

IX. EN RELACIÓN A LA ENERGÍA EÓLICA....

Mireya Goldwasser¹

INTRODUCCIÓN

Las masas de aire en movimiento son una fuente importante de energía en forma de energía potencial, cinética y térmica. La energía generada a partir de las corrientes del movimiento del aire, es considerada como perteneciente a las energías renovables y a las tecnologías verdes ya que permite la producción de electricidad con un bajo impacto ambiental de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, su principal inconveniente es la intermitencia del viento.

La energía de las corrientes del viento se aprovecha mediante el uso de aeromotores capaces de transformar la energía del viento en energía mecánica, utilizada tanto para accionar directamente las máquinas operadoras, como para la producción de energía eléctrica, o para la extracción de fluidos en el subsuelo (agua). La energía generada mediante este procedimiento se denomina energía eólica (Geología Venezolana, 2012).

El sistema formado por el generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red es conocido como aerogenerador. Las aspas o hélices conforman la turbina del aerogenerador, que transforma la energía cinética del aire en energía mecánica con la que se impulsa el generador. La energía cinética del viento impulsa

sa las aspas o hélices del aerogenerador transformándose en energía mecánica y, finalmente, en energía eléctrica a través de una turbina. (Cultivar Salud, 2013). Generalmente se usan generadores que deben rotar a mayor velocidad que la del eje de la turbina, por lo que se instala una caja de engranajes que aumenta la velocidad de rotación. La agrupación de aerogeneradores, da lugar a los denominados parques eólicos.

En los parques eólicos, los aerogeneradores suelen espaciarse entre 150 y 300 metros entre sí, o con otros obstáculos, para evitar interferencias, por lo que la instalación de parques eólicos requiere de grandes superficies. Los parques eólicos pueden instalarse sea en tierra (*onshore*) o alta mar (*offshore*), tomando siempre en consideración que:

“la energía del viento es particularmente fuerte en ausencia de obstáculos, como para los casos de superficies planas a lo largo de la costa y en alta mar.”
(Cultivar Salud, 2013).

En la parte continental, los lugares más adecuados para instalaciones eólicas son las zonas más ventiladas como las costas y colinas. Los parques *offshore* han experimentado un crecimiento importante en los últimos años, siendo Europa el líder mundial en energía eólica marina con más de 90% de la capacidad instalada en el mundo. Según predicciones de la Wind Energy European Association (WEEA, 2012), alrededor de un cuarto de la energía eólica de Europa podría ser producida en alta mar para el 2020.

El potencial eólico técnicamente aprovechable es altamente sensible a la capacidad tecnológica de aprovechamiento. En tal sentido, a medida que evoluciona el nivel técnico de los aerogeneradores, con el aprovechamiento de mayores rangos de velocidad del viento, los potenciales aumentan progresivamente (Comunidad Autónoma del País Vasco, CAPV, 2005). La cantidad de energía suministrada por los parques eólicos depende de: el diseño

de aerogenerados utilizados, la situación de las turbinas y la velocidad del viento de cada localización, lo que conlleva a que la potencia máxima extraíble varíe para cada región. La Figura 1 muestra el Parque Eólico de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela.

Situación actual/proyectos en desarrollo

La industria eólica ha crecido rápidamente a nivel mundial, a finales del 2000 la producción eólica instalada en el Planeta, era solo de aproximadamente 18 GW con una generación eléctrica anual aproximada de 20.000 GWh y un aporte energético de 1,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) para un consumo cercano a los 10 Gtep (Gigatoneladas equivalentes de petróleo) (CAPV, 2005). Sin embargo, el incremento logrado actualmente es importante; solo en Europa, la capacidad instalada aumentó de 13 GW a finales del 2000 a 238 GW a finales del 2011, lo que corresponde a un 70% de la potencia eólica instalada a nivel mundial, que cubre alrededor de 3% del consumo de electricidad mundial, el cual se incrementó a 280 GW para el cierre del 2012 (WEEA, 2012). Similarmente, en EE.UU. la capacidad eólica *offshore* aumentó de 1,5 GW en 1992 a 45 GW a finales de 2011, con más de 3% de la generación total de electricidad y en el año 2012, la energía eólica fue la mayor fuente de nueva energía para la generación de electricidad, proporcionando alrededor del 42% de toda la nueva capacidad.

