

Estudio del desarrollo de las energías alternativas en Venezuela

FAUSTO, POSSO

Departamento de Ciencias
Universidad de Los Andes
Estado Táchira-Venezuela

Resumen

En los últimos treinta años en varias regiones del mundo se ha dado un importante desarrollo de las energías alternativas, EA, como opciones energéticas a los combustibles fósiles, altamente contaminantes y agotables a mediano plazo. El objetivo de este trabajo es determinar la factibilidad de una participación importante de las EA en el balance energético de Venezuela en base a su potencial de explotación, al análisis del sistema energético nacional y de la actitud del Estado ante las EA. Los resultados indican que el país tiene un alto potencial de las mismas, que la hidroenergía en gran escala es la única con una participación importante en el sistema energético, y que la energía solar y la eólica son las de mayor posibilidad de desarrollo. Se reportan ciertos esfuerzos en I&D de las EA, además de un reducido grupo de empresas que ofrecen productos y servicios, en especial de energía solar. Por otra parte, si bien el Estado impulsa la hidroeléctrica y el gas natural, un conjunto de factores impiden el desarrollo en firme de las EA, fundamentalmente relacionados con la condición histórica de productor y consumidor de combustibles fósiles en gran escala y a bajo costo. Además el Estado ha paralizado sus dos propuestas más atractivas: el proyecto PODER y el Proyecto Parque Eólico de Paraguaná. Se concluye que sólo con un cambio de actitud del Estado y el concurso de todos los actores involucrados en el sector, las "energías limpias" podrían tener un peso importante en el balance energético nacional.

Palabras claves: Energías alternativas, sistema energético, contaminación ambiental.

Abstract

In the last thirty years in several regions of the world an important development of alternative energies, AE, has been given as energy options to the fuel fossils, highly contaminants and exhausted in medium time limit. The objective of this work is to determine the feasibility of an important participa-

fausto@tach.ula.ve

tion of the AE in the energetic balance of Venezuela based on its potential of exploitation, the analysis of the national energy system, and the attitude of the State before the AE. The results indicate that the country has a high potential of these, that the hydroenergy in great scale, is the unique one with an important participation in the energy system, and that the solar energy and the eolic are those of greater possibility of development. Certain efforts on the AE are reported in I&D; also, a reduced group of businesses that offer products and services, especially of solar energy. On the other hand, though the State impels the hydroelectric one and the natural gas, an assembly of factors impede the development in firm of the AE, fundamentally related to the historic condition of producer and consumer of fuel fossils in great scale at low cost. Furthermore, the State has paralyzed its two more attractive proposals: the project PODER and the Project Parque Eólico of Paraguaná. It is concluded that only with a change of attitude of the State and the con-course of all the actors involved in the sector, the "clean energies" would be able to have an important weight in the national energy balance.

Key words: alternative energies, energy system, environmental pollution.

Introducción

Históricamente, el desarrollo de la sociedad humana se ha basado en el aprovechamiento de fuentes energéticas primarias del tipo fósil: carbón, petróleo y gas natural. Producto de su uso indiscriminado se ha generado un deterioro ambiental en todos los ámbitos que puede llegar a niveles insoportables si no se toman correctivos oportunos. Evidencias palpables de la degradación del ecosistema mundial son: el calentamiento global, la disminución de la capa de ozono y la lluvia ácida, por lo que la necesidad de desarrollar otras fuentes energéticas que reemplacen los combustibles fósiles es cada vez más apremiante. Así, la segunda mitad del siglo XX ve el resurgimiento por una parte y el nacimiento por otra de un conjunto de fuentes energéticas armónicas ambientalmente, renovables y/o inagotables, llamadas genéricamente energías alternativas, EA. En la actualidad existe una búsqueda incesante de formas de aprovechamiento de estas energías que sean factibles técnicamente y atractivas económicamente, dándose un desarrollo importante en los EEUU y en varios países de la Unión Europea, tales como España, Alemania y Rusia, mientras que en América Latina su progreso es incipiente, sólo destacándose Brasil y México. Este trabajo pretende estudiar la posibilidad de una participación importante de las EA en el escenario energético de Venezuela, a partir del análisis de su potencial de explotación, de la evolución de su sistema energético y de sus planes a futuro, de la existencia de programas de I&D sobre las EA y de la actitud del Estado sobre las mismas.



Energías alternativas

Comprenden todas aquellas energías de origen no fósil y que no han participado significativamente en el mercado mundial de la energía (Fig.1). Se tiende a usar indiscriminadamente los términos *renovables*, *nuevas* y *no convencionales* como sinónimos, no siendo totalmente correcto. Así, el término *no convencional* no significa necesariamente nuevo, como es el caso de la energía solar, conocida desde hace mucho tiempo. Tampoco se debe confundir el concepto de energía *renovable* con el de energía *no convencional*, pues entre las fuentes energéticas convencionales se encuentran algunas con característica de *renovables*, como la hidráulica o la bioenergía. Existen además fuentes no renovables y no convencionales como la energía geotérmica o la fusión nuclear. Las energías no agotables, como la eólica, comúnmente se incluyen entre las renovables. De manera que el término *alternativo* es quizás, el más adecuado para englobar todas estas opciones energéticas y será el utilizado en este trabajo.

