Universidad Iberoamericana Puebla

Repositorio Institucional **http://repositorio.iberopuebla.mx**

Revista Rúbricas Número 03. Energías Renovables

Aportaciones del instituto de Investigaciones Eléctricas al desarrollo eólico nacional

Huacuz Villamar, Jorge M.

2015-03-20

http://hdl.handle.net/20.500.11777/716

http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf

Fotografía: http://www.stockfreeimages.com © Ricardomss | Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos

Jorge M. Huacuz Villamar
Doctor en Ingeniería Física. Trabaja en el Instituto de Investigaciones Eléctricas desde el año 1980, donde actualmente se desempeña como investigador y gerente de Energías No Convencionales, y es responsable del proyecto MEM para el desarrollo de una turbina eólica mexicana de 1.2 MW.

Aportaciones

del Instituto de Investigaciones Eléctricas al desarrollo eólico nacional

La tecnología para generar electricidad con la energía del viento era muy modesta en el mundo, en la década de los setenta del siglo pasado: máquinas pequeñas, de unos cuantos kilowatts (kw) de capacidad. Casi 20 años después la situación fue muy distinta, pues ya se producían turbinas eólicas con cientos o miles de kw de potencia individual; hoy la mayoría de los aerogeneradores comerciales tienen potencias superiores a 1 mw (1 000 kw), se fabrican e instalan turbinas de hasta 7 mw, y algunas empresas están empeñadas en el desarrollo de aerogeneradores de potencias aún mayores.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (iie) fue creado a fines de 1975, y ya a principios de 1977, lo que es ahora la Gerencia de Energías No Convencionales (genc-iie) trabajaba en el tema. Tenía entre sus objetivos la recopilación de información –muy escasa en aquella época– sobre las velocidades del viento en el país, el desarrollo de técnicas para identificar sitios con potencial para su aprovechamiento, evaluar el potencial energético del viento en la zona de "La Ventosa", en Oaxaca y desarrollar tecnología para aplicación en comunidades remotas sin acceso al suministro de la red eléctrica.

Las primeras tecnologías desarrolladas en la genc-iie incluyeron pequeñas *aerobombas* para la extracción de agua y aerogeneradores de muy pequeña potencia (por debajo de 2 kw) destinados a cargar baterías eléctricas, muy útiles en comunidades remotas. De gran utilidad para este desarrollo fue el centro experimental eólico que por aquellos años tenía el iie en la población de El Gavillero, en el estado de Hidalgo. Igualmente útiles fueron los equipos que se instalaron en comunidades rurales con propósitos demostrativos para la adopción de la tecnología por parte de los pobladores.

A mediados de la década de los ochenta, el iie dio un salto en la escala de este desarrollo con la construcción de un aerogenerador de 10 kw, denominado "Albatros", y también estandarizó el diseño de uno más pequeño, de 500 watts, llamado "Avispa", del cual se fabricaron varias decenas para diversas aplicaciones demostrativas en distintas partes del país. En esa época se construyó el túnel de viento ubicado en las instalaciones del iie en Cuernavaca, Morelos, que ha sido muy útil para prueba de aerogeneradores pequeños y para calibrar instrumentos de anemometría.

El desarrollo de tecnología eólica en el IIE se detuvo por un periodo de casi 20 años, en parte por carencia de recursos económicos y en parte por falta de un programa nacional en esa materia. A pesar de esto, el IIE continuó con otras actividades relativas al aprovechamiento del recurso eólico nacional, incluyendo la formación de recursos humanos, la creación de infraestructura física de soporte y la evaluación y mapeo del recurso, actividades todas en congruencia con la misión del IIE de promover y apoyar la innovación tecnológica en el sector eléctrico de México.

Con el apoyo financiero de organismos internacionales (el Fondo para el Medio Ambiente Global, GEF por sus siglas en inglés, a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD), la GENC-IIE inició, a principios del año 2004, el proyecto *Plan de Acción Eólico.*[1] Este proyecto ha sido un medio muy valioso para el desarrollo de capacidades locales, avanzar en la evaluación del recurso eólico en áreas prometedoras del país, contribuir al análisis y la mejora de los marcos legal, regulador e institucional que influyen en el desarrollo eólico, y promover proyectos en el tema, que pudieran tener un efecto multiplicador. Además, el *Plan de Acción Eólico* ha sido determinante para el incremento de la infraestructura eólica de México mediante la instalación de una red de estaciones anemométricas de referencia en diversos puntos del país y la construcción del Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE).

