

ENERLAC

REVISTA DE ENERGÍA - AMÉRICA LATINA Y CARIBE

REVISTA ENERLAC - Año 1 - Nº 1 - Octubre 2009

Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization
Organização Latino-Americana de Energia
Organisation Latino-Americaine D'Energie

olade

REVISTA ENERLAC | AÑO 1 | N° 1 | OCTUBRE 2009

enerlac

Revista de Energía - América Latina y Caribe

Índice

- 3 Presentación
- 4 La Agenda Energética de OLADE, 2023
Carlos A. Flórez P.
- 7 La Política Energética en América del Sur y el retorno del papel del Estado: Precio del Petróleo, Cambio Climático y Crisis Económica
Luiz Pinguelli Rosa
- 16 Energía Renovable en América Latina
José Goldemberg
- 19 La biomasa, fuente de energía subvalorada en América Latina y el Caribe
Alfredo Curbelo
- 29 Aspectos de la sostenibilidad ambiental de la producción de etanol en Brasil: Tecnologías y Prácticas
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
- 40 Uso de energía en los sectores residencial y comercial de América Latina: Factores y perspectivas del uso en inmuebles con México de referente
Odón de Buen Rodríguez

Créditos:

Consejo Editorial OLADE

Carlos A. Flórez P.
Secretario Ejecutivo

Néstor D. Luna G.
Director de Planificación y Proyectos

Erick F. Cabrera C.
Director de Integración

Victorio E. Oxilia D.
Coordinador de Capacitación

Patricia Solano
Asistente de Comunicación y Prensa

REVISTA ENERLAC

Los criterios expresados en los artículos son de responsabilidad de los autores y no comprometen a La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); sin embargo son de su exclusiva propiedad. OLADE se responsabiliza únicamente por el contenido de los artículos publicados como organización y es el titular exclusivo de derechos, títulos e intereses (incluidos derechos de autor, marcas registradas, patentes y cualquier otro tipo de propiedad intelectual y de derecho) sobre el total de la información y del contenido, el cual está protegido por convenios internacionales y por legislaciones domésticas en materia de propiedad intelectual. Estas informaciones pueden utilizarse y reproducirse sin autorización y de forma gratuita exclusivamente para todo uso didáctico o de otro tipo no comercial, siempre que se señale en toda reproducción, como fuente de información (© OLADE).

Copyright © Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) 2009. Todos los derechos reservados.

Autores de los artículos en esta publicación:

Carlos A. Flórez P.
Luiz Pinguelli Rosa
José Goldemberg
Alfredo Curbelo
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
Odón de Buen Rodríguez

“Esta publicación es traducción de la revista en inglés: ENERLAC Magazine, Year 1, N° 1, October 2009, ISSN: 1390-5171 Colaboración de la traductora: Gabriela Martínez Cabezas”.

enerlac



Presentación

América Latina y El Caribe, a pesar de su relevancia por sus recursos energéticos renovables y no renovables, no posee hasta el momento un canal especializado de comunicación y discusión de asuntos del sector energético que congregue a académicos, analistas, formuladores y ejecutores de políticas energéticas y otros profesionales. Existen publicaciones especializadas de energía, pero no tienen como foco principal el análisis de las políticas; tampoco tienen la visión regional.

La Organización Latinoamericana de Energía es el único organismo regional intergubernamental que tiene la atribución, entre otras, de: i) fomentar la cooperación técnica, el intercambio y divulgación de la información científica, legal y contractual y propiciar el desarrollo y difusión de tecnologías en las actividades relacionadas con la energía; y ii) propiciar la formulación y el desarrollo de políticas energéticas comunes como factor de integración regional. Son dos funciones muy relacionadas, pues el análisis con rigor científico debe apoyar el diseño, la ejecución y la evaluación de políticas públicas, sea en el ámbito nacional o regional. Por tanto, el principio motivador de lanzar una revista como la que se presenta a continuación es el de cubrir la carencia mencionada, cumpliendo las funciones de OLADE para orientar la discusión de políticas públicas en el área de energía, con base en el desarrollo y difusión de tecnologías, análisis y evaluación de políticas, planes y programas.

ENERLAC nace con una propuesta de discusión: Desarrollo Sostenible de la Energía en América Latina y el Caribe. Algunos de los principales especialistas de la región han escrito artículos expresando diversos puntos de vista sobre ese tema. Estas reflexiones constituyen una provocación para que otros expertos regionales utilicen este medio de divulgación y discusión de ideas para la comunidad energética latinoamericana y caribeña.

El primer artículo se refiere a la Agenda Energética 2023 de OLADE, en la cual se expresan los ejes temáticos que la Organización propone desarrollar hasta el 50º aniversario del Convenio de Lima, en el marco del contexto de las características de los sistemas energéticos de la región. A seguir, el artículo del Dr. Luiz Pinguelli Rosa presenta un análisis sobre las políticas desarrolladas en las últimas décadas en la región y sus relaciones con la crisis económica mundial y el contexto de los precios de los hidrocarburos en el mercado mundial. Posteriormente, el Dr. José Goldemberg comparte sus reflexiones sobre la situación de América Latina y el Caribe en lo que se refiere al desarrollo de las fuentes renovables de energía. En este mismo sentido, el Dr. Alfredo Curbelo realiza un análisis sobre el potencial de recursos de la región en lo atinente particularmente a los biocombustibles. La publicación culmina con análisis de programas sobre etanol y eficiencia energética: los Dres. Gilberto Jannuzzi y Rodolfo Gomes presentan una evaluación de tecnologías y prácticas en la producción sostenible de etanol en Brasil, con base en el análisis SWOT; y el M. Sc. Odón de Buen Rodríguez realiza algunas reflexiones sobre el uso de energía en edificios (sector residencial y comercial), teniendo como referencia México.

Aprovechamos esta oportunidad para agradecer a estos especialistas que han colaborado con esta publicación y al mismo tiempo para exhortar a todos los especialistas de América Latina y el Caribe a enviar propuestas de artículos a OLADE. Mayores informaciones podrán encontrar en el site oficial de la Organización: www.olade.org.

Dr. Carlos A. Flórez P.
Secretario Ejecutivo
OLADE



La Agenda Energética de OLADE 2023



Carlos A. Flórez Piedrahita

*Secretario Ejecutivo
Organización Latinoamericana de Energía, OLADE.*

Carlos Arturo Flórez Piedrahita de nacionalidad colombiana, es el actual Secretario Ejecutivo de la Organización por el período 2008-2010, quien fue designado en el cargo por la XXXVIII Reunión de Ministros de OLADE el pasado 30 de noviembre de 2007. El Secretario Ejecutivo de OLADE es un profesional en Ciencias Administrativas especializado en Israel, líder y estratega gerencial, con 26 años de experiencia en el Sector Social, Gremial y Solidario y 14 años en el Sector Público Colombiano, 10 de ellos en el sector energético. Ha desempeñado cargos directivos en varias instancias tales como el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, la Unidad de Planeamiento Minero Energética (UPME), Empresas Públicas de Medellín (EPM), ISA, entre otras. Fue Coordinador Nacional de OLADE en Colombia lo que le permitió trabajar en representación de su país como Presidente del Comité de Estrategia y Programación de OLADE en el 2005 y miembro del Comité Directivo de la Organización hasta el 2007

Una de las principales conquistas de las últimas cuatro décadas en lo que se refiere al desarrollo de la sociedad en escala planetaria ha sido, sin duda, la creación de una conciencia cada vez más clara de que el modo moderno de vida solamente se podría mantener y ampliar siguiendo el criterio de sostenibilidad. Un mejor futuro depende necesariamente de lo que se haga en el presente y del camino que se decida recorrer. El sector energía, sea como uno de los factores esenciales para la actividad económica o bien como una condición para una vida digna y moderna para todos los habitantes de un país, no escapa de ese concepto.

Sin embargo, no debe perderse la perspectiva de las necesidades reales de los países en desarrollo. En efecto, este concepto si bien ha creado ciertas restricciones para países desarrollados y en desarrollo, que tienen diferentes niveles de responsabilidad en el impacto ambiental, también ha generado grandes oportunidades para países de América Latina y el Caribe.

Esta región es una de las que poseen mayores potenciales de desarrollo de las diversas fuentes renovables de energía: hidroenergía, irradiación solar, energía eólica y biomasa son recursos abundantes y aún escasamente aprovechados. La hidroenergía, por ejemplo, un recurso disponible en muchos de los países de la región, no ha sido aprovechada sino en 22% del potencial inventariado hasta el momento. Lo notable en la utilización de esta fuente de energía es que existen tecnologías endógenas que permiten su conversión en electricidad, una forma de energía que hace posible obtener los más diversos usos finales con altos rendimientos de transformación de energía. Este es el mismo caso de la biomasa, con especial atención a los biocombustibles. Algunos de los países de la región - en particular, Brasil, pero no exclusivamente - han desarrollado tecnologías para incrementar la productividad en toda la cadena de la industria y han expandido su uso, como alternativa totalmente viable a los combustibles fósiles que, a pesar de su indiscutible importancia, son de disponibilidad limitada y su uso acarrea el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los biocombustibles tienen un elevado potencial de desarrollo en la región, sea por la disponibilidad de suelos aptos para la agricultura, el abundante recurso solar y del agua que se dispone en gran parte de América Latina y el Caribe. Además, el desarrollo de tecnologías endógenas que incrementan la productividad en diversos segmentos de esta industria es ejemplo en el mundo y puede aprovecharse para replicar en otros lugares y expandir la producción.

Solamente considerando las dos fuentes renovables de energía citadas arriba el futuro es promisorio para la región. Pero existen también otras fuentes, como la irradiación solar y los vientos, que ciertamente están teniendo un gran impulso en el mundo y en América Latina y el Caribe (AL&C), principalmente durante el último lustro. En la medida que se desarrollen en la región tecnologías propias para su aprovechamiento o que se incremente la participación de recursos regionales en la cadena de valor estas nuevas fuentes renovables de energía ciertamente tendrán un desarrollo cada vez más importante. Este impulso podrá tener un cierto impacto, aunque pequeño en el mediano plazo, en la estructura del consumo final de energía en AL&C.

Cabe destacar aquí que la región se caracteriza por poseer una matriz energética con gran peso de las fuentes renovables. Aunque este hecho no se constata de manera homogénea en todos los países, el promedio es elevado comparando con otras regiones o países. En el año 2007, AL&C presentaba 25% de fuentes renovables de energía de la oferta interna de energía; mientras que en los países de la OCDE¹ esta participación alcanzaba menos del 7% y el promedio mundial se situaba, en el mismo

año, en el orden de 13%. Además, si se fuera a considerar el grado de cobertura eléctrica en AL&C se tiene una población de 39 millones de personas que aún no tienen acceso a esta forma de energía. Para la universalización de la electricidad es ineludible la importancia que tendrán las fuentes renovables de energía.

No obstante lo anteriormente mencionado, las fuentes renovables de energía no suplirán por sí solas los requerimientos de energía en la región, pero es incuestionable que constituyen una alternativa que apoyará en la disminución del uso de los combustibles fósiles, en la importación de combustibles de otros países, que representará un ahorro de divisas, en la protección del ambiente por la posible disminución de emisión de gases de efecto invernadero y en la generación de empleo, especialmente en el sector rural agrícola. Para el futuro, teniendo como horizonte el año 2032, estudios de OLADE muestran que la participación de los combustibles fósiles, en su conjunto, no presentará grandes modificaciones. Se espera un incremento del consumo del carbón mineral y del gas natural, en detrimento del petróleo. Se espera, asimismo, un incremento notable del uso de la energía nuclear.

A su vez, la generación de electricidad a partir de la utilización de la energía de la fisión nuclear (o fusión, aún en desarrollo) es considerada una opción para mejorar la cesta de energéticos de los países de AL&C. No solamente existen reservas de minerales de uranio y torio en los países de la región (Brasil tiene alrededor de 5% de las reservas mundiales de uranio), sino también hay avances que son regionales en las tecnologías de producción y enriquecimiento del combustible, diseño de materiales y de reactores nucleares. En este sentido, el desarrollo tecnológico en Argentina, Brasil y México ha tenido numerosos resultados positivos.

Muchos especialistas comentan que el poder conjugar el uso de fuentes renovables de energía junto con el uso racional y eficiente de la energía, posibilitará a nuestros países importantes ahorros económicos. El concepto de Eficiencia Energética no se refiere a una medida restrictiva en cuanto al consumo de energía, sino a medidas de empleo eficiente, utilizando tecnología adecuada y con respeto irrestricto al medio ambiente.

La cuestión del financiamiento es un tema muchas veces apuntado como una de las grandes barreras para el desarrollo sostenible, en particular cuando se trata de ampliar el uso de tecnologías de conversión de energía renovable, pues éstas requieren, en términos de costos de capital y de manera general, mayores recursos financieros. Sin embargo, el financiamiento depende esencialmente de dos aspectos: a) la decisión de una sociedad de asignar recursos (sean de origen público o privado) para la energía, lo cual se puede orientar por medio de políticas públicas y por la regulación de tarifas; y b) la utilización de recursos financieros externos, sea por medio de inversiones o por medio de préstamos del sistema financiero internacional. Finalmente, estos dos aspectos se relacionan directamente con la creación de un marco institucional favorable para que el sec-

tor energético colabore con el desarrollo sostenible. El contexto de la crisis financiera internacional originada en los EUA e inmediatamente globalizada muestra la fragilidad del sistema financiero internacional antes que una barrera insuperable para el desarrollo. La restricción no es tanto el volumen de dinero disponible sino la manera cómo éste es administrado, fiscalizado, distribuido y asignado.

Lo expuesto anteriormente muestra, por un lado, la complejidad de los sistemas energéticos y sus estrechas relaciones con otros sectores, tales como: la economía, las finanzas y el ambiente. Por otro lado, muestra la riqueza de recursos energéticos de América Latina y el Caribe. El reto es aprovecharlos de manera racional, para beneficio principalmente de la población de la región.

La necesidad de prepararse frente a los escenarios para el desarrollo energético, pero con base en las condiciones particulares y regionales, ha llevado a la Organización a rediseñarse, mas manteniendo vigentes sus principios, para ser considerada como la instancia intergubernamental, en el ámbito regional, que conoce, opina y propone sobre temas energéticos. Para enfrentar este desafío, los funcionarios de la Organización han realizado la inédita tarea de crear y mantener una cultura de planificación estratégica. Se parte de la idea de que solamente una continua reflexión sobre la posición de OLADE, en el marco de sus Países Miembros, pero también en el ámbito de otros organismos internacionales, puede orientar sus planes operativos de una manera más eficaz para el cumplimiento de sus objetivos.

Hace un año, en ocasión del aniversario 35° de la Organización Latinoamericana de Energía, se mencionaba que el principal reto institucional era el de poder influir proactivamente en las políticas energéticas de los países de AL&C. No se trata de substituir el papel fundamental que tienen las autoridades energéticas de los Países Miembros en la formulación e implementación de políticas, sino de contribuir para que las acciones nacionales sean más eficaces, capitalizando la gran fortaleza que posee la OLADE: el enfoque regional.

En efecto, mantener vigente la relación con los Países Miembros y al mismo tiempo buscar alianzas con otros organismos, reforzando la posición de OLADE en el ámbito energético y en escala mundial, constituyen la base de las acciones futuras de la Organización. Es decir, los objetivos generales de la organización en el contexto regional parecen estar claros. Lo consignado en el Convenio de Lima continúa vigente. Lo que se debe buscar es la renovación constante de los planes operativos, pero teniendo una estructura que sin enyesar acciones las orienten hacia esos objetivos, con resultados concretos.

En ese contexto, el ejercicio de planificación estratégica de OLADE ha definido una propuesta de ejes temáticos, que se denominan la Agenda Energética OLADE 2023.

1 Países Miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea del Sur, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Islandia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia, Suiza, Turquía.

1. Fortalecimiento Institucional

El fortalecer la institucionalidad implica ofrecer herramientas que sean de utilidad para los organismos y agencias de energía de los Países Miembros, para que éstos puedan cumplir más eficazmente sus funciones.

OLADE propone en este eje temático el apoyo a los Países Miembros en áreas tales como: planeación, marco institucional, responsabilidad social corporativa, profesionalización y disponibilidad de recursos.

2. Tecnologías de la Información

Las tecnologías de la información constituyen en la actualidad una poderosa plataforma de opciones para facilitar y expandir diversos tipos de servicios. Además, son opciones que posibilitan optimizar uso de recursos. La OLADE viene orientando algunas de sus actividades con base en estas tecnologías. El uso intensivo de la Internet y de aplicativos especializados permite brindar cursos virtuales de gran alcance geográfico. Cerca de 3.500 participantes en 45 cursos dictados en los últimos 36 meses de los 26 Países Miembros y del País Participante - alcance de capacitación inédito en la historia de OLADE - constituyen prueba fehaciente de que el camino es el correcto.

Los demás servicios de la Organización - inclusive lo referente a la administración - pueden modernizarse, facilitando el acceso a la oferta técnica de la OLADE. El cambio tecnológico no solamente resulta en un uso más racional de recursos sino también en un mayor alcance de sus productos y servicios.

3. Estudios energéticos

El enfoque que se pretende dar a los estudios parte de la base de los Sistemas de Información existentes en la Organización. La validación de las bases de estadísticas energéticas es per se una tarea de gran valor. No obstante, se pretende ir más allá de los datos. Se busca utilizar la información en análisis por sectores de energía y por medio de indicadores específicos.

Asimismo, la realización periódica del estudio Prospectiva Energética OLADE contribuirá a orientar políticas de alcance nacional y regional. En este sentido, la integración energética regional, tantas veces mencionada en los discursos, es aún un objetivo no alcanzado a cabalidad. Se tienen proyectos bilaterales de gran envergadura y algunas declaraciones políticas. Poco es lo que se ha avanzado en normativas supranacionales y en proyectos regionales.

4. Intercambio de experiencias

Este eje temático genera oportunidades de intercambio inédito entre diversos actores de la región, lo cual puede facilitar los trabajos de investigación y desarrollo entre países con cierto grado de similitud en avance científico y tecnológico. Pero también puede representar beneficios aún más importantes para países de menor desarrollo tecnológico interno, por medio de diversas actividades cooperativas. Al mismo tiempo, el conjunto de países de la región no puede permanecer ajeno a las innovaciones tecnológicas que se desarrollan en el ámbito mundial. Es fundamental mantener un diálogo entre los centros de excelencia de la región y del mundo, conocer y divulgar resultados y trabajar en la frontera de la ciencia y la tecnología.

En este tema existen diversas modalidades de actividades que se consideran: desde espacios de diálogo (foros, eventos), que no pueden quedarse en un diálogo fragmentado y aislado, hasta la creación de redes temáticas de expertos para facilitar el trabajo colaborativo entre centros de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación, tanto de la región como del mundo.

5. Comunicación

Se destaca la importancia de mantener un contacto y una relación permanente, en primer lugar, entre la OLADE y las autoridades energéticas de los Países Miembros, así como con las empresas energéticas (principalmente las públicas), agencias de regulación y otras autoridades y organismos relacionados con el sector energía.

Las relaciones de la OLADE con otros organismos internacionales ya se han incrementado notablemente en la reciente gestión, lo cual se vincula con un proceso de consolidación de la organización como vocero regional en el ámbito energético. Acciones conjuntas de organismos internacionales son bien recibidas por los gobiernos, no solamente por las sinergias que pueden resultar de la colaboración sino también porque se optimiza la asignación y uso de recursos de los Países Miembros en esas organizaciones.

Finalmente, cabe mencionar que la OLADE no se ha propuesto una Agenda Energética 2023 cerrada y consolidada. Es un ejercicio que debe tener continuidad al interior de la Organización, pero también en estrecha vinculación con las autoridades energéticas de los Países miembros. Debe adaptarse y realizar la mejora continua de la Agenda, para beneficio del sector energía de América Latina y el Caribe.

La política energética en América del Sur y el retorno del papel del Estado:

Precio del Petróleo, Cambio Climático y Crisis Económica



Luiz Pinguelli Rosa

Profesor Titular, Programa de Posgrado en Planificación Energética y Director de la COPPE / UFRJ

Graduado en Física por la Universidad Federal de Río de Janeiro (1967), con una Maestría en Ingeniería Nuclear de la COPPE / UFRJ (1969), Doctor en Física por la Universidad Católica de Río de Janeiro (1974). Fue Director de la COPPE / UFRJ por un período de 3 mandatos y es el ex-Presidente de Electrobás. Actualmente es Director de la COPPE / UFRJ, Profesor Titular del Programa de Planificación Energética de la COPPE / UFRJ y el Secretario Ejecutivo del Foro Brasileño de Cambio Climático. Las áreas actuales de investigación: planificación energética, cambio climático y la epistemología y la historia de la ciencia. La investigaciones anteriores están vinculadas a las áreas de: ingeniería nuclear, física de reactores, física teórica y física de partículas. Fue profesor visitante e investigador en las siguientes Universidades: Stanford (SLAC), Pennsylvania, Grenoble y Cracovia, en Polonia. Desempeñó labores académicas también en el Centre International pour l'Environnement et le Développement en París, en el Centro Studi Energia Enzo Tasseli, y el Ente Nazionale per l'Energia Nucleare e Fonti Alternativi, ambos en Italia y en la Fundación Bariloche, en Argentina. También fue miembro del Consejo de Pugwash (1999-2001) - una entidad fundada por Albert Einstein y Bertrand Russell, que ganó el Premio Nobel de la Paz en 1995 y ha participado en el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), una institución que fue galardonada con el Premio Nobel de la Paz en 2007.

1 - Introducción: El retorno del papel del Estado

Este artículo pretende dar una visión general de la política energética actual de los países de América del Sur, destacando a Brasil y sus relaciones en la perspectiva de la integración energética Suramericana. No pretende ser, por tanto, un análisis completo o neutral. Por lo tanto, se centra en determinados aspectos evaluados como los más relevantes, en lugar de centrarse en los detalles de cada país y en todas las fuentes de energía técnicamente viables, pero no siempre importantes desde el punto de vista económico. Con el fin de servir como un instrumento político, en el sentido de dar una base para la toma de decisiones y la planificación de acciones, contextualiza a Suramérica y a América Latina dentro del marco mundial. En este contexto, debe prestarse atención a los efectos de la subida vertiginosa de los precios del petróleo, su posterior caída con la crisis económica mundial que afectó a América Latina en el 2009, impulsada por la excesiva dependencia financiera de la economía en escala global, y el reciente aumento relativo del costo del barril de petróleo. Este impacto tiene como contrapunto el descubrimiento de la zona petrolífera de Pre-Sal en Brasil, lo que aumenta el tamaño del potencial petrolífero de América del Sur.

Entre las distintas fuentes de energía primaria, se destacan aquellas que tienen un papel más importante en la integración actual y potencial: energía hidroeléctrica, petróleo y gas natural. Estos últimos han sido objeto de estudios específicos y, por tanto, no serán vistos con el mismo nivel de detalle. En la situación actual han adquirido importancia las fuentes alternativas, en particular los biocombustibles, especialmente el etanol brasileiro. Este fue el tema de intensa y reciente controversia internacional, debido a la cuestión del alza de los precios de los alimentos a nivel mundial, atribuida por algunos, hipotéticamente, a la competencia de los biocombustibles, también acusados de contribuir a la deforestación en la Amazonia brasileira.

Somos testigos del regreso de la intervención del Estado en la economía nacional con la crisis económica mundial. En el área de energía, esto ya venía ocurriendo en varios países de América del Sur. Esta situación no es nueva ni exclusiva para esta región. En el ámbito mundial, las crisis petroleras de 1973 y 1979 codujeron las políticas nacionales de energía a una planificación energética por parte de los gobiernos, ya sea para garantizar el abastecimiento de petróleo, o para desarrollar otras fuentes, convencionales y alternativas. Este proceso se dio no sólo en América del Sur, sino también en todo el mundo.

En la segunda mitad de la década de 1980 hubo una caída en los precios del petróleo y a partir allí disminuyó significativamente el papel del Estado en el ámbito energético, que pasó a las manos del mercado. En la década de 1990, por diversos factores, se expandieron las políticas etiquetadas como neoliberales en el mundo, y en América Latina se dio la desregulación y privatización de las empresas energéticas estatales. En América del Sur, esto ocurrió con particular intensidad en Chile, desde el gobierno de Pinochet, y más tarde en muchos países, como Argentina y Brasil, en diferentes grados y en diferentes momentos. Esta situación se revierte ahora en un nuevo marco mucho más complejo, que no es reducible a un simple retorno a la situación anterior y varía de país a país.

2 - La Política Energética frente a la variación del precio del petróleo

La reciente situación tiene en común con la época de la crisis del petróleo, el aumento del precio internacional del barril de petróleo crudo, que hasta 1973 era de entre US\$1 y US\$2 y tuvo un fuerte incremento hasta alcanzar en 1979, y durante un tiempo, US\$ 40, cayendo vertiginosamente en la segunda mitad de la década de 1980 y tomando una trayectoria errática en la década de 1990 (Figura 1). En 1999

llegó a sólo \$10, pero en el 2006 superó los US\$70 y en el 2008 bordeaba los \$140. En 9 años el precio del petróleo se multiplicó por 14 y casi se ha duplicado en dos años, pero luego cayó por debajo de US\$50 dólares para luego mantener el equilibrio alrededor de esta cifra durante el 2009.

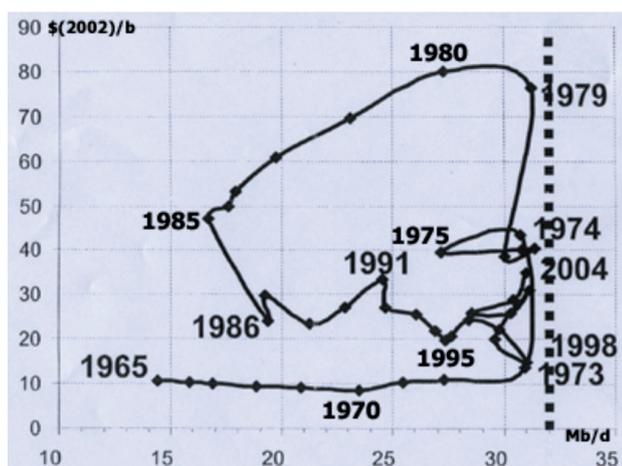
El gas natural, a su vez, causó problemas en los últimos años entre Rusia y Europa, entre Argentina y Chile, y entre Bolivia y Brasil recientemente. En la electricidad, hubo severos racionamientos en el 2001, durante muchos meses en Brasil y en California, en ambos casos por falta de regulación del sector.

La desregulación de la energía ha sido parte del proceso de liberalización de la economía en la globalización financiera, que está en la raíz de la crisis mundial iniciada en los EE.UU. en el 2008 y se agravó en el 2009 llegando a América del Sur, especialmente a algunos países, como Brasil.

En el caso de la energía, se suman los efectos de la crisis financiera a los de la crisis ambiental, debido al cambio climático por el calentamiento global intensificado por las emisiones de gases como el dióxido de carbono producido por la quema de combustibles fósiles. El efecto invernadero se ha convertido en un importante problema de política internacional, porque se trata de decisiones de la sociedad, que no cabe dejarlas exclusivamente a las empresas. La concesión del Premio Nobel de la Paz 2007 al Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio (IPCC) fue consecuencia de la divulgación, realizada a inicios del 2007, del Cuarto Informe de Evaluación que ha causado gran preocupación en todo el mundo.

El impacto de los altos precios internacionales del petróleo en la economía mundial ha tenido repercusiones en los países de América del Sur, mientras que la participación actual de petróleo en la economía mundial es menor que en los días de la crisis del petróleo de los años 70. A nivel mundial, esta participación en los costos de los productos en general es la mitad de lo que era en ese momento.

