

Consultado en:

<http://www.iiie.org.mx/boletin022008/artec.pdf>

Fecha de consulta: 29/08/2009.

Oportunidades y retos para el desarrollo eoloeléctrico en México



Marco Antonio Borja Díaz

Introducción

Hoy en día, la generación eoloeléctrica interconectada a red es una actividad industrial de alta tecnología, que se practica en varios países. Los principales indicadores de su desarrollo en el ámbito mundial, muestran por sí mismos que dicha industria se está consolidando y que jugará un papel significativo en el contexto de la diversificación energética para el desarrollo sustentable.

A principios de 2008, la capacidad eoloeléctrica instalada en el mundo ya era cercana a 100 mil MW. Durante el año 2007 se instalaron más de 20 mil MW, representando una inversión aproximada de 35 mil millones de dólares. En la actualidad, más de 70 países cuentan ya con instalaciones eoloeléctricas, siendo Alemania el país que ostenta el primer lugar con más de 20 mil MW eoloeléctricos, seguido por Estados Unidos y España con más de 15 mil MW, por la India con más de 8 mil MW, y por China, con más de 6 mil MW.

Algunos países ya han logrado que la generación eoloeléctrica contribuya de manera significativa, a satisfacer parte del consumo nacional de electricidad, por ejemplo, en Dinamarca aporta más del 17%, en España más del 9%, en Portugal más del 6% y en Alemania más del 5%.

En el negocio de la generación eoloeléctrica están involucrados competidores prominentes del sector eléctrico mundial, como son: General Electric, Iberdrola, Siemens y Areva, así como compañías petroleras multinacionales como Shell y British Petroleum.

En varios países, el desarrollo eoloeléctrico se ha extendido al mar (centrales *offshore*) y poco a poco se están aprovechando áreas con mayor profundidad en el lecho marino. Los aerogeneradores han alcanzado dimensiones impresionantes, y ya se están probando modelos con rotores de 120 metros de diámetro con capacidades del orden de 5 MW.

La gran mayoría de los países en los que se está desarrollando la generación eoloeléctrica, ya cuentan con leyes, reglamentos y programas gubernamentales que fomentan el desarrollo eoloeléctrico, no sólo con el fin de producir electricidad y de mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, sino también como un medio para impulsar el desarrollo regional, diversificar la planta productiva, crear nuevas fuentes de empleo e impulsar nuevas oportunidades de negocio.

En el año 2004, el Fondo para el Medio Ambiente Global aprobó otorgar apoyo económico a México, a fondo perdido, para llevar a cabo un proyecto denominado Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México. La agencia ejecutora de este proyecto es el Instituto de Investigaciones Eléctricas y la agencia implementadora es el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

México cuenta con recurso eólico abundante, que supera al que poseen varios de los países industrializados y ya está iniciándose en su desarrollo, teniendo por delante un cúmulo de oportunidades, las cuales implican retos importantes que se deberán superar de manera adecuada y oportuna.

Situación nacional

A principios de 2008, la situación del desarrollo de la generación eoloelectrica en México es de arranque. El constante esfuerzo de una amplia diversidad de promotores está comenzando a dar frutos, de acuerdo con los siguientes hechos.

Plan de Acción Eólico

En el año 2004, el Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF, por sus siglas en inglés) aprobó otorgar apoyo económico a México, a fondo perdido, para llevar a cabo un proyecto denominado Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloelectrica en México. La agencia ejecutora de este proyecto es el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la agencia implementadora es el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Mediante este proyecto se realizó una serie de foros de promoción y difusión de la generación eoloelectrica en varias entidades federativas del país. Como parte de las

actividades se instaló y operó una red de estaciones anemométricas, para evaluar el recurso eólico en sitios prometedores; se impartió un curso a personal clave de las principales instituciones de educación superior de entidades federativas, con recurso eólico; se impartió un diplomado y un curso en generación eoloelectrica a instituciones de educación media superior, con orientación técnica, en la región sureste (CBTIS y CECYTE); se apoyaron los “Coloquios Eólicos” organizados por el Gobierno del Estado de Oaxaca; se apoyó a diversas instituciones para complementar acciones con valor estratégico, y se construyó la infraestructura básica del primer Centro Regional de Tecnología Eólica.