En mayo de 2005, la GENC-IIE organizó un taller con el objetivo de trazar la ruta tecnológica de la energía eólica para México, con una visión al año 2030. Además del personal del IIE, participaron en el taller representantes de la SENER, SEMARNAT, SE, CFE, CENIDET, UNAM, IPN, CANAME, AMDEE, ANES y del Gobierno de Oaxaca. Por consenso, los participantes en el taller desarrollaron la siguiente visión: "En el año 2030, la energía eólica contribuye significativamente al suministro energético nacional, con tecnología propia de clase mundial".

También por consenso se definieron como prioritarias las siguientes tres líneas de acción:

- **Formación de recursos humanos y generación de conocimiento en el tema eólico**
- **Generación y creación de la cadena de valor de la industria eólica nacional**
- **Establecimiento del marco institucional para el fomento de la energía eólica.**

A partir de entonces las acciones de la GENC-IIE en el tema eólico se desarrollan a lo largo de tres ejes temáticos, en concordancia con las acciones prioritarias definidas en el taller.

El CENTRO REGIONAL DE TECNOLOGÍA EÓLICA (CERTE)[2]

Años atrás, el centro experimental eólico de El Gavillero había sido desmantelado por motivos varios, y se tenía en proyecto la construcción de uno nuevo. Los fondos del *Plan de Acción Eólico* hicieron posible materializar este proyecto. Se trata de una instalación sobre un terreno de 32 hectáreas, ubicado en las inmediaciones del poblado de La Ventosa, municipio de Juchitán, Oaxaca. Tiene la característica de estar expuesto a los vientos intensos de la región, por lo que puede considerarse un sitio Clase I de acuerdo con la norma IEC 61400-1, y goza de una ubicación estratégica en el actual corazón del desarrollo eólico del país. Cuenta con subestación eléctrica y con línea de interconexión a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), capaz de inyectar a red la electricidad producida por aerogeneradores con capacidad acumulada total de hasta 5 MW, la cual se recolecta mediante una línea eléctrica subterránea. El CERTE cuenta también con sala de control, aula de capacitación y taller-almacén, además de dos torres, de 80 y 40 metros de altura respectivamente, habilitadas con estaciones climatológicas completas, así como medios para el monitoreo remoto de los aerogeneradores desde cualquier parte del mundo.

El CERTE tiene, entre otros, los siguientes objetivos: a) facilitar las pruebas de prototipos de aerogeneradores y de sistemas híbridos eólico-fotovoltaicos, de pequeña o gran capacidad, interconectados a red o aislados; b) proveer servicios a fabricantes de aerogeneradores interesados en la caracterización y mejora tecnológica de sus productos bajo condiciones locales; c) servir como un medio para la capacitación de ingenieros y personal técnico para la operación y mantenimiento de aerogeneradores y centrales eólicas; d) conformar una plataforma de demostración, validación y evaluación, y facilitar el encuentro entre empresarios nacionales y extranjeros para promover la fabricación local de partes para aerogeneradores y/o para emprender negocios de riesgo compartido; e) conformar una moderna y flexible instalación para obtener datos operacionales relacionados con los aspectos de interconexión de aerogeneradores a la red de distribución de energía eléctrica; f) servir como un medio para entender e internalizar las normas, métodos de prueba y certificación, con el fin de detectar y facilitar la implementación de requisitos adicionales que cubran los aspectos locales; g) conformar un medio para incrementar el nivel de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito nacional, incluyendo la búsqueda de proyectos conjuntos en colaboración con prestigiadas instituciones de I+D (investigación y desarrollo) en el extranjero; h) facilitar proyectos demostrativos o experimentales.

El CERTE entró en operación formal el 1 de julio de 2010, es la primera instalación eólica en México que opera en la modalidad de Pequeña Producción de Electricidad, aunque desde tiempo atrás se venía utilizado para impartir cursos de diplomado y otras actividades relacionadas con el tema eólico. En la fecha de redacción de este texto se tenía instalado y bajo

1 http://planeolico.iie.org.mx/iiepnud.htm

2 http://www.iie.org.mx:8080/SitioGENC/producto02.html

pruebas un aerogenerador prototipo de 300 kw de capacidad, fabricado por la empresa komai de Japón; y uno pequeño, de 1.5 kw, fabricado por la empresa eroluz, creada por jóvenes emprendedores mexicanos. Además, se avanzaba en la construcción de una plataforma de pruebas para pequeños aerogeneradores y sistemas híbridos sol-viento, tanto para operación aislada como interconectada con la red.

El proyecto LERM-SIGER[3]

En 1977, la GENC-IIE inició actividades para el desarrollo de una plataforma informática con información ordenada, confiable y actualizada sobre los recursos energéticos renovables del país, a la que se le dio el nombre de Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables, SIGER. Este sistema fue diseñado para alojar información del territorio nacional, y está compuesto por mapas en formatos raster y vectorial, así como por datos en forma tabular, que contienen información de las energías renovables y de los elementos geográficos que influyen en la determinación de sitios para su aprovechamiento.