Gráfico 1
Precio y producción de petróleo de la OPEP



Fuente: Jean Marie Martin, Université de Grenoble, 2004 precio del barril de petróleo (US\$/b) en comparación con la producción de la OPEP (Mb/d). Los valores de los precios del petróleo están en dólares del año 2002. Los valores actuales de los precios del petróleo en el período anterior a la crisis se encontraban en el rango de US\$1/barril.

Algunos actores contribuyeron a esta fuerte variación en el precio del petróleo:

a) - La disminución prevista de la producción mundial, aunque en América del Sur hubo avances importantes en la capa Pre-sal

en Brasil y el crecimiento del consumo, especialmente en los países en desarrollo, encabezados por China e incluso países de América del Sur.

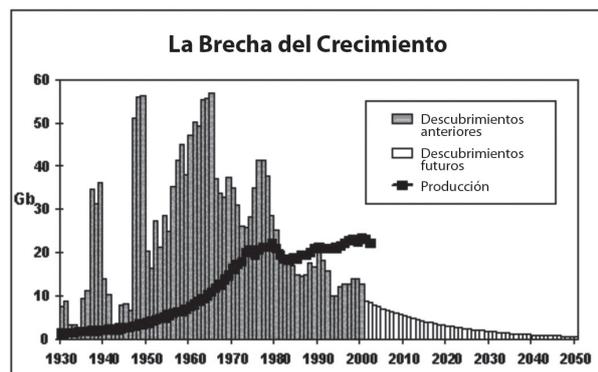
b) - La inestabilidad geopolítica mundial, especialmente en el Medio Oriente, área productora de petróleo, y la fuerte dependencia de los países de la OCDE, especialmente de los Estados Unidos de América (EUA) en lo referente a las importaciones de petróleo. Aunque en menor medida, esta inestabilidad se proyecta en América del Sur con la tensión política entre los EUA y Venezuela.

c) - La crisis económica mundial desencadenada en los EUA, en 2008, que impactó en la región de América del Sur en 2009.

d) Las presiones ambientales, especialmente las emisiones de dióxido de carbono en la combustión de derivados del petróleo las cuales agravan el efecto invernadero, que contribuye al calentamiento global.

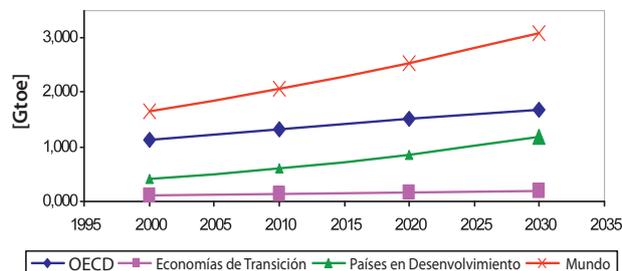
El punto (a) anterior es evidenciado en los Gráficos 2 y 3. El primero muestra el desarrollo y la proyección de los futuros descubrimientos de petróleo y la tendencia de la disminución en su producción, siendo necesario señalar que en América del Sur hay un contrapunto a esta tendencia con el descubrimiento del área petrolífera de la capa Pre-sal en Brasil.

Gráfico 2
Los descubrimientos de petróleo en el pasado y proyectados



Fuente: Colin Campbell, The Coming Oil Crisis, 2000

Gráfico 3
Energía en el Transporte

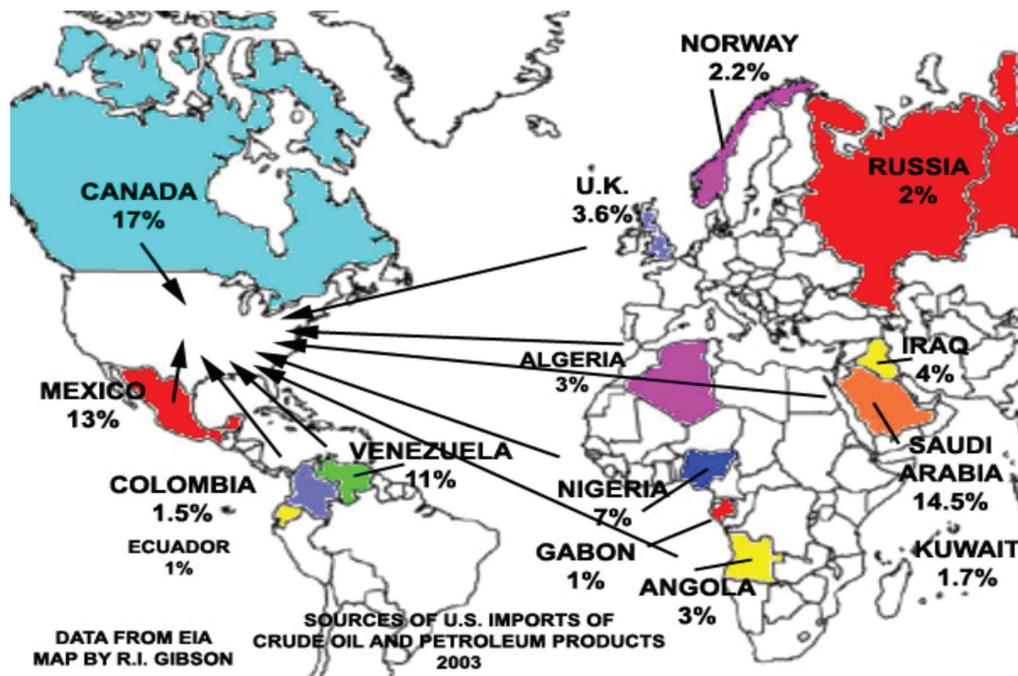


Fuente: Suzana K. Ribeiro, COPPE, 2005

El Gráfico 3 muestra el aumento previsto del consumo de productos derivados del petróleo en el transporte, ya que la curva con mayor derivada es la que representa a los países en desarrollo.

La inestabilidad geopolítica vinculada a los campos de petróleo (punto b) es empíricamente demostrado por el conflicto en Irak, ocupado por fuerzas norteamericanas, el conflicto árabe-israelí y la tensión entre Estados Unidos e Irán, por su proyecto de enriquecimiento de uranio. Además, es

Gráfico 4
Flujos de Petróleo para los Estados Unidos



evidente la tensión política en los campos de petróleo en América del Sur: los EUA con Venezuela y Ecuador. Con el presidente Barack Obama esta tensión ha disminuido, pero se está intensificando con el anuncio de un acuerdo militar entre EUA y Colombia y algunas fricciones entre este país con Venezuela, lo que ha dado lugar a una solicitud de esclarecimiento por parte de Brasil para el gobierno norteamericano.

El aspecto de la dependencia en la importación del petróleo de los países ricos, también mencionado en el punto (b), se muestra en el Gráfico 4, donde se trazan las líneas de flujo de petróleo para EUA, que aparece como un sumidero, en una analogía con la dinámica de fluidos de la física. Este problema se agrava en cierto sentido con la crisis económica mundial (c) desencadenada en el 2008 y 2009, ya que crea dificultades en las economías de los países desarrollados. Según lo mostrado en el Gráfico 4, América del Sur contribuye con 13,5% (11% de Venezuela, 1,3% de Colombia y 1% de Ecuador) en la producción de petróleo. En comparación, Canadá aporta con 17%, Arabia Saudita con 14,5% y México con 13%. Así, no sólo América del Sur tiene un papel destacado en el suministro de petróleo al mercado norteamericano; al sumar el flujo de México se evidencia que América Latina, en su conjunto, pasa a ocupar el primer lugar. A pesar de la intensa polémica en el ámbito político entre Venezuela y los EUA en los últimos años, el flujo de petróleo venezolano a ese país se emite sin interrupciones.

La crisis financiera desencadenada en los EE.UU. (c) se ha propagado en todo el mundo y ha reducido el PIB de algunos países, incluyendo América del Norte. La victoria del presidente Obama en los EUA tuvo un significado importante y el gobierno intervino en la economía para salvar a las grandes empresas de la quiebra, como ocurrió en la reciente estatización de General Motors. El Premio Nobel de Economía de 2008, Paul Krugman ha recomendado una política económica cercana a la keynesiana, por su parte Francis Fukuyama - quien se

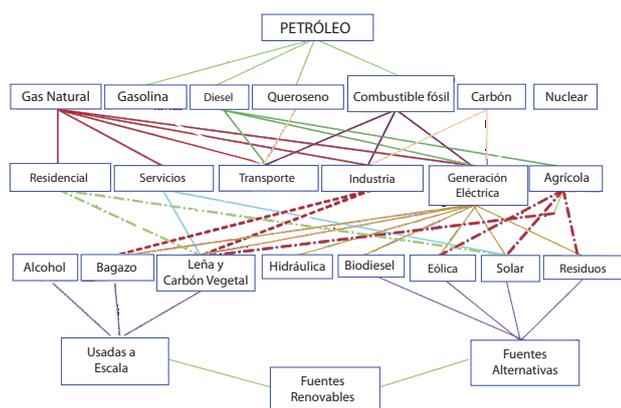
hizo famoso a causa de un artículo escrito en 1989, propugnando que con la caída del Muro de Berlín, la historia llegó a su término, declara que es hora de dar paso hacia una política de menos mercado y más Estado.

Por último, en el punto (d) es pertinente señalar que la participación de las fuentes primarias renovables, especialmente la energía hidroeléctrica es más importante en América del Sur que en otros continentes y los biocombustibles tienen un gran uso en Brasil, cuyas emisiones de gases de efecto invernadero, están superadas por la deforestación.

3 - Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Cambio Climático

Los combustibles fósiles son responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero (parte superior del Gráfico 5), con excepción de la energía nuclear, cuyo uso está dado por la fisión del uranio y no por la combustión, como ocurre con el carbón, el petróleo y el gas natural. Las fuentes renovables (panel inferior) no emiten gases de efecto invernadero o los emiten en poca cantidad en general, como el alcohol y la energía hidroeléctrica. En el caso de los biocombustibles, el dióxido de carbono emitido en su combustión es reabsorbido de la atmósfera en el crecimiento de la planta. Sin embargo, la mitad de la leña y del carbón vegetal proviene de la deforestación en Brasil, donde el carbón vegetal se utiliza en la fabricación del acero. La emisión neta en el caso del alcohol se limita al consumo de diesel para tractores y camiones en los campos de caña de azúcar. En el caso de las plantas hidroeléctricas el equipo de investigación de la COPPE realizó varias mediciones en varios embalses en el país, teniendo en cuenta las emisiones de dióxido de carbono y metano, aunque en general, la contribución de estas plantas es menor que el de las centrales térmicas.

Gráfico 5
Flujos de Energía de las fuentes primarias fósiles y renovables



Según el informe del IPCC publicado en el 2007, el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito mundial fue de 70% entre 1970 y 2004. De ello, las emisiones de CO₂ aumentaron un 80% y representaron el 77% de las emisiones antropógenas en el 2004. El mayor crecimiento de las emisiones entre 1970 y 2004 fue del sector de la energía (145%), seguido por el sector del transporte (120%), industria (65%) y el uso del suelo y la deforestación (40%). La Tabla 1 muestra los índices de la energía de las emisiones de CO₂ per cápita, por consumo de energía y por PIB de los países de América del Sur.

Tabla 1
Consumo de Energía per Capita e Índices de emisiones de CO₂

Países de América del Sur	tep per capita	t CO ₂ / capita	t CO ₂ / tep	Kg CO ₂ / 2000 US\$ de PIB
Argentina	1.64	3.64	2.21	.45
Bolivia	0.58	1.29	2.23	0.51
Brasil	1.12	1.77	1.57	0.49
Chile	1.81	3.60	1.98	0.63
Colombia	0.63	1.31	2.10	0.60
Ecuador	0.79	1.77	2.24	1.14
Paraguay	0.67	0.58	0.87	0.43
Perú	0.49	1.02	2.06	0.43
Uruguay	0.84	1.52	1.81	0.24
Venezuela	2.29	5.35	2.34	0.91

Energía expresada en toneladas equivalentes de petróleo (tep)
Fuente: International Energy Agency (IEA), 2006

La reunión de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en Copenhague a finales de 2009 representa una oportunidad para encontrar un consenso de los compromisos más eficaces para reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento de la atmósfera y la superficie del planeta, posibilitando los cambios climáticos cuyas consecuencias pueden ser muy graves para la humanidad.

Algunos acontecimientos recientes son alentadores, pero no lo suficiente para asegurar que se llegue a una solución satisfactoria, sobre todo dado el aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono, de acuerdo al Informe 2007 del IPCC. Es alentadora la aprobación por parte de la Cámara de Representantes de EUA del proyecto de ley propuesto por el presidente Obama, lo que significa un salto en relación con la administración Bush. Sin embargo, la propuesta de Obama es reducir en el 2020 las emisiones de CO₂ de los EUA en un valor de 17% inferior a lo que fue emitido por ese país en el 2005. Ahora bien, esto es mucho menor que el objetivo fijado por el Protocolo de Kyoto, cuyo año base sobre el cual se aplicaba el porcentaje de reducción fijados para cada país fue 1990 y el plazo fijado fue entre 2008 y 2012. Y es también inferior a la meta de la Unión Europea. El Protocolo de Kioto fue rechazado por los EUA.

La reunión del G8 + G5, celebrada en el 2009 en Italia ha hecho pocos progresos hacia el logro de un compromiso eficaz con participación de los países desarrollados - representado por el G8 encabezado por los EUA con Obama al frente - y los países en desarrollo - entre ellos Brasil, con mayor peso de China, seguida por la India. Las economías de estos dos gigantes asiáticos han estado creciendo por encima de 10% al año y crecen sobre 5% en medio de la crisis económica que está sacudiendo al mundo.

El compromiso de limitar a 2° C el incremento en la temperatura global en relación a la época pre-industrial, es alentador. La posición del Brasil en la preparación de la Conferencia de Copenhague incluyó esta limitación, lo que implica un gran esfuerzo para reducir las emisiones de los países ricos y para controlar las de los países en desarrollo. Pero esto no es parte del compromiso del G8 + G5, y que por lo tanto cae en el vacío. Se ha fijado el objetivo de limitar el aumento de la temperatura de forma abstracta, sin definir los pasos para reducir las emisiones que sería necesario para lograrlo.

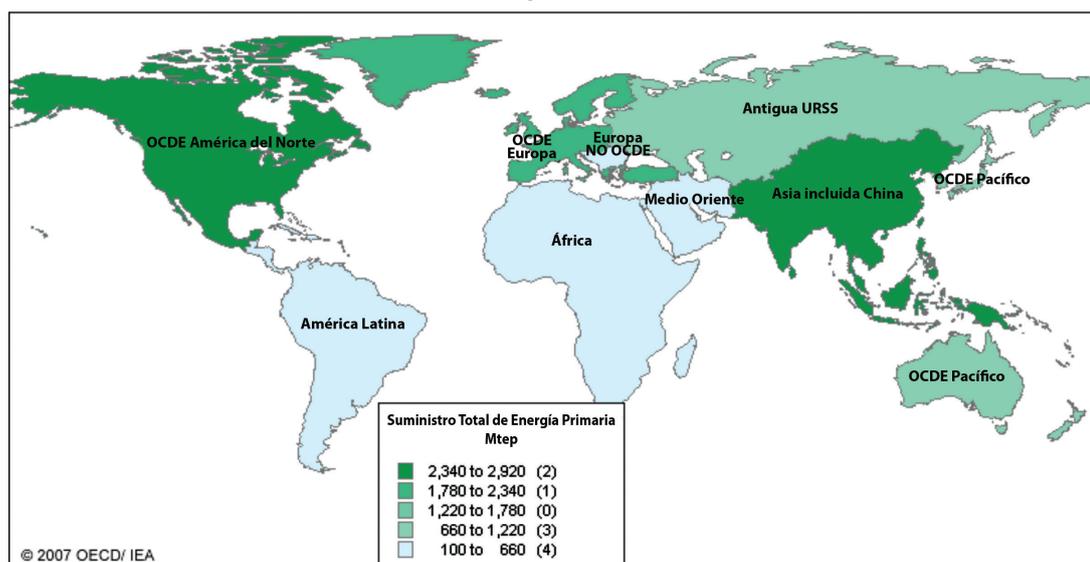
Se analizó en el G8 + G5 la posibilidad de establecer una reducción de 80% de las emisiones de los países ricos en el 2050 en la medida que los países en desarrollo se comprometieran a reducir sus emisiones en 50% en ese mismo año, con lo que estos últimos no estuvieron de acuerdo. Una cuestión es la controversia sobre la adopción de las obligaciones de los países en desarrollo respecto de sus emisiones. Un argumento a favor de su adopción es el crecimiento de las emisiones en los países en desarrollo, especialmente China e India. Sin embargo, las emisiones de CO₂ per cápita en los países ricos siguen siendo muy superiores a las de los países en desarrollo.

En Brasil fue alentador el Plan Nacional de Cambio Climático aprobado por el presidente Lula en diciembre de 2008, con metas definidas para reducir la deforestación, que es responsable de la mayoría de las emisiones por parte de Brasil. Este tuvo gran repercusión en la reunión de la Convención sobre Cambio Climático en Poznan en el mismo mes, el cual, por cierto, dio pocos resultados concretos. Es alentador el pronóstico de los datos de satélite calculado por el Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE), sobre una reducción en las tasas de deforestación en un 55% este año, cumpliendo con la meta del Plan.

Por otra parte, no es animador el aumento de la participación de los combustibles fósiles en la generación de energía prevista en Brasil. Pero es una buena noticia el crecimiento de la producción y el consumo de alcohol en los automóviles, por encima del de la gasolina en el país, cuya matriz energética es 45% de energía renovable (se incluye en esta: la energía hidroeléctrica y los biocombustibles), mientras que en el mundo, este porcentaje es de 13%; y en los países de la OCDE, 6%.

La diferencia en el consumo de energía primaria en diversas regiones del mundo, puede ser evidenciada en el mapa del Gráfico 6. América del Sur y África están en el rango de

Gráfico 6
Consumo de Energía Primaria en el Mundo



bajo consumo, entre 100 y 600 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep), en contraste con América del Norte, Europa y Asia, que constan entre 2.320 y 2.960 millones de tep.

4 - Estructura del Sector Energético en América del Sur

La población de América Latina es alrededor de 7% de la población mundial, y el consumo de energía primaria en América Latina es 4,4% del consumo mundial, lo que muestra una desigualdad. Ahora bien, si nos fijamos en las fuentes de energía primaria (AIE, Key World Energy Statistics, París, 2007), la participación de América Latina en la producción de energía en el mundo varía dependiendo de la fuente considerada:

- 9,0% en petróleo
- 4,9% en gas natural
- 1,4% en carbón
- 0,8% en nuclear
- 20,7% en energía hidroeléctrica.

Por lo tanto, la presencia de la generación nuclear de electricidad en América Latina es inferior al 1% de la generación nuclear en el mundo. Se limita a Brasil, Argentina y México. Mientras tanto, la proporción de la energía hidroeléctrica supera 20%. Brasil, Venezuela y Perú están entre los diez países con los mayores recursos hídricos en el mundo (Tabla 2).

Tabla 2
Países con mayores recursos hídricos en el mundo

	km ³ / año		m ³ / año / habitante
Brasil	8.2	←	48.3
Rusia	4.5		30.9
Canadá	2.9		94.3
Indonesia	2.8		13.3
China	2.8		2.2
EUA	2.0		7.4
Perú	1.9	←	74.5
India	1.9		1.8
Congo	1.3		25.1
Venezuela	1.2	←	51.0
Top ten	29.7		34.9
World	43.7		7.2

Source: FAO, ONU, 2003; Roberto D'Araujo, Seminario sobre Estrategias Energéticas, UFRJ, 2004

Tomando los recursos hídricos per cápita, Perú y Venezuela superan a Brasil y se encuentran apenas detrás de Canadá. A medida que avanzamos a una capacidad instalada de generación hidroeléctrica, los EUA suben al primer lugar, Brasil desciende al tercero y Venezuela para al décimo tercer lugar, mientras que Perú, ni siquiera aparece en la lista de países con grande generación hidroeléctrica.

La producción, importación y exportación de petróleo, gas natural, carbón y energía hidroeléctrica en los principales países de América del Sur figuran en la Tabla 3. Las importaciones y exportaciones relacionadas con el petróleo incluyen los derivados, además del petróleo crudo. En el carbón se calculan sus diferentes tipos y coque. Además de la producción de energía hidroeléctrica están la importación y exportación de electricidad.

En la Tabla 3 los mayores productores de petróleo en América del Sur son Venezuela y Brasil, este, por ahora, lejos del primer colocado. La exportación de Brasil es equivalente (principalmente de crudos pesados) a las importaciones (de crudo ligero necesario para el refinamiento). Argentina, Colombia y Ecuador tienen una producción similar de petróleo y son exportadores de este hidrocarburo.

Argentina es el mayor productor de gas natural, seguido por Venezuela, Bolivia y Brasil, que es también importador. Los exportadores son: Argentina (para Chile) y Bolivia (para Brasil y Argentina). Son importantes consumidores de gas natural: Venezuela, Argentina y Brasil.

El carbón es de gran producción en Colombia, que es un exportador, mientras que Brasil es el mayor productor de energía hidroeléctrica en el continente, seguido de Venezuela y Paraguay, que la exporta.

5 - Cambios en el Sector Energético de América del Sur

Importantes acontecimientos han marcado el sector de la energía en América del Sur en la década de 2000:

a) - El racionamiento de electricidad en Brasil en 2001, después de la privatización de las grandes empresas eléctricas, dando lugar a la suspensión del proceso de privatización del sector eléctrico brasileiro en el 2003, tras la elección del nuevo presidente, hecho que influyó en decisiones en otros países, empezando por Argentina.

Tabla 3
Petróleo, Gas Natural, Carbón y Energía Hidroeléctrica

País	Petróleo			Gas Natural			Carbón			Hidroeléctrica.		
	Millón de tep	Prod	Imp* Exp*	Millón de tep	Prod	Imp Exp	Millón de tep	Prod	Imp Exp	millón MWh	Prod	Imp# Exp#
Argentina	37.8	1.3	14.9	36.2	1.3	5.4	-	1.0	0.14	34.6	8.0	0.4
Bolivia	2.9	0.2	0.6	9.9	-	8.6	-	-	-	2.5	-	-
Brasil	87.3	28.0	23.4	9.2	7.5	-	2.5	11.3	-	337.4	39.2	0.1
Chile	0.3	14.3	1.7	1.7	5.3	-	0.3	3.9	-	24.8	2.1	-
Colombia	27.4	0.9	16.1	6.1	-	-	38.9	-	34.9	39.8	-	1.7
Ecuador	27.0	2.6	20.6	0.4	-	-	-	-	-	6.8	1.7	-
Paraguay	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	51.2	-	43.8
Perú	5.2	5.9	3.5	1.4	-	-	0.03	0.8	-	19.9	-	-
Uruguay	-	2.3	0.3	-	4.1	-	-	-	-	6.7	1.6	0.8
Venezuela	169.3	-	138.1	23.2	-	-	5.2	-	5.2	75.0	-	-

(* Incluye el petróleo crudo y derivados; (#) La generación de electricidad incluye la energía hidroeléctrica y la generada por centrales térmicas.

Fuente: IEA, 2006

b) - Cambio del contexto de las reservas de petróleo de América del Sur con la autosuficiencia en petróleo de Brasil y el descubrimiento, en 2008, de un gran yacimiento de petróleo en el área de Pre-sal.

c) - El racionamiento de gas y electricidad en la Argentina, que repercute en cortes de parte de la exportación de gas a Chile y la reanudación de la intervención estatal en la energía, en Argentina.

d) - La nacionalización del petróleo y el gas natural en Bolivia, que conduce a la renegociación de las exportaciones de gas a Brasil y Argentina, tanto como la nacionalización de las refinerías de Petrobras en aquel país.

e) - Cambio de la política energética de Venezuela con una mayor intervención estatal en el petróleo, a través de PDVSA y también en las relaciones con las empresas petroleras extranjeras, y en la electricidad.

f) - Cambio de la política energética en Ecuador con nuevas reglas para las compañías petroleras extranjeras, entre ellas Petrobras.

g) - Cambio en la política energética de Paraguay, especialmente en la central hidroeléctrica binacional (con Brasil) de Itaipú.

h) - El incremento del consumo de biocombustibles líquidos con la reanudación de la expansión del alcohol automotriz y el programa de biodiesel en Brasil desde 2003.

Para entender los cambios en América del Sur deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

a) En los últimos años ha habido un importante crecimiento económico en varios países después de años consecutivos de estancamiento o de bajo crecimiento, en virtud de las políticas monetaristas de ajuste económico, guiadas por el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial con el apoyo de los países ricos.

b) Sigue siendo grande la desigualdad social, incluso si se están produciendo importantes mejoras en el ámbito social en algunos países. En el caso de Brasil se estima que cerca de 20 millones de personas incrementaron su nivel de ingresos, pasando de la clase D, los pobres, a la clase C. Desafortunadamente este proceso se ve afectada con la crisis económica.

c) Los gobiernos de izquierda o con el apoyo de la izquierda ganaron las elecciones y están en el poder en varios países de Sudamérica: de izquierda moderada en Chile, Brasil y Uruguay; nacionalistas en Venezuela, Bolivia y Ecuador; en una posición intermedia, cerca del segundo grupo están Argentina y Paraguay.

d) Las asociaciones supranacionales de América del Sur en oposición a la propuesta del ALCA liderada por los Estados Unidos de América desde hace algunos años.

Venezuela ha puesto en marcha el nuevo impuesto sobre las ganancias extraordinarias de las compañías petroleras. La decisión se produce pocos meses después de que Exxon Mobil y Conoco Phillips decidieran salir de Venezuela debido a la nacionalización del petróleo. Exxon abandonó la explotación en la Faja del Orinoco en 2008.

6 - Los problemas recientes de la Energía en el Cono Sur

En 2007 hubo una crisis energética en la Argentina. En primer lugar, el frío intenso en el invierno aumentó considerablemente el consumo de gas, luego en el verano, el elevado uso de aire acondicionado empeoró la situación en el suministro de electricidad. Para garantizar el suministro residencial, fue necesario cortar el gas proveniente de las industrias y también hubo racionamiento de gas para los vehículos, utilizado por toda la flota de taxis the Buenos Aires. Brasil en ese año transfirió a la Argentina 1 millón de m³ de gas desde Bolivia, además de energía eléctrica.

Bolivia anunció que no puede satisfacer el suministro de gas de 4,6 millones de m³/día en 2008 y 2009, conforme fue contratado con Argentina. El pronóstico fue de 27,7 millones de m³/día en 2010 con la finalización del gasoducto en el nordeste de Argentina. Brasil está dispuesto a suministrar la electricidad procedente de centrales térmicas que no estaban siendo despachadas. En febrero de 2008 se firmó un acuerdo que prevé

el intercambio de energía, debiéndole a Argentina. Brasil inició en mayo de 2008 el despliegue de 300 MW para Argentina. El acuerdo prevé 800 MW pudiendo llegar a 1500 MW si es necesario. Parte de esta energía puede ser transmitida al Uruguay. Existe un límite de 72 MW de conversión de frecuencia para ser enviados directamente a Uruguay.

Chile tiene un protocolo con Argentina desde 1995 para la importación de gas natural, pero en 2004 la Argentina emitió una resolución dando prioridad a su mercado interno, en detrimento de los contratos de exportación de gas. En el 2003 ya superó el 50% la cuota de gas en la generación de electricidad en Chile, siendo dependiente de las importaciones de Argentina. En agosto del 2005, Argentina recortó el 59% del gas a Chile y en mayo del 2007, este porcentaje se elevó al 64%, es decir cayó de un total que era de 22 millones de m³/ día, a 14 millones de m³/día obligando a las centrales eléctricas chilenas a operar con diesel. El 70% de la demanda de gas en Chile es para la generación termoeléctrica. La ley chilena sobre los incentivos fiscales para la energía renovable requiere que al menos el 5% de los nuevos proyectos de electricidad sean de energía renovable.