A nivel mundial, la capacidad eólica en todo el mundo alcanzó 296 GW a finales de junio de 2013, de los cuales 14 GW se incrementaron en el primer semestre del 2013 comparados con 16,5 GW en el 2012 según datos publicados por la World Wind Energy Association (WWEA, 2013). China, EE.UU., Alemania, España e India, son los países con mayor instalación de generación eólica, y en conjunto representan el 73% de la capacidad eólica mundial. En el primer semestre del 2013, cuatro países instalaron más de 1 GW de nueva capacidad: China (5,5



Figura 1. Parque Eólico de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. **Fuente:** Geología Venezolana, 2012.

GW), el Reino Unido (1,3 GW), India (1,2 GW) y Alemania (1,1 GW), mientras que en el 2012, sólo tres países tenían un volumen de mercado de más de 1 GW. La Figura 2 muestra la evolución de la capacidad eólica mundial total instalada 1996-2012.

Muchos países del norte de Europa aprovechan los vientos fuertes para generar energía, siendo Dinamarca el país con el uso más generalizado de la energía eólica, seguido de Alemania, Holanda y España (Cultivar Salud, 2013). En el 2012 la energía eólica representaba el 26% de toda la nueva capacidad instalada de energía de la UE, con inversiones entre 12,8 mil millones y 17,2 mil millones de Euros. Actualmente, cumple con el 7% de la demanda de electricidad de Europa, comparado con el 6,3% alcanzado a finales de 2011 (WEEA, 2012).

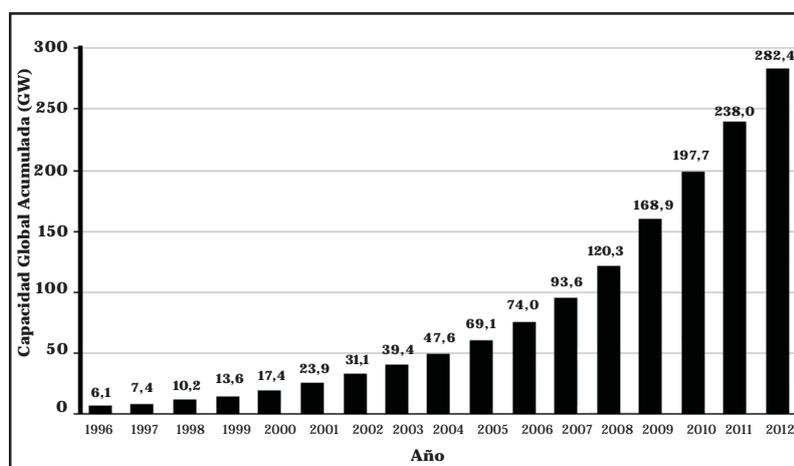


Figura 2. Capacidad eólica mundial total instalada 1996-2012. **Fuente:** Global Wind Energy Council, 2012.

La Unión Europea (UE), se ha trazado objetivos muy ambiciosos en el desarrollo de energías renovables, especialmente de energía eólica, con la finalidad de ejecutar sus compromisos internacionales en materia de reducción de CO₂, así como de reducir su dependencia energética,

posibilitando a su vez la creación de un sector industrial emergente con gran capacidad de generar riqueza y empleo, y de incrementar su potencial exportador (CAPV, 2005).

A nivel Latinoamericano Brasil, Honduras, República Dominicana, México, Argentina y Colombia utilizan esta tecnología, con Argentina, Brasil y México ubicados entre los 10 países con mayor tasa de crecimiento. Brasil y México representan los mayores mercados de América Latina, Brasil aumentó su capacidad de 1.425 MW a 1.543 MW, México, de 929 MW a 1.002 MW (González Minguez y López, 2013).

