que en el sector eólico han logrado los países analizados se ha asentado sobre diferentes modelos de apoyo que, salvo en el caso de Dinamarca y Alemania, no contemplaban todas las variables inherentes al mismo. Sin embargo, el desempeño futuro de México y los países analizados de América Latina está fuera de cualquier discusión, y el mismo se verá reforzado si se consigue definir un marco que establezca las reglas de juego para su desarrollo sostenible, tanto a nivel social, como económico y ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 3ª ed., Brasília, ANEEL/OMM, 2008, en DE: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf)>. Consultada el 13-III-2012.
- Bernal-Meza, Raúl, “Argentina and Brazil in the international politics: regionalism and Mercosur (strategy, cooperation and factors of tension)”, *Revista Brasileira de Política Internacional* (Brasília), vol. 51, núm. 2 (julio-diciembre de 2008), pp. 154-178.
- Castro, Nivalde José de, y Roberto Brandão, *A seleção de projetos nos leilões de energia nova e a questão do valor da energia*, Río de Janeiro, GESEL-IE-UFRJ, 2009, inédito.
- , Roberto Brandão y Guilherme de A. Dantas, *A competitividade da bioeletricidade e a metodologia dos leilões de energia nova*, Río de Janeiro, GESEL-IE-UFRJ, 2009, inédito.
- European Energy and Transport: Trends to 2030-Update 2007*, Bruselas, European Commission/Directorate-General for Energy and Transport, 2008.
- Global Wind Report. Annual market update 2010*, Bruselas, GWEC 2011, en DE: <[http://www.gwec.net/fileadmin/images/Publications/GWEC\\_annual\\_market\\_update\\_2010\\_-\\_2nd\\_edition\\_April\\_2011.pdf](http://www.gwec.net/fileadmin/images/Publications/GWEC_annual_market_update_2010_-_2nd_edition_April_2011.pdf)>. Consultada el 13-III-2012.
- Global Wind Report. Annual market update 2011*, Bruselas, GWEC, 2012, en DE: <[http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual\\_report\\_2011\\_lowres.pdf](http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2011_lowres.pdf)>.
- Gregersen, Birgitte, y Bjorn Johnson, “Stimulating emerging sustainable energy technologies through policy learning”, *Conference on Joint Action on Climate Change*, Aalborg, 8-10 de junio de 2009.
- Isaac, Idi Amin, *et al.*, “La energía eólica en Alemania: experiencias a tener en cuenta para el caso colombiano”, *Revista Investigaciones Aplicadas* (Universidad Pontificia Bolivariana), núm. 4 (2008), pp. 49-60, en DE: <<http://revistas.upb.edu.co/index.php/investigacionesaplicadas/article/viewFile/154/127>>. Consultada el 13-III-2012.
- Justus, Debra, *International energy technology collaboration and climate change mitigation. Case study 5: wind power integration into electricity systems*, París, OCDE, 2005, en DE: <<http://www.oecd.org/dataoecd/22/37/34878740.pdf>>. Consultada el 13-III-2012.
- Klaassen, Ger, *et al.*, “The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and The United Kingdom”, *Ecological Economics* (Londres), vol. 54 (2005), pp. 227-240.
- Kreusel, Jochen, “El futuro está aquí: conexión de la mayor zona de parques eólicos marinos con transmisión por HVDC”, *Revista ABB* (Zürich), 4 (2008), pp. 40-43.
- Offshore wind farms and the environment: Danish experiences from horns rev and nysted*, Steffen Nielsen, ed., Copenhagen, Danish Energy Authority,

- 2006, pp. 10-11, en DE: <[http://www.bluewaterwind.com/pdfs/havvindm\\_korr\\_16nov\\_UK.pdf](http://www.bluewaterwind.com/pdfs/havvindm_korr_16nov_UK.pdf)>. Consultada el 13-III-2012.
- Ohl, Cornelia, y Marcus Eichhorn, “The mismatch between regional spatial planning for wind power development in Germany and national eligibility criteria for feed-in tariffs: a case study in West Saxony”, *Science Direct*, vol. 27, núm. 2 (abril de 2010), pp. 243-254.
- Regueiro Ferreira, Rosa María, *El negocio eólico*, Madrid, La Catarata, 2011 (Col. *Investigación y debate*).
- , *Xénese e desenvolvemento do sector eólico en Galicia: marco institucional, aspectos económicos e efectos ambientais*, Santiago de Compostela, USC, 2010 (Col. *Tesis doctorales*).
- Souto Maior, Luiz A.P., “O Brasil e o regionalismo continental frente a uma ordem mundial em transição”, *Revista Brasileira de Política Internacional* (Brasilia), vol. 49, núm. 2 (julio-diciembre de 2006), pp. 42-59, en DE: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpi/v49n2/a03v49n2.pdf>>. Consultada el 13-III-2012.
- Tello Ortiz, Elvis Richard, y Eliane Fadigas, “Metodología de jerarquización de áreas para proyectos eólicos mediante análisis secuencial de correlación combinatoria hídrica-eólica”, IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar y XVII Simposio Peruano de Energía Solar, Cusco, 2010.
- Vindmølleindustriens, *Las 21 preguntas más frecuentes sobre energía eólica*, 2003, en DE: <<http://www.windpower.org/es/faqs/htm>> y <[http://www.windenergy-in-the-bsr.net/countries\\_detail\\_2.html](http://www.windenergy-in-the-bsr.net/countries_detail_2.html)>.

RESUMEN

En los últimos años el desarrollo de las energías renovables estuvo favorecido en gran parte por el auge de la energía eólica. La generación de electricidad por esta vía no supone la emisión de gases de efecto invernadero, aunque el proceso de instalación y construcción de los parques eólicos no es inocuo para el medio ambiente. Existe una amplia normativa a nivel internacional, pero la situación por países es muy dispar y deriva en un impacto ambiental, económico y social muy diferente. En este artículo se analizan las normativas existentes a nivel internacional y las repercusiones derivadas del proceso de desarrollo de la energía eólica, comparando los principales modelos aplicados en Europa, pionera en la explotación de esta energía, y el futuro en la misma, en gran parte concentrado en América Latina, sobre todo en Brasil, Chile y México.

*Palabras clave:* parques eólicos, energía eólica, impacto ambiental, marco normativo.

ABSTRACT

The development of renewable energy in recent years has been favored greatly by the advent of wind energy. Generating electricity by this means does not generate greenhouse gas emissions, even though the construction and installation of wind farms is not harmless to the environment. Ample regulations exist internationally, but the placement of wind farms by country is quite disparate, and its environmental, economic, and social impact rather varied. In this essay, the authors analyze the existing international norms and the repercussions of the process of development of wind energy. They compare the main models applied in Europe, the pioneer in the exploitation of wind power, and what is being done in Latin America, especially in Brazil, Chile, and Mexico.

*Key words:* wind farms, wind energy, environmental impact, regulatory framework.