Central eoloelectrica La Venta II

A finales de 2006 entró en operación la central eoloelectrica La Venta II, ubicada en las inmediaciones del poblado La Venta, municipio de Juchitán, Oaxaca. Esta central es la primera con capacidad significativa que se construyó en México y consiste de 83.3 MW integrados, con 98 aerogeneradores de 850 kW. El proyecto fue licitado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en la modalidad de obra pública financiada (OPF); el contrato fue adjudicado a la empresa española Iberdrola, que construyó la central con máquinas de la marca Gamesa Eólica, modelo G52.

El proyecto se licitó en dos ocasiones, sin embargo, en la primera licitación el contrato no fue adjudicado porque todas las ofertas presentadas excedieron el presupuesto autorizado, ya que originalmente se licitó para una capacidad de 101 MW y luego se redujo a 83.3 MW. La Venta II prosigue a la experiencia ganada por la CFE en su central eoloelectrica piloto, La Venta I, la cual fue construida por la compañía danesa Vestas hace 12 años en el mismo lugar, con una capacidad de 1.575 MW e integrada por 7 aerogeneradores de 225 kW.

Marco regulador

En 2001, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) emitió el primer instrumento regulador, concebido específicamente para la generación de electricidad con fuentes de energía renovable. Este instrumento consistió en un Modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable, aplicable a los proyectos en la modalidad de autoabastecimiento. Para fines de facturación, por concepto de intercambio de energía entre los permisionarios y la CFE, la primera versión del modelo permitía compensar la energía faltante en un periodo de tarifa (v.g. intermedia) con la energía sobrante en otro periodo de tarifa (v.g. base). Para ello se debía aplicar un factor que correspondiera a la relación de los costos totales de corto plazo en los que incurrió la CFE, durante los periodos en consideración.

Figura 1. Central eoloelectrica La Venta II.



Con esta acción se evitó que el permisionario tuviera que vender sus excedentes de energía al 85% del costo total de corto plazo a la CFE, y pagar a la misma toda la energía faltante a precio de tarifa. Además, la CRE emitió otro instrumento para las Fuentes de Energía Renovable (FER), el cual reduce el cargo por porteo en función del factor de planta real de la central en consideración. No obstante, la primera versión del modelo de contrato de interconexión nunca se llegó a aplicar a proyectos eólicos.

Para 2006, la CRE modificó el instrumento para incluir el reconocimiento de crédito por capacidad de las centrales, con base en las FER. El crédito por capacidad se calcula en función de la generación que aporta una central específica, durante las horas de demanda punta del sistema eléctrico nacional. Anteriormente, la CFE estaba obligada a hacer un cargo equivalente al 100% de la demanda de respaldo contratada por el permisionario de autoabastecimiento si, para cualquier periodo mensual, la central eólica no generaba electricidad en cualquier intervalo de cinco minutos. En las centrales eoloeléctricas eso puede pasar por lo menos una vez cada mes y con la modificación, el cargo por demanda máxima que aplica la CFE, corresponde a la diferencia entre la demanda máxima real y el crédito por capacidad para el periodo mensual en consideración.

No obstante, dicha modificación tuvo un costo, ya que la CFE aceptó reconocer cierto crédito por capacidad para las FER, siempre y cuando se modificaran los lineamientos para compensar energía faltante con energía sobrante. Para ello quedó establecido que el factor a aplicar sería la relación de las tarifas aplicables durante los periodos en consideración, en lugar de la relación de los costos totales de corto plazo. A pesar de que esto redujo el margen de beneficio potencial para los permisionarios, son la versión vigente del modelo de contrato de interconexión y los instrumentos complementarios los que en materia de regulación han allanado el camino a una considerable cantidad de proyectos eoloeléctricos del sector privado, en la modalidad de autoabastecimiento.

Acuerdos para transmisión de electricidad de proyectos eoloeléctricos en el Istmo de Tehuantepec

Una de las principales limitaciones técnicas para construir proyectos eoloeléctricos en el Istmo de Tehuantepec es que la infraestructura eléctrica existente es insuficiente, para poder transmitir la electricidad que ahí se genere hacia los centros de consumo, es decir, para que las centrales eoloeléctricas que se construyan en esa región puedan ser interconectadas al sistema eléctrico nacional. Para superar dicha limitación, la Secretaría de Energía (SENER) y la CRE formularon y acordaron con la CFE, una estrategia conocida como Temporada Abierta (TA).