En Centro América, la energía eólica crece aceleradamente, el sistema energético de Costa Rica reportó en diciembre del 2011 una capacidad instalada de 2.590 MW de los cuales 129 MW corresponden a plantas eólicas. Gamesa, líder tecnológico global en la industria eólica, ha contratado con Costa Rica la construcción, suministro e instalación de un parque eólico de 50 MW para Globeleq Mesoamerica Energy (GME, 2014), La finalización del proyecto, está prevista para finales de 2014-principios de 2015. Guatemala proyecta invertir \$125 millones de dólares para la instalación de 50 MW de capacidad (Prensa Libre, 2011). Similarmente, Honduras inauguró en el 2012 el primer parque eólico del país que representa el proyecto eólico más grande de Centroamérica, con un total de 102 MW de capacidad instalada (GME, 2013), y Nicaragua cuenta con 63 MW de energía eólica instalada.

Los diez mayores mercados mundiales para nuevos aerogeneradores incluyen a Australia (475 MW), Dinamarca (416 MW), Rumania (384 MW) y Canadá (377 MW) junto a China, Reino Unido, India, Alemania y Suecia (526 MW). Brasil es el país latinoamericano con el mayor mercado de energía eólica, ocupando el décimo lugar y añadiendo 281 MW (WEEA, 2013).

Situación actual/proyectos en desarrollo en Venezuela

Dada la existencia de grandes reservas de hidrocarburos de origen fósil (petróleo, gas, carbón) en Venezuela, aunado a los bajos costos de combustibles, subvencionados por el estado, ha hecho que el uso de las fuentes alternativas de energía no represente una opción relevante para la producción de energética del país. Sin embargo, debido al aumento considerable de la demanda interna de combustibles para la generación eléctrica, el aumento en el costo de la producción petrolera, el premio internacional por la lucha contra el cambio climático, la contaminación, la emisión de gases de efecto invernadero y la preocupación a nivel internacional por el posible agotamiento de las energías fósiles, ha abierto un nuevo interés alrededor de las energías renovables y su inclusión en los planes nacionales de desarrollo y un mayor énfasis en las políticas de conservación ambiental. (MPPCT, 2013).

En relación al uso de energía eólica, Venezuela cuenta con privilegiadas potencialidades energéticas naturales, gracias a su ubicación, debido a la presencia de vientos alisios en sus costas, considerados como supremos a nivel mundial (Geología Venezolana, 2012). En tal sentido se destaca la región costera noroccidental con un promedio de velocidad del viento de 11 m/s considerado excelente y atractivo para la generación de energía eléctrica, y el potencial de la franja costera central para la instalación de aerogeneradores pequeños y bombeo de agua (Posso, 2004 y 2013). La generación eólica, en conjunto es de 175,6 MW, se generan 100 MW en el Parque Eólico Los Taques, en el estado Falcón y 75,6 MW en el Parque Eólico La Guajira, en el estado Zulia, actualmente culminada la Fase I-A, con 25,2 MW (Corpoelec, 2013). En la Figura 3 se muestra Potencial Eólico del Territorio Venezolano.

Recientemente, el estado venezolano, quien controla toda la estructura del sistema energético nacional, está