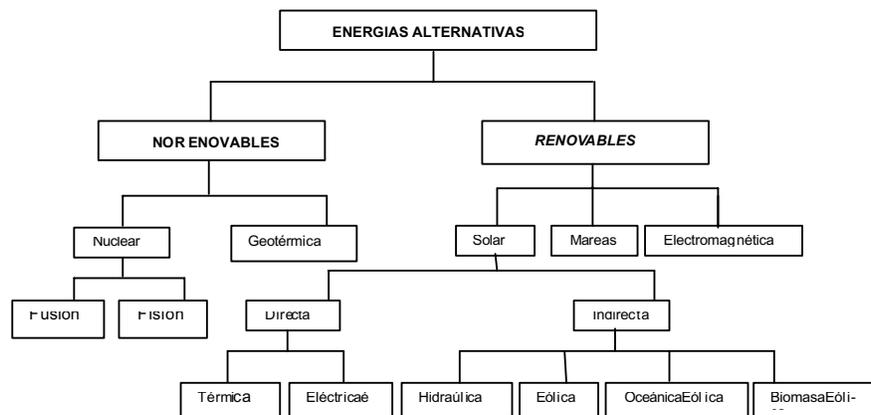


Fig. 1 Una Clasificación de las EA

Durante la primera crisis mundial de la energía, en la década de los setenta, se renovó el interés hacia estas fuentes energéticas relegadas por los combustibles fósiles; luego, en la década de los ochenta, ante las evidencias de un deterioro ambiental generalizado atribuido principalmente a la quema de estos combustibles, el desarrollo de las alternativas adquirió mayor im-

portancia. Hoy en día, a más de un cuarto de siglo, muchas de las tecnologías de aprovechamiento han madurado y perfeccionado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para muchas aplicaciones. Como resultado, países como EEUU, Alemania, España e Israel presentan un crecimiento muy acelerado de su uso. Para el año 2002, el consumo energético de estas fuentes fue de 32 cuatrillones de BTU correspondiente a 8% del consumo mundial. Si bien esta participación en el mercado todavía es baja, se espera a mediano plazo un incremento importante, las proyecciones optimistas establecen que las EA podrían suplir 50% de la demanda mundial de energía para el año 2050. (1)

En cuanto a su uso, tiene motivaciones diferentes; para la mayoría de los países desarrollados obedece a: 1. Su necesidad de disponer de fuentes energéticas seguras en contraposición a las fuentes fósiles, sumamente sensibles a perturbaciones geopolíticas, 2. La creciente conciencia colectiva sobre los nocivos efectos ambientales del actual sistema energético, con la consecuente presión sobre los gobernantes e industrias, y 3. El propósito de alcanzar la independencia energética. Mientras que para los países subdesarrollados, las EA se están convirtiendo en la única opción factible para la satisfacción de sus necesidades energéticas; así, en vastas regiones rurales de América Latina, Asia y África están presentes celdas fotovoltaicas, biodigestores, aerogeneradores, y otros dispositivos asociados con la conversión energética de las alternativas(2), dándose una transición interesante: desde servicios energéticos primitivos e ineficientes hasta sistemas sustentables modernos, sin haber transitado por la vía fósil, como en efecto ocurrió en los países desarrollados.

El impacto de las EA es de diferente naturaleza: a. Ambiental, se estima que si para el año 2010 se logra que 15% de la demanda proyectada de energía en la Unión Europea provenga de aquellas, se evitaría la emisión a la atmósfera de 402 millones de toneladas de CO₂ (3); b. Financiera, el Banco Mundial predice que el mercado global de electricidad solar alcanzará los 4 trillones de dólares en 30 años (3); c. Estratégica, se estima que EEUU podría producir 190 billones de galones por año de etanol usando sus fuentes de biomasa, reemplazando de esta manera la gasolina, (4); d. Social, el ritmo de creación de empleo de las alternativas es cinco veces superior al de las convencionales y su utilización masiva implica la participación activa de la comunidad propiciando de esta manera el desarrollo regional y la preservación cultural. Venezuela podría aprovecharse de todas estas ventajas al desarrollar en firme su potencial de EA.



El sistema energético venezolano

Producción de Energía Primaria

La evolución de la producción de energía primaria por fuente en el lapso 1970-2000 (Fig. 2), indica que, en promedio, 75% de esta corresponde a la producción de petróleo, con una disminución acentuada en los años ochenta y un incremento de 33% en los noventa, ambas situaciones debidas a múltiples factores, incluso geopolíticos.