En 2008, los Presidentes: Lula, Morales y Kirchner se reunieron para discutir la cuestión de la escasez del gas natural, especialmente en Argentina, y su producción en Bolivia. A pesar de tanta agitación existente acerca de la política de nacionalización en Bolivia, las empresas petroleras extranjeras, en 2008, anunciaron su voluntad de invertir en el país 3 mil millones US\$. Entre los tres principales inversores están Repsol de España, con 1 mil millones de euros, Petrobras y PDVSA. En el 2008 se anunció un Plan Nacional de Eficiencia Energética en Bolivia. El objetivo es fomentar el uso correcto de la electricidad para vivir con dignidad. El financiamiento viene de Venezuela a través del Tratado de Comercio de los Pueblos - Alternativa Bolivariana de las Américas.

La reacción en cadena de la nacionalización del petróleo y del gas en Bolivia se vieron contrarrestadas por la cautela diplomática en las declaraciones oficiales del gobierno de Lula, resistiendo las presiones, expresadas en las declaraciones extremistas en la prensa brasilera. Esto fue seguido por duras declaraciones del presidente Morales a la prensa internacional, lo que provocó una fuerte reacción de Petrobras y del Ministerio de Relaciones Exteriores (Itamarati), resultando en la retirada oficial del gobierno boliviano, de modo que se permitiese una negociación para salvar los dedos aunque se perdiesen los anillos.

Había dos problemas: Petrobras como empresa de control estatal y los intereses brasileros en garantizar el suministro de gas natural a precios justos. La adquisición de estos activos tiene su origen en la privatización del sector energético en América del Sur. En la situación del gas natural es diferente. Las inversiones realizadas por Petrobras significaron un aumento real en la producción física y económica de los campos de gas de Bolivia, construyó el gasoducto que permita la transferencia de sus exportaciones a Brasil. La cuestión era directamente de interés brasilero para garantizar el suministro de gas natural a un precio justo.

Para Bolivia, la exportación de su gas a Brasil es esencial, ya que tres cuartas partes de su producción vienen a Brasil, 15% va para Argentina y sólo 10% son para el mercado interno. Detener la exportación sería una gran pérdida, del orden del 18% del PIB de Bolivia. El nudo a desatar era el precio garantizado por contrato en el que estaban previstos los reajustes, que Bolivia deseaba cambiar. Así se centraron negociaciones, porque el problema del precio del gas natural a nivel mundial tiende a ser impulsado por los precios altos del petróleo, y el resultado fue positivo.

En conclusión, el gas de Bolivia es esencial para Brasil a corto plazo, hasta ser aumentada la producción nacional, y promover la integración de América del Sur.

En cuanto al segundo reto, el Presidente Lugo, poco después de ser elegido en Paraguay, pidió la revisión del acuerdo de Itaipu. La planta binacional tiene una deuda de US\$ 19 mil millones de dólares con Eletrobrás y el Departamento del Tesoro de Brasil, ya que fue Brasil quien construyó la planta y obtuvo su financiamiento. La deuda se amortiza por el precio pagado por los consumidores, que en su gran mayoría son brasileros.

La mitad de la energía generada por Itaipú pertenece a Brasil y la otra mitad a Paraguay, que consume alrededor del 5% de la misma. Según el acuerdo, Eletrobrás compra el resto, pagando un valor que durante muchos años fue alto. Una cuota obligatoria de la energía de Itaipú tuvo que establecerse para las empresas brasileras de electricidad. Hoy en día es ya no es costosa, comparativamente, ya que la electricidad generada en Brasil se encareció desde las privatizaciones. Lo que se paga por la energía de Itaipú (US\$ 42 / MWh) es de la magnitud del precio previsto de la generación de la planta de hidroeléctrica de Santo Antonio que se construirá en el río Madeira (R\$ 78 / MWh).

Debe tenerse en cuenta en la negociación que, desde la primera elección de Lula, se hicieron algunas concesiones en beneficio de Paraguay. En la transición, en diciembre de 2002, se redujo la cantidad de energía de la Itaipú contratada por la ANDE, empresa eléctrica estatal de Paraguay, favoreciendo a Paraguay en cerca de US\$ 80 millones anuales que dejan de ser pagados por la ANDE a Itaipú. Además, la transferencia de energía se incrementó dando otros US\$ 25 millones anuales a Paraguay. Por último, se eliminó el factor de ajuste de la deuda por la inflación americana.

Lo que no fue aceptado por Brasil en las negociaciones es que la cuota de energía de la Itaipú perteneciente al Paraguay se coloque en el mercado de Argentina y Chile, perdiendo Brasil el derecho a disponer de ella a través de Eletrobrás. Itaipú suministra alrededor del 19% de la electricidad en el país. El Ministerio de Relaciones Exteriores (Itamarati) trató de llegar a una conclusión exitosa de las negociaciones, como lo hizo en el caso del gas natural boliviano.

El resultado al que se ha llegado en la reunión de los dos presidentes, Lula y Lugo, el 25 de julio de 2009 fue un aumento en el pago por parte de Brasil de la llamada energía cedida de Itaipú, que no debe confundirse con la energía total generada perteneciente a Paraguay, no utilizada en ese país y trasladada a Eletrobrás por ANDE por el Acuerdo. Lo más importante, sin embargo, fue la decisión de que Paraguay podrá disponer progresivamente de las parcelas del total vendido hoy por la ANDE a Eletrobrás para ser comercializadas por la ANDE en el mercado libre de grandes consumidores en Brasil.

Esta solución tiene el mérito de poner fin al impase a favor de Paraguay, el direccionamiento de esta energía en el mercado libre no será un desición favorable ni para Eletrobrás ni para los consumidores brasileros servido por la red pública, sean consumidores residenciales, o sean empresas e instituciones.

7 - La Integración Energética de Brasil en América del Sur: Presente y Futuro

Los dos principales proyectos realizados de integración energética entre Brasil y los países de América del Sur son, la planta de energía binacional de Itaipú con Paraguay, la más grande del mundo en cuanto a generación eléctrica, cuya expan-

sión de cerca de 12 GW a 14 GW se completó en el 2008, y la importación de 30 millones de m³ diarios de gas natural de Bolivia. Ambos fueron objeto de la crisis ya resuelta con Bolivia y que espera ser resuelta con Paraguay Paraguay, posterior a la toma de posesión del presidente Lugo, quien fuera electo. Estas crisis se tratan en la siguiente sección.

Existe una conexión eléctrica en el sur con Argentina, mencionado en la sección anterior, y otra, pequeña en el norte con Venezuela, que se proyecta ampliar de manera significativa, como veremos mas adelante. También hay una pequeña conexión con Uruguay.

El diseño de las plantas hidroeléctricas de Santo Antonio y Jurau, ya licitadas y en fase para iniciar su construcción en el río Madeira, cerca de la frontera con Bolivia, abre nuevas posibilidades para la integración eléctrica. El proyecto original fue objeto de discusión entre Furnas y Eletrobrás en el 2003, se prevía que existiese una tercera planta en Bolivia, además de esclusas para facilitar el acceso de Bolivia, a través de las vías navegables interiores, al Océano Atlántico. El Gráfico 7 muestra el diseño del río Madeira.

Gráfico 7
Proyecto Río Madeira, cerca de la frontera entre Brasil y Bolivia



Fuente: Eletrobrás, 2004

Teniendo en cuenta la variación del flujo sin embalses de regulación, para garantizar la energía de estas plantas, se pueden utilizar los embalses hidroeléctricos del sistema interconectado acumulando el agua cuando el flujo fuera alto, a fin de compensar la energía en los meses de bajo caudal. La inundación en la zona es pequeña. Se utilizarán turbinas de bulbo, lo que podría ocasionar un problema de estabilidad eléctrica, que puede ser resuelto.

Los nuevos proyectos que se están desarrollando actualmente:

a) Con Argentina, en la cooperación reanudada en el 2008 entre Eletrobrás y la estatal Ebisa para la viabilidad de la planta hidroeléctrica de Garabi en la frontera entre los dos países. También se anunció un acuerdo de cooperación en el ámbito de la energía nuclear, suponiendo un reactor binacional.

b) En el Perú, los estudios para la construcción de plantas hidroeléctricas con la perspectiva de exportación de energía a Brasil. Hubo una visita a Perú del Ministro Lobão, de Minas y Energía, dando a conocer que una misión de Eletrobrás se dirigirá próximamente a aquel país para iniciar los estudios.

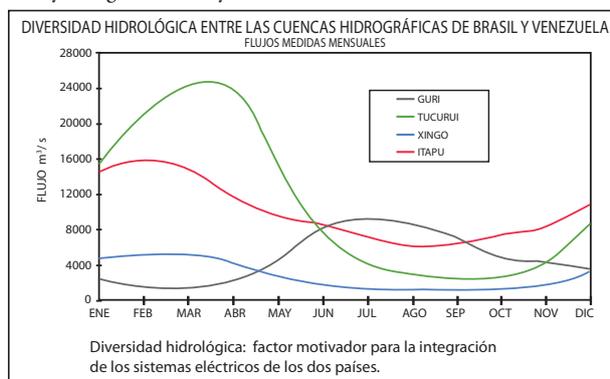
c) Con Uruguay se prevé la construcción de la línea de 500 kV con una capacidad de 500 MW. También existe la

posibilidad de una planta termoeléctrica de carbón para suministrar energía a Uruguay.

d) Con Venezuela, existe una asociación con Petrobras para la refinera en Pernambuco, con capacidad para procesar el petróleo pesado proveniente de Brasil y considerar la posibilidad de exportar gas natural a Brasil, inicialmente gas natural licuado (GNL) por buques y a largo plazo se consideró la construcción de un gasoducto extenso cuya inversión es muy alta.

Incluso con Venezuela, Eletrobrás ha estudiado la ampliación de la conexión eléctrica en el norte de Brasil, se extiende a todo el sistema brasilero interconectado para aprovechar la complementariedad entre el sistema de flujo de las cuencas hidrográficas de los dos países (Gráfico 8). Esto permite una transferencia de energía eléctrica en un sentido en una parte del año y en el sentido opuesto en otra parte del año.

Gráfico 8
Hydrological Diversity between Brazil and Venezuela Rivers Basins



Fuente: Eletrobrás, 2008

La idea es hacer un vínculo entre Carriri, cerca a Maanos, y Macagua, en Venezuela, con 580 km de longitud en territorio venezolano y 1000 km en Brasil. Este enlace complementará la línea Turcuri-Manaus, cuya construcción está por ser iniciada.

8 - Comentarios sobre biocombustibles y etanol en Brasil

La Tabla 4 muestra el consumo de biomasa sólida (leña, carbón vegetal y residuos agrícolas) y los biocarburantes líquidos en América del Sur.

Tabla 4
Consumo de Biomassa

Países	Biomasa Sólida Mil TJ	Biocombustibles Líquidos Mil TJ
Argentina	94.4	
Bolivia	31.0	
Brasil	2021.5	13.5
Chile	192.0	
Colombia	172.0	
Ecuador	221.2	
Paraguay	90.6	
Perú	95.0	
Uruguay	186.3	
Venezuela	22.6	0.03

Fuente: IEA, 2006

Brasil tiene el mayor uso de biomasa sólida - leña y

carbón vegetal, muy usado en la industria del acero - y también tiene un uso importante de los biocombustibles líquidos, en particular el etanol, así como un programa de biodiesel. Venezuela utiliza el alcohol combustible en pequeña escala.

Hay un debate internacional que asigna a los biocombustibles la responsabilidad de los precios de los alimentos en el mundo, que afectan a las poblaciones de escasos recursos. El gobierno brasileño ha respondido a esta pregunta correctamente en cuanto al etanol de caña de azúcar. Es factible expandir su producción en Brasil. El cultivo de la caña de azúcar en el país ocupa 7 millones de hectáreas (7 Mha), de los cuales 3 Mha son para producción de azúcar y 4 Mha para el alcohol, mientras que sólo la soja, sobre todo para la exportación, ocupa 23 Mha. Según el IBGE, se tienen 152 Mha de tierras cultivables, de las cuales 62 Mha se utilizan y hay 177 Mha de pastizales. Excluidos los 440 Mha de bosques nativos, donde 90 Mha que expandir la agricultura sin deforestación. Y eso, sin considerar la conversión de los pastizales degradados. Sólo una de estas áreas es adecuado para la caña de azúcar y es económica y socialmente viable para los biocombustibles como el etanol y el biodiesel. Este último, en gran parte proviene de la soja que, a diferencia de la caña, impulsa a la deforestación en la Amazonia.

El etanol de maíz es subsidiado en los EUA y, a diferencia del brasileño, hecho de la caña, afecta el precio del maíz y se refleja en otros alimentos. En la producción de etanol de maíz, se quema el aceite combustible, derivado del petróleo. Dado que el bagazo es más que suficiente para producir calor para la destilación de alcohol y la generación de electrici-

dad para la planta, puede ser todavía un excedente para la red eléctrica. Por lo tanto, el alcohol producido en Brasil es más eficiente en términos energéticos y ambientales. La captura de CO₂ de la atmósfera en el crecimiento de la caña de azúcar es igual aproximadamente a su emisión en la producción y el consumo de alcohol. Por lo tanto, es eficaz para prevenir las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global al reemplazar a la gasolina.

El mercado internacional crecerá, si se eliminan los subsidios en los países ricos. Los EUA consume un poco más de alcohol automotriz que Brasil, pero su porcentaje de la gasolina decreció, ya que su consumo de gasolina es enorme, 10 millones de barriles por día, o aproximadamente 580 millones de litros (Bl) por año. La expectativa es aumentar este porcentaje al 20%. Considerando 1,3 litros de alcohol por litro de gasolina, sería algo así como 140 Bl de alcohol al año, aproximadamente 6 veces más que la producción brasileña de 23 Bl / año. Hay un horizonte de algunos años para alcanzarlo y Brasil podría exportar más alcohol, pero no es razonable cubrir todo el mercado al existir un papel que desempeñar por otros países sudamericanos.

El tema de los biocombustibles ha provocado críticas sobre la competencia con los alimentos, pero la respuesta del presidente Lula fue esclarecer que la agricultura energética de la caña de azúcar no interfiere notablemente en la producción de alimentos en Brasil, por las razones expuestas anteriormente.

Energía Renovable en América Latina



José Goldemberg

Universidad de São Paulo
São Paulo, Brasil

El profesor José Goldemberg es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Sao Paulo, de la que fue rector desde 1986 a 1990. Fue Presidente de la Compañía Energética de São Paulo (CESP) y de la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia, Secretario de Ciencia y Tecnología, Secretario de Medio Ambiente de la Presidencia de la República y Ministro de Educación del Gobierno Federal. Fue profesor en la Universidad de París (Francia), Princeton (Estados Unidos) y ocupante de la "Cátedra Joaquim Nabuco" de la Universidad de Stanford (Estados Unidos). Miembro de la Academia Internacional del Medio Ambiente en Ginebra (Suiza). Consultor del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y es autor de numerosos trabajos técnicos y de varios libros sobre Física Nuclear, Energía y Medio Ambiente.

I - Introducción

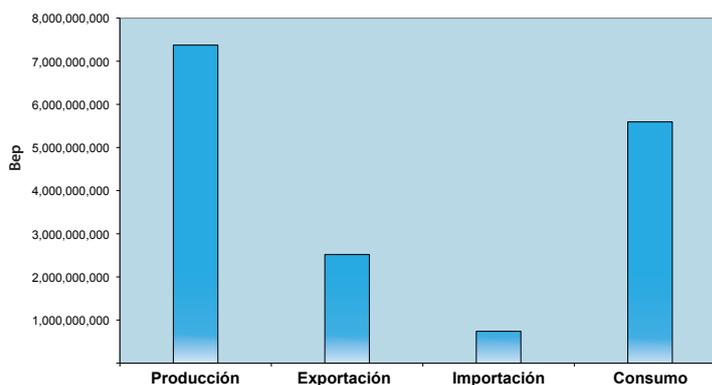
América Latina, en su conjunto, es auto-suficiente en la producción de energía y es exportadora de petróleo. Los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) representaban 74% del consumo de energía en el año 2007, siendo los restantes 26% de fuentes renovables (hidráulica, biomasa, energía geotérmica y otras) y nucleares. América Latina contribuyó en el mencionado año con 4,9% de las emisiones globales de CO₂. Aquí será discutida la estructura del consumo de energía en la región y las oportunidades que existen para aumentar la participación de la energía renovable en la matriz energética, principalmente mediante una mayor utilización del potencial hidroeléctrico para la generación de electricidad. Con ello, se tendría la posibilidad de reducir las emisiones de carbono sin disminuir la disponibilidad de electricidad.

II - La Matriz Energética de América Latina

El consumo total de energía primaria en América Latina fue de 5.331.760.000 de barriles equivalentes de petróleo (bep) en el 2007. La energía total producida en la región fue 7.372.902.000 bep, siendo por lo tanto, un exportador de energía con un valor de 2.517.998.000 bep (principalmente de petróleo crudo y de carbón); y, en importaciones, alcanzó 738.798.000 bep, principalmente de derivados de petróleo.

Todos los datos utilizados fueron obtenidos del "Informe de Estadísticas Energéticas - OLADE 2007".

Gráfico 1
Producción y consumo de energía en América Latina (2007)



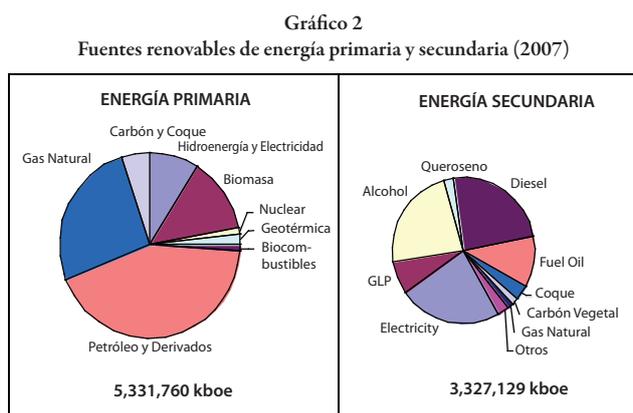
En principio, la instalación de un mayor número de refinerías de petróleo, con los ajustes apropiados para la producción de derivados, permitiría que los países exportadores de energía suministrasen a los importadores, volviéndose así América Latina auto-suficiente en materia de combustibles fósiles, dando todavía espacio para las exportaciones. Este es un tipo de integración que América Latina lo encontrará relativamente fácil de lograr.

Ocho países son exportadores de energía: Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Trinidad y Tobago, Paraguay, México y Argentina. Los demás son importadores.

América Latina, vista como un bloque, es auto-suficiente en lo que se refiere a la energía. Las fuentes de energía primaria deben someterse a transformaciones

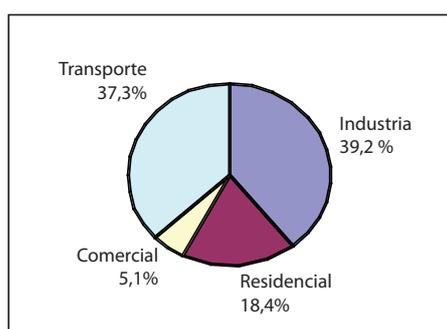
(donde se producen pérdidas importantes) antes de su consumo: el petróleo se procesa en refinerías que producen, por ejemplo, gasolina, queroseno, gasóleo, fuel oil y coque; parte del petróleo, del carbón y del gas se utiliza para la producción de electricidad; la leña es utilizada en forma de carbón vegetal y aun existen usos no energéticos de los derivados como la fabricación de los plásticos y fertilizantes. Los productos energéticos derivados de las fuentes primarias se consideran fuentes secundarias de energía.

En el Gráfico 2 se muestra la estructura de las fuentes de energía primaria y secundaria en la región, en el año 2007.



Los sectores en los cuales esta energía secundaria es consumida se muestran en el Gráfico 3. El principal sector consumidor de energía es la industria, seguido de cerca por el sector del transporte. Es importante considerar que el consumo en el sector residencial no es tan elevado como en las regiones desarrolladas, debido a que la necesidad de aparatos de calefacción se limita a algunas zonas.

Gráfico 3: Distribución por sectores de consumo de energía secundaria en América Latina y Caribe (2007)



III - Producción de Energía Eléctrica

Con todo, con respecto a la energía hidroeléctrica debe tenerse en cuenta que una mejor planificación de las redes nacionales y, eventualmente, la integración de las redes de los distintos países podrían contribuir en gran medida a la autosuficiencia y a la reducción de la contaminación local y global.

La electricidad representó 23% del consumo total de energía en América Latina (759.253.000 bep) en el año 2007. De esa cantidad, 57% proviene de la energía hidroeléctrica y el

43% de la energía térmica, con una pequeña contribución de la energía nuclear.

Lo que es sorprendente, sin embargo es que la capacidad hidroeléctrica instalada en ese año fue de sólo 19,9% del potencial hidroeléctrico de la región. Son 9 los países con mayor consumo y en ellos se concentran 95,6% de toda la generación hidroeléctrica de América Latina. La capacidad utilizada en Perú es de sólo 5,2% y de 40,1% en Venezuela.

Tabla 1
Potencial Hidroeléctrico y generación de electricidad en América Latina

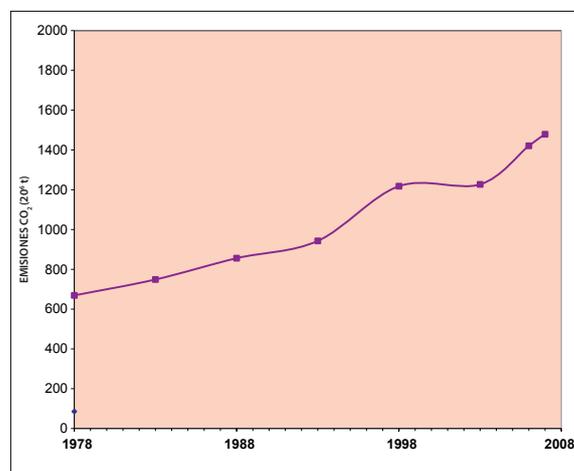
	%	TWh (2007)		
		Energía hidroeléctrica generada	Potencial hidroeléctrico	Generación termoeléctrica
Argentina	8,8	31,06	354,00	76,87
Brasil	25,1	374,38	1.490,00	58,80
Chile	20,7	22,80	110,18	35,70
Colombia	10,2	43,02	420,48	11,48
Ecuador	9,3	9,04	96,76	8,30
México	11,6	27,04	232,14	185,81
Paraguay	98,0	53,71	54,82	0
Perú	5,2	20,03	385,118	9,91
Venezuela	40,1	80,81	201,48	29,29
Sub Total	19,8	661,89	3.344,97	416,16
		95.3% del total	95.6% del total	85.6% del total
Total AL & C	19,9	694,19	3.493,42	485,95

La tasa de consumo de electricidad en AL & C está aumentando en alrededor de 4,0% anual, lo que significa que se duplica cada 17 años.

IV - Emisiones De Co2, En América Latina

Los países de América Latina respondieron en el año 2007 por la emisión de 1.479.410.000 de toneladas de CO₂, equivalente a 4,9% de las emisiones globales. Las emisiones "per cápita" de CO₂ siguen siendo bajas (3,26 toneladas CO₂/cápita) en comparación con los países desarrollados de la OCDE (10,08 toneladas CO₂/cápita), pero tienden a incrementarse debido al crecimiento económico en la región, así como el aumento significativo en la explotación de petróleo y gas. La generación de electricidad en las plantas de energía térmica es responsable de cerca del 16% de las emisiones de CO₂.

Gráfico 4: Emisiones de CO₂ en América Latina



Los sectores que contribuyen a estas emisiones se muestran en el Gráfico 5. Siguiendo la tendencia mundial, el

sector del transporte es el que más contribuye a las emisiones en este ámbito y el en el uso de biocombustibles producidos en el ámbito local, como lo hacen ya, por ejemplo, Brasil, Argentina y Colombia.

Gráfico 5: Emisiones de CO2 en América Latina (2007)

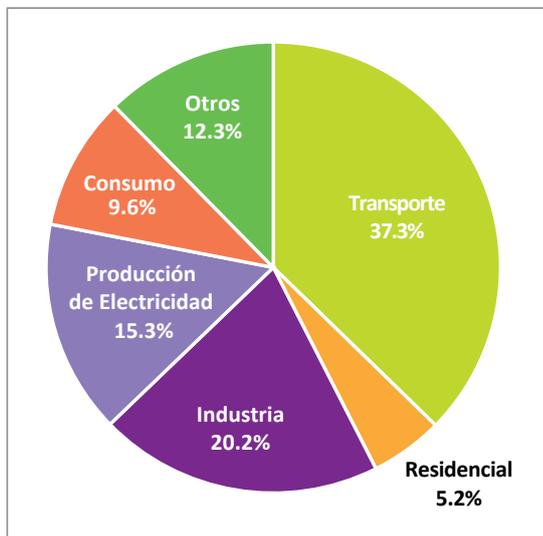
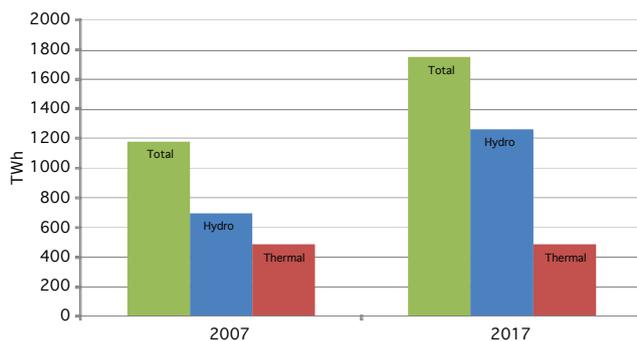


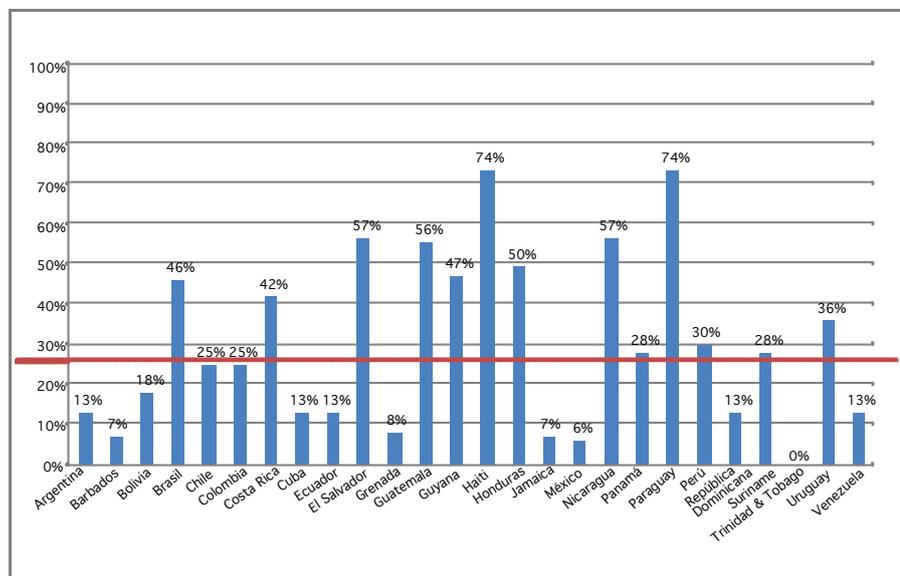
Gráfico 7: Producción de electricidad en América Latina



La adopción de esta estrategia de desarrollo no sólo permitiría reducir las emisiones de CO₂ sino también contribuir a la reducción de la contaminación local que es inevitable cuando la electricidad es generada con combustibles fósiles.

El Gráfico 6 muestra la fracción de la energía primaria total proveniente de la energía renovable y muestra claramente el gran progreso que se podría lograr aumentando esta fracción.