La TA consiste en que un conjunto de empresas privadas se comprometa firmemente con la CFE (actuando cada empresa individualmente) a pagar por la capacidad de transmisión que usarían de una línea de transmisión y subestaciones eléctricas asociadas, para transmitir hasta 2 mil MW de capacidad a 400 KV y con base en dichos compromisos, la CFE construirá la infraestructura necesaria con presupuesto ya autorizado por el H. Congreso de la Unión. Asimismo se acordaron esquemas mediante los cuales se podrán construir algunos proyectos eoloeléctricos del sector privado, reforzando la infraestructura existente por parte de los permisionarios.

Parques Ecológicos de México

En marzo de 2008 se comenzó la construcción de los primeros aerogeneradores del proyecto "Parques Ecológicos de México", mismo que se desarrolla en la modalidad de una sociedad de autoabastecimiento de electricidad para empresas del sector privado. Este proyecto está siendo construido por Iberdrola, con aerogeneradores marca Gamesa Eólica de 850 kW (G52), su capacidad será de 79 MW y está ubicado en las inmediaciones del poblado La Ventosa, Municipio de Juchitán, Oaxaca. Cabe mencionar que el inicio de gestión de este proyecto se remonta por lo menos siete años atrás, a la fecha en que se inició su construcción.

El PERGE y La Venta III

En el año 2006, el Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF, por sus siglas en inglés) aprobó otorgar apoyo económico a México, a fondo perdido, para llevar a cabo un proyecto denominado Proyecto de Energía Renovable a Gran Escala (PERGE). La agencia ejecutora de este proyecto es la SENER, mientras que la implementadora es el Banco Mundial.

Una de las principales metas de dicho proyecto es apoyar la implementación en México del primer proyecto eoloeléctrico en la modalidad de producción independiente. Para ello, contempla otorgar apoyo económico (no reembolsable) a la empresa privada que gane la licitación que emita la CFE, quien acotó la capacidad del proyecto a 101 MW, mientras que el apoyo económico del GEF está acotado a 1.1 centavos de dólar por cada kWh que se le facture durante los primeros cinco años de operación de la central. Con ello se espera complementar el pago que realice la CFE al productor independiente, para que el proyecto sea rentable al inversionista. En 2007, la CFE publicó la licitación correspondiente y varias empresas adquirieron las bases, pero sólo dos empresas o consorcios presentaron ofertas y finalmente el contrato no fue adjudicado; uno de los participantes fue descalificado en la etapa técnica y el otro en la etapa económica. Se espera que el proyecto sea licitado nuevamente en 2008.

Marco legal

A diferencia de varios países, México aún no cuenta con legislación específica que incluya los temas de la energía eólica y solar. Hace poco más de dos años, una iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovable (LAFRE) fue promovida en el seno del H. Congreso de la Unión. Después de un intenso debate y modificaciones, la Cámara de Diputados la aprobó, turnándola a la Cámara de Senadores donde hubo otro debate, dando como resultado un dictamen que sólo quedó en una primera lectura.

Una de las principales controversias que surgieron es que la iniciativa plantea crear un Fondo Verde, que en su gran mayoría se destinaría a cubrir los costos incrementales de proyectos eoloeléctricos en la modalidad de producción independiente. En su momento, también se señaló que la iniciativa carecía de elementos que fomentaran el desarrollo o fortalecimiento de PYMES mexicanas, impulsaran el desarrollo de capacidades nacionales y fomentaran el desarrollo social. En el actual debate de la Reforma Energética, el Grupo Parlamentario del Partido Verde Ecologista propuso una nueva versión de esta iniciativa de Ley.

Incentivo fiscal

A partir de diciembre de 2004, la Ley del Impuesto Sobre la Renta (ISR) permite la depreciación acelerada de las inversiones en equipo para proyectos de aprovechamiento de las FER (hasta 100% en el primer año).

Perspectivas

A continuación se presentan los principales elementos que esbozan las proyecciones o escenarios para el corto, mediano y largo plazos, en materia de desarrollo eoloeléctrico en México.

Programa de CFE

De acuerdo con el Documento de Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2016, entre 2008 y 2010, la CFE licitará la construcción de 505 MW eoloeléctricos a ubicarse en el Istmo de Tehuantepec.

Proyectos de autoabastecimiento en Istmo de Tehuantepec

De acuerdo con los permisos otorgados por la CRE y con los compromisos de la TA, así como con los acuerdos de uso y refuerzo de infraestructura eléctrica existente, en los próximos cuatro años se construirán 1,986 MW eoloeléctricos en el Istmo de Tehuantepec, para el autoabastecimiento de sociedades de empresas del sector privado.