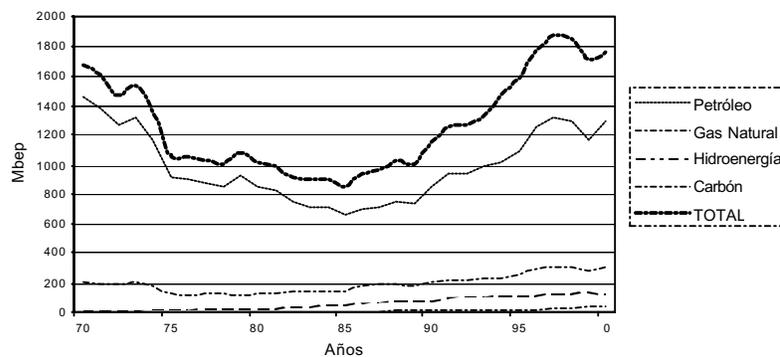


Fig. 2. Evolución de la Producción de Energía Primaria por Fuente (5)

En cuanto a las EA, la hidroenergía en gran escala es la única con un importante crecimiento debido al desarrollo de macroproyectos hidroeléctricos que ubican a Venezuela en el segundo lugar en generación de potencia eléctrica en América Latina, sólo por debajo de Brasil. Esto ha implicado un importante cambio en el tipo de generación, de una mayoría de origen térmico pasó primar la de origen hidro favoreciendo la generación "limpia" (Fig. 3).

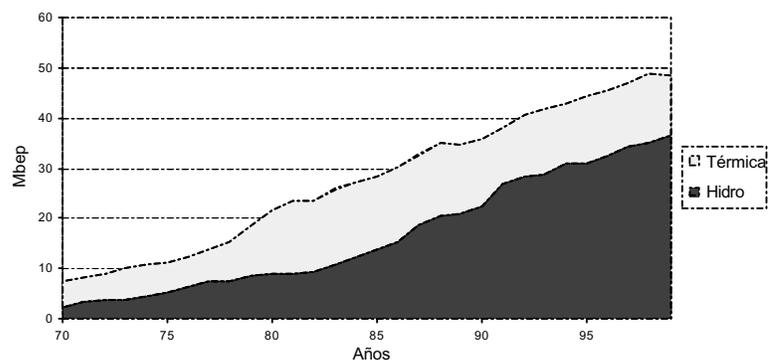


Fig. 3. Generación de Energía Eléctrica. Período. 1970-2002 (6)

Sin embargo, en atención a la tendencia mundial de no considerar la hidroeléctrica en gran escala como auténtica energía alternativa por su gran impacto ambiental (4), se obtiene que las EA tienen un aporte prácticamente nulo a la producción energética del país (Tabla 2). La leña y el carbón vegetal tienen una producción totalmente marginal y no se incluyen en las estadísticas.

TABLA 2
Producción de Energía Primaria de Venezuela. Año 2002 (6)

Fuente	Producción (Mbep)	%
Petróleo	1106,1	72,3
Gas Natural	247,0	16,2
Hidroenergía	133,6	8,7
Carbón Mineral	42,5	2,8
Total	1529,2	100

Reservas de Energías Primarias

Venezuela dispone de cuantiosos recursos energéticos primarios tanto de origen fósil como de fuentes alternas en sus diferentes opciones. Con apenas el 0,7% de la superficie mundial, Venezuela posee el 7,4% de las reservas probadas de petróleo del mundo y el 2,7% de las de gas natural. Si se contabilizan además los crudos pesados, extrapesados y bitúmenes existentes en la Faja del Orinoco, su participación ascendería a 33,4% del total mundial (5). En cuanto al carbón mineral, el total de reservas permite ubicar a Venezuela en el segundo lugar en América Latina. La duración de estas reservas fósiles (Tabla 3), al ritmo de producción del año 2002, confiere a Venezuela una posición privilegiada en el concierto energético mundial.

Tabla 3.
Reservas Probadas de Fuentes Fósiles, (6)

Fuente Primaria	Reservas	Duración (años)
Petróleo	77,7 Mibep	75
Gas Natural	4,19 Tm ³	111
Carbón Mineral	1.309 Mtm	188

Consumo de Energía Primaria

En términos globales la demanda interna de energía ha pasado de 115,8 Mbep en 1965 a 450,8 Mbep en 2002, esto significa que ha crecido en 289% en el lapso. (Fig. 4).