Gráfico 6: Energía Renovable en América Latina (2007)



Una manera eficaz de promover el crecimiento económico sin un aumento significativo de las emisiones de CO₂ sería aumentando la participación de la energía hidroeléctrica en la generación de electricidad y reduciendo la generación térmica.

Se necesita que la generación hidroeléctrica se incremente en 6% al año para duplicar su participación porcentual dentro de 10 años. Este sería un paso importante para aumentar el consumo de energía renovable en la región. (Gráfico 7)

El autor agradece a Patricia Guardabassi y a Euler Hoffmann Melo por su colaboración en la preparación de este trabajo.

La biomasa, fuente de energía subvalorada en América Latina y el Caribe



Dr. Alfredo Curbelo Alonso

Nacido en Cienfuegos, Cuba. Se gradúa de Física en Moscú, en 1979 y adquiere el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en 1994. Inicia su carrera profesional como profesor universitario en la Universidad de Camagüey, siendo Jefe del Dpto. de Física desde 1980 hasta 1992. Desde 1993 se vincula a la actividad de la gerencia de la ciencia en Cuba en el campo de la energía, ocupando diferentes responsabilidades en la Academia de Ciencias de Cuba, la Agencia de Ciencia y Tecnología y el Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados. Actualmente es investigador principal en el Centro de Gestión de la Información y el Desarrollo de la Energía (Cubaenergía) y jefe del programa de I+D "Desarrollo Energético Sostenible".

Como investigador se desarrolla en la temática del aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y en particular de la biomasa. Se ha especializado en las tecnologías de gasificación de biomasa y en el diseño de soluciones tecnológicas para la producción de calor y electricidad a partir de materiales ligno celulósicos. Ha estado involucrado en varios proyectos internacionales, fue el responsable del sub proyecto Cuba del Proyecto GEF/PNUMA SWERA (Evaluación Energética del Recurso Solar y Eólico) y director del proyecto GEF/PNUMA/ONUDI "Producción y comercialización de servicios energéticos modernos en Cuba basados en las energías renovables. Caso Isla de la Juventud "entre el 2002 y el 2007". Es el punto focal en Cuba del proyecto GEF/PNUD/CARICOM "Programa para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en el Caribe".

I - Introducción

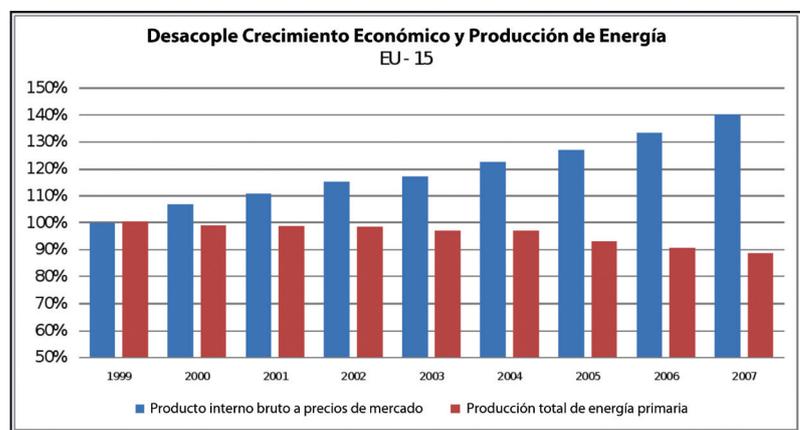
Los análisis sobre la situación energética actual son guiados por la problemática de los impactos sobre el clima global por el incremento del efecto invernadero, las predicciones del llamado pico del petróleo y la geopolítica energética unida a la volatilidad de los precios de los combustibles convencionales.

Este contexto ha contribuido a la maduración y transformación del concepto de desarrollo sostenible y seguridad energética de un ejercicio académico a un instrumento de análisis para las proyecciones en el campo de la energía.

Se pueden identificar dos componentes básicos e interrelacionados para lograr las metas de sostenibilidad: la eficiencia energética y las fuentes renovables de energía. El avance tecnológico alcanzado en estos campos, ha colocado como principales barreras a su plena implementación las culturales, políticas y económicas.

Los países europeos han sido líderes tanto en el incremento de la eficiencia energética (gráfico 1) como en el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento energético de las fuentes renovables de energía y su introducción comercial.

Gráfico 1



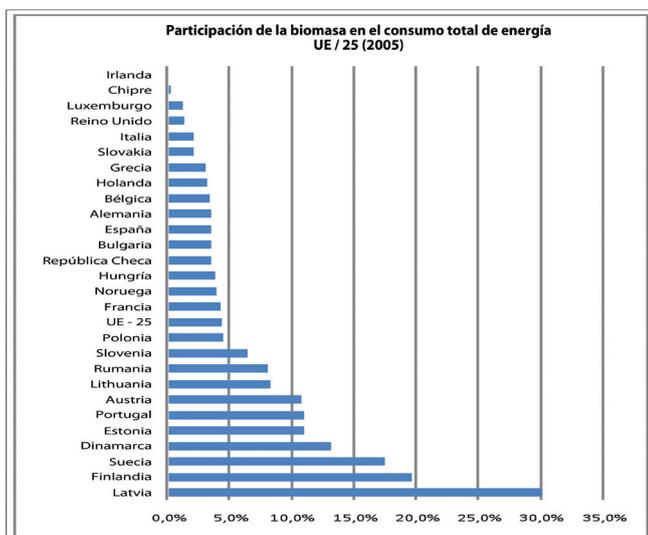
El dominio tecnológico europeo en el campo de las energías renovables ha llevado a de las 10 empresas que realizaron el 85 % de la producción mundial de turbinas eólicas en el 2008, 6 fueron europeas, mientras que Alemania realizó ese año el 23 % de la producción mundial de celdas fotovoltaicas (REN 21, 2009).

El uso de la biomasa como combustible no escapa a estas tendencias y hoy ocupa un papel importante como fuente de energía en varios países de la Unión Europea (fig. 2) (EUROSTAT, 2007).

El Parlamento Europeo fundamenta esta importancia en que "la utilización de la biomasa ofrece múltiples ventajas con respecto a las fuentes de energía convencionales, así como en relación con otras fuentes de energía renovables, en particular unos costes relativamente bajos, una menor dependencia de las alteraciones climáticas a corto plazo, el fomento de las estructuras económicas regionales y la creación de

fuentes de ingresos alternativas para los agricultores” (Resolución sobre las «Fuentes de energía renovables en la Unión», sesión plenaria de 28 de septiembre 2005, 2005).

Gráfico 2



Fuente: Eurostat, 2007

En este sentido la Comisión de la Unión Europea aprobó un Plan de Acción sobre la Biomasa (Comisión de las Comunidades Europeas, 2005), en el cual se identifican como principales destinos del uso de la biomasa como fuente de energía renovable la producción de calor, electricidad y combustible para el transporte. Se plantea como meta para el 2010 alcanzar una contribución de la biomasa equivalente a 75, 55 y 19 Millones de toe, respectivamente.

América Latina posee condiciones geográficas y económicas para alcanzar una mayor penetración de la biomasa como fuente de energía renovable que Europa. Utilizando como Indicadores el área de tierra de la región geográfica, de bosque y de tierra arable por unidad de energía de consumo primario y por habitantes calculados a partir de datos de la base de datos de la FAO TERRASTAT (FAO/AGL, 2003) y del International Energy Outlook 2009 (IEA - International Energy Agency, 2009), se puede concluir que el potencial de producción de biomasa para energía asociado al recurso tierra es como mínimo dos veces superior en América Latina que en los países de Europa pertenecientes a la OECD, como se muestra en el gráfico 3.

Sin embargo a diferencia del reconocimiento del papel de la biomasa en el futuro energético de Europa, los principales organismos regionales que abordan la temática energética, le continúan asignando un papel limitado. La CEPAL en un estudio realizado (CEPAL, 2004), reconoce que en la región se renueva el interés por la generación de electricidad a partir del bagazo y otros residuos agroindustriales, discute las condiciones en que la leña se puede considerar una fuente renovable de energía, limitando su uso a la esfera doméstica y la pequeña industria local y apoya la producción de biocombustibles estimulando su desarrollo.

Por su parte la OLADE (Luna, 2008) pronostica una disminución del papel de la biomasa como fuente de energía en la región al pasar de satisfacer el 14% de la demanda de energía en el 2007 al 11%, a pesar de un incremento de los biocombustibles líquidos del 1% al 3% en iguales plazos temporales.

Nos hemos propuesto mostrar que en la región existe un significativo potencial para incrementar la participación de la biomasa en la matriz energética de América Latina y el Caribe sin competencia con la producción de alimentos ni impactos ambientales negativos.

Consideraremos en el análisis solo la producción de biocombustibles líquidos para el transporte y biocombustibles sólidos para la producción de electricidad y calor a partir de materiales lignocelulosicos. Se parte de que existen tecnologías modernas para estos fines que ya han sido demostradas en condiciones comerciales en determinados países y regiones del mundo.

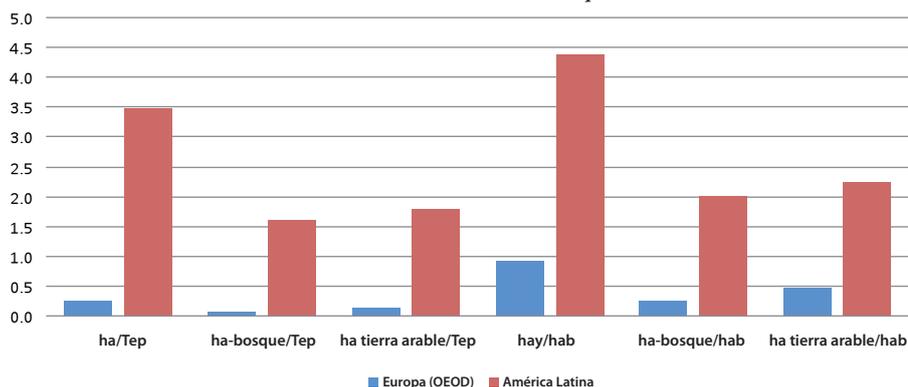
Al utilizar como principal fuente de datos el Sistema de Información de Energía y Economía de la OLADE, los datos de América Latina y el Caribe se corresponden con los de los países incluidos en este sistema.

Desarrollo

En la actualidad la contribución de las fuentes renovables de energía a satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad es relativamente insuficiente.

La Evaluación del 2007 sobre la Situación Global de las Energías Renovables (REN21, 2007), muestra que la participación de las fuentes renovables en el consumo total de energía a nivel global, se concentra en la biomasa tradicional

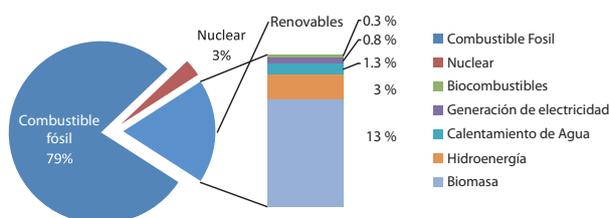
Gráfico 3 - Recurso Tierra - Bosque



Fuentes: FAO/AGL, 2003; IEA, 2009

(13%) Gráfico 4. Así se le llama a la biomasa, fundamentalmente leña, que se estima usan como única fuente de energía a los aproximadamente 2 billones de persona que no tienen acceso a ningún servicio energético moderno. Le sigue en participación la energía generada por las grandes hidroeléctricas y luego las llamadas nuevas energías renovables.

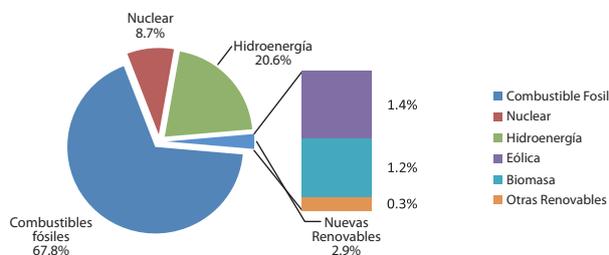
Gráfico 4
Consumo Global Final de Energía 2006



Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

La participación de las nuevas tecnologías de energía renovable en la generación de electricidad a nivel global (REN21, 2007), es solo un muy modesto 3% (gráfico 5), dominado por la energía eólica y la biomasa. En las nuevas tecnologías renovables para la generación de electricidad se consideran la generación eólica, la solar fotovoltaica y la biomasa además de otras tecnologías aun en desarrollo tecnológico - comercial.

Gráfico 5
Generación de Electricidad Mundial 2006



Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

Proyecciones sobre la participación de la biomasa y otras fuentes de energía renovable en la matriz energética

La proyección de la evolución de la oferta demanda de energía y la participación de las fuentes renovables de energía ha sido evaluada por diferentes organismos e instituciones especializadas sobre la base de tendencias que reflejan la visión de cada uno de autores.

Un ejemplo de las diferencias de los resultados que se pueden obtener en la modelación de escenarios energéticos futuros a partir de las mismas condiciones iniciales son el World Energy Outlook 2007 (WEO 2007) (International Energy Agency, 2008) y el Energy [R]evolution Escenario. Mientras que el WEO 2007 se elabora sobre la base de las tendencias actuales, el segundo de estos escenarios prevé un cambio radical en la política de desarrollo energético que se expresa en la im-

plementación exitosa de cinco principios básicos:

- Implementar soluciones de energía renovable, especialmente por medio de sistemas energéticos descentralizados.
- Respetar los límites naturales del medio ambiente.
- Desplazar las fuentes de energía contaminantes e insostenibles.
- Crear una mayor equidad en el uso de los recursos.
- Desacoplar el crecimiento energético del consumo de los combustibles fósiles.

En América Latina la participación de las fuentes de energía renovable en la demanda de energía primaria es de un 27% y superior a la media global que alcanza un 13%. Al realizar la proyección de este indicador al 2030 el WEO 2007 lo mantiene al mismo nivel mientras que el E[R] lo duplica prácticamente hasta llegar a un 53% (fig. 6 y 7).

Gráfico 6

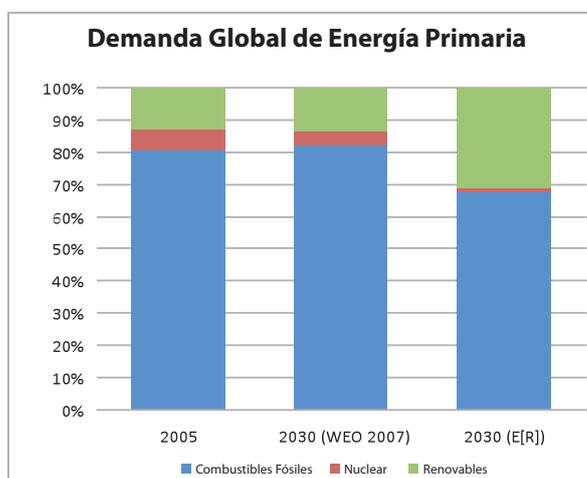
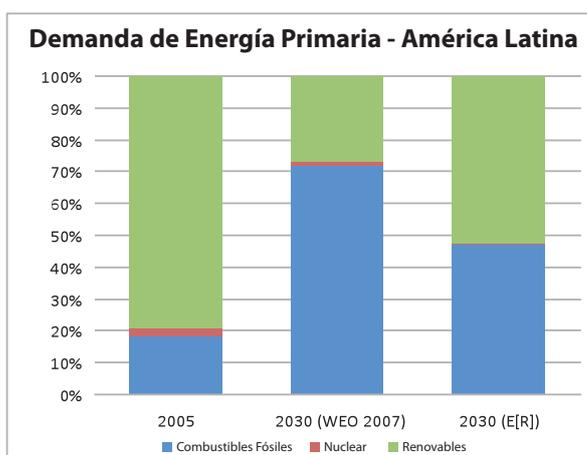


Gráfico 7



Source: WEO, 2007

En la región la estructura de la participación de las fuentes renovables de energía en la satisfacción de la energía primaria se caracteriza por un aporte de la hidroenergía y la biomasa en proporciones superiores al nivel global. La evolución de esta estructura prevista por el E[R] es que mientras se mantiene la misma participación de la hidroenergía, se incrementa

la participación de las fuentes renovables hasta un 50% y de la biomasa el 30%, a diferencia del WEO 2007, que prevé una ligera disminución de este aporte (fig. 8 y 9).

Gráfico 8

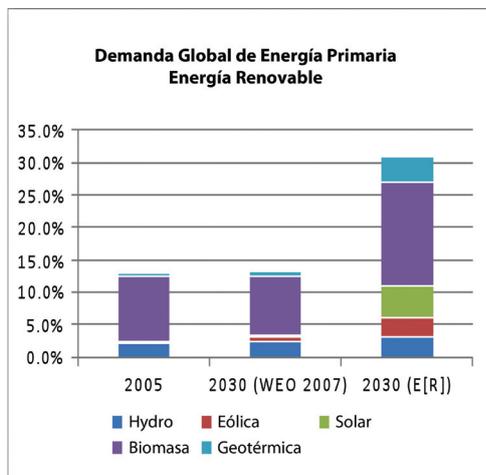
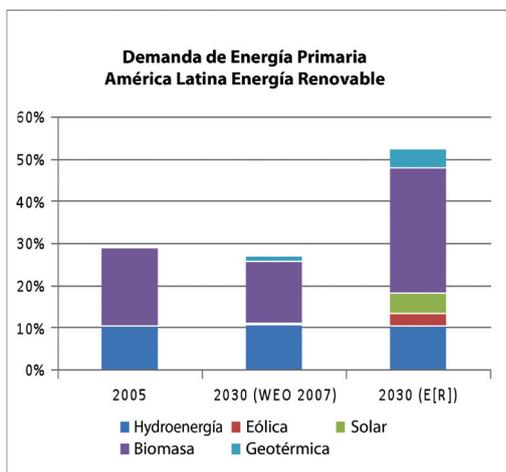


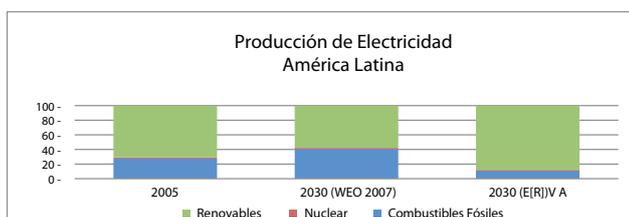
Gráfico 9



Obsérvese que la biomasa en ambos escenarios y escalas geográficas es la principal fuente de energía renovable para satisfacer la demanda de energía primaria.

La producción de electricidad en América Latina por medio de fuentes renovables de energía es muy significativa (gráfico 10) ya que cubre el 71% del total, cifra que prácticamente es cuatro veces mayor que a nivel global (18%). Mientras que la proyección de WEO 2007 reduce esta participación, el E[R], lo continúa incrementando hasta alcanzar un 88% en el 2030 en América Latina (gráfico 10).

Gráfico 10



Al proyectar la evolución de la generación de electricidad con fuentes renovables, el estudio WEO 2007, mantie-

ne a el papel predominante de la hidroenergía, mientras que el E[R], introduce un incremento significativo del resto de las fuentes. Para América Latina proyectan el incremento sobre la base de la biomasa (16%) y de la energía eólica (14%) y a nivel global de la electricidad producida por el viento (15%). (Ver gráfico 11 y 12).

Gráfico 11

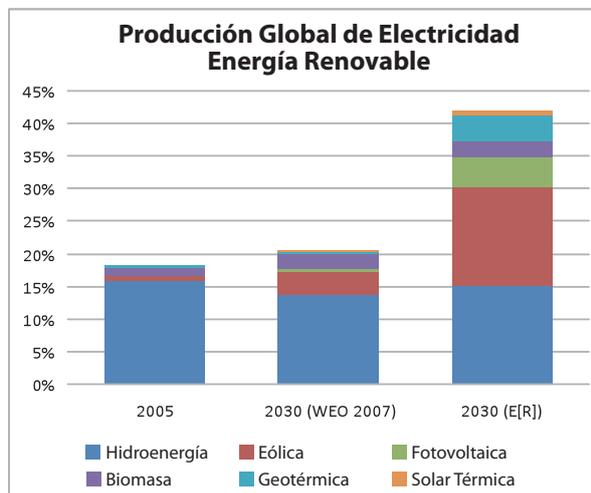
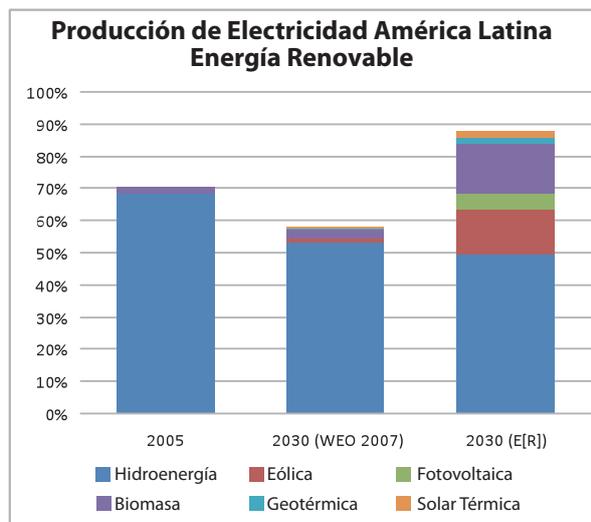


Gráfico 12



Estos dos escenarios nos muestran un reconocimiento del potencial de la biomasa como fuente de energía renovable en América Latina. La participación de la biomasa en la demanda primaria de energía se incrementa en valores absolutos respecto al 2005 entre 1,4 y 2,1 veces, según el WEO 2007 y el E[R] respectivamente. La participación en la generación de electricidad estaría enmarcada entre 2,8 y 12,9 veces respecto al 2005 según los modelos mencionados.

Oportunidades de la biomasa como fuente de energía renovable en América Latina y el Caribe

Las oportunidades de penetración de la biomasa como portador energético en los mercados de energía de la región son diferentes en el caso de la electricidad y del uso directo de los combustibles.

En América Latina (2007) se utilizó de manera directa el 84,5% del combustibles, que incluye un 12,7% de biocombustible, mientras que solo el 12,7% se dedica a la generación de electricidad (SIEE/OLADE).

Un primer paso para identificar las posibilidades de incremento de la participación de los combustibles de biomasa en el consumo final de energía, es el análisis de cómo es el uso directo de los combustibles convencionales y que oportunidades tecnológicas de sustitución existen.

Los combustibles que cubren el 85% del total que se utiliza de manera directa son cinco. (Tabla 1).

Tabla 1

Principales combustibles de uso directo	
Combustible	Participación en el total de consumo directo (%)
Diesel Oil	27%
Gasolinas/Alcohol	25%
Gas Natural	20%
Gas Licuado	8%
Fuel Oil	5%
Total	85%

Las posibilidades tecnológicas de su sustitución ante todo están dadas por su uso final, lo cual está estrechamente relacionado con los sectores de consumo final en los que predominantemente se usan. Este análisis muestra que más del 80% del uso de esos combustibles seleccionados se realiza como máximo en dos sectores de consumo final como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Distribución de consumo de los principales combustibles de uso directo por sector (por ciento del uso del combustible por sector)

Combustible	TRANSPORTE	INDUSTRIA	RESIDENCIAL	AGRO, PESCA, MINERIA	Acumulado
Diesel Oil	76%			13%	89%
Gasolinas/Alcohol	99%				99%
Gas Natural		72%	16%		88%
Gas Licuado		16%	67%		83%
Fuel Oil	18%	63%			81%

Analicemos las opciones sustitución de estos combustibles convencionales por biocombustibles, considerando las tecnologías que ya han demostrado su viabilidad tecnológica y comercial al menos en alguna región del mundo.

Diesel oil: su consumo se concentra en los sectores transporte y en el de agro, pesca y minería.

La opción tecnológica para la sustitución del diesel en el sector transporte es por medio del biodiesel. La sustitución del 20% del diesel consumido en el 2007 en este sector requiere de una producción anual en el orden de las 15 millones de Tep en biodiesel.

En el sector de agro, pesca y minería, el uso del diesel como combustible se centra en las calderas de vapor de pequeña y mediana capacidad y en motores de combustión interna. En este análisis nos enfocaremos en la sustitución del mismo por biomasa en calderas de vapor y hornos utilizando tecnolo-

gías de gasificación de biomasa y quemadores de biocombustible sólido. Ante la falta de estadísticas más detalladas sobre el uso final de este combustible, se estimara que el 70 % del diesel es usado en este caso en hornos y calderas y que se sustituirá el 50% de esta cantidad. Bajo estas condiciones sería necesario comercializar biocombustible sólido equivalente a 7,5 millones kTep anualmente y crear las condiciones para su uso.

El análisis de la gasolina es más simple pues su uso es como combustible en motores de combustión interna en medios de transporte automotriz. En este caso la opción sustitativa son las mezclas alcohol gasolina. Asumiremos una mezcla con un 10% de etanol y la sustitución del 100% de la gasolina de la región con la misma. La producción anual de etanol requerida con este fin es equivalente a 17 millones de Tep.

El gas natural, por su precio y características como combustible, no lo analizaremos como candidato a ser sustituido por biomasa.

El uso del gas licuado se concentra en el sector residencial e industrial. En el caso del sector residencial su uso fundamental es como combustible en la cocción de alimentos y hoy no es viable la sustitución de este gas por tecnologías vinculadas a la biomasa. Su uso en el sector industrial se concentra en hornos y calderas. Estimaremos que el 90% del mismo se usa con estos fines y se aspira a sustituir el 20% por gas de madera producido por medio de tecnologías de gasificación de biomasa. Las cantidades anuales de biocombustible sólido que se requiere comercializar anualmente son de 0,26 millones de Tep.

Finalmente el Fuel Oil es utilizado predominantemente en el sector industrial como combustible en los hornos y grandes calderas del sector. Para estimar el potencial de sustitución de mismo en este sector asumiremos que el 90% del fuel oil se utiliza en hornos y calderas y que se evalúa la sustitución del 50% del mismo. Bajo estas condiciones se requiere la producción y comercialización de 5,2 millones de Tep de biocombustible sólido.

La sustitución de los combustibles convencionales requiere de dos grupos de combustibles de combustibles de biomasa: los combustibles líquidos para el transporte y los combustibles sólidos lignocelulósicos para su uso en hornos y calderas. Estos últimos se comercializan en forma de astillas de madera, pellets y briquetas fundamentalmente.

En el caso de la sustitución de diesel por biodiesel, se asume la sustitución de todo el diesel consumido en la región por una mezcla B - 20 (80% diesel, 20% biodiesel) y en el caso de la gasolina se asume igualmente la sustitución de toda la gasolina consumida por una mezcla con el 10% de etanol. Los requerimientos de biocombustibles líquidos bajo estas condiciones se resumen en la tabla 3.

Tabla 3

Sustitución de combustible convencional de uso directo en el transporte					
Combustible	Sustitución	Mezcla	Demanda de biocombustible ton	ktep	
Diesel Oil	100%	20%	19,620,311	18,835	biodiesel
Gasolinas	100%	10%	24,476,417	17,327	ethanol

La estimación de la demanda de combustible sólido lignocelulósico para sustituir el uso directo de combustible es más compleja por la falta de información sobre su uso final en hornos y calderas. En la tabla 4 se reflejan los criterios utilizados y la demanda resultante para alcanzar los índices de sustitución planteados.

Tabla 4

Sustitución de combustible convencional de uso directo en hornos y caldera						
Combustible	INDUSTRIA		AGRO, PESCA, MINERÍA		DEMANDA DE BIOCOMBUSTIBLE	
	Uso en horno caldera	Sustitución	Uso en horno caldera	Sustitución	ktep	miles ton
Diesel Oil	70%	50%	70%	50%	7,503	24,758
Gas Licuado	90%	20%			266	877
Fuel Oil	90%	50%			5,279	17,419
Total					13,047	43,054

Para evaluar la contribución de los biocombustibles a la generación de electricidad se considera generar anualmente 122 mil GWh, que es equivalente al 10% del consumo de electricidad del 2007.