El SIGER es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, que en un primer nivel cuenta con mapas de la distribución de los potenciales de las energías renovables del país. La información contenida en el SIGER se encuentra estructurada en tres grupos: energías renovables, cartografía general y cartografía derivada.

En el tema eólico, el SIGER cuenta con 54 mapas para todo el territorio nacional:[4] mensuales, anuales y estacionales de velocidad y densidad de potencia del viento, a 50 y 80 metros de altura sobre el piso; además de un mapa que muestra la capacidad eólica potencialmente instalable en regiones promisorias y otro con factores de planta que podrían alcanzar las centrales de generación en diferentes sitios. Estos mapas fueron presentados al mundo por el presidente de la República durante la COP 16 celebrada en Cancún, en diciembre de 2010, y han servido como referente para una cantidad importante de empresas desarrolladoras de proyectos, investigadores y estudiantes del tema.

Más allá de la problemática técnica implícita en el desarrollo del SIGER, el mayor reto ha sido contar con información veraz y actualizada sobre estos recursos. El Inventario Nacional de los recursos energéticos renovables ha sido una tarea pendiente en la agenda del país, aun ahora, casi 4 años después de que la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética[5] (LAERFTE), aprobada por el Congreso de la República a fines de 2008, lo estableciera como una obligación para la Secretaría de Energía. Desde luego, la tarea no es sencilla, ni barata o de corto plazo.

En octubre de 2007, un año antes de la publicación oficial de la LAERFTE, dio inicio formalmente el proyecto "Laboratorio Nacional para la Evaluación de los recursos Energéticos Renovables en México" (LERM), iniciativa del IIE aprobada por CONACYT en el marco de la convocatoria "Apoyos Complementarios para el Establecimiento de Laboratorios Nacionales de Infraestructura Científica o Desarrollo Tecnológico 2006". El proyecto LERM recoge y da mayor viabilidad a las acciones que durante muchos años había realizado el IIE en forma puntual y discontinua por falta de recursos económicos, y se financia tanto con recursos de CONACYT como del propio IIE.

El objetivo general del LERM consiste en que el proyecto SIGER sea complementado con infraestructura adicional para alimentar las bases de datos con información confiable que permita elaborar la cartografía necesaria para la planeación y desarrollo de

3 http://www.iie.org.mx:8080/SitioGENC/producto06.html http://www.iie.org.mx:8080/SitioGENC/producto05.html

4 http://www.iie.org.mx/mapas

5 Decreto por el que se expide la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, *Diario Oficial de la Federación*, 27 de noviembre de 2008.

Más allá de la problemática técnica implícita en el desarrollo del SIGER, el mayor reto ha sido contar con información...

proyectos de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables. El LERM cuenta con equipo de medición, software especializado para procesamiento de datos, equipo de cómputo para el almacenamiento e intercambio de información y documentos de soporte, y opera mediante una red con más de 25 centros de investigación e instituciones de educación superior, a lo largo y ancho del país. Una función importante del LERM es la formación de recursos humanos en el ámbito de la evaluación de los recursos energéticos renovables.

El proyecto MEM[6]

En el año 2007, luego de realizar los correspondientes estudios sobre el estado del arte de la tecnología eólica, el IIE emprendió el desarrollo de un aerogenerador de 1.2 MW, con características de diseño aptas para operar de manera confiable y eficiente en condiciones de vientos intensos, como los que prevalecen en La Ventosa, Oaxaca. A este proyecto se le conoce como "Proyecto MEM", y es parte de una iniciativa del IIE más amplia que incluye la creación de la cadena de valor eólica en México, y la prueba de aerogeneradores Clase I en el CERTE. El aerogenerador en desarrollo consiste en una turbina de eje horizontal, de velocidad variable y sistema de orientación activa, rotor de tres aspas de 60 metros de diámetro, tren de potencia modular con caja de engranes, generador eléctrico síncrono de alta velocidad, y convertidos CA-CD-CA de potencia completa. Para su desarrollo se integró un equipo de trabajo en asociación con el Centro CONACYT de Alta Tecnología (CIATEQ), al cual se le enroló en un programa de capacitación sobre técnicas avanzadas para el diseño de aerogeneradores modernos; se adquirieron las herramientas de software necesarias para el caso y, con el apoyo de asesores internacionales, se elaboró el concepto de diseño y las especificaciones generales del aerogenerador y sus componentes.