En marzo de 2008, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) manifestó públicamente contar con muestras de interés por parte de varias empresas privadas para instalar cerca de 3 mil MW eoloeléctricos adicionales en el Istmo de Tehuantepec y con base en ello, anunció que solicitaría formalmente a funcionarios públicos analizar la viabilidad de emprender otra Temporada Abierta para dicho fin.

Proyectos eólicos en otras entidades federativas

Varias empresas privadas están formulando proyectos eoloeléctricos en la modalidad de exportación, teniendo como áreas de interés el norte de los estados de Baja California y Tamaulipas, mientras que otras están formulando y evaluando la viabilidad o factibilidad de proyectos eoloeléctricos en diferentes entidades del país, tales como Zacatecas, Yucatán, Tamaulipas, Quintana Roo, Veracruz, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa, Hidalgo y Puebla.

Visión de largo plazo

En mayo de 2005, el proyecto Plan de Acción Eólico organizó un “Taller de ruta tecnológica de la generación eoloeléctrica en México: una visión a 25 años”, donde participaron representantes de la Secretaría de Energía (SENER), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Economía (SE), la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Gobierno del Estado de Oaxaca, el Programa Universitario de Energía de la Universidad Autónoma de México (PUE-UNAM), la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

El taller se llevó a cabo de manera participativa, aplicando el método ZOOP, el cual consiste en la planeación de proyectos orientados a objetivos. La visión consensuada fue que para el año 2030, la generación eoloeléctrica en México contribuirá a satisfacer cerca del 6% del consumo nacional de energía eléctrica, delineándose la ruta tecnológica para lograrlo.

Principales retos

A continuación se presentan los principales retos y riesgos relacionados con el desarrollo eoloeléctrico en México.

Disponibilidad y costo de aerogeneradores en el ámbito mundial

La gran demanda de aerogeneradores en el mercado mundial ha excedido la capacidad de producción de la gran mayoría de los fabricantes. Los tiempos de entrega para nuevos proyectos van de tres a cinco años y en los últimos cuatro años, los precios de los aerogeneradores se han incrementado considerablemente, entre un 30% y un 40%, esto aunado a la existencia de mercados eoloeléctricos que están acaparando la atención de los fabricantes, como es el caso de China.

Por otra parte, existe una tendencia hacia la globalización de la industria eoloeléctrica, es decir, los grandes grupos corporativos están acaparando la producción de aerogeneradores mediante distintas estrategias. La gran mayoría de los fabricantes ha comprometido su producción con grandes corporativos o empresas por los próximos tres o cinco años. De la misma forma, algunos fabricantes de aerogeneradores están acaparando la producción de elementos clave, o incluso, comprando las compañías que los producen (i.e. cajas de transmisión, aspas, rodamientos de gran tamaño), de hecho, ya están operando los mercados a futuro.

Asimismo comienzan a surgir nuevos fabricantes de aerogeneradores, o a resurgir aquéllos que no se habían podido consolidar en el mercado. La situación se puede resumir en tres puntos:

- La producción de aerogeneradores en los próximos cuatro o cinco años está acaparada.
- La atención de los que tienen aerogeneradores se está dirigiendo a los países que ofrecen las mejores condiciones y la mayor rentabilidad.
- Los que están acaparando la industria eoloeléctrica no pretenden vender aerogeneradores, lo que quieren es vender electricidad.



Disponibilidad y costo de aerogeneradores en el ámbito nacional

Como consecuencia de lo que está pasando en el ámbito mundial, se puede decir que sólo los que tienen aerogeneradores son los que están en posición de realizar proyectos eoloeléctricos en México. Es decir, los desarrolladores de proyectos que no los tienen, están teniendo muchas dificultades para conseguirlos, porque los precios ofertados exceden sus expectativas, al grado que los proyectos podrían resultar no rentables o no financiados (especialmente aquéllos que se ubican en una región diferente al Istmo de Tehuantepec). Por esta razón, algunos de ellos han decidido abandonar, postergar o vender su proyecto.

Para el caso del Istmo de Tehuantepec, en la región con los vientos más intensos (i.e. ejidos de La Venta, Santo Domingo, La Ventosa, La Mata), la situación se complica aún más, porque son muy pocos los fabricantes que cuentan con aerogeneradores que sean adecuados para el régimen de viento de esos sitios (clase especial de acuerdo con la norma IEC-61400-1).