Los parámetros tecnológicos para la generación de electricidad que se utilizan para calcular la demanda de biocombustible sólido son:

- Eficiencia energética de la generación: 25%.
- Índice de consumo de biocombustible: 1 ton/MWh.
- Disponibilidad técnica: 90%.
- Tecnologías disponibles: Centrales Termoeléctricas (Potencia unitaria preferiblemente mayor de 20 MW) y Plantas por gasificación de biomasa (Potencia unitaria menor de 1,5 MW).

La demanda de biocombustible para alcanzar los niveles de sustitución planteados se reflejan en la tabla 5.

Tabla 5

Demanda de biocombustible		
Biocombustibles		Cantidad anual (miles ton)
Biocombustible sólido	Para calor	43.054
	Para Electricidad	178.578
	Total	221.623
Etanol		24.476
Biodiesel		19.620

Producción de biocombustible líquido

Producción de biodiesel

La existencia de una potencial competencia por el uso de la tierra agrícola para la producción de aceite vegetal destinado a biodiesel, obliga a considerar en el análisis soluciones que permitan evitar este conflicto. Una opción atractiva es considerar la utilización de la *Jatropha curcas* L, especie oleaginosa originaria de Centro América y el Caribe, que ha motivado un incipiente interés para su uso para la producción de biodiesel en Centroamérica, pero que ha alcanzado la mayor difusión con este fin en países asiáticos (Siang, 2009).

En la India, se desarrolla la Misión Nacional para el Biodiesel (Paul, 2008), con un presupuesto del gobierno de cerca de 376 US\$ para el desarrollo de 400 000 ha de *Jatropha curcas* L en una primera etapa con el propósito de alcanzar la sustitución del 20% del consumo de diesel para el 2012, sobre la base de 43 millones de ha de tierra no utilizada.

En Indonesia el gobierno promueve un programa para alcanzar en el año 2015 la producción de 15 millones de biodiesel a partir de *Jatropha curcas* L utilizando 3 millones de ha de tierra (Soni Solistia Wirawan, 2006).

Se reporta que esta especie alcanza rendimientos en el orden de 1,3 ton de aceite por ha cultivada que es inferior al valor de 1,5 ton/ha indicado para tierras marginales (M.C., 2006) utilizando tierras con productividad agrícola y regímenes de lluvia que no permiten la producción de alimentos en los mismos (Silvia Liliana Falasca, Julio 2008), (R.E.E. Jongscap, 2007). Bajo estos supuestos se requieren tener en producción cerca de 15 millones de ha de tierra con las características antes mencionadas para alcanzar los volúmenes de producción indicados en la tabla 5.

La valoración de la disponibilidad de estas cantidades de tierra se realiza utilizando los datos de la FAO (FAO/AGL, 2003). De acuerdo a esta fuente de información, el área para plantaciones requerida podría seleccionarse de entre varias categorías de tierra que se describen en la Tabla 6.

Tabla 6: Tierras elegibles para el cultivo de *Jatropha curcas*

Categoría	Total	Área (millones de ha)	Área para biodiesel (%)
Degradación muy severa	Total	96	16%
	Debido a actividades agrícolas	31	48%
Degradación severa	Total	416	4%
	Debido a actividades agrícolas	149	10%
Tierras secas	Secas sub-húmedas	182	8%
	Semi áridas	105	14%

Si bien es cierto que además de las condiciones de suelo deben cumplirse otras condiciones edafológicas climáticas para la selección de los suelos, los datos de la tabla 6, indican que no es la disponibilidad de suelo una limitante para establecer los 15 millones de ha de plantaciones de *Jatropha curcas* L en la región.

Producción de Etanol

El uso de la mezcla etanol gasolina como combustible en motores de combustión interna es una solución tecnológica probada masivamente durante muchos años en Brasil.

En la producción de etanol hay dos etapas bien definidas con indicadores precisos de productividad: la fase agrícola que se caracteriza por el rendimiento de toneladas de caña de azúcar por hectárea y la fase industrial que tienen como indicador de rendimiento los litros de alcohol por tonelada de caña procesada. La combinación de ambos indicadores produce el indicador que caracteriza la eficiencia de todo el ciclo productivo: producción de alcohol por ha.

El rendimiento industrial depende de los esquemas tecnológicos que se utilicen para la producción de alcohol. O

se produce a partir del agotamiento de las mieles en el proceso de producción de azúcar, afectando o no la producción de azúcar, directamente del jugo de la caña y sin producción de azúcar. Se recomiendan como cifras de referencia rendimientos de 8,6 l/ton caña en el caso de agotamiento de mieles C, proceso tecnológico que se implementa en destilerías de alcohol anexas a los centrales azucareros y de 80 l/ton caña cuando se produce directamente a partir de los jugos de la caña de azúcar en destilerías autónomas (Nogueira, 2007).

La composición de las unidades dedicadas a la producción de alcohol en Brasil es que la mayoría de las instalaciones son fabricas de azúcar con destilerías anexas (cerca del 60% del total), seguida por un gran número de destilerías autónomas (cerca del 35%) y algunas pocas fábricas dedicadas exclusivamente a la producción de azúcar.

Un indicador de utilidad para calcular el potencial de producción de alcohol en la región es la media de producción de alcohol por área sembrada de caña. El área plantada de caña en Brasil en el 2006 fue de 7,08 millones ha (FAOSTAT), se cosecharon 5,4 millones ha y se dedicó a la producción de alcohol el 55% de la caña cosechada (BNDES - CGEE, 2008). Esa zafra la producción de alcohol fue de 17,7 billones de litros de alcohol (UNICA/MAPA, 2008). A partir de estos datos se obtiene que como país se produce como media 3,5 ton de alcohol/ha total plantada.

En la región el área total plantada de caña, una vez que se excluye a Brazil es de 3 millones de ha (FAOSTAT). Si se utiliza esta área con la misma productividad que lo hizo Brasil en el 2007 la capacidad de producción del resto de la región sería de 10,5 millones de ton de alcohol.

Para producir los 12,2 millones de toneladas de alcohol anuales requeridas para comercializar toda la gasolina de la región con un 10% de alcohol es necesario una producción adicional de alcohol de 1,7 millones de ton. La vía más racional para éste incremento es el esquema de las destilerías autónomas de alcohol con las que se lograría un rendimiento de 4,1 t/ha, considerando un rendimiento de 75 ton de caña/ha.

En estas condiciones se requiere plantar una área adicional de 410, 000 ha de caña de azúcar, lo que significa un incremento del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en la región, sin incluir a Brasil, de un 14%. El área potencial para este cultivo se calcula en 75,8 millones de ha, que se reduce a 46,0 millones una vez que se excluye a Brasil (Carlos Razo, 2007). De esta forma el área dedicada a caña de azúcar en la región, excluyendo a Brasil, para garantizar la producción de etanol estaría en el orden de los 3,5 millones de ha, cifra que es muy inferior al potencial antes mencionado.

Cogeneración de electricidad en la industria azucarera

La introducción generalizada de la cogeneración en la industria azucarera tiene un potencial significativo en la región. La cantidad de electricidad que se puede entregar a la red eléctrica depende de varios factores principales: los parámetros de generación de vapor, el índice de consumo de vapor en la industria, el uso de un segundo combustible además del bagazo.

Un estudio de la potencialidad de la cogeneración utilizando tecnologías convencionales en las condiciones de la industria de la caña de azúcar de Brasil (BNDES - CGEE, 2008), muestra que la entrega de electricidad a la red puede oscilar entre 10,4 y 153 kWh/ton de caña molida, en dependencia de los parámetros tecnológicos.

Para realizar la evaluación de la capacidad de cogeneración de la industria azucarera, consideraremos que junto con la producción de alcohol a partir de las áreas plantadas de caña azúcar se introduce la cogeneración eléctrica con una combinación de dos esquemas tecnológicos en igual proporción. Un esquema de menor costo de inversión y eficiencia con parámetros (Presión y temperatura de vapor 42 bar, 450°C; consumo de vapor en la industria de 500 kg de vapor/ton de caña molida) que permite una entrega a la red eléctrica de 25,4 kWh/tc. El otro esquema es de mayor presión en la caldera (Presión y temperatura de vapor 65 bar, 480°C; consumo de vapor en la industria de 500 kg de vapor/ton de caña molida) que permite una entrega a la red eléctrica de 57,6 kWh/ton de caña molida. La producción de caña de azúcar fue de 707 millones ton (FAOSTAT), lo que permitiría en las condiciones descritas generar 30,3 mil GWh anuales.

En las áreas adicionales de caña de azúcar para la producción de alcohol (410,000 ha) se asocian a destilerías de alcohol autónomas de alta eficiencia a las que se le asociarían plantas eléctricas con parámetros (65 bar, 480 oC, 350 kg/tc) y una entrega a la red de 71,6 kWh/ton de caña molida. En estas condiciones se lograría una entrega a la red por cogeneración 1,6 mil GWh. De esta manera la industria azucarera estaría en condiciones de entregar al sistema eléctrico 32 mil GWh.

Producción de biocombustible sólido

La capacidad de producción de biocombustible sólido la evaluaremos a partir de la actividad forestal y la industria de la madera que esta difunda en toda América Latina. La industria de la caña de azúcar como fuente de biocombustible sólido ya se considero en el epígrafe anterior al evaluar su potencial para la generación de electricidad.

La contribución de America Latina y el Caribe a los bosques a nivel mundial es significativa, aportando el 22% del área de bosques en el planeta, solo después de Europa que aporta el 25%, ya que incluye a la Federación Rusa que por sí sola aporta el 20% (FAO, 2005).

En América Latina, Brasil es el país más relevante al poseer el 56% de los bosques de la región. Sin embargo el resto de la región al tener el 38% de su superficie cubierta de bosque ocupa también un lugar relevante en este indicador solo después de Brasil y Rusia (47%) (Ver gráfico 13).

La distribución de la cubierta de bosque por zonas en America latina es relativamente uniforme como se aprecia en el gráfico 14. Sólo la cifra obtenida para el Caribe puede parecer distorsionada al incorporarse a esta región Surinam y Guyana, países con una cubierta de bosque superior al 70% y un área territorial más extensa que la mayoría de los países insulares.

Gráfico 13

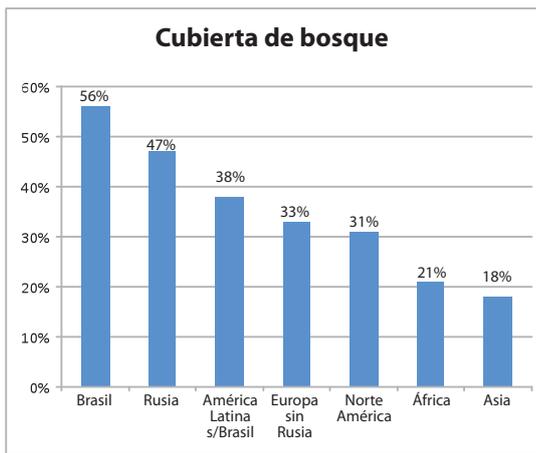
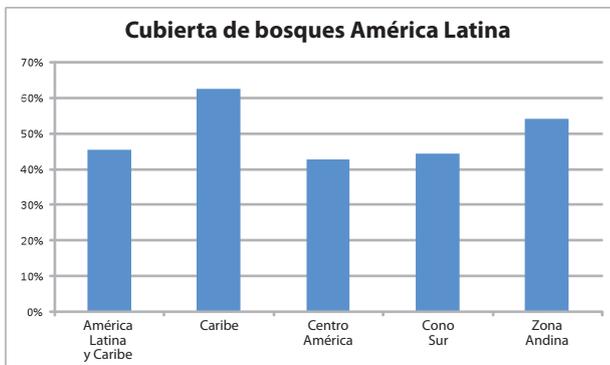


Gráfico 14



Las principales fuentes de biocombustible sólido en la actividad forestal son: la madera de valor no comercial que se obtiene en el manejo forestal de bosques y plantaciones, los residuos del procesamiento industrial de la madera y las plantaciones establecidas con fines energéticos.

El área de bosques de los países incluidos en la estadística del SIEE, es de 860,3 millones de ha. Si se estima un incremento anual promedio de biomasa de 5 ton/ha.año (D.O. Hall) en los bosques de la región, se producirían anualmente 4,3 millones de ton de biomasa.

La extracción anual de madera en rollo para la industria y de leña en la región se pueden estimar en 285 mil toneladas (FAO, 2005), cifra que representa solo el 6,6 % del incremento anual de biomasa en los bosques. El aporte que pueden hacer a la producción de biocombustible sólido estos dos productos sería resultado del uso de los residuos del procesamiento industrial de los rollos de madera y la leña que se liberaría por un incremento de la eficiencia energética de su uso actual.

En la industria de procesamiento de la madera en la región se estima como promedio el 50% de la madera aserrada se convierte en residuo y asumiremos que de esta cifra se transforma en biocombustible el 40%, lo cual significa un aporte de 23,8 millones de ton de biocombustible anual.

En el caso de la leña, existen experiencias de incremento de la eficiencia energética en los dispositivos de uso final de este combustible de hasta un 70%. Estimaremos que por la implementación de este tipo de medida se libera un 30% de la leña que actualmente se consume y que de esta cifra se incorpora a un esquema comercial de biocombustible sólido el 50%, lo que significa un aporte de 20,5 millones de toneladas.

Para el cálculo de los residuos del aprovechamiento forestal, que son aquellos que quedan en el campo al realizarse la extracción de la madera con fines comerciales, se utilizan los criterios descritos en (Perttu Anttila, 2009). Estos autores consideran que estos residuos son entre un 5% y un 15% del volumen de rollos industriales que se extraen del área forestal. Si se utiliza un coeficiente del 10% y se convierte en biocombustible sólido el 60% de esta cantidad, el aporte de biocombustible por este concepto alcanzaría la cifra de 17,1 millones de ton.

La producción de 61,4 millones de ton de biocombustible sólido a partir de las fuentes consideradas, permitirían satisfacer la demanda de las 43 mil ton para sustituir combustibles convencionales en la producción de calor (Tabla 5) y generar en Plantas Eléctricas 18,8 mil GWh.

Para producir con biomasa el 10% de la electricidad generada en el 2007, se requieren generar 71,3 mil GWh en adición a los generados en la industria azucarera y con los residuos forestales. Con este fin es necesario adicionalmente producir anualmente 69,5 millones de ton de biocombustible sólido. La fuente para este biocombustible son las plantaciones forestales destinadas especialmente a este fin. La evaluación de estas plantaciones para la producción de combustible se realiza sobre la base de una tasa de incremento anual de 20 ton/ha.año, un turno de rotación de 7 años (FAO, 2001) y una conversión del 75% a biocombustible. Bajo estas condiciones el área de plantaciones energéticas que se requiere establecer para generar anualmente los 71,3 mil GWh es de 32,4 millones de ha de plantaciones de rápido crecimiento. Esta cifra está en el orden de la disminución del área de bosques primarios en los últimos 10 años, que se puede estimar en 31,3 millones de ha (FAO, 2005).

Resumen de la oferta demanda de biocombustibles

Alcanzar la producción de biocombustibles acorde a las metas consideradas de sustitución de combustibles convencionales y de generación de electricidad incrementaría la participación de las energías renovables en la demanda de energía primaria (fig 15 y 16) de un 29% a un 49% y en la generación de electricidad de un 71% a un 84% según datos del 2005 (Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC), 2008).

Debido al carácter general de este estudio y las dificultades de un análisis detallado, no se han incluido como potenciales fuentes de biocombustibles recursos como: residuos sólidos urbanos, materia orgánica para la producción de biogás, residuos agroindustriales y de cosecha, etc. Estas fuentes de biomasa no consideradas constituyen una reserva para alcanzar las metas descritas.

Gráfico 15

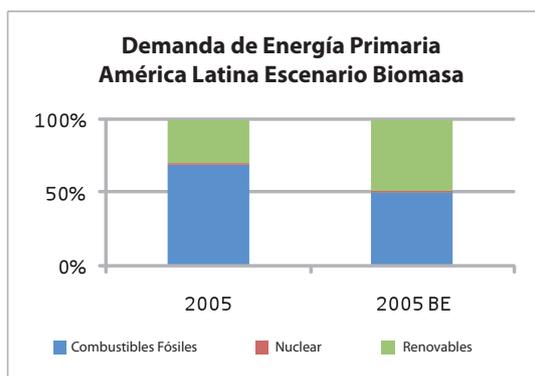
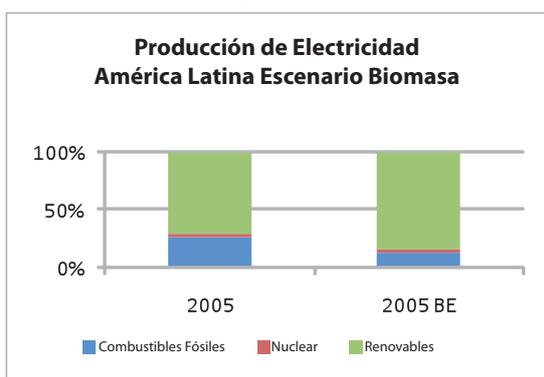


Gráfico 16



Un resumen de las fuentes del biocombustible evaluadas se muestra en la tabla 7.

El avance en el aprovechamiento de las oportunidades que brinda el desarrollo alcanzado por las tecnologías energéticas y el potencial de producción de biocombustibles en la región es un proceso condicionado por factores como:

- La comprensión, por los principales actores del proceso, de las ventajas económicas, sociales y ambientales que representa el incremento de la participación de las fuentes renovables de energía y en particular de la biomasa.
- La voluntad política de crear un marco legal y regulatorio apropiado.
- La consolidación de nuevos paradigmas energéticos: la generación distribuida de electricidad, la descentralización energética, el incremento de la participación local en la satisfacción de la demanda energética, la creación de mercados eficientes de biocombustibles, entre otros.

El análisis realizado muestra que la experiencia acumulada por los países más avanzados en el uso de las energías renovables y en particular de la biomasa se basa en una revalorización de la misma como fuente de energía y de desarrollo sostenible.

Sólo será posible aprovechar de manera racional el potencial energético de la biomasa de la región si se abandona la visión de que este es un combustible de segunda clase y se adopta un enfoque moderno y contemporáneo hacia su desarrollo como uno de los sostenes del desarrollo energético, social y económico de los países de América Latina y el Caribe.

Tabla 7

Demanda y oferta de biocombustible			
Bio Combustibles		Demanda anual (miles ton)	Oferta
Biocombustible sólido	Para calor	43.054	Transformación en biocombustibles del: <ul style="list-style-type: none"> • 40% de los residuos de la industria forestal • 15 % de la leña que se usa de forma tradicional • 60% de los residuos del aprovechamiento forestal
	Para electricidad	178.578	Ampliación de la cogeneración en la industria azucarera, generando el 25% de la electricidad. Establecimiento de 32,4 millones de ha de plantaciones energéticas, equivalente a la disminución de bosques primarios en los últimos 10 años.
	Total	221.623	
Etanol		24.476	Actualización de la industria azucarera de la región a los sindicadores productivos medios de Brasil. Ampliación de las plantaciones de caña de azúcar en un 14% (0,4 millones de ha).
Biodiesel		19.620	Plantación de 15 millones de ha de <i>Jatropha curcas</i> en tierras no aptas para la producción de alimentos.

Bibliografía

- BNDES - CGEE. (2008). Bioetanol de Caña de Azúcar. Energía para el Desarrollo Sustentable. Rio de Janeiro.
- Carlos Razo, e. a. (2007). Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPA.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Situación y Propuestas de Políticas. CEPAL.
- CEPAL. (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Situación y propuestas de políticas. Santiago de Chile.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2005). Plan de Acción sobre la Biomasa COM (2005) 628. Bruselas: Comunicación de la Comisión.
- D.O. Hall, J. H. Biomass energy development and carbon dioxide mitigation options . London.
- EUROSTAT. (2007). Energy, transport and environment indicators.
- FAO. (2001). Evaluación del Recurso Forestal Global 2000. Informe principal. Roma.
- FAO. (2005). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Roma.
- FAO/AGL. (2003). TERRASTAT.
- FAOSTAT.
- Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC). (2008). Energy [R]evolution. A sustainable global energy outlook.
- IEA - International Energy Agency. (2009). International Energy Outlook 2009.
- International Energy Agency. (2008). World Energy Outlook 2007.
- Luna, N. D. (2008). Perspectivas Energéticas de América Latina y el Caribe. Buenos Aires: III Foro de Integración Energética Regional.
- M.C., S. (2006). Jatropha curcas, an excellent sources of renewable energy in the dry areas. . International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA).
- Nogueira, L. H. (2007). Panorama de los Biocombustibles en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Paul, V. (2008). India 's Biodiesel Programme: promises and challenges. Bankog.
- Perttu Anttila, T. K. (2009). Global Potential of Modern Fuelwood. In internet by Finnish Forest Research Institute.
- R.E.E. Jongschaap, W. C. (2007). Claims and Facts on Jatropha curcas L. Plant Research International B.V.
- REN 21. (2009). Renewables Global Status Report. Update 2009.
- REN21. (2007). Renewable 2007. Global Statutus Report. (2005). Resolución sobre las «Fuentes de energía renovables en la Unión», sesión plenaria de 28 de septiembre 2005.
- Siang, C. C. (2009). Jatropha curcas L.Ñ development of a new oil crop for biofuel. The Institute of Energy Economy, Japan (IEEJ).
- SIEE/OLADE. Sistema de Información Económico Energética. Silvia Liliana Falasca, A. U. (Julio 2008). Potencialidad bioenergética sudamericana a partir de forestaciones con Jatropha curcas sp. (J. curcas, hieronymi y macrocarpa). Revista Virtual REDESMA.
- Soni Solistia Wirawan, A. H. (2006). The current status and prspect of Biodisel Development in Indonesia: a review.
- UNICA/MAPA. (2008).

Aspectos de la sostenibilidad ambiental de la producción de Etanol en Brasil: Tecnologías y Prácticas



Gilberto De Martino Jannuzzi¹

Universidad de Campinas - UNICAMP

Es Profesor Asociado de Sistemas Energéticos del Departamento de Energía, Facultad de Ingeniería Mecánica, UNICAMP (Universidad de Campinas), Brasil, e Investigador Senior del Centro de Estudios Interdisciplinarios de la Energía en UNICAMP.

Es Director Ejecutivo de la Iniciativa Internacional de la Energía, pequeña organización no gubernamental, independiente e internacional de carácter público dirigida por expertos en energía reconocidos internacionalmente, y con personal en las oficinas regionales y programas en América Latina, África y Asia.

Posee un Doctorado de la Universidad de Cambridge, Reino Unido (Grupo de Investigación de la Energía, Laboratorio Cavendish). Fue profesor visitante en: el Laboratorio Nacional Berkeley National (EUA), en el PNUMA- Centro de Energía y Medio Ambiente (Dinamarca), en el Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (Francia) y otros.

Es Decano de la Carrera de Planificación Energética de la Universidad de Campinas (UNICAMP) y Coordinador Técnica de la Energía Nacional de R&D Fund en el Centro para Estudios de Manejo Estratégico, Ministerio Brasilerio de Ciencia y Tecnología. Anteriormente, ejerció el cargo de Director Ejecutivo de la Oficina de Transferencia de Tecnología de la Universidad de Campinas.

Sus intereses están relacionados con la planificación energética, con especial énfasis en la eficiencia energética y la conservación, las políticas energéticas y ambientales y los asuntos relacionados con la transferencia de tecnología.



Rodolfo D. M. Gomes

Iniciativa Internacional de la Energía

Es Ingeniero mecánico de la Universidad de Campinas (UNICAMP), Brasil, con una Maestría en Ciencias del Programa de la Carrera de Planificación Energética de la misma Universidad. Actualmente trabaja para la Iniciativa Internacional de la Energía (Oficina para América Latina), como investigador asociado y ayudante del Director.

Ha trabajado como asesor para Sweco Groner y KanEnergi (Oslo, Noruega), representando a la Iniciativa Internacional de Energía (Oficina de América Latina), bajo el programa Noruego de intercambio de empleados Fredskorpset.

Sus áreas de interés son las fuentes renovables de energía, eficiencia energética, política energética y ambiental y política de la ciencia y tecnología.

Resumen

El artículo tiene por objeto presentar un análisis del tipo DAFO (SWOT) para evaluar los aspectos de sostenibilidad ambiental de la producción de etanol en Brasil. El análisis FODA es a menudo utilizado para informar a los formuladores de decisiones y a los determinante de una situación particular en estudio. Su objetivo es reducir la incertidumbre y ayudar en la formulación de estrategias que expliciten los factores que pueden influir en el éxito de un proyecto. Los impactos conocidos se registran en siete factores ambientales, considerados los más críticos para la expansión del cultivo de caña de azúcar en el país: la calidad del aire, los recursos hídricos, la diversidad biológica, el uso del suelo, la conservación de suelos, el uso de plaguicidas agrícolas y el uso de fertilizantes. Se concluye que ha habido progreso dirigido a los aspectos de sostenibilidad, sin embargo, son todavía necesarias las nuevas prácticas agrícolas y las tecnologías que reduzcan al mínimo el uso del agua y las aguas residuales.

Introducción

El desarrollo y uso de biocombustibles, especialmente etanol y biodiesel han adquirido gran importancia no sólo en Brasil sino también internacionalmente. La Unión Europea ha establecido metas ambiciosas para crear un mercado de biocarburantes a fin de reducir su dependencia de los combustibles fósiles importados, y como parte de su estrategia para alcanzar las metas del Protocolo de Kyoto. Japón y EE.UU. De América también tienen planes ambiciosos para sustituir parte de su demanda de gasolina con etanol (Doornbosch y Steenblik 2007).

¹ El autor desea agradecer el apoyo recibido por parte de las agencias FAPESP y DAAD en la implementación parcial de esta obra.

Brasil tiene una experiencia exitosa de más de treinta años en el desarrollo de un mercado interno para el etanol producido a partir de la caña de azúcar. Durante este período se han desarrollado tecnologías agrícolas e industriales, diferentes variedades de caña de azúcar que, junto con las políticas públicas y regulación, dio lugar a un producto final muy competitivo con la gasolina (Macedo 2007, Goldemberg et al. 2004, Goldemberg, Coelho, y Luçon 2004).

El etanol brasileño es capaz de reemplazar a la gasolina con importantes beneficios ambientales, evitando las emisiones de 2,6-1,7t tCO₂/ m³ (2) y un valor actual de 8,3 veces más de energía producida (energía renovable, en etanol) que la equivalente a los insumos de energía fósil, calculado sobre la base del ciclo de vida del etanol (Macedo, Seabra, e Silva, 2008).

Una gran expansión de la caña de azúcar/etanol está destinada a ser plantados en Brasil y en otras regiones, especialmente teniendo en cuenta los saldos positivos de carbono y los atractivos precios internacionales al considerar las alternativas a los combustibles fósiles. Al mismo tiempo, este aspecto se ha vuelto una preocupación creciente por las cuestiones de sostenibilidad socio-ambiental de estos sistemas. Varios estudios han demostrado diversos impactos sobre la biodiversidad local, el uso de los recursos hídricos y la erosión del suelo, la contaminación del aire, entre otros (Macedo 2005, Doornbosch y Steenblik 2007).

La dimensión de los impactos socioeconómicos y ambientales de un plan de expansión como el esperado, es enorme. En Brasil, el cultivo de la caña de azúcar, además de ser un potencial generador de energía renovable, que contribuye a la sustitución de combustibles fósiles y al desarrollo de un prometedor escenario de la agroenergía, esta actividad también es reconocida como un importante agente de transformación de las regiones donde opera. Una expansión de la producción de etanol en la escala necesaria, puede causar diversos tipos de impacto regional, ya sea directa o indirectamente (Sparovek et al. 2009). Los efectos acumulativos a lo largo de los años, incluyendo aumento de la población, la introducción de servicios en la infraestructura, el comercio y las actividades industriales son también los efectos que deben ser considerados en una evaluación de la sostenibilidad, ya que son derivados de la actividad principal que está surgiendo en las regiones donde la producción debe ocurrir (Sparovek et al. 2007).