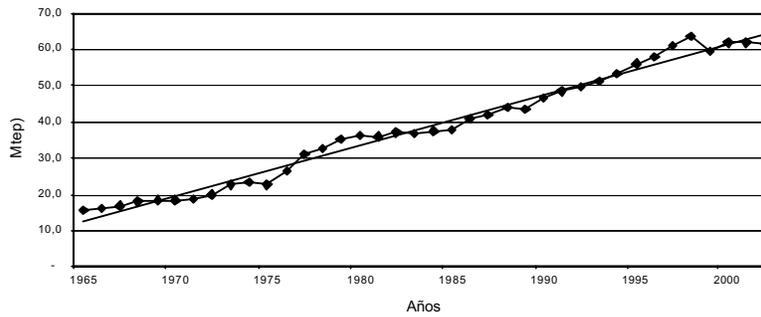


Fig. 4. Evolución del Consumo de Energía en Venezuela. Lapso 1995-2002 (6)

Este aumento pronunciado en el consumo interno, tanto por usuarios finales como por usuarios intrasectoriales, disminuye el saldo para exportación -en forma bruta o transformada en productos con mayor valor agregado-, lo que para un país altamente dependiente de la exportación petrolera para sus ingresos fiscales, no es lo más conveniente y es otro aspecto a considerar en el desarrollo de las EA. En el año 2002 el consumo representó 31% de la producción total de energía con una distribución gobernada por los combustibles fósiles fluidos (Fig.5). No se incluye el carbón por ser mínimo su aporte al destinarse para exportación 95% de su producción.(6)

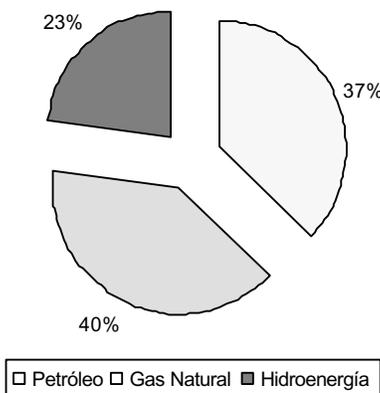


Fig. 5. Consumo de Energía Primaria por Fuente. Año 2002

Consumo Final

El consumo final de energía de Venezuela (año 2002) representó 0,7% del consumo mundial, valor relativamente alto con respecto a las dimensiones del país e inducido en gran parte por los subsidios gubernamentales a la gasolina, gas natural y potencia eléctrica, amplia mayoría en el consumo (Fig. 6). La participación de la electricidad en el consumo final ha sido notable con una tasa de crecimiento de 8% interanual en el lapso 1970-2000, siendo la velocidad de electrificación de Venezuela la más alta de América Latina. (7)

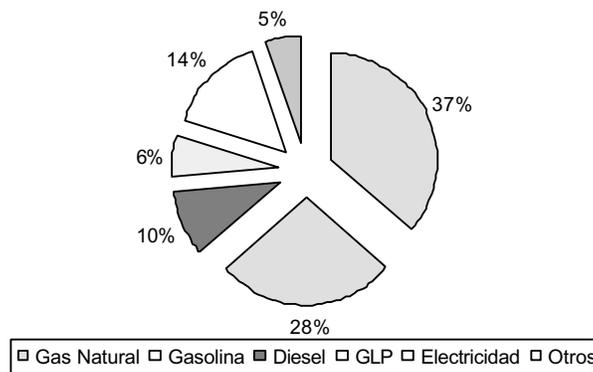


Fig. 6. Espectro del Consumo Final de Energía en Venezuela

Efectos Ambientales de la Actividad Energética

La contaminación derivada de la producción y consumo de energía en Venezuela es relativamente alta respecto a otros países de la región. Los principales problemas incluyen la contaminación por derrames petroleros en el Lago de Maracaibo y la contaminación atmosférica por el alto consumo de combustibles fósiles, lo cual se evidencia en un incremento pronunciado en los niveles de CO₂ en la atmósfera de las grandes zonas urbanas e industriales. Ni la producción ni el consumo de fuentes fósiles se espera que declinen apreciablemente en el futuro cercano, ya que la primera es la principal fuente de ingresos del Estado y el segundo está fuertemente subsidiado, tal que probablemente los problemas ambientales aumenten o en el mejor de los casos se mantengan en los niveles actuales.

Consumo de la Energía y las Emisiones de Dióxido de Carbono

Aunque el consumo de carbón mineral es bajo en el país, las emisiones de dióxido de carbono debido a la actividad energética han experimentado una tendencia creciente en los últimos 20 años (Fig.7) alcanzando los 38,9



Mtm de carbón equivalente en el año 2002, el quinto nivel más alto en América, correspondiente a 0,6% de las emisiones mundiales, esta evolución es un factor más a favor del desarrollo de las EA, mucho menos generadoras de CO₂ y otros gases de invernadero. Por otra parte, el consumo per cápita de emisiones de carbón de 1,4 tm de carbón equivalente para el año 2001, se ubica en los valores medios en América (8).