Cabe señalar que hace varios años, había mucho interés por parte de diferentes empresas extranjeras para desarrollar proyectos eoloelectricos en el Istmo de Tehuantepec y en otras partes del país, sin embargo, la cantidad de empresas interesadas ha disminuido significativamente, particularmente en materia de desarrollo de proyectos, y aunque en menor medida, en materia de venta de aerogeneradores.

Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

Con los resultados de la Temporada Abierta y el programa de la CFE, se espera que en el Istmo de Tehuantepec se instalen cerca de 2,500 MW eoloelectricos en los próximos tres o cuatro años. Asimismo, las empresas privadas están pidiendo que se analice la viabilidad de instalar otros 3 mil MW en la misma región. Esto ha llamado la atención del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) de la CFE, en virtud de que el uso de tecnología no adecuada, podría llegar a generar problemas de estabilidad en el sistema eléctrico.

La experiencia en Alemania ha demostrado que es importante que los aerogeneradores y las centrales eoloelectricas cumplan con ciertos requisitos, no sólo para su operación normal sino también, y tal vez más importante, en relación con su respuesta ante fallas típicas que se pueden presentar en los sistemas eléctricos. En varios países, estos requisitos técnicos se establecen en documentos que se denominan Códigos de Red y tienen carácter reglamentario o normativo.

Desde el punto de vista técnico, dada la magnitud y rapidez del desarrollo eoloelectrico esperado para el Istmo de Tehuantepec en los próximos cuatro años, sería conveniente la existencia de un Código de Red adecuado para evitar el uso de tecnología que pudiera ocasionar problemas, a medida que la capacidad eoloelectrica instalada en la región se vaya incrementado. Esto resulta particularmente importante para proyectos con capacidades mayores a 50 MW, ya que la probabilidad de problemas potenciales se incrementa, mientras mayor sea la capacidad instalada de aerogeneradores que no cuenten con las características adecuadas.

Son pocos los modelos de aerogeneradores comerciales que hoy en día satisfacen el conjunto de requisitos para una adecuada interconexión eléctrica, por lo que tienen una gran demanda comercial en los países que ya exigen estos requisitos. Lo que sucede es que varios de los fabricantes de los denominados aerogeneradores modernos están usando generadores eléctricos asíncronos, doblemente alimentados (DFIG, por sus siglas en inglés) para reducir costos. El inconveniente principal con este esquema es que cuando hay una falla transitoria en la red a la que están interconectados, estos sistemas protegen la electrónica de potencia del aerogenerador, pero contribuyen a la falla, o en el mejor de los casos, no contribuyen a la recuperación del estado normal. Algunos fabricantes de aerogeneradores DFIG ya han implementado soluciones, pero eso implica un costo adicional.

En España, el Real Decreto 661/2007 exige que las nuevas centrales eólicas sean capaces de mantenerse conectadas a la red ante una falla transitoria (hueco de voltaje), para contribuir a la seguridad y estabilidad del sistema, y que las ya existentes, capaces de adaptarse a esta nueva exigencia, tienen derecho a recibir una compensación económica durante cinco años.

Desde hace mucho tiempo, existen modelos de aerogeneradores que cuentan con la capacidad de permanecer conectados durante fallas transitorias, además ante dicha situación, pueden aportar potencia reactiva en lugar de demandarla, sin embargo, su costo es relativamente mayor y son los menos disponibles, aunque hay fabricantes que los están produciendo en grandes cantidades.

Arrendamiento de tierras

La práctica común para la construcción de proyectos eoloelectricos es el arrendamiento de tierras eólicas. Típicamente, para construir una central eoloelectrica se usa menos del 3% de la superficie del terreno sobre la que se desplanta, mientras que los propietarios siguen usando el resto de las tierras y recibiendo recursos económicos adicionales. Sin embargo, cuando se trata de tierras ejidales, la dificultad estriba en negociar un precio de renta que sea justo y conveniente para ambas partes. Otra dificultad es evitar que los procesos de desarrollo de proyectos conduzcan a prácticas de especulación sobre el arrendamiento de tierras eólicas.

Aún no existe regulación al respecto y hasta ahora, en algunos casos, estos procesos no han sido del todo transparentes, de hecho se conocen algunos casos en los que en la negociación de arrendamiento de tierras, se han presentado prácticas de competencia desleal entre algunos de los desarrolladores de proyectos, lo que ha confundido e inquietado a algunos propietarios de tierras. No obstante que algunas instituciones públicas han tratado de mejorar este ambiente, todavía no se ha podido lograr en la medida de lo deseable, por lo que se ha convertido en un reto importante que requiere mayor atención.