La Comprensión del Problema

La preocupación con el crecimiento de la importancia de los biocombustibles en general y del etanol, en particular, ha fomentado el interés en la manera de garantizar que se empleen mejores prácticas y tecnologías para mantener la calidad del combustible y reducir el impacto ambiental. Los procesos de certificación ambiental han sido discutidos recientemente por varios autores. Además de los parámetros técnicos de calidad, es cada vez mayor la incorporación de aspectos socioeconómicos y ambientales en la producción.

Recientemente, se han desplegado varios esfuerzos para establecer criterios e indicadores para la certificación con las preocupaciones sobre la sostenibilidad de la producción de biocombustibles (Smeets et al. 2006; Delzeit, Bohle, y Holm-Müller 2007; Delzeit y Holm-Müller 2009, Lewandowski y Faaij 2006). Algunos de estos estudios tratan de desarrollar o proponer una variedad de criterios e indicadores de los sistemas de certificación existentes, o a su vez incorporan algunas de las características especiales de acuerdo a los diferentes intereses. La aparición de las operaciones comerciales del etanol también dieron lugar a nuevas formulaciones de los indicadores de sostenibilidad de los biocombustibles. El comercio internacional ha liderado, de alguna manera, los esfuerzos para armonizar los procedimientos de certificación ambiental (Dehue, Meyer, y Hettinger, 2007) e incluso la armonización de normas técnicas (Anónimo 2007).

El presente artículo examina el estado actual de las tecnologías y las prácticas en uso en Brasil en relación con la cadena de producción de etanol y sus impactos ambientales. El objetivo es también el de señalar las oportunidades de mejoras para garantizar una mayor sostenibilidad de la expansión de la producción de ese combustible, teniendo también en cuenta los efectos acumulativos en el tiempo.

Se emplea el enfoque de un análisis SWOT, ya que se detallan a continuación y para resumir, el estado de los conocimientos existentes. En un inicio se discutirán el concepto de sostenibilidad y los límites asumidos para este análisis.

El Concepto de Sostenibilidad

Un análisis presentado por los técnicos ofrece varias soluciones que pueden contribuir a la consecución de los objetivos de producción propuestos. Muchas de esas soluciones son técnica y/o económicamente viables en el plazo previsto. Los impactos ambientales se pueden evaluar desde la perspectiva del técnico. Sin embargo, una iniciativa como la producción a gran escala de biocombustibles tales como el etanol, con profundas implicaciones para el desarrollo regional, también se debe reconocer el alcance adecuado del concepto de sostenibilidad.

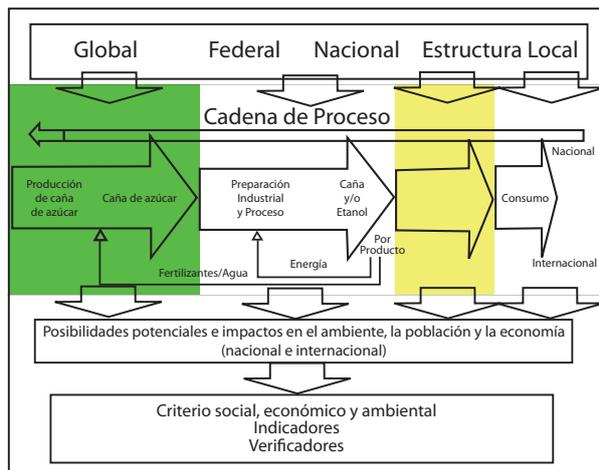
En cierto modo, la responsabilidad del técnico es limitada en el sentido de que es responsable de la legitimidad científica de las soluciones sugeridas, pero no de la aplicación de estrategias y sus impactos en el contexto socio-ambiental. Sin embargo, quien toma las decisiones o quien formula la política pública tiene esta función y responsabilidad. El proceso de decisión a este nivel requiere información de calidad y oportuna para examinar las consecuencias y la aceptación de las decisiones. El concepto de sostenibilidad debe incorporar todas estas dimensiones.

La sostenibilidad es un concepto normativo, incluyendo valores, percepciones y preferencias antes de un análisis técnico o científico (Omann 2000). Hay varias maneras de definir conceptos y en consecuencia los indicadores para evaluar el desarrollo sostenible (Meadows 1998, Bell y Morse 2003; Bossel 1999).

2 Las cifras de la producción de la zona centro-sur de Brasil y del etanol anhidrido e hidratado, respectivamente.

El análisis desarrollado aquí se restringe sólo al ámbito de aplicación de las soluciones técnicas y procesos y su impacto ambiental para la producción de etanol. En el Gráfico 1 se muestra el perfil de la producción y el uso del etanol. Las diferentes etapas del proceso tienen potencial impacto en los aspectos social, económico y ambiental. Se pueden elegir varios indicadores y criterios para supervisar y evaluar los efectos potenciales de las actividades involucradas. Se aplica al análisis SWOT sólo a la parte llamada “cadena de proceso” del Gráfico 1.

Gráfico 1: Análisis de Sostenibilidad de la Producción, Distribución y Uso de Etanol



Fuente: R. Delzeit e K. Holm-Müller 2009

Dentro de las limitaciones mencionadas, este esfuerzo es para evaluar y organizar la información y el análisis preparado de acuerdo a las percepciones de los impactos ambientales que pueden presentarse en Brasil. Este tipo de análisis puede ser útil para distinguir las soluciones que se indican en los diferentes grados de impacto percibido por los técnicos y contribuir a la toma de decisiones y las posibles estrategias de implementación de la expansión de la producción de etanol.

Análisis SWOT de la Sostenibilidad de la Expansión de la Producción

El análisis SWOT es a menudo utilizado para informar a quienes toman las decisiones de los factores críticos de una situación particular en estudio. Su objetivo es reducir la incertidumbre y ayudar en la formulación de estrategias que explican los factores que pueden influir en el éxito de un proyecto.

Es un tipo de análisis bastante sencillo, desarrollado inicialmente en el entorno empresarial y en la actualidad se utilizan en la formulación de políticas públicas y en los estudios de Análisis Ambiental Estratégico (véase, por ejemplo, Domingos (2006)).

SWOT o DAFO es un acrónimo de cuatro grupos de caracterizaciones que tratan de analizar un problema o situación. Esto significa: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. El análisis DAFO aplicado a este caso para la expansión de la producción de etanol en Brasil incluye las características que añaden “fortalezas” o beneficios observados con respecto a los impactos ambientales más bajos (F), las oportunidades que se ofrecen por la expansión de la producción de

acuerdo a las alternativas ofrecidas (O), los puntos de débiles y que pueden dañar el medio ambiente en relación a la situación actual, (D), y por último las posibles amenazas (A) que puede poner en peligro el medio ambiente si se aplican estas medidas.

Es importante destacar que las cuestiones ambientales y sociales, incluyendo la seguridad alimentaria no deben ser tratadas por separado, sino al mismo tiempo. Los problemas con los que se enfrenta la ecología, no sólo afectan al ambiente, sino también a los seres humanos y viceversa (Gadotti, 2000). Ferraz (2007) conceptualiza que un bien natural, como ha sido declarado el etanol, “es aquel que trabaja en estrecha colaboración con las cuestiones sociales y ambientales”. Este análisis DAFO sólo examina los impactos ambientales, reconociendo su limitación por ser necesario para reemplazar el análisis de las cuestiones sociales involucradas.

Los “Factores Ambientales”

La totalidad del análisis DAFO que se presenta aquí se realiza de conformidad con 7 factores ambientales, considerados los más críticos para la expansión del cultivo de la caña de azúcar en el país. A continuación, se definen esos factores:

LA CALIDAD DEL AIRE

La calidad del aire es el término que se utiliza generalmente para traducir el grado de contaminación del aire de impacto local y mundial y las características meteorológicas como la humedad del aire. Las fuentes de contaminantes del aire son numerosos y variables y puede ser antropogénicas o naturales.

En el caso de la producción de azúcar y etanol, la calidad del aire se refiere por ejemplo, a la práctica de la quema de la caña de azúcar y las emisiones resultantes de la utilización de combustibles fósiles en la preparación de la tierra, cosecha, transporte a la fábrica y la eliminación de etanol y la producción del azúcar.

LOS RECURSOS HÍDRICOS

Toda el agua que se puede utilizar para el consumo y la producción en un lugar y en un período de tiempo determinados se conoce como recursos hídricos. Se la puede encontrar en la superficie, tales como ríos, lagos y manantiales, o bajo la superficie, como en el caso del sistema de aguas subterráneas.

BIODIVERSIDAD

La biodiversidad es el término utilizado para definir la variabilidad de los organismos vivos, la flora, la fauna, hongos microscópicos y microorganismos, que abarcan la diversidad de genes y de poblaciones de una especie, la diversidad de especies, la diversidad de las interrelaciones, o los ecosistemas en los que la existencia de una especie afecta directamente a muchas otras.

EL USO DE LA TIERRA

El proceso de uso de la tierra y su ocupación es la representación espacial del sistema de producción de bienes y del desarrollo cultural de los hombres. Este sistema tiene como objetivo satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos.

Los impactos ambientales se refieren principalmente a la adulteración del medio ambiente, a la supresión total e indiscriminada de la vegetación nativa e incluso de los cultivos de los productos básicos, a fin de aplicar nueva tecnología para la preparación de la tierra y la cosecha mediante la mecanización, por ejemplo.

CONSERVACIÓN DE SUELOS

Se entiende por conservación de suelos el mantenimiento y la mejora de su capacidad productiva.

El incumplimiento con las prácticas adecuadas de uso y conservación del suelo pone en riesgo las tierras agrícolas, base de la actividad agropecuaria, provocando la pérdida de suelos más allá de los niveles tolerables. La pérdida de nutrientes y materia orgánica, cambios en la textura, estructura y las caídas en las tasas de infiltración y retención de agua son algunos de los efectos de la erosión en las características del suelo. La compactación del suelo debido a la mecanización de la agricultura reduce e incluso elimina su capacidad de retener nutrientes, agua y de permitir el crecimiento de la vegetación.

USO DE PLAGUICIDAS

Son considerados plaguicidas, los insecticidas, herbicidas, fungicidas y otros productos diseñados para controlar las plagas que atacan a los cultivos. Sin embargo, estas sustancias pueden llegar a las masas de agua y son tóxicas, principalmente para los seres humanos.

USO DE FERTILIZANTES

La compensación por la pérdida de nutrientes se suele realizar por medio de fertilizantes industriales en el suelo. La lixiviación de los fertilizantes contamina el suelo y los cuerpos de agua o áreas de recarga de agua.

El nitrato, un componente de los fertilizantes, se encuentra en las aguas subterráneas debido a las altas tasas de lixiviación especialmente en suelos sometidos a cultivos permanentes, con la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos y, más recientemente, orgánicos.

RESULTADOS

IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE

Los impactos en la calidad del aire de las zonas de plantación de caña de azúcar están más estrechamente relacionados con la quema de cañaverales y el uso de combustibles fósiles (principalmente diesel) en las prácticas agrícolas (labranza de la tierra, siembra, cosecha y transporte) y la distribución de etanol.

FORTALEZAS

Legislación

Existe una legislación para controlar y prohibir la práctica de la quema de cañaverales.

En el ámbito nacional, el Decreto no. 2661 del 8 de julio de 1998, prevé, entre otras medidas, la eliminación gradual del empleo de la quema de los campos de caña de azúcar donde la recolección mecanizada es tecnológicamente posible. La ley obliga a una reducción de al menos 25% de la superficie (en una pendiente inferior a 12%) para cada período de cinco años a partir de 1998. Además, se establece que la quema controlada debe ser previamente autorizada por el Sistema Nacio-

nal de Medio Ambiente (SISNAMA) con actuación en la zona donde la operación se llevará a cabo. Por lo tanto, el Decreto establece que en el 2018 será el final de la quema en el 100% de las zonas de recolección mecanizada en el país.

En el estado de Sao Paulo hay una legislación para controlar la quema, al igual que un plazo para poner fin a dicha práctica y reemplazarla con la cosecha mecanizada (caña sin quemar). La suspensión es obligatoria por Ley del Estado de Sao Paulo 11.241 de 2002, que determina la eliminación gradual de la quema de cañaverales en las zonas con posibilidad de tener cosecha mecanizada (con pendiente de hasta 12%) para el 2021 y en las zonas con dificultad de mecanizar (pendientes con más de 12%) para el 2031. Para el programa en 2006, se vetó la quema de 30% de las zonas mecanizables.

Recientemente, el gobierno del Estado de Sao Paulo firmó el Protocolo Agro-ambiental con UNICA⁴ para reducir los plazos desde el 2021 al 2014 en las zonas mecanizables y desde el 2031 al 2017 en las zonas no mecanizables. Actualmente, 80% de las fábricas de Sao Paulo se adhieron al Protocolo, ya que la adhesión al protocolo es voluntaria. En la temporada de cosecha 2008/2009, el 49% de la cosecha se produjo sin quemar (SMA, 2009).

DEBILIDADES

La quema de la caña de azúcar

La quema de caña de azúcar es un problema de salud ambiental y pública. La práctica es antigua y está extendida en los estados productores, se utiliza para incrementar la productividad del trabajo en la cosecha y reducir los costos de transporte. Alrededor de 51% de la cosecha es manual en el Estado de Sao Paulo (responsable de 60% de la producción nacional), la cual requiere de la quema de la caña de azúcar.

En el marco de los problemas ambientales se incluyen: la contaminación del aire por los gases y el hollín, la destrucción y degradación de los ecosistemas (véase la sección sobre uso de la tierra y biodiversidad) y el suelo (véase la sección de conservación de suelos).

La quema de caña de azúcar trae consigo emisiones potencialmente dañinas para la salud humana: materiales de CO, CH₄, compuestos orgánicos y partículas. También está relacionada con las crecientes concentraciones de ozono en las ciudades alrededor de las plantaciones de caña de azúcar. La contaminación urbana causada se agrava aún más durante el invierno, cuando con frecuencia se producen inversiones térmicas. Hay estudios que dicen que hay relación directa, y otros que afirman que no hay relación entre la quema de caña de azúcar y las enfermedades respiratorias y las infecciones agudas crónicas (Smeets et al., 2006). Estudios del Departamento de Patología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Sao Paulo (Saldivia y Miraglia, 2004) argumentan que esta relación existe, que afecta más a niños y ancianos. Se desconoce aún la

3 Sao Paulo es el estado que mas produce caña de azúcar en Brasil, concentrando cerca del 60% de la producción total.

4 La Asociación Brasileira de la Industria de la producción de caña de azúcar (UNICA) es el organismo más grande en Brasil, que representa a los productores de caña de azúcar, etanol y bioelectricidad.

magnitud de las infecciones agudas crónicas en el país causadas por las partículas de la quema de combustibles o de la biomasa.

Por otra parte, la práctica de la quema de caña de azúcar daña la infraestructura (red de transmisión y distribución de energía, carreteras, ferrocarriles) y las reservas forestales. La quema de las reservas forestales o plantaciones adyacentes aumenta la emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero.

La Fiscalización

Las fallas en la fiscalización y la ejecución de la legislación vigente.

Compactación del Suelo, Uso de la Energía y Emisiones

La mecanización de la agricultura trajo contribuciones positivas a esta actividad, como el aumento de la productividad. Pero también ha generado contribuciones negativas para el medio ambiente, como la compactación del suelo (véase el ítem sobre conservación de suelos) y el aumento de emisiones contaminantes mediante el uso de combustibles fósiles (Tabla 1: Consumo de diesel oil, como introducción actual y futura a las nuevas tecnologías y prácticas).

En lo referente a las emisiones, el combustible utilizado en los procesos mecanizados convencionales para desplazar vehículos y equipos en suelo suelto acaba siendo utilizado para deformar el terreno, es decir, para generar compactación. Esto, a su vez demanda, una vez más, la inversión de maquinaria y combustible para las operaciones de descompactación en operaciones posteriores de cultivo de raíces de caña de azúcar o de preparación para la siembra. Los períodos de lluvia hacen más difícil la circulación de tráfico y, en consecuencia, requieren más combustible.

OPORTUNIDADES

Hay oportunidades para reducir y/o eliminar por completo la práctica de la quema y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión y el transporte de etanol.

Ejemplo de Fiscalización

Una alternativa es mejorar y hacer cumplir la legislación vigente que prevé el final de la quema mediante un seguimiento eficaz. Se considera como alternativa acortar el tiempo para la prohibición total de la quema en el ámbito nacional. Un ejemplo de ello es el Protocolo Agroambiental del Estado de Sao Paulo. Otra opción sería que las nuevas fábricas sean obligadas a evitar la quema, mientras que las existentes cumplan un período de transición. Sin embargo, no es una alternativa sencilla debido a los aspectos sociales involucrados, que quedan fuera del alcance de este artículo.

Tecnología para el control del tráfico

Otra oportunidad es el uso de estructuras para el control de tráfico (ETC), que viabiliza la recolección de la caña verde en terrenos con una pendiente de hasta 40% y así consumir menos diesel oil por hectárea, reduciendo así la emisión de gases de efecto invernadero y emisiones de partículas. La Tabla

1 muestra el consumo de diesel oil para los diferentes sistemas de cultivo. El ETC permite la práctica de la siembra directa, una alternativa que promueve la conservación de suelos, de los recursos hídricos y la reducción del uso de agroquímicos.

Tabla 1: Consumo de Diesel como Introducción Actual y Futura a las Nuevas Tecnologías y las Prácticas

Índice	actual	2015	2025
1- Uso de ETC (%)	0	0	100
2- Uso de siembra directa (%)	<5	10	100
3- Uso de mapas de productividad georeferenciados (%)	0	10	100
4- Uso de agricultura de precisión (%)	0	10	100
5- Consumo de diesel oil en la preparación del suelo y el cultivo (l/tc)	0,35	0,32	0,04
6- Consumo de diesel oil en la cosecha de caña de azúcar (l/tc)	0,9	0,8	0,38
7- Consumo de diesel oil en el transporte de 25 km (l/tc)	0,98	0,95	0,88
8- Consumo agrícola de diesel oil (l/tc)	3,5	2,5	1,7

Fuente: Informe de la Fase 2 del Proyecto de Etanol (NIPE, 2007).

Las unidades ETC son unidades de potencia que llevan implementos agrícolas con ejes extra grandes de 20 a 30 m, con restricción topográfica (inclinación de la pendiente) del orden de 40% (12% para las cosechadoras convencionales de una línea) y que permiten la introducción de la técnica de siembra directa. Los ETC utilizan líneas de tráfico permanente, bien compactas con una alta eficiencia de tracción y sin interferencia con el área sembrada, que se encuentra entre las líneas de tráfico. En el caso de ETC con un eje de 30 metros, hay un área de sólo 4% dedicado a la circulación y el resto dedicado al desarrollo de las plantas. La mecanización actual utiliza tráfico intenso en aproximadamente 30% de la superficie, con una eficiencia de poca tracción y las plantas se desarrollan en suelo físicamente dañado.

AMENAZAS

Incluso con la reducción gradual de las áreas donde se permite la práctica de la quema de la caña, persiste el riesgo - hasta la prohibición total de la quema - de la degradación del bosque restante (bosque de ribera, cobertura de manantiales, las zonas de conservación) y el impedimento de la regeneración natural (degradación perenne).

EL SUMINISTRO Y LA CALIDAD DEL AGUA

No hay información detallada disponible sobre el nivel de contaminación de los ríos y cuencas en las diversas regiones; tampoco sobre cuál es la contribución de la cosecha de la caña de azúcar y la producción de etanol. Los principales impactos del uso del agua se concentran en la etapa de la producción de azúcar y etanol. (Smeets et al., 2006).

Existen también los contaminantes resultantes de la producción de caña de azúcar y de etanol que pueden alterar los acuíferos (reservas de agua dulce subterránea) y manantiales. Los dos tipos principales de contaminantes orgánicos (producción de etanol: la vinaza y residuos de filtro) y productos químicos (caña de azúcar: los fertilizantes y productos químicos agrícolas).

FORTALEZAS

Demanda relativamente baja de agua para el cultivo de la caña de azúcar

El cultivo de la caña de azúcar en Brasil es principalmente un regadío por agua de lluvia (Smeets et al., 2006; Mace-

do, 2005). Por lo tanto, hay un menor uso de agua para riego. La ninguna o escasa práctica de riego es de gran importancia para reducir el impacto ambiental, no sólo por el bajo uso de agua, sino también para evitar el arrastre de nutrientes, desechos de plaguicidas, pérdida de suelo, etc. El riego en caña de azúcar es más generalizado en la región nordeste de Brasil.

Sin embargo, el uso de riego es cada vez mayor. La creciente demanda de incorporación de nuevas áreas de caña de azúcar en el centro-sur de Brasil ha llevado a la explotación de las zonas con déficit hídrico pronunciado.

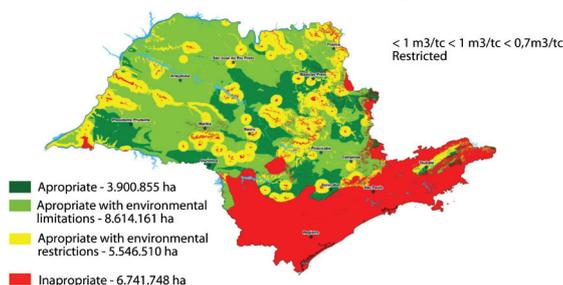
La aplicación de vinazas en la agricultura reduce la necesidad de la recogida de agua para el riego. Además, permite un menor uso de fertilizantes minerales, reduciendo las posibilidades de contaminación de los acuíferos y manantiales.

Gran parte del agua utilizada es reciclada y reutilizada (fertilización). En consecuencia, la recogida de agua, su consumo y liberación son más bajos.

Otra ventaja importante recientemente implantada en el Estado de Sao Paulo es la creación de la nueva zonificación agroambiental para el sector de la Caña de Azúcar. Al ser la principal región productora del país, tiene un impacto importante en la planificación ambiental del estado para disciplinar la expansión y uso del suelo y la calidad del agua, la calidad del aire y la biodiversidad.

Sobre la base de la zonificación agroambiental, la Secretaría de Medio Ambiente para la zonificación Agro-Ambiental del Estado de Sao Paulo, adoptó la Resolución SMA 88 el 19 de marzo de 2009, que define las directrices técnicas para la concesión de licencias ambientales de las empresas del sector del azúcar-alcohol en el estado. En las zonas consideradas adecuadas, hay un límite superior de captación de 1 m^3 /tonelada de caña, con la restricción de $0,7 \text{ m}^3$ /tonelada de caña de azúcar a las áreas adecuadas con limitaciones medioambientales (Mapa 1).

Mapa 1: Zonificación Agroambiental para el Sector del Azúcar-Etanol en el Estado de Sao Paulo.



Fuentes: CIIAGRO (2009).

Bajo impacto en la calidad del agua

Una evaluación de la EMBRAPA clasifica los impactos de la actual cosecha de la caña de azúcar en la calidad del agua en 1 (sin impacto) (Embrapa, 2003).

DEBILIDADES

La quema de la caña de azúcar

La práctica de la quema de la caña de azúcar reduce la cantidad de agua del suelo debido al calor intenso, los cambios en las características estructurales del suelo, que, en consecuencia, tienen efectos erosivos, y causan inundaciones (pérdida de suelo, nutrientes y agua) debido a la reducción de la cubierta de vegetación. Además, puede poner en peligro o eliminar las cuencas hidrográficas por la erosión y sedimentos mediante la destrucción de las zonas ribereñas.

Gran demanda en la fase industrial

La producción industrial utiliza una importante cantidad de agua del medio ambiente. A pesar de la necesidad de más estudios, algunas referencias indican los valores medios de captación de agua que van desde 3.000 hasta 5.000 litros de agua por tonelada de caña (Ferraz, 2007; Neto, 2005). Las encuestas realizadas por UNICA, a pesar de ser publicadas como informe interno ("reservado"), señalan un promedio de recogida de 1.830 litros de agua por tonelada de caña (Neto, 2005). Existe una perspectiva del sector para reducir la captación a 1.000 litros / tonelada de caña.

La contaminación de los acuíferos y aguas subterráneas

Según Ferraz (2007), el Acuífero Guaraní⁵ está cubierto por caña de azúcar con varios estudios que apuntan a su contaminación con herbicidas.

La aplicación de la vinaza como fertilizante puede ocasionar la salinización de las aguas subterráneas por filtración de estos elementos, pero también puede causar la nitrificación del suelo y contaminación de las aguas subterráneas, y la causa de graves enfermedades en los seres humanos (Veiga Filho, 2007). La regulación de su uso (norma de la Cetesb, 2005) en las zonas cercanas a las fábricas ya saturadas, muestra que aunque la vinaza es un subproducto orgánico y contiene agua y nutrientes, su uso debe ser controlado.

La contaminación de las aguas superficiales

Los aluviones pueden arrastrar suelos, pesticidas y fertilizantes orgánicos e inorgánicos hacia las vertientes de agua, comprometiendo la calidad del agua en cuanto a contaminación y sedimentación y causando el enterramiento de estas cuencas.

En algunas regiones, de acuerdo con Ferraz (2007), todos los manantiales rodeado de caña de azúcar están contaminados por productos químicos en el mismo manantial.

⁵ El Acuífero Guaraní, que se encuentra debajo de la superficie de la Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, es uno de los sistemas acuíferos más grandes del mundo y es una fuente importante de agua dulce.

Con el empleo de las nuevas tecnologías de segunda generación (la hidrólisis enzimática y ácida), habrá necesidad de consumo de agua.

OPORTUNIDADES

Hay varias alternativas para reducir los impactos sobre la calidad y el suministro que van desde la agricultura hacia la fase industrial.

Se debe considerar a futuro la conversión de los sistemas de riego de superficie, el principal método de riego en el país, cuya eficacia es muy baja. En el caso de las regiones con déficit de agua, el riego puede ser ambiental y económicamente viable, especialmente con el uso de métodos más eficientes: equipos con facilidad de control; la gestión adecuada de los sistemas de riego de superficie; sistemas para una mayor uniformidad en la aplicación de agua (aspersión) y riego localizado (riego por goteo y micro). Por ejemplo, el riego por goteo sub superficial mostró su viabilidad económica en los experimentos realizados por el Centro de Tecnología de la Caña de Azúcar en la región de Ribeirao Preto.

También se debe considerar el reducir la recopilación, uso y liberación de agua. Alrededor del 87% de los usos del agua se producen en cuatro procesos: lavado de la caña de azúcar (25,4%), condensador / multijets en la evaporación y vacío (28,5%), refrigeración y condensadores de etanol (33,3%) (Neto, 2005). El uso de agua en el lavado de la caña de azúcar (5 m^3 / tonelada de caña de azúcar) se puede reducir con la limpieza en seco de la caña de azúcar. Parece posible llegar a valores cercanos a 1 m^3 / tonelada de caña (captación) y cero en liberación, con la optimización de la utilización y reutilización de aguas residuales en fertirrigación.

La humedad y la compactación del suelo son factores estrechamente vinculados a la longevidad del campo de caña de azúcar. Las tecnologías para el control de tráfico y el evitar la labranza, se enfocan concretamente en los parámetros de producción, para proporcionar humedad al suelo, una mejor utilización del agua de lluvia (el agua almacenada y retenida en el suelo), la compactación del suelo y por lo tanto reducir la incidencia de aluviones (pérdida de suelo, nutrientes y agua), y un menor uso de herbicidas y fertilizantes.

El uso controlado de las vinazas (fertirrigación) reduce el uso de fertilizantes inorgánicos en la agricultura, disminuyendo el riesgo de contaminación de los acuíferos.

Además, la concentración térmica de vinazas puede reducir la absorción de agua por el uso de condensado.