En noviembre de 2009 el Comité Técnico y de Administración del Fondo SENER-CONACYT Sustentabilidad Energética aprobó un proyecto para la construcción del prototipo del aerogenerador de 1.2 MW, que el IIE había presentado dentro de la primera convocatoria del Fondo, lo que trajo financiamiento fresco para continuar con los trabajos de ingeniería del prototipo. El costo de los trabajos previos fue cubierto con fondos propios del IIE y del CIATEQ. Con el propósito de cubrir el requisito de vinculación con la industria, establecido en las reglas del Fondo, se invitó a varias empresas a participar en el proyecto, siendo la empresa RuhrPumpen, perteneciente al grupo empresarial regiomontano Corporación EG, la que accedió a participar en el desarrollo del prototipo.

Actualmente se tiene concluida la ingeniería básica del aerogenerador, se cuenta con las especificaciones de todos sus componentes y subsistemas, y se avanza en la identificación de empresas nacionales con capacidades para el suministro de los insumos necesarios para la construcción del prototipo y posterior fabricación en serie del aerogenerador. Al mismo tiempo, se realizan las gestiones necesarias ante el Fondo SENER-CONACYT Sustentabilidad Energética con el propósito de asegurar recursos económicos para la construcción del prototipo. De particular importancia resulta el interés, tanto del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como de Nacional Financiera (NAFIN), en apoyar las etapas posteriores a la construcción del prototipo, tendientes a establecer una industria eólica en México.

El proyecto MEM ha sido un ejercicio valioso que ha tenido hasta ahora resultados importantes, incluyendo la creación de un grupo interinstitucional de profesionales capacitados en el diseño de aerogeneradores, la asimilación de la normatividad y las mejores prácticas internacionales para este propósito, la consolidación de un consorcio entre centros de investigación y empresa privada, y el desarrollo de una plataforma tecnológica que facilitará el desarrollo de una familia de aerogeneradores con diseño orientado a la seguridad, la confiabilidad, larga vida útil y "amigables" con la red eléctrica.

Comentarios finales

El impulso que –convenio de por medio con el gobierno del estado de Oaxaca desde hace diez años– iniciara el IIE para el desarrollo del corredor eólico del Istmo de Tehuantepec, empezó a materializarse en 2007 con la construcción de la central eólica llamada La Venta II. Fue un proyecto de 83 MW de capacidad que la Comisión Federal de Electricidad asignó a la empresa española Gamesa Eólica. A éste le han seguido otros proyectos, por tanto, a la fecha de escribir el presente texto se tenían instalados en La Ventosa, Oaxaca, poco más de 500 MW en centrales eólicas y había algo más de 500 mw de proyectos en distintas etapas de construcción en esa zona. El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables,[7] derivado de la LAERFTE, establece como meta para el año 2012 que la capacidad eólica instalada en México ha de representar el 4.34% de la capacidad total de generación eléctrica del país (poco más de 51 000 MW a mediados de 2011), en tanto que la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) reportaba ya para fines de 2011 un registro con casi 6 800 MW en proyectos eólicos construidos, en construcción, o en distintas etapas de desarrollo; la mayoría de ellos en la zona de La Ventosa, aunque con una proyección creciente en el estado de Baja California.[8]

El horizonte nacional en cuanto a capacidad instalada en centrales eólicas es halagüeño; sin embargo, hasta ahora todas las centrales construidas o en proceso de construcción en México se basan en el uso de tecnología importada. Esto, desde luego, resta valor al desarrollo eólico del país, ya que cerca de 75% de la inversión en una central de este tipo corresponde al costo de los aerogeneradores, lo cual significa que, tanto los empleos generados en su fabricación como

6 http://www.iie.org.mx/proyectoMEM/inicio.htm

7 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables, Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, SENER.

8 http://www.amdee.org/Recursos/Proyectos_en_Mexico

Fotografía: http://www.stockfreeimages.com © Ricardomss | Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos

los beneficios económicos derivados de la cadena de suministro se quedan en el país de origen de la tecnología. México requiere de un cambio de modelo para su desarrollo eólico si pretende obtener el máximo beneficio de su cuantioso recurso eólico.

No obstante el gran número de aerogeneradores instalados en el mundo (cerca de 240 mil MW a fines del año 2011), puede decirse que la industria eólica es aún joven. La tecnología está en constante evolución, no solamente en cuanto a la cada vez mayor potencia de las turbinas individuales, sino también en relación con la incorporación de innovaciones incrementales y de rompimiento que buscan aumentar la eficiencia y la confiabilidad de los aerogeneradores y abatir sus costos. México cuenta con la infraestructura científica, técnica, industrial y económica suficiente para convertirse en un jugador importante en el campo de la innovación eólica, pero hasta ahora, aparte de los proyectos aquí descritos, poco se ha hecho para que el país se encamine por esta ruta.