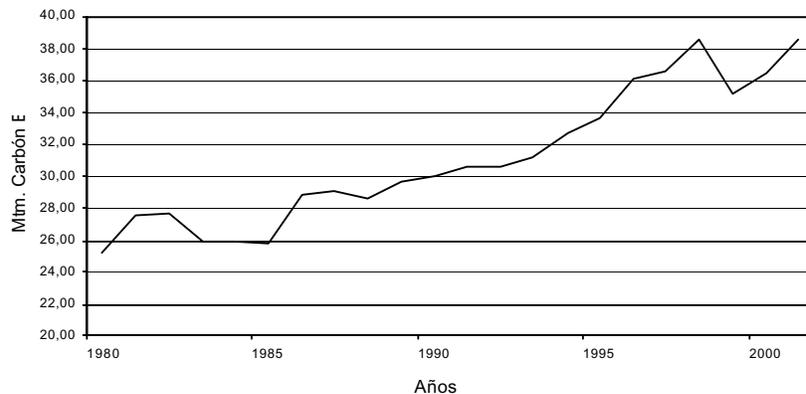


Fig. 7. Emisión Total de CO₂ en Venezuela.

Economía y Energía

Sin duda que la estructura económica, política y social del país, ha sido determinada por la importancia que ha tenido y tiene la exportación de crudo y productos derivados. En los últimos 25 años, PDVSA ha aportado al Estado venezolano cerca de 300 millardos de dólares y para un año específico, el año 2001, el petróleo y sus derivados constituyeron 85% del ingreso en divisas, 77% de todas las exportaciones, cerca de 1/3 de los ingresos del fiscales, y 17% del PIB(9). Esta gran dependencia hace a Venezuela sumamente vulnerable a las fluctuaciones del mercado energético mundial: cuando los precios del petróleo son altos, el país incurre en políticas de expansión del gasto, mientras que cuando los precios bajan se tienen serias dificultades fiscales. Estas oscilaciones generan fuertes perturbaciones en la economía e influyen negativamente en la planificación del desarrollo del país.

Las energías alternativas en Venezuela

Potencial de las EA

En este caso, en lugar de reservas es más conveniente hablar de potencial, entendiéndose éste como la cantidad de energía que pudiese obtenerse si se explotase totalmente la fuente, distinguiéndose entre potencial total, potencial disponible y potencial aprovechable, este último conceptualmente comparable con las reservas probadas para el caso de los combustibles fósiles. Los estudios oficiales señalan un alto potencial aprovechable (Tabla 4), equivalente a cerca de tres veces la producción promedio de petróleo diaria de Venezuela en el año 2002, lo cual indica la magnitud del potencial.

TABLA 4
Potencial Aprovechable de Energías Alternativas en Venezuela (10)

Tipo de Energía	Potencial (Mbep/d)
Mini-Hidro (hasta 50 MW/instalación)	0,13
Bioenergía	0,34
Solar (15% conversión, 1% TN + 0,3% de PM)	4,56
Eólica (3% conversión, 4% TN)	1,41
Geotérmica (2,5% TN)	0,15
Otras EA (oceánicas, híbridos)	0,53
Potencial Parcial	7,12
Hidroenergía en gran escala	1,86
Potencial Total:	8,98

TN: TERRITORIO NACIONAL

PM: PLATAFORMA MARINA

De este total, la energía solar aporta 51% en virtud de un promedio nacional de energía incidente de 4,71 kWh/díaxm² -casi el doble del promedio de Estados Unidos y superior al de México-, un período de insolación diaria promedio de 5,5 horas y una alta continuidad de irradiación en el transcurso del año, cifras debidas en gran parte a la ubicación de Venezuela en la región intertropical –a de más alto potencial para el aprovechamiento de la energía solar– además de no exhibir diferencias climáticas extremas a lo largo del año. En cuanto al potencial eólico, destaca la región costera noroeste con un promedio de velocidad del viento de 11 m/seg considerado excelente y bien atractivo para la generación de energía eléctrica; por su parte, la franja costera central posee un potencial suficiente para aerogeneradores pequeños y bombeo de agua. El potencial geotérmico se ubica principalmente en el este del país que concentra un potencial similar al de todo Brasil (10). El potencial hidroeléctrico se estima en 58 GW, del cual se utiliza 25%. La cuenca del río Caroní localizada en la región sur del país y que abarca una superficie de 95.000 km² posee un potencial de 28 GW, el mayor

de Venezuela y uno de los mayores del mundo (5). La pregunta obligada es si están dadas las condiciones para el aprovechamiento de este inmenso potencial.