Planeación del desarrollo eoloelectrico

Otro de los aspectos en los que aún queda mucho trabajo por hacer, es en la planeación del desarrollo eoloelectrico a nivel nacional, con una visión de largo plazo, lo cual requiere una dedicación constante y dinámica, de tal manera que se vaya adecuando a las circunstancias y a las mejores oportunidades. Para ello se tienen que considerar los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, pues hasta ahora se ha venido haciendo de una manera reactiva, más que de una manera sistemática, basada en métodos de planeación estratégica.

Sostenibilidad tecnológica

El tema de sostenibilidad tecnológica del desarrollo eoloelectrico de cualquier país, requiere de un análisis detallado y de una planeación estratégica. Es lógico y evidente que los proyectos eoloelectricos que se construyen primero, son los que ofrecen las mejores condiciones y la mayor facilidad de implementación. Después, las mejores condiciones se van agotando y el grado de dificultad para su implementación se va incrementando.

De alguna manera, esto es similar a la explotación de yacimientos petroleros. El caso actual de México con relación a la explotación de yacimientos muy profundos es un ejemplo: México no cuenta con tecnología propia y *know-how* para hacerlo. En la actualidad, el caso eoloelectrico no está muy lejos de esa situación: México aún no cuenta con tecnología propia de aerogeneradores ni con una industria eoloelectrica nacional, y de seguir por el mismo camino, la brecha se irá haciendo más profunda y por consiguiente, la dependencia tecnológica se irá arraigando.

Cabe destacar los casos de la India y China que saben cómo emprender su desarrollo eoloelectrico de manera decidida, y a la vez, creando los elementos que sin duda no sólo darán sostenibilidad tecnológica al desarrollo eoloelectrico interno, sino que ya los están posicionando en el mercado internacional. El caso de España no es muy diferente, ya que hace cerca de 15 años su industria eoloelectrica era incipiente.

Conclusiones

El desarrollo eoloelectrico en México es un nicho de oportunidad que ofrece amplios beneficios, los cuales ya se han hecho evidentes en varios países del mundo.

México está iniciando su desarrollo eoloelectrico, pero existen situaciones tanto en el ámbito nacional como internacional que podrían entorpecerlo, específicamente con relación a los proyectos eoloelectricos que se quieran ubicar en otras regiones distintas al Istmo de Tehuantepec.

Dado el rápido desarrollo eoloelectrico que se espera para este Istmo en los próximos tres o cuatro años, se considera conveniente y oportuno que se establezcan los lineamientos técnicos que deberán satisfacer los aerogeneradores y las centrales eoloelectricas, para su adecuada interconexión al sistema eléctrico, particularmente para los proyectos con capacidades mayores a 50 MW.

También se considera importante formular los elementos de estrategia y establecer las condiciones necesarias para que los mayores beneficios de la generación eoloelectrica se queden en el país y no se vayan al extranjero, esto con mayor énfasis en el aprovechamiento de su potencial para crear nuevas fuentes de empleo, mediante la producción local de bienes de capital. De igual forma es importante no postergar más la legislación en materia de aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovable (FER).

MARCO ANTONIO BORJA DÍAZ [maborja@iie.org.mx]

Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Universidad de Guanajuato en 1978. De 1979 a 1980 trabajó como ingeniero de diseño en Sistemas y Componentes S.A. de C.V.

Desde 1980 es investigador y jefe de proyectos en el Área de Energías No Convencionales del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Acreditó el *International Course on the Implementation of Wind Power*, impartido por la Fundación Holandesa de Energía en Holanda. Es socio Fundador de la Asociación Nacional de Energía Solar y Miembro Honorario de la Asociación Mexicana de Energía Eólica. Representante de México ante el Acuerdo para la Cooperación en la Investigación, Desarrollo y Diseminación de Sistemas de Generación Eoloeléctrica de la Agencia Internacional de la Energía. También es líder del proyecto "Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México", auspiciado por el Fondo para el Medio Ambiente Global, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Autor principal de los libros "Estado del Arte y Tendencias de la Tecnología Eoloeléctrica" y "Primer Documento del Proyecto Eoloeléctrico del Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec".