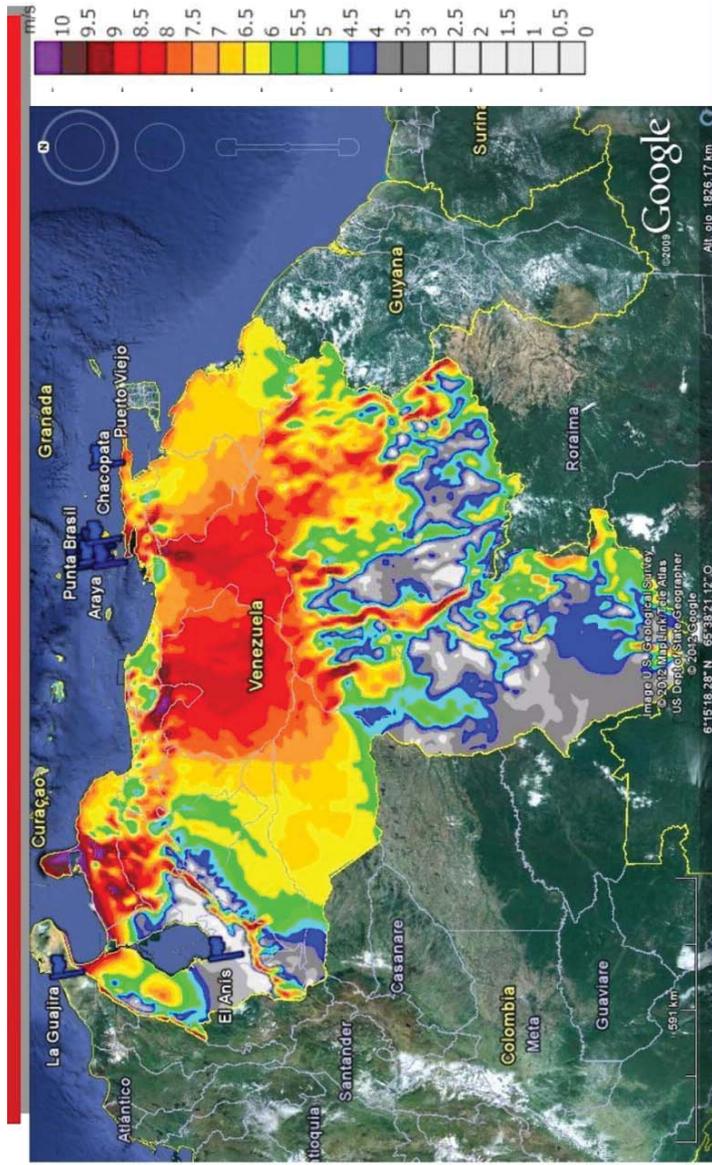


Figura 3. Potencial Eólico del Territorio Venezolano. Fuente: Corpoelec, junio 2013.

impulsado acciones de fomento y desarrollo de las energías renovables, como se evidencia en el Plan de Energías Alternativas para Venezuela, elaborado por el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE, 2013). El plan contempla como meta que para el 2016, el 6 % del consumo eléctrico nacional sea suplido por fuentes alternativas, de manera que en 5 años las energías alternativas contribuyan con aproximadamente 11.100 GWh/año, estableciendo como meta que, para el año 2030, estas energías satisfagan el 12 % de la demanda nacional de electricidad.

Esto ha motivado cierto interés por parte de instituciones académicas y centros de investigación a nivel nacional, para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo sobre tecnologías alternativas de energía.

Para apoyar esta iniciativa, el MPPCTI está creando la “Red de Fuentes Renovables de Energía”, la cual actualmente se encuentra en pleno desarrollo.

En la Tabla 1 se muestra las actividades de investigación y desarrollo en el campo de las energías alternativas, las instituciones donde se lleva a cabo la investigación y los temas que se están desarrollando.

OBSERVACIONES GENERALES

Actualmente a nivel internacional, se considera que la industria eólica ha superado la etapa de I & D y se explota de forma industrial. El estado actual de la energía eólica permite su explotación de manera confiable desde el punto de vista técnico con rentabilidad económica y con impactos ambientales poco significativos.

Los mayores inconvenientes de esta fuente energética radican en que es intermitente, con una disponibilidad aleatoria por lo que no siempre puede obtenerse la potencia deseable, lo que obliga a tener cierta capacidad de generación ociosa de otro tipo, de modo que no se pro-

Tabla 1. Actividades de investigación y desarrollo en el campo de las Energías Alternativas en Venezuela. **Fuente:** RED “Fuentes Renovables de Energía”, MPPCT, 2013.