Existe el desarrollo de nuevas variedades de caña de azúcar con una mayor resistencia al estrés hídrico, con menos necesidad de riego en zonas con déficit de agua.

La reanudación del desarrollo de la biodigestión anaerob

robía de vinazas es una alternativa para reducir la carga de materia orgánica, elevando el pH y la eliminación de sulfato de la vinaza.

El ejemplo del Estado de Sao Paulo, en el establecimiento de un sector nacional de ordenamiento Agroambiental como un importante instrumento de planificación, se considera una medida crucial para disciplinar la expansión de la industria y el uso de la tierra.

AMENAZAS

Si no se toman medidas alternativas y soluciones, la expansión de la producción de etanol puede provocar:

- 1- El aumento en el uso de herbicidas, pesticidas y fertilizantes minerales, que puede causar la contaminación de los acuíferos;
- 2- Aumento de la demanda de riego en zonas con déficit de agua;
- 3- Aumento de la eliminación incontrolada de vinazas en el suelo y en los recursos hídricos cercanos.

USO DE LA TIERRA Y BIODIVERSIDAD

FORTALEZAS

Existe una disponibilidad de tierras para satisfacer la producción de 205 millones de m^3 de etanol para el año 2025 según el proyecto de etanol (Nipe, 2007), es decir el 10% de la gasolina del mundo. Los escenarios de Nipe (2007) consideraron el establecimiento de reservas en el 20% de la superficie plantada, y se consideró la no utilización de zonas de reservas forestales, reservas indígenas, parques, etc.

Ambos escenarios para la producción de etanol (104,5 y 205 millones de m^3) para el año 2025, debido al aumento de la productividad de la caña de azúcar y etanol en la "tecnología progresiva", se reducen las áreas que se necesitan. Esto reducirá el posible desplazamiento de los cultivos y los pastos y los impactos sobre la biodiversidad.

El incremento de la productividad se debe a la mayor eficiencia energética en el uso de bagazo en el proceso industrial y una mayor recuperación de los residuos durante la cosecha, que llegará a 50%.

Estas ganancias en la productividad significaría una reducción de 8% y 17% en la producción de caña de azúcar en 2015 y 2025, respectivamente. Y una reducción de 17% y 23% en el número de destilerías en el 2015 y 2025 en comparación con un escenario sin tecnología.

Una de las ventajas mencionadas es que el cultivo de la caña de azúcar proporciona la recuperación de los suelos con la siembra de otros cultivos.

6 El escenario de 104,5 millones de m^3 prevé un aumento en el rendimiento de 93,3 l/toneladas de caña de azúcar y 100,2 l/toneladas de caña en 2015 y 2025, respectivamente, un aumento del 10% y 18% en comparación con el escenario sin tecnología (85 l/toneladas de caña), y la situación actual. El escenario de 205 millones de m^3 prevé un aumento en los ingresos de 92,6 l/toneladas de caña de azúcar y 102,1 l/tc en 2015 y 2025, respectivamente, un aumento del 9% y 20% en comparación con el escenario sin tecnología (85 l/toneladas de caña) y la situación actual (de Nipe, 2007).

La Zonificación Agro-Ambiental del Estado de Sao Paulo es una importante ventaja ya que es la principal región productora del país. La zonificación disciplina la expansión de la caña de azúcar y el uso de la tierra, entre otras cuestiones importantes del medio ambiente. La Resolución SMA 88 del 19 de marzo de 2009, sobre la base de la Zonificación Agro-Ambiental, establece que en las áreas consideradas adecuadas, se deben tomar acciones relacionadas con el uso de la tierra y la preservación y restauración de la biodiversidad. En algunas zonas se requiere la formación de corredores ecológicos.

DEBILIDADES

La práctica de la quema de la caña de azúcar daña la biodiversidad y los ecosistemas, con una clara reducción de las poblaciones de vertebrados e insectos, mediante la eliminación del hábitat o la muerte por fuego y quema de la cubierta vegetal. Las reservas del medio ambiente, las zonas ribereñas y las cuencas hidrográficas también están amenazadas por la expansión de la cultura y/o la práctica de la quema.

La diversificación de los hábitats terrestres y húmedos se asocian frecuentemente con una fragmentación⁷ del hábitat, dando lugar a cambios profundos en el equilibrio entre las especies del campo y de las costas y puede provocar el aislamiento genético de las poblaciones, así como la mortalidad asociada con la dispersión de los animales.

El discurso del gobierno y de los productores de azúcar y de etanol pone de relieve que la expansión de la caña de azúcar se está produciendo en las zonas degradadas y en pastizales. Por otra parte, de acuerdo con las organizaciones ambientales, el desplazamiento de manera indirecta de la ganadería y los cultivos menos rentables, pueden estar ocurriendo en los bosques nativos y sabanas. Ferraz (2007), de Embrapa, dijo que “su preocupación por la devastación de los bosques, y la ocupación de las zonas productoras de alimentos es el mismo fenómeno que el ocurrido con la soja”. Estos impactos indirectos no deben ser despreciados y deben ser considerados en los estudios sobre el uso de la tierra y los impactos sobre la biodiversidad.

OPORTUNIDAD

Teniendo como ejemplo el Estado de Sao Paulo, el establecimiento de una zonificación agro-ambiental nacional, como un importante instrumento de planificación, se considera una medida crucial para disciplinar la expansión del sector y la utilización de la tierra.

Creación de corredores de biodiversidad⁸ en las plantaciones de caña de azúcar.

Al igual que estimular la producción de etanol por sistemas orgánicos⁹ que, entre otras prácticas, promueve la cosecha sin quema y por tanto, cumple con las áreas de reserva legal.

Hay un debate sobre la mejor alternativa para mantener las áreas de preservación ambiental: 1. La práctica jurídica actual que garantiza al menos 20% de la superficie plantada de la superficie plantada de caña de azúcar para las reservas ambientales; o 2. la necesidad de cada Estado de definir un área de reserva ambiental compatible con sus necesidades.

AMENAZAS

Si la expansión de la producción de caña de azúcar se produce por el sistema convencional, es probable que se dé una reducción de la biodiversidad en grandes zonas de la plantación, como lo indica la encuesta realizada por la Embrapa - Monitoreo por Satélite en zonas de la región de Ribeirão Preto, en Sao Paulo. En una plantación de caña de azúcar convencional, no hay más de 30 especies, mientras que en las propiedades que utilizan el sistema orgánico de producción se han identificado 248 especies. (Embrapa, 2005).

Existe también el riesgo de la degradación y quema de áreas de reserva, los mismos que son eventos recurrentes, pero poco difundidos en los medios de comunicación. Como ejemplo, la Estación Ecológica de San Carlos, Unidad de Conservación en la ciudad de Brotas (Sao Paulo), tiene un registro de los daños directos e indirectos causados por la quema de la caña de azúcar que se extiende hasta sus límites (Ferreira, 2007)

Con el uso de la “producción orgánica”, puede haber un riesgo en el aumento de las plagas y malas hierbas, con posibles impactos sobre la producción y en el equilibrio ecológico local.

En términos locales, puede haber presión sobre la oferta y sobre los costos de producción de los alimentos¹⁰.

LA PRESERVACIÓN DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS

FORTALEZAS

La pérdida de suelo en el cultivo de caña de azúcar, es menor comparado con muchos otros cultivos. Sólo el maíz, el fréjol y el camote (batata) tienen menor o igual pérdida del suelo que la caña de azúcar.

7 La fragmentación es un proceso de origen humano que causa la fragmentación de ecosistemas naturales en piezas continuas mas pequeñas con frecuencia desconectadas de otras áreas similares, que conduce al aislamiento de la especie y su consiguiente extinción.

8 El Corredor de la Biodiversidad es un área estratégica para la conservación del medio ambiente a escala regional. Comprende una red de áreas protegidas, intercaladas con zonas con diferentes grados de ocupación humana. La gestión está integrada para ampliar la posibilidad de supervivencia de todas las especies, el mantenimiento de procesos ecológicos y evolutivos y el desarrollo de una economía regional basada en el uso sostenible de los recursos naturales. En las zonas de alta fragmentación de los bosques, como el Atlántico, los corredores de biodiversidad también tiene el objetivo de la rehabilitación y la conexión de los fragmentos de los bosques. Por lo tanto, se espera superar el aislamiento de las áreas protegidas y aumentar la conectividad de los ambientes.

9 El monitoreo por Satélite de EMBRAPA realizó un trabajo sobre la biodiversidad de la fauna en fincas de caña de azúcar, en Ribeirão Preto (SP), lo cual cambió el sistema convencional de producción para el sistema orgánico. A través de encuestas, realizadas entre 2002 y 2003, 248 especies, fueron identificadas mostrando un incremento en la diversidad biológica - en las plantaciones de la caña convencional se encontraron más de 30 especies.

10 Se reconoce la cada vez mayor concentración de la tierra en nuevas áreas de expansión de la caña de azúcar, como en la región oeste del Estado de Sao Paulo, en forma de arrendamiento y compra de tierras (Veiga Filho, 2007). Una de las consecuencias es la ruptura del tejido social y productivo, con las actividades de menor expresión a nivel de región macro, pero importante a nivel local, sin embargo desarticuladas. Las pequeñas asociaciones productivas, construidas durante un largo periodo de tiempo, y que consolidaron las relaciones con las características socio-económicas de la sostenibilidad, podrían ser rotas por el impacto de la caña de azúcar.

La evolución tecnológica de la producción de caña de azúcar ha permitido que, en algunas áreas, se realice la cosecha sin quemar. La gestión de la cosecha sin quema de paja y la labranza reducida mejorarían el nivel de conservación de suelos. La reducción de las pérdidas de suelo y agua entre la paja quemada y en dejar la paja en la superficie de la tierra es de 68% y 69%, respectivamente (Donzelli, 2005).

El uso controlado de las vinazas (fertirrigación) como un fertilizante orgánico, reduce la necesidad de aplicación de fertilizantes químicos, reciclando nutrientes y afluentes de la producción de etanol.

El análisis de los efectos de las vinazas en las propiedades del suelo indican que su adición en el suelo es una buena opción para el uso de este producto, que es un excelente fertilizante y trae beneficios para las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Las ventajas del uso de las vinazas son: el aumento del pH, aumento de la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad de ciertos nutrientes, la mejora de la estructura del suelo, el aumento de la retención de agua y el desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.

El cultivo de la caña de azúcar puede regenerar las zonas degradadas, ya que se cumplen las mejores prácticas de producción de la producción desde un punto de vista ambiental.

DEBILIDADES

La práctica de la quema de la caña de azúcar tiene consecuencias perjudiciales para las características físicas y la estructura del suelo, tales como:

- El cambio de concentración de gases;
- Disminución de la fertilidad y la humedad del suelo;
- La pérdida de nutrientes volátiles;
- La exposición a los efectos de la erosión de la tierra.

Como se mencionó anteriormente, la mecanización de la agricultura ha traído algunas contribuciones positivas y negativas, como la compactación del suelo resultante del tráfico, que afecta a la sostenibilidad de la agricultura de la caña de azúcar, en términos de costos de producción y conservación de suelos. Con la modernización de la agricultura, el peso del equipo y la intensidad de uso de la tierra aumentó drásticamente, con los cambios de las propiedades físicas del suelo, como el aumento de la densidad y resistencia a la penetración.

Las causas de la mecanización convencional:

- Modificación de las propiedades físicas del suelo (aumento de la densidad y resistencia a la penetración).
- Intenso tráfico en ~ 30% de la superficie sembrada.

La aplicación de la vinaza como fertilizante es muy común y casi todas las vinazas se reciclan. En general, se producen de 10 a 15 litros de vinaza por litro de etanol, dependiendo

de las características de la caña de azúcar y su procesamiento (Macedo, 2005). Uno de los impactos más significativos es el efecto del anión sulfato en el suelo. La presencia del sulfato en las destilerías de etanol de caña de azúcar es el resultado de la utilización de ácido sulfúrico en la fermentación. En el caso de una destilería autónoma, se utiliza aproximadamente 5 kilogramos de ácido sulfúrico (98% de concentración) por m³ de etanol producido, un valor que indica que se aplican en el suelo dosis relativamente altas de sulfato.

Un gran número de estudios relacionados con la lixiviación y la potencial contaminación de las aguas subterráneas mediante el reciclado de vinazas indican que en general no hay efectos nocivos para las aplicaciones por debajo de 300 m³/ha. El nivel técnico P4.231/2005 de CETESB¹¹, perteneciente a la Secretaría de Medio Ambiente (Sao Paulo), regula todos los aspectos: las zonas de riesgo (prohibición); las dosis permitidas; las tecnologías.

OPORTUNIDADES

El concepto de control de tráfico, entre otras funciones que ejerce, tiene el objetivo de resolver el problema de la compactación del suelo. Un simple análisis de este círculo vicioso de la energía gastada en la compresión sucesivas y en las operaciones de descompresión, toma el concepto de tráfico controlado, que consiste en la separación de las zonas utilizadas para el cultivo de plantas de las utilizadas para el tráfico de los equipos.

Eliminación biológica de sulfato por digestión anaeróbica: desarrollo tecnológico. El sulfato eliminado puede ser reciclado y utilizado en la producción de ácido sulfúrico.

USO DE PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES AGRICOLAS

FORTALEZAS

El uso de insecticidas, fungicidas, acaricidas y otros productos químicos en el cultivo de la caña de azúcar en Brasil es menor que en el cultivo de cítricos, maíz, café y soja.

El uso controlado de las vinazas (fertirrigación) reduce el uso de fertilizantes inorgánicos en la agricultura y permite el reciclaje de los residuos de producción de azúcar y etanol.

DEBILIDADES

El uso de herbicidas, pesticidas y fertilizantes minerales puede resultar en la contaminación de los acuíferos, que son las reservas subterráneas de agua dulce.

El poder contaminante de la vinaza, unas cien veces mayor que el de las aguas residuales domésticas, se debe a su riqueza en materia orgánica, bajo pH, alto poder de corrosión y

11 La Agencia Ambiental del Estado de Sao Paulo (www.cetesb.sp.gov.br/).

altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno-DBO (20.000 a 35.000 mg/l) al igual que la alta temperatura a la salida de los destiladores (85 a 90 ° C). La vinaza es considerada altamente perjudicial para la fauna, la flora, la microflora y la microfauna de agua dulce, además de ahuyentar a la fauna marina para que se dirija a las costas de Brasil para su procreación (Da Silva et al., 2007 apud Freire & Cortez, 2000).

La maleza conduce a grandes pérdidas en el cultivo de la caña de azúcar, con pérdidas en la productividad que van desde el 10% a más del 80% (Junior, 2005). En comparación con otros cultivos, en Brasil, la caña de azúcar emplea más herbicidas que el café y el maíz y un poco menos que los cítricos, igualando a la soja. Los valores son casi los mismos.

OPORTUNIDADES

La práctica de evitar la siembra directa y el uso de ETC reduciría el uso de agroquímicos y fertilizantes inorgánicos.

El incremento del uso y estudio de control biológico de plagas y malas hierbas, así como nuevas variedades resistentes a ellos también reduce la necesidad de productos químicos agrícolas.

La agricultura de precisión es otra práctica que facilita el proceso de gestión ambiental.

AMENAZAS

La expansión de la producción de etanol puede, si no existen alternativas y no se toman soluciones, conducir a un mayor uso de herbicidas, pesticidas y fertilizantes minerales.

En muchas situaciones hoy en día, comienza a incrementarse el interés en las nuevas tecnologías basadas en el uso de la modificación genética de las plantas para añadir resistencia a las plagas o características de los plaguicidas. Sin embargo, existe potencial para problemas como la propagación de los genes, los impactos adversos sobre los organismos no objetivos, la potencial contaminación de alimentos, etc.

CONCLUSIONES

El cuadro siguiente presenta un resumen del análisis FODA realizado en este trabajo. Se puede ver a través del análisis que han evolucionado positivamente los aspectos importantes de la sostenibilidad ambiental de la producción de la producción de etanol en Brasil. Hay, sin embargo, otros aspectos que necesitan más atención y supervisión. Se necesita un mayor conocimiento de los efectos acumulativos del uso de la tierra y de la deposición de efluentes para avanzar en la evaluación de sus impactos y de las medidas de mitigación.

Cuadro 2: Resumen del Análisis SWOT (o DAFO)

<p>S</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ninguna o poca necesidad de riego - Reutilización /reciclaje de gran parte de agua utilizada - Reciclado integral de efluentes industriales (vinaza, torta de filtro y aguas residuales) - Legislación del control de prohibición de la práctica de la quema - Mayor preservación de los suelos en relación con otros cultivos - Disponibilidad de suelos - Menor uso de plaguicidas/fertilizantes en relación a otros cultivos (fertirrigación e optimización) - Zoneamiento agroambiental en el Estado de SP 	<p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alteraciones estructurales del suelo (pérdidas de agua, nutrientes del suelo, salinización, acidez) - Contaminación Atmosférica (contaminantes y hollín): quemas y mecanización agrícola - Errores en la fiscalización (quemas de vinaza) - Compactación del suelo - Salinización y contaminación de lechos y manatales (vinaza, contaminantes y plaguicidas) - Lixiviación y sedimentación - Fragmentación de los hábitats y reducción de la biodiversidad
<p>O</p> <ul style="list-style-type: none"> - Labranza directa - Uso de ETCs (considera la colecta de la caña cruda) - Agricultura de precisión - Tecnología de información - Uso controlado de vinaza - Corredores de biodiversidad - Reducción de la recogida, uso y liberación del agua - Mejoramiento genético - Concentración térmica y biogestión de vinaza - Zoneamiento agroambiental nacional 	<p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectos acumulativos del uso del suelo y de los implementos agrícolas - Agotamiento de recursos hídricos: aumento de la demanda por riego en áreas con déficit hídrico y uso industrial del agua. - Aumento del uso de plaguicidas y fertilizantes orgánicos - Desplazamientos de cultivos y pastizales - Riesgo de degradación y quema de las áreas de reserva

Bibliografía

- Anon. 2007. White Paper on Internationally Compatible Biofuels Standards. TRIPARTITE TASK FORCE BRAZIL, EUROPEAN UNION & UNITED STATES OF AMERICA. http://www.anp.gov.br/doc/biodiesel/White_Paper_on_Internationally_Compatible_Biofuels_Standards_Final.pdf.
- Bell, Simon, e Stephen Morse. 2003. Measuring sustainability. Earthscan.
- CIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo: síntese do zoneamento. São Paulo: SMA, 2008. http://www.ciagro.sp.gov.br/Zoneamento_Agroambiental/index.htm
- Da Silva, Melissa A. S.; Griebeler, Nori P.; Borges, Lino C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.108-114, 2007.
- Dehue, B., S. Meyer, e W. Hettinga. 2007. Towards a harmonised sustainable biomass certification scheme. Google Scholar.
- Delzeit, R., e K. Holm-Müller. 2009. Steps to discern sustainability criteria for a certification scheme of bioethanol in Brazil: Approach and difficulties. *Energy* 34, no. 5 (Maio): 662-668. doi:10.1016/j.energy.2008.09.007.
- Delzeit, Ruth, Hans-Georg Bohle, e Karin Holm-Müller. 2007. Towards a certification of biomass: Feasibility of a certifications scheme of sustainability standards for trade and production of bioethanol in Brazil. Institute for Food and Resource Economics.; University of Bonn. http://www.ilr1.uni-bonn.de/agpo/publ/dispap/download/dispap07_01.pdf.
- Domingos, T (coord.). Avaliação Ambiental Estratégica do Programa de Desenvolvimento Rural 2007-2013 de Portugal - Continente. Lisboa: Instituto Técnico Superior, 2006.
- Donzelli, Jorge Luis. Preservação dos solos agrícolas. Capítulo 7. In Macedo (2005), A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berleandis & Vertecchia, UNICA, 2005a.
- Doornbosch, R., e R. Steenblik. 2007. BIOFUELS: IS THE CURE WORSE THAN THE DISEASE? Round Table on Sustainable Development. Paris: OECD. Google Scholar.
- Embrapa. Agroecologia da cana de açúcar. Impacto Ambiental da Cana-de-Açúcar. Novembro de 2003. Disponível em: www.cana.cnpm.embrapa.br. Acessado em 14/06/2007.
- Embrapa. Monitoramento registra aumento da biodiversidade em sistemas de produção orgânicos. Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco_de_noticias/2005/folder.2005-08-15.5931044316/foldernoticia.2005-08-15.6761991895/noticia.2005-09-09.9717211999/mostra_noticia. Acessado em 15/05/2007.
- Ferraz, José Maria Gusman. Workshop de Pesquisa sobre Sustentabilidade do Etanol: diretrizes de políticas públicas para a agroindústria do Estado de São Paulo. Painel 4: Gestão Ambiental (palestrante). FAPESP: Instituto de Economia Agrícola, 14 de junho de 2007.
- Ferreira, Manoel Eduardo Tavares. A queimada de cana e seu impacto sócioambiental. Adital: Notícias da América Latina e Caribe. Artigo publicado em 07/03/2007. Acessado em 25/06/2007. <http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=26600>
- Gadotti, Moacir. Pedagogia da Terra. São Paulo: Peirópolis, 2000. Série Brasil Cidadão, 224p. 2ª Edição.
- Goldemberg, J., S. T Coelho, e O. Lucon. 2004. How adequate policies can push renewables. *Energy Policy* 32, no. 9: 1141-1146.
- Goldemberg, J., S. T Coelho, P. M Nastari, e O. Lucon. 2004. Ethanol learning curve—the Brazilian experience. *Biomass and Bioenergy* 26, no. 3: 301-304.
- Hartmut Bossel. 1999. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. International Institute for Sustainable Development.
- Junior, Adhair Ricci. Defensivos: herbicidas. Capítulo 8: Uso de defensivos agrícolas. In Macedo (2005), A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berleandis & Vertecchia, UNICA, 2005.
- Lewandowski, I., e A. P. C. Faaij. 2006. Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade. *Biomass and Bioenergy* 30, no. 2: 83-104.
- Macedo, Isaias. 2005. Uso de defensivos agrícolas. In A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. I. Macedo.
- Macedo, Isaias, org. 2007. A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. Berleandis & Vertecchia. São Paulo: UNICA.
- Macedo, Isaias C., Joaquim E.A. Seabra, e João E.A.R. Silva. 2008. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. *Biomass and Bioenergy* 32, no. 7 (Julho): 582-595. doi:10.1016/j.biombioe.2007.12.006.
- Meadows, Donella. 1998. Indicators and Information Systems for Sustainable Development. The Sustainability Institute.
- Neto, André Elia. Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar. Capítulo 5: Impactos no suprimento de água. In Macedo, I.C.; A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berleandis & Vertecchia, UNICA, 2005.
- NIPE - Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da UNICAMP. Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo - Fase 2. Campinas: NIPE/UNICAMP, 2007. Reservado.
- Omman, I. 2000. How can Multi-criteria Decision Analysis contribute to environmental policy making? A case study on macro-sustainability in Germany. In Third International Conference of the European Society for Ecological Economics.
- SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Resultado Safra 08/09. São Paulo: SMA, 2009. Disponível em: http://homologa.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/relatorio_etanol_verde_2009A.pdf.
- Smeets, E., M. Junginger, A. Faaij, A. Walter, e P. Dolzan. 2006. Sustainability of Brazilian bio-ethanol. Utrecht: Universiteit Utrecht, Copernicus Institute. Google Scholar. http://www.chem.uu.nl/nws/www/general/personal/smeets_a_files/nieuw/E2006-110.pdf.
- Sparovek, Gerd, Alberto Barretto, Goran Berndes, Sergio Martins, e Rodrigo Maule. 2009. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996-2006. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 14, no. 3 (Março 1): 285-298. doi:10.1007/s11027-008-9164-3.
- Sparovek, Gerd, Gran Berndes, Andrea Egeskog, Flavio Luiz Mazzaro de Freitas, Stina Gustafsson, e Julia Hansson. 2007. Sugarcane ethanol production in Brazil: an expansion model sensitive to socioeconomic and environmental concerns. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 1, no. 4: 270-282. doi:10.1002/bbb.31.
- Veiga Filho, Alceu de Arruda. Novo ciclo do Proálcool: problemas derivados do aumento da produção do etanol. Dossiê Etanol, n. 86. ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, 2007. Disponível: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&tipo=dossie&dedicao=23>

Uso de energía en los sectores residencial y comercial de América Latina: Factores y perspectivas del uso en inmuebles con México de referente



M. Sc. Odón de Buen Rodríguez

Presidente de Energía Tecnología y Educación SC
México

Ingeniero Mecánico Electricista por la Universidad Nacional Autónoma de México con Maestría en Energía y Recursos por la Universidad de California en Berkeley. Durante más de siete años fue Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), donde empujó el desarrollo e implantación de más de una docena de normas eficiencia energética, programas en Petróleos Mexicanos, edificios públicos y grandes empresas privadas, y la implantación del Horario de Verano en México. De 2003 a la fecha labora como consultor internacional y Presidente de Energía Tecnología y Educación apoyando, entre otros, al Banco Interamericano de Desarrollo, al Banco Mundial y a organismos de la ONU. Editor de El Reporte de la Transición Energética, un boletín electrónico en temas de ahorro de energía y energías renovables.

Resumen

En este documento se analizan los diversos factores que influyen en las necesidades de energía utilizada en los hogares y en el sector de comercios y servicios urbanos en América Latina a partir de datos regionales y de México. En función de esos factores, se perfilan algunas de las acciones que pueden llevarse a cabo para mantener los niveles de servicios energéticos de una población creciente en contextos urbanos y sin aumentar el consumo de energía.

Introducción

En el contexto actual de preocupaciones por el suministro de energía, su precio e impactos ambientales, es muy significativa la importancia de los centros urbanos y de los edificios que se ubican en ellos.

Aun cuando ocupan menos del 1% de la superficie del planeta, por su gran concentración de población, su mayor nivel de consumo de bienes y servicios, su actividad económica y grandes necesidades de movilidad, los centros urbanos concentran enormes consumos de todo tipo de energía y, por lo tanto, son responsables de la mayor parte de emisiones de gases de efecto invernadero que dan lugar al cambio climático [1].

América Latina no es ajena a este proceso. Con diversos matices y a diferentes tiempos, nuestra región se convirtió, en las últimas décadas, de predominantemente rural en urbana: entre los años 1950 y 2005, el porcentaje de la población urbana en América Latina y el Caribe pasó de 41.9% a 77.6%, y cuatro de las 24 megaciudades del mundo (con más de 8 millones de habitantes) se encuentran en la región [2].

Este crecimiento se refleja en las necesidades futuras de energía en la región. Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), si la tendencia de crecimiento actual continúa, en 2030 América Latina requerirá 75% más energía que en 2004 y la producción de electricidad tendrá que expandirse, aproximadamente, 50% en los próximos 10 años [3].

Además de sus implicaciones económicas y sociales, la urbanización da lugar a modificaciones en las necesidades energéticas y en los usos finales de la energía de los distintos países de la región.

En particular, y sin subestimar sus efectos en los sectores del transporte y la industria, la integración de la población al medio urbano implica la utilización de tecnologías y combustibles que no le eran accesibles, ya sea por precio o por disponibilidad en el medio rural.

De esta manera, lo que antes se hacía con leña (cocción, calentamiento de agua) se hace ahora con gas o con electricidad, lo cual aumenta su demanda. De igual forma, lo que antes no era posible (como la refrigeración de alimentos o el entretenimiento con aparatos que usan electricidad) ahora lo es por el acceso a nuevas formas de energía, lo cual da lugar a un mayor consumo, particularmente de electricidad. En paralelo, y sólo en los casos en los que la migración ocurre entre zonas con climas distintos, también se generan nuevos usos finales, en particular de aire acondicionado y/o calefacción.

Todo esto hace que sean cada vez más importantes los usos de energía en

los edificios o inmuebles, entendidos éstos como los espacios en los que vive la gente y en los que se desarrollan muchas de sus actividades cotidianas [4].