Antecedentes y estado actual de las EA en Venezuela

Hidroeléctrica en gran escala

De las cifras de producción y consumo energético de Venezuela se desprende que la hidroeléctrica en gran escala ha tenido y tiene una participación apreciable en el balance energético del país. Sus planes de desarrollo pretenden satisfacer el aumento de 4% interanual esperado en la demanda (11) y contemplan una inversión de 10 millardos de dólares; sin embargo, no está clara la fuente de financiamiento de esta inversión a pesar de que la misma equivale a menos de 20% de la inversión programada para fuentes fósiles. Los dos proyectos estatales más grandes se encuentran en la cuenca del río Caroní y consisten en la construcción de dos centrales hidroeléctricas en el Bajo Caroní, la planta Caruachi con una capacidad de 2.160 MW y ya en operación en un 55%; y Tocoma, con un aporte de 2.160 MW y estimándose su inicio de operaciones en el 2.010. En el Alto Caroní están planificadas cuatro centrales más para completar los 28.000 MW de capacidad total de generación de la cuenca del Caroní. Sin embargo, debido a la ausencia de inversión se espera en el corto plazo un déficit importante en generación eléctrica que se pretende compensar aumentando la generación térmica a expensas de mayores niveles de contaminación ambiental y disminución de la eficiencia energética.

Desarrollo de las otras energías alternativas

Sector Público

Si bien el Estado en sus planes de desarrollo y el MEM en sus políticas energéticas propugnan el desarrollo de las auténticas EA, los resultados han sido escasos. Los dos proyectos de mayor envergadura y que despertaron grandes expectativas en el momento de ser presentados son: el proyecto PODER, Plan Operativo de Energías Renovables, propuesto por la División de Planificación y Economía de la Energía del MEM y concebido para dotar de servicios energéticos a un porcentaje importante de la población rural (27%=1 millón de personas) que actualmente no dispone de ningún tipo de servicio de energía permanente. Inicialmente se seleccionaron 52 pequeños centros poblados pilotos –en total, 12.500 habitantes– ubicados en zonas rurales y fronteras de Venezuela que “dispondrán de soluciones energéticas integrales basadas en la utilización de energías renovables y que estimulen la participación de la población local, mejoren su calidad de vida, eleven el nivel de empleo y propicien actividades económicas para un desarrollo regional sustentable”(12). Las EA consideradas eran: minihidro, eólica, solar y bioenergía. Se han concluido 32 estudios de prefactibilidad económica, sin embargo la fase siguiente –la búsqueda de financiamiento para los estudios

económicos en detalle - se encuentra paralizada, en gran parte debido a la turbulencia política de Venezuela que desestimula la inversión extranjera y la falta de un apoyo decidido por parte del Estado; el segundo proyecto es el Proyecto Parque Eólico Península de Paraguaná, de PDVSA, con una capacidad de diseño de 40 MW y conformado por un banco de 27 turbinas de 1,5 MWe cada una dispuestas en un arreglo matricial con una extensión de 921 ha y con una inversión de 56 millones de dólares. Planificada en principio para iniciar operaciones en el año 2005, actualmente se encuentra totalmente paralizada debido a la reestructuración profunda de PDVSA que parece reorientarse hacia una empresa de petróleo más que hacia una empresa de energía en contra de la corriente mundial al respecto, por ejemplo, la British Petroleum, BP, ahora llamada Beyond Petroleum, es decir *más allá del petróleo*.

Sector Privado

Las dos EA que han merecido la atención de inversionistas privados son la energía solar y la energía eólica. En cuanto a la primera se conoce de una docena de empresas que ofrecen servicios de generación fotovoltaica para iluminación y servicios de telefonía en hogares y fincas. Sin embargo, la capacidad de generación efectiva de los sistemas instalados es insignificante y sin ningún peso en el balance energético nacional. De los correspondientes a energía solar, se puede mencionar el desarrollado en el año 2001 por la empresa SOLARTEC, filial de la estadounidense SolarElectric Specialities, para satisfacer las necesidades energéticas al pueblo de Los Cedros, en el estado Sucre, compuesto de 19 viviendas. Esta utilización exitosa se pretendía extenderla hasta Macuro, también en el estado Sucre, en un proyecto ambicioso que contemplaba la instalación de 3.000 paneles solares a un costo de dos millones de dólares e incluía la instalación de una fábrica de paneles solares lo cual convertiría a Venezuela en exportadora de paneles solares a Estados Unidos y a los países de Centroamérica y Suramérica. Sin embargo, no se tienen mayores noticias al respecto y se desconoce si este proyecto prosperó. En cuanto a la utilización de la energía solar para calentamiento de agua, probablemente la acción pionera se ubica en el año 1982: un sistema de calentamiento de agua con una superficie de captación de 200 m² para la Maternidad Concepción Palacios en Caracas. Era un sistema integrado de cogeneración energética que combinaba el calor producido por los colectores solares con el calor recuperado de los sistemas de aire acondicionado. En total se calentaban 75.000 litros de agua por día a un promedio de 50 °C. y fue considerada para ese momento como la instalación solar más grande de Latinoamérica (13).