Institución	Campo Temático	Especialización
Fundación Instituto de Ingeniería (FII)	Energía Eólica Energía Solar Eficiencia Energética	Diseño y fabricación de palas Desarrollo de prototipos de aerogeneradores de baja potencia Reingeniería de equipos eólicos Mediciones meteorológicas Aplicaciones solar-fotovoltaica y solar térmica Estudio y diseño de sistema híbridos para aplicaciones locales Evaluación de equipos y sistemas eléctricos Nuevos materiales Diseño y fabricación de aerogeneradores de baja potencia
Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT)	Energía Eólica Energía Solar Fotovoltaica Biomasa	Investigación y desarrollo de semiconductores para aplicaciones fotovoltaicas e iluminación Investigación, desarrollo y evaluación de biomasa como recurso energético
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)	Energía Nuclear Energía Solar Almacenamiento de Energía Electroquímica	Investigación y aplicaciones de las radiaciones ionizantes Fotocatálisis Nanotecnología Hidrógeno y celdas de combustible Energía nuclear con fines pacíficos
Instituto de Energía (INDENE) Universidad Simón Bolívar	Energía Eólica Energía Solar Térmica Eficiencia Energética	Diseño y desarrollo de aerogeneradores de baja potencia Aplicaciones solares térmicas para la desalinización de agua Evaluaciones de equipos y sistemas eléctricos y auditorías energéticas Modelaje de turbinas
Experimental Francisco de Miranda (UNEFM)	Energía Eólica Energía Solar	Sistemas híbridos Desarrollo de tecnologías apropiadas para zonas rurales
Universidad de Los Andes (ULA), sedes Mérida y San Cristóbal	Energía Solar Fotovoltaica Minihidráulica Electroquímica	Materiales semiconductores para aplicaciones fotovoltaicas Celdas de combustible Estudios de la energía
Universidad del Zulia (LUZ)	Eficiencia Energética Energía Solar	Evaluación y desarrollo de equipos eléctricos Desarrollo de materiales semiconductores para aplicaciones solares y de iluminación
Universidad Central de Venezuela (UCV)	Biomasa Electroquímica	Caracterización de biomasa, diseño y desarrollo de biodigestores para aplicaciones rurales e industriales Celdas de combustible

duzcan interrupciones del suministro cuando disminuye o cesa el viento. No puede ser almacenada como tal, lo que encarece el coste; es dispersa y se necesitan grandes superficies para su instalación. Según el escenario Nueva Política de la AIE, el mercado anual de energía eólica se mantendrá básicamente similar hasta el 2015 para luego bajar en la segunda mitad de esta década a un 10% por debajo del mercado de 2011. Asimismo predice que hasta 2030 el mercado anual descenderá de forma gradual para después mantenerse uniforme hasta el final del periodo. Basándose en estos datos la capacidad instalada acumulada seguiría alcanzando los 587 GW para 2020 y 918 GW para 2030 (GRENPEACE, 2012).

Dentro de los datos publicados por la World Wind Energy Association para el primer semestre del año 2013 (WWEA, 2013) se destacan los siguientes aspectos de la situación actual de la energía eólica:

- o *Por primera vez, los mercados más dinámicos en energía eólica se encuentran ubicados vez en todos los continentes.*
- o *Se logró la producción de 14 GW de nuevas instalaciones en el primer semestre de 2013, en comparación con 16.5 GW en el 2012.*
- o *La capacidad eólica instalada a nivel mundial ha alcanzado 296 GW y se predice que alcance 318 GW para finales del año 2013*
- o *China, Alemania, India y el Reino Unido fueron los principales mercados en el 2013*
- o *La dramática depresión experimentada por EE.UU. llevó a la disminución global, parcialmente compensada por la aparición de nuevos mercados*
- o *A nivel mundial, Argentina, Brasil y México se encuentran entre los países con mayor tasa de crecimiento en instalaciones eólicas.*

Para Venezuela, el desarrollo de las energías alternativas en general y de la energía eólica en particular no se avizora como una alternativa prioritaria a desarrollar en corto o mediano plazo. A pesar de que Venezuela cuenta con un alto potencial aprovechable, aunado a una demanda de energía insatisfecha y al desarrollo energético con alternativas a la dependencia de la energía fósil, sería necesario un profundo interés del estado acompañado de la adjudicación de recursos y formación de personal altamente calificado, para lograr un desarrollo relevante de las energías renovables. Aún cuando ha habido intención por parte del estado venezolano del desarrollo de las energías alternativas, este no ha sido sostenido en el tiempo.

(NOTAS)

¹ La autora desea expresar su agradecimiento al Académico César Quintini Rosales por las observaciones realizadas al manuscrito original.