Uso de Energía en América Latina

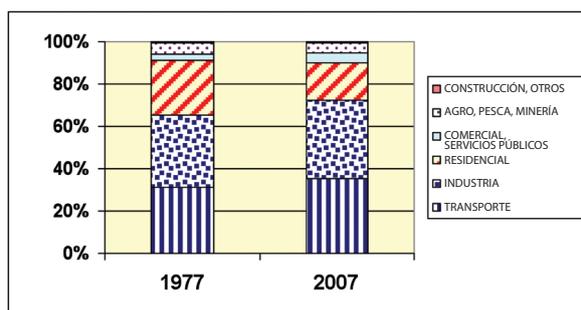
De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), América Latina consumió en 2007 más de 3.9 miles de millones de barriles equivalentes de petróleo (BOE). Cerca del 80% de este consumo correspondió a cinco países: Brasil (36%), México (20.5%), Argentina (9.9%), Venezuela (7.5%) y Colombia (4.3%). De este consumo, 62% proviene de derivados del petróleo [5].

También en 2007, en América Latina se generaron 1'223,092 GWh de electricidad, de los cuales 64.9% provino de plantas hidroeléctricas, 27.5% de termoeléctricas, 3.4% de nucleares y 4.1% de plantas geotérmicas. En este aspecto, resaltan Brasil y México, los cuales generaron 56% del total de la región, como también por tipo de generación, ya que Brasil generó 54% del total de hidroelectricidad, mientras que México produjo 44% del total de generación mediante plantas térmicas [5].

A su vez, el consumo de energía creció a una tasa de 2.5% por año entre 1997 y 2007, mientras que el crecimiento económico fue de 0.5% en el mismo período [5].

En una perspectiva de 30 años (1977-2007), resalta el hecho de que el consumo total de energía se duplicó, con un crecimiento relativo mayor de los sectores de transporte e industria, los cuales representaron el 72.5% de la demanda de energía en 2007 (Fig. 1).

Figura 1 Porcentajes de consumo final de energía por sectores en América Latina, 1977-2007



Fuente: OLADE [5]

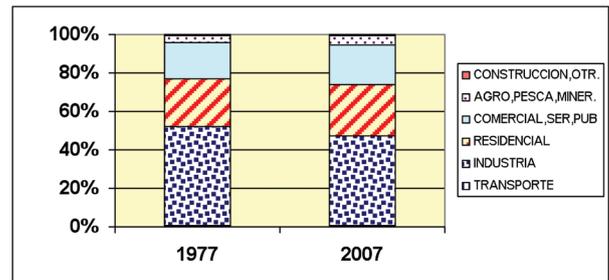
La Importancia de los Sectores Residencial y Comercial y de Servicios

Al revisar el consumo de electricidad, se aprecia la im-

portancia de los sectores residencial y comercial y de servicios como consumidores importantes de energía.

Además de que el consumo de electricidad en la región ha crecido más de cuatro veces en esos treinta años (el doble del crecimiento que el consumo total final de energía), este crecimiento ha tenido un peso cada vez mayor en los sectores residencial y comercial y de servicios, que llegan a significar cerca del 50% del consumo total de energía eléctrica en 2007 (Fig. 2).

Figura 2 Porcentajes de consumo final de electricidad por sectores en América Latina, 1977-2007



Fuente: OLADE [5]

No obstante, esta creciente importancia no se refleja necesariamente en una suficiente atención a los sectores residencial y comercial y de servicios en cuanto a políticas de ahorro y uso eficiente de energía, quizá por la mayor importancia neta que tienen los sectores de transporte e industrial en los balances energéticos nacionales.

Por lo mismo existe, hasta ahora, una muy limitada disponibilidad de información desagregada sobre estos sectores y, en algunos casos, se les contabiliza en otros sectores. Tal es el caso de México, donde los edificios mayores están clasificados y contabilizados energéticamente como industria, minimizando significativamente su importancia [6].

Esto da por resultado mayores dificultades de análisis y serias limitaciones en la evaluación de alternativas (a nivel regional y nacional) para un uso más racional y/o eficiente de la energía en los sectores residencial y comercial, lo que, sin embargo, no resta importancia a los mismos.

Además de su peso creciente en el consumo de electricidad, el sector residencial es particularmente importante por razones sociales y porque, en muchos países de la región, es parte importante de la demanda eléctrica residencial coincide con los picos de demanda del sector.

A su vez, la importancia sector comercial como consumidor de energía radica, si nos atenemos a las tendencias de "tercerización" de la economía que se presentan en el mundo desarrollado, en su alto potencial de crecimiento.

1 Esta subestimación parece originarse en el hecho de que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) clasifica como "comercial" solamente a los usuarios en las tarifas 2, 3 y 7, las cuales corresponden a servicios que se entregan a nivel de distribución, es decir, en baja tensión. De acuerdo con las estimaciones que se describen en este documento, se establece que el consumo de las instalaciones del sector es posiblemente tres veces mayor al que CFE define como "comercial".

Los Factores Que Determinan el Crecimiento del Consumo de Energía de los Sectores Residencial y Comercial y de Servicios

Además de la urbanización, otros factores tienen también influencia en la evolución del consumo de energía de los sectores residencial y comercial y de servicios, como a continuación se describe.

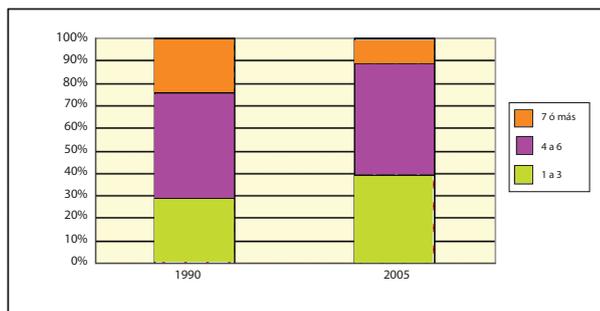
Crecimiento poblacional

La población de América Latina, que llegó a poco más de 560 millones de personas en 2005, ha venido aumentando a tasas decrecientes, pero con índices por arriba de los promedios mundiales, lo que se refleja en tendencias de crecimiento importantes en la demanda de energía del sector residencial. Mientras que en el 2000 la tasa de crecimiento de la población mundial fue de 1.25% anual, para la región fue de 1.8% [7] [8].

Tamaño de la unidad familiar (personas por vivienda)

En América Latina las costumbres sociales y la situación económica de la mayoría de la población dan lugar a unidades familiares numerosas, lo que implica mayores consumos por hogar, pero menores per-cápita. Sin embargo, esta situación tiende a cambiar con la urbanización y con la ampliación de los programas de vivienda. Como ejemplo, en México el número de habitantes por hogar tiende a disminuir, lo cual se refleja en la creciente proporción de hogares con menos de cuatro habitantes, con el consiguiente decrecimiento de los hogares con más de siete ocupantes (Fig. 3).

Figura 3 - Porcentajes de ocupantes por vivienda, México (1990 y 2005)



Fuente: INEGI [9, 10]

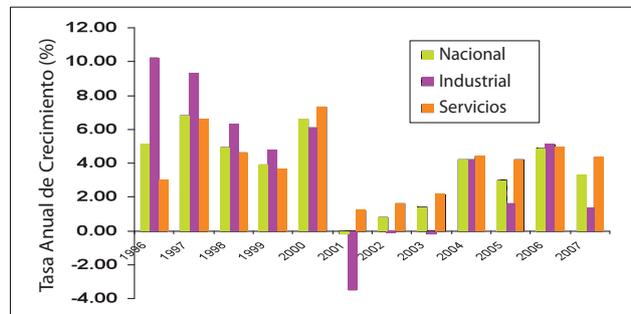
Estos cambios, inevitablemente, empujarán hacia arriba los requerimientos de servicios energéticos en el sector residencial de la región, con sus consiguientes impactos en la necesidad de recursos [11].

Tercerización de la economía

De acuerdo con estadísticas económicas nacionales, el sector terciario (o de servicios y que funciona en inmuebles) cobra una creciente importancia. En México, el Producto Interno Bruto (PIB) del sector servicios ha crecido más que el industrial y el de toda la economía desde el año 2000 (Fig. 4) [12].

Esto se ha reflejado en el creciente número de inmuebles nuevos utilizados para servicios de hotelería, hospitales, escuelas, oficinas y supermercados, entre otros.

Figura 4. Crecimientos anuales del PIB total, industrial y de servicios de México, 1998 a 2007.



Fuente: INEGI [13]

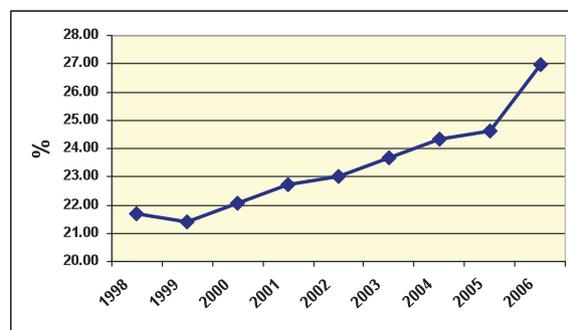
Tecnología

La tecnología, entendida en este caso como los equipos y sistemas que se utilizan para proporcionar servicios energéticos, juega un papel determinante en los niveles e intensidades de consumo de energía y en la elección de la fuente que provea de esta energía en el sector residencial.

Así, la cocción que antes se realizaba con leña en un fogón, hoy día se hace con estufas que usan gas LP o electricidad. A su vez, usos finales de la energía que no se tenían, como la refrigeración para conservación de alimentos o el acondicionamiento térmico de espacios, se lleva a cabo ahora con base en un uso creciente de electricidad.

Por ejemplo, en México es creciente el uso del aire acondicionado, el cual ha pasado de representar poco más del 21% del consumo total de electricidad del sector a cerca del 27% en casi diez años (Fig. 5).

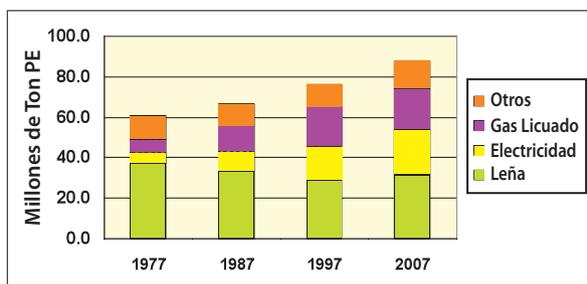
Figura 5. Porcentaje estimado de electricidad utilizada para acondicionamiento de aire en el sector residencial de México.



Fuente: Estimaciones del autor a partir de datos de la CFE (www.cfe.gob.mx)

En América Latina, esto tiene una manifestación clara en las modificaciones que ha tenido la demanda de energéticos en el sector residencial, donde han crecido los consumos de electricidad y gas licuado, y disminuido el de la leña (Fig. 6).

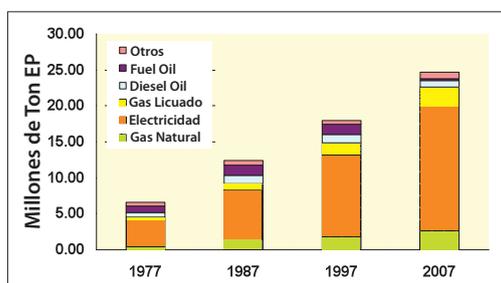
Figura 6. Evolución del consumo de energía por tipo de energético en el sector residencial de América Latina, 1977-2007.



Fuente: OLADE [5]

Igualmente, en el sector de comercios y servicios, el crecimiento del consumo de electricidad ha sido muy significativo (Fig. 7).

Figura 7. Evolución del consumo de energía por tipo de energético en el sector de comercios y servicios de América Latina, 1977-2007.



Fuente: OLADE [5]

Este crecimiento, sin embargo, no parece transitar por el camino de la eficiencia energética, ya que en la adquisición de equipos, el precio de éstos determina -quizá más que el precio de los energéticos- las condiciones de los aparatos que los usuarios deciden comprar. En la mayoría de los casos -y a falta de condiciones para el financiamiento de equipos nuevos o de alta eficiencia energética- las personas se orientan a la compra de equipos de segunda mano [14].

Clima

El clima es un factor determinante en cuanto al consumo de energía del sector residencial, ya que influye en la necesidad de energía para aire acondicionado y/o calefacción y su intensidad de uso, además de otros usos finales, como la refrigeración y el calentamiento de agua. En América Latina predominan los climas templados y cálidos, por lo que la calefacción de hogares sólo es relevante en las regiones más lejanas del Ecuador [15].

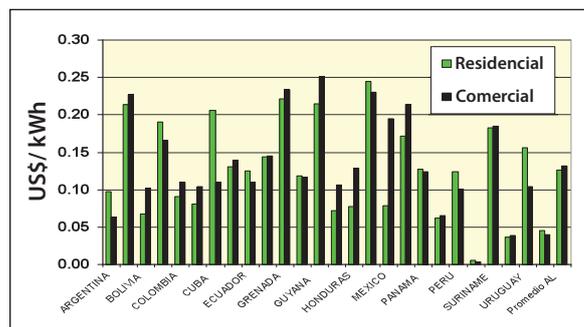
En el caso de México, los nuevos centros de actividad económica se ubican particularmente en regiones de clima cálido (en el norte del país y en las costas), donde son mayores los requerimientos energéticos para cumplir con las necesidades de confort térmico de los habitantes, lo que lo convierte en un factor muy importante en el aumento de la demanda de electricidad [12].

Precios de los energéticos

Los precios promedio de la electricidad para los sectores residencial y comercial varían mucho de país a país en América Latina. Mientras que en Venezuela el kWh tiene un costo muy bajo para los dos sectores (menor a US\$0.01) en paí-

ses del Caribe como Jamaica, Barbados, Grenada y Guyana, el precio supera los US\$0.15 (Fig. 8).

Figura 8. Precios de la electricidad para los sectores residencial y comercial en América Latina, 2007.



Fuente: <http://www.eclac.org/estadisticas/bases>

Este diferencial de precios se explica, fundamentalmente, por la matriz energética de los países y las políticas de subsidios. Así, mientras las naciones con un mayor componente de energía hidráulica tienen menores costos, los que más dependen de combustibles fósiles tienden a fijar los mayores precios. Sin embargo, países petroleros como Venezuela y México otorgan altos niveles de subsidio a la electricidad para los usuarios residenciales [16].

Materiales constructivos

Para regiones donde el clima es extremo, los materiales y los diseños para la construcción de la vivienda son fundamentales en la definición de la intensidad energética de las edificaciones -sean para uso residencial o para uso comercial y de servicios-, ya que éstos son determinantes, además del propio clima, en las dimensiones de los equipos que se utilizan para acondicionar los espacios.

Desgraciadamente, en América Latina ha predominado la tendencia a usar materiales que no van de acuerdo con los climas locales, lo que ha dado lugar a altos consumos en ciertas regiones. Esto en buena medida se debe a que, para la mayoría de los desarrolladores de inmuebles, el parámetro central es el costo de la obra, el cual se busca sea el mínimo posible. En este caso, el uso de nuevos materiales puede implicar un mayor costo, no sólo por el de los propios materiales, sino también por la amortización de los equipos utilizados en la construcción, los cuales son significativos en la producción en serie [17].

Prácticas de diseño

Las prácticas de diseño determinan (además de otros factores que aquí mencionamos, como la tecnología disponible y los materiales en el mercado) la intensidad energética de los edificios. Así, ciertas prácticas que parecen predominar en la construcción moderna en América Latina, como las que favorecen el uso de la iluminación y ventilación artificial sobre la natural, sólo elevan la necesidad del uso de energía, en particular, de electricidad.

Prácticas de operación y mantenimiento

Por lo general, el costo inicial de edificación de un

inmueble representa de 20 a 30 por ciento de los costos totales durante su ciclo de vida útil, lo que subraya la necesidad de considerar no sólo el costo inicial del edificio, sino también los de su operación año con año [17].

Por lo mismo, las prácticas de operación y mantenimiento son un factor muy importante en el consumo de energía. La operación y mantenimiento inadecuados de edificios puede reducir y hasta eliminar las eficiencias ganadas por un buen diseño con equipos eficientes.

Normas de eficiencia energética

La existencia y aplicación normas, reglamentaciones técnicas y/o etiquetas de eficiencia energética para equipos que utilizan energía es fundamental para reducir el consumo de energía en inmuebles, ya que su aplicación puede influir en las necesidades de los edificios que los usarán durante más de una década [18].

En algunos países de la región, como México, Brasil, Colombia, Costa Rica y Chile, ya existen sistemas de normalización y/o etiquetado de equipos. En México, por ejemplo, los equipos de refrigeración de uso doméstico que entran al mercado han ido reduciendo significativamente su consumo unitario de electricidad. Como ejemplo se tiene a la evolución de un refrigerador mediano (de 15 pies cúbicos) que pasó de un consumo unitario anual de más de 1,100 kWh en 1993 a cerca de 450 kWh en 2003 (Fig. 9).

Sin embargo, en la mayoría de los países de América Latina es aún incipiente la normalización para la eficiencia energética, debido a que existen dificultades estructurales y económicas para establecer estos sistemas a cabalidad. En particular, el tamaño relativamente pequeño de los mercados de los equipos, la gran

variedad de los mismos y el alto costo de las pruebas y los sistemas de certificación, son factores que limitan su generalización.

Códigos de construcción

La normatividad energética dentro de códigos de construcción constituye una importante herramienta de regulación de las intensidades de consumo de energía en inmuebles, sobre todo porque pone límites a las tendencias constructivas que no toman en cuenta sus implicaciones en cuanto a consumo de energía y empuja a las mejores prácticas de diseño, de aplicación de materiales y de uso de equipos de alta eficiencia energética.

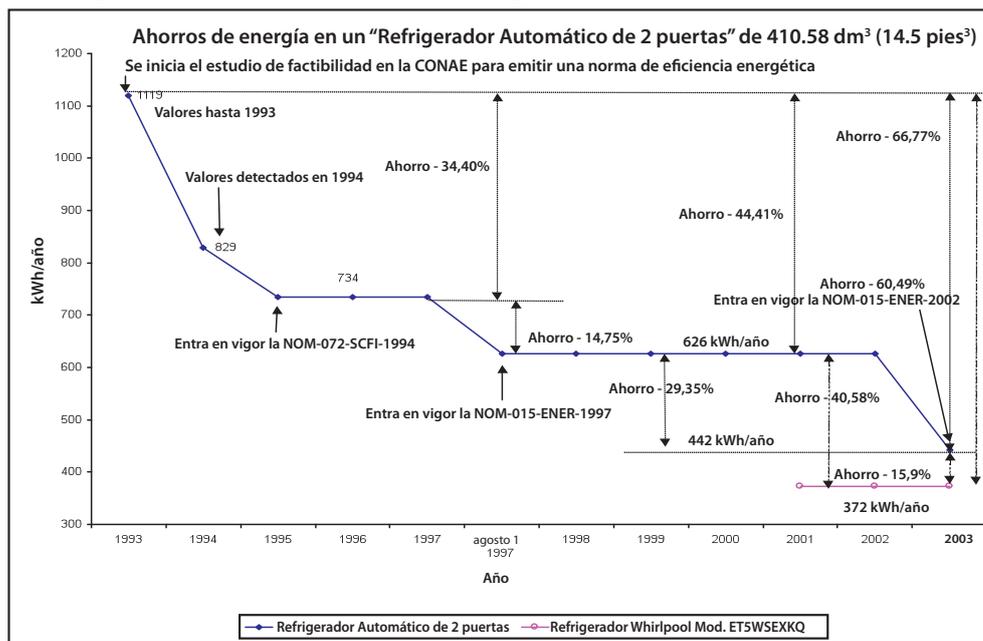
Sin embargo, en América Latina la existencia de códigos de construcción que integran plenamente al ahorro y uso eficiente de energía es poco común; incluso, en países como México donde existe una norma nacional para edificios no residenciales, ésta prácticamente no se aplica ya que depende de las municipalidades para su aplicación y éstas no la han integrado a sus reglamentos de construcción.

Perspectivas

Es evidente que los fenómenos de la urbanización, el crecimiento poblacional, el número decreciente de habitantes por vivienda y los relativos al clima no son factores que se puedan controlar y su evolución sólo conduce, en la práctica, a escenarios de crecimiento de la demanda de energía.

Sin embargo, los factores que son determinados por políticas públicas pueden contribuir a mantener o reducir los consumos de energía, que se requerirán para aumentar la creciente necesidad de servicios energéticos.

Figura 9. Evolución del consumo unitario de un refrigerador mediano (14.5 ft³) nuevo (1993 a 2003).



Fuente: CONAE

2 Existen referencias de un número menor a cinco municipalidades (de más de 2,200 que existen en México) que han incorporado la norma nacional.

Así, se puede señalar a un conjunto de instrumentos de política pública que permiten regular, en el mediano y largo plazos, el crecimiento de la intensidad energética de los dos sectores referidos:

- subsidios a los energéticos,
- normas y/o regulaciones técnicas de eficiencia energética,
- códigos de construcción,
- certificados de sustentabilidad de edificios,
- programas con financiamiento para el recambio de equipos,
- capacitación en mejores prácticas de diseño y operación y mantenimiento de inmuebles, e
- impuestos y aranceles reducidos que promueven la fabricación y/o importación de materiales, equipos y/o sistemas con mayor eficiencia energética.

El impacto de estas políticas puede ser significativo. Una investigación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) indica que América Latina y el Caribe en su conjunto pueden reducir el consumo de electricidad en 10% durante la próxima década invirtiendo en tecnologías y equipamiento que hoy se encuentran ampliamente disponibles. Alcanzar ese objetivo costaría aproximadamente US\$ 17,000 millones, lo cual reduciría el consumo total de energía anticipado para el 2018 en cerca de 143,000 GWh [3].

En esta perspectiva, el concepto de edificación sustentable tiene un valor creciente en el desarrollo de los espacios construidos de América latina.

La edificación sustentable integra una amplia gama de prácticas de diseño, construcción, operación y mantenimiento inmobiliario para ofrecer entornos habitacionales y laborales más sanos, así como minimizar los impactos ambientales.

Los elementos de la edificación sustentable incluyen: atención a la orientación y diseño de los inmuebles; mayor uso de aire fresco y luz natural; aprovechamiento de la energía solar para calentamiento de aire y agua; uso de tecnologías de iluminación y aire acondicionado de alta eficiencia, pero también de materiales y componentes de envolventes [12].

A su vez, el concepto de la edificación sustentable va más allá de los edificios en lo individual al formar parte de programas generales de urbanización asociados a infraestructura urbana sustentable para transporte, servicios de gas y energía eléctrica, agua potable, eliminación y reciclaje de aguas residuales, y manejo de agua de lluvia y aguas residuales y alcantarillado [17].

CONCLUSIONES

Es creciente la importancia de los sectores residencial y comercial y de servicios como usuarios de energía, en particular de energía eléctrica. Este crecimiento se ve y se seguirá viendo reflejado en mayores usos de energía para iluminación, acondicionamiento de espacios, entretenimiento e higiene, entre otros.

Sin embargo, además de que existe un escaso conocimiento sobre los detalles del consumo de energía y de las tendencias específicas de los factores de diseño, equipamiento y operación de los inmuebles, al igual que de los elementos tecnológicos que los componen, la carencia de políticas públicas específicas (como las normas de eficiencia energética y los códigos de construcción que integran aspectos de eficiencia energética) y, por otro lado, la existencia de políticas económicas (como los subsidios) que fomentan el desperdicio, sólo perfilan, en la práctica, una demanda creciente -y no necesariamente eficiente- de energía.

Por lo mismo, es necesario que se adopten y generalicen en los países de América Latina -y entre más pronto, mejor- instrumentos de política pública como: precios reales de los energéticos; normas de eficiencia energética; códigos de construcción que integren a cabalidad elementos de eficiencia energética; sistemas de certificación de la sustentabilidad de edificios; capacitación en mejores prácticas de diseño y operación y mantenimiento de inmuebles; incentivos fiscales o aranceles bajos a la fabricación y/o importación de materiales, equipos y/o sistemas con mayor eficiencia energética.

Sólo así la región podrá enfrentar los retos crecientes que implicarán el inevitable repunte de los precios de los combustibles fósiles y del combate global al cambio climático.

Referencias

1. SMA-GDF, Programa de Acción Climática de la Ciudad de México,, S.d.M.A.d.D. Federal, Editor. 2008, Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal: México DF, p. 170.
2. F. Quesada. Imaginarios urbanos, espacio público y ciudad en América Latina. 2006 [cited 2009, July 15th]; N° 8 - April-June 2006: [Available from: <http://www.oei.es/pensariberoamerica/ric08a03.htm>].
3. BID, Cómo ahorrar US\$36.000 millones en electricidad (sin apagar las luces). Un mapa de la Productividad Energética en las Américas. 2008, Inter-American Development Bank. p. 104.
4. IPCC, Institutional Efforts for Green Building in the United States and Canada, "Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change", O.R.D. B. Metz, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer,, Editor. 2007.
5. OLADE. Sistema de Información Energética. 2009 [cited 2009 July 15th]; Available from: <http://www.olade.org.ec/>.
6. Odón de Buen, La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en México y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales. In: El Reporte de la Transición Energética. 2006, O. de Buen,; México DF.
7. US Census Bureau. Total Midyear Population for the World: 1950-2050,. 2009 [cited 2009, July 20th]; Available from: <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpop.php>.
8. CELADE/CEPAL. Indicadores de crecimiento de la población. 2009 [cited 2009, July 20th]; Available from: <http://celade.cepal.cl/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=ELCAIRO&MAIN=WebServerMain.inl>.
9. INEGI. Censo general de población y vivienda 1990 2009 [cited 2009, August 2]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
10. INEGI. Conteo de población y vivienda 2005 2009 [cited 2009, August 2]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
11. Science Blog. Researchers Tie Worldwide Biodiversity Threats to

- Growth in Households. 2009 [cited 2009 20 de julio]; Available from: http://www.scienceblog.com/cms/researchers_tie_worldwide_biodiversity_threats_to_growth_in_households.
12. AEAAE, Ahorro de Energía en la Edificación en México. 2008, Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación: México DF, p. 20.
 13. INEGI. Producto Interno Bruto Trimestral. 2008 [cited 24 de agosto de 2008]; Available from: <http://dgenesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVA050010004000700230#ARBOL>.
 14. O. de Buen and J. González. Energy Efficiency in the Northern Border States: Cooling Device Replacement. [cited; Available from: <http://www.scerp.org/pubs/m7c6.pdf>.
 15. Ketoff, A. and O. Masera, Demanda de Electricidad Residencial en América Latina: Análisis Comparativo de Nueve Países. In Primer Encuentro Sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano, J. Quintanilla, Editor. 1991, Programa Universitario de Energía: México DF.
 16. SENER, Prospectiva del sector eléctrico 2008-2017, Dirección General de Planeación Energética, Editor. 2008: Mexico DF, p. 230.
 17. CCA, La edificación sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos. , C.p.l.C. Ambiental, Editor. 2008, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canada. p. 80.
 18. Stephen Wiel and James E. McMahon, Normas y Etiquetas de Eficiencia Energética: una Guía para Electrodomésticos, Equipo e Iluminación. 2003, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program: Washington DC.

Av. Mariscal Antonio José
de Sucre N58-63 y Fernández Salvador,
Edificio OLADE, Sector San Carlos.
Casilla 17-116413, Quito - Ecuador
Telf.: (593-2) 2598 122 / 2531 674
Fax: (593-2) 2531 691
olade@olade.org
www.olade.org

Países Miembros de OLADE

Argentina	Costa Rica	Guatemala	Nicaragua	Uruguay
Barbados	Cuba	Guyana	Panamá	Venezuela
Bolivia	República Dominicana	Haití	Paraguay	
Brasil	Ecuador	Honduras	Perú	
Chile	El Salvador	Jamaica	Suriname	
Colombia	Grenada	México	Trinidad y Tobago	