En cuanto a la energía eólica, la empresa VER, Venezolana de Energías Renovables, está ejecutando un proyecto de utilización de energía eólica consistente en la construcción de cuatro parques eólicos con una capacidad

total de generación de 100 MW y ubicada en Jurijurebo, Paraguaná, estimando el inicio de operaciones en el año 2005, las turbinas a utilizar serán de tercera generación, mucho más silenciosas y con bajos períodos de giro, disminuyendo así el impacto ambiental (14). Sin embargo, una de las principales dificultades para el éxito del proyecto es la no inclusión en la nueva Ley del Servicio Eléctrico de las EA como parte del parque generador del SIN, Sistema Interconectado Nacional, lo cual dificulta la comercialización de la potencia generada, esto muestra los aspectos contradictorios de las políticas estatales de fomento al desarrollo de las EA. Por otra parte, otro aspecto que también obstaculiza el desarrollo comercial de las EA es la ausencia de normalización y certificación en el sector.

Programas de I&D

Se tiene conocimiento de esfuerzos aislados de investigadores ubicados en institutos y centros de investigación, y universidades que realizan investigación básica y aplicada en varios tópicos de las EA. La Tabla 5 muestra la información que se ha podido obtener a partir de contactos personales, sin duda incompleta, siendo precisamente la ausencia de información, o al menos el acceso a la misma una de las principales dificultades a superar en el estudio de las EA en Venezuela.

Tabla 5
Investigaciones en Venezuela sobre las EA (Relación Parcial)

Tópico	Institución
Energía Solar	UNEFM, ULA, Instituto de Ingeniería
Celdas de Combustible	USB, Intevep
Energía Eólica	UNEFM, PDVSA, Instituto de Ingeniería
Energía del Hidrógeno	ULA, UNIMET

También se han hecho esfuerzos por conformar una Red o Grupo de Investigación sobre las EA en Venezuela, en efecto, en la Convención Anual de Asovac del año 2002, se intentó celebrar la "1ª Reunión del Grupo Venezolano de Expertos en el Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía", se pretendía debatir en forma amplia sobre varios temas esenciales a considerar para un desarrollo sostenido de las EA en el país; sin embargo, la convocatoria no tuvo éxito.

¿Es posible el desarrollo en firme de las EA en Venezuela?

Todo lo expuesto indica que la posibilidad de desarrollar en firme las EA en Venezuela, contempla factores contrapuestos: a. su gran potencial aprovechable, uno de los mayores del mundo; b. la fuerte dependencia económica de los ingresos petroleros; c. la continua degradación ambiental, d. la política estatal de privilegiar el desarrollo local y regional, y en menor medida,

pero no menos importante, la necesidad de honrar compromisos y tratados internacionales sobre el desarrollo de las energías alternativas, como el Tratado de Johannesburgo bajo el cual Venezuela se compromete a obtener un aporte de 10% de las EA en la producción energética del país para el año 2010; son aspectos que en principio, favorecerían y/o estimularían su desarrollo, incluso existen estudios sobre seguridad y defensa nacional que enfatizan sobre la necesidad estratégica del desarrollo de las EA (15).

Sin embargo, a este panorama favorable se opone: a. la tradición de país productor y consumidor de energía de origen fósil a muy bajo precio, con la salvedad que éste es subsidiado por el Estado y además no incluye los costos de las externalidades asociadas a la degradación ambiental producto de la combustión de los mismos; b. una infraestructura energética orientada a los combustibles fósiles; c. la priorización de las inversiones públicas y privadas hacia las fuentes fósiles y, d. la falta de una cultura ciudadana hacia otras alternativas energéticas. En el balance, estos factores contrarios al desarrollo de las EA han prevalecido en la toma de decisiones sobre política energética del país.

No obstante existen señales alentadoras: a) la política estatal de privilegiar la hidroenergía y el gas natural –en sintonía con el proceso histórico hacia la decarbonización de la energía– favorecería en parte la transición hacia sistemas energéticos más amigables ambientalmente; b) una mayor conciencia colectiva hacia el resguardo ambiental con las consiguientes presiones hacia el Estado, y c) un creciente uso de minisistemas de aprovechamiento de las EA en el sector rural que no dispone de servicios energéticos, en este sentido la empresa Heliotécnica ha instalado cerca de 2.000 minisistemas basados en energía solar en Anzoátegui y Monagas,(16). Estas acciones son positivas, pero sin una verdadera articulación Estado/empresa privada/centros de investigación no se conducirían a resultados importantes para el desarrollo de las EA.

Efectos Económicos de las EA

La utilización de las EA en Venezuela se orientaría hacia la energización rural y/o complementariedad energética, cualquiera sea el caso, los efectos económicos son apreciables, así si sólo se explotase 5% de este potencial con una eficiencia de 10%, equivaldría a una producción de 45.000 bep/d, con un valor de 425 millones de dólares anuales, cálculo hecho utilizando el precio promedio 25, 76 US\$/bep del año 2003 (17). Esta cifra, sin duda muestra el gran valor económico de las EA. Además, este efecto sería doble al liberar para exportación directa o en forma procesada un volumen de petróleo equivalente al generado vía EA.

Conclusiones

Se ha estudiado la posibilidad del desarrollo de las EA en Venezuela a partir de su potencial y del análisis de su sistema energético: su evolución y proyecciones de desarrollo, y del apoyo estatal al desarrollo de las mismas entre otros. Se obtiene que el petróleo, el gas natural y la hidroenergía dominan tanto la oferta como la demanda energética y que el potencial aprovechable de las EA es tal que equivale a cerca de tres veces la producción promedio de petróleo diaria, para un nivel de máximo aprovechamiento de aquéllas. Por otra parte, el aumento sostenido de la demanda interna y de la producción energética, que acentúan el deterioro ambiental, y la fuerte dependencia con respecto a los ingresos petroleros, que hace a Venezuela sumamente vulnerable a las inestabilidades del mercado mundial, evidencian la necesidad estratégica de desarrollar alternativas energéticas, más confiables y sustentables, situación que ha sido declarada incluso como un aspecto de seguridad y defensa nacional. En cuanto a su evolución histórica se obtiene que sólo la hidroenergía ha experimentado un importante desarrollo y presencia en el balance energético nacional e incluso con planes definidos de expansión en el corto y mediano plazo. Con respecto a las otras EA, su desarrollo luce improbable tanto por la predominancia de los combustibles fósiles y derivados tanto en producción y consumo a bajo costo, como por la ausencia de una decidida política estatal de apoyo a las mismas. Esta situación hace virtualmente imposible que se cumpla con los acuerdos internacionales firmados sobre el aporte de 10% de energías alternas a la producción total de energía para el año 2012.

Finalmente se puede afirmar que sólo mediante un cambio de actitud y apoyo decidido del Estado, además de la participación activa del sector empresarial y académico, podría el país desarrollar en firme las EA permitiendo además insertar a Venezuela en la ruta energética del futuro que propone al hidrógeno como base de un sistema energético que motorizará el desarrollo humano en este siglo.

Nomenclatura

BTU:	Unidad Térmica Británica
Mbep:	Millones de barriles equivalentes de petróleo
Mbepd:	Millones de barriles equivalentes de petróleo por día
Mibep:	Millardos de barriles equivalentes de petróleo
Tm3:	Trillones de metros cúbicos
Mtm:	Millones de toneladas métricas
Mtep:	millones de toneladas equivalentes de petróleo
MW:	megavatios

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el CDCHT de la Universidad de Los Andes con el código NUTA-C-020-03-02-B.

Referencias bibliográficas

- (1) MARTÍNEZ de Bascarán, G., "Medio ambiente: futuro y presente", Ing. Química, vol 387 (2002), pp. 181-186.
- (2) GUERRA, J. "Potencial y proyectos de electrificación rural con energías renovables", Era Solar, vol. 101 (2001), pp. 7-11.
- (3) GARCÍA, M. "Energías renovables y eficacia energética", Energía, vol. 162 (2002), pp. 125-128.
- (4) CASEEDY, E., "Prospects for sustainable energy", 1st Edition. Cambridge.UK. University Press (2000).
- (5) IRIONDO, A. y Tossiti, M. "Venezuela: Perfil Energético". Dirección de Planificación Energética, MEM, (2000).
- (6) MEM "PODE 2002: Petróleo y otros datos estadísticos". Dirección de Planificación y Economía de Hidrocarburos. MEM (2003) .
- (7) MEM "Venezuela: Balance Energético". Dirección de Planificación y Economía de la Energía, MEM (2000).
- (8) Energy Agency International, EIA, "A country análisis brief". En <http://eia.doe.gov/cabs/venez.html> (2003).
- (9) BCV "Informe Anual 2001". Ediciones Banco Central de Venezuela (2002).
- (10) MARTÍNEZ, A. "Energías Renovables: potencial energético de recursos aprovechables". División de Alternativas Energéticas, MEM (2001).
- (11) CÁMARA VENEZOLANA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA, CAVEINEL. En <http://www.caveinel.org.ve> (2003).
- (12) MEM "PODER: Plan Operativo de Energías Renovables-Bolívar 2000". Dirección Y Planificación y Economía de la Energía. MEM (2001)
- (13) VARGAS, M. En <http://www.geocities.com/venergia/solar.html> (2000).
- (14) FERNÁNDEZ, L. "VER: Venezolana de Energías Renovables". Conferencia presentada en LII Convención Anual de AsoVAC, Barquisimeto (2002).
- (15) RANGEL, B. y Sandra L., "Sistema energético y su relación estratégica con el desarrollo, la ecología y la seguridad y defensa nacionales en el marco conceptual del IAEDEN. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas. ULA (2000), p. 132.

(16) VARELA, P. División de Alternativas Energéticas, MEM. Comunicación Personal (2002).

(17) MEM "Precios del Petróleo". En <http://www.mem.gov.ve> (